ISBN 978-5-600-01726-9

ТЕЗИСЫ ДОКЛАДОВ

Всероссийской научной конференции

«Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития».

Москва, 20-22 марта 2017 г.

Москва

2017

Тезисы докладов Всероссийской научной конференции **«Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды. Основные результаты и пути развития»**. Москва, 20-22 марта 2017 г. / Отв. сост. А.А. Трунов, П.Д. Полумиева, А.А. Романовская. [Электронный ресурс] — М.: ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН», 2017. — 1 электрон. опт. диск (DVD-ROM); 12 см. - Систем. требования: ПК с процессором 486+; Windows 95; дисковод DVD-ROM; Adobe Acrobat Reader.

ISBN 978-5-600-01726-9

Сборник доступен онлайн: www.igce.ru/conferences_pem2017

Конференция организована ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (www.igce.ru), Российским государственным социальным университетом (www.rgsu.net) при участии Лаборатории антропогенных изменений климатической системы Института географии РАН (www.igras.ru/laccs).

Партнеры: *Российская Экологическая Академия* (www.rosekoakademia.ru), *En+ Group* (www.enplus.ru).

Издание подготовлено в ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН».

Тезисы докладов представлены в авторской редакции и авторском наборе. Научное и литературное редактирование не выполнялось. ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» не несет ответственности за качество научных материалов, представленных в данном сборнике.



Оглавление

Пленарные доклады 21

ВКЛАД Ю.А. ИЗРАЭЛЯ В ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ *Г.М. Черногаева* 22

ВКЛАД АКАДЕМИКА ИННОКЕНТИЯ ПЕТРОВИЧА ГЕРАСИМОВА В РАЗВИТИЕ ОСНОВ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ *В.А. Снытко, А.В. Собисевич* 24

О РЕЗУЛЬТАТАХ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ С ПОДВИЖНЫХ ПЛАТФОРМ (ЭКСПЕРИМЕНТ «ТРОЙКА») *Н.Ф. Еланский, А.И. Скороход, Е.И. Гречко* 27

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ *В.М. Зубкова* 29

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА РОССИИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ НА БАЗЕ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА *М.Ю. Бардин, М.Д. Корзухин* 31

О ВОЗМОЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ *А.А. Романовская* 35

Секция А1: мониторинг изменений климата 37

СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ АЛЬБЕДО ЗЕМЛИ *М.Ю. Червяков* 38

ПОГРЕБЕННЫЕ ПОЧВЫ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КАК ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ О КЛИМАТЕ И ДРЕВНИХ ОБЩЕСТВАХ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ ГОЛОЦЕНА *Л.Н. Плеханова* 40

ГОДОВОЕ И СЕЗОННОЕ УВЛАЖНЕНИЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ В XX-ОМ - НАЧАЛЕ XXI-ГО ВВ. В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА *Е.А. Черенкова* 43

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОБЫТИЙ ПРИБРЕЖНОГО АПВЕЛЛИНГА В ЧЕРНОМ МОРЕ ПО ДАННЫМ СЕТИ МОРСКИХ БЕРЕГОВЫХ СТАНЦИЙ НАБЛЮДЕНИЙ *В.П. Евстигнеев, В.А. Наумова, Н.Ф. Кириленко* 46

ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В АРКТИКЕ В XXI СТОЛЕТИИ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО СЦЕНАРИЯ *Г.Н. Панин, Н.А. Дианский, И.В. Соломонова, А.В. Гусев, Т.Ю. Выручалкина* 47

РОЛЬ ВУЛКАНИЧЕСКОГО АЭРОЗОЛЯ В ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 2000 ЛЕТ *И.И. Борзенкова* 49

МОНИТОРИНГ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ПО ДАННЫМ ПРОЕКТА CRU TS3.21 *Ю.Г. Пузаченко, А.Н. Кренке мл.* 52

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В АРКТИКЕ, СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ ШЕЛЬФА И ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ *А.В. Косенко* 54

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА МОСКВЫ В ЭПОХУ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ *М.А. Локощенко* 57

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛЕЙ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ *Ю.П. Переведенцев, А.А. Васильев, К.М. Шанталинский, В.В. Гурьянов, Т.Р. Аухадеев* 59

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЗОМАСШТАБНОЙ COSMO-CLM МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ОБЕЗЛЕСЕНИЯ И ОБЛЕСЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ ЕВРЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ НА РЕГИОНАЛЬНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ *Е.В. Кузьмина, А.В. Ольчев, М.А. Никитин, И.А. Розинкина, Г.С. Ривин* 61

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И СУРОВОСТИ КЛИМАТА СРЕДНЕЙ СИБИРИ К КОНЦУ ТЕКУЩЕГО ВЕКА ПО СЦЕНАРИЯМ CMIP5 *Е.И. Парфенова, Н.М. Чебакова, Е.Г. Швецов* 63

СОВРЕМЕННЫЕ И ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВОГО И ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ *С.А. Агафонова, Д.В. Магрицкий, Г.В. Суркова, Н.Л. Фролова* 65

СВЯЗЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ПОБЕРЕЖЬЕ АРКТИКИ С ОСАДКАМИ В БАССЕЙНЕ ВОЛГИ *Н.К. Кононова, О.Ф. Самохина*.....67

ОЦЕНКА ПРЕДСТОЯЩИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В АТЛАНТИКО-ЕВРАЗИЙСКОМ СЕКТОРЕ ПОЛУШАРИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИКО-СТАТИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА (НА ПРИМЕРЕ ЗИМЫ) *С.В. Морозова* 69

ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛИМНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРУПНОГО ОЗЕРА *М.А. Науменко, А.С. Киракозов* ...71

МОНИТОРИНГ ВАРИАЦИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ НА ВЫСОКОГОРНОЙ БИОСФЕРНОЙ СТАНЦИИ ДЖУГА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ СОБЫТИЙ *А.Н. Лукин, П.Г. Родимцев, Н.Б. Ескин* 73

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ СОВМЕСТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ *Э.В. Иванова, С.Г. Катаев, С.С. Катаева*.....75

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, УСТОЙЧИВОСТЬ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМИ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО СУДОХОДСТВА *В.В. Дроздов* 78

АМПЛИТУДА СУТОЧНОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ НА УЧАСТКЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗИМНЕЙ ДОРОГИ В УСЛОВИЯХ ЛАНДШАФТОВ ТИПИЧНОЙ ТУНДРЫ (ЕВРОПЕЙСКИЙ СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ) *Л.Э. Лапина, Д.А. Каверин, А.В. Пастухов*.....80

ЛОКАЛЬНАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ТЕРМИКИ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ ПРИОКСКО-ТЕРРАСНОГО ЗАПОВЕДНИКА) *Л.М. Китаев, В.А. Аблеева, Ж.С. Асаинова* 82

МОНИТОРИНГ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА *М.А. Локощенко, Е.А. Енукова*.....84

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ИРАКЕ В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ *Ю.П. Переведенцев, С.К. Аль-Маамури, Т.Р. Аухадеев, С.С. Наиф* 86

ВРЕМЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ В XIX-XXI СТОЛЕТИЯХ *Ю.П. Переведенцев, К.М. Шанталинский*.....88

НОВОЕ ОЛЕДЕНЕНИЕ. *М.Г. Романовский*.....90

СПУТНИКОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТОКОВ ОТРАЖЕННОЙ КОРОТКОВОЛНОВОЙ РАДИАЦИИ *М.Ю. Червяков, Е.В. Шишкина, Е.В. Кулькова*.....92

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ *Е.А. Кочугова* 94

КОЛЕБАНИЯ ЦИКЛОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ПОВТОРЯЕМОСТИ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ В БЕЛАРУСИ *Е.Н. Сумак, И.Г. Семенова* 96

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУХОВЕЕВ В УКРАИНЕ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА *М.О. Слиже, И.Г. Семенова*.....99

ДОЛГОСРОЧНЫЙ МОНИТОРИНГ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ НА ВЫСОКОГОРНОЙ БИОСФЕРНОЙ СТАНЦИИ «ДЖУГА» КАВКАЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА *П.Г. Родимцев, А.Н. Лукин* 101

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ ЮГО–ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ) НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ БАНКОВ ДАННЫХ *Л.Г. Немировская* 103

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГЛОЩЕННОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НАД ОКЕАНАМИ *М.Ю. Червяков, А.А. Спиряхина, Я.В. Суркова* 106

СОВРЕМЕННЫЙ РЕЖИМ ВЕТРА В МАРОККО *Ю.Э. Хадри* 108

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ПРОЦЕССЫ В ЭКОСИСТЕМАХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА *А.Л. Комжа, Н.А. Комарова, К.П. Попов* 110

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЙ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАЛЕНДАРНОГО ГОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОГО ЗАПОВЕДНИКА *И.И. Сапельникова, И.В. Базильская, А.А. Клявин* 112

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ КОМФОРТНОСТИ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ) *В.В. Севастьянов* 115

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ВЫСОКОГОРНОГО ЗАПОВЕДНИКА *Х-М. М. Газаев, Ж.Ч. Бозиева* 118

Секция А2: мониторинг потоков парниковых газов и короткоживущих климатически активных веществ 121

АТМОСФЕРНЫЕ ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИЕЙ РОССИИ *Т.М. Дмитриева, В.А. Грабар* 122

МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ МЕТАНА ОТ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ *И.Л. Говор* 124

СПОСОБ ЭФФЕКТИВНОГО УДАЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ИЗБЫТКА CO_2 ИЗ АТМОСФЕРЫ ПОСРЕДСТВОМ МОДИФИКАЦИИ ОБЛАКОВ *Т.В. Тулайкова* 126

КЛИМАТ И ЭМИССИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ УГЛЕРОДНОГО ЦИКЛА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ *В.А. Мухин, Д.К. Диярова, М.Л. Гитарский, Д.Г.Замолодчиков* 128

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ПОТОКОВ ТЕПЛА, ВЛАГИ И CO_2 НА СПЛОШНОЙ ВЫРУБКЕ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВАЛДАЙСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ *В.В. Мамкин, В.К. Авилов, А.С. Байбар, Д.Г. Иванов, А.В. Ольчев, Ю.А. Курбатова* 130

МОНИТОРИНГ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ В ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ *Ю.А. Курбатова, А.В. Варлагин, В.К. Авилов, Д.Г. Иванов, О.А. Куричева, В.В. Мамкин* 132

ИЗУЧЕНИЕ ЛЕТНЕЙ ЭМИССИИ МЕТАНА ИЗ ОЗЁР ЮЖНОЙ ТУНДРЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В 2015 И 2016 ГОДАХ *В.С. Казанцев, Л.А. Кривенок* 133

ОЦЕНКА МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОТОКА МЕТАНА НА УСТЬ-ПОЖЕГСКОМ БОЛОТЕ С ПОМОЩЬЮ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ ПО ДАННЫМ ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2012-2013 ГГ. *Л.Э. Лапина* 135

ЗАПАСЫ АКТИВНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ЭМИССИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОЧВ ЗОНАЛЬНЫХ БИОМОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ *В.М. Семенов*.....137

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКЛИКА БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОЙ ТАЙГИ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ *Н.Н. Завалишин* 139

ЭМИССИЯ CO2 ИЗ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОГО ПОДМОСКОВЬЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ: АНАЛИЗ ДАННЫХ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА *И.Н. Курганова, В.О. Лопес де Гереню, Т.Н. Мякшина, Д.В. Сапронов, В.А. Аблеева, В.Н. Кудеяров* 141

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ПОТОКИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ НА ОСНОВЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ *Ю.В. Мухартова, А.С. Крупенко, П.А. Мангура, А.В. Ольчев* 143

РАЗРАБОТКА НАЦИОНАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И ДРУГИХ ПАРАМЕТРОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО КАДАСТРА В НЕФТЯНОМ СЕКТОРЕ *Н.Е. Уварова, В.А. Грабар, В.Х. Бердин, М.Л. Гитарский, М.М. Дыган* 145

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ КОНТРАСТНЫХ СТРУКТУР *Н.Т. Левашова, Ю.В. Мухартова, А.В. Ольчев* 146

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ЦИКЛА УГЛЕРОДА В АГРОЭКОСИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ *О.Э. Суховеева* 148

КАК ЗИМНЕЕ ПОТЕПЛЕНИЕ ПОВЛИЯЕТ НА ЭМИССИЮ CO_2 ИЗ ПОЧВ УМЕРЕННОЙ ЗОНЫ? *Д.А. Хорошаев, И.Н. Курганова, В.О. Лопес де Гереню* 150

ЭМИССИЯ МЕТАНА С ПОВЕРХНОСТИ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ОЗЕР БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ *С.А. Забелина, Л.С. Широкова, С.И. Климов, А.В. Чупаков, О.С. Покровский* 152

МОНИТОРИНГ ПЛОЩАДЕЙ СВЕДЕНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РОССИИ *А.А. Трунов* 154

ОЦЕНКА УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОРОЖНОЙ РАЗВЯЗКИ *Ю.В. Трофименко, А.С. Маковеева* 157

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2008-2013 гг. *Н.А. Лемешко* 159

МЕТАН И МЕТАНГИДРАТЫ В ПРОЦЕССАХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА *С.Х. Лифшиц, В.Б. Спектор, Б.М. Кершенгольц, В.В. Спектор* 161

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ДОНБАССА УТЕЧЕК CO2 В ПРОЦЕССАХ ЕГО УЛАВЛИВАНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ХРАНЕНИЯ *Н.С. Шествин*.....163

ОЦЕНКА ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВАХ *Ю.И. Баева*.....165

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ИЗ МЕСТ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ *Т.А. Сафранов, В.Ю. Приходько, Т.П. Шанина* 167

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ТВЕРДЫХ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ МИКРОРАЗМЕРНОГО РЯДА В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА *В.И. Янькова, Л.С. Барскова, Т.И. Виткина* 169

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ОСНОВЕ ЭКОИНДИКАТОРОВ *В.Ю. Приходько* 170

Секция А3: мониторинг последствий изменения климата для природных и социально-экономических систем 172

ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ГОЛОЦЕНЕ НА ГЕОХИМИЧЕСКУЮ ЭВОЛЮЦИЮ ЛАНДШАФТОВ ЮГА РУССКОЙ РАВНИНЫ *П.И. Калинин, А.О. Алексеев, И.Ю. Кудреватых* 173

СОГЛАСОВАННОСТЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ И ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В ПРИБРЕЖЬЕ СЕВАСТОПОЛЯ *И.М. Серикова, В.П. Евстигнеев)* 176

ИЗМЕНЕНИЕ АРЕАЛОВ *AEDES AEGYPTI* И *AEDES ALBOPICTUS* В УСЛОВИЯХ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ПРОТЯЖЕНИИ XXI ВЕКА *В.В. Ясюкевич, И.О. Попов, С.Н. Титкина, Н.В. Ясюкевич* 178

НАИБОЛЕЕ ОБЩИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭКО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ *Г.А. Александров* 181

О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА *М.В. Болгов, Е.А. Коробкина, Н.В. Осипова, И.А. Филиппова* 183

ИЗМЕНЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ АРКТИЧЕСКИХ БЛОКИНГОВ И РИСКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИХ ЗАСУХ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ПРИ СОВРЕМЕННОМ ПОТЕПЛЕНИИ КЛИМАТА *А.В. Холопцев, Т.Ю. Тимошенко* 185

КЛИМАТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА И ВОДНОГО РЕЖИМА АРКТИЧЕСКИХ РЕК РОССИИ *Н.Л. Фролова, Д.В. Магрицкий, С.А. Агафонова, М.И. Карашова, М.Б. Киреева, А.А. Мироненко* 187

THE TRAJECTORY OF HURRICANE "MATTHEW" AND EARTHQUAKE *B. Mavashev* 189

МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ ПРИ АРИДИЗАЦИИ КЛИМАТА *И.М. Яшин, И.И. Васенев, С.Р. Рамазанов, Т.М. Джанчаров* 194

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИКЛАДНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ «СУММА АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР" И "СУММА ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР» ДЛЯ ОЦЕНКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ЧЕЛОВЕКА *В.В. Ясюкевич, И.О. Попов, Е.Н. Попова, Н.В. Ясюкевич* .196

АНОМАЛЬНЫЕ ХОЛОДА В НАЧАЛЕ 2017 ГОДА В ЕВРОПЕ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ *Б.З. Мавашев* 199

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ БИОТЫ ЭКОСИСТЕМЫ МОРСКОГО ЛЬДА В РАЙОНЕ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА *И.А. Мельников* 203

ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАСУХ ДЛЯ ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ *Г.В. Оленев, Е.Б. Григоркина* 204

ДИНАМИКА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ГОРНОТАЁЖНОМ ПОЯСЕ СЕВЕРНОГО УРАЛА (НА ПРИМЕРЕ ВИШЕРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА) *И.В. Прокошева* 207

ИЗМЕНЕНИЯ В РАЗМЕЩЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗ-ЗА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА *Н.Е. Евдокимова* 209

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ РЕК ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ *И.О. Винокуров* 211

ТРАНСФОРМАЦИЯ КОМПЛЕКСНЫХ БУГРИСТЫХ БОЛОТ В ЗАПАДНОСИБИРСКОЙ СУБАРКТИКЕ В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ КЛИМАТА *Н.А. Аветов, Е.А. Шишконакова, Т.Ю. Толпышева* 213

ПРОЕКЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА СОГЛАСНО АНСАМБЛЮ ИЗ 21 ПССМ5 МОДЕЛИ ДЛЯ СЦЕНАРИЕВ РТК 8.5, РТК 4.5, РТК 2.6 В XXI ВЕКЕ *Л.А. Цэрану*.....215

Секция А4: отклик наземных экосистем на загрязнение и изменения климата.....218

МОНИТОРИНГ ЛИШАЙНИКОВ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ *Г.Э. Инсаров*.....219

ОЦЕНКА ВОДООХРАННОЙ РОЛИ АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ *Н.А. Рыбакова* 222

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ МОНИТОРИНГА УЧАСТКОВ ДЕГАЗАЦИИ ЗЕМЛИ *Г.К. Игнатенко, П.И. Гремченко*.....224

ПРЕДРАССВЕТНЫЙ ВОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ДРЕВОСТОЕВ *А.Г. Молчанов* 226

ЛИХЕНОБИОТА КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ДУБРАВНЫХ СООБЩЕСТВ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ *Е.Э. Мучник* 228

ПРИЗНАКИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА СТВОЛА В РЕТРОСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ЖИЗНЕННОСТИ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО ПО МАТЕРИАЛАМ 30-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА НА ЮГЕ ЛЕСОСТЕПИ *Н.Ф. Каплина, А.С. Поляков, Я.Г. Истомина*.....230

ДУБ ЧЕРЕШЧАТЫЙ (*Quércus róbur*) В ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ – СОСТОЯНИЕ И СПОСОБЫ АДАПТАЦИИ *Н.Ю. Кулакова* 232

ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ *А.В. Пчелкин* 234

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВЫПАДЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА НА ПОЧВЕННЫЕ И РАСТИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ *И.Ю. Кудреватых*.....237

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ РФ ОТ ВОЗМОЖНОГО ПРОНИКНОВЕНИЯ ОПАСНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВРЕДИТЕЛЯ - КОЛОРАДСКОГО ЖУКА ВСЛЕДСТВИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В 21 ВЕКЕ *Е.Н. Попова, И.О. Попов* 239

ТРАНСФОРМАЦИЯ БИОГЕННОГО ЦИКЛА АЗОТА В ЛЕСАХ ПРОМЫШЛЕННО-УРБАНИЗИРОВАННЫХ РЕГИОНОВ *И.В. Припутина* 241

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ CO_2-ГАЗООБМЕНА И РОСТА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ЛОКАЛЬНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЯХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ *В.К. Болондинский* 243

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВОЗЛЕ КАРАБАШСКОГО МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО КОМБИНАТА *Д.В. Веселкин, Н.Б. Куянцева, О.Е.Чащина, Е.В. Коротеева*.....245

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ХВОЙНЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ТЕРРИТОРИИ ПОБЕРЕЖЬЯ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ В РАМКАХ МСПКМ *Е.А. Позднякова, А.А. Волков, Г.Л. Волкова*.....248

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОИСХОДЯЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОЙМЕННЫХ ЛЕСАХ ПРИХОПЕРЬЯ *А.А. Овчаренко* 249

МНОГОЛЕТНЕЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТЫ И ДИНАМИКИ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ У ПОПУЛЯЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ИЗ РАЙОНОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ РАДИОАКТИВНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ *Д.В. Васильев, А.Г. Кузьменков, С.А. Гераськин* 251

ИЗМЕНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКИ ЗНАЧИМОЙ ЛИСТВЕННИЧНОЙ АЛЛЕИ, ВЫЗВАННЫЕ ТЕХНОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ *А.В. Новиков, О.В. Сумарукова*.....253

ФОНОВАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ, РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМ, НАРУШЕННЫХ В ХОДЕ РАБОТ ГЕОЛОГОРАЗВЕДКИ ПРОШЛЫХ ЛЕТ НА КОРОВИНСКОМ НЕФТЕГАЗОНОСНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (НЕНЕЦКИЙ АО) *Е.Н. Патова, Е.Е. Кулюгина, Е.В. Жангуров, В.В. Елсаков, О.Ю. Минеев, М.Д. Сивков* 254

МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОГО БИОМОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ *А.Ф. Мейсурова, А.А. Нотов*.....256

УСТОЙЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКИ МЕЛИОРИРОВАННЫХ СОЛОНЦОВ БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ К ВТОРИЧНОМУ ЗАСОЛЕНИЮ *Н.В. Елизаров* 258

ОПЫТ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ И ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ ВОД В УСЛОВИЯХ ЮЖНОТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ *Л.Г. Богатырев, Д.В. Ладонин, М.М. Карпухин, Н.И. Жилин, Ф.И. Земсков, А.И. Бенедиктова, В.В. Демин* 260

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ВО МХАХ НЕКОТОРЫХ ФОНОВЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ *Е.А. Позднякова, Е.С. Конькова, С.А. Громов, К.Н. Вергель, М.В. Фронтасьева*.....262

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ДРЕВЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ В Г. ОДИНЦОВО МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ *Г.С. Лебедева, А.А. Латанов, О.В. Чернышенко*.....263

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ ЗАПОВЕДНОГО РЕЖИМА *Л.Н. Плеханова* 264

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТУНДРОВЫХ ПОЧВ ПОСТПИРОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ *М.Н. Маслов, О.А. Андреева* 267

ТЕХНОГЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ МОРЯ (НА ПРИМЕРЕ ВАСИЛЕВОЙ БАЛКИ, СЕВАСТОПОЛЬ) *И.В. Агаркова-Лях, А.М. Лях* 270

МОНИТОРИНГ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО КРЫМА В УСЛОВИЯХ НАРАСТАЮЩЕЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ *В.Ф. Удовик, Л.В. Харитонова* 272

МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ ПРИ АРИДИЗАЦИИ КЛИМАТА *И.М. Яшин, И.И. Васенев, С.Р. Рамазанов, Т.М. Джанчаров*.....274

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАДА В ПОЙМЕННОМ НАСАЖДЕНИИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ *А.В. Иванов, Д.В. Лынов, Н.С. Перепелица* 276

ВЫСОТНОПОЯСНАЯ СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КАК ОСНОВА МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ (на примере Баргузинского хребта) *А.П. Безделова, Д.О. Сергеев*, *Я.В. Румянцева, М.М. Болотюк* 278

РЕКОНСТРУКЦИЯ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИХ ОСАДКОВ ЗИЛАИРСКОГО ПЛАТО НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 237 ЛЕТ *Д.Ю. Васильев, С.Е. Кучеров* 281

РОСТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ПОСТОЯННОГО ИЗБЫТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ КАК ИНДИКАТОР ЛОКАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА *Е.А. Пинаевская, С.Н. Тарханов* 283

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КОМПЛЕКСОВ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ОКСКОГО ЗАПОВЕДНИКА *А.М. Николаева* 285

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И МОНИТОРИНГА СТЕПНЫХ ПОЖАРОВ (НА ПРИМЕРЕ ЗАВОЛЖСКО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА) *В.М. Павлейчик* 287

БАЛЛОВАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БЛАГОПРИЯТНОСТИ ПЕРЕЗИМОВКИ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР (ПО М/С САРАТОВ ЮВ) *Е.В. Демидова, С.В. Морозова, Е.И. Ормели, С.И. Пряхина* 289

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО И НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ЯЧМЕНЯ *С.О. Гапоненко, Н.В. Шамаль, Р.А. Король, Т.И. Милевич, В.П. Герасименя* 291

АНАЛИЗ ТЕПЛОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЙ В СТЕПНЫХ РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ *К.В. Мячина* 293

ВЛИЯНИЕ МОЛИБДЕНА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАКТОНА В НАТУРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ *В.О. Хорошевская, Л.М. Предеина, А.В. Кожевников, К.О. Корнеева* 295

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ *Н.В. Кожевников* 297

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ В ЛИШАЙНИКАХ ИЗ Г. ВЫШНИЙ ВОЛОЧЕК В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ *К.С. Сергеева, А.Ф. Мейсурова* 299

РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МОНИТОРИНГЕ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ *Г.Т. Джалилова* 301

СРАВНЕНИЕ СТЕПЕНИ НАРУШЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ СВЕРДЛОВСКОЙ И ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ *И.А. Старицына, Н.А. Старицына* 303

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА АСТАНЫ *Э.В. Обезинская, Е.И. Крижановская, А.А. Либрик* 305

РЕЗУЛЬТАТЫ 30-ТИ ЛЕТНЕГО ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОЛКА (Canis lupus) НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ *А.Я. Бондарев* 308

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА ТЮМЕНИ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ *З.Р. Дамуллина* 310

ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ДИНАМИКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ НАЗЕМНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ НА ЮГО-ВОСТОКЕ БЕЛАРУСИ *А.М. Островский* 312

МОНИТОРИНГ - ПРОГНОЗ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В УРБОСФЕРЕ *В.Н. Зайцев* 315

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В УРБОЛАНДШАФТАХ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ *С.А. Дубровская* 318

ВНЕСЕНИЕ АБСОРБЕНТА ПЭВД ПРИ ПОСАДКЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ЗЕЛЕНОЙ ЗОНЕ Г. АСТАНЫ *С.А. Кабанова, В.А. Борцов, А.Н. Кабанов, И.С. Кочегаров* 320

ВЛИЯНИЕ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ КУРОРТНОГО ПРОСПЕКТА Г. СОЧИ *И.С. Пастухова* 322

Секция Б1: мониторинг состояния водных экосистем 325

СЕЗОННЫЕ И МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ПЛАНКТОНА И ЗООБЕНТОСА В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ *К.И. Асаева* 326

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА МЕЛКОВОДНОЙ ЧАСТИ НА СОСТОЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ В МНОГОЛЕТНЕМ АСПЕКТЕ *Р.И. Умербаева, А.А. Курапов, Н.В. Попова, А.Р. Курманбаева* 328

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ *Г.А. Монахова* 330

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ МИДИИ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* (LAMARCK, 1819) КАК ИНСТРУМЕНТ БИОДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ БУХТ г. СЕВАСТОПОЛЯ) *С.В. Холодкевич, Т.В. Кузнецова, А.С. Куракин, А.А.Солдатов), О.Л. Гостюхина, И.В. Головина, Т.И. Андреенко, М.П. Кирин*.....333

СИСТЕМА ДИАГНОЗА-ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ЧЕРНОГО МОРЯ *В.Л. Дорофеев, Г.К. Коротаев, Л.И. Сухих* 335

ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ И СУЛЬФИДАМИ ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ В РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЕ АЗОВСКОГО МОРЯ ПОСЛЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА ГОЛУБИЦКИЙ (ОКТЯБРЬ-2015) *Е.А. Иванова, М.Б. Гулин, В.П. Чекалов, И.В. Масберг* 337

МОНИТОРИНГ ИСТОЧНИКОВ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ *А.А. Кулаков, А.Ф. Шафигуллина*.....340

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИОКСКО-ТЕРРАСНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ МАКРОЗООБЕНТОСА. *О.М. Потютко, Ю.А. Буйволов* 342

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СТАРИЧНЫХ ВОДОЁМОВ В ПОЙМЕ РЕКИ ХОПЁР *Е.С. Подколзина*.....346

ПЛАНКТОН КАК КОМПОНЕНТ БИОМОНИТОРИНГА КРУПНЫХ ОЗЕР СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ *М.Т. Сярки*.....348

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ В ЭКОСИСТЕМАХ ВОДОХРАНИЛИЩ *А.А. Цхай, В.Ю. Агейков* 350

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ФИТОПЛАНКТОНА РЕКИ МОСКВЫ В РАЙОНЕ ПОСТУПЛЕНИЯ СТОКОВ КУРЬЯНОВСКОЙ СТАНЦИИ АЭРАЦИИ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД *Д.В. Ростанец, К.П. Хазанова* 352

ФЛУОРИМЕТРИЯ ХЛОРОФОЛЛА ФИТОПЛАНКТОНА И ДРУГИЕ МЕТОДЫ В МОНИТОРИНГЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДОНБАССА *С.В. Беспалова, С.М. Романчук, С.В. Чуфицкий* 355

ВЛИЯНИЕ МАЛОВОДНЫХ ПЕРИОДОВ НА ЭКОСИСТЕМЫ КРУПНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ (НА ПРИМЕРЕ Р. ДОН) *В.П. Илич, М.Б. Киреева, А.В. Гончаров* 357

ВОДНЫЕ МАКРОФИТЫ – ОРГАНИЗМЫ-МОНИТОРЫ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ РЕГИОНА *А.Н. Камнев, М.В. Крупина*.....359

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ СТОКА РЕК ЕТР ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ТРАНСФОРМАЦИИ ВОДНОГО РЕЖИМА *Н.Н. Езерова, М.Б. Киреева, Н.Л. Фролова* 362

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТАЯНИЯ В ГЛЯЦИАЛЬНО-НИВАЛЬНОЙ ЗОНЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВКЛАДА ЛЕДНИКОВОГО ПИТАНИЯ В СТОК РЕК ВЫСОКОГОРИЙ *Е.В. Белозёров, Е.П. Рец, М.Б. Киреева*...365

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ПАВОДОЧНОГО СТОКА РЕК НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АЛГОРИТМА РАСЧЛЕНЕНИЯ ГИДРОГРАФА *М.Б. Киреева, Е.Е. Рец, Н.Н. Езерова*.....367

ИССЛЕДОВАНИЯ БИОДЕГРАДАЦИИ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КУЛЬТУРЫ *PLEUROTUS PULMONARIUS* В УСЛОВИЯХ ПОГРУЖЕННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ ВЫЯВЛЕНИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДНОЙ СРЕДЕ *Т.Н. Губернаторова, М.Н. Дину*.....370

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ *А.А. Донцов, И.А. Суторихин*.....372

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МОНИТОРИНГЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ БИОСЕНСОРОВ НА ОСНОВЕ ИММОБИЛИЗОВАННЫХ КЛЕТОК МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *О.Б. Шавырина* 374

АССИМИЛЯЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ ЭКОСИСТЕМ МОРСКИХ МЕЛКОВОДНЫХ АКВАТОРИЙ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ИХ САМООЧИСТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ *Е.А. Котельянец, И.В. Мезенцева, Е.Е. Совга* 376

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ БАССЕЙНА РЕКИ КАРЫ, ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЕВОДОРОДОВ *Е.Н. Патова, А.С.Стенина, Л.Н. Тикушева, О.А. Лоскутова, М.Д. Сивков* 379

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В СЕЗОННОМ СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ ЛЕДНИКОВ ТЯНЬ-ШАНЯ, РАДИОИЗОТОПНЫЙ МЕТОД РЕКОНСТРУКЦИИ ГОДОВЫХ СЛОЕВ ЛЕДНИКОВ *Ф.Ф. Файзрахманов* 381

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МАКРОЗООБЕНТОСА СТАРИЦ Р. ПРА (ЮГО-ВОСТОК МЕЩЁРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ) *И.Ю. Лычковская* 383

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВЕЛИКОЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ *Т.В. Дрозденко, С.Г. Михалап*.....385

ФИТОТОКСИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД МАЛЫХ РЕК ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ НИЗКОЙ ВОДНОСТИ *А.Ю. Куличенко*.....388

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГИДРОЭКОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЬНОГО ТЕСТ-ОБЪЕКТА *Р.Э. Авалян, Э.А., Агаджанян, А.Л. Атоянц, Р.М. Арутюнян*.....391

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕСТВОВАНИЮ МОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА КЕНОН *П.В. Матафонов* 393

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ НАРУШЕНИЙ ЭКОСИСТЕМЫ Р. КАРЫ (НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ, РОССИЯ) *А.С. Стенина* 396

МАКРОЗООБЕНТОС РЕКИ НАЛЕДНЫЙ БАССЕЙНА РЕКИ АМУР (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ) *Н.М. Яворская* 398

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ И ЛЬДА РЕКИ АМУР *Л.М. Кондратьева, Д.В. Андреева*.....401

ОЦЕНКА ТРОФНОСТИ НИЖНЕГО ДОНА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ *Б.Л. Сухоруков, Н.В. Решетняк, Г.Е. Ковалева* 403

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЁР СИБИРИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОХИМИЧЕСКОГО И ТРОФИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА *Н.В. Савченко, В.А. Бакаев, Л. А. Сайдакова* 406

ФЕНОЛОГИЯ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ВИДОВ ИВ В УСЛОВИЯХ ДЕЛЬТЫ РЕКИ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ *А.С. Пахов* 408

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ОЗЕРА КЕНОН ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА *Н.А. Ташлыкова, Е.Ю. Афонина* 410

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ ФЕНОЛЬНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ *В.Е. Ерохин, А.П. Гордиенко* 412

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ВОДОЗАБОРАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ *О.В. Шершнёв*....414

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА КЕНОН (НА ПРИМЕРЕ РЫБНОГО СООБЩЕСТВА) *Е.П. Горлачева*....417

Секция Б2: мониторинг качества морских и пресных вод 419

МНОГОЛЕТНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В МОРЯХ РОССИИ *И.А. Немировская*....420

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА НЕКОНТРОЛИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ВОДОСБОРАХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ *Н.В. Кирпичникова* 422

БИОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ХРОНИЧЕСКОГО И АВАРИЙНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ *Р.В. Галиулин, Р.А. Галиулина, В.Н. Башкин* .425

СЕРОВОДОРОД В ЧЕРНОМ МОРЕ И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ *А.В. Холопцев, А.И. Рябинин*.....427

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВЕРХНЕЙ ОБИ (НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА) В РАЗЛИЧНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ *В.М. Савкин, С.Я. Двуреченская* 429

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДА И НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ АНТРОПОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ И БЕЛОРУССИИ *Л.И. Колмыкова, Е.М. Коробова, В.Ю. Березкин*....431

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ PEARL ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРЕЧНЯ ПЕСТИЦИДОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ КОНТРОЛЮ В ГРУНТОВЫХ ВОДАХ *В.Н. Колупаева*....433

ЛЕКАРСТВЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД СУШИ: МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ОПАСНОСТИ *М.А. Чиганова* 436

ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОЗА И ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ И ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОСИСТЕМ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ ПРИ КЛИМАТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ *Н.Н. Филатов* 438

ОЦЕНКА АССИМИЛИРУЮЩЕГО ПОТЕНЦИАЛА КРУПНОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (НА ПРИМЕРЕ Р. КАМЫ И КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА) ПРИ РЕГУЛИРУЕМОМ ОТВЕДЕНИИ СТОЧНЫХ ВОД *Е.В. Вениципнов, А.П. Лепихин, Т.Н. Губернаторова, А.В. Богомолов* 439

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ МАКРОФИТАМИ В РЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ *В.М. Хромов, С.С. Выбоч, М.В. Крупина, А.Г. Уваров* 441

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В РЕКАХ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФИТОПЛАНКАТОНА *Н.Е. Лихачева, Н.А. Шидловская, Н.В. Карташева, В.М. Хромов* 443

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ РЕЧНЫХ ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ПОД ВЛИЯНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ-ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В РАЙОНЕ МОСКОВСКОГО МЕГАПОЛИСА *Л.В. Разумовский, Н.М. Щеголькова, В.Л. Разумовский*....445

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ВОДЫ Р. АМУР ЗА ПЕРИОД 2007-2016 ГОДЫ *Е.М. Шостова, А.П. Неудачин, В.Л. Рапопорт*.....447

МЕТОДОЛОГИЯ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИСТОЧНИКОВ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ *Е.В. Островская, Е.В. Колмыков, А.А. Курапов*.....449

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМИ КСЕНОБИОТИКАМИ КОМПОНЕНТОВ ЭКОСИСТЕМЫ ШЕЛЬФА КРЫМА (ПО ДАННЫМ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 2014 И 2016 ГГ. НА НИС «ПРОФЕССОР ВОДЯНИЦКИЙ») *Л.В. Малахова, Т.В. Малахова, Д.Б. Евтушенко, А.А. Коротков, В.Ю. Проскурнин, И.Г. Сидоров*.....451

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ АДАПТАЦИИ ТЕСТ-КУЛЬТУР К ЛАБОРАТОРНЫМ УСЛОВИЯМ КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ БИОТЕСТИРОВАНИЯ *Е.В. Оганесова, О.В. Воробьева, Д.М. Гершкович*.....453

ЦИАНОБАКТЕРИИ В БИОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД *В.И. Капков, В.М. Хромов*.....456

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВЗВЕШЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ФОСФОРА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ *А.С. Кукушкин, А.В. Пархоменко*.....458

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДАМИ МОРСКОЙ СРЕДЫ МЕЛКОВОДНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ *Е.В. Островская, Н.В. Попова*.....461

РАСЧЕТ ВОЗМОЖНЫХ ЗОН ЗАГРЯЗНЕНИЯ В Р. КАМЕ (КАМСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ) И Р. ЯЙВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОДОВЫПУСКОВ, ФОРМИРУЕМЫХ ПРИ ОТВЕДЕНИИ В НИХ СТОЧНЫХ ВОД *А.П. Лепихин, Е.В. Вениционов, А.В. Богомолов, Т.Н. Губернаторова*.....463

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОННЫХ МАКРОФИТОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДОЕМАХ ЛЮБОГО ТИПА. *М.В.Крупина*.....467

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ АПАВ В РЕКЕ МОСКВЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ *К.П. Хазанова, А.Ю. Акулова*.....469

МОНИТОРИНГ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ *Н.А. Орехова*.....472

РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРИТОРИИ БАССЕЙНА ОКИ ПО СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕЧНЫХ ВОД *Ю.С. Гришанова, О.С. Решетняк*.....474

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРЕЙ УГЛЕВОДОРОДАМИ В РАЙОНЕ УСТЬЕВ АРКТИЧЕСКИХ РЕК (СЕВЕРНАЯ ДВИНА И ЛЕНА) ВО ВЗВЕСИ И ДОННЫХ ОСАДКАХ. *З.Ю. Реджепова, И.А. Немировская*.....476

ВЛИЯНИЕ ПАШЕННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ СТОК ГОРНЫХ РЕК *Ю.Б. Кирста, А.В. Пузанов*.....478

МОНИТОРИНГ ФИНСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ: ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ *Ю.М. Поляк, Ю.И. Губелит, Т.Д. Шигаева, В.А. Кудрявцева, Л.Г. Бакина*.....481

РЕЗУЛЬТАТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗАРГЯЗНЕНИЯ ПЕСТИЦИДАМИ ПРЕСНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД КРЫМА ЕГО ПРИБРЕЖНЫХ ЧЕРНОМОРСКИХ

ВОД (СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ БУХТА, ЯЛТИНСКИЙ ЗАЛИВ) В ПЕРИОД КОНЦА XX ВЕКА *А.И. Рябинин, Н.П. Клименко, С.А. Боброва* 483

ТРАНСФОРМАЦИЯ СТОКА МИНЕРАЛЬНЫХ ФОРМ АЗОТА В ВОДАХ СРЕДНЕГО АМУРА В ЗИМНЮЮ МЕЖЕНЬ 2005-2016 ГГ. *В.П. Шестеркин, Н.М. Шестеркина*.....485

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ТАЕЖНЫХ РЕК СИХОТЭ-АЛИНЯ ПОСЛЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПОЖАРОВ *В.П. Шестеркин, Н.М. Шестеркина* 487

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВО ВОДЫ БАССЕЙН РЕК РАЗДАН И СЕВДЖУР МЕТОДОМ IDW СИСТЕМЫ ГИС *Л.А. Маргарян, А. А. Арутюнян, Э.Г. Пирумян, Г.П. Пирумян* 490

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ *О.А. Глебова*.....492

ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКА ПОСТУПЛЕНИЯ ПАУ В ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ *В.Е. Котова, Ю.А. Андреев, М.С. Черновьянц*.....495

НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННЫЙ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЙ МОНИТОРИНГ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВЫХ ВОД В РЕГИОНЕ Г. СЕВАСТОПОЛЯ (1992-2010 ГГ.) *А.И. Рябинин, С.А. Боброва, Ю.А. Мальченко, Л.В. Салтыкова* 498

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В РЕЧНЫХ ВОДАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ *О.С. Решетняк, Л.С. Косменко, А.О. Даниленко, М.Ю. Кондакова*.....500

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ Р. БЕЛОЙ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН) ПО МНОГОЛЕТНИМ ДАННЫМ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА *Т.Б. Фащевская* 502

ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В БАССЕЙНАХ КРУПНЫХ РЕК ЕТР *М.Ю. Кондакова, Л.С. Косменко, А.О. Даниленко, О.С. Решетняк*.....505

ШИРОТНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ КОНЦЕНТРАЦИЙ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕЧНЫХ ВОДАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ *А.О. Даниленко, Л.С. Косменко, М.Ю. Кондакова, О.С. Решетняк* 507

ЭЛЕМЕНТЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОЗЕРА БАЙКАЛ *С.А.Резников*.....509

ВНУТРИГОДОВЫЕ МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ФТОРИДОВ В Р.БЕЛАЯ, ОЗЁРАХ БОЛЬШОЙ ВУДЪЯВР И ИМАНДРА *Н.С. Тамбиева, О.А. Михайленко* 512

МИГРАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ МЕТАЛОВ В СИСТЕМЕ «ВОДА-ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ» (НА ПРИМЕРЕ РЕК БАССЕЙНА ТУЗЛОВА) *В.Н Решетняк, О.С. Решетняк*.....514

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ГОРНОРУДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН *З.Б. Бактыбаева, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев, Р.А. Даукаев, Н.Р. Рахматуллин*.....516

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА *Е.Е. Лобченко, Л.И. Минина, И.П. Ничипорова, Н.Ю. Лавренко* 518

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЧНОГО СТОКА БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В БАССЕЙНАХ ТИХООКЕАНСКИХ МОРЕЙ *М.П. Смирнов, А.А. Ковалев, Н.М. Мельникова, Е.М. Ковалева* 521

ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИЙ МНОГОЛЕТНЕЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОД НА УЧАСТКЕ ГРАНИЦЫ РФ С КАЗАХСТАНОМ *В.П. Емельянова, Е.Е. Лобченко, Л.И. Минина, Н.Ю. Лавренко, А.С. Гордиенко* 523

ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ Р. ИЛЕК НА УЧАСТКЕ ГРАНИЦЫ РФ С КАЗАХСТАНОМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТРАНСГРАНИЧНОГО МОНИТОРИНГА *В.П. Емельянова, Т.В. Рогозина* 525

РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА *И. Гечайте, В. Мачулите* 527

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОД ПОЛУЗАМКНУТЫХ ВОДОЕМОВ *К.А. Слепчук, Т.В. Хмара* 530

КАЧЕСТВЕННАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СОСТОЯНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ С УЧЕТОМ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ *Ш.Х. Тавашав, М.Г. Хуррамов* 532

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОГРАНИЧЕННО-ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ В ВОДЕ Р. УФЫ ЗА ПЕРИОД 2000-2014 ГГ. *А.Р. Холова, Е.В. Вагнер, М.Ю. Вождаева, Е.А. Кантор, Н.В. Труханова, И.А.Мельницкий* 535

Секция Б3: региональное загрязнение природных сред 537

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФОНОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН *Д.В. Иванов* 538

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ КРИОЛИТОЗОНЫ В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ *Ю.С. Глязнецова, И.Н. Зуева, С.Х. Лифшиц, О.Н. Чалая* 540

НЕОРГАНИЧЕСКИЙ АЗОТ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ Г.СЕВАСТОПОЛЯ: ИСТОЧНИКИ, ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ВЛИЯНИЕ НА ПОВЕРХНОСТНЫЙ СЛОЙ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ ЧЕРНОГО МОРЯ *А.В. Вареник* 542

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АТМОСФЕРЕ РЕГИОНОВ РОССИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСНОГО ФОНОВОГО МОНИТОРИНГА *Е.С. Конькова, Л.В. Бурцева* 545

МОНИТОРИНГ И ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В МАЛЫХ РЕКАХ Г. МОСКВЫ *И.О. Тихонова* 547

ЧТО ТАКОЕ ФОН С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭКОЛОГИИ? *С.К. Монахов* 549

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНОГО ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА (ПЯВ) «РИФТ-3», ПРОИЗВЕДЕННОГО В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ *А.А. Мясников, Н.Н. Дундуков, М.Н. Овчинникова* .551

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 В ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ *Е.М. Коробова, С.Л. Романов, С.С. Киров, В.Ю. Берёзкин, В.С. Баранчуков* 555

РАСЧЕТ РАДИАЦИОННЫХ РИСКОВ ПРИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРАХ В ЗОНАХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ *А.А. Дворник, Н.В. Шамаль, С.О. Гапоненко, Е.А. Клементьева, Р.А. Король, А.В. Бардюкова, А.М. Дворник* 557

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ ПРИРОДНО-АРХИТЕКТУРНОГО КОМПЛЕКСА МУЗЕЯ «НОВЫЙ ИЕРУСАЛИМ» *В.Ю. Вертянкина, В.М. Колесникова* 559

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА В МОСКВЕ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 60 ЛЕТ *М.А. Локощенко, А.В. Трифанова* 560

НОВЫЕ ДАННЫЕ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МУРИНСКОГО ПАРКА (Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ) *А.П. Навинкин, И.И. Подлипский* 562

ОЦЕНКА СУХИХ ВЫПАДЕНИЙ СЕРЫ И АЗОТА ИЗ АТМОСФЕРЫ В ПРИОКСКО-ТЕРРАСНОМ БИОСФЕНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ *Д.Д. Покровский* 564

ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС *А.П. Белоусова* 566

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 В АГРОЛАНДШАФТАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ *В.Г. Линник, А.В.Соколов, И.В. Мироненко, Н.И. Волкова* 568

МОНИТОРИНГ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ РФ (1990-2015): РЕЗУЛЬТАТЫ И ПРОБЛЕМЫ *В.А. Ветров, Д.А. Манзон, В.В. Кузовкин* 570

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ В СЛОЕВИЩАХ ЛИШАЙНИКА HYPOGYMNIA PHYSODES ИЗ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН Г. ТВЕРИ *П.Ю. Зудина, А.Ф. Мейсурова* 572

ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИЙ И НАГРУЗОК СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ И АЗОТА НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА *И.М. Брускина* 574

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ С ДАННЫМИ СЕТИ КОМПЛЕКСНОГО ФОНОВОГО МОНИТОРИНГА *О.А. Рыбакова* 576

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В ЛИШАЙНИКЕ HYPOGYMNIA PHYSODES АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ И ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ *А.О. Кутикова, А.Ф. Мейсурова, А.А. Нотов* 577

СОВРЕМЕННЫЕ УРОВНИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АТМОСФЕРЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОНОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ *Т.Т. Бунь, Е.С.Конькова* 580

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ, СОПРЯЖЕННОЙ С ХРАНИЛИЩЕМ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ *Б.И. Сынзыныс, Г.В. Лаврентьева, О.А. Мирзеабасов, Р.Р. Шошина, О.А. Момот, А.А. Удалова* 581

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ НЕФТЕШЛАМА НПЗ «ЗУНГ КУАТ» (ВЬЕТНАМ) С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРОДУКТА *Т.Л.А. Чан, Д.О. Сидоренко* 583

БИОМОНИТОРИНГ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ *Д.О. Душкова, А.Г. Горецкая, А.В. Евсеев* 584

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ALLIUM-ТЕСТА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ, ПОДВЕРГШИХСЯ РАДИАЦИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ *А.Н. Хох* 587

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ГОРОДА МОСКВЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫХ РЕАГЕНТОВ *О.Е. Дрябжинский* 589

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В ПОЧВАХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ *А.А. Бабкина* 591

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ СТЕРЛИТАМАКСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН *Э.Р. Ханипова* 593

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРНЫХ ГИПОАРКТИЧЕСКИХ ТУНДР ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОГО СЕКТОРА АРКТИКИ *Е.М. Лаптева, Е.В. Шамрикова, Д.А. Каверин, А.В. Пастухов, Ю.В. Холопов* 595

ПОВЕРХНОСТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТЕНИЯХ ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА *Н.В. Шамаль, Р.А. Король, Е.А. Клементьева, А.А. Дворник* 597

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В Г. КЕРЧЬ *Д.О. Кривогуз, Д.Н. Буртник* ...599

ЭЛЕМЕНТЫ КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ НП «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ» (СМОЛЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ). *И.И. Подлипский, В.Р. Хохряков* 601

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ПО БИОГЕОХИМИИ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ РЫБ И МОЛЛЮСКОВ ОЗЕР НП «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ» *И.И. Подлипский, П.С. Зеленковский, В.Р. Хохряков*.....603

ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ В ПРОГРАММЕ «БОЛЬШОЙ ВЛАДИВОСТОК**»** *Н.С. Деминова, Н.Н. Гнитецкая, Ю.Г. Пискунов* 605

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗАПОРОЖСКОЙ АЭС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ КОМПЛЕКСНОГО РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА *С.В. Барбашев, Б.С. Пристер*.....608

МЕТОДОЛОГИЯ ЛАНДШАФТНО-РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА АГРОСФЕРЫ ПОСЛЕ ТЯЖЕЛОЙ АВАРИИ НА АЭС *Б.С. Пристер, В.Д. Виноградская, Т.Д. Лев, Н.Н. Талерко, Е.К. Гаргер* 610

ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В САРАТОВЕ *Н.В. Короткова, Н.В. Семенова* 612

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В САРАТОВЕ СПЕЦИФИЧЕСКИМИ ПРИМЕСЯМИ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2010-2014 ГГ. *Н.В. Короткова, А.А. Королева* 615

20-ЛЕТНИЙ ТРЕНД АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ СЕВЕРНЫХ ОБЛАСТЕЙ УКРАИНЫ ПО ДАННЫМ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ *Ю.Г. Тютюнник, О.Б. Блюм* 618

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В ПРЕДЕЛАХ МЕГАПОЛИСА С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ НА ПРИМЕРЕ Г. КИЕВА *Н.В. Мирошник, И.К. Тесленко* 620

ИТОГИ БИОМОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СРЕД НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТАХ (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ) *Л.Н. Анищенко* 622

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСИРОВАНИЯ *А.В. Несова*.....624

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ Г. ТОМСКА *Г.Г. Журавлев* 625

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОДВЕРЖЕННЫХ МНОГОЛЕТНЕМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС НА УРАЛЕ *Л.Н. Михайловская, В.П. Гусева, О.В. Рукавишникова* 627

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ УЧАСТКОВ ВЫХОДОВ ДИКТИОНЕМОВЫХ СЛАНЦЕВ НА ДНЕВНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ *У.С. Ефремова*.....629

СУЛЬФАТЫ В ОСАДКАХ И СНЕГЕ ПОБЕРЕЖЬЯ ТАЙМЫРСКОГО ПОЛУОСТРОВА *Е.И. Котова*.....631

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ В ЛИШАЙНИКАХ ИЗ Г. ТОРЖКА В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ *В.С. Быкова, А.Ф. Мейсурова* 633

ИЗУЧЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ МОНИТОРИНГА ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСАМИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ *О.А. Берсенева* 635

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕХОДА УРОВНЕЙ РАДОНА СИСТЕМЫ "ПОЧВА - ВОДА" В ЛАНДШАФТАХ ЮЖНОГО ПОЛЕСЬЯ *Ю.Г. Тютюнник, А.В. Шабатура*.....637

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНОГО ПЕРЕНОСА ДОЛГОЖИВУЩИХ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ НА ТЕРРИТОРИЮ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ОБЪЕКТОВ ЯДЕРНОГО

ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ *А.В. Коржавин, А.В. Трапезников, В.Н. Трапезникова*.....639

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ОТХОДАМИ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ПРИАМУРЬЯ *М.И. Копылов*.....641

РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АГРОЭКОСИСТЕМ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ КУРСКОЙ АЭС *В.К. Кузнецов, Н.Н. Исамов, Е.В. Сидорова, И.В. Гешель*.....643

РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АГРОЭКОСИСТЕМ В РЕГИОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ РОСТОВСКОЙ АЭС *Н.Н. Исамов, В.К. Кузнецов, О.С. Губарева, Л.И. Ратникова, Сидорова Е.В., Гешель И.В., М.Ю. Фадеев, Н.В. Урсу, Е.Н. Алешкина, И.А. Музалевская* 645

Секция: Общие вопросы мониторинга.....648

НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ БИОМОНИТОРИНГА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА С УЧЕТОМ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЕГО ЭКОСИСТЕМЫ *Н.М. Калинкина, Е.В. Теканова, М.Т. Сярки, Л.А. Беличева, А.В. Коросов*.....649

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРДИОАКТИВНОСТИ В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ *Т.В. Кузнецова* 651

РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОД *О.М. Розенталь* 653

СУБРЕГИОНАЛЬНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ *А.П. Белоусова, Е.Э. Руденко*.....656

КРИТЕРИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА *В.А. Ветров* 659

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА *И.Ю. Шалыгина, М.И. Нахаев, И.Н. Кузнецова, А.А. Кирсанов, П.В. Захарова* 662

АКТУАЛЬНОСТЬ НАБЛЮДЕНИЙ И ПРОГНОЗА ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В РОССИИ *И.Н. Кузнецова, А.М. Звягинцев, И.Ю. Шалыгина, М.И. Нахаев, Е.А. Лезина, В.А. Лапченко, М.П. Никифорова, В.И. Демин*.....665

МОНИТОРИНГ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА И УФ ОБЛУЧЕННОСТИ: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ *А.М. Звягинцев, Н.С. Иванова, И.Н. Кузнецова, М.И. Нахаев, М.П. Никифорова* 668

ОПЫТ ПРОГНОЗА ПОСЛЕДСТВИЙ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЛН НА СМЕРТНОСТЬ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ *Д.А. Шапошников, Б.А. Ревич* 670

СПОСОБ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ В КРИОЛИТОЗОНЕ *Д.А. Хрупа, С.А. Петров, В.А. Мальчевский* 672

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ВЕДЕНИИ СОВМЕСТНОГО РОССИЙСКО-КИТАЙСКОГО МОНИТОРИНГА ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ *А.П. Неудачин, М.И. Афанасьева* 674

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СТРУКТУРНЫХ ПЕРЕСТРОЕК СООБЩЕСТВ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ *Е.В. Беспалова* 676

О ПОЛЬЗЕ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ: НА ПРИМЕРЕ 125-ЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ НАД КОЛОВРАТКАМИ ГЛУБОКОГО ОЗЕРА (МОСКОВСКАЯ ОБЛ.) *Е.А. Мнацаканова*.....678

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ АНСАМБЛЕВЫЙ РЕАНАЛИЗ: СОЗДАНИЕ, ПРОВЕРКА, ЦЕННОСТЬ *Г.В. Айзель*.....680

ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ПОЧВЕ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИХ МОНИТОРИНГА *В.С. Горбатов, В.В. Тихонов, А.А. Астайкина* 681

СОВРЕМЕННАЯ НАУЧНАЯ, ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ БАЗА В ОБЛАСТИ ОГРАНИЧЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РФ *М.С. Беспалов, В.А. Ветров* 683

ЭКОЛОГО-БИОГЕОХИТМИЧЕСКИЕ МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТОВ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СРЕД *М.А. Хрусталева* 686

ИНДЕКС НАРУШЕННОСТИ ПЕЩЕР: НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНОЙ СРЕДЫ *Е.В. Трофимова* 688

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ТЕХНОГЕННОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ *Е.П. Бессолицына* 691

ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТИ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АКВАТОРИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА – ПРИНЦИПЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА *В.В. Дроздов, В.Ю. Эйсмонт* 694

НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ *Е.В. Веницианов, Н.В. Кирпичникова* 696

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ ИНФРАСТРУКТУРНОГО РАЗВИТИЯ МЕГАПОЛИСА БАКУ *Д.С. Мехтиев, Б.М. Азизов, Д.А. Султанов, С.Г. Гулиева* 699

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «КИЖИ» *Г.В. Ахметова* 700

ТРЕБОВАНИЯ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА РАБОТ В ПРОГРАММЕ МОНИТОРИНГА ЕВРОПЕЙСКИХ ЛЕСОВ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ *Н.П. Васильева* 702

УСТОЙЧИВОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ *С.В. Будник* 705

Пленарные доклады



ВКЛАД Ю.А. ИЗРАЭЛЯ В ОБОСНОВАНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Г.М. Черногаева
Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, gmchernogaeva@gmail.com

С самого начала своей научной карьеры Ю.А. Израэль работал над метеорологическими аспектами проблемы радиоактивного и химического загрязнения окружающей природной среды. В период работы в Геофизическом институте и Институте прикладной геофизики он лично собрал и проанализировал обширные массивы экспериментальных данных о рассеянии и поведении радиоактивных выбросов после испытания ядерного оружия (1954-1974 гг.). Его исследования тех лет заложили основу нового направления в физике – теории радиоактивного загрязнения после ядерных взрывов и аварий – и позволили объединить потенциал ядерной физики, физики атмосферы и метеорологии. В результате были получены качественно новые знания, что привело к разработке новых методов оценки, анализа и прогноза процессов переноса радиоактивных и нерадиоактивных веществ в окружающей среде.

Именно Израэль Ю.А. ввел в российскую науку термин «мониторинг». По определению Ю.А. Израэля, мониторинг включает в себя наблюдения, анализ и прогноз состояния природной среды. При осуществлении мониторинга использовались не только абиотические, но и биотические объекты. Был обоснован экологический мониторинг природных сред. В прикладном плане этот этап научной биографии академика Израэля связан, прежде всего, с разработкой научных основ мониторинга состояния окружающей среды, развитием методологии оценки и прогноза антропогенных изменений природной среды в результате загрязнения, а также с развитием программ, методического обеспечения и алгоритмов анализа данных для сетей мониторинга состояния природной среды.(Израэль, 1974; Израэль и др., 1978; Израэль, 1982; Израэль, 1990).

Ю.А. Израэль предложил и внедрил новую концепцию комплексного мониторинга окружающей среды. На основании этой концепции в СССР были созданы Сеть наблюдения и контроля загрязнения природных сред и Сеть комплексного фонового мониторинга окружающей среды. Основные результаты, полученные в этот период, были представлены Ю.А. Израэлем в его известной монографии «Экология и контроль состояния природной среды», вышедшей впервые на русском языке в 1979 году, на английском – в 1986 году и на немецком – в 1990 году. Эта книга открыла новое направление в прикладной экологии.(Израэль и др., 1978; Израэль и др., 1982).

С конца 1970-х годов научные интересы Ю.А. Израэля все более обращаются к климатическим аспектам физики атмосферы. В 1978 г. он участвует в разработке новой концепции Всемирной климатической программы (ВКП), которая в то время создавалась под эгидой Всемирной метеорологической организации – ВМО (в течение 12 лет Ю.А. Израэль был вице-президентом ВМО). Начиная с этого времени, он активно участвовал в развитии и усовершенствовании ВКП, особенно в части сбора данных и оценки компонента «воздействия» (impact). С 1988 г. Ю.А. Израэль принимал активное участие в работе Межправительственной группы экспертов по изменению климата – (Intergovernmental Panel on Climate Change – IPCC). Основная задача этой группы экспертов – сбор и анализ опубликованных научных материалов по изменению климата, его последствием для природных систем, систем жизнеобеспечения человека и социально-экономических систем, а также изучение возможностей их адаптации и смягчения антропогенного воздействия на климатическую систему Земли. (Израэль, 1982; Израэль, Цыбань, 1982).

Уже в работах 1979 и 1983 гг. академик Израэль предложил, а в 2004 г. развил концепцию максимально допустимого антропогенного воздействия на климатическую

систему и биосферу, которая может стать основой современных прикладных разработок. В 2001 г. МГЭИК согласились с его точкой зрения, что положило начало соответствующим работам. Ю.А. Израэль неоднократно инициировал климатические программы для России, направленные на создание системы научной поддержки и экспертизы политики России в области климата.

Научные идеи академика Ю.А. Израэля и его выдающиеся результаты нашли свое отражение в многочисленных публикациях, перечень которых соответствует несколько сотен названий.

Список литературы:

Израэль Ю.А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка изменения состояния окружающей природной среды. Основы мониторинга. 1974. – Метеорология и гидрология, вып. 7, с. 5-14.

Израэль Ю.А., Филиппова Л.М., Ровинский Ф.Я., Инсаров Г.Э., Колосков И.А. 1978. О программе комплексного фонового мониторинга состояния окружающей природной среды. – Метеорология и гидрология, вып. 9, с. 5-12.

Израэль Ю.А. 1982. Фоновый мониторинг и его роль в оценке и прогнозе глобального состояния биосферы. – В кн.: Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды. – Л., Гидрометеоиздат, с. 9-26.

Израэль Ю.А., Цыбань А.В. 1982. Экологические основы мониторинга состояния Мирового океана. – В кн.: Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды. – Л., Гидрометеоиздат, с. 44-62.

Израэль Ю.А., Филиппова Л.М., Анохин Ю.А., Остромогильский А.Х., Матвеев А.А. 1982. Комплексный фоновый мониторинг окружающей природной среды на Байкале: цели и задачи, история и перспективы. – В кн.: Комплексный глобальный мониторинг загрязнения окружающей природной среды. – Л., Гидрометеоиздат, с. 78-85.

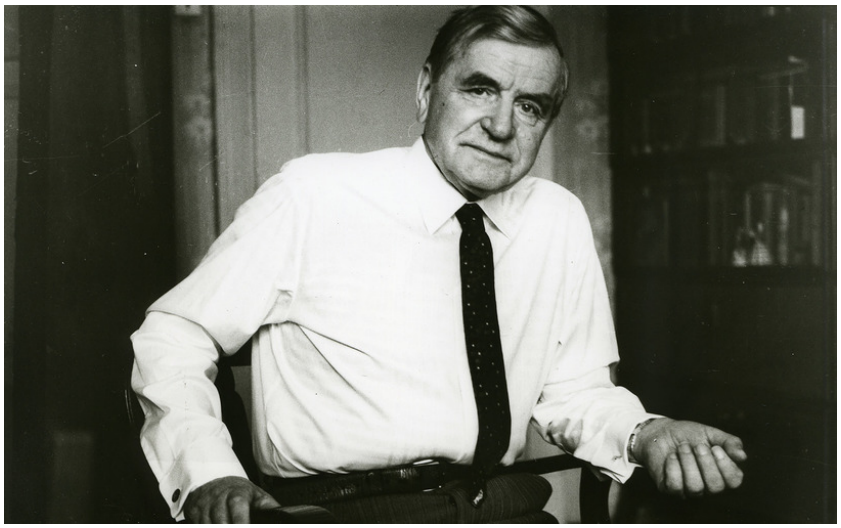
Израэль Ю.А. 1990. Философия мониторинга. – Метеорология и гидрология, вып. 6, с. 5-11.

ВКЛАД АКАДЕМИКА ИННОКЕНТИЯ ПЕТРОВИЧА ГЕРАСИМОВА В РАЗВИТИЕ ОСНОВ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ

В.А. Снытко[1)], *А.В. Собисевич*[1)]

[1)]Институт истории естествознания и техники РАН им. С.И. Вавилова

РФ, Москва, 125315, ул. Балтийская, д. 14 vsnytko@yandex.ru, sobisevich@mail.ru



И.П. Герасимов в 1984 г. (АРАН Ф. 1850, Оп.1, Д. 151)

Более 60 лет продолжалась активная деятельность выдающегося географа академика И.П. Герасимова (1905-1985). Его научное наследие многопланово. Он заложил основы ряда научных направлений, откликаясь на задачи, стоящие перед наукой в период его деятельности. Это проявилось и в решении задач, относящихся к вопросам мониторинга природной среды. Они активно разрабатывались И.П. Герасимовым на последнем этапе его деятельности, что подчеркнуто и на схеме «*Динамика тематической структуры публикаций»* И.П. Герасимова (Иннокентий Петрович Герасимов... 1995., с. 38). Публикации, относящиеся к разряду *«Мониторинг»*, начинают появляться в 1965-1975-х гг. (вышло две статьи), а в последние десятилетия творческой деятельности И.П. Герасимова опубликовано 13 статей по этой тематике. Тематически они принадлежат к конструктивной географии, направлению, созданному им и активно развиваемому.

Интерес И.П. Герасимова к разработке вопросов мониторинга природной среды был обусловлен постоянным стремлением ученого развивать теорию географической науки, в частности, найти контакты между географией и экологией, способствовать экологизации. А в целом это было вызвано поиском путей сохранения и преобразования окружающей природной среды. И.П. Герасимов считал, что географическим наукам *«должна принадлежать лидирующая роль в фундаментальных экологических исследованиях окружающей среды, так как современная география более других наук подготовлена к экологическим исследованиям на междисциплинарной основе. Она располагает необходимыми средствами и методами, а главное, огромной научной информацией о*

природной среде и её естественных ресурсах, о степени и формах их освоения и хозяйственного использования» (Цит. по Герасимов, 1996, с. 58).

О необходимости углубленного контроля над состоянием природной среды говорится в публикациях И.П. Герасимова по проблемам Байкала (Герасимов, Трофимук, 1965, 1965а). Закономерно, что озеро Байкал в этом плане привлекло внимание. И.П. Герасимов выступил с докладом по проблеме Байкала на заседании Бюро отделения наук о Земле АН СССР 16 февраля 1965 г.

В статье И.П. Герасимова 1975 г. впервые поставлены задачи географов по решению проблем мониторинга природы. Рассмотрены международные программы по созданию глобальной системы мониторинга окружающей среды. Детально рассмотрено состояние национальной проработки понятия «мониторинга». Особое внимание уделено эффективному контролю и достоверному прогнозу, что *«обусловлено непрерывным расширением использования человеческим обществом естественных ресурсов природы, увеличением объема промышленных и бытовых отходов, вносимых им же в окружающую среду, и усилением антропогенного воздействия на природную среду в условиях современной научно-технической революции, вызывающим неблагоприятные последствия для экологии и ухудшающих жизненную среду людей»* (Цит. по Герасимов, 1975, с. 15). Эти слова актуальны и сегодня. В этой же работе И.П. Герасимов вносит предложение о ступенях (или блоках) современного мониторинга окружающей среды: первая ступень – биоэкологический мониторинг, второе – геосистемный, третье – биосферный.

В 1976 г. на XXIII Международном географическом конгрессе в Москве И.П. Герасимов выступил с докладом по проблеме мониторинга окружающей среды (Герасимов, 1976). В докладе, зачитанном 21 декабря 1981 г. на Всесоюзном совещании по проблемам и методам геосистемного мониторинга. И.П. Герасимов предлагает систему антропогенного (наземного) мониторинга окружающей среды, четко выделяя блоки мониторинга (биоэкологический, системный геоэкологический и биосферный) и объекты, показатели службы и опорные базы (стадии) (Герасимов, 1982). Им также были выделены проблемные, методологические и организационные вопросы мониторинга. Подчеркнуто, что надо укреплять и расширять проводимые научные исследования по принципам и методам геосистемного мониторинга и *«связать его с проводимым контролем над загрязнением природной среды (то есть биологическим мониторингом)… рассмотреть вопрос об организации особой системы геосистемного мониторинга, действующей самостоятельно, систематически и целеустремленно*» (Цит. по Герасимов, 1982, с. 11).

В своей завершающей монографии И.П. Герасимов уделяет внимание вопросам мониторинга в следующих главах: 10 – научные основы современного мониторинга окружающей среды; 11 – принципы и методы геосистемного мониторинга (Герасимов, 1985). Труды И.П. Герасимова по проблемам мониторинга природной среды не потеряли актуальности и в настоящее время.

Список литературы:

Герасимов И.П. 1975. Научные основы современного мониторинга окружающей среды – Известия АН СССР. Серия география. № 3. С. 13-25.

Герасимов И.П. Мониторинг окружающей среды – В кн.: Современные проблемы географии. М., 1976. С. 19-29.

Герасимов И.П. 1982. Принципы и методы геосистемного мониторинга – Известия АН СССР. Серия география. № 2. С. 5-11.

Герасимов И.П. 1985. Экологические проблемы в прошлой, настоящей и будущей географии мира. М., 248 с.

Герасимов И.П. 1996. Конструктивная географии. М.: Наука. 144 с.

Герасимов И.П., Трофимук А.А. 1965. Охрана и использование ресурсов Байкала – Вестник АН СССР. № 10. С. 66-68.

Герасимов И.П., Трофимук А.А. 1965а. Сохранить чистоту вод озера Байкал – Природа. № 11. С. 50-60.

Иннокентий Петрович Герасимов (1905-1985). 1995. – М.: Наука. 252 с.

О РЕЗУЛЬТАТАХ МОНИТОРИНГА ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ С ПОДВИЖНЫХ ПЛАТФОРМ (ЭКСПЕРИМЕНТ «ТРОЙКА»)

Н.Ф. Еланский[1)], А.И. Скороход[1)], Е.И. Гречко[1)]

[1)] Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,
РФ, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 3, skorokhod@ifaran.ru

Актуальные задачи мониторинга окружающей среды требуют активного внедрения новых подходов. Важным направлением современного мониторинга атмосферы является развитие мобильных измерительных платформ и их интеграция с существующими наземными и спутниковыми сетями (WMO/GAW Strategic Plan: 2008-2015, 2007). Одним из наиболее ярких технических решений в области экологии, воплощенным при многостороннем международном сотрудничестве, является передвижная обсерватория ТРОЙКА. Идея проекта принадлежит Нобелевскому лауреату по химии П. Крутцену (автору термина «антропоцен») и академику Г. С. Голицыну. Передвижная обсерватория ТРОЙКА размещалась в 2-х специально разработанных железнодорожных вагонах и была оборудована высокоточными приборами для наблюдений газового и аэрозольного состава атмосферы, её радиационных и метеорологических характеристик, а также для контроля загрязнения почв, вод и растительности (Еланский и др., 2009).

С 1995 по 2010 гг. ИФА РАН с участием ведущих российских и зарубежных научных центров выполнена серия из 15-ти крупномасштабных экспериментов по наблюдениям состояния атмосферы на обширной территории страны от Москвы до Владивостока и от Мурманска до Кисловодска и Сочи (Elansky et al., 2012). Впервые были определены особенности распределения и временной изменчивости в масштабах континента концентрации в атмосфере парниковых газов, озоноразрушающих и химически активных соединений. Были выявлены и систематизированы основные факторы, определяющие качество воздуха в городах в зависимости от количества населения, инфраструктуры и характера окружающей местности. Установлены причины формирования экстремальных экологических ситуаций, вызванных лесными пожарами, утечками метана из систем транспортировки природного газа, переносом загрязненного воздуха из соседних стран, повышением окислительных свойств атмосферы вблизи ЛЭП и других объектов электроэнергетики. Объезды Москвы по кольцевой железной дороге дали уникальные сведения о влиянии мегаполисов на состояние окружающей среды (Еланский и др., 2010). Многие из этих результатов невозможно получить с помощью традиционных средств наблюдений.

В сочетании с долговременными наблюдениями состава атмосферы на станциях ИФА в Центральной России, на Северном Кавказе, а также на 300 метровой вышке в Центральной Сибири (проект ZOTTO), начавшихся в 2006 г., была создана система для эффективного контроля состояния бореальных экосистем в условиях изменений климата (Еланский, 2008). Опыт обсерватории ТРОЙКА показал, что одновременное использование стационарных и мобильных станций мониторинга значительно расширяет возможности мониторинга и при этом требует значительно меньших финансовых вложений (Еланский, Скороход, 2009).

Уникальная база данных эксперимента ТРОЙКА по-прежнему актуальна и активно используется для исследования химических процессов в атмосфере и их влияния на

качество воздуха и состояние экосистем (Elansky et al., 2016; Skorokhod et al., 2016). В настоящем докладе представлены основные результаты ТРОЙКИ, полученные как во время выполнения эксперимента, так и в последние годы при поддержке Российского научного фонда (Проект № 16-17-10275).

Список литературы:

WMO/GAW Strategic Plan: 2008-2015. 2007. A Contribution to the Implementation of the WMO Strategic Plan: 2008-2011. GAW Report No. 172, Geneva, 104 pp.

Крутцен П.Й., Г.С. Голицын, Н.Ф. Еланский, К.А.М. Бреннинкмайер, Д. Шарффе, И.Б. Беликов, А.С. Елохов. 1996. Наблюдения малых примесей в атмосфере над территорией России с использованием железнодорожного вагона-лаборатории.- Доклады академии наук, т. 350, № 6, с. 819-823.

Еланский Н.Ф., И.Б. Беликов, Е.В. Березина, К.А.М. Бреннинкмейер, Н.Н. Букликова, Л. Вайсфлог, Е. Вартайнен, Г.С. Голицын, Г.И. Горчаков, И.Г. Грандберг, А.М. Грисенко, Н.Ф. Еланский, С.Н. Еланский, А.С. Елохов, К.В. Жерников, А.И. Игаев, А.А. Козлова, В.М. Копейкин, П. Крутцен, С. Куокка, О.В. Лаврова, Л.В. Лисицына, К.Б. Моисеенко, Е. Оберландер, Ю.И. Обвинцев, Н.В. Панкратова, О.В. Постыляков, Е. Путц, П.А. Ромашкин, А.Н. Сафронов, А.И. Скороход, О.А. Тарасова, Дж. С. Турнбулл, Д.Ф. Хёрст, Р. Хользингер, К.П. Шенфельд, Р.А. Шумский, Дж. В. Элкинс. 2009. Состав атмосферы над Северной Евразией: эксперименты TROICA. МНТЦ, Издательство «Агроспас», 81 с.

Elansky N.F., I.B. Belikov, O.V. Lavrova, A.I. Skorokhod, R.A. Shumsky, C.A.M. Brenninkmeijer and O.A. Tarasova. 2012. Chapter 8. Train-Based Platform for Observations of the Atmosphere Composition (TROICA Project) P. 175-196 // In “Air Pollution-Monitoring, Modelling and Health”. Ed. Mukesh Khare, Publisher: In Tech., 386 pp.

Н.Ф.Еланский, И.Б.Беликов, Г.С.Голицын, А.М.Грисенко, О.В.Лаврова, Н.В.Панкратова, А.Н.Сафронов, А.И.Скороход, Р.А.Шумский. 2010. Наблюдения состава атмосферы в Московском мегаполисе с передвижной лаборатории. - Доклады академии наук, т. 432, № 2, с. 250–256.

Еланский Н.Ф. 2008. Экологический мониторинг: система валидации для наблюдений космическими средствами взаимодействия наземных экосистем и атмосферы. - Инженерная экология, № 4, с. 4-23.

Еланский Н.Ф., Скороход А. И. 2009. Развитие системы мониторинга состава атмосферы в России. Международная Конференция «Ресурсная экономика, изменение климата и рациональное природопользование», г. Красноярск, 1—7 июля 2009 г., Сборник материалов, с. 259-275.

Elansky N.F., O.V. Lavrova, A.I. Skorokhod, I.B. Belikov. 2016. Trace gases in the atmosphere over Russian cities. Atmospheric Environment, v. 143, pp. 108-119.

Skorokhod A. I., Berezina E. V., Moiseenko K. B., Elansky N. F., Belikov I. B. 2016. Benzene and Toluene in the surface air of North Eurasia from TROICA-12 campaign along the Trans-Siberian railway, Atmos. Chem. Phys. Discuss., in review.

МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ ПРИ ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМ

В.М. Зубкова

ФНБОУ ВО «Российский государственный социальный университет»

РФ, 129226 Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4

Состояние экосистемы определяется через оценку состояний формирующих еѐ биотических (биома) и абиотических (геома) компонентов (сфер, сред) (Булгаков, 2002).

Целью наших исследований, проводимых в 2008-2016 гг.в в Центральном, Приволжском и Южном федеральных округах РФ, явилась оценка антропогенного воздействия на экосистемы на основе результатов длительного экологического мониторинга; изучение закономерностей миграции и распределения загрязнителей в трофических цепях биогеоценозов (в первую очередь, агроценозов), прилегающих к промышленным центрам.

В исследованиях использовали следующие методологические подходы: системный подход - наблюдения за изменениями различных компонентов окружающей среды; функциональный подход - изучение функциональных (связей) зависимостей между компонентами биогеоценноза, экосистемы; балансовый подход - учет всех статей прихода и расхода, в том числе загрязняющих веществ.

Нами проведена оценка текущего состояния компонентов агро- и урбоэкосистем; выявлены и проанализированы негативные изменения происходящие в их свойствах в динамике; оценена глубина этих изменений; спрогнозировано развитие экологической ситуации в будущем при сохранении имеющегося в настоящее время характера и интенсивности воздействия; разработаны основные направления оптимизации функционирования экосистемы с учетом сложившейся экологической обстановки и прогнозной оценки развития ситуации.

Как показали результаты исследований, характер производства и изменения технологических параметров источников загрязнения оказывали существенное влияние на количество загрязняющих веществ в атмосферном воздухе. Анализ снежного покрова исследуемых участков указывает на комплексный характер загрязнений. В спектре загрязнителей снежного покрова доминировали наиболее токсичные и опасные элементы. Для всех лет исследований, проведенных в Волгоградской области, концентрации тяжелых металлов и мышьяка в снеговом покрове образовывали следующий убывающий ряд: Zn>Cu>As>Pb>Hg>Cd (Зубкова, Белозубова, 2010). Значительные вариации в химическом составе снега выявлены в «благополучной» в экологическом отношении Тверской области, что связано с разноудаленностью от источников загрязнения (Бабкина и др., 2016).

Основным компонентом окружающей среды, несущим в себе информацию об антропогенном воздействии является почва, которая одновременно выступает главным физико-химическим барьером на пути миграции техногенных элементов.

Продолжительность пребывания техногенных загрязнителей в почве больше, чем в других компонентах биосферы, поэтому загрязнение почв имеет устойчиво-прогрессивный характер. Обращают на себя внимание тяжелосуглинистые и глинистые почвы, расположенные в Светлоярском и Ленинском районах Волгоградской области, в которых содержание Cd достигало величины 0,9-1,1 ОДК, при этом в большинстве вариантов наибольшее содержание Cd отмечено в слое 0-20 см, что свидетельствует о регулярном поступлении Cd в почву. Выявленное загрязнение почвы Cd наблюдалось при отсутствии аномалий в снеговом покрове данных вариантов, что свидетельствует о более раннем по сравнению со временем проведения исследований загрязнении.

В результате исследований выявлены возможные изменения химического состава растений при переходе от нормального состояния почвы к допустимому и критическому по

содержанию тяжелых металлов в условиях применения различных видов органических и минеральных удобрений.

В модельных опытах показано, что отрицательное действие загрязнения почвы кадмием, свинцом и цинком на темпы продукционного процесса и накопление основных элементов питания проявляется, как правило, в начальный период роста растений. Кадмий снижает темпы накопления азота, фосфора и калия; свинец - фосфора и калия; цинк - калия. При избыточном количестве тяжёлых металлов в почве явления синергизма и антагонизма их при поступлении в растения возникают и меняют свой характер в зависимости от фазы развития растений, концентрации элемента загрязнителя и метеоусловий лет проведения исследований. Установлено, что при переходе от нормального содержания кадмия в почве к допустимому и критическому увеличиваются относительные коэффициенты содержания в растениях свинца, меди, никеля; цинка - свинца, никеля и марганца; свинца - меди. На загрязнённой цинком почве снижается содержание кадмия в органах накопления ассимилятов. Установлено, что соотношение тяжёлых металлов в растениях при нормальном состоянии почвы в отличие от макроэлементов величина довольно постоянная, практически не зависящая от биологических особенностей растений. В общем выносе кадмия, свинца, меди, цинка, никеля, марганца растениями доля кадмия составляет в среднем 0,5%; свинца - 4,5%; меди - 8%; цинка - 44%; никеля - 3%; марганца - 40%.

Мониторинг содержания тяжелых металлов в растениях показал, что оно изменялось в широких пределах и определялось, в первую очередь, видом растения, что соответствует правилу экологической индивидуальности видов и показывает различную возможность реагирования растений на такой фактор среды как загрязнение и разную адаптацию к нему. По способности проникать в органы накопления ассимилятов растений выделяются такие элементы как цинк, медь, кадмий, причем ряды интенсивности поглощения их для разных растений различны. Корреляционный анализ связи содержания в почвах подвижных форм металлов с накоплением в выращенных овощах позволил выявить достоверные положительные сильные связи ($r = 0,70 – 0,87$) для Pb в свекле, Cd в моркови и свекле, Cu в свекле; средней силы ($r = 0,33 – 0,56$) для Pb в картофеле и моркови, Cd, Cu, Mn в картофеле, Cr в свекле, Fe в картофеле и свекле, Zn во всех овощах.

Таким образом, загрязнение окружающей среды определяет необходимость изучения содержания загрязнителей как в абиотических компонентах окружающей среды, так и в биотических. Особое место в оценке загрязнения окружающей среды занимает анализ состояния депонирующих сред, особенно почвы и снежного покрова. Исследование указанных компонентов позволяет оценить состояние атмосферного воздуха в местах, где отсутствуют стационарные посты, установить приоритетные источники загрязнения и зоны повышенного риска возможных неблагоприятных последствий для здоровья населения.

Список литературы:

Бабкина А.А., Зубкова В.М., Белозубова Н.Ю., Горбунова В.А. 2016. Анализ загрязненности снежного покрова в условиях антропогенной нагрузки . - Вестник МГОУ. Серия: Естественные науки, № 4, с. 78-87.

Булгаков Н.Г. 2002. Индикация состояния природных экосистем и нормирование факторов окружающей среды. Обзор существующих подходов// Успехи современной биологии. – Успехи современной биологии, т. 122, с. 115-135.

Зубкова В.М., Белозубова Н.Ю. 2010. Особенности загрязнения снежного покрова в условиях Волгоградской области. – Социальная политика и социология, № 9, с. 105-113.

СОВРЕМЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА РОССИИ И ИХ ПОСЛЕДСТВИЯ ДЛЯ ПРИРОДНЫХ И ХОЗЯЙСТВЕННЫХ СИСТЕМ, ФУНКЦИОНИРУЮЩИХ НА БАЗЕ ПРИРОДНОГО КОМПЛЕКСА

М.Ю. Бардин, М.Д. Корзухин
Институт глобального климата и экологии,

РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, mick-bardin@yandex.ru

Сообщение основывается на обзоре (Второй оценочный…, 2014 – далее ОД2 и результатах регулярного мониторинга климата: Доклад об особенностях..., 2016) и состоит из двух частей.

I. Изменения климата на территории России по данным наблюдений и моделирования

IA. *Естественные и антропогенные изменения климата*. В истории Земли с момента образования атмосферы климат изменялся постоянно. До образования Арктической и Антарктической ледовых шапок Земли главной причиной изменения климата было изменение состава и строения атмосферы. В плейстоцене возникли квазирегулярные колебания климата (оледенения – межледниковья), вызываемые первоначально возмущениями инсоляции из-за изменений орбитальных параметров Земли (с периодами ~25 и ~100 тыс. лет) и связанные циклом ПОС с ростом температуры на каждом шаге: уменьшение площади льда↔уменьшение альбедо+рост концентрации метана↔рост температуры↔рост концентрации CO2 и водяного пара. (Petit et al., 1999). Современный климат (голоцена) характеризуется наличием естественных изменений различного временного и пространственного масштаба, в основном связанных с взаимодействием атмосферы, океана и криосферы, а также извержениями вулканов, колебаниями солнечной активности и т.д.

Во второй половине XX в. было обнаружено, что указанная выше цепочка может начинаться непосредственно с роста [CO2] за счет сжигания ископаемого топлива в технологических процессах, и возникла концепция антропогенного изменения климата – глобального потепления. Эта концепция получила в дальнейшем очень значительный массив подтверждений (IPCC 2014) и является, в общем, общепризнанной. Однако существует значительное число ученых, которые не считают ее достаточно обоснованной, полагая, что аналогичное потепление может иметь естественное происхождение.

IB. *Результаты мониторинга климата России*. На всей территории РФ в целом за год и во все сезоны, кроме зимы, с середины 1970-х гг. наблюдается потепление: линейный

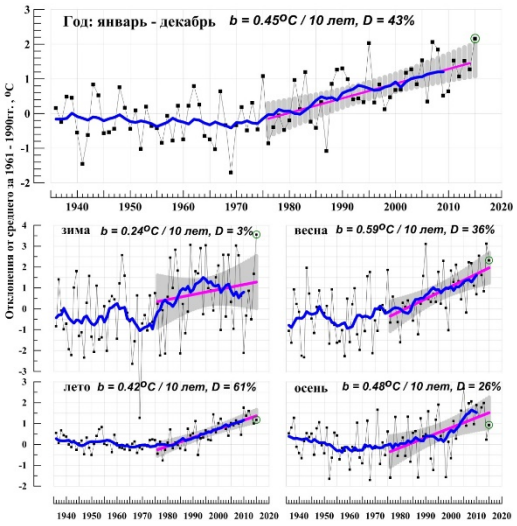


Рис.1. Аномалия (относительно 1961-90 гг.) температуры воздуха на территории РФ

тренд за 1976-2015 гг. значим по крайней мере на уровне 1% (Доклад...2016). Скорость роста среднегодовой температуры по России 0.45ºС за 10 лет более чем в 2.5 раза превосходит глобальную (около 0.17ºС за 10 лет). Зимние температуры росли исключительно быстро до середины 1990-х гг., после чего наблюдалось убывание (рис. 1) на большей части территории РФ с максимумом на юге Сибири; рост температуры в этот период наблюдался в полярной зоне России. Такой характер изменений качественно и в ряде регионов количественно объясняется суперпозицией глобального потепления и естественных колебаний основных циркуляционных мод Северного полушария: Североатлантического колебания и Скандинавской моды. Географические особенности потепления отмечаются во все сезоны. В Арктическом регионе с середины 1990-х гг. наблюдается резкое ускорение потепления («Арктическое усиление»).

В целом по РФ в последние десятилетия наблюдается рост годовых сумм осадков около 2% за 10 лет (значим на уровне 1%). Тенденция роста осадков преобладает осенью и особенно весной (5.8% за 10 лет, вклад в дисперсию 31%). Летом в ЕЧР и на арктическом побережье, зимой в северных и центральных областях ДВФО имеются области заметного убывания осадков (скорость более 5% за 10 лет).

Наблюдаются в целом согласованные с изменениями основных климатических переменных изменения агроклиматических показателей, снежного покрова, числа и интенсивности погодных экстремумов и опасных гидрометеорологических явлений.

IC. *Ожидаемые изменения климата*. В ближайшие десятилетия и до конца века по результатам ансамбля 31 модели CMIP5 на территории РФ ожидается продолжение роста температуры, особенно выраженное в полярной области в зимний сезон (ОД2, 2014). К середине XXI в. рост температуры по отношению к концу XX столетия составит (при «умеренном» сценарии RCP4.5) летом 2-3 ºС, зимой на большей части территории РФ 3-4 ºС, в полярной континентальной зоне 4-5 ºС, и до 6-8 ºС в российской зоне Арктики. В этой временной перспективе оценки по умеренным и максимальному (RCP8.5) сценариям близки. По-прежнему потепление в России будет существенно превышать глобальное. Максимальные летние температуры западных регионах РФ (включая ЕЧР, УФО, север и юго-запад СФО) будут расти быстрее средних примерно в 1.5 раза (3-4 ºС к 2050 г. по отношению к концу XX в.).

Модели указывают на рост осадков в течение XXI в. на большей части России, значительно более выраженный в холодный период: в среднем по РФ к середине века около 6% летом и 14% зимой. Наиболее сильный рост ожидается в азиатской части страны и особенно в

полярной ее области: до 25%. Летом ожидается продолжение убывания осадков на юге ЕЧР: до 10-15% к 2050 г.

II. Предполагаемые последствия изменения климата.

IIA. *Методические замечания.* По существу, предсказание последствий изменения климата является задачей прогноза поведения объекта. Есть два базовых метода прогноза – эмпирический и расчетный. Первый равно применим к объектам любого типа – все зависит от богатства эмпирических данных. При расчетах общим правилом, по-видимому, является усложнение задачи прогноза при увеличении участия биоты в функционировании объекта. Причина заключается в наличии твердых физических оснований для выписывания уравнений, описывающих геофизические объекты; для биологических же объектов таких уравнений нет, а расчетное применение имеющихся теорий (Семевский, Семенов, 1982) до сих пор не проведено. Качественное отличие геофизических объектов от биологических – способность последних к трудно описываемым адаптациям.

Разнообразие объектов и большое число исследований по теме вынуждает ограничится наиболее выразительными примерами прогнозов, приведенных в ОД2.
IIB. *Природные системы суши.*

1. Не ожидается заметного изменения величины речного стока (ОД2, 2014, Гл. 4.1).

2. Наблюдается (последние десятилетия) заметное сокращение площади и объема ледников, ожидается продолжение этой тенденции, что, в частности, приведет к сокращению ледникового стока (не упомянутого выше в прогнозах «Водных систем суши») (ОД2, 2014, Гл. 4.2).

3. К концу XXI в. ожидается сильное увеличение области распространения оттаявшей с поверхности мерзлоты в Сибири (до линии Воркута-Игарка-Якутск) (ОД2, 2014, Гл. 4.3).

4. Ожидается сильное сокращение площади тундры и арала лиственницы и увеличение ареала ели в Сибири; сокращение ареала белого медведя; увеличение площади лесных пожаров и эмиссии CO2 почвами (вклад в парниковый эффект) (ОД2, 2014, Гл. 4.4). Уменьшение увлажнения на юге ЕЧР (ОД2, 2014, Гл. 4.5).

IIC. *Природные системы моря.*

В последние десятилетия наблюдалось сокращение площади морского льда; потепление Балтийского, Черного и Дальневосточных морей; ожидается сохранение тенденций (ОД2, 2014, Гл. 5).

IID. *Хозяйственные объекты.*

Ожидается расширение ареалов эпидемиологически значимых видов комаров и клещей; сокращение еэнергопотребления на севере (с сокращением продолжительности отопительного периода), и его увеличение в южных районах на нужды охлаждения; увеличение рисков повреждения объектов инфраструктуры в зоне вечной мерзлоты (ОД2, 2014, Гл. 6).

Список литературы:

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. 2014. – М., Росгидромет, 1009 с.

Доклад об особенностях...2016. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2015 год. – М., Росгидромет, ISBN 978-5-906099-58-7, 68 с.

Семевский Ф.Н., Семенов С.М. 1982. Математическое моделирование экологических процессов. – Л., Гидрометеоиздат, 280 с.

IPCC, 2014: Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Petit J.R. et al. (19 authors) 1999. Climate and atmospheric history of the past 420000 years from the Vostok ice core, Antarctica. – Nature, V.399, issue no.6735, p. 429-436.

О ВОЗМОЖНЫХ НАПРАВЛЕНИЯХ РАЗВИТИЯ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

А.А. Романовская [1)]

[1)] ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Российской академии наук»,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, an_roman@mail.ru

Рассматривая существующую систему мониторинга антропогенных изменений окружающей среды (Израэль, 1974) можно выделить два основных направления:

1) мониторинг антропогенных воздействий, не связанных с загрязнением (в т.ч. мониторинг глобального климата и его изменений; мониторинг потоков и концентраций парниковых газов и климатически-активных веществ; мониторинг последствий изменения климата для природных и социально-экономических систем, в т.ч. на здоровье человека);

2) мониторинг загрязнений (в т.ч. химическое, физическое, биологическое, радиоактивное загрязнения; мониторинг последствий загрязнения окружающей среды для природных и социально-экономических систем, в т.ч. на здоровье человека; мониторинг фонового состояния экосистем).

Учитывая, что мониторинг антропогенных изменений предусматривает получение детальной информации по антропогенным изменениям природной среды на фоне естественных колебаний и изменений (Израэль, 1974), в рамках первого направления мониторинга ключевой задачей становится атрибуция наблюдаемых явлений антропогенному воздействию. Несмотря на важность мониторинга последствий фактически наблюдаемого изменения климата, включающего антропогенное и естественное происхождения, выявление именно антропогенного воздействия на природные и социально-экономические системы позволит выработать верные решения в системе государственного регулирования выбросов и поглощения антропогенных парниковых газов. Другими направлениями развития климатического мониторинга в будущем могут считаться: дальнейшее снижение неопределенностей потоков парниковых газов и сведение глобального баланса углерода; уточнение прогнозных оценок: как в отношении потоков и концентраций парниковых газов, так и для ожидаемого изменения климата и его последствий; получение региональных оценок изменений климата и его последствий; развитие биоиндикации изменений климата.

Среди ожидаемых направлений развития мониторинга загрязнений можно отметить следующие: улучшение полноты территориального охвата и перечня загрязняющих веществ (для импактного мониторинга загрязнений). Приказом Росгидромета от 02.02.2017 г. № 23 была утверждена «Концепция совершенствования системы мониторинга загрязнения окружающей среды с учетом конкретизации задач федерального, регионального и локального уровней на 2017-2025 годы», в которой также отмечена необходимость улучшения доступности оперативной информации и разработаны рекомендуемые формы для ее стандартизации. Для фонового мониторинга актуальной задачей на сегодняшний день остается сохранение охвата системы мониторинга и поддержание количества действующий станций. Необходим также постоянный анализ и своевременный пересмотр точек отбора данных фонового мониторинга для их соответствия понятию «фон».

Таким образом, ключевым элементом комплексной системы мониторинга является мониторинг последствий антропогенных воздействий и определение допустимых пределов такого воздействия, а также принятие соответствующих ответных мер по регулированию и дозированию нагрузки. Однако такой системы может быть недостаточно. Так, даже полное прекращение выбросов парниковых газов в атмосферу не сможет оказать мгновенного воздействия по снижению нагрузки на природные и социальные-экономические системы. Поэтому в настоящее время одним из актуальных вопросов становится необходимость

применения комплекса мер по адаптации этих систем, а в будущем возникнет необходимость мониторинга результатов адаптации природных и социально-экономических систем (см. рис.).



Рис. Комплексная система мониторинга окружающей среды

В рамках большинства международных конвенций начинает формироваться основа для адаптации природных и социально-экономических систем. Так, Парижское соглашение, принятое в рамках Рамочной конвенции об изменении климата ООН, содержит блок национальных обязательств по адаптации. При этом адаптация определяется как «регулирование экологических, социальных или экономических систем в ответ на фактическое или ожидаемое воздействие климата и их последствий». Согласно положениям в рамках Конвенции по борьбе с опустыниваем ООН акцент национальных действий должен приходиться на достижение нейтрального баланса деградации и обеспечения адаптации на уровне наземных экосистем. В рамках Конвенции о биологическом разнообразии отмечается необходимость сохранения биоразнообразия и устойчивого использования биоразнообразия. Наконец, большинство Целей устойчивого развития на период до 2030 имеют отношение к адаптации природных и социально-экономических систем.

На национальном уровне в РФ также предусматриваются отдельные меры по адаптации, в частности, в рамках Климатической доктрины РФ и Комплексного плана ее реализации; Стратегии деятельности в области гидрометеорологии и смежных с ней областях на период до 2030 года (с учетом аспектов изменения климата); Водной стратегии РФ на период до 2020г.; Доктрины продовольственной безопасности РФ; проекта «Стратегии экологической безопасности РФ на период до 2025 года». На базе Росгидромета в 2013 году создана Глобальная рамочная основа климатического обслуживания (ГРОКО), которая в т.ч. призвана обеспечить адаптацию к изменению климата путем увеличения научно-обоснованной фактической и прогнозной информации.

Для проведения мониторинга достигнутых результатов адаптации природных и социально-экономических систем требуется разработка комплекса интегральных индикаторов, в число которых должны войти площади посевов, лесов, деградированных земель; индикаторы биоразнообразия; продуктивность экосистем (валовый сбор и урожайность); содержание гумуса почв и др. Одним из наиболее информативных показателей для адаптации экосистем является динамика запасов углерода во всех пулах, включая надземную и подземную биомассы, мертвое органическое вещество, подстилку и почву. Целевым показателем данного индикатора при достаточной эффективности внедряемых мероприятий по адаптации должно стать сохранение или увеличение общего запаса углерода экосистем в среднем за период.

Литература:

Израэль Ю.А. Глобальная система наблюдений. Прогноз и оценка изменения состояния окружающей природной среды. Основы мониторинга. 1974. – Метеорология и гидрология, вып. 7, с. 5-14.

Секция А1: мониторинг изменений климата



СПУТНИКОВЫЙ МОНИТОРИНГ АЛЬБЕДО ЗЕМЛИ

М.Ю. Червяков

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,

РФ, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, chervyakovmu@mail.ru

В работе рассматриваются результаты анализа пространственно-временного распределения альбедо Земли по данным двух российских спутников «Метеор-М» № 1 и № 2. На борту этих ИСЗ были установлены радиометры ИКОР-М, измеряющие потоки коротковолновой отражённой солнечной радиации, в диапазоне 0.3 – 4.0 мкм, что позволяет рассчитывать значения альбедо и поглощенной солнечной радиации и строить карты составляющих радиационного баланса Земли (Скляров и др., 2012-1, 2012-2).

Первый радиометр проработал на борту ИСЗ «Метеор-М» № 1 в течение пяти лет, вплоть до завершения активной фазы существования спутника в сентябре 2014 года. Аналогичный радиометр ИКОР-М установлен на борту ИСЗ «Метеор-М» № 2, запущенного 8 августа 2014 года. Оба измерителя проработали вместе около месяца, что позволило найти связь шкал измерителей на этих спутниках при сравнении карт глобального распределения среднемесячных значений альбедо (Богданов и др, 2016).

На основе почти 8-летнего ряда наблюдений изучены особенности широтных распределений альбедо над океаном и сушей, а также оценен вклад облачности в величину альбедо. Рассматривались среднегодовые и среднесезонные: летние (июнь, июль, август) и зимние (декабрь, январь, февраль) значения характеристик. В табл. 1 в качестве примера представлены широтные распределения альбедо и облачности над океаном.

Табл. 1 Широтные распределения облачности и альбедо над океаном

Широта центра интервала, градусы	Облачность, баллы			Альбедо, %		
	Среднегодовые	Зима	Лето	Среднегодовые	Зима	Лето
60	0.73	0.77	0.75	36	36	38
50	0.75	0.80	0.80	34	31	39
40	0.68	0.70	0.60	30	29	30
30	0.60	0.64	0.55	24	25	24
20	0.58	0.55	0.62	21	20	23
10	0.72	0.75	0.80	23	20	27
0	0.58	0.64	0.58	20	21	19
-10	0.66	0.65	0.61	21	22	21
-20	0.65	0.64	0.58	22	21	22
-30	0.70	0.65	0.69	24	23	25
-40	0.78	0.75	0.75	29	30	27
-50	0.80	0.87	0.86	32	35	28
-60	0.84	0.90	0.80	36	38	-

В ходе сравнения распределений облачности и альбедо было выявлено наличие их высокой положительной корреляции для океана, ее меньшие значения для океана и суши в целом и сравнительно малая корреляция для суши. Высокое значение корреляции над океаном (в среднем за год коэффициент линейной корреляции r = 0.80) обусловлено тем, что его поверхность практически однородна и на величину альбедо может повлиять только наличие облачности. В меньшей степени на альбедо влияет волнение, так как при достаточно больших размерах ячейки влияние волн незначительно.

В работе также обобщаются результаты анализа распределений альбедо для различных районов Земли с его высокими значениями. Исследованы распределения альбедо над следующими районами: Гренландия, Амазонская низменность, Сахара, регион возникновения явлений Эль-Ниньо и Ла-Нинья, а также регион с высокой муссонной

активностью в Юго-Восточной Азии. В качестве примера на рис. 1 приведены результаты для региона с высокой муссонной активностью в Юго-Восточной Азии (80-130° в.д., 15-40° с.ш.) для 2010 года. В течение тёплого периода (конец весны, лето и начало осени) в данном регионе существует область с высокими значениями альбедо, достигающими 60 % и средним значением 35-40 %.

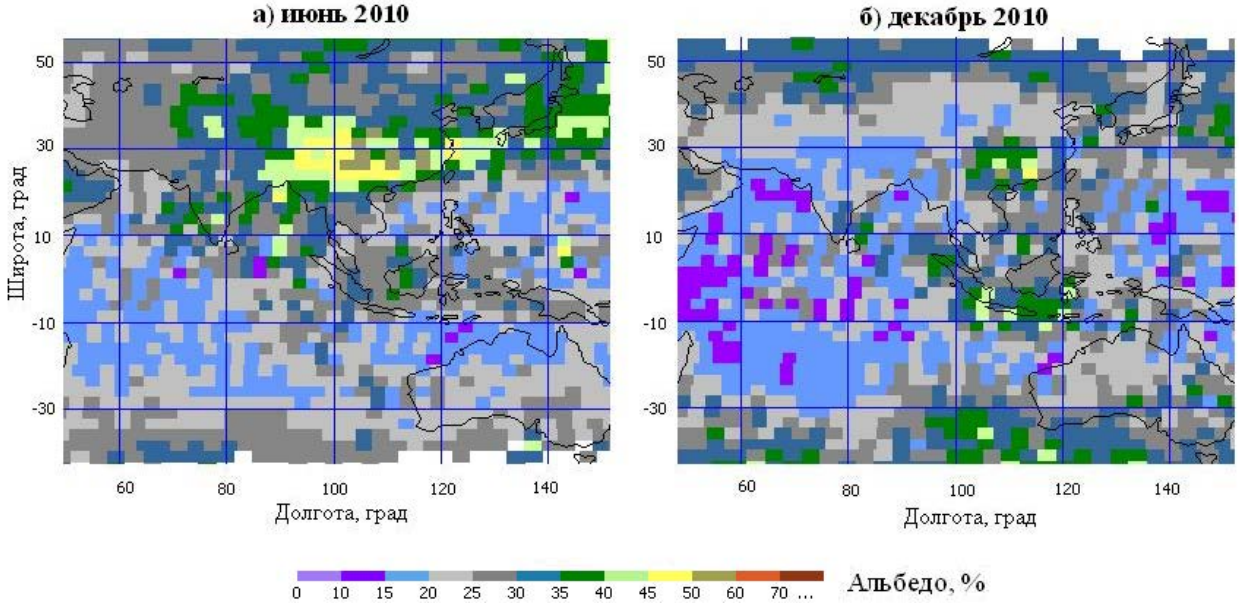


Рис. 1 Распределение среднемесячных величин альбедо над Юго-Восточной Азией

Зимой над этим регионом также наблюдаются высокие значения альбедо (до 45 %), но только в небольшой области с координатами центра 25° с.ш., 110° в.д. На остальной территории, где в летние месяцы была зона высоких значений, зимой альбедо едва достигает 15-25 %, с локальными максимумами 30-35 % (Скляров и др., 2013).

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16 35-00284 мол_а

Список литературы:

Богданов М.Б., Воробьев В.А., Котума А.И., Червяков М.Ю. Связь шкал измерителей коротковолновой отраженной радиации ИКОР-М ИСЗ "Метеор-М" № 1 и № 2 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2016. Т 13. № 4. С. 252-260.

Скляров Ю.А., Воробьёв В.А., Котума А.И., Червяков М.Ю., Фейгин В.М. Алгоритм обработки данных наблюдений уходящей коротковолновой радиации с ИСЗ "Метеор-М" № 1 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9. №3. С. 83-90.

Скляров Ю.А., Воробьёв В.А., Котума А.И., Червяков М.Ю., Фейгин В.М. Измерения компонентов радиационного баланса Земли с ИСЗ "Метеор-М" № 1. Аппаратура ИКОР-М // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9. №2. С. 173-180.

Скляров Ю.А., Червяков М.Ю., Воробьёв В.А., Котума А.И., Фейгин В.М. Особенности распределения альбедо в 2010 – 2012 годах по данным с ИСЗ «Метеор – М» № 1 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 4. С. 107-117

ПОГРЕБЕННЫЕ ПОЧВЫ АРХЕОЛОГИЧЕСКИХ ОБЪЕКТОВ КАК ИСТОЧНИК ИНФОРМАЦИИ О КЛИМАТЕ И ДРЕВНИХ ОБЩЕСТВАХ ВТОРОЙ ПОЛОВИНЫ ГОЛОЦЕНА

Л.Н. Плеханова

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН

142290, г. Пущино Московской обл., ул. Институтская, 2, dianthus1@rambler.ru

Работы в области междисциплинарного направления – археологического почвоведения (Демкин, 1993; Демкин и др., 1989) позволяют использовать информацию, сохранившуюся в погребенных под курганами почвах, для восстановления истории развития ландшафтов (Демкин, 1997; Дергачева, 1997). Почвенно-эволюционные исследования охватывают огромный евразийский степной регион от Дуная до Забайкалья. В разной степени разработаны региональные концептуальные модели голоценовой истории развития почв, в том числе для Южного Урала и отдельных районов Сибири и Средней Азии. Восточноевропейский степной ареал в палеопочвенном отношении изучен более детально по сравнению с западносибирским-среднеазиатским. На территории степного Зауралья изучены палеопочвы небольшого числа объектов (Иванов, Чернянский, 1996; Иванов и др., 2001; Плеханова, 2004; Плеханова Демкин, 2005; Плеханова и др., 2007). Детализации требует диагностика палеоклиматических изменений Зауралья как в эпоху бронзы, так и в эпоху железного века.

На одни и те же изменения климатических условий экосистемы различных ландшафтов, а также общества реагировали неодинаково. Выделено несколько типов реакции общества на изменение условий (Иванов, Чернянский, 1996). К настоящему времени выявлено (Демкин, 1984; Плеханова, 2004; Иванов, Чернянский, 1996), что различный состав пород и степень дренированности территории обусловливают разную реакцию почв на одни и те же изменения климата (Приходько и др., 2006). Для дренированных территорий эволюция почв протекала по одному типу (черноземному, либо каштановому), изменения происходили на уровне подтипа (Демкин, 1984; Демкин, 1997), тогда как для недренированных территорий, таких как низкие террасы, на протяжении второй половины голоцена отмечено неоднократное чередование процессов засоления-рассоления почв. Одну из причин более яркого отражения климатических колебаний и их сохранения в почвах долинных типов местностей возможно предполагать в разнице суточного хода температур на водоразделах и в долинах (Плеханова, 2004; Плеханова и др., 2007; Плеханова, 2010). В связи со сказанным цель работы заключается в изучении динамики почвенных свойств в связи с изменчивостью климата.

Проведены исследования палеопочв разновозрастных археологических памятников степной зоны Зауральского плато. Положение территории Зауральского плато в умеренном поясе западносибирской области определяет континентальность как основную черту современного климата. Существенное влияние оказывают антициклоны (в особенности Азиатский). Максимум температуры достигает здесь +50°, минимум -50ºС. Сумма средних суточных температур выше 10°С составляет 1950-2300°. За год выпадает 250-330 мм осадков, за вегетационный период 130-180 мм. Гидротермический коэффициент 0.8-1.0. Следствием холодного климата и слабой защищенности снегом является то, что почва промерзает на 80-200 см в зависимости от гранулометрического состава (Агроклиматические.., 1977; Агрохимическая, 1968; Борисов, 1948).

В результате длительного стабильного континентального развития внешний облик современного рельефа Зауральского плато определяют участки древней, переработанной в кайнозое поверхности – денудационные цокольные равнины со свойственным им сочетанием холмистых равнинных участков и мелкосопочника. В структуре современных

степных ландшафтов выделяют реликты различных периодов (Николаев, 1999): палеогеновые кислые каолинитовые коры выветривания, засоленные неогеновые глинистые толщи, палеогидроморфные ландшафты и бореальные реликты климатических оптимумов, лессовую перигляциальную кору выветривания. Информация о голоценовых изменениях климата запечатлена в почвах долинного комплекса.

Время сооружения изученных курганов относится к эпохе раннего железа (V в. до н.э. и IV в. н.э.). Проведен сравнительный анализ морфологических и химических свойств погребенных и современных фоновых почв. Для палеопочвы савроматского времени (2500 лет назад) характерно высокое содержание гипса и легкорастворимых солей. Наличие в почве гумусовых языков свидетельствует об эпохе аридизации и резкой континентальности климата. Почва, погребенная под комплексом курганов рубежа позднесарматского-гуннского времени (1600 лет назад) характеризуется большей гумусированностью и большей от поверхности глубиной залегания карбонатного горизонта что является следствием гумидизации климатических условий. Выявлены особенности эволюции почв региона в связи с динамикой климата на протяжении I тыс. до н.э.- I тыс. н.э.

Список литературы:

1. Агроклиматические ресурсы Челябинской области. Л.: Гидрометеоиздат.1977.151 с.
2. Агрохимическая характеристика почв СССР. Казахстан и Челябинская область. М.: Наука. 1968. 311 с.
3. Борисов А.А. Климаты СССР. М.: Учпедгиз. 1948. 224 с.
4. Демкин В.А. История развития почв пустынно-степной зоны Европейской части СССР в голоцене // История развития почв СССР в голоцене. Пущино. 1984. С. 130-131
5. Демкин В.А. Почвы сухих и пустынных степей Восточной Европы в древности и средневековье. Автореф. дисс. д-ра биол. наук. М.: МГУ. 1993. 48 с.
6. Демкин В.А. Палеопочвоведение и археология. Пущино: ПНЦ РАН. 1997. 213 с.
7. Демкин В.А., Рысков Я.Г., Губин С.В. Палеопедологическое изучение археологических памятников степной зоны // Известия АН СССР. Сер. географ. 1989. №6. С. 40-51.
8. Дергачева М.И. Археологическое почвоведение. Новосиб.: Изд. СО РАН. 1997. 231 с
9. Иванов И.В., Чернянский С.С. Общие закономерности развития черноземов Евразии и эволюция черноземов Зауралья // Почвоведение. 1996. № 9. С.1045-1055.
10. Иванов И.В., Плеханова Л.Н., Чичагова О.А., Чернянский С.С., Манахов Д.В. Палеопочвы Аркаимской долины и бассейна р. Самары – индикатор экологических условий в эпоху бронзы // Бронзовый век Восточной Европы: характеристика культур, хронология и периодизация. Материалы международной научной конференции «К столетию периодизации В.А. Городцова бронзового века южной половины Восточной Европы». Самара. 2001. С. 375-384.
11. Николаев В.А. Ландшафты азиатских степей. М.:МГУ. 1999. 228 с.
12. Плеханова Л.Н. Природно-антропогенная эволюция почв речных долин степного Зауралья во второй половине голоцена. Дис. канд. биол. наук. М.: МГУ. 2004. 186 с.
13. Плеханова Л.Н. Некоторые результаты работ по созданию Красной книги почв Челябинской области // Вестник ЧелГУ. 2010. № 8. С. 29-35.
14. Плеханова Л.Н. Древние нарушения в почвах// Природа. 2010. № 3. С. 37-43.
15. Плеханова Л.Н., Демкин В.А.. Древние нарушения почвенного покрова речных долин степного Зауралья. // Почвоведение. № 9, 2005. С. 1102-1111
16. Плеханова Л.Н., Демкин В.А., Зданович Г.Б. Эволюция почв речных долин степного Зауралья во второй половине голоцена. М.: Наука. 2007. – 236 с.

17. Приходько В.Е., Манахова Е.В., Манахов Д.В., Плеханова Л.Н., Захарова Ю.В. Изменение состояния гумуса почв степного Зауралья в заповедном режиме // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2006. № 3. С. 10-17.

ГОДОВОЕ И СЕЗОННОЕ УВЛАЖНЕНИЕ ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОЙ РАВНИНЫ В XX-ОМ - НАЧАЛЕ XXI-ГО ВВ. В УСЛОВИЯХ МЕНЯЮЩЕГОСЯ КЛИМАТА

Е.А. Черенкова
Институт географии РАН, РФ, 109017 Москва, Старомонетный пер., 29,
lcherenkova@marketresearch.ru

Аномалии температуры поверхности северной части Атлантического океана играют важную роль в формировании аномалий климата на территории Европы на десятилетнем и междесятилетнем временном масштабе. Исследование пространственной и временной структуры связи многолетних изменений зимних осадков на территории Европы с изменениями атмосферной циркуляции и температуры поверхности Северной Атлантики во второй половине XX-го – начале XXI-го века выявило существенный вклад Северо-Атлантического колебания и Атлантической мультидекадной осцилляции в их совместную изменчивость (Черенкова, Семенов, 2017).

Цель данной работы состоит в исследовании региональных особенностей изменения годового и сезонного увлажнения Восточно-Европейской равнины в XX-ом – начале XXI-го вв. и их связи с аномалиями температуры поверхности Северной Атлантики и изменениями крупномасштабной циркуляции атмосферы.

Материалы и методы. Исследование увлажнения Восточно-Европейской равнины (ВЕР) выполнено на основе анализа среднемесячных сумм осадков из архива данных CRU TS3.21 (Climatic Research Unit) Университета Восточной Англии (Harris et al., 2013). Годовые и сезонные изменения осадков рассматривались в периоды различного термического состояния Северной Атлантики (СА). На основе данных среднемесячных температур поверхности океана в СА с пространственным разрешением 1° х 1° из архива Центра Гадлея Метеослужбы Великобритании, HadISST1.1 (Rayner et al., 2003) к положительным (или теплым) фазам СА были отнесены периоды 1926-1962 гг. и с 1995-2012 гг., а к отрицательной (или холодной) фазе СА – период 1963-1994 гг. Для оценки связи осадков с основными модами изменчивости циркуляции атмосферы внетропической зоны Северного полушария использовались индексы крупномасштабной циркуляции, полученные посредством разложения на естественные ортогональные функции (Empirical Orthogonal Functions, EOF) поля высоты геопотенциала 500 гПа Северного полушария (Barnston and Livezey, 1987).

Результаты. В среднем за год и зимой в теплую фазу СА в период 1995-2012 гг. наиболее существенным по сравнению с предыдущей холодной ее фазой было значимое увеличение суммарных осадков (на 15-20%) на северо-западе ВЕР. Вместе с тем, можно сказать, что рост средних за период зимних осадков в обозначенном регионе наблюдался и в период 1926-1962 гг., и в 1963-1994 гг.

Весной, летом и осенью в оба периода более теплой СА по сравнению с периодом ее более холодного состояния было выявлено региональное сходство пространственного распределения осадков на ВЕР. Так, весной в периоды теплых фаз СА в целом на ВЕР наблюдалось большее количество осадков, чем в период холодной ее фазы (рисунки а и б). Наибольший рост весенних осадков наблюдался в центре и на юго-востоке ВЕР и составил в среднем 5% в период 1926-1962 гг. и 15% в 1995-2012 гг. В летний сезон обе теплые фазы СА ассоциировались с дефицитом летних осадков практически на всей территории ВЕР по сравнению с холодной фазой. Наибольшее значимое понижение летних суммарных осадков наблюдалось на юго-востоке территории и составило в среднем 5% в период 1926-1962 гг. и 10% в 1995-2012 гг. Осенью в обе теплые фазы СА в западной части и на северо-западе ВЕР обнаружены согласованные области уменьшения осенних осадков.

Согласованность пространственного распределения изменений сезонных осадков (весной, летом и осенью) в рассмотренные теплые фазы СА является следствием их отклика на сходные изменения крупномасштабной атмосферной циркуляции Северного полушария. Сходство обнаруживается в пространственной структуре как полей давления на уровне

моря в Атлантико-Европейском секторе в теплые фазы СА, так и полей высоты геопотенциала 500гПа. Кроме того было установлено, что повторяемость центров циклонов над ВЕР весной в среднем была выше в периоды более теплой СА (рисунок в), а летом и осенью в аналогичные периоды повторяемость центров циклонов над той же территорией в среднем была меньше.

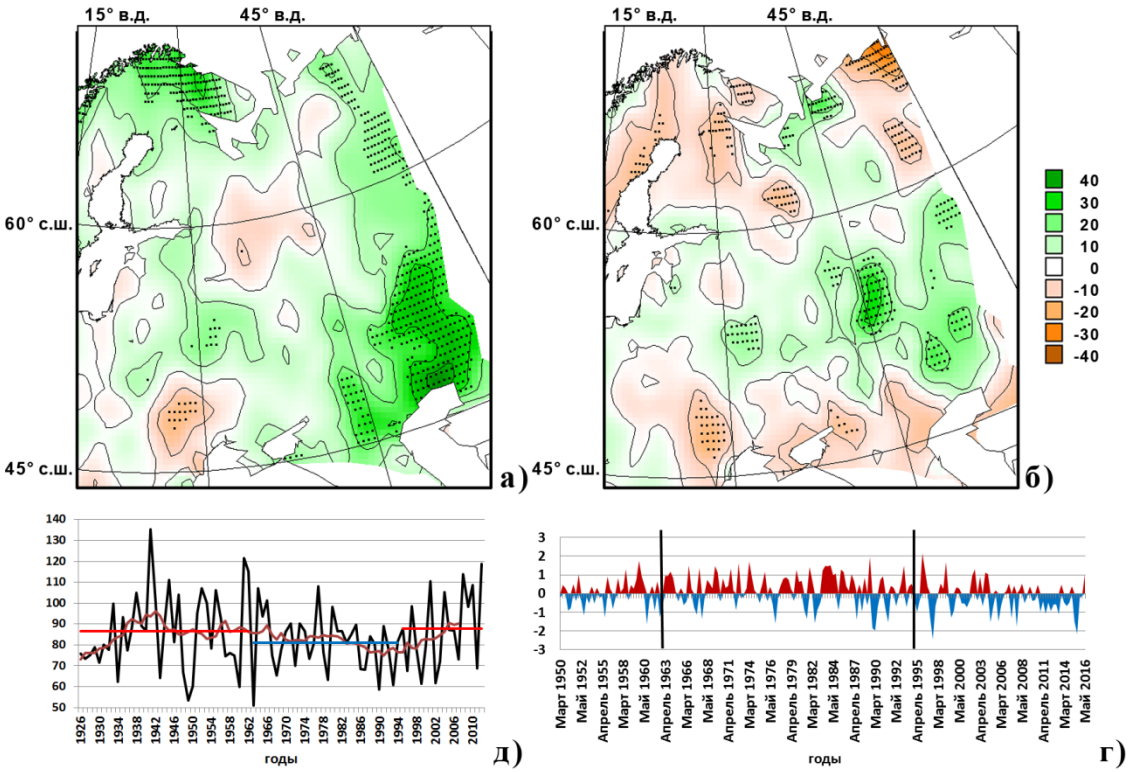


Рис.1. Изменение весенних осадков (%) на территории Европы (включая ВЕР) весной в период 1926-1962 гг. (а) и 1995-2012 гг. (б) по сравнению с 1963-1994 гг. (статистически значимые изменения показаны точками), а также суммарная повторяемость центров устойчивых циклонов (дни) весной над ВЕР в период 1926-2012 гг. (в) и изменения индекса Scand в весенние месяцы в период 1950-2015 гг. (г).

Влияние СА на изменения крупномасштабной атмосферной циркуляции Северного полушария ассоциируется с активизацией в период более холодной СА колебаний региональных центров действия атмосферы с центром над Скандинавией и с центрами над восточной частью СА и европейской частью России, характеризуемых индексами атмосферной циркуляции Scand и EAWR соответственно. Наибольшее влияние на пространственное распределение осадков весной на ВЕР в противоположные фазы СА оказывают центры действия атмосферы с центром над Скандинавией. Так, в период 1963-1994 гг. наблюдалось превышение почти в два раза суммарной интенсивности индекса Scand в его положительной фазе над его интенсивностью в отрицательной фазе (рисунок г). Вместе с тем, пространственная структура осадков на ВЕР летом и осенью формируется в основном под влиянием изменений колебаний центров действия атмосферы над восточной частью СА и европейской частью России.

Таким образом, аномалии температуры поверхности северной части Атлантического океана оказывали влияние на долгопериодные изменения годовых и сезонных осадков на территории Восточно-Европейской равнины в XX-ом – начале XXI-го века посредством изменения крупномасштабной атмосферной циркуляции Северного полушария.

Список литературы:

Черенкова Е.А., Семенов В.А. 2017. Связь зимних осадков на территории Европы с изменениями ледовитости арктического бассейна, температуры океана и атмосферной циркуляции. – Метеорология и гидрология. (в печати)

Barnston A.G. and Livezey R.E. 1987. Classification, seasonality and persistence of low - frequency atmospheric circulation patterns. – Mon. Wea. Rev. 115, 1083-1126.

Harris I., Jones P.D., Osborn T.J. and Lister D.H. 2014. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations – the CRU TS3.10 Dataset. – Int. J. Climatol., vol. 34, issue 3, pp. 623–642.

Rayner N. A., Parker D. E., Horton E. B., Folland C. K., Alexander L. V., Rowell D. P., Kent E. C. and Kaplan A. 2003. Global analyses of sea surface temperature, sea ice, and night marine air temperature since the late nineteenth century. – J. Geophys. Res. vol. 108, D14, 4407.

КЛИМАТИЧЕСКАЯ ХАРАКТЕРИСТИКА СОБЫТИЙ ПРИБРЕЖНОГО АПВЕЛЛИНГА В ЧЕРНОМ МОРЕ ПО ДАННЫМ СЕТИ МОРСКИХ БЕРЕГОВЫХ СТАНЦИЙ НАБЛЮДЕНИЙ

В.П. Евстигнеев [1),2)], В.А. Наумова [1)], Н.Ф. Кириленко [1)]

[1)] Севастопольский центр по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, РФ, 299011, г. Севастополь, ул. Советская, д. 61, vald_e@rambler.ru

[2)] ФГАОУ «Севастопольский государственный институт», РФ, 299053, г.Севастополь, ул. Университетская, 33

Прибрежный апвеллинг оказывает существенное влияние на процессы, происходящие в море, а также на морскую экосистему вследствие сопровождающего это событие обогащения вод биогенными элементами и создания богатой питательной среды. Главным инструментом изучения апвеллинга (особенно в отрытом море) является спутниковое зондирование поверхности морей и океанов. Однако ограниченный период доступной спутниковой информации не позволяет дать полноценную климатическую характеристику этим событиям. Альтернативным источником информации об апвеллингах, по крайней мере, в прибрежной зоне могут служить данные многолетних наблюдений за температурой воды и ветром на сети морских береговых станций и постов. В настоящей работе дана климатическая характеристика апвеллингов в прибрежной зоне Черного моря за период 1936-2013 гг. по данным морской береговой сети.

Основная проблема, с которой сталкиваются исследователи при такой постановке задачи, является объективное выделение апвеллинговых событий (на фоне многолетних трендов и сезонных колебаний). В настоящей работе предложена схема объективного выделения событий синоптического масштаба (≈3-7 суток) из гидрометеорологических рядов, включая апвеллинги. Схема основана на применении нового адаптивного метода разложения временного ряда на эмпирические моды. Даны статистические оценки параметров распределения характеристик апвеллинговых событий (интенсивность, продолжительность и повторяемость), особое внимание уделено экстремальным областям распределений. Выявлены основные временные масштабы многолетней изменчивости параметров апвеллингов и их согласованность с крупномасштабными процессами в системе океан-атмосфера.

Дополнительным пунктом исследования стала сравнительная характеристика пространственно-временной структуры гидрооптических параметров поверхности моря (содержание хлорофилла a, коэффициент обратного рассеяния частицами и фотосинтетически активная радиация), обусловленная апвеллинговыми событиями в современный климатический период. Источником данных о гидрооптических параметрах состояния служили спутниковые данные за период 1997-2013, представленные в единой сетке пространственного разрешения ~4 км и доступные для скачивания на сайте www.globcolour.info. Вследствие наличия участков потерянной информации, спутниковые массивы были предварительно восстановлены методом DINEOF, основанном на использовании ЭОФ-разложения.

Работа выполнена при частичной поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16-35-00466.

ОЦЕНКА КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В АРКТИКЕ В XXI СТОЛЕТИИ НА ОСНОВЕ КОМБИНИРОВАННОГО СЦЕНАРИЯ

Г.Н. Панин[1)], *Н.А. Дианский*[2,3)], *И.В. Соломонова*[1)], *А.В. Гусев*[2)4)], *Т.Ю. Выручалкина*[1)]

[1)]Институт водных проблем РАН,
РФ, 119333, г. Москва, ул. Губкина, 3; *_iren@mail.ru*

[2)]Институт вычислительной математики РАН,
РФ, 119333, г. Москва, ул. Губкина, 8; *nikolay.diansky@gmail.com*

[3)]Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова,
РФ, 119034, г. Москва, Кропоткинский пер., 6

[4)]Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН
РФ, 117997, г. Москва, Нахимовский проспект, 36

В последнее время заметно повысился интерес к Арктике благодаря происходящим в этом регионе быстрым изменениям климата, а также прогнозам, указывающим на так называемое полярное усиление глобального потепления на протяжении всего XXI века (Bekryaev et al., 2010). Выводы отдельных публикаций (Lenton et al., 2008) свидетельствуют, что климатические изменения в Арктике достигли порогового значения, при котором могут происходить необратимые процессы, и следует ожидать в грядущие десятилетия полного таяния льда в летний сезон.

Важнейшая особенность климата Арктики в прошедшем столетии – неоднократные его изменения. В глобальном климате наблюдались периоды потепления (1915 – 1949 гг. и 1971 – по н.в.) и период похолодания (1950 – 1970 гг.), которые в Арктике, по сравнению с другими широтами, проявляются сильнее. Эти климатические колебания (Панин, 2009; Панин и др., 2009, 2015; Панин, Дианский, 2015; Семенов, 2008) не воспроизводятся при моделировании с использованием моделей земной системы из списка МГЭИК, основанных на совместных моделях общей циркуляции атмосферы и океана (IPCC, 2013), за исключением французской модели CNRM-CM5 (Météo-France/CNRS and CERFACS) и немецкой модели в двух версиях MPI-ESM-MR, MPI-ESM-LR (Мохов, 2015; Мохов и др., 2016). Данные измерений и реконструкций температуры в северной полярной зоне (Панин, 2009) свидетельствуют о значительном вкладе циклических (около 60 лет) изменений температуры в Арктический климат. В (Алексеев, 2015; Мохов, 2015) отмечается, что во внутривековых температурных региональных (в частности, в Северной Атлантике и атлантическом секторе Арктики), полушарных и глобальных изменениях, а также в изменениях ледовитости арктических морей значимо проявляются вариации с периодом около 6 десятилетий – они характерны для Атлантической мультидекадной осцилляции (АМО), в свою очередь, связанной с термохалинной циркуляцией океана. Такое поведение климатических изменений, произошедших за последние полтора века, позволило Г.Н. Панину (2009) предложить простую аппроксимацию климатических изменений на основе композиции “парникового“ и “циклического” эффектов. Здесь под парниковым изменением климата подразумеваются климатические изменения, вызванные внешними факторами антропогенного или естественного (извержения вулканов, изменение солнечной постоянной и т.д.) характера. В свою очередь под циклическими изменениями климата – собственные колебания в совместной системе атмосфера-океан-суша. При этом полагалось, что главная частота наиболее сильных цикличных колебаний климата соответствует периоду колебаний в 60 лет, а парниковые изменения климата определяются линейным трендом. Показано, что активизация таяние льда в Арктике в 70-е – 90-е гг. XX столетия связано с изменчивостью индексов АМО и интенсивности Атлантической меридиональной циркуляции. Последний отражает климатические изменения в потоке тепла с поверхности Северной Атлантики в атмосферу в средних широтах.

Предложен комбинированный сценарий оценок климатических изменений, базирующийся на композиции “парникового“ и “циклического” эффектов. На основе этого был построен прогноз приповерхностных характеристик циркуляции атмосферы на период

2010–2071 гг. по данным 1948–2009 гг. из базы CORE (Datasets for Common Ocean-ice Reference experiments) за 1948–2009 гг. (Large, Yeager, 2009). Используя эти данные был проведен прогностический эксперимент с моделью общей циркуляции океана INMOM по воспроизведению термохалинной циркуляции и морского льда в Атлантическом и Северном Ледовитом океанах на период 2010–2071 гг. Проведено исследование взаимосвязей между климатическими процессами Северной Атлантики и Арктики. Этот подход позволяет описывать не только рост температуры, вызванный эмиссией парниковых газов, но и изменчивость климата (в частности наблюдавшееся похолодание в 1950-х – 1970-х гг.). Предложенный комбинированный сценарий климатических изменений показывает возможное похолодание в Арктике и соответствующее снижение продолжительности навигационного периода Северного морского пути в ближайшие 15-20 лет.

Основная часть работы выполнена при финансовой поддержке РФФИ, гранты №15-05-03127, 15-05-07539, 16-05-00534.

Список литературы:

Алексеев Г.В. 2015. Проявление и усиление глобального потепления в Арктике. – Фундаментальная и прикладная климатология, № 1, с. 11–26.

Мохов И.И. 2015.Современные изменения климата в Арктике. – Вестник РАН, т. 85, №5-6, с. 478–484.

Мохов И.И., Хон В.Ч, Прокофьева М.А. 2016. Новые модельные оценки изменений продолжительности навигационного периода для Северного морского пути в XXI веке. – Доклады РАН, т. 468, №6, с. 699–704.

Панин Г.Н. 2009. Об изменениях климата в полярных зонах Земли в XX и XXI столетиях. – Доклады Академии Наук, т. 427, с. 397–402.

Панин Г. Н., Выручалкина Т. Ю., Соломонова И. В. 2015. Климатические изменения в Арктике, Северной Атлантике, районе Каспия и их взаимосвязь – Фундаментальная и прикладная климатология, № 1, с. 183–210.

Панин Г.Н., Дианский Н.А. 2015. Климатические изменения в Арктике, Северной Атлантике и Северный морской путь. – Доклады Академии Наук, т. 462, № 2, с. 217–222.

Панин Г.Н., Соломонова И.В., Выручалкина Т.Ю. 2009. Климатические тенденции в средних и высоких широтах Северного полушария. – Водные ресурсы, т. 36, № 6, с. 743–756.

Семенов В.А. 2008. Влияние океанического притока в Баренцево море на изменчивость климата в Арктике. – Доклады РАН, т. 418, № 1, с. 106–109.

Bekryaev R.V., Polyakov I.V., Alexeev V.A. 2010. Role of Polar Amplification in Long-Term Surface Air Temperature Variations and Modern Arctic Warming. J.Climate, vol. 23, p. 3888–3906.

IPCC. 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, T.F. Stocker, D. Qin, G.K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)] Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA, 1535 pp.

Large W., Yeager S. 2009. The global climatology of an interannually varying air–sea flux data set. Clim Dyn, vol. 33, p. 341–364.

Lenton T. M., Held H., Kriegler E., Hall J. W., Lucht W., Rahmstorf S., Schellnhuber H. J.2008. Tipping elements in the Earth's climate system. Proceedings of the National Academy of Sciences of the United States of America, vol. 105(6), p. 1786–1793.

РОЛЬ ВУЛКАНИЧЕСКОГО АЭРОЗОЛЯ В ИЗМЕНЕНИИ КЛИМАТА И ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 2000 ЛЕТ

И.И. Борзенкова
Государственный Гидрологический институт,

РФ, 199053, г.Санкт-Петербург, 2-я линия В.О., д. 23, irena_borzen@mail.ru

В стратосфере постоянно присутствует определенное количество газообразных веществ, формирующих фоновый стратосферный аэрозольный слой (САС). Основные источники поступающих в стратосферу газов имеют как естественное, так и антропогенное происхождение: извержения вулканов взрывного типа, разложение органического вещества, продукты горения нефти, газа и угля, выхлопные газы высотной авиации. Из всех вулканических газов наиболее важную роль в формировании САС играют серосодержащие газы (SO_2,H_2S,CS_2,COS). После мощных и катастрофических извержений взрывного типа концентрация аэрозоля в САС может увеличиться на порядок величины и более по сравнению с фоновой (Будыко, 1985; Борзенкова и др., 2011а и б, 2012; Израэль и др., 2007).

Продукты извержения вулканов плинианского и ультраплианского типов доставляют горячие газы и тонкий вулканический пепел непосредственно в стратосферу, формируя САС, который оказывает прямое воздействие на приходящую солнечную радиацию и на температуру у земной поверхности (Будыко,1985; Борзенкова и др., 2011б). Этот механизм может быть использован в качестве способа воздействия на современный климат путем введения в нижнюю стратосферу (12–20 км) мелкодисперсных аэрозольных сульфатных частиц, что позволит снизить температуру тропосферы на необходимое количество градусов (Будыко, 1985; Израэль и др., 2007).

Однако, влияние отдельного, даже сравнительно сильного извержения, продолжается не более 4-5 лет и не может кардинально изменить тренд полушарной или глобальной температуры. Более длительный эффект на величину глобальной температуры оказывает серия вулканических извержений взрывного типа, в результате которых в течение нескольких лет поддерживается высокий уровень концентрации САС и как следствие этого – длительное снижение приходящей солнечной радиации и температуры воздуха у земной поверхности. Такие изменения температуры неоднократно имели место в прошлом, о чем свидетельствуют исторические данные (Борзенкова и др. 2011а и б; Борзенкова, 2012).

Сопоставление ежегодных данных о колебаниях температуры внетропической части северного полушария с ежегодными данными о концентрации САС, полученных путем выделения кислотного сигнала в слоях ледниковых кернов, показало, что кратковременные (порядка 10-12 лет) флюктуации температуры северного полушария за последние 1000 лет были связаны с мощными извержениями взрывного типа или с серией подобных извержений (Борзенкова и др., 2011а и б; Борзенкова, 2012).

За последние 3-4 года на основе анализа новых кернов из Гренландии (NEEM S1), Западной Антарктиды (WAIS Divide) и уточнения данных по керну из Восточной Антарктиды, приведенных к новой временной шкале на основе синхронизации данных Гренландских кернов (NGRIP, GRIP, GISP2, Dye-3 и др.), получены новые данные о

концентрации вулканического аэрозоля в САС за последние 2000 лет (Clausen et al., 2012; Sigl et al., 2013; Sun et al., 2014).

Новые ежегодные данные об изменении температуры внетропической части северного полушария (30°-90° с.ш.) за последние 2000 лет, полученные на основе обобщения дендроклиматической информации из разных районов северного полушария, позволяют выполнить новый анализ изменений температуры воздуха северного полушария за этот период (Baillie, McAneney, 2015; Esper et al., Xing et al., 2016).

Анализ новой информации позволил значительно уточнить как датировки вулканических извержений, так и объемы выбросов вулканического материала в стратосферу. Получены уточненные оценки выбросов как для известных ранее извержений, так и для новых извержений, не выявленных на предшествующих записях. Кроме того, получена независимая информация об экологических и социально-экономических последствиях мощных и катастрофических извержениях за этот период.

Анализ данных показал, что первое наиболее значительное похолодание в начале нашей эры (известное, как «Романское похолодание») в середине VI века было связано с двумя, последующими друг за другом, мощными извержениями, датируемыми около 536 и 540/541 гг. н.э. В отдельные годы этого холодного десятилетия температуры во внетропической части полушария могли снижаться на 2°С и более по сравнению с предшествующим теплым периодом. Вулканические выбросы в стратосферу оцениваются в 30 Tg после первого и в 50 Tg после второго извержения. Для сравнения после извержения вулкана Пинатубо (1991 год) в стратосферу было выброшено около 30 Tg серосодержащих газов. Последствием этих извержений были неурожаи, голод и эпидемии, охватившие значительную часть Западной Европы и Средиземноморья. Отмечена активизация горного и Арктического оледенения в северном полушарии, отклики этого похолодания были зафиксированы в изменении окружающей среды и в Новом Свете (Büntgen et al., 2016).

Вторая волна похолодания в северном полушарии началась в середине 13 века, когда по данным ледниковых кернов удалось выделить 17 пиков концентрации в САС, что изменило тренд полушарной (а, возможно, и глобальной температуры) на последующие столетия. Похолодание, начавшееся после серии катастрофических извержений 1258/1259 годов, с небольшими улучшениями климатических условий в середине XV века, продолжался вплоть до середины XIX столетия. Этот длительный холодный период (известный как «малая ледниковая эпоха») был обусловлен постоянной высокой концентрацией аэрозоля в стратосфере, поддерживаемой за счет активной вулканической деятельности (мощные извержения 1452/1453 гг., 1458/1459 гг., 1600/1601 гг., 1809/1815гг., 1835 и др.).

В то же время, так называемое потепление средних веков (или как принято в англоязычной литературе “The Medieval Warm Anomaly, MWA”), объясняется сравнительно низкой концентрацией аэрозоля в стратосфере, близкой фоновой, между 700 и 1200 гг. н.э.

Достаточно быстрая реакция температуры воздуха у земной поверхности на относительно небольшие изменения концентрации аэрозоля в стратосфере свидетельствует о возможности управления глобальным климатом путем непосредственного введения в эти

слои атмосферы аэрозолей различного типа. Похолодание «Малой ледниковой эпохи» можно рассматривать как пример природного геоинженеринга.

Список литературы

1. Борзенкова И.И., Е.Л. Жильцова, В.А. Лобанов. 2011а Ледниковые керны и дендрохронологические записи как источники информации об изменениях климата в историческое время. – Лёд и Снег. № 2, с. 95-105.
2. Борзенкова И.И., Жильцова Е.Л., Лобанов В.А. 2011 б. Вариации климата внетропической зоны северного полушария за последние 1000 лет: анализ данных и возможных причин. – В сб. Проблемы экологического моделирования и мониторинга экосистем. М., Планета, с. 131-152.
3. Борзенкова И.И. 2012. Вулканические извержения и климат Земли: вулканизм как аналог геоинженерии. – В кн. Исследование возможностей стабилизации климата с помощью новых технологий. М. Росгидромет, с. 122-126.
4. Будыко М.И. 1985. Аэрозольные климатические катастрофы. – Природа, № 6, с.30-38.
5. Израль Ю.А., Борзенкова И.И., Северов Д. А. 2007. Роль стратосферных аэрозолей в сохранении современного климата. – Метеорология и Гидрология, №1, с. 5-14.
6. Baillie M.G.L., McAneney J. 2015 Tree ring effects and ice core acidities clarify the volcanic record of the fist millennium. Climate of the Past, vol.11, p. 1-5-114.
7. Büntgen U., Myglan V.S., Ljungqvist F.C. et al. 2016. Cooling and societal change during the Late Antique Little Ice Age from 536 to around 660 AD. Nature Geoscience, Advance online publication | www.nature.com/naturegeoscience, DOI: 10.1038/NGEO2652|
8. Esper J., Düthorn E., Krusic P.J., Timonen M., Büntgen U. 2014. Northern European summer temperature variations over the Common Era from integrated tree-ring density records. Journal of Quaternary Science, vol. 29, p. 487–494.
9. Clausen H.B., Vinther B.M., Mayewski P.A. 2012. An independently dated 2000-yr volcanic record from Law Dome, East Antarctica, including a new perspective on the dating of the 1450s CE eruption of Kuwae, Vanuatu. Climate of the Past, vol. 8, p. 1929–1940.
10. Rasmussen S.O., Bigler M., Blockley S.P., et al. 2014. A stratigraphic framework for abrupt climatic changes during the Last Glacial period based on three synchronized Greenland ice-core records: refining and extending the INTIMATE event stratigraphy. Quaternary Science Review, vol. 106, p. 14–28.
11. Xing P, Chen X, Luo Y, Nie S, Zhao Z, Huang J. et al. 2016. The Extratropical Northern
12. Hemisphere Temperature Reconstruction during the Last Millennium Based on a Novel Method. PLoS ONE 11(1): e0146776. doi:10.1371/journal.pone.0146776

МОНИТОРИНГ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА ПО ДАННЫМ ПРОЕКТА CRU TS3.21

Ю.Г. Пузаченко, А.Н. Кренке мл.
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН

Институт географии РАН

Исходный материал. Анализ пространственно-временной динамики климата осуществляется на основе материалов базы данных проекта CRU TS3.21 (Harris et al 2013). В базу данных включены десять переменных: осадки, средняя температура, дневной диапазон температуры, минимальная и максимальная температуры, парциальное давление влаги, облачный покров, число дней с дождями, число дней с отрицательной температурой и потенциальное суммарное испарение, для которых представлены среднемесячные значения с января 1901 по декабрь 2012 года с разрешением на поверхности суши 0.5^o . Независимая проверка для более тридцати конкретных метеостанций на территории СНГ показала, что временные ряды температур для конкретных метеостанций воспроизводятся через интерполированные данные CRU с $R^2>0.9$, а осадков больше 0.75. В настоящей работе климат отображается через четыре переменные: среднюю температуру, парциальное давление влаги, облачность и атмосферные осадки. В анализе каждая климатическая переменная определяется как отдельная система с 1332 переменными (V_t),где t- время (год и месяц) с 67420 состояниями за каждый год и месяц с координатами X-долгота, Y- широта.

Методы и результаты анализа. Снижение исходной размерности (1332) осуществляется методом главных компонент. В результате получаем, что ежемесячные значения каждой переменной за 112 лет описываются в основном четырьмя компонентами: температура на 98.9%, парциальное давление влаги – 99.0%, облачность – 94,5, осадки-78%. Пространственное варьирование значений компонент хорошо отражает известные схемы действия климатообразующих факторов. Спектральный анализ исходных данных и соответствующих главных компонент позволяет предположить наличие квазигармонических колебаний с периодами 50, 22-27 лет, с декадными периодами, периодами Эль-Нинье и пятью субгармониками с периодами от 2.18 до 8 месяцев. Спектральный анализ осцилляций NAO выделяет периоды колебаний 200, 100, 50 и 33 года (North Atlantic Oscillation, 2016). Анализ реконструированных временных рядов температуры за 2000 лет (Global & Hemispheric Temperature, 2016) для 71 точки показал также наличие двухсотлетних и столетних гармоник. Если принять глобальную устойчивость этих гармоник, то каждую переменную и каждую главную компоненту за 112 лет наблюдений можно представить как их функцию. На этой основе можно рассчитать значения переменных для любого года и месяца для любой точки грида с разрешением 0.5^0. Аналогично можно построить прогноз значений любой переменной на заданный интервал времени и для любой точки грида. На рисунке показана аппркосимация средней глобальной

температуры от приведенных выше периодов

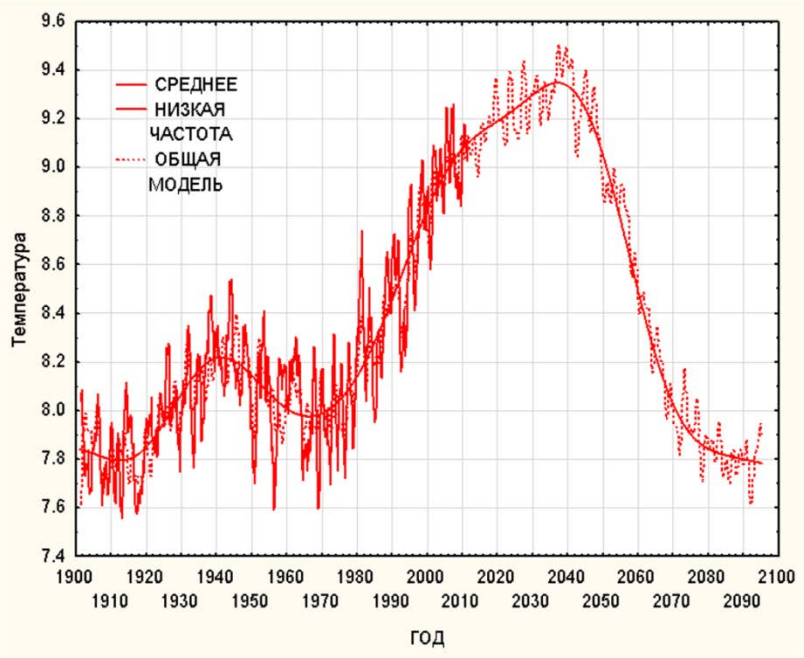


Рис.1 Динамика среднегодовой температуры за 1901-2012 г по данным проекта CRU TS3.21и ее прогноз при допущении реализуемости соответствующих гармоник до 2100

Анализ динамики климатических переменных показывает, что глобальное потепление происходит в первую очередь за счет потепления зимы и континентальных районов северного полушария. Таким образом, климатический мониторинг осуществляемый в рамках проекта CRU TS3.21 дает интересную информацию для пространственно-временного анализа динамики климатических переменных. Прогноз их динамики на этой основе приемлем лишь при достаточно устойчивой реализуемости соответствующих гармонических колебаний. Любое доказательство их устойчивости на основе прошлого для такой сложной системы как климат не надежно. Вместе с тем нельзя не считаться с тем, что существует риск быстрого снижения температуры после 2040 г до уровня начала 20 века со всеми вытекающим из этого последствиями. Очевидно, убеждаться в надежности такого технического прогноза, можно проводя повторные расчеты, по крайней мере, каждые пять лет, проверяя тем самым реализуемость гармоник, лежащих в его основе. Пока же мы можем констатировать, что большая часть нашей страны живет при исключительно благоприятном климате, не зная суховеев и черных бурь.

Список литературы

1. Global & Hemispheric Temperature, NAO, and SOI Global & Hemispheric Temperature, NAO, and SOI, NOAA Paleoclimatology Program, (http://www.ncdc.noaa.gov/paleo/recons.html)
2. Harris,a P.D. Jones, T.J. Osborna and D.H. Lister. Updated high-resolution grids of monthly climatic observations – the CRU TS3.10 Dataset INTERNATIONAL JOURNAL OF CLIMATOLOGY *Int. J. Climatol.* (2013) Published online in Wiley Online Library (wileyonlinelibrary.com) DOI: 10.1002/joc.3711

North Atlantic Oscillation, 2016, https://crudata.uea.ac.uk/cru/data/nao/

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ В АРКТИКЕ, СОВРЕМЕННЫЕ ОСОБЕННОСТИ И ПЕРСПЕКТИВЫ ОСВОЕНИЯ РЕСУРСОВ ШЕЛЬФА И ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА В ЛЕДОВЫХ УСЛОВИЯХ

А.В. Косенко

ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет», РФ, 195196, г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр. д. 98

angelinakosen@mail.ru

Природа морей и побережий Арктики отличается высокой чувствительностью и уязвимостью к техногенному воздействию. Климатические и океанологические условия подвержены весьма значительной временной и пространственной изменчивости (Бузин, 2008 и др.; Дроздов, Смирнов, 2011; Воробьев, 2015 и др.). Сложная ледовая обстановка на протяжении от шести до девяти месяцев в году, а также условия длительной полярной ночи затрудняют применение традиционных средств осуществления экологического мониторинга, а также проведение аварийно-спасательных работ. В силу этих обстоятельств соблюдение российских и международных природоохранных норм, бережное отношение к окружающей среде и предотвращение негативного воздействия на морские и наземные экосистемы Арктической зоны при строительстве и эксплуатации различных морехозяйственных объектов является одним из базовых условий успешной реализации промышленного освоения региона.

Международная морская организация (ИМО) во время проведения 94-й сессии Комитета по безопасности на море в ноябре 2014 г. приняла Международный кодекс для судов, плавающих в полярных водах (Полярный кодекс) вступивший в силу с 1 января 2017 г. а также соответствующие поправки к Международной конвенции по охране человеческой жизни на море (SOLAS), который повысит безопасность судов, работающих в полярных регионах и их экипажей. Принятие Полярного кодекса – реакция международного сообщества на увеличение морского судоходства в полярных районах, особенно в Арктике.

Активная деятельность многих научных и общественных организаций за принятие Арктической доктрины России нашла своё отражение в Государственном документе «Основы государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 г. и дальнейшую перспективу», принятом в сентябре 2008 г. и «Стратегии развития Арктической зоны Российской Федерации и обеспечения национальной безопасности на период до 2020 года». Согласно современным оценкам, более 2/3 площади континентального шельфа арктический зоны РФ перспективны на нефть и газ. Северный морской путь (СМП), как национальная транспортная коммуникация России в Арктике, обеспечивает функционирование транспортной инфраструктуры в труднодоступных районах морей и побережья Крайнего Севера, образовывая единую систему перемещения на запад и восток страны каботажных и экспортных грузов.

Согласно полученным результатам анализа современной морской хозяйственной деятельности в Арктике к настоящему времени в основном завершены геолого-разведочные и морские инженерные изыскания, дающие возможность начать полномасштабную добычу углеводородного сырья на шельфе Баренцева, Карского морей, а также в районе Обско-Тазовской губы. Однако скорой реализации ряда проектов препятствует необходимость учета жестких экологических требований к надежности работы оборудования и минимизации риска аварий. Необходимо учитывать, что в предполагаемых районах освоения запасов углеводородных ресурсов и в районах граничащих с ними располагается ряд особо-охраняемых акваторий и территорий: Национальный парк «Русская Арктика» (север Баренцева моря), Большой Арктический заповедник (Карское море и море Лаптевых), Государственный природный заповедник «Ненецкий», Государственный орнитологический заказник «Ненецкий», Государственный региональный комплексный природный заказник «Вайгач», а также некоторые важные рыбопромысловые участки.

Показано, что значительную опасность для природной среды, кроме утечек нефти при ее добыче и транспортировке, представляет также утечки неочищенных буровых растворов с содержащимися в них шламом, токсичными солями тяжелых металлов, радионуклидами, с остаточными объемами нефти и загрязнённых нефтью пластовыми грунтовыми водами.

Обоснована необходимость модернизации системы экологического мониторинга на основе разработки специализированных технологий и аналитических приборных комплексов модульного типа, способных в автоматическом или полуавтоматическом режимах осуществлять постоянный контроль за загрязнением морской среды и оперативно передавать результаты в центры принятия управленческих решений. Представляется целесообразным использование для этих целей автономных необитаемых подводных аппаратов берегового и судового базирования, которые могут осуществлять сбор различной информации, включая фотографирование подводных объектов, в том числе аварийных и проведение гидрохимических анализов (Матвиенко и др., 2015; Хорошев и др. 2016)

В целом, реализация комплексной программы экологического мониторинга производственной морехозяйственной деятельности на основе применения современных средств дистанционного зондирования и подводного робототехнического оборудования будет способствовать сближению интересов государства и бизнеса, связанных с использованием и освоением шельфовой зоны и создаст необходимые условия для экологической безопасности регионов российского арктического шельфа.

Исследование поддержано грантами правительства Санкт-Петербурга по конкурсам для студентов, аспирантов, молодых ученых и молодых кандидатов наук 2015 г. – диплом победителя № 15888 и 2016 г. – диплом победителя № 16133.

Список литературы

1. Бузин И.В., Глазовский А.Ф., Гудошников Ю.П. и др., Айсберги и ледники Баренцева моря: исследования последних лет. Часть 1. Основные продуцирующие ледники, распространение и морфометрические особенности айсбергов. // Проблемы Арктики и Антарктики, № 1 (78), 2008, с. 66–79.

2. Воробьев В.Н., Дроздов В.В., Митько В.Б., Куприна Е.Э., Косенко А.В. Экологические и гидрометеорологические проблемы развития промышленного освоения ресурсов нефти и газа на шельфе морей российской Арктики и пути их решения //Экология и промышленность России, № 2. – Т. 19. – М.: 2015. – С. 50 – 55.

3. Дроздов В.В. Смирнов Н.П. Влияние крупномасштабных циркуляционных процессов в атмосфере на температурный режим Беломорского региона // Проблемы Арктики и Антарктики, № 3 (89), СПб.: изд. ААНИИ, 2011. – С. 78 – 88.

4. Косенко А.В. Оценка и прогноз ледовых условий полярных регионов как факторы обеспечения экологической и техносферной безопасности // IV «Балтийский морской форум» 22 – 26 мая 2015 г. Международная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов» г. Калининград, Изд. КГТУ. 2015. – С. 193 – 194.

5. Матвиенко Ю.В., Борейко А.А., Костенко В.В., Львов О.Ю., Ваулин Ю.В. Комплекс робототехнических средств для выполнения поисковых работ и обследования

подводной инфраструктуры на шельфе // Подводные исследования и робототехника. – 2015. – № 1(19). – С. 4 – 15.

6. Хорошев В.Г., Дроздов В.В., Поляков В.Н. Перспективные направления применения подводных автономных мониторинговых систем для обеспечения техносферной и экологической безопасности в Арктике // Материалы одиннадцатой Всероссийской конференции «Перспективные системы и задачи управления», Евпатория. Т.1. – Изд. Южного федерального университета. – Ростов-на-Дону. – 2016. – С. 163 – 176.

ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА МОСКВЫ В ЭПОХУ ИНСТРУМЕНТАЛЬНЫХ ИЗМЕРЕНИЙ

М.А. Локощенко
Географический факультет МГУ имени М.В.Ломоносова,РФ, 119991, Москва,
Ленгоры, МГУ, loko@geogr.msu.su

Рассмотрены вековые изменения в Москве основных метеорологических величин: температуры воздуха Т (с 1779 г.), атмосферного давления (с 1783 г.), количества осадков (с 1820 г.), а также упругости водяного пара и относительной влажности (с 1870 г.). Впервые обобщены результаты всех регулярных инструментальных измерений, включая данные станции, действовавшей в Москве с 1779 по 1792 гг. (восстановленные с использованием копий отдельных томов «Эфемерид», издававшихся Мангеймским обществом), а также наблюдений в Императорском Московском университете с 1810 по 1812 гг. (собранных из тогдашних выпусков газеты «Московские ведомости»).

Подробно обсуждаются методические вопросы, связанные с ранними метеорологическими измерениями в XVIII и в начале XIX веков и оценкой их возможных погрешностей. Исследовано влияние на точность оценок среднегодовой Т высоты установки термометров, их калибровки, условий затенения, изменения частоты измерений, переноса станции и пр. Подробно рассмотрены тенденции изменений климата Москвы за последние 237 лет и их сезонные особенности. Показано, что в ходе Т произошло несколько основных изменений: рост её в конце малого ледникового периода в конце XVIII века сменился уменьшением в XIX веке, затем новым ростом в XX веке (рис.1). Вплоть до конца 2000-х гг. отмечалась тенденция к замедлению потепления в последние десятилетия (Lokoshchenko, Vasilenko, 2009).

В годовом ходе наиболее сильное потепление за весь период измерений произошло в зимние и весенние месяцы; летом и осенью линейные тренды изменений Т статистически незначимы (в июле, вплоть до 2010 года, тренд был даже слабоотрицательным). Близость климатических условий в летние месяцы в XVIII и в конце XX – начале XXI веков подтверждается и сходством функций распределения

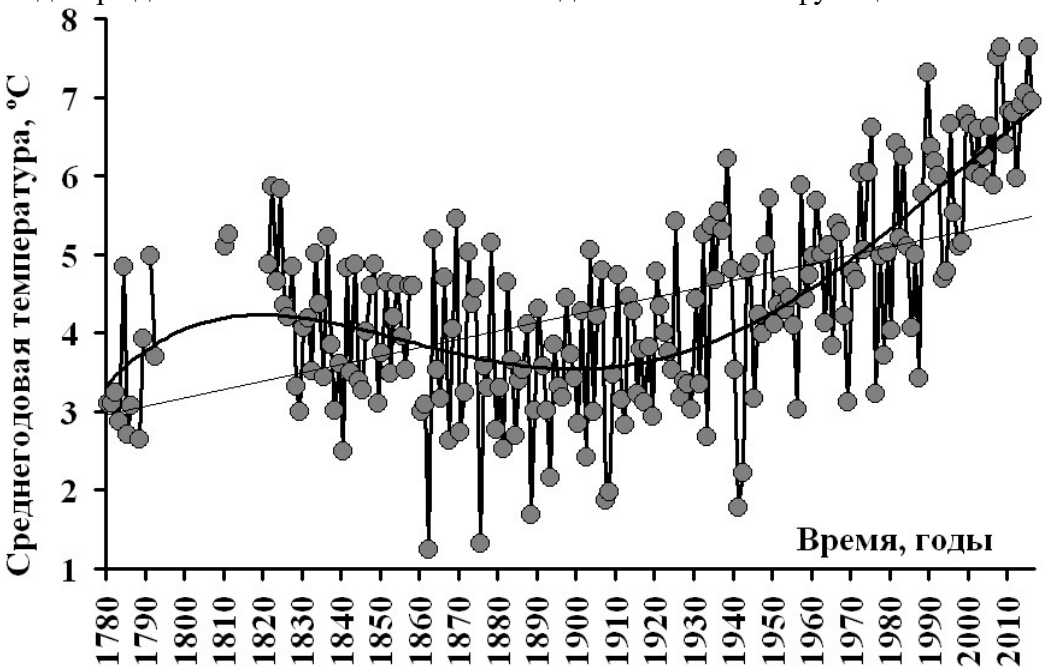


Рис.1. Ход среднегодовой температуры воздуха в Москве за период 1780–2016 гг.
Тонкая линия – линейный тренд; жирная линия – степенной тренд 4-й степени.

температуры воздуха за эти периоды – в частности, совпадением модальных интервалов. Спектральная плотность среднемесячных значений температуры воздуха за весь период инструментальных измерений демонстрирует единственный ярко выраженный максимум с

периодом 12 месяцев, отражающий годовой ход. Остальные локальные максимумы статистически незначимы, так что, очевидно, межгодовая изменчивость не локализована в области какого-то периода, устойчивого во времени. За весь период инструментальных измерений отмечено последовательное уменьшение степени континентальности климата Москвы (по расчётам индексов континентальности Хромова и Горчинского).

Показано, что интенсивность городского «острова тепла» Москвы за последние 130 лет возросла в среднем с 1 до 2 ˚С (Lokoshchenko, 2014). По данным подмосковных метеорологических станций уточнены оценки современных фоновых изменений температуры воздуха в Московском регионе. Сделаны общие выводы о современных изменениях климата – как в пределах Москвы, так и в фоновой местности Московского региона, не связанных с локальным эффектом «острова тепла». Так, на ближней к центру периферии современной столицы за период с 1780 года отмечено потепление в среднем на 1,8 ˚С (в течение XX века – на 2,3 ˚С), а в сельской местности Подмосковья за тот же период – приблизительно на 0,7 ˚С.

Среднегодовая упругость водяного пара не претерпела существенных изменений за последние 145 лет, тогда как относительная влажность заметно уменьшилась (в значительной мере вследствие роста температуры воздуха). Таким образом, климат Москвы на протяжении этого времени стал не только более тёплым, но и более сухим. Атмосферное давление в среднем за год характеризуется значительной устойчивостью, долговременные его изменения (в частности, небольшое уменьшение в последние десятилетия) выражены слабо и статистически незначимы. Уменьшение годового количества осадков сменилось в середине XIX века их устойчивым ростом на протяжении большей части XX века, замедлившимся в последние десятилетия (Локощенко, Исаев, 2004). Вследствие роста осадков средняя высота снежного покрова в Москве, несмотря на потепление климата, не испытывает пока существенных изменений во времени (Локощенко, 2005 а).

Кажущееся ослабление ветра за последние полвека по данным наземной сети в Москве связано, по-видимому, с усилением застройки окрестностей станций и не подтверждается данными высотной метеорологической мачты в Обнинске и радиозондирования в Долгопрудном. Автором предложен количественный индекс для оценки степени застроенности станций (Локощенко, 2005 б).

Работа выполнена при частичной поддержке РНФ, проект № 16–17–10275. Автор посвящает доклад светлой памяти своей ученицы Е.Л.Василенко, вместе с которой эта работа начиналась.

Список литературы:

1. Локощенко М.А., Исаев А.А. О вековых изменениях годового количества осадков в г. Москве. Вестник МГУ – Серия 5 География, 2004, № 5, с.42-46.
2. Локощенко М.А. Снежный покров и его современные изменения в Москве. Метеорология и гидрология, 2005 а), т. 30, № 6, с.71-82.
3. Локощенко М.А. О метеорологических наблюдениях в обсерватории МГУ и их показательности с учётом местных условий. Вестник МГУ – Серия 5 География, 2005 б), № 6, с.25-31.
4. Lokoshchenko M.A. and Vasilenko E.L. Change of air temperature in Moscow during last two and quarter centuries. In: Proceedings of the Seventh International Conference on Urban Climate (ICUC-7), Yokohama, Japan, 29 June – 3 July 2009, paper index: B8-5.
5. Lokoshchenko M.A. Urban ‘heat island’ in Moscow. Urban Climate, 2014, Vol.10, part 3, pp.550-562.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПОЛЕЙ АТМОСФЕРНОГО ДАВЛЕНИЯ И ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ

Ю.П. Переведенцев[1)], А.А. Васильев[2)], К.М. Шанталинский[1)], В.В. Гурьянов[1)], Т.Р. Аухадеев[1)]

[1)] Казанский (Приволжский) федеральный университет
РФ, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18, Yuri.Perevedentsev@kpfu.ru
[2)] Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации
РФ, 123242, г. Москва, Большой Предтеченский пер, д. 11-13, hmc@mecom.ru

Дано описание пространственно-временной изменчивости приземных полей атмосферного давления и температуры воздуха в тропосфере Северного полушария (СП) в период 1900-2014 гг. Рассмотрены тридцатилетние аномалии в полях давления и температуры за исследуемый период, степень сходства полей оценена с помощью показателя аналогичности ρ. Рассмотрена динамика низкочастотной компоненты (НЧК) температуры и давления в центрах действия атмосферы.

В качестве исходных материалов использовались временные ряды температуры воздуха и атмосферного давления в узлах регулярной широтно-долготной географической сетки за период 1900-2014 гг., подготовленные Отделом климатических исследований университета Восточной Англии и центром Хэдли (Brohan P. et al., 2006, Climate Change 2013, Rayner N.A. et al., 2006) (далее данные CRU).

Вначале в каждом узле вычислялись многолетние средние значения для января и июля по всему указанному периоду как для температуры (T), так и давления (P). Затем строились карты распределения средних многолетних значений P и T. Поля средних аномалий метеовеличин строились для температуры воздуха за периоды 1900-1929, 1930-1959, 1960-1987, 1988-2000, 1988-2014 гг., а для атмосферного давления в периоды 1900-1929, 1930-1959, 1960-1987, 1988-2000 гг.

В центрах действия атмосферы (ЦДА) анализировались долгопериодные колебания в рядах температуры воздуха и продленных до 2014 г. рядах давления, полученные в результате сглаживания исходных данных с помощью низкочастотного фильтра Поттера. Ряды климатических переменных в районе ЦДА рассматривались для ближайшего узла к среднему многолетнему положению ЦДА в период 1900-2014 гг.

С целью определения общей тенденции изменения температуры в умеренной зоне Северного полушария (32,5-67,5°с.ш.) в период 1900-2014 гг.(115 лет) исходные данные в узлах сетки осреднялись по всей широтной полосе для января и июля. Полученные временные ряды подвергались статистической обработке. Показано, что в январе каждый последующий временной этап оказался теплее предыдущего. Средние температуры этих периодов соответственно равны: -4.6; -4.2; -4.1; -3.4°С, т.е. за 115 лет НЧК среднеянварской температуры возросла на 1.6°С, а в активную фазу потепления за 35 лет (1970–2014 гг.) на 0.95°С. Кривая НЧК в целом имеет тенденцию подъема в течение 115-летнего периода за исключением небольшого провала с 1955 по 1970 г. и заключительного периода (2005-2014 гг.), когда возникла пауза в потеплении.

В июле температура менялась несколько сложнее, поскольку после активного периода потепления 1910-1940 гг. возникло ее небольшое понижение в 1940-1975 гг., после которого температура значительно возросла. Распределение ее средних значений по выделенным периодам таково: 17.0; 17.3; 17.2; 17.9°С (изменение составило ~0.9°С, что уступает январскому). В то же время следует отметить интенсивный рост температуры в период 1975-2014 гг. (по НЧК на 0.95°С). В целом в январе подъем температуры составил 1.6°С, а в июле 1.2°С, т.е. зимнее потепление в умеренной зоне за весь рассматриваемый период происходит более интенсивно, однако в активной фазе потепления в январе это (1970-2005 гг.), в июле (1975-2014 гг.) скорости роста температуры практически одинаковы, при этом, судя по НЧК, потепление в январе началось на 5 лет раньше, чем в июле.

Анализ температуры и давления по периодам выявил противофазный характер их поведения: так в начале века (1900-1929 гг.) в поле давления преобладала тенденция к росту, а в поле температуры к ее снижению. Похолодание происходило на фоне высокого атмосферного давления. В период 1988-2000 гг., напротив, потепление климата происходило на пониженном фоне атмосферного давления.

В течение большей части XX столетия (1900-1987 гг.) в приатлантической и притихоокеанской частях Арктики формируются аномалии давления противоположного знака, Однако в фазе активного потепления (1988-2000 гг.) это явление ослабевает.

Степень сходства полей аномалий температуры воздуха и атмосферного давления для различных периодов оценивалась с помощью показателя аналогичности ρ. Наиболее высокие связи отмечаются в январе в поле температуры для периодов 1900-1029 и 1988-2014 гг. (ρ=-0.86), а в поле давления межу периодами 1900-1929 и 1960-1987 гг. (ρ=-0.69).

Выполнен низкочастотный анализ с помощью фильтра Поттера среднеянварской и среднеиюльской температуры и давления для ряда географических территорий – Исландского и Алеутских минимумов, Азорского, Гонолульского и Сибирского максимумов. Колебания временного хода НЧК давления в Исландской и Алеутской депрессиях имеют противофазный характер.

В заключение рассмотрим влияние ряда пространственно-временных мод, характеризующих межгодовую изменчивость поля давления во внетропических широтах Северного полушария (САК, АО, Scand (СК)), на приповерхностную температуру воздуха.

Влияние Арктической осцилляции. Сравнение полученных карт композитов для САК и АО отмечает их значительное сходство. Максимальная активность АО проявляется в Восточном полушарии, где на территории Восточной Европы и Сибири разностные композиты достигают +7 и +9°С с высокой статистической значимостью выделяемого сигнала (99%-ный доверительный уровень). Ареал со значением разностного композита приповерхностной температуры воздуха +3°С занимает обширную территорию Евразии. Лишь в Восточной Европе и на территории Северной Америки выделяются зоны со значением разностного композита в 1°С.

Влияние СК. Воздействие СК проявляется противоположным образом относительно АО и САК. Так, в январе область отрицательных значений СК захватывает Восточную Европу, Западную и Среднюю Сибирь. Значение разностного композита -3°С. В центре этой области происходит усиление влияния СК до -7°С. В то же время на большей части Арктического бассейна отмечаются положительные значения композита +3°С. В летний период влияние СК значительно ослаблено. Выделяются отдельные ареалы со значением композита в -1 и +1°С.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (гранты 15-05-06349, 15-05-06399).

Список литературы

1. Brohan P. et al. 2006. Uncertainty estimates in regional and global observed temperature changes: A new dataset from 1850. – J. Geophys. Res., vol. 111, pp. 1-35.
2. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. – T.F.Stocker, D.Qin, G.-K.Plattner, et al. (eds)., Cambridge, UK and New York, NY, USA, Cambridge University Press.
3. Rayner N.A., Brohan P., Parker D.E. et al. 2006. Improved changes and uncertainties in marine temperature measured in situ since the mid-nineteenth century: the HadSST2 dataset. – J. Climate, vol. 19, pp. 446-469.

ПРИМЕНЕНИЕ МЕЗОМАСШТАБНОЙ COSMO-CLM МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВЛИЯНИЯ ОБЕЗЛЕСЕНИЯ И ОБЛЕСЕНИЯ ЦЕНТРАЛЬНЫХ РАЙОНОВ ЕВРЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ НА РЕГИОНАЛЬНЫЕ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ УСЛОВИЯ

Е.В. Кузьмина[1)], А.В. Ольчев[2,3)], М.А. Никитин[1)], И.А. Розинкина[1)], Г.С. Ривин[1)]

[1)] Гидрометеорологический научно-исследовательский центр Российской Федерации,
РФ, 123242, г. Москва, Большой Предтеченский пер., д. 9–13,
catherine.kazakova@mail.ru

[2)] Географический факультет МГУ,
РФ, 119991 Москва, Ленинские горы, ГСП-1, aoltche@gmail.com

[3)] Институт проблем экологии и эволюции РАН,
РФ, 109071 Москва, Ленинский просп., 33, aoltche@gmail.com

Основной целью данного исследования являлась оценка влияния процессов обезлесения и обезлесения центральных районов Европейской территории России (ЕТР) на региональные климатические условия по результатам модельных экспериментов с помощью климатической версии мезомасштабной модели COSMO. Выбор центральной части ЕТР для модельных экспериментов обусловлен целым рядом факторов и, прежде всего, значительными площадями лесов в регионе, их важнейшей биосферной и социальной ролью, а также значительными изменениями степени облесенности территории, наблюдаемыми в последние годы на фоне усиления антропогенной нагрузки и глобальных климатических изменений.

Территория, выбранная для модельных исследований, расположена в центральной части ЕТР между 55° и 59° с.ш. и 28° и 37° в.д. Она расположена в пределах нескольких природных подзон, включая подзону темнохвойных лесов южной тайги на севере, смешанных лесов в центральной части и широколиственных лесов на юге. Леса имеют ярко выраженную мозаичную структуру. Общая площадь покрытия лесов в выбранной области составляет около 50%.

Для анализа влияния изменения лесистости центральных районов ЕТР на региональные климатические условия было проведено 3 модельных эксперимента. Первый эксперимент имитировал полное сведение лесов (обезлесение) на исследуемой территории и их замещение травянистой растительностью. Второй эксперимент был сценарием, наоборот, полного облесения территории. Увеличение лесистости в рассматриваемом сценарии происходило исключительно за счет увеличения доли пионерных мелколиственных пород деревьев (береза, осина). Изменение доли хвойных пород в древостое не рассматривалось.

Для имитации в модели процесса обезлесения и облесения был выбран комплекс ключевых модельных параметров COSMO, характеризующих различные типы растительности: листовой индекс, параметр шероховатости, глубина корневой системы растений, доля покрытия территории лесом (смешанным и широколиственным).

Третий, контрольный эксперимент, проводил расчеты метеорологических величин при современной структуре землепользования и степени облесенности.

Численные эксперименты выполнялись на основе климатической версии модели COSMO (COSMO-CLM) с шагом сетки 13.2 км. В качестве начальных данных и граничных условий использовался реанализ ERA Interim с 6-часовым разрешением по времени и 0.75°×0.75° – по пространству **(**Dee et al., 2011). Численное моделирование производилось в непрерывном цикле для нескольких месяцев, с «подпиткой» данными на боковых границах области интегрирования результатами реанализа.

Результаты проведенного модельного исследования, выполненного на примере теплого периода 2010 года, показали, что процессы обезлесения и облесения в природно-

климатических условиях Центральной России могут привести к значимым изменениям погодных условий, в первую очередь – изменениям в режиме осадков, изменению приземной температуры, частоты появления туманов. Было показано, что изменения целого ряда метеорологических характеристик (приземной температуры и влажности воздуха, потоков явного и скрытого тепла, скорости и порывистости ветра), главным образом, происходят непосредственно внутри региона, где имитировалось изменение лесистости, в то время как изменение режима осадков и облачности в зависимости от синоптических процессов прослеживалось для более обширных территорий на расстоянии до 1000 км от региона произведенных изменений.

По данным экспериментов было показано, что обезлесение приводит к увеличению приземной температуры воздуха и уменьшению сумм осадков, а облесение – наоборот: к уменьшению приземной температуры воздуха и увеличению сумм осадков. Причем «нагрев» безлесных территорий оказался более сильным, чем «охлаждение» в случае облесения (от изначальной 50% лесистости). Относительное уменьшение среднемесячных сумм осадков в случае обезлесения проявилось наиболее отчетливо в засушливый и жаркий летний месяц, а в случае облесения значимое (более 4%) увеличение месячных сумм осадков произошло как в дождливые и прохладные месяцы (начала теплого периода), так и в период с жаркой погодой с малым количеством осадков. Полученные результаты позволяют предположить, что уменьшение площади лесов может привести к существенным изменениям в режиме погоды в областях с жарким и сухим летом (например, на южной границе зоны смешенных лесов и в лесостепной зоне), дополнительно повышая как температуру, так и засушливость этих регионов.

Изменения температуры наиболее сильно проявляются в жаркие дни, в дневное время непосредственно в районе, где была выполнена модельная имитация изменения лесистости.

Характеристики влажности приземного воздуха и облачность нижнего яруса уменьшались при сценарии с обезлесением, и увеличивались в случае сценария облесения. Таким образом, облесение территории приводило к некоторому дополнительному увлажнению нижних слоев тропосферы, связанному, главным образом, с повышением эвапотранспирации. Процесс обезлесения, напротив, способствовал установлению более жаркой и сухой погоды, усилению скорости ветра. Одним из значимых эффектов изменения лесистости явилось изменение числа дней с туманами, причем этот эффект оказался более сильным для случаев с облесением. Отмеченные изменения затронули главным образом непосредственно регион с измененной лесистостью.

Суммируя результаты экспериментов можно отметить, что по абсолютной величине влияние процессов полного обезлесения (при современной 50% степени облесенности исследуемой территории) на летние температурные условия оказалось более значительным, чем процессы полного облесения. С другой стороны, влияние процессов облесения на осадкообразование, формирование туманов и режим ветра было либо соизмеримым, либо более значимым, чем при полном обезлесении.

Исследование было поддержано Российским научным фондом (грант 14-14-00956).

Список литературы:

1. Ривин Г.С., Розинкина И.А., Вильфанд Р.М., Алферов Д.Ю., Астахова Е.Д., Блинов Д.В., Бундель А.Ю., Казакова Е.В., Кирсанов А.А., Никитин М.А., Перов В.Л., Суркова Г.В., Ревокатова А.П., Шатунова М.В., Чумаков М.М. 2015. Система COSMO-Ru негидростатического мезомасштабного краткосрочного прогноза погоды Гидрометцентра России: второй этап реализации и развития - Метеорология и гидрология, №6, с. 58-70.

2. Dee D.P., Uppala S., Simmons A., et al. 2011. The ERA-Interim reanalysis: configuration and performance of the data assimilation system - Quart. J. Roy. Meteor. Soc., p. 553-597.

ИЗМЕНЕНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ПОТЕНЦИАЛА И СУРОВОСТИ КЛИМАТА СРЕДНЕЙ СИБИРИ К КОНЦУ ТЕКУЩЕГО ВЕКА ПО СЦЕНАРИЯМ CMIP5

Е.И. Парфенова, Н.М. Чебакова, Е.Г. Швецов
Институт леса им. В.Н. Сукачева СО РАН, ФИЦ КНЦ СО РАН
РФ, 660036, г. Красноярск, Академгородок, д. 50/28, lyeti@ksc.krasn.ru

Цель нашей работы – рассмотреть условия для жизнедеятельности человека на территории Средней Сибири с точки зрения показателей комфортности/суровости климата, которые будут меняться под влиянием прогнозируемого потепления климата к концу века.

Объекты и методы

Насчитывается около 30 показателей, используемых для характеристики эколого-ресурсного потенциала территории, необходимого для жизни и деятельности человека, на основе которых создаются карты природных условий жизни населения. Климатические показатели обычно включают: эффективные эквивалентные температуры января и июля; теплоощущение человека зимой и летом; температурные режимы зимы и лета; продолжительность экстремального периода и безморозного периода; продолжительность отопительного периода; годовые амплитуды среднесуточных температур; сумма температур за вегетационный период; продолжительность пасмурного периода; продолжительность периода с осадками; продолжительность периода со снегом; силу ветра; среднегодовая продолжительность метелей; средняя оценка совокупности климатических условий (Виноградова и др., 2008).

В настоящем сообщении была рассмотрена территория Средней Сибири в окне с координатами 85-105 в.д.; 51-75 с.ш., включающая Красноярский край, республики Хакасия и Тыва. Для оценки экологического потенциала территории мы принимаем показатель экологического потенциала ландшафта (ЭПЛ) в трактовке А.Г. Исаченко (2003), комплексно отражающий тепло- и влагоресурсы территории, а для характеристики суровости климата мы, вслед за Заболотником С.И. (2010), будем использовать два показателя: суммы температур ниже нуля и присутствие вечной мерзлоты. Географическое положение границы вечной мерзлоты рассчитывалось на основе климатических индексов тепло- и влагообеспеченности и годового количества осадков. Для определения параметров климата Средней Сибири конца текущего века были использованы данные IPCC 2013 (www.ipcc-data.org) – 5-го Доклада Меж-правительственной Группы Экспертов по Изменению Климата (МГЭИК). Были обработаны данные температур января и июля и годового количества осадков по 10 моделям общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) ведущих мировых климатических центров. Для исследуемой территории мы проанализировали прогнозные изменения аномалий указанных климатических показателей в соответствии с наиболее мягким (rcp 2.6) и наиболее жестким (rcp 8.5) сценариями изменения климата для 10 МОЦАО к 80-м годам текущего века с условным временным срезом 2070-2099 г.г. (www.ipcc-data.org). Как видно из рис. 1, значения аномалий этих показателей десяти МЦАО различаются в разы на территории Средней Сибири. Путем их простого усреднения был рассчитан ансамблевый сценарий изменения этих трех показателей для конца текущего века, по которым были построены слои основных климатических индексов, используемых в наших расчетах.

Результаты и обсуждение

Были получены карты распределения экологического потенциала ландшафта и суровости условий территории Средней Сибири для современного и прогнозного климата текущего века. Как видно из анализа распределений градаций суровости климата по

территории Средней Сибири, современный климат может быть охарактеризован как

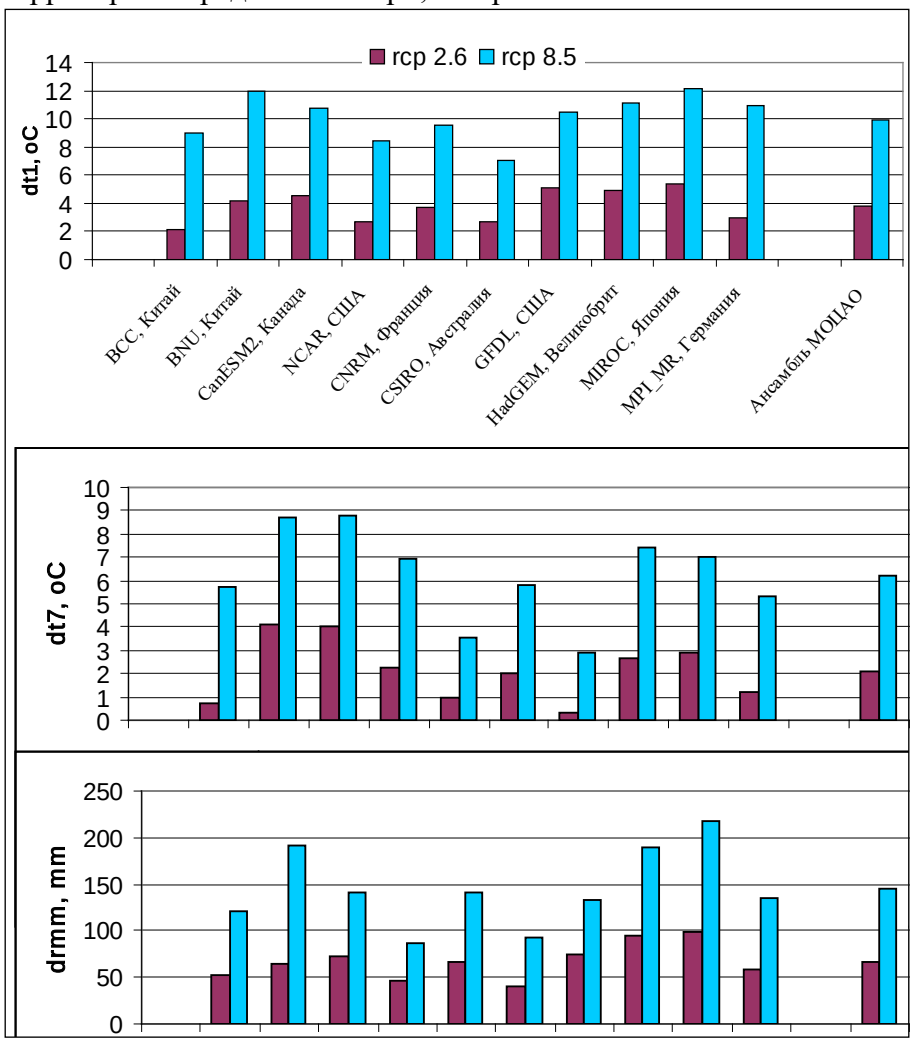


Рис. 1. Аномалии январской и июльской температуры и годовой суммы осадков для территории Средней Сибири по МОЦАО из 5-го отчета МГЭИК (2013)

суровый и неблагоприятный. Зона умеренных условий субширотно повторяет расположение зоны лесостепи и лишена неблагоприятного влияния вечной мерзлоты.

Как следует из прогнозных расчетов, к середине 2080-х на территории Средней Сибири произойдет смягчение климата, и большую часть территории будут занимать зоны с умеренными условиями и, в зависимости от сценария, с большим или меньшим участием зоны относительно благоприятных условий. Учитывая, что показатель суровости климата для территории России хорошо коррелирует с плотностью населения, можно предположить, что смягчение климата в будущем может привести к повышению уровня миграционной привлекательности территории Средней Сибири к концу текущего века.

Работа выполнена при поддержке РФФИ, грант 16-05-00496.

Список литературы:

1. Виноградова В.В., Золотокрылин А.Н., Кренке А.Н. Районирование территории Российской Федерации по природно-климатическим условиям/ Известия РАН, серия географич. 2008, N 5, с. 106-117.

2. Заболотник С.И. Суровость климатических условий на территории России/ География и природные ресурсы. 2010, N 3, с. 69-74.

Исаченко А.Г. Введение в экологическую географию. 2003. Издательство С.-Петербургского университета. 192 с.

СОВРЕМЕННЫЕ И ПРОГНОЗИРУЕМЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ ЛЕДОВОГО И ТЕРМИЧЕСКОГО РЕЖИМА РЕК АРКТИЧЕСКОЙ ЗОНЫ РОССИИ

С.А. Агафонова[1)], Д.В. Магрицкий[1)], Г.В. Суркова[1)], Н.Л. Фролова[1)]

[1)] МГУ имени М.В.Ломоносова, географический факультет
РФ, 119991, г. Москва, ГСП-1, Ленинские горы, sv_andreevna@mail.ru

Исследуемая территория расположена в пределах Арктической зоны России, где безопасность населения и хозяйства нередко лимитирована опасными ледовыми явлениями. В данной работе были использованы данные наблюдений за период 1936–2014 гг. на 230 гидрологических постах (гп), расположенных на 146 реках, среди них 20 рек с площадью водосбора более 50 000 км^2. Для описания ледового режима рек исследуемой территории потребовалось восстановление коротких рядов данных, которое проводилось методом гидрологической аналогии с использованием информации по створам, расположенным на реках со схожими физико-географическими условиями и характеристиками водосборов. Оценка современных изменений ледового режима проводилась, прежде всего, для сроков ледовых явлений, их продолжительности, максимальных значений толщины льда на реках, а также значений теплового стока рек.

Реки исследуемой территории характеризуются устойчивым ледоставом, исключения составляют порожистые участки и истоки из крупных озер. Ледостав также не наблюдается на участках сброса промышленных сточных вод, ниже плотин ГЭС. Лед на реках появляется в среднем в первых числах октября на северо-востоке территории, в середине октября на реках Западной Сибири и к концу октября на реках европейского части исследуемой территории. Замерзание на средних и больших реках сопровождается шугоходом и ледоходом, на реках Карелии и Кольского полуострова – образованием зажоров. Толщина ледяного покрова к концу ледоставного периода достигает в среднем 70 – 90 см в пределах европейской территории, до 130 – 150 см для большей части азиатской территории и до 200 см для северо-востока. Очищение рек ото льда сопровождается весенним ледоходом. На малых, карстовых, а также перемерзающих реках весеннего ледохода не наблюдается, лед тает на месте. Средние сроки начала весеннего ледохода имеют четкое пространственное распределение по территории: середина мая для европейской части, конец мая – первые числа июня для основной части азиатской территории и середина июня – для бассейна р. Пясина. Таким образом, средняя продолжительность периода с ледовыми явлениями на реках Арктической зоны составляет от 200 сут для рек Кольского полуострова до 260 сут для северо-востока территории и п-ва Таймыр.

Тепловой сток рек W_T, впадающих в моря Российской Арктики, довольно велик, несмотря на относительно низкие значения температуры воды и короткий теплый период (с температурами воды выше 0°С). Больше всего теплоты в год выносят в дельты (и соответственно в моря) наиболее водоносные реки региона. Общий сток теплоты в арктические моря России оценен приблизительно в 78600×10^{12} кДж/год (Магрицкий, 2009). На долю рек водосборов морей Карского и Лаптевых приходится 48 и 28% этой величины соответственно. Основная часть теплового стока крупных рек Белого моря формируется весной (апрель–май – 24–28%) и летом (июнь– август – 58–65%), а у остальных арктических рек – в летние месяцы: 82% у р. Печора, 85–92% у больших рек водосбора Карского моря, 89–96% у больших рек водосбора моря Лаптевых, 88–92% у больших рек водосбора Восточно-Сибирского моря, 96% у р. Амгуэма.

У незарегулированных водохранилищами рек в основном наблюдается многолетнее увеличение температуры воды и теплового стока, особенно со второй половины 1980-х гг. У р. Онега оно составило в 1976–2013 гг. около 6%, у рек Северная Двина и Печора – около 10 – 11%, у р. Лена – 4,5%. Рост отмечен как в период половодья, так и в летне-осенний меженно-паводочный сезон.

Для анализа временной изменчивости характеристик ледового режима сравнивались 2 периода: 1961–1990 и 1991–2014 гг. Изменение характеристик ледового режима в период замерзания в последние годы выражается в смещении сроков появления льда и установления ледостава в сторону более поздних. На многих реках Европейской территории России происходит незначительное увеличение продолжительности шугохода, что часто приводит к формированию зажоров льда. Ледостав на таких участках устанавливается при более высоких уровнях воды. Изменение характеристик ледового режима в весенний период в последние годы выражается в смещении сроков вскрытия и очищения ото льда в сторону более ранних. Изменения даты вскрытия рек статистически не значимы практически для всех постов, за исключением рек Карелии и Кольского полуострова.

Для оценки возможных будущих изменений были выявлены связи метеорологических характеристик холодного периода и основных характеристик ледового режима. В качестве исходных данных использовались ежегодные значения за холодный период сумм твердых осадков, мм; сумм отрицательных температур воздуха,°С; сумм положительных температур воздуха, °С; число дней с температурой воздуха выше 0°С, сут; число дней с температурой воздуха ниже 0°С, сут; а также ежегодные значения продолжительности периода с ледовыми явлениями, сут; продолжительности ледостава, сут; максимальной толщины льда, см за период 1961–2009 гг. Значения метеорологических характеристик были получены по данные реанализа TCR с временным разрешением 1 сут и пространственным расширением, соответствующим сетке 1.9° x 1.9° широты и долготы. Реанализ TCR 20 века (Compo et al., 2011) NCEP/NCAR представляет собой совместный проект Национальных Центров Окружающей Среды (National Centers for Environmental Prediction) – NCEP и Национального Центра Изучения Атмосферы (National Center for Atmospheric Research) – NCAR. Ежегодными данными была охвачена территория между 60–69°с.ш. и 30–90°в.д.

Полученные зависимости были использованы для оценки возможных изменений характеристик ледового режима для временных срезов 2046–2065 гг. и 2081–2100 гг. В качестве исходных климатических данных (Суркова, 2015) использовались отклонения климатических показателей относительно периода 1961–1990 гг. по результатам модели ИВМ РАН (INMCM4) для наиболее «жесткого» сценария проекта CMIP5 – RCP8.5. Изменения средней продолжительности ледостава и периода с ледовыми явлениями для выбранной территории к середине XXI в. составят 5–10 сут, изменения толщина льда к концу зимнего периода 5–10%. Изменения к концу XXI в. для продолжительности ледовых периодов составят до 40 сут., для толщины льда – около 20%. Полученные результаты оценки возможных будущих изменений ледового режима были представлены в виде карт.

Список литературы:

1. Суркова Г.В. 2015. Климатические ресурсы современного климата в середине и конце 21 века как основа прогноза социально-важных показателей в Арктике. – В кн.: Меняющийся климат и социально-экономический потенциал Российской Арктики – М., Лига-Вент, с. 7-20.
2. Магрицкий Д.В. 2009. Тепловой сток рек в моря Российской Арктики и его изменения. – Вестник Московского университета. Серия 5: География, № 5, с. 69-77.
3. Compo, G.P., J.S. Whitaker and etc., 2011. The Twentieth Century Reanalysis Project. Quarterly J. Roy. Meteorol. Soc., 137, p. 1-28. DOI: 10.1002/qj.776
4. IPCC, 2013: Summary for Policymakers. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

СВЯЗЬ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА НА ПОБЕРЕЖЬЕ АРКТИКИ С ОСАДКАМИ В БАССЕЙНЕ ВОЛГИ

Н.К. Кононова[1)], О.Ф. Самохина[2)]

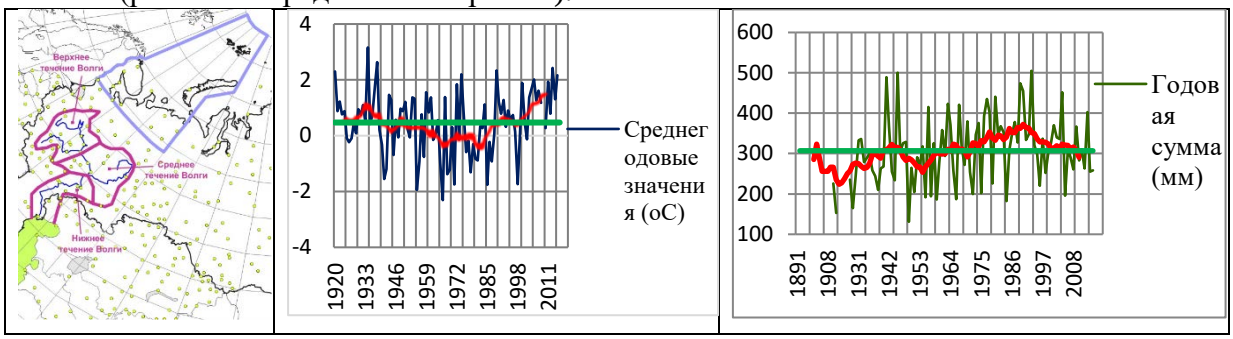
[1)] Институт географии РАН,
РФ, 109017 Москва, Старомонетный пер., 29, NinaKononova@yandex.ru
[2)] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д., 20Б samoxinao@yandex.ru>

У Л.С. Берга (Берг, 1947) есть работа об уровне Каспийского моря и условиях плавания в Арктике, в которой показано, что уровень Каспия зависит от количества осадков, в основном зимних, в бассейне Волги. Мы решили продолжить это исследование, использовав данные метеорологических наблюдений за температурой воздуха на побережье Арктики, за количеством осадков в бассейне Волги, а также сведения об изменении характера циркуляции атмосферы в XX – XXI вв.

В работе использована База климатических данных ИГКЭ (http://www.climatechange.su). По месячным значениям температуры воздуха 17 арктических станций, расположенных на берегах арктических морей и работающих по настоящее время, рассчитаны средние значения за тёплое, холодное полугодия и годовые средние. Аналогичные расчёты проведены для 48 станций, расположенных севернее 60° с. ш. В бассейне Волги были выбраны 5 станций, расположенных в верхнем и среднем течении, и 6 станций в нижнем течении, для которых были проведены аналогичные расчёты сумм осадков.

Для анализа изменения характера циркуляционных процессов использована типизация циркуляции атмосферы Северного полушария, разработанная Б.Л. Дзердзеевским, В.М. Курганской и З.М. Витвицкой (Дзердзеевский и др., 1946). Проанализирован Календарь последовательной смены элементарных циркуляционных механизмов (ЭЦМ) за 1899-2015 гг. Проанализированы расчёты продолжительности ЭЦМ и групп ЭЦМ для Северного полушария в целом и для секторов, в которых расположена Россия (Дзердзеевский, 1970; Колебания циркуляции атмосферы…, www.atmospheric-circulation.ru)

Корреляции рассчитывались по рядам: аномалий температуры воздуха на севере России, аномалий осадков в Верхнем, Среднем и Нижнем течении Волги; ряды получены осреднением по площадям регионов, как в действующей технологии мониторинга климата в ИГКЭ (регионы осреднения см. рис.1а).



а) б) в)

Рисунок 1. Регионы осреднения (а) и изменение средней годовой температуры на станции Мурманск (а) и годовой суммы осадков на станции Александров Гай (б).

Получены следующие результаты.

На всём арктическом побережье России отмечается два периода потепления: 20-30 годы XX века и с 80-х годов XX века по настоящее время. В качестве примера приводим изменение средней годовой температуры в Мурманске (рис. 1б). Максимума потепление достигло в последние годы. Первое потепление относится к зональной эпохе (Дзердзеевский, 1968), когда континентальные антициклоны были смещены к югу, а по арктическим и субарктическим широтам проходили атлантические циклоны. Второе потепление относится к периоду роста блокирующих процессов (Кононова, 2015. В связи с преимущественно антициклоническим режимом циркуляции над Евразией количество осадков в бассейне Волги с начала 90-х годов уменьшается (рис. 1в). Связь осадков в бассейне Волги с температурой на побережье Арктики преимущественно отрицательна, особенно в Среднем и Нижнем течении Волги в зимний период (табл. 1).

Таким образом, положение, высказанное Л.С. Бергом в отношении первого потепления Арктики, оказывается справедливым и в отношении второго.

Таблица 1. Коэффициенты корреляции между аномалией температуры на севере европейского побережья российской Арктики и аномалиями осадков в бассейне Волги.

Период	Течение	**1886-2015**	**1920-2015**	**1920-1940**	**1941-1975**	**1976-2000**	**2001-2015**
год	верхнее	-0,3	-0,2	**-0,4**	-0,3	-0,2	0,3
зима	верхнее	-0,3	-0,1	-0,2	-0,2	0,0	-0,1
год	нижнее	-0,1	-0,2	**-0,4**	**-0,4**	0,0	0,0
зима	нижнее	**-0,4**	**-0,4**	-0,2	-0,3	**-0,5**	**-0,6**
год	среднее	-0,2	-0,2	-0,3	-0,3	-0,3	0,3
зима	среднее	-0,3	-0,2	0,0	-0,2	-0,3	-0,3

Список литературы

1. База климатических данных ИГКЭ. Режим доступа: http://www.climatechange.su
2. Берг Л.С. Уровень Каспийского моря и условия плавания в Арктике // Климат и жизнь, - ОГИЗ, М.: 1947, с. 90-95.
3. Дзердзеевский Б.Л. Циркуляционные механизмы в атмосфере северного полушария в XX столетии Материалы метеорологических исследований, изд. ИГ АН СССР и Междувед. Геофиз. Комитета при Президиуме АН СССР. М., 1968, 240 с.
4. Дзердзеевский Б.Л. Сопоставление характеристик атмосферной циркуляции над Северным полушарием и его секторами // Материалы метеорологических исследований. М., 1970. С. 7–14.
5. Дзердзеевский Б.Л., Курганская В.М., Витвицкая З.М. Типизация циркуляционных механизмов в Северном полушарии и характеристика синоптических сезонов // Тр. науч.-исслед. учрежд. Гл. упр. гидрометеорол. службы при Совете Министров СССР. Сер. 2, Синоптическая метеорология; Вып. 21: Центральный институт прогнозов. М.; Л.: Гидрометиздат. 1946. 80 с.
6. Колебания циркуляции атмосферы северного полушария в XX – начале XXI века. (www.atmospheric-circulation.ru)
7. Кононова Н.К. (2015). Изменения циркуляции атмосферы Северного полушария в XX-XXI столетиях и их последствия для климата. // Фундаментальная и прикладная климатология, 2015, № 1, с. 127-156

ОЦЕНКА ПРЕДСТОЯЩИХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В АТЛАНТИКО-ЕВРАЗИЙСКОМ СЕКТОРЕ ПОЛУШАРИЯ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ ФИЗИКО-СТАТИСТИЧЕСКОГО ПОДХОДА (НА ПРИМЕРЕ ЗИМЫ)

С.В. Морозова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского

РФ, 410026, г.Саратов, ул. Астраханская, д. 83, swetwl @yandex.ru

Для оценки предстоящих изменений климата наиболее важным является изучение факторов, вызывающих эти изменения. По современным представлениям изменения в земной климатической системе (ЗКС) происходят под действием естественных и антропогенных факторов. Моделирование будущих климатических изменений под влиянием только антропогенного фактора (как правило, эмиссия углекислоты) привело к существенному завышению ожидаемых значений приповерхностной температуры воздуха (IPCC, 2014). Поэтому при разработке климатических сценариев необходимо учитывать действие естественных факторов, которые являются мощными рычагами, способствующими сохранению равновесного состояния в ЗКС. Однако, выявление роли естественных факторов в климатических процессах весьма затруднительно. Во-первых, естественные факторы гораздо сложнее включать в модели, чем антропогенные, Во-вторых, естественных факторов великое множество, из которых большинство нам неизвестно. Кроме того, действие естественных факторов реализуется через сложнейшую систему внутренних обратных связей, поэтому изучение влияния каждого из них в отдельности представляется мало перспективным. Обойти выше указанные трудности позволяет подход, основанный на физико-статистическом анализе климатического режима общей циркуляции атмосферы (ОЦА). ОЦА компилирует совокупное действие множества внешних и внутренних воздействий, чутко реагирует на все изменения в ЗКС, и почти мгновенно выражает это аномалиями своего режима. Изучение состояния структурных элементов ОЦА на фоне наблюдаемой климатической изменчивости с учетом консервативности процессов в ЗКС позволит определить основные тенденции будущей климатической изменчивости. Изучая поведение объектов циркуляции глобального масштаба, можно предварительно оценить будущий характер глобальных климатических изменений; рассматривая состояние структурных элементов ОЦА более мелких масштабов, можно сделать заключение об основных чертах регионального климата. В настоящей статье представим результаты оценок предстоящих климатических изменений в Атлантико-Евразийском секторе полушария в зимние месяцы.

Периоды климатической изменчивости выделялись по изменениям средней годовой приповерхностной температуре Северного полушария. Объектами изучения стали барические поля на среднем уровне тропосферы, осредненные за естественные климатические периоды состояния ЗКС с учетом имеющегося достоверного синоптического материала – стабилизация (1956 – 1970 гг.), активная фаза потепления (1971-1994 гг.) и фаза замедления потепления (1995-2010 гг.). За обозначенные временные промежутки строились средние многолетние барические поля поверхности АТ-500. Помимо средних многолетних барических полей строились поля отклонений геопотенциала от среднеширотных значений.

Анализ исходного материала показал, что в каждом зимнем месяце существуют свои особенности изменения характера циркуляции от одного климатического периода к другому. В соответствии с зимним термическим режимом суша – море в средней тропосфере над океаном формируется барический гребень, над континентом – барическая ложбина. Однако средние многолетние барические поля существенно различаются между собой и локализацией барических ложбин и гребней, и степенью развития меридиональности. Наиболее сильные изменения в характере циркуляции из всех зимних месяцев на пространстве первого естественного синоптического района (I е.с.р.) прослеживаются в январе. В период стабилизации барический гребень располагался над

Северной Атлантикой с осью, проходящей с восточного побережья Гренландии на запад Пиренейского полуострова, а сопряженная с ним ложбина - над востоком и югом Европы. Ось ложбины ориентирована с Новой Земли на Балканы. Максимальные разности между аномалиями геопотенциала в очагах положительных и отрицательных отклонений велики и составляют 8 – 17 гп. дам. В активную фазу второй волны глобального потепления наблюдаем смещение к востоку и барического гребня, и сопряженной с ним ложбины примерно на 10-15°, при этом амплитуда волн значительно уменьшилась. Размах отклонений геопотенциала на разных широтах не превышает 8-10 гп. дам. Таким образом, одновременно с восточным смещением климатических ложбин и гребней произошло и усиление зональности течений ОЦА. Такая перестройка поля давления способствует смягчению погодных условий января в активную фазу потепления. Отметим, что первая фаза второй волны глобального потепления характеризовалась ростом температур именно холодной части года, что было наиболее заметным в январе (Клименко, 1995). В фазу замедления потепления наблюдаем «обратное», западное смещение барических ложбин и гребней и усиление степени меридиональности процессов в Атлантико-Евразийском секторе полушария. Размах отклонений геопотенциала на разных широтах достигает 14-18 гп. дам. Такая перестройка поля геопотенциала, несомненно, свидетельствует о том, что погодные условия января в фазу замедления потепления идентичны холодным условиям январей конца 50-х – 60-х годов на ЕЧР. Учитывая инерционность земной климатической системы и выявленную перестройку полей геопотенциала, автор высказывал предположения о будущей климатической изменчивости на пространстве I е.с.р., заключающейся в увеличении повторяемости морозных зим в Восточной Европе (Морозова, 2011, 2012). Подтверждением этого стали холодные зимние сезоны 2009-2010 гг, 2012-2013 гг, 2016-2017 гг. на Восточно- Европейской равнине.

Изучение изменений полей геопотенциала от периода к периоду в декабре и феврале позволило заключить, что локализация барических гребней и ложбин изменялась аналогично январской, но степень их развития была несколько слабее. Тем не менее, усиление зональности течений в первую фазу глобального потепления по сравнению с двумя другими периодами характерно для всех зимних месяцев. В декабре, в отличие от остальных зимних месяцев, в фазу замедления потепления над востоком Русской равнины выявился довольно обширный очаг положительных отклонений геопотенциала. Наличие такого очага указывает на более частое установление блокингов над этим регионом, на основании чего можно сделать заключение о смещении фазы самых сильных морозов с конца зимы (февраль) на ее начало (декабрь). Увеличение степени меридиональности процессов на пространстве I е.с.р. указывает на увеличение повторяемости холодных зим и в Западной Европе, яркой иллюстрацией чего стала очередная холодная зима 2016-2017 гг. Учитывая, что наибольший вклад в глобальное потепление вносят именно зимние сезоны, то можно ожидать замедление темпов потепления и некоторую стабилизацию в ходе средней полушарной температуры воздуха, что сейчас стало очевидным.

Список литературы:

1. Клименко Л.В. 1995. Об изменении климата в центре Русской равнины. –Вестн. Моск. ун-та. Сер. 5.География, № 6, с. 75-78.
2. Морозова С.В. 2011. Циркуляция атмосферы как фактор изменчивости регионального климата. – В кн.: Глобальные и региональные изменения климата. – Киев.:Ника-центр, 2011, с.96-101.
3. Морозова С.В. 2012. Характер циркуляции атмосферы в атлантико-евразийском секторе полушария как индикатор климатических изменений на Русской равнине (на примере зимы). – Изв Сарат. ун-та. Новая серия, т. 12, вып. 2, с. 34-37.
4. IPCC 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

ОЦЕНКА НЕОБХОДИМОГО КОЛИЧЕСТВА ИЗМЕРЕНИЙ ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ ЛИМНИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КРУПНОГО ОЗЕРА

М.А. Науменко [1], А.С. Киракозов [2]

[1)]ФГБУ Институт озероведения РАН, г. Санкт-Петербург, Севастьянова, 9.
naumenko@limno.org.ru,

[2)]ФГБУ Северо-Западное УГМС, РФ, г. Санкт-Петербург, В.О., 23 линия, д.2а.
artur.tigra@yandex.ru

Для оценки климатических изменений лимнических параметров в крупнейшем европейском озере – Ладожском требуется проведение длительных наблюдений, причем для детектирования значимых трендов необходимо выполнить достаточно большое количество единовременных измерений по всей акватории. Мы используем подходы математической статистики для определения необходимого количества станций для нахождения среднего с заданной точностью (Карасев,1968). Известная формула связывает количество станций N_{cm} со степенью изменчивости лимнического параметра (дисперсией D) и заданной точностью V

$$N_{cm} = D \times (V^2)^{-1}$$

Три параметра с различной степенью изменчивости были выбраны для оценки необходимого количества измерений на акватории Ладожского озера в предположении , что они проведены на достаточно равномерной сетке за небольшой промежуток времени: прозрачность воды , температура поверхности воды и температура приводного слоя воздуха. Предварительный анализ пространственно-временной изменчивости выбранных параметров с использованием базы данных по Ладожскому озеру (Гузиватый и др.,1998) позволил сделать оценки дисперсий по шести лимнических зонам: разные гидрологические параметры имеют различную степень изменчивости в зависимости от зоны и сезона. Это положение позволяет утверждать, что количество станций измерений для различных параметров и времени года будет различно для получения достоверной оценки среднего. На рис. приведены графики изменения необходимого количества станций для трёх лимнических параметров в зависимости от даты измерений. Например, для оценки средней температуры воздуха и воды с точностью в $0{,}1^0$С необходимо сделать в июне около двух тысяч станций (измерений), а для оценки средней прозрачности воды с точностью в 0,1 м необходимо сделать в июне всего две сотни станций. Очевидно, чем выше требуемая точность измерений, тем большее количество измерений необходимо для достижения достоверного среднего (значимого) значения. Полученные результаты подтверждают тот факт, что количество станций может меняться в зависимости от сезона, что связано со степенью корреляции между станциями наблюдений в Ладожском озере в период стратификации (Naumenko,1994). Таким образом, количество станций наблюдений за гидрометеорологическими параметрами зависит от: **даты** измерений, необходимой **точности** измерения, степени изменчивости гидрологического **параметра**, лимнической **зоны** озера. В зависимости от заданной точности измерений количество станций наблюдений может меняться на 2 порядка (в 100 раз). Примененную методику расчета количества измерений можно использовать и для других лимнических параметров: электропроводности, содержания кислорода и биогенных элементов и т.п. Для обнаружения достоверных климатических изменений гидрологических параметров крупного озера необходимо задать высокую точность оценки среднего, что требует большого количества измерений на акватории большого озера, в этом случае дистанционные измерения температуры поверхности крупных озер представляют важный ресурс анализа.

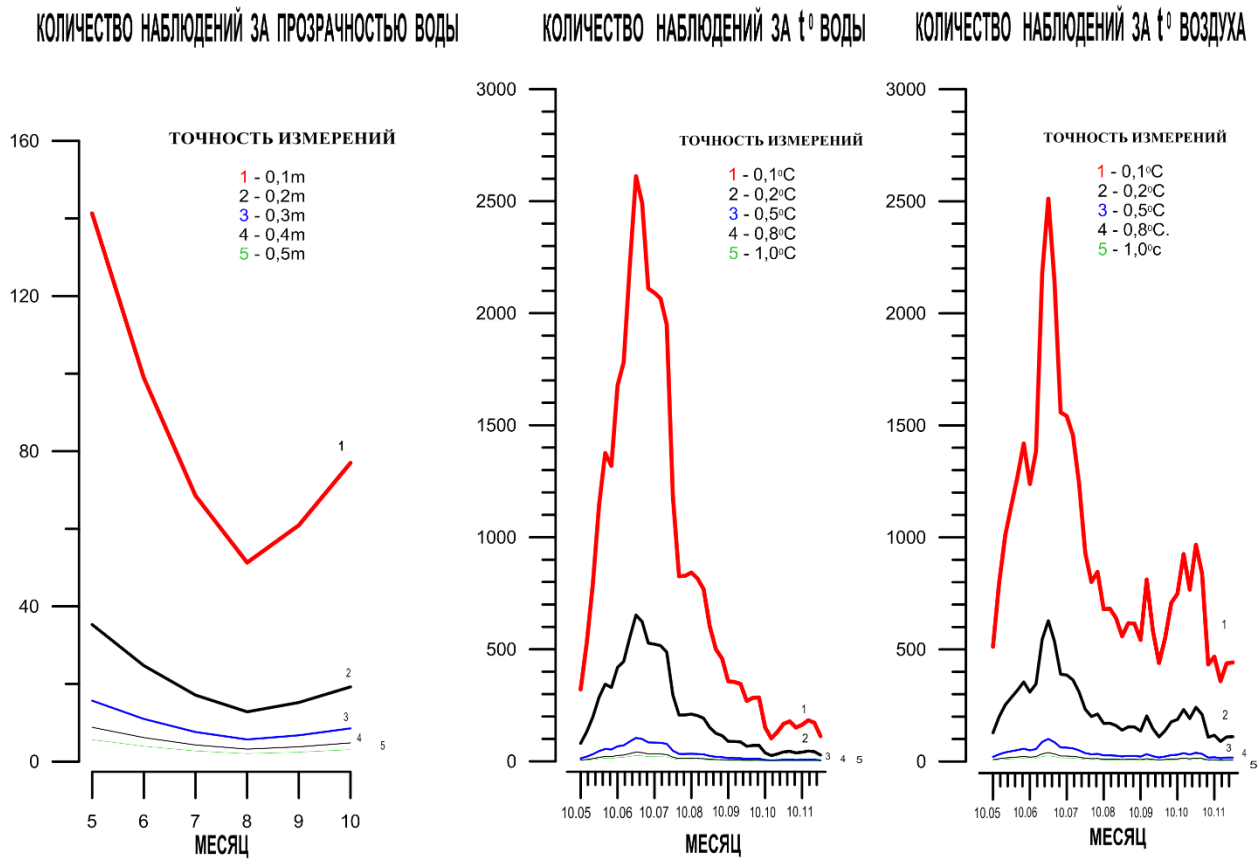


Рис.1. Совмещенные графики количества измерений для 3х лимнических параметров

Список литературы:

1. Гузиватый В.В., Каретников С.Г. Науменко М.А.Опыт создания и использования банка термических данных Ладожского озера . География и природные ресурсы. 1998. № 3, с.89-96.
2. Карасев И. Ф. О принципах размещения и перспективах развития гидрологической сети – Труды ГГИ, 1968, вып. 164, с. 3 – 36.
3. Naumenko M.A.Some aspects of the thermal regime of Large Lakes: Lake Ladoga and Lake Onega,Water Pollution Research journal of Canada,1994,Volume 29, No 2, pages 423–439.

МОНИТОРИНГ ВАРИАЦИЙ МАГНИТНОГО ПОЛЯ ЗЕМЛИ НА ВЫСОКОГОРНОЙ БИОСФЕРНОЙ СТАНЦИИ ДЖУГА ДЛЯ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ГЛОБАЛЬНОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ПРИРОДНЫХ СОБЫТИЙ

А.Н. Лукин[1)], П.Г. Родимцев[2)], Н.Б. Ескин[2)]

[1)] Западно-Кавказский научный Центр;
Филиал ФГБО УВПО "Российский государственный гидрометеорологический университет" (РГГМУ) в г. Туапсе,
РФ, 352808, г. Туапсе, Тупик Звездный, д. 9, lukin@wcrc.ru
[2)] ФГБУ «Кавказский государственный природный биосферный заповедник им. Х.Г. Шапошникова»,
РФ, 354340, г. Сочи, Адлерский район, ул. К. Маркса, д.8, rodimcev@rambler.ru

В связи с непрерывным возрастанием актуальности проблемы глобального изменения климата, особую значимость приобретает разработка новых технологий прогнозирования экстремальных природных событий.

С целью комплексного изучения последствий изменения климата, связи между погодными аномалиями и землетрясениями, мониторинга предвестников экстремальных природных событий и повышения уровня экологической безопасности Краснодарского Причерноморья, на высокогорной станции биосферного мониторинга «Джуга» Кавказского государственного природного биосферного заповедника им. Х.Г. Шапошникова начата реализация нового научно-исследовательского проекта. Проект предусматривает выполнение мониторинга вариаций магнитного поля Земли на регулярной основе и разработку нового инструментария прогнозирования экстремальных природных событий, («Джуга» развивается, 2016). На биосферной станции «Джуга» обеспечивается исключительно чистая электромагнитная обстановка, необходимая для нормального функционирования научной аппаратуры, регистрирующей вариации геомагнитного поля. В течение последних нескольких лет, на станции «Джуга» реализованы современные технологии автономного электроснабжения объектов связи и научной инфраструктуры. Станция располагает ветро-солнечной электростанцией номинальной мощностью 3 кВт. В составе энергосистемы работают солнечные модули Sunspare, общая мощность которых составляет 2.4 КВт, ветрогенератор, использующий эффект магнитной левитации Maglev мощностью 0.6 КВт, и энергосистема Сорокопут-3000. Установка на станции «Джуга» спутниковой системы передачи данных открыла принципиально новые возможности для выполнения научных исследований. В настоящее время на станции «Джуга» установлен и протестирован протонный магнитометр ММП-203, предоставленный Институтом земного магнетизма, ионосферы и распространения радиоволн им. Н.В. Пушкова Российской академии наук (ИЗМИРАН). Для организации пространственного геомагнитного мониторинга, аналогичный магнитометр планируется разместить на кордоне Гузерипль Кавказского заповедника. Здесь же планируется установить магнито-вариационную станцию.

С целью разработки новых технологий прогнозирования экстремальных природных событий нами анализируются закономерности взаимодействия глобальных электромагнитных и акустических колебательных систем Земли с экстремальными проявлениями космической погоды.

Активные процессы в атмосфере Солнца, сопровождающиеся изменением уровней электромагнитного излучения и потоков частиц в межпланетном пространстве, вступая во взаимодействие с оболочками Земли (магнитосферой, ионосферой и др.) преобразуются в экологически значимые изменения электромагнитного, акустического и радиационного фона, а также обычной погоды. Исследованиями последних десятилетий установлено, что космическая погода всегда и в глобальном масштабе влияет на все многообразие биологических процессов на Земле, (Владимирский, 2016). Космическая погода имеет

потенциал, способный воздействовать на жизнь и создавать угрозу безопасности на целых континентах. Экстремальная космическая погода может рассматриваться как потенциальная угроза для экономики и национальной безопасности страны.

В результате взаимодействия электромагнитного излучения космического происхождения с аэрозольной атмосферой могут генерироваться интенсивные акустические колебания в различных диапазонах частот - от слышимых звуков до акустико-гравитационных волн. Фактически, аэрозольная атмосфера, имеющая сложную структуру, реализует механизм сонификации космического электромагнитного излучения.

Повышение геомагнитной активности, равно как и снижение солнечной активности (что соответствует росту совокупного показателя отношения геомагнитной активности к солнечной) приводят к усилению атмосферного инфразвука. Совместное действие магнитного поля и инфразвуковых колебаний может оказывать более сильное воздействие, чем каждое поле в отдельности. Инфразвук может создавать на поверхности Земли знакопеременные напряжения и проникать на значительные глубины в литосферу. Проникая в литосферу, инфразвуковые колебания влияют на скорость перемещения флюидов, теллурические электрические поля и на локальные сейсмические колебания. Такие процессы происходят на больших территориях и могут оказывать существенное влияние на сейсмическую активность. В характере взаимообмена колебательной энергией между литосферой и атмосферой могут проявляться процессы подготовки крупных землетрясений. Инфразвуковые колебания в атмосфере влияют на еще один жизненно важный элемент атмосферы - озоновый слой. Под влиянием инфразвука интенсифицируются химические реакции в атмосфере и процессы конденсации паров воды. При конденсации выделяется значительное количество теплоты, что приводит к перестройке динамики атмосферных процессов. Таким образом, инфразвук является как фактором влияния на геосферные процессы, так и носителем информации о их состоянии.

Причиной возбуждения ионосферной плазмы на уникальных резонансных частотах – Шумановских резонансов, являются не только процессы в нижней атмосфере (вариации проводимости и неоднородностей, разряды атмосферного электричества (Balser и Wagner, 1960)), но и процессы, зависящие от солнечной активности (солнечного ветра). Вариации геомагнитного поля также инициируют эффект Шумановского резонанса – явление образования стоячих электромагнитных волн в резонансной полости между поверхностью земли и ионосферой в области низких и сверхнизких частот. Согласно спутниковых наблюдений на низкой околоземной орбите (450-800 км.), возбуждение Шумановского резонанса было зарегистрировано на расстояниях от Земли выше ионосферы (Simoes, 2011). В частности, солнечный ветер способен оказывать влияние на интенсивность резонансных колебаний и их частоты.

Развиваемое направление исследований является новым для Западно-Кавказского региона и открывает принципиально новые возможности для повышения уровня экологической безопасности Краснодарского Причерноморья.

Список литературы:

«Джуга» развивается | Кавказский государственный природный биосферный заповедник (17.08.2016) [Электронный ресурс]: http://kgpbz.ru - Режим доступа: http://kgpbz.ru/node/638 / 18.11.2016.

Владимирский Б.М. 2016. Космическая погода и Биосфера-Ноосфера-Техносфера: механизмы воздействия // Наука и технологические разработки, т. 95, № 1, с. 22-36.

Balser M., Wagner C. 1960. Observations of Earth – Ionosphere Cavity Resonances // Nature, 188, p. 638–641.

Simoes F., Pfaff R., Freudenreich H. 2011. Satellite Observations of Schumann Resonances in the Earth’s Ionosphere // Geophysical Research Letters, v. 38, L22101, 5 p.

ОБ ОДНОМ МЕТОДЕ СОВМЕСТНОГО ИССЛЕДОВАНИЯ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПОЛЕЙ

Э.В. Иванова [1,2], С.Г. Катаев[3], С.С. Катаева [4]

[1] Институт мониторинга климатических и экологических систем СО РАН,
РФ, 634055, г. Томск, пр. Академический, 10/32, ehllai@rambler.ru

[2] Томский государственный архитектурно-строительный университет,
РФ, 634063, г. Томск, пл. Соляная, 3, Ivanova.ellai@yandex.ru

[3]Томский государственный педагогический университет,
РФ, 634061, г. Томск, ул. Киевская, д. 60, sgkataev@sibmail.com

[4] Национальный исследовательский Томский государственный университет,
РФ, 634061, г. Томск, ул. Ленина, д. 36, sskataeva@sibmail.com

Существует несколько проблем в представлении результатов исследования поведения метеорологических полей на конкретной территории. Одна из таких проблем связана с тем, что измерения метеорологических параметров часто производятся на одной территории, но в разных пространственных точках, и это затрудняет их совместное исследование. Другая проблема – отсутствие единого, общепризнанного способа описания временной динамики пространственных полей метеорологических параметров. Мы предлагаем подход, состоящий из поэтапного применения процедур классификации и интерполяции поля метеорологического параметра (МП). При этом под *классификацией* понимается процедура, позволяющая разбить все множество объектов на классы, руководствуясь определённым правилом отнесения конкретного объекта к определенному классу. *Пространственная интерполяция* представляет собой трансляцию свойств поля на участки, не охваченные измерениями. Совместное применение указанных процедур позволяет получать и описывать структуру полей данных. Надо отметить, что классификация и интерполяция хорошо дополняют друг друга и усиливают эффективность всего подхода. Так, например, как было показано в (Катаев, Катаева, 2013) проведение кластеризации исходного геофизического поля методом выделения структур (Катаев, Катаев, 2012) дает возможность более качественно проводить процедуру интерполяции (по методу Л.С. Гандина (Гандин, Каган, 1963)) – средняя квадратичная ошибка при взаимной интерполяции уменьшается на 20-30%. Для описания динамики мы предлагаем также использовать результаты классификации исследуемых полей отдельно за каждый календарный месяц. В результате этой процедуры каждая пространственная точка в каждый месяц будет принадлежать к определенному классу, т.е. за год ей будет соответствовать последовательность из 12 чисел – номеров классов. Будем называть эту последовательность годовой траекторией точки. Аналогичным образом можно определять и сезонные траектории. Определив траектории отдельно для каждого метеопараметра, можно находить пространственные области, обладающие одинаковыми траекториями отдельно по каждому параметру, сразу по двум, трем и т.д., параметрам

Предложенный подход был применен к исследованию полей среднемесячных значений температуры (818 и 134 станции) и давления (288 и 101 точка) в Северном полушарии и на азиатской территории России (АТР) соответственно за период 1955-2010 гг. В результате проведения поэтапного применения процедуры классификации и интерполяции была сгенерирована сеть из более чем 2000 виртуальных точек и проведена классификация отдельно температурных полей и полей давления отдельно за каждый месяц.

Проверка качества интерполяции осуществлялась с использованием процедуры взаимной интерполяции. В качестве параметра качества интерполяции были выбраны средние только по базисным станциям значения среднеквадратичной ошибки между истинным и интерполированным сигналом (СКО). Так, для поля давления (Северное полушарие) без учета классового деления СКО равен 3,2 МПа; с учетом классов – 2,87 МПа; с учетом классового деления по только виртуальным точкам СКО равен 1,54 МПа. СКО для поля температуры при этом уменьшилось не столь существенно, только на 15 %.

Далее были построены годовые траектории для каждой пространственной точки. В результате, в АТР для температурного поля выделился 71 район, для поля давления – 57 районов, а при совместном учете обоих полей получилось 156 районов, обладающих схожей динамикой. В качестве дополнительной совместной характеристики, описывающей динамику классов температуры и давления, предлагается использовать, например, временное поведение отношения среднеклассовых значений давления (P) к температуре (T) (рис. 1) или фазовые портреты в координатах P,T.

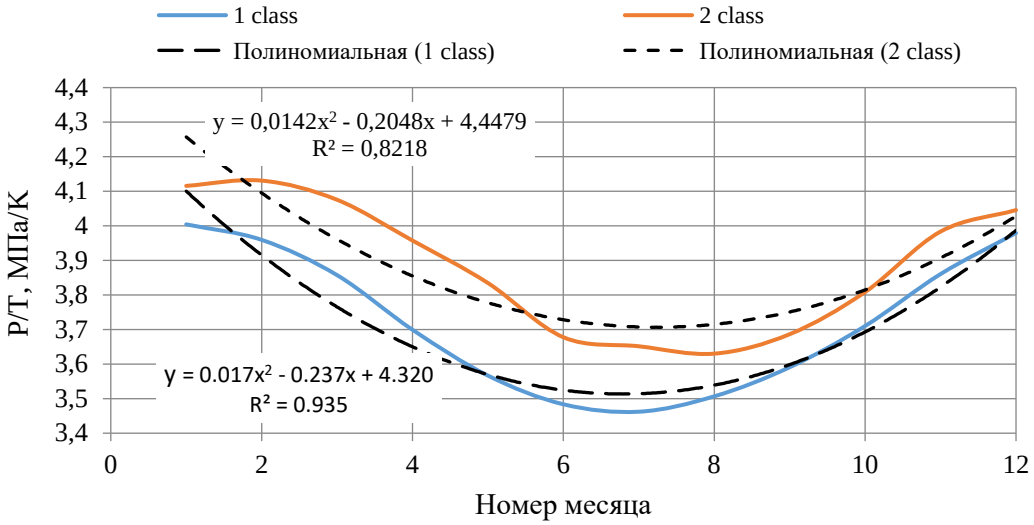


Рис. 1. Отношения среднеклассовых значений давления к температуре для 1-го и 3-го классов за каждый календарный месяц. Пунктирные кривые – аппроксимация зависимостей квадратичными функциями

Выводы.

1. Классификация дает возможность улучшить интерполяцию, а интерполяция, в свою очередь, позволяет решить проблему нахождения межклассовых границ.

2. Введение в интерполяцию процедуры учета классовой принадлежности и генерация виртуальных точек существенно улучшают точность воспроизводства сигналов на базисных пунктах.

3. Анализ пространственного распределения СКО и изменения СКО при включении в процедуру взаимной интерполяции виртуальных станций позволяют судить о корректности трансляции сигнала по территории.

4. Предлагаемый в работе подход не привязан к физической природе измеряемого сигнала и исследуемого геофизического поля, и в этом плане он универсален. Можно надеяться, что данный подход будет полезен в разнообразных исследованиях, связанных с анализом пространственного распределения сигналов.

5. Введенные понятия «годовая траектория» и «фазовый портрет» можно рассматривать в качестве способа совместного описания и анализа динамики метеорологических полей.

Список литературы:

1. Катаев, С.Г., Катаева С.С., Кусков, А.И. 2013. Использование классификации в задаче пространственной интерполяции. – **Известия Вузов «Физика»,** т.56, №9/2, 235-238.
2. Катаев, С.Г., Катаев, М.Ю., 2012. Математический формализм и алгоритм структурирования многомерных данных. Ползуновский вестник, № **2/1**, 99-103.
3. Гандин, Л. С., Каган, Р. Л. 1963 Статистические методы интерпретации метеорологических данных. Л., Гидрометеоиздат, 287.

КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ, УСТОЙЧИВОСТЬ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМИ ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА МЕЖРЕГИОНАЛЬНОГО СУДОХОДСТВА

В.В. Дроздов[1,2)]

[1)] ФГУП «Крыловский государственный научный центр»
РФ, 196158 г. Санкт-Петербург, Московское шоссе, д. 44

[2)] ФГБОУ ВО «Российский государственный гидрометеорологический университет»,
РФ, 195196, г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр. д. 98
vladidrozdov@ yandex.ru

В последние десятилетия одним из приоритетов в научных исследованиях становиться изучение и оценка колебаний климата на планете и их различных последствий. Климатические изменения оказывают влияние на динамику температурного и уровненного режима различных морских акваторий, приводят к увеличению или к сокращению речного стока в конкретных бассейнах, определяют изменчивость ледовых условий, а также функционирование различных отраслей морского хозяйственного комплекса, в том числе межрегионального судоходства и рыбного промысла (Дроздов, 2011; Нестеров, 2013).

На основе результатов корреляционного, кластерного и спектрального анализа установлены новые особенности реализации региональных тенденций изменений климата, океанологического и гидрологического режимов на северо-востоке и юго-востоке Европы – в бассейнах Балтийского, Белого, Баренцева, а также Черного и Азовского морей. Выделены и обоснованы индексы и формы циркуляции атмосферы над Серной Атлантикой и Арктикой, наилучшим образом отражающие и определяющие изменчивость динамики температурного режима и параметры речного стока в море с различных участков водосбора (Дроздов, 2015).

Показано, что эффективным инструментом мониторинга морских экосистем являются специально разработанные индикационные показатели функционирования гео- и биосистем, обладающие высокой информативностью. Разработаны интегральные индикационные диагностические расчетные оценочные показатели состояния экосистем Балтийского, Белого, Черного и Азовского морей, получены их количественные и качественные оценки. Определены оценочные характеристики текущего и перспективного состояния экосистем внутренних морей под влиянием климатических изменений (Дроздов, 2016).

Обосновано, что оценка степени устойчивости морских экосистем должна осуществляться с учетом степени и характера влияния внешних абиотических процессов задающих ритм и циклы изменчивости, а также биотических процессов и характеристик, отражающих адаптационные возможности организмов, направленные на обеспечение длительного существования различных популяций и восстановление биоценоза в меняющихся условиях абиотической среды. Факторы определяющие устойчивость морских экосистем подразделены на три группы – структурные биоценотические, динамические гидрологические и динамические океанологические. Для каждой группы определены соответствующие индикационные показатели, установление количественных значений которых возможно традиционными методами.

Разработаны шкалы нормирования биоценотических, гидрологических и океанологических характеристик морских экосистем способные влиять на степень их устойчивости. Оценки устойчивости получены путем обобщения сумм классов полученных для каждой из выделенных групп характеристик на основе применения разработанного автором интегрального индекса оценки устойчивости AISE (integrated assessment of sustainable existence) и его вариантов основанных на учете 6, 9 и 15 индикационных показателей. Основными проблемами организации экологического мониторинга

межрегионального судоходства в настоящее время являются следующие: сложность учета выбросов вредных веществ с отработавшими газами судовых энергетических установок (Зиненко, Пономарев, 2015); сложность обеспечения очистки и учета сброса нефтесодержащих льяльных вод крупнотоннажных судов (Михрин, 2005); необходимость принятия в настоящее время дополнительных организационных и технологических мер по предотвращению трансграничного биологического загрязнения морской среды с судов при операциях с балластными водами (Хорошев и др., 2016); проблемы организации экологического мониторинга в ледовых и подледных условиях, а также в удаленных районах морей и океанов. Очевидно, что планирование и реализация программ экологического мониторинга морской среды, природно-технических и техногенных объектов в прибрежных и удаленных зонах должны основываться на приоритетной оценке загрязнения окружающей среды в наименее устойчивых экосистемах по отношению к климатическим и антропогенным воздействиям, а также в особых районах согласно международным соглашениям. При этом применение индикационных диагностических оценочных показателей состояния экосистем в ряде случаев позволит существенно снизить стоимость мониторинговых исследований и повысить их объективность.

Полученные научные и практические результаты могут способствовать повышению эффективности мероприятий по рациональному природопользованию на акваториях внутренних и окраинных морей Европы, а также повысить уровень экологической безопасности функционирования ряда отраслей морского хозяйственного комплекса, способствуя тем самым предотвращению кризисных экологических и социально-экономических последствий климатических изменений.

Список литературы:

1. Дроздов В.В., Смирнов Н.П. Многолетняя динамика климата и гидрологического режима в регионе Балтийского моря и их причины // Метеорология и гидрология. 2011. – № 5.– С. 77 – 87.
2. Дроздов В.В. Влияние колебаний климата на динамику экосистем Балтийского и Белого морей. СПб.: Изд. РГГМУ. – 2015 . – 230 с.
3. Дроздов В.В. Комплексная оценка состояния экосистем внутренних морей Европы под влиянием климатических изменений на основе интегрального диагностического подхода. IV «Балтийский морской форум», международная научная конференция «Водные биоресурсы, аквакультура и экология водоемов». – Калининград: Изд. КГТУ, 2016. – С. 180 – 181.
4. Зиненко Н.Н., Пономарев В.Е. Опыт мониторинга выбросов вредных веществ с отработавшими газами судовых энергетических установок // Научно-технический сборник российского морского регистра судоходства СПб. – Изд. РМРС, 2015. – № 42/43 – С. 8 – 13.
5. Михрин Л.М. Предотвращение загрязнения морской среды с судов и морских сооружений. Книга 2. Технологии и оборудование для предотвращения загрязнения окружающей среды с судов и морских сооружений. – СПб. – Изд. МЦЕБ. – 2005. – 336 с.
6. Нестеров Е.С. Североатлантическое колебание: атмосфера и океан.– М.: Изд. «Триада ЛТД», 2013. – 144 с.
7. Хорошев В.Г., Дроздов В.В., Погодин Н.П., Гатин Р.И. Предотвращение загрязнения морских экосистем судовыми балластными водами // Экология и промышленность России, 2016. – Т. 20. – № 1. – С. 42 – 47

АМПЛИТУДА СУТОЧНОГО ХОДА ТЕМПЕРАТУРЫ ПОЧВЫ НА УЧАСТКЕ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ЗИМНЕЙ ДОРОГИ В УСЛОВИЯХ ЛАНДШАФТОВ ТИПИЧНОЙ ТУНДРЫ (ЕВРОПЕЙСКИЙ СЕВЕРО-ВОСТОК РОССИИ)

Л.Э. Лапина[1)], Д.А. Каверин[2)], А.В. Пастухов[2)]

[1)] Отдел математики Коми НЦ УрО РАН,

РФ, 167982, г.Сыктывкар, ул.Коммунистическая, д.24, lapina@dm.komisc.ru

[2)] Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

РФ, 167982, г.Сыктывкар, ул.Коммунистическая, д.28, dkav@mail.ru

Субарктика европейского Северо-востока является одним из особо чувствительных к климатическим изменениям регионов нашей страны (Павлов, Малкова,2010). В тундровой зоне региона широко распространены массивы высокотемпературных многолетнемерзлых пород, относительно нестабильных при потеплении климата (Малкова и др.,2011). Одним из основных факторов антропогенного воздействия на тундровые экосистемы является строительство дорог, необходимых, например, для освоения углеводородных месторождений. Цель данной работы оценить влияние временной эксплуатации зимней дороги на температурное состояние торфяных и суглинистых почв, развитых под кустарниковыми и кустарничковыми растительными сообществами типичной тундры (территория Северо-Хоседаюсского нефтяного месторождения, европейский северо-восток России). Полевые работы проводились в августе 2014 и 2015гг на территории ключевого участка, расположенного в ненецком автономном округе на территории Северо-Хоседаюсского нефтяного месторождения. Участок исследований относится к южной части типичной тундры, координаты участка $67^0 51'$ с.ш.,$58^0 50'$ в.д. Зимняя дорога пересекает разные типы ландшафтов. На участке исследований заложено 5 профилей, поперечно пересекающих колею зимней дороги, под различными группировками тундровой растительности. При этом в пределах каждого профиля исследования проводились как в пределах колеи, так и на целинном(ненарушенном участке). Итого было выполнено 10 почвенных разрезов и установлено 140 температурных логгеров 1-button в 10 поверхностных скважинах на глубинах 0,2,5,10,20 и 40 см. Измерения проводились раз в 4 часа.

Изменение амплитуды колебаний температуры с известным периодом позволяет определить коэффициент эффективной температуропроводности, который в скрытом виде учитывает передачу тепла не только молекулярной теплопроводностью, но и всеми другими видами теплообмена. Коэффициент температуропроводности является производной теплофизической характеристикой. Его значение зависит от температуры среды, градиента температуры и в значительной мере от процессов переноса влаги и фазовых переходов внутри среды.

Аналитическое решение одномерного уравнения теплопроводности при периодическом ходе температуры на поверхности почвы и постоянных свойствах среды показывает (Курс метеорологии, 1951), что температура почвы на разных глубинах испытывает периодические колебания того же периода, как и температура поверхности почвы. Однако при проникновении на глубину амплитуда и фаза колебаний изменяются. Амплитуда колебаний температуры (A) убывает с глубиной по экспоненциальному закону $A=A_0 \exp(-\beta z)$, где коэффициент β и коэффициент температуропроводности (k_t) связаны соотношением $k_t=\pi/\beta^2/T$, где T период колебаний. При выводе указанной формулы были использованы предположения о постоянстве коэффициента температуропроводности в пространстве и во времени (порядка периода колебаний), а также о строго гармонической синусоидальной форме колебаний температуры на поверхности. Это достаточно грубые предположения. Данный подход, например, для изучения температурного режима

торфяной почвы применялся в работе (Дюкарев,2012). Несмотря на грубость предположений, можно использовать для сравнения объектов. При аппроксимации данных посуточно также рассчитывается и среднесуточная температура почвы. На рис.1 представлен среднесуточный ход температуры на одном из профиле й, начиная с 17 августа 2014г. На разных профилях разное влияние дороги. Черным представлен ход на фоновом (ненарушенном) участке, красным - в колее. Как видно из рисунка, наибольшая разница наблюдается в зимний период.

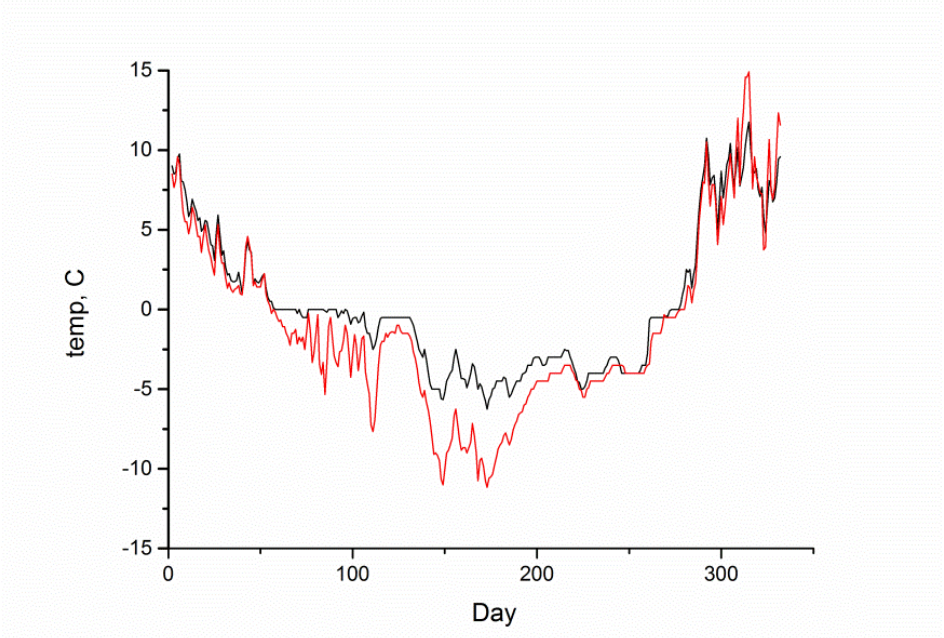


Рис.1 Временной ход среднесуточных температур на одном из профилей в колее дороги (красный цвет) и на фоновом участке(черный) .

Список литературы:

8. Дюкарев, Е.А.,2012. Амплитуда суточного хода температуры торфяной почвы / Е.А. Дюкарев // Вестник Томского государственного университета. Биология. – №365. – 2012. с. 201-205
9. Малкова Г.В., Павлов А.В., Скачков Ю.Б.,2011 Оценка устойчивости мерзлых толщ при современных изменениях климата. – Криосфера Земли, т.XV, N4, с.33-36.
10. Павлов А.В., Малкова Г.В.,2010 Динамика криолитозоны в условиях меняющегося климата XX-XXI веков. – Изв. РАН. Сер. Геогр., N5, с.44-51
11. Курс метеорологии (Физика атмосферы). Под ред. П.Н.Тверского Л.:ГИМИЗ, 1951, 888с

ЛОКАЛЬНАЯ ВАРИАБЕЛЬНОСТЬ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКОГО РЕЖИМА И ТЕРМИКИ ПОЧВ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННОГО КЛИМАТА (НА ПРИМЕРЕ ПРИОКСКО-ТЕРРАСНОГО ЗАПОВЕДНИКА)

Л.М. Китаев[1)], В.А. Аблеева[2)], Ж.С. Асаинова[2)]

[1)] Институт географии РАН,
РФ, 109017 Москва, Старомонетный пер., 29, lkitaev@mail.ru

[2)] Приокско-Террасный заповедник,
РФ, 142200, Московская область, Серпуховский район, пос. Данки, sfm0@yandex.ru

Введение

Особенности зимнего периода севера Евразии – низкие температуры и устойчивый снежный покров в течение 5-7 месяцев – определяют состояние биоты, существенным образом влияют на ход гидрологических процессов, и через радиационный баланс на глобальные изменения климата. Существенная амплитуда колебаний температуры воздуха и процесс снегонакопления в осенне-зимне-весенний период определяют динамику водно-физических свойств почвогрунтов с чем, в свою очередь, связаны особенности склонового стока как элемента водного баланса (Львович, 1986) и межгодовые флуктуации видового состава растительности (Ваганов и др., 1996). Исследования теплоэнергообмена между атмосферой, снежным покровом и почвогрунтами имеют длительную историю, но на сезонном уровне соотношение хода температуры воздуха, толщины снега и температуры почвы неоднозначно и оценено недостаточно. Нами приведены результаты экспериментальных полевых исследований локальной изменчивости внутрисезонного взаимодействия приземной температуры воздуха, толщины снега и температуры почвы – в пределах Приокско-Террасного заповедника (Московская обл, Серпуховской р-н., пос. Данки) для осенне-зимне-весеннего периода (октябрь-май) 2013/14, 2014/15, 2015/16 гг.

Наблюдения за приземной температурой воздуха и толщиной снежного покрова проводились в соответствии с методиками Гидрометслужбы на постоянных метеорологических площадках и маршрутах в пределах характерных для центра Восточно-Европейской равнины ландшафтных комплексов: в лесных массивах с преобладанием лиственных пород (лиственничники), на открытых пространствах и в массивах с преобладанием хвойных пород (сосняки). Замеры температуры почвы проводятся автоматическими логгерами TRS, модификация DS1921G-F5# в местах проведения снегомерных съемок – с частотой 3 часа в период с октября по май включительно, что позволило оценить особенности хода температуры как в снежный период, так и в периоды установления и разрушения устойчивого снежного покрова. Исходя из особенностей региональных рядов, метеорологические характеристики рассматриваемого периода близки к средним многолетним значениям с максимальной за зиму толщиной снега 16-61 см, приземными температурами воздуха октября-мая 0,4- 4.8 ^{o}C, минимальная зимняя температура – в диапазоне -19.5 – - 23.4 ^{o}C (Кренке и др., 2000; Kitaev et al., 2005).

Результаты

Максимальная толщина снега покрова лиственничников превышает толщину снега открытых пространств и сосняков на 11-25%, что соответствует полученным ранее результатам (Мишон, 1988; Китаев, 1997). «Редкие», проницаемые для твердых осадков, кроны лиственных пород, ветровая защита и затененность способствуют формированию в лиственничниках максимальных снегозапасов.

Выделены фазы изменений температуры почвы, определяемыми особенностями хода приземной температуры воздуха и толщиной снега в осенне-зимне-весенний период:

Осенний (бесснежный) период:

- медленное понижение температуры почвы, соответствующее ходу приземной температуры воздуха – но с меньшей амплитудой и вариабельностью значений;
- в диапазоне приземной температуры воздуха 5.0 – 0 ^{o}C почвенный горизонт на глубине 10 см становится наиболее холодным, горизонт на глубине 40 см – наиболее теплым.

Зимний (снежный) период:
- стабилизация температуры почвы в диапазоне -1.0 – +1.0 ºС вне зависимости от последующих колебаний толщины снега и приземной температуры воздуха;
- продолжение стабильного хода температуры почвы во время разрушения устойчивого снежного покрова и его полного схода при уже положительных температурах воздуха;
Весенний (бесснежный) период:
- в диапазоне приземной температуры воздуха 0 – 5.0 ºС почвенный горизонт на глубине 40 см становится наиболее холодным, горизонт на глубине 10 см – наиболее теплым;
- медленное повышение температуры почвы, соответствующее ходу приземной температуры воздуха – но с меньшей амплитудой и вариабельностью значений.

Означенные фазы выделяются на участках с различным типом растительности, при различающихся снегозапасах и приземной температуре воздуха – причем значения температуры почвы при этом меняется незначительно. Отсутствуют также принципиальные различия хода температуры почвы заповедника и метеостанций Великие Луки и Тула при расстоянии между ними и заповедником соответственно 150 км к югу и 600 км к северу.

Особо следует отметить постоянство температуры почвы на глубине до 40 см в период устойчивого снежного покрова и, следовательно, весьма малую ее зависимость как от сезонных (данные заповедника), так и от многолетних (данные метеорологических станций) изменений толщины снежного покрова и колебаний приземной температуры воздуха. Полученный результат подтверждает вывод А.В. Павлова (Павлов, 2008) о том, что термические свойства сезонно-мерзлых почвогрунтов формируются в начале зимы.

Можно также предположить, что при постоянстве температуры почвы в снежный период, многолетнее повышение средних температур почвы за октябрь-май (метеостанции Тула и Великие Луки – 0.04 ºС / год) связаны только с многолетними изменениями приземной температуры воздуха бесснежных октября-ноября и апреля-мая – что соответствует выявленному Б.Г. Шерстюковым (Шерстюков, 2008) отсутствию для центра Восточно-Европейской равнины значимой корреляции многолетних изменений толщины снега и температуры почвы.

Исходя из характера используемых данных, полученные результаты справедливы прежде всего для зим с близкими к средним снежностью и приземной температурой воздуха в пределах рассматриваемого региона.

Список литературы

1. Ваганов Е.А., Шиятов С.Г., Мазепа В.С. 1996. Дендроклиматологические исследования в Урало-Сибирской Субарктике. – Новосибирск, Наука, 246 с.
2. Китаев Л.М. 1997. Статистический анализ распределения характеристик снежного покрова Курской модельной области. – Материалы метеорологических исследований, № 16, с.65-82.
3. Львович М.И. 1986. Вода и жизнь. – М., Мысль, 253 с.
4. Кренке А.Н., Разуваев В.Н., Китаев Л.М., Мартуганов Р.А., Шакирзянов Р.И. 2000. Снежность на территории СНГ и его регионов в условиях глобального потепления. –Криосфера Земли, № 4, том 4, с. 97-106.
5. Мишон В. М. 1988. Снежные ресурсы и местный сток: закономерности формирования и методы расчета. – Воронеж, изд-во ВГУ, 190 с.
6. Павлов А.В. 2008. Мониторинг криолитозоны. – Новосибирск, изд-во “Гео”, 230 с.
7. Шерстюков А.Б. 2008. Корреляция температуры почвогрунтов с температурой воздуха и высотой снежного покрова на территории России. – Криосфера Земли, № 1, с. 79–87.
8. Kitaev L., Forland E.. Razuvaev V., Tveito O.-E., Krueger O. 2005. Distribution of snow cover over Northern Eurasia. – Nordic Hydrology, Vol. 36, N 4-5, pp. 311-319.

МОНИТОРИНГ ТЕМПЕРАТУРЫ ПОВЕРХНОСТИ МОСКОВСКОГО РЕГИОНА

М.А. Локощенко[1)], Е.А. Енукова[2)]

[1)]Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова,
географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии.
РФ, 119991, Москва, Ленгоры, МГУ, loko@geogr.msu.su.

[2)]Государственный университет «Дубна», кафедра экологии и наук о Земле.
РФ, 141982, Московская область, г. Дубна, ул. Университетская, 19,
black_cat_05.05@mail.ru

На сегодняшний день накоплены многолетние архивы спутниковых данных, представляющие собой ценный источник сведений о термической структуре земной поверхности. В отличие от классических измерений на наземных метеорологических станциях, где температура поверхности измеряется лишь на снегу или на специальных вскопанных площадках, спутниковые радиометрические данные позволяют измерять температуру реальной поверхности, осреднённой по большой территории. Обычно результаты измерений отражают подстилающую поверхность открытых пространств, однако при зондировании лесных массивов с высокой сомкнутостью крон деревьев или плотной жилой застройки измеряется, соответственно, температура поверхности этих крон или крыш отдельных зданий.

Нами исследовано явление «поверхностного острова тепла» Москвы и его пространственная структура по многолетним данным радиометрических измерений с борта полярно-орбитальных спутников Terra и Aqua с пространственным разрешением 1 км. Данные спутники пролетают над территорией Московского региона каждый день друг за другом поздним утром. Таким образом, за период с 2009 по 2013 гг. имеется выборка из 3652 снимков. К сожалению, далеко не все они пригодны для анализа из-за частого наличия плотных облаков или помех на самом снимке. Нами тщательно выявлялись все случаи, когда визуально доля покрытия облаками, дымкой или шлейфами лесных и торфяных пожаров (аномально жарким летом 2010 года) не превышала 5% всей площади региона на снимке. В результате было отобрано 108 пригодных для анализа космических снимков в условиях ясного неба и при положении Москвы в центре полосы съемки (Сорокина, Локощенко, 2017).

Заметим, что безоблачные условия обычно связаны с господством антициклонов или гребней, когда «остров тепла» выражен сильнее. Вследствие этого оценки его интенсивности по результатам радиометрических измерений, возможно, немного смещены в сторону их завышения.

В табл. 1 представлены данные о средних значениях температуры поверхности в Москве и Московской области в разные сезоны и в среднем за год. Как можно заметить,

Табл. 1. Средние значения температуры поверхности Московского региона по спутниковым данным за период 2009–2013 гг., ˚С.

	Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее за год
Выборка 108 снимков					
Город	–13.6	11.0	30.3	8.2	9.0
Сельская местность	–16.2	7.9	26.7	7.1	6.4
Выборка 85 снимков					
Городские парки	–13.6	9.9	28.4	8.2	8.2
Остальная часть города	–13.1	11.5	30.9	8.8	9.5

в среднем за весь пятилетний период интенсивность «поверхностного острова тепла», то есть разность средней температуры поверхности внутри города и в окружающей его Московской области, составила 2.6 °C. Интенсивность «острова тепла» в Москве имеет значительные различия в разные сезоны года. Так, максимум ее наблюдается летом и составляет 3.6 °C, а вот минимум – осенью (1.1 °C).

Город – это неоднородная территория. Внутри него могут сочетаться совершенно разные типы поверхности. В ходе работы нами было выделено пять видов городской подстилающей поверхности, различных по своему термическому режиму: зона плотной городской и промышленной застройки, городские лесопарки, поверхности открытой воды, пустыри и луговые поверхности, а также песчаные поверхности (карьеры и пляжи).

Наиболее интересным оказалось температурное воздействие парковых территорий города. Они образуют локальные «остова холода» внутри городского «острова тепла». Внутри Москвы в ее традиционных (до 2011 г.) границах нами выявлены 22 зелёные зоны площадью ≥0.5 км^2. Выбор парков такой площади обусловлен пространственным разрешением космических снимков. Самой большой зелёной зоной в столице оказался природный лес Лосиный остров вместе с парком Сокольники (38.8 км^2), самой маленькой – Ваганьковское кладбище (0.5 км^2). В итоге была рассчитана как средняя температура поверхности по всем парковым территориям, так и отдельно для наиболее показательных парков.

Интенсивность «островов холода» внутри Москвы, то есть разность средних значений температуры поверхности внутри городских лесопарков и в остальной незалесенной части города, рассчитана нами по выборке из 85 космических снимков. В итоге среднее значение их интенсивности за период наблюдения с 2009 по 2013 составило –1.3 ˚C при среднеквадратическом отклонении σ = 1.2 °C. Отрицательный знак показывает, что леса и парки в среднем холоднее окружающей их территории города. Также можно заметить, что интенсивность «островов холода» имеет хорошо выраженный годовой ход: она наибольшая летом (–2.5 ˚C) и наименьшая зимой и осенью (лишь –0.5 ÷ –0.6 ˚C); весной же составляет промежуточное значение. Такой ход связан с изменениями, происходящими в растительном покрове со сменой времён года. На территории Москвы преобладают широколиственные породы деревьев, и время их активной вегетации и транспирации, приводящей к дополнительным затратам тепла, весной длится дольше, нежели осенью после опадания листвы.

Следует учесть, что при измерении температуры поверхности парковых территорий по определенному их контуру пограничные пиксели (единичные квадраты расчётной сетки площадью 1 км^2) включают в себя, помимо лесной зоны, также и другие виды поверхности, в том числе городскую застройку. Следовательно, в результатах измерений проявляются краевые эффекты. При отдельном расчёте температуры поверхности только для внутренней части лесопарковых зон, без учёта их границ, охлаждающий эффект парковых территорий оказался сильнее и составил в среднем –2.4 °C. Помимо оценки интенсивности локальных «островов холода», получены также статистически достоверные связи как этой интенсивности, так и вегетационного индекса парка с его площадью. Так, самая большая зелёная зона Лосиный остров создаёт сильный «остров холода» интенсивностью –2.2 °C, а самая маленькая (Ваганьковское кладбище) в среднем даже немного теплее окружающей его территории. Иначе говоря, чем больше парк и чем гуще в нём лесная растительность, тем больше его охлаждающее влияние.

Работа выполнена при частичной поддержке РНФ, проект № 16–17–10275.

Список литературы:

1. Сорокина (Енукова) Е.А., Локощенко М.А. Поверхностный «остров тепла» в Москве по данным спутников. Вестник Университета «Дубна», 2017, в печати.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОГО РЕЖИМА В ИРАКЕ В ПОСЛЕДНИЕ ДЕСЯТИЛЕТИЯ

Ю.П. Переведенцев[1)], С.К. Аль-Маамури[1)], Т.Р. Аухадеев[1)], С.С. Наиф[1)]

[1)] Казанский (Приволжский) федеральный университет
РФ, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18, Yuri.Perevedentsev@kpfu.ru

Рассмотрены пространственно-временные изменения температуры воздуха, атмосферного давления, скорости ветра, облачности и других характеристик на территории Ирака в период 1980-2014 гг.

В качестве исходных материалов использовались данные метеорологических наблюдений на 21 станции, покрывающих всю территорию Ирака, в период 1980-2014 гг. Кроме того, привлекались данные NCEP/NCAR реанализа приповерхностной температуры и атмосферного давления за этот же период в узлах регулярной широтно-долготной сетки (1.8x1.8°).

Исходные данные подвергались статистической обработке и тренд-анализу.

Рассчитанные среднемесячные метеорологические величины за 35-летний период (фаза активного потепления) показывают, что в условиях резко-континентального климата важную роль играет характер подстилающей поверхности, рельеф местности. Так, на гористом севере страны среднеянварская температура колеблется в пределах от 7 до 9°С, а на западе (пустынная местность) и на юге от 10 до 12°С. Повсеместно хорошо выражен годовой ход с экстремальными среднеиюльскими температурами от 31°С на севере страны до 37°С на юге. Высокий температурный фон удерживается с апреля по октябрь. При этом среднеиюльские максимальные температуры воздуха меняются от 39 до 46°С.

Относительная влажность также испытывает хорошо выраженный годовой ход обратный по сравнению с температурой. Величина относительной влажности максимальна в январе (~70%) и минимальна в июле (~20-30%). Скорости ветра на территории Ирака невелики: их среднемесячные значения от 2-3 м/с в январе возрастают до 4-5 м/с на большинстве станций в июле в условиях развитой термической конвекции. В этот же период на большей части территории страны за исключением ее северной части возникают пыльные бури, максимальное число случаев которых приходится на июнь-август (на отдельных станциях в июле в половине дней фиксируется пыльная буря).

Данные реанализа (64 узла сетки) позволили построить карты распределения температуры воздуха, облачности, скорости ветра и др. для территории Ирака и прилегающих территорий. Рассчитывались средние квадратические отклонения (СКО) величин, тренды. Анализ показывает, что температура воздуха испытывает рост во всех сезонах особенно в северных областях страны (до 0.6°С $10лет^{-1}$), на юге, юго-западе территории скорости повышения температуры заметно слабее. В отличие от умеренных широт сезонные колебания СКО температуры не столь велики (1.7-2.4°С).

Анализировались аномалии температуры. Наиболее часто (~25%) встречаются отрицательные аномалии с продолжительностью жизни в 1 месяц и практически не отмечаются случаи с продолжительностью жизни более 10 месяцев. Этот вывод имеет значение для прогностической практики, поскольку указывает на степень сохранения знака процесса, его устойчивость. Действительно, правильно спрогнозировав знак аномалии температуры на ближайший месяц, можно оценить вероятность сохранения ее знака на последующие месяцы.

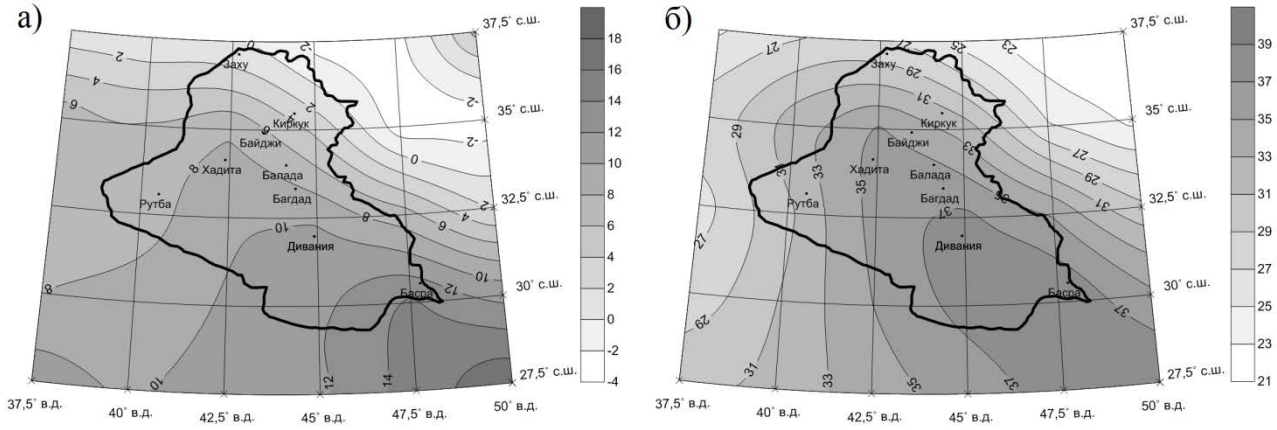


Рис. 1. Распределение среднемесячной температуры воздуха (1980-2014): а-январь, б-июль.

Распределение скоростей ветра свидетельствует об их усилении на западе страны (пустынная местность) особенно в июле (>4 м/с). Расчеты коэффициентов наклона линейного тренда (КНЛТ) показывают, что скорость ветра слабо растет зимой и летом и ослабевает весной, но величины КНЛТ статистически не значимы. В связи с усилением континентальности в регионе отмечается незначительное количество общей облачности. Так, в январе она возрастает с юга на север от 27 до 37%, а в июле всего лишь от 3 до 7%. При этом в январе и апреле величины КНЛТ имеют отрицательный знак. Кроме того, практически на протяжении 4-5 месяцев (май-сентябрь) осадки в Ираке не выпадают, что способствует развитию опустынивания.

Выполнен анализ возникновения пыльных бурь на территории Ирака в период 2001-2015 гг. на 13 станциях. Показано, что чаще всего пыльные бури возникают в период май-июнь и во время пыльных бурь среднее значение горизонтальной видимости изменяется в пределах 600-800 м.

Рассмотрено влияние атмосферной циркуляции на изменения температуры воздуха и атмосферного давления всего региона. В качестве характеристик атмосферной макроциркуляции в работе использовались циркуляционные индексы: североатлантическое колебание (NAO) и арктическое колебание (арктическая осцилляция (AO)), которые рассчитываются по барическому полю AT_{700}. Исследование проводилось для зимних месяцев, которые отличаются наибольшей активностью.

В качестве основного метода статистической обработки исходных данных был выбран композитный анализ (Полонский, Кибальчич, 2015).

Выявилось, что лишь в январе на уровне 95%-ной значимости существуют статистические связи колебаний температуры и давления с индексами NAO и AO. Однако на 90%-ном уровне значимости связи отмечаются и для других зимних месяцев. Таким образом, циркуляционный фактор эффективен только в холодный период. В теплый период главная роль принадлежит радиационному фактору и влиянию подстилающей поверхности.

Список литературы

1) Полонский А.Б., Кибальчич И.А. 2015. Циркуляционные индексы и температурный режим Восточной Европы в зимний период. – Метеорология и гидрология, № 1, с. 5-17.

ВРЕМЕННЫЕ КОЛЕБАНИЯ ПРИЗЕМНОЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОЗДУХА СЕВЕРНОГО ПОЛУШАРИЯ В XIX-XXI СТОЛЕТИЯХ

Ю.П. Переведенцев[1)], К.М. Шанталинский[1)]

[1)] Казанский (Приволжский) федеральный университет
РФ, 420008, г. Казань, ул. Кремлевская, д. 18, Yuri.Perevedentsev@kpfu.ru

В Казанском университете систематические метеорологические наблюдения начались с февраля 1805 г., а в мае 1815 г. в газете «Казанские известия» была опубликована первая научная работа «Следствия из метеорологических наблюдений в Казани 1814 года», подготовленная профессором физики Ф.К. Броннером. Этим положено начало метеорологии как науке в Казанском университете.

Современные информационные и вычислительные возможности кафедры метеорологии, климатологии и экологии атмосферы Казанского федерального университета (КФУ) позволяют проводить метеорологические и климатические исследования с широким охватом пространственных и временных интервалов (Переведенцев и др., 2005).

В настоящей работе для оценки временной изменчивости температуры воздуха как для всего СП в целом, так и умеренной зоны (30–70° с.ш.) были использованы наиболее надежные временные ряды аномалий приповерхностной температуры по всему земному шару с 1850 по 2015 г. (объединенный массив данных CRU и центра Хэдли – HadCRUT4), с сайта группы исследования климата Университета Восточной Англии, обозначаемые далее как данные CRU, а также данные NCEP/NCAR реанализа приповерхностной температуры воздуха, температуры в тропосфере и стратосфере СП за последние 68 лет (1948–2015 гг.).

Все это позволило произвести расчеты температурных характеристик для различных частей умеренной широтной зоны для зимнего и летнего периодов, исследовать долгопериодную динамику временных рядов. Подробно исследованы долгопериодные изменения приземной температуры воздуха в Казани. Выделение низкочастотной компоненты (НЧК) осуществлялось с помощью НЧ-фильтра Поттера (Отнес, Эноксон, 1982) с точкой отсечения 10 и 30 лет и той же шириной окна.

Изменения приповерхностной температуры воздуха. По данным CRU выполнен анализ временного хода аномалий осредненных по СП температур за период 1850–2015 гг., а по данным реанализа – пространственно-временной анализ температуры за последние 60 лет от уровня Земли до 30 км, после применения низкочастотной фильтрации изучена ее долгопериодная динамика.

Анализ низкочастотной компоненты рядов аномалий приповерхностной температуры воздуха СП показывает, что и в зимний, и в летний период года потепление, начавшееся около 1910 г. и продолжающееся по настоящее время, не было однородным. В начале периода скорость роста температуры была существенно меньше, чем в конце исследуемого периода. Эти два этапа повышения температуры разделены относительно непродолжительным периодом похолодания, продолжавшимся с середины 40-х до начала 70-х годов XX в. В результате в ходе аномалий средней годовой приповерхностной температуры СП четко проявляются как 60–70 летнее колебание, так и более слабое 20-летнее, которое проявляется наиболее активно в периоды похолоданий. Отсюда следует, что если ансамбль выявленных колебаний температуры сохранится, то в ближайшем будущем можно ожидать некоторого снижения темпов потепления, которое уже наметилось, и даже возможно слабого похолодания (Переведенцев, Шанталинский, 2008).

Использование данных реанализа показывает, что процессы изменения температуры наиболее выражены в приполярной зоне СП, где похолодание, составившее –0.54°С за 13 лет, сменилось потеплением, которое продолжается уже 44 года и к настоящему времени составило 2.38°С.

В умеренной зоне интенсивности последнего потепления климата и предшествующего ему похолодания весьма близки и составляют +0.22°С 10лет$^{-1}$ и –0.27 °С 10лет$^{-1}$ соответственно. В результате за последние 37 лет температура повысилась на 0.75°С, что почти в три раза меньше, чем в приполярной зоне. Более того, в последние годы рост средней годовой температуры в умеренной зоне СП практически прекратился.

Наименьшие изменения средней годовой приземной температуры воздуха наблюдаются в тропической зоне, где за последние 39 лет температура повысилась на 0.54°С.

Выявлена зависимость изменения температуры от характера подстилающей поверхности. Так, над океаном, как более инерционной средой, изменения температуры менее выражены, чем над сушей, где наибольшие изменения имеют место в умеренной зоне Евразии. Здесь похолодание за 24 года составило 1.02°С, а потепление за 38 лет – 1.01°С. Над океанической поверхностью наиболее активные температурные изменения происходят в северной части Индийского океана (к северу от экватора), где потепление продолжается 54 года и составило 0.82°С.

Анализ изменений температуры в тропосфере показал, что при общем потеплении тропосферы в период с 1972 по 2010 г. наиболее значительное потепление имело место на верхней границе пограничного слоя (уровень изобарической поверхности 850 гПа), где оно составило величину около 1°С.

Представление о наиболее общих чертах многолетнего режима приземной температуры воздуха на ст. Казань, университет, за весь период наблюдений с 1828 по 2015 г. дают средние за этот период месячные, сезонные и годовые значения приземной температуры воздуха ($\bar{T}$) и значения их средних квадратических отклонений (σ_T). Сравнение указанных характеристик за первые и последние 30 лет исследуемого периода позволяет в первом приближении оценить характер изменения температурного режима.

Анализ наиболее длинного ряда температуры воздуха по ст. Казань, университет, (1828–2015 гг.) показал, что среднегодовая температура воздуха повысилась более чем на 4°С. Наиболее быстрыми темпами она повышалась с 80-х годов XX в. по настоящее время. При этом изменения температуры в годовом ходе происходят неравномерно, что особенно заметно в начале XXI столетия: в теплое время года (особенно в августе) температура существенно возросла, а в холодный период (декабрь – март) наметилась тенденция ее понижения. Ноябрьские температуры существенно выросли.

Методами корреляционного анализа показано, что вклад глобальных факторов в изменение температуры воздуха в Казани достигает 50%, остальное приходится на региональный компонент.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке РФФИ (грант 15-05-06349)

Список литературы:

1) Отнес Р., Эноксон Л. 1982. Прикладной анализ временных рядов: Основные методы. – М.: Мир, 428 с.
2) Переведенцев Ю.П., Верещагин М.А., Наумов Э.П., Шанталинский К.М. 2005. Региональные проявления современного потепления климата в тропо-стратосфере Северного полушария – Изв. РАН. Сер. геогр., № 6, с. 6–16.
3) Переведенцев Ю.П., Шанталинский К.М. 2008. Метеорологические исследования в Казанском университете за 200-летний период (1805–2008 гг.) – Университетская география в начале XXI века: Сб. ст. – М.: МАКС Пресс, с. 99–107.

НОВОЕ ОЛЕДЕНЕНИЕ.

М.Г. Романовский

РФ, 143030, ФГБУ РАН Институт лесоведения РАН, п/о Успенское Одинцовского р-на Московской обл., ул. Советская 21. michorm@mail.ru

Непрерывность существования окраинных лесных биогеоценозов (БГЦ) обращает их в неоценимые объекты для исследования воздействия растительного покрова на почвы и подстилающие породы. Древность зональных лесных БГЦ Европейской России нарастает к юго-востоку, к Уралу. Последовательно сокращаясь, оледенья охватывали все меньшие площади (рис. 1). Изменения климата и состава атмосферы вызывали в Плейстоцене-Голоцене растительный и почвенный покровы северного полушария, а не антропогенные воздействия на климат, которые начались лишь с X1X столетия (Величко, 2012; Романовский, Щекалев, 2009).

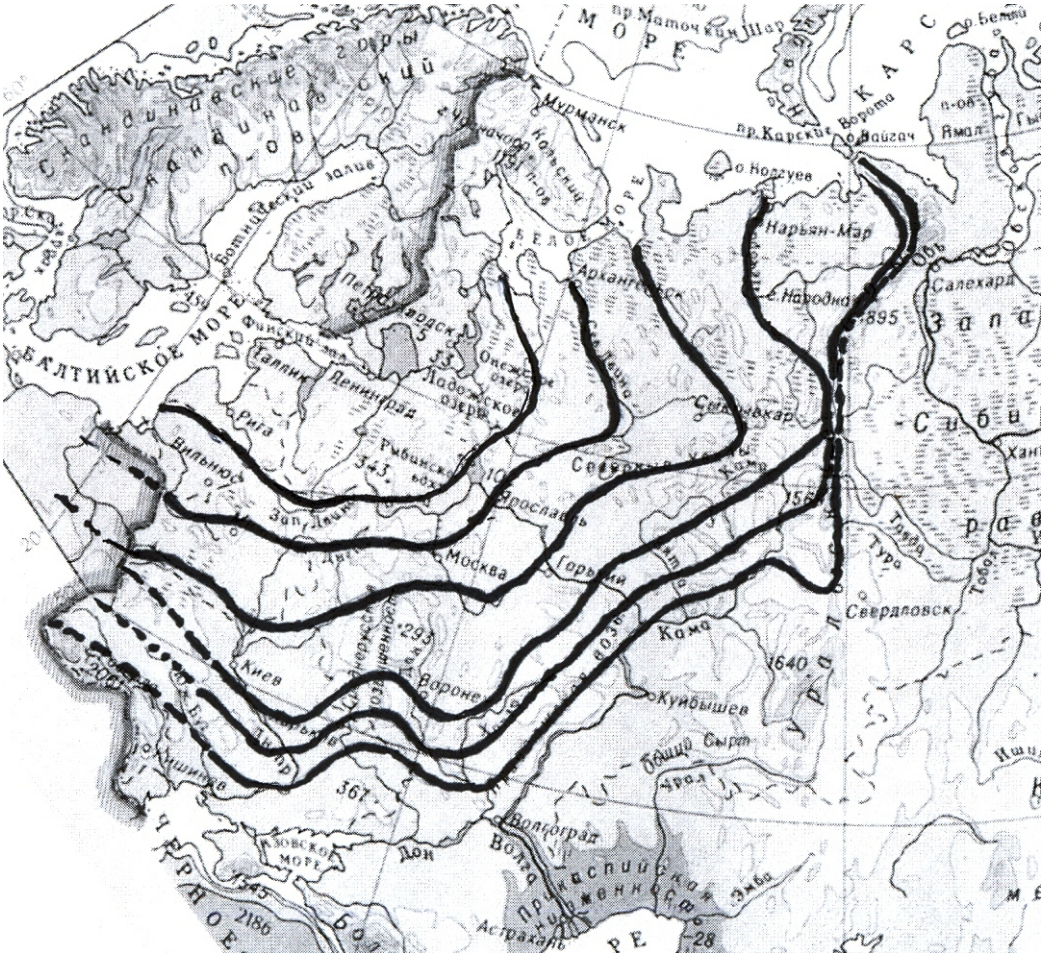


Рис. 1. Схема Плейстоцен-Голоценовых оледенений.

Насыщение атмосферы углекислотой и современное потепление климата сохранятся вплоть до нового оледенения; за это время подъем уровня океана не превысит 0.3-0.5 м. После 2050 г. нарастание в атмосфере концентрации парниковых газов сменится резким уменьшением их содержания. Фенноскандия станет центром нового оледенения. Речные долины на 5-6 м врежу9тся в рельеф. Климат бореальной и суббореальной Европейской России и Скандинавии похолодает; а уровень океана понизится. За Уралом рост инсоляции на фоне уменьшения количества осадков, переносимых к востоку, ускорит деградацию вечной мерзлоты.

Причина наблюдаемых изменений - разложение гуматных составляющих почвенного гумуса. Их запасы в черноземах и темно-серых лесных почвах лесостепи ЕТР будут истощаться еще около 45 лет. В молодых зональных БГЦ европейской России (Карелия) углерод (С) накапливается и фиксируется в почвах. В старых БГЦ (Урал, ЦЧО) запас С в почвах сокращается, или сохраняется неизменным (Московская обл.). Основными агентами деградации высокомолекулярных гуматных составляющих гумуса служат, предположительно, почвенные археи (Бонч-Осмоловская, 2013; Woese ea, 1990).

Во время межледниковий продолжительность (10-40 тыс. лет) периодов заиливания последовательно погребаемых речных каньонов достаточна для почвообразования и продвижения растительности до окраин Ледовитого океана (Величко, 2012; Романовский, Щекалев, 2009).

Такой прогноз климата Европейской России поможет планировать использование богатств Арктики и изменения продуктивности БГЦ центрального Черноземья. Вне оценки возраста БГЦ анализ перспектив природопользования невозможен.

Список литературы:

1) Бонч-Осмоловская Е.А. Новые термофильные прокариоты // Природа. 2013. № 9. С. 34-41.
2) Величко А.А. Становление современной ландшафтной оболочки Земли // Природа. 2012. № 1. С. 78-87.
3) Романовский М.Г., Щекалев Р.В. Лес и климат центральной полосы России – М.: О-принт, 2009. 64 с.
4) Woese C.R., Kandler O., Wheelis M.L. Towards natural system of organisms: proposal for the domains Arhaea, Bacteria and Eucarya // Proc. Nat. Acad. Sci. USA. 1990. Vol.87. N 12. P.4576-4579,

СПУТНИКОВЫЕ ИЗМЕРЕНИЯ ПОТОКОВ ОТРАЖЕННОЙ КОРОТКОВОЛНОВОЙ РАДИАЦИИ

М.Ю. Червяков, Е.В. Шишкина, Е.В. Кулькова
Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,
РФ, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, chervyakovmu@mail.ru

Более семи с половиной лет (с сентября 2009) работал сначала на ИСЗ «Метеор-М» № 1, а затем на ИСЗ «Метеор-М» № 2 радиометр ИКОР-М (создан в СГУ им. Н.Г. Чернышевского группой Ю.А. Склярова). Научная информация с аппаратуры поступает с ноября 2009 года (http://www.sgu.ru/structure/geographic/metclim/balans). За весь этот период в работе радиометров ИКОР-М не было ни одного сбоя при скорости отсчётов 1 в секунду. Получено примерно 260 глобальных карт среднемесячного распределения величин потоков отраженной коротковолновой радиации, альбедо и поглощённой солнечной радиации. Все подробности устройства, принципа действия радиометра, разработанных алгоритмов обработки и краткое изложение программного обеспечения опубликованы (Скляров и др., 2012-1; Скляров и др., 2012-2). Там же содержатся данные о погрешностях измерений.

В работе для пространственно-временного анализа использовались среднемесячные значения потоков отраженной коротковолновой солнечной радиации, и рассчитанных величин альбедо и поглощенной солнечной радиации для равных по площади ячеек с разрешением 2,5°×2,5° в геоцентрических координатах. Вся территория, для которой возможны наблюдения со спутника (81°с.ш.-81° ю.ш.), разбита на 6616 ячеек. В качестве примера на рис. 1 представлена карта среднемесячных величин отраженной солнечной радиации за август 2014 года по данным ИСЗ «Метеор-М» № 2.

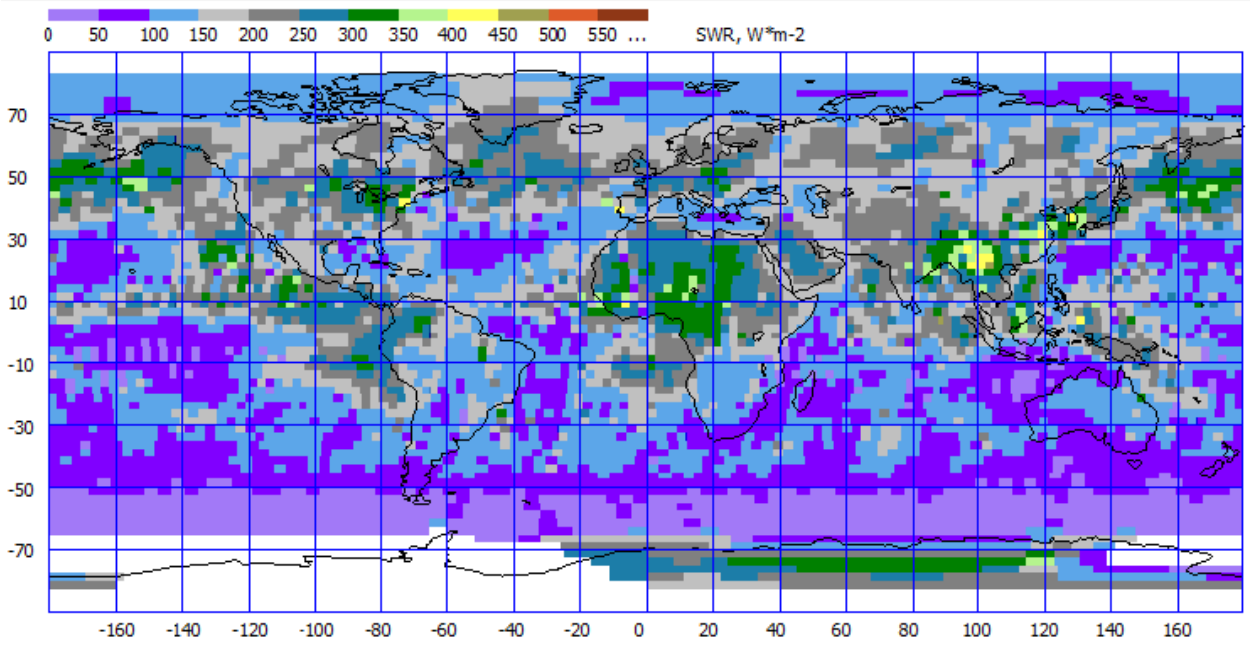


Рис. 1 Карта распределения среднемесячных величин отраженной солнечной радиации за август 2014 года по данным ИСЗ «Метеор-М» № 2.

Помимо получения среднемесячных данных по сетке ячеек, программным обеспечением реализована возможность получения зональных средних по 2.5-градусным широтным зонам. Были проанализированы широтные распределения составляющих радиационного баланса Земли для различных регионов Земли. Выявлены закономерности распределения широтного распределения в зависимости от долготы. Для этих целей был применен метод меридиональных разрезов.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РФФИ в рамках научного проекта № 16 35-00284 мол_а

Список литературы:

1) Скляров Ю.А., Воробьёв В.А., Котума А.И., Червяков М.Ю., Фейгин В.М. Алгоритм обработки данных наблюдений уходящей коротковолновой радиации с ИСЗ "Метеор-М" № 1 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9. №3. С. 83-90.
2) Скляров Ю.А., Воробьёв В.А., Котума А.И., Червяков М.Ю., Фейгин В.М. Измерения компонентов радиационного баланса Земли с ИСЗ "Метеор-М" № 1. Аппаратура ИКОР-М // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9. №2. С. 173-180.
3) Скляров Ю.А., Червяков М.Ю., Воробьёв В.А., Котума А.И., Фейгин В.М. Особенности распределения альбедо в 2010 – 2012 годах по данным с ИСЗ «Метеор – М» № 1 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 4. С. 107-117.
4) Скляров Ю.А., Червяков М.Ю., Воробьёв В.А., Котума А.И., Фейгин В.М. Особенности распределения поглощённой солнечной радиации в 2010 – 2012 годах по данным с ИСЗ «Метеор – М» № 1 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 2. С. 272-283.
5) Червяков М.Ю., Скляров Ю.А., Котума А.И. Наблюдения уходящей коротковолновой радиации с искусственного спутника Земли «Метеор-М» №1 // Состав атмосферы. Атмосферное электричество. Климатические эффекты: труды XVI Международной школы-конференции молодых ученых. 2012. С. 212-215.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ОСАДКОВ НА ТЕРРИТОРИИ ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.А. Кочугова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования «Иркутский государственный университет»

РФ, 664003, Иркутск, ул. Карла Маркса, д. 1, kochugovae@mail.ru

Изучение особенностей региональных климатических изменений является приоритетным направлением исследований современных международных проектов, многочисленных национальных и региональных программ. Важное место в этих программах отводится исследованию изменений повторяемости и интенсивности экстремальных погодных явлений, в том числе и экстремальных осадков, поскольку они могут иметь ряд существенных последствий как непосредственно для климатической системы, так и для различных сторон жизнедеятельности человека. В связи с этим климатические экстремумы – их размах, частота, непрерывная продолжительность и вероятность наступления стали важными областями научного поиска.

В данном исследовании значения осадков, превышающие границу 95 процентили эмпирического распределения, считаются экстремальными, аналогичный вероятностный подход был использован и в других работах (Бардин, Платова, 2013; Булыгина и др., 2007; Матвеева и др., 2015). Исходным материалом для оценки изменчивости экстремальных осадков послужили данные наблюдений за атмосферными осадками суточного разрешения за период с 1936 г. по 2014 г. на метеорологических станциях (Ербогачён, Бодайбо, Киренск, Нижнеудинск, Жигалово, Иркутск обс.), взятые из архива ВНИИГМИ-МЦД.

Своеобразные физико-географические условия Иркутской области, в том числе котловинность рельефа, водная масса Байкала, глубокая врезанность речных долин, усиливают влияние местных факторов на режим увлажнения. Условия выпадения экстремальных осадков существенно различаются по сезонам. Сильные снегопады в исследуемом регионе связаны с элементарными циркуляционными механизмами, при которых либо юго-западные, либо «ныряющие» циклоны выходят на эту территорию. Встречая преграду, в виде мощного азиатского антициклона, циклоны становятся малоподвижными, их фронты обостряются в результате затока холодного воздуха, а количество осадков становится значительным (Кононова, 2010). За рассматриваемый период количество сильных снегопадов увеличилось, в следствие чего увеличилась масса накопленного за зиму снега. Наибольший рост повторяемости сильных осадков отмечается в декабре и в январе. Например, в декабре на станции Киренск, начиная с 1949 г., сильные снегопады наблюдаются почти ежегодно. За этот период число случаев с экстремальными осадками увеличилось примерно в 1,3 раза. В Иркутске слабый рост сильных осадков начинается позже (после 1953 г.), причём в последние 10 лет их количество сократилось почти в 2 раза по сравнению с предыдущем 10-летним периодом.

Весенний период характеризуется слабым ростом количества экстремальных осадков. В этот сезон периодические случаи выпадения интенсивных и обильных дождей чередуются с более продолжительными периодами без экстремальных осадков. В начале весны (март) экстремальные осадки наблюдаются очень редко. В апреле и мае повторяемость экстремальных осадков незначительно растёт с регионально осредненным трендом 0,03 мм/10 лет.

Летом на большей части рассматриваемых станций преобладают тенденции уменьшения числа дней с экстремально большими летними осадками. Только в Ербогачене в июне наблюдается значимый рост повторяемости экстремальных ливней (0,15 мм/10 лет). За последние 20 лет повторяемость исследуемой величины здесь увеличилась по сравнению с базовым периодом в 2

раза. В июле эта тенденция сменяется на противоположную. В августе существенных изменений повторяемости экстремальных осадков не отмечается.

Осенью число экстремальных осадков растёт, за исключением станции Бодайбо. Значимые положительные тренды характерны только для северной части области. В Ербогачёне тренд экстремальных осадков в октябре равен 0,15 мм/10 лет, а в ноябре – 0,21 мм/10 лет.

В целом, сезонные изменения повторяемости экстремальных осадков проявляются в незначительном зимнем увеличении и летнем уменьшении. Это, в первую очередь, объясняется увеличением влагоёмкости атмосферы, особенно в холодное время года, а также интенсификацией гидрологического цикла летом. Наметившиеся тенденции повлияют на сезонные изменения гидрологического режима на водосборах крупных рек. Так, увеличение количества твёрдых осадков в холодное время года на большей части Иркутской области будет способствовать его аккумуляции в течение этого периода. Весной накопленная за зиму масса снега начнет быстро таять, вызывая весенние паводки и нанося значительный ущерб региональным инфраструктурам и различным видам хозяйственной деятельности.

Проанализируем распределение вклада в сезонные суммы осадков, превышающих 5% уровень обеспеченности. Зимой вклад экстремальных осадков в сезонные суммы варьирует от 9 до 39 %. В среднем по территории Иркутской области наиболее значительная доля экстремальных осадков наблюдалась в периоды 1961 – 1970 гг. (26 %) и 2001 – 2010 гг. (25 %). В весенние месяцы, начиная с 1970 г. по настоящее время, на территории Иркутской области отмечается небольшой рост доли экстремальных осадков на 7,8 %. Наиболее сильные изменения характерны для станций Нижнеудинск, Жигалово Киренск, где только за последние 10 лет вклад экстремальных осадков увеличился с 29 до 43 %. Обратная картина наблюдается в Иркутске где, начиная с 2000 г., доля экстремальных осадков резко уменьшилась. В среднем в летние месяцы характерно слабое увеличение доли экстремальных осадков в общей сезонной сумме, за исключением станции Бодайбо. Осреднённые за десятилетние значения позволяют выделить несколько периодов роста с 1940 до 1960 гг., затем уменьшения до 1990 г., вновь сменяющееся увеличением доли экстремальных осадков. В целом за год вклад экстремальных осадков в сезонные суммы на большей части Иркутской области за последние 60 лет растёт. Особенно ярко эта тенденция проявляется в холодный период года.

Список литературы:

1) Бардин М. Ю., Платова Т. В. 2013. Изменение экстремальных квантилей распределения основных климатических переменных в европейской части СНГ. – Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа, № 27, с. 83-91.
2) Булыгина О. Н., Коршунова Н. Н., Разуваев В. Н. 2007. Критерии экстремальности климатических явлений в температурном режиме и режиме осадков на территории России. –Тр. ВНИИГМИ-МЦД «Анализ изменений климата и их последствий», вып. 173, с. 38-53.
3) Кононова Н. К. 2010 Изменение осадков холодного периода и продолжительности макроциркуляционных процессов, обусловливающих их выпадение в различных регионах Восточной Сибири. – Лед и снег, № 3 (111), С. 47-57.
4) Матвеева Т. А., Гущина Д. Ю., Золина О. Г. 2015. Крупномасштабные индикаторы экстремальных осадков в прибрежных природно-экономических зонах европейской территории России. – Метеорология и гидрология, № 11, с. 20-32.
5) Шмакин А. Б., Попова В. П. 2006. Динамика климатических экстремумов в Северной Евразии в конце XX века. – Известия РАН. Физика атмосферы и океана, т. 42, с. 157-166.

КОЛЕБАНИЯ ЦИКЛОНИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ И ПОВТОРЯЕМОСТИ ОПАСНЫХ ЯВЛЕНИЙ ПОГОДЫ В БЕЛАРУСИ

Е.Н. Сумак [1], И.Г. Семенова [2]

[1] Республиканский центр по гидрометеорологии, контролю радиоактивного загрязнения и мониторингу окружающей среды Республики Беларусь,

РБ, 220114, г. Минск, пр. Независимости, 110, katyasbelarus@gmail.com

[2] Одесский государственный экологический университет,

Украина, 65016, г. Одесса, ул. Львовская, 15, in_home@ukr.net

Циклоны являются основными синоптическими объектами, определяющими сложный характер погодных условий и режим увлажнения в умеренных широтах. Интенсивность циклонической деятельности в центре Европы зависит от динамики центров действия атмосферы в Северной Атлантике и положения ведущего потока в тропосфере. Поэтому текущие климатические изменения могут оказывать влияние на траектории и глубину циклонов, а, следовательно, и на возникновение опасных явлений погоды, большинство которых наблюдается в области циклонической деятельности. Республика Беларусь находится в центре Восточной Европы, поэтому большинство циклонов, смещающихся в эту часть континента, проходят через ее территорию.

Целью данного исследования является анализ повторяемости циклонов различных траекторий, которые перемещались через территорию Беларуси в период 1995-2015 гг., и связанных с ними опасных явлений (ОЯ) погоды.

Исследование проводилось в два этапа: на первом с помощью методов синоптического анализа была создана база данных циклонов за период 1995-2015 гг., смещающихся своим центром через территорию Беларуси, и построены карты-схемы траекторий, на втором – определена взаимосвязь возникших ОЯ с траекториями циклонов.

В результате проведенного исследования было выявлено, что через территорию Беларуси переместилось всего 329 циклонов, т.е. в год в среднем перемещается 15-16 циклонов всех типов. Из них по 22% составили циклоны западных и северо-западных траекторий, остальные 56% пришлось на южные циклоны. Наибольшее количество циклонов всех типов (21-23 случая в год) наблюдалось в 1998, 2004, 2008 и 2009 гг. Минимальное количество циклонов (около 10 случаев) было отмечено в 2015 г.

Западные циклоны наиболее часто проходят над территорией Беларуси в марте и декабре. Северо-западные циклоны имеют наибольшую повторяемость в январе и феврале. Наибольшее количество южных циклонов приходится на теплое время года – апрель, май и июль. Минимум южных циклонов наблюдается в январе и декабре.

Большинство западных циклонов, которые проходят через территорию Беларуси, образуется в полосе широт 50-60º с.ш. над районами Западной Атлантики, Великобританией, Северным морем и югом Балтийского моря. Основной особенностью этих циклонов является изменение траектории после пересечения территории Беларуси, большинство из них поворачивает к северо-востоку, меньшая часть – к югу. Южные циклоны перемещаются на территорию Беларуси из всех районов Средиземноморья, Балканского полуострова и Черного моря. Северо-западные циклоны в основном образуются над Норвежским морем и проходят через Скандинавский полуостров, а над территорией Беларуси значительная часть циклонов поворачивает к северо-востоку.

Среднее давление в центрах циклонов над территорией Беларуси составило 992 гПа для западных и северо-западных, 997 гПа – для южных циклонов.

На долю циклонов, сопровождавшихся ОЯ, пришлось 23% от общего количества циклонов, из них южные циклоны составили 66 случаев, западные – 10, северо-западные циклоны ОЯ не вызвали.

Наибольшее количество южных циклонов, вызвавших ОЯ, отмечалось в 1996-1998, 2008, 2009 и 2013 гг. – по 5-7 случаев. Наименьшее количество – в 2001, 2003, 2011 и 2015 гг. – по 2 случая. При общем небольшом количестве западных атлантических циклонов, вызвавших ОЯ, в 1998 и 2004 гг. на их долю пришлось по 2 случая, а в остальные годы – по 1 случаю в год.

Наибольшая повторяемость южных циклонов, с которыми связаны ОЯ, отмечается в теплый период года (с мая по август), в среднем около 10-11 случаев, т.е. каждый второй год существует вероятность выхода «погодоопасных» южных циклонов. Возникающие в южных циклонах опасные явления, прежде всего, связаны с развитием интенсивной конвекции в летний период, которая сопровождается очень сильными ливнями, грозами, шквалами, смерчами и крупным градом.

Основная доля ОЯ (149 случаев) в южных циклонах за исследуемый период пришлась на очень сильные дожди ливневого и продолжительного характера (60% от общего количества). Очень сильные снегопады и шквалы составили 38 и 47 случаев соответственно (15 и 19%). Наименьшее количество случаев ОЯ составили крупный град и сильное налипание мокрого снега – 11 и 4 случая соответственно, что составляет соответственно 4 и 2% от общего количества ОЯ. В каждом южном циклоне в среднем наблюдается около 4 случаев ОЯ.

Распределение по сезонам показывает, что наибольшая повторяемость очень сильных дождей в южных циклонах характерна для июля и августа (72 и 46 случаев соответственно), что составляет в среднем от 2 до 4 случаев в месяц. Наименьшее количество очень сильных дождей выпадает в сентябре и октябре, а также в мае – 5. Очень сильные снегопады чаще всего выпадают в марте – 22 случая, т.е. каждый год с выходом южного циклона в этом весеннем месяце связан случай очень сильного снегопада. В остальные месяцы холодного периода года отмечалось от 1 до 7 случаев очень сильных снегопадов, т.е. вероятность возникновения этого ОЯ небольшая. Шквалы в южных циклонах возникали в основном в теплое полугодие, максимум повторяемости приходится на июнь и июль (15 и 14 случаев), наименьшая повторяемость – в переходный период, в апреле и октябре.

Большинство южных циклонов, сопровождавшихся ОЯ, образовалось над районами западного Средиземноморья и Генуэзского залива – 14, а также Венгерской и Дунайской низменностями – 12 циклонов. Наименьшее количество циклонов с ОЯ пришло из районов Эгейского моря и о. Крит – лишь 2 циклона.

Почти половина случаев западных циклонов (40-50%,), сопровождавшихся ОЯ, наблюдалась в июле и августе. При этом в зимние месяцы, а также в переходные сезоны циклоны западных траекторий обычно не вызывают ОЯ.

С западными циклонами, как правило, связаны очень сильные снегопады и дожди (по 35% от общего количества случаев), а также шквалы (24%). На долю крупного града пришелся лишь один случай. Наибольшая повторяемость очень сильных дождей приходится на летние месяцы, сильных снегопадов – на ноябрь. В среднем в каждом западном циклоне возникало до 2 случаев ОЯ.

Циклоны западных траекторий, вызвавших ОЯ в Беларуси за исследуемый период, образовались в основном над районами Атлантики.

Таким образом, выполненное исследование показало, что циклоническая деятельность на территории Беларуси в современный период является весьма интенсивной, на что указывает как высокая повторяемость циклонов, так и количество связанных с ними опасных явлений погоды. Большинство опасных явлений во все сезоны года связаны со смещением циклонических образований южных траекторий.

МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ СУХОВЕЕВ В УКРАИНЕ В НАЧАЛЕ XXI ВЕКА

М.О. Слиже[1)], И.Г. Семенова [2)]

[1), 2)] Одесский государственный экологический университет,
Украина, 65016, г. Одесса, ул. Львовская, д. 15
[1)] magribinets@ukr.net
[2)] in_home@ukr.net

Исследование посвящено оценке метеорологических характеристик суховеев на территории Украины в современных климатических условиях. Суховеи как комплексное явление, фиксируются ежегодно в различных областях в вегетационный период и могут существенно влиять на продуктивность сельскохозяйственных культур. Особый вред суховеи наносят яровым зерновым, активное развитие которых происходит в весенне-летний период. Суховеи способны в сравнительно короткий срок значительно снизить или полностью уничтожить урожай.

Глобальное потепление, начавшееся в 1974-1983 гг. и продолжающееся по настоящее время, приводит к существенным изменениям крупномасштабной циркуляции атмосферы (Мартазинова, Сологуб, 2000, Татарчук, Барабаш, 2007). Результаты наблюдений за температурой воздуха показывают, что существующая тенденция к росту положительных аномалий температуры в Украине сохраняется с 1998 г. В то же время наблюдается изменение в сторону уменьшения количества выпадающих осадков, это является условием для роста числа засушливых явлений по всей территории страны (Балабух и др., 2015).

Цель данной работы – определение метеорологических характеристик суховеев на территории Украины в современных климатических условиях.

Для исследования были использованы данные ежедневных восьмисрочных наблюдений за период 1995-2015 гг., с апреля по август, на 24 метеорологических станциях, расположенных в различных агроклиматических зонах Украины.

В качестве критерия суховея принималось одновременное выполнение, хотя бы в один из сроков наблюдения, таких условий: температура воздуха 25º С и выше, скорость ветра на высоте флюгера 5 м·с$^{-1}$ и более, относительная влажность воздуха в будке 30 % и ниже.

Для выбранных станций были рассчитаны среднемесячная температура и относительная влажность воздуха, а также были выбраны значения абсолютных максимумов температуры воздуха и минимальной относительной влажности воздуха при суховее.

Анализ среднемесячной температуры воздуха (рис. 1а) показал, что на станциях расположенных во всех агроклиматических зонах, она имеет свое наименьшее значение в апреле: в Полесье – 26.9° С, в Лесостепи – 26.8° С, в Степи – 27.2° С. В летние месяцы ее величина выше, чем весной. Наибольшее ее значение в зонах Лесостепи и Степи наблюдалось в июле (31.2° С и 32.0° С, соответственно), в то время как в Полесье ее наибольшая величина сохранялась в июле и августе (30.3° С). Ее прирост составлял 3.4° С в зоне Полесья, в Лесостепи и Степи – 4.4° С и 4.8° С, соответственно.

Среднемесячная относительная влажность воздуха при суховее имеет менее выраженный ход (рис. 1б), с наиболее низкими значениями: в Полесье в апреле (25 %), в Лесостепи в мае (24 %) и в Степи в августе (24 %). Наибольшее значение среднемесячной относительной влажности воздуха наблюдалось: в Полесье в июне (27 %), в Лесостепи в июле (26 %) и в Степи в июне (26 %).

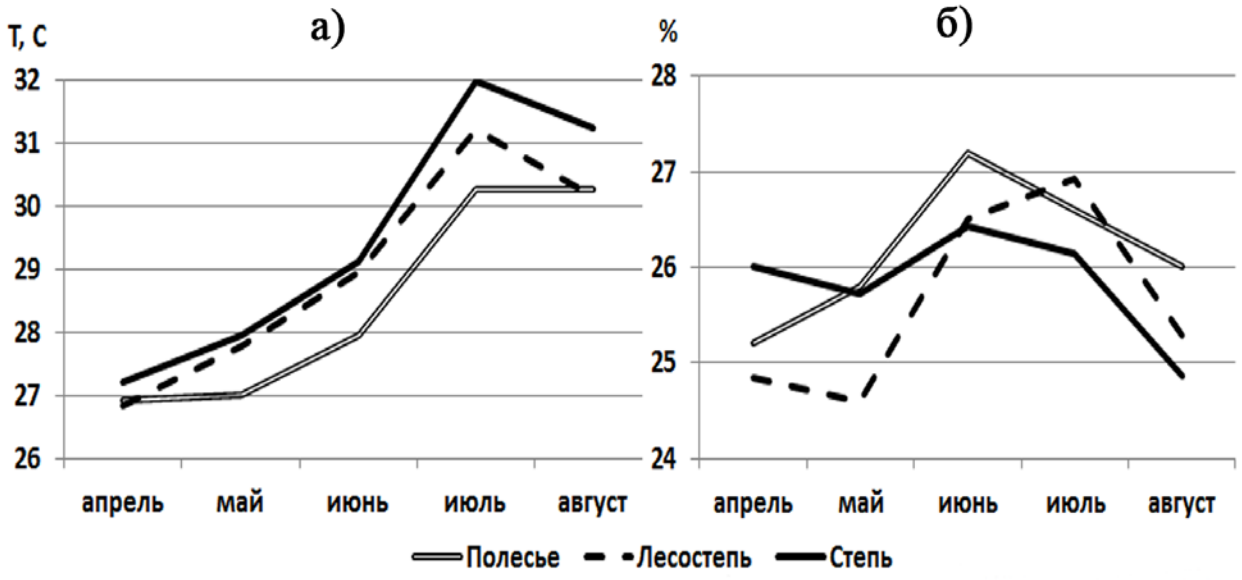


Рис.1. (а) – среднемесячная температура воздуха (ºС), (б) – среднемесячная относительная влажность воздуха (%) при суховее для различных агроклиматических зон.

Абсолютный максимум температуры воздуха при суховее составил: в апреле на ст. Днепр и Кривой Рог – 31.7° С, в мае на ст. Запорожье и Кропивницкий – 36.1° С, в июне на ст. Симферополь – 37.2° С, в июле на ст. Одесса и августе на ст. Запорожье – 40.0° С.

Минимальная относительная влажность при суховее зафиксирована в апреле на ст. Днепр (10 %), в мае, июне и августе на ст. Одесса, в июле на ст. Чернигов и составляла 4 %.

Выводы. Во всех агроклиматических зонах среднемесячная температура воздуха при суховее имеет свое наименьшее значение в апреле месяце и наибольшее – в июле. Максимальная температура воздуха имела самые низкие значения в апреле, а высокие в августе месяце во всех агроклиматических зонах и имеет близкие значения к максимумам соответствующих месяцев.

Среднемесячная относительная влажность воздуха при суховее имеет слабовыраженный ход, с наиболее низкими значениями в весенние месяцы в зоне Полесья и Лесостепи и в августе в Степной зоне. Минимальная относительная влажность воздуха при суховее имеет самые низкие значения в августе зонах в Полесья и Степи, и в мае в Лесостепной зоне и может опускаться ниже 10 %.

Список литературы:

1) Балабух В.О., Млицька Л.В., Лавриненко О.М. 2015. Особливості погодних умов 2014 року в Україні. – Наук. праці УкрНДГМІ, вип. 267, с. 28-38.
2) Мартазинова В.Ф., Сологуб Т.А. 2000. Атмосферная циркуляция, формирующая засушливые условия на территории Украины в конце XX столетия. – Наук. праці УкрНДГМІ, вип. 248, с. 36-47.
3) Татарчук О.Г., Барабаш М.Б. 2007. Дослідження просторово-часового розподілу суховіїв на території України в умовах сучасного клімату. – Наук. праці УкрНДГМІ, вип. 256, с. 140-154.

ДОЛГОСРОЧНЫЙ МОНИТОРИНГ МЕТЕОПАРАМЕТРОВ НА ВЫСОКОГОРНОЙ БИОСФЕРНОЙ СТАНЦИИ «ДЖУГА» КАВКАЗСКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ЗАПОВЕДНИКА

П.Г. Родимцев[1)], А.Н. Лукин[2)]

[1)] ФГБУ «Кавказский государственный природный биосферный заповедник им. Х.Г. Шапошникова»
РФ, 354340, г. Сочи, Адлерский район, ул. К. Маркса, д.8, rodimcev@rambler.ru
[2)] Западно-Кавказский научный Центр;
Филиал ФГБО УВПО "Российский государственный гидрометеорологический университет" (РГГМУ) в г. Туапсе.
РФ, 352808, г. Туапсе, Тупик Звездный, д. 9, lukin@wcrc.ru

Высокогорная станция биосферного мониторинга «Джуга» функционирует в Кавказском государственном природном биосферном заповеднике им. Х.Г. Шапошникова с 1985 года. Станция расположена на границе горнолесного и субальпийского поясов. Она включена в Международную программу комплексного мониторинга, основной целью которого является определение и прогнозирование состояния экосистем и его изменений под антропогенным прессом. Биосферная станция «Джуга» является единственной в настоящее время высокогорной (Абсолютная высота – 2004 м над у.м. Координаты – N 43 88537, E 040 48341) фоновой станцией на Западном Кавказе, чем и привлекает к себе внимание исследователей.

Мониторинг метеорологических параметров выполняется с 1985 года. Данные получены по показаниям аналоговых метеоприборов и по методикам, принятым в работе Росгидромета. Условно метеоданные экстраполируются на северный склон Северо-Западного Кавказа.

Установка на станции «Джуга» спутниковой системы передачи данных и автоматической метеостанции открыли принципиально новые возможности для выполнения мониторинга метеопараметров и научных исследований. Дальнейшее развитие научной инфраструктуры станции «Джуга» является одним из приоритетов развития Кавказского заповедника.

Мониторинг температуры воздуха

Среднемноголетняя годовая температура воздуха на северном склоне Главного Кавказского хребта (ГКХ) составила 3,7 градусов Цельсия. Амплитуда колебаний среднегодовых значений составила 4,4 при минимуме 1,7 градусов Цельсия (1992) и максимуме 6,1 градусов Цельсия (2010). Тенденция повышения среднегодовых значений за 30 лет прослеживается отчетливо. Холодный период наблюдался с 1986 по 1993 годы. 1994-99 годы характеризуются стабильным режимом. С 2000 года температуры воздуха повышенные с отклонениями в 2003-05 годах. Абсолютные за год минимальные температуры воздуха имеют существенный разброс и асинхронное поведение во времени. Отрицательный экстремум (-22,5 градусов Цельсия) – в декабре 2006 года. В многолетнем плане следует отметить тенденцию спада с 1987 по 2007 годы, подъема с 2008 по 2015 годы. Ход изменений максимальных экстремумов более стабильный. Нижний предел 20,1 градусов Цельсия отмечен в 1988 году, верхний 30,3 градусов Цельсия в 2000 году. Повышение максимальной температуры воздуха за 30 лет составило 1,4 градусов. Многолетние среднемесячные температуры воздуха (норма) имеют правильный ход изменений, т.е. значения увеличиваются с января по июль-август с последующим уменьшением к декабрю. Наибольший прирост температуры воздуха во времени для северного макросклона равный 4,6 градусов Цельсия сдвинут во времени и наблюдается между апрелем и маем. Максимальное падение температуры происходит между октябрем и ноябрем – 4,8 градусов Цельсия. Высотный градиент для средних температур составляет

0,39 градусов Цельсия на 100м. Максимальные его значения 0,45-0,48 градусов Цельсия на 100м в апреле-августе; минимальные 0,29-0,30 градусов Цельсия на 100 м в ноябре-декабре.

Мониторинг продолжительности безморозного периода

Для местоположения станции «Джуга» самый продолжительный период без отрицательных температур имел место в 2012 году – 205 дней, а наиболее короткий – в 2004 году – 87 дней. За 30 лет продолжительность безморозного периода на северном склоне ГКХ увеличилась на 27 суток. Среднемноголетнее беспрерывное наличие положительных температур воздуха (норма) составляет 134 суток. Согласно линейному тренду за 30 лет последний заморозок стал проявляться раньше на 17 суток. Среднемноголетняя дата последнего заморозка 17 мая. Нормативное проявление первых заморозков 29 сентября.

Мониторинг относительной влажности воздуха

Относительная влажность воздуха в большей степени, чем температура зависит от местоположения точек наблюдений. Изменение значений в среднегорном лесном и в субальпийских поясах зачастую имеют противоположную направленность. По данным метеоплощадки «Джуга» норма среднегодовой влажности составила 69 процентов. Диапазоны колебаний от 62 (1990-91, 2013-14) до 79 процентов (1995). Линейная аппроксимация дает уменьшение среднегодовой относительной влажности воздуха с 1985 года в субальпийской зоне на 2,7 процентов. Минимальная относительная влажность воздуха, как абсолютная, так и среднемноголетняя во все времена года выше в лесной зоне южного склона (данные метеостанции «Лаура», Росгидромет), чем в субальпике.

Мониторинг атмосферных осадков

Линейная аппроксимация тридцатилетнего хода изменений годовых сумм осадков показывает их увеличение на 683,1 мм. В субальпике северного макросклона ГКХ норма 1320,7 мм, интервал колебаний 684,7 (1986) – 2755,6 мм (2006). Норма среднесуточных выпадений по метеостанции «Джуга» от 5,7 мм (февраль) до 13,4 мм (ноябрь). В среднем величина суточных осадков уменьшилась на 3,0 мм.

Мониторинг снежного покрова

Многолетняя среднегодовая высота снежного покрова на северном склоне составила 53 см, максимальная – 106 см. В альпийской зоне северного склона ГКХ наиболее многоснежным является март (66-88 см). В альпийской зоне северного склона ГКХ произошло уменьшение средней мощности снега от 0,2 см в январе до 45 см в марте.

Мониторинг продолжительности солнечного сияния

Средняя годовая длительность солнечного сияния по данным метеостанции «Джуга» составляет 1896,6 часов. Разрывы в рядах наблюдений не позволяют корректно оценить изменения происшедшие за 30 лет. Тем не менее, линейный тренд годовых сумм показывает увеличение продолжительности солнечного сияния на 151 час в год.

НЕКОТОРЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ (НА ПРИМЕРЕ ОЦЕНКИ УСЛОВИЙ УВЛАЖНЕНИЯ ЮГО–ВОСТОКА ЗАПАДНОЙ СИБИРИ) НА ОСНОВЕ СОЗДАНИЯ СПЕЦИАЛИЗИРОВАННЫХ БАНКОВ ДАННЫХ

Л.Г. Немировская

ФГБУ «Сибирский региональный научно-исследовательский гидрометеорологический институт», Новосибирск; e-mail: nemirov@sibnigmi.ru

Климатические условия любой страны, их изменения – не только отражение изменений в окружающей среде, но и природное богатство, рациональное использование которого – залог стабильного развития экономики.

В исследованиях изменений климата, а именно – глобального потепления указывается на неоднородность его проявлений в междуполушарном, широтно-долготном и региональном масштабах. Территория России отличается разнообразием природных климатических, экономических и др. условий в различных частях её территорий, поэтому целесообразно изучение указанных проявлений на примере конкретных регионов.

В СибНИГМИ с 2007 г. выполнялись исследования по оценке изменчивости регионального климата: вначале для Уральского региона, а с 2011 г. – для юго-востока Западной Сибири с сохранением основных концептуальных положений: 1) целесообразность изучения климата в региональном аспекте, 2) выбор параметра исследования – непрерывных периодов наличия и отсутствия осадков как существенно информативного с точки зрения предпосылок к возникновению неблагоприятных гидрометусловий (особенно актуального в свете метеорологических аномалий последних лет). Исследование выполнено на основе применения нескольких критериев периодов увлажнения – от близкого к стандартам «Климсправочника», названного в работе «обобщённым», (нижний предел осадков 0,1 мм), до показателей, рекомендованных МГЭИК, имеет два аспекта – 1) создание специализированных банков данных изучаемых периодов, и 2) уточнённая на их основе оценка изменчивости их характеристик для изучения: а) региональных проявлений изменения климата, б) обеспеченности влагоресурсами. Создание для регионов банков климатических данных необходимо для изучения региональных особенностей климатических изменений. Массивы данных об особенностях, к примеру, климатических и атмосферных процессов и условиях им сопутствующих, формируются для конкретного региона, но зачастую имеют значение, выходящее за рамки выполняющегося при этом исследования. В настоящей работе созданы массивы данных, в первую очередь, для периодов, определённых по «обобщённому» критерию, в 2-х вариантах: а) для периодов, определённых за весь ряд наблюдений, б) с 1977 г. – по уточнённому в 2014-2016 г. макету с расширенным составом характеристик сопутствующих метеопараметров. Все указанные варианты массивов данных созданы и представлены на сайте СибНИГМИ для нескольких пороговых значений длительности периодов: от 1 и до периодов ≥ 5 дней (табл.1) сформированы, как и все остальные массивы данных, в 2-х форматах – «Excel» и «Word».

Созданы также специализированные массивы данных (по 2015 г.) – территориального распространения периодов, охватывающих одновременно определённое количество станций, где отражены, в соответствии с процентом охвата территории – даты периодов, их длительность, наименование частей территории и региона в целом.

На основе созданных банков данных, в рамках второго аспекта исследования, проведены расчеты среднемноголетних пространственно-временных характеристик с различным режимом осадков в разные сезоны, вклада по месяцам в общую повторяемость периодов разной длительности и др., содержащие информацию о вероятностно-климатологической оценке возможного наличия изучаемых периодов, что важно в прикладном аспекте.

Таблица 1 Специализированные массивы (Календари) данных периодов наличия осадков, определённых по «обобщённому критерию» (длительностью от 1 дня). Фрагмент

НАЗВАНИЕ СТАНЦИИ	Дата			Длит. периода осадков	Сумма осадков за период	Температура воздуха		Относит. миним. влажность	Скорость ветра	
	год	начало	конец			средняя	максим		средняя	максим
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
БАРНАУЛ АГРО	2015	27,04	29,04	3	14,1	7,4	11,6	40,7	4,1	14,7

Для изучения региональных проявлений изменений климата рассчитаны и тенденции межгодовых изменений характеристик периодов («обобщенный» критерий) по 2015 г. и за последнее 30-летие, по нескольким индикаторным параметрам периодов – сумма дней в периодах, количество периодов, сумма осадков в дождливых периодах и т.д. – для нескольких пороговых значений длительности периодов, указанных ранее, как по репрезентативным станциям, так и осреднённо – для всей территории ЗСУГМС, для административных её частей, выявляющие особенности межгодовых изменений характеристик изучаемых периодов в разных частях региона (для периодов «дождливых» и бездождных. (Рис. 1).

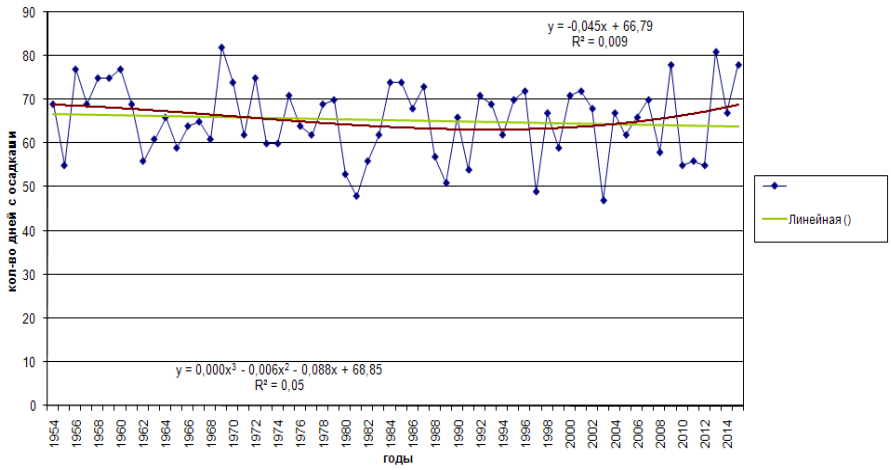


Рис.1. Межгодовая изменчивость суммарного числа дней в году в периодах наличия осадков (продолжительностью > 1дня) осреднённых для территории Западно-Сибирского Управления (1936-2015 г.г.)

Для изучения тенденций межгодовой изменчивости периодов, охватывающих определённый процент числа станций сформированы массивы ежегодных данных о сумме числа дней и о количестве периодов, выявлены определённые особенности, в межгодовом изменении параметров периодов, охватывающих одновременно значительное число станций.

Наряду с «обобщенным» критерием, применены индексы, рекомендованные МГЭИК: индекс CDD – максимальная за каждый год продолжительность «сухого» периода (нижний предел осадков – 1 мм) и индекс интенсивных осадков R10 (число дней в каждом году с осадками не менее 10 мм).

Созданы их банки данных (по 2015 г.), рассчитаны показатели пространственно-временной изменчивости разного масштаба осреднения, распределение индексов разных значений по месяцам, имеющее значение для вероятностно-статистической оценки возможного их наличия. Проведены расчеты, за весь полученный ряд, по 2015 г. и за последнее 30-летие тенденций межгодовой изменчивости указанных индексов – позволившие отметить ряд территориальных особенностей, сравнить с результатами по другим критериям.

В результате получены специализированные массивы данных определённых характеристик увлажнения, имеющие самостоятельное и прикладное значение: а) для обеспечения полноты и достоверности о состоянии климатической системы, б) для научных исследований (настоящего и других), в) для оценки региональных особенностей

проявлений изменения климата, г) для оценки обеспеченности влагоресурсами, для улучшения гидрометобеспечения экономики.

Список литературы:

Немировская Л.Г. Опыт изучения климатических изменений (на примере оценки изменений условий увлажнения) на основе создания специализированных баз данных, некоторых характеристик увлажнения (для юго-востока Западной Сибири). Тезисы докладов на Юбилейной конференции «Состояние и перспективы развития информационных технологий в гидрометеорологии. Информационное обеспечение морской деятельности», посвященной 50-летию образования ВНИИГМИ МЦД, 24-27.11-2014 г., с. 100-101.

ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ПОГЛОЩЕННОЙ СОЛНЕЧНОЙ РАДИАЦИИ НАД ОКЕАНАМИ

М.Ю. Червяков, А.А. Спиряхина, Я.В. Суркова

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского,

РФ, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, 83, chervyakovmu@mail.ru

В работе рассматриваются результаты анализа пространственно-временного распределения величин поглощенной солнечной радиации на верхней границе атмосферы над океанами, полученные с помощью радиометров ИКОР-М на ИСЗ «Метеор-М» № 1 и № 2 (Скляров и др., 2012-1, 2012-2).

Первый радиометр проработал на борту ИСЗ «Метеор-М» № 1 в течение пяти лет до сентября 2014 года. Результаты работы первого прибора опубликованы (Скляров и др., 2013-1, 2013-2). Аналогичный радиометр ИКОР-М установлен на борту ИСЗ «Метеор-М» № 2, запущенного 8 августа 2014 года. Второй прибор продолжает регистрировать потоки отраженной коротковолновой радиации, таким образом анализ данных основан почти на 8-летнем ряде наблюдений.

Поглощённая солнечная радиация и её распределение по Земле даёт энергию, которая управляет климатом и погодой в земной климатической системе. Циклическое изменение других параметров климата управляется поглощенной солнечной радиацией, которая имеет годовой цикл, вызываемый эксцентричностью орбиты Земли. Одновременное изменение склонения Солнца обусловливает изменение географического распределения инсоляции (прихода солнечной радиации на местную горизонтальную поверхность). Поглощенная солнечная радиация зависит ещё от альбедо в рассматриваемой части поверхности.

Поглощенная солнечная на верхней границе атмосферы включает в себя поглощение во всём вертикальном столбе атмосферы, поглощение подстилающей поверхностью и облаками. В процессе поглощения солнечная радиация поддерживает температуру земной поверхности и атмосферы, дающим вместе с облаками, уходящую длинноволновую радиацию. Процесс поглощения поддерживает образование явного и скрытого тепла, оборот других видов энергии, циркуляцию в атмосфере и в океане, обеспечивающие общий перенос энергии, в том числе из низких в высокие широты.

Для более подробного анализа деталей распределения поглощенной солнечной радиации над океанами в работе был применен метод меридиональных разрезов, расположенных в широтных интервалах 45° с.ш. - 45° ю.ш. в различных океанах. Для каждого меридионального разреза были рассчитаны среднемесячные значения поглощенной солнечной радиации, а также проанализирован широтный ход в каждом меридиональном разрезе.

Для каждого меридионального разреза для временного анализа были построены последовательности карт среднемесячных распределений поглощенной солнечной радиации с января по декабрь. В качестве примера приведен рис. 1, на котором демонстрируется данный метод для меридионального разреза в Атлантическом океане за 2010 год. Одновременно получены такие же распределения за 2011 и 2012 гг для Тихого и Индийского океанов. Данный метод позволяет исследовать появление и миграцию со временем областей с интересующим режимом поглощенной солнечной радиации.

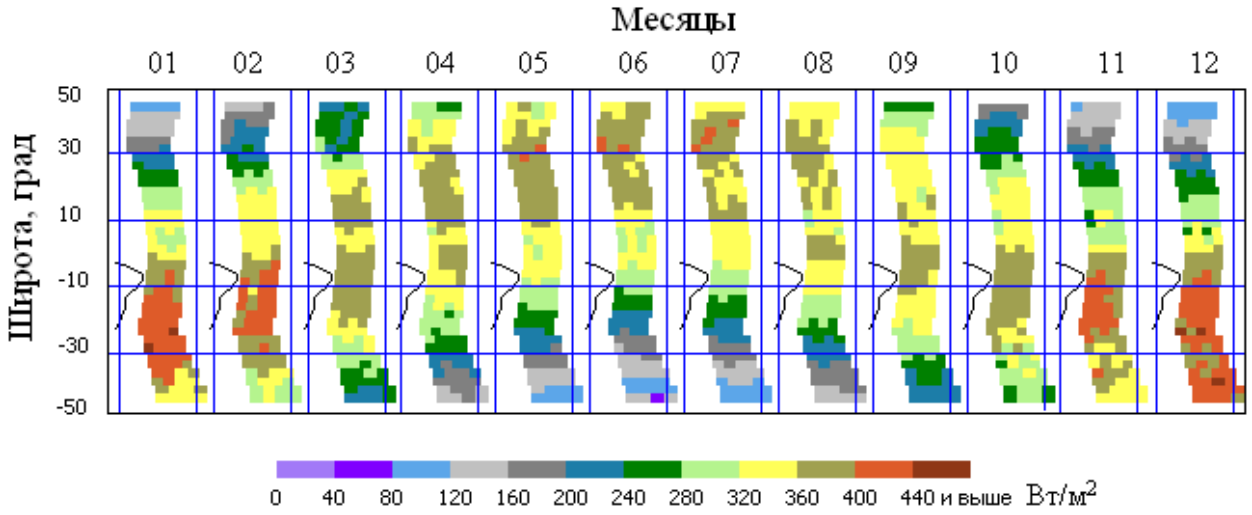


Рис. 1. Распределение поглощённой солнечной радиации в 2010 году для меридионального разреза в Атлантическом океане

Стоит отметить, что подобная методика позволяет исследовать временные изменения распределений поглощенной солнечной радиации в любых зонах произвольной конфигурации за любые изучаемые промежутки времени.

Данные со спутников также позволили рассмотреть изменчивость составляющих радиационного баланса Земли, в частности, отраженную коротковолновую радиацию, альбедо и поглощённую солнечную радиацию в Тихом океане во время событий Эль-Ниньо (Ла-Нинья).

Показано, что Эль-Ниньо сопровождается уменьшением среднего значения по региону величины поглощенной солнечной радиации. Отдельно был проведен анализ для стандартных областей Nino 1, 2, 3, 3.4 и 4. Для расчета среднемесячных величин поглощенной солнечной радиации по этим регионам было осуществлено выделение соответствующих территорий. Имеющиеся данные со спутников позволили рассмотреть и изучить изменчивость значений составляющих радиационного баланса отдельно для каждого региона за период с 2010 по 2016 гг.

Работа выполнена при финансовой поддержке Русского географического общества в рамках научного проекта № 40/2016-Р.

Список литературы:

2. Скляров Ю.А., Воробьёв В.А., Котума А.И., Червяков М.Ю., Фейгин В.М. Алгоритм обработки данных наблюдений уходящей коротковолновой радиации с ИСЗ "Метеор-М" № 1 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9. №3. С. 83-90.
3. Скляров Ю.А., Воробьёв В.А., Котума А.И., Червяков М.Ю., Фейгин В.М. Измерения компонентов радиационного баланса Земли с ИСЗ "Метеор-М" № 1. Аппаратура ИКОР-М // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2012. Т.9. №2. С. 173-180.
4. Скляров Ю.А., Червяков М.Ю., Воробьёв В.А., Котума А.И., Фейгин В.М. Некоторые результаты обработки данных поглощённой солнечной радиации и альбедо, полученных с помощью аппаратуры ИКОР-М // Известия Саратовского университета. Новая серия. Серия Науки о Земле. 2013. Вып. 2. Т. 13. С. 30-33.
5. Скляров Ю.А., Червяков М.Ю., Воробьёв В.А., Котума А.И., Фейгин В.М. Особенности распределения поглощённой солнечной радиации в 2010 – 2012 годах по данным с ИСЗ «Метеор – М» № 1 // Современные проблемы дистанционного зондирования Земли из космоса. 2013. Т. 10. № 2. С. 272-283.

СОВРЕМЕННЫЙ РЕЖИМ ВЕТРА В МАРОККО

Ю.Э. Хадри

Одесский государственный экологический университет,
Украина, 65016, г. Одесса, ул. Львовская, д. 15, youzik@mail.ru

Актуальность исследования современных особенностей ветрового режима Марокко определяется необходимостью учета изменений характеристик ветра для развития ветроэнергетики, добывающей промышленности и транспортной инфраструктуры.

Цель исследования – выявление особенностей современного ветрового режима Марокко на фоне климатических изменений.

По данным наблюдений на 26 метеостанциях Марокко за период 2005-2014 гг. были рассчитаны среднегодовые значения скорости ветра, а так же повторяемость скорости ветра по градациям. В исследовании использовались данные ежедневных восьмисрочных наблюдений в виде интерактивной базы данных расположенной на сайте агентства NOAA SATELLITE AND INFORMATION SERVICE.

Максимальная, за данный период, среднегодовая скорость ветра наблюдалась в 2014 г. на ст. Дахла и составила 9.0 м·с$^{-1}$, а наименьшее ее значение составило 1.2 м·с$^{-1}$ в 2012 г. на ст. Таза.

Анализ показал, что за последнее десятилетие наблюдается рост скорости ветра, особенно ярко это выражено в период с 2011-2014 гг. Это можно объяснить многолетними колебаниями общей циркуляции атмосферы, в результате которых происходит изменение интенсивности центров действия атмосферы, в нашем случае Азорского максимума. В теплый период года Марокко находится в переходной зоне между Азорским максимумом и областью пониженного давления над Северной Африкой (Дроздов и др., 1989), колебания интенсивности этих центров приводит к изменению горизонтальных градиентов давления и, следовательно, изменению скорости ветра.

Сравнение средних скоростей ветра за период 2005-2014 гг. с климатическими данными за период 1980-1999 гг. на станциях Марокко (рис.1) показал, что наблюдается, как рост скорости ветра, так и ее уменьшение, но в среднем произошедшие изменения имеют незначительный характер, и на некоторых станциях изменение скорости составляет 20-44 % от ее величины.

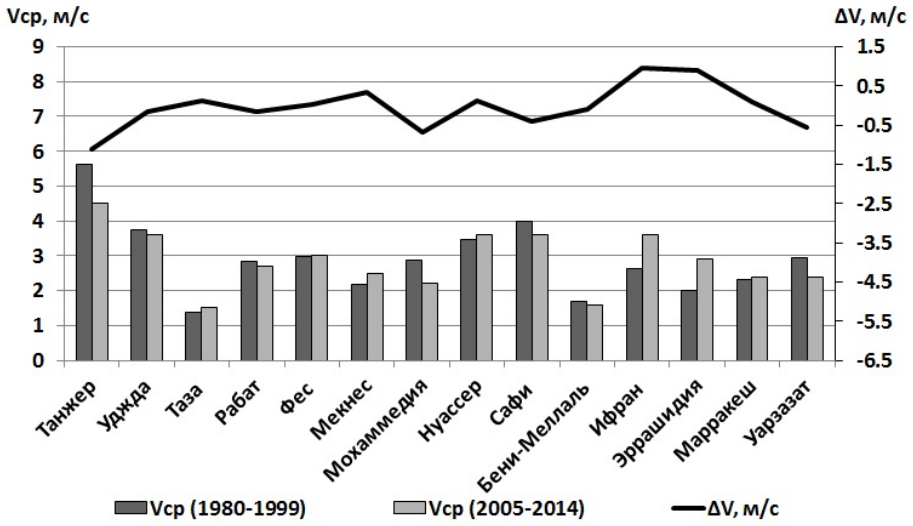


Рис. Среднегодовые скорости ветра за периоды 1980-1999 и 2005-2014 гг.

Например, на станциях Уарзазат средняя скорость ветра снизилась на 19 %, Танжер на 20 %, Мохаммедия на 24 %, в то же время на станциях Ифран и Эррашидия произошел

ее рост на 38 % и 44 %, соответственно. Такие изменения могут объясняться как застройкой станции, так и изменением циркуляционных условий.

Анализ распределения повторяемости скорости ветра по градациям позволяет разделить метеостанции по следующим группам.

К первой группе относятся станции, на которых преимущественно наблюдается слабый ветер (1-4 м·с$^{-1}$), а ветер других скоростей, включая штиль, составляет около 30 % из общего числа случаев. Данная группа станции, характеризуется таким распределением повторяемости скорости ветра: в 65-80 % случаев наблюдается слабый ветер, умеренный ветер (5-7 м·с$^{-1}$) в 3-18 %, свежий ветер (8-10 м·с$^{-1}$) в 1-4 % наблюдений, штили – 5-16 %. К этой группе относятся станции: Сиди-Ифни, Лараче, Эль-Хосейма, Рабат, Фес, Мекнес, Бени-Меллаль, Эррашидия, Марракеш, Агадир-аль-Массира. Эти станции расположены в горах Эр-Рифа, а так же в районе Среднего и Высокого Атласа.

На станциях второй группы преобладает слабый ветер, но с некоторым перераспределением количества случаев между слабым и умеренным ветром: слабый ветер составляет 59-65 %, умеренный ветер – 20-26 %, свежий ветер – 2-8 %, штили – 4-16 %. К этой группе относятся станции: Шефшауен, Уджда – расположенные в горном районе Эр-Рифа, Надор – на берегу Средиземного моря, а Нуассер в 25 км от Атлантического побережья.

В данной группе можно выделить отдельную подгруппу станции, Танжер и Эс-Сувейра, на которых в 46-47 % случаев зафиксирован слабый ветер, в 29-38 % – умеренный, в 9-13 % – свежий и 4 % приходится на сильный ветер (11-15 м·с$^{-1}$), штили составляют 2-8 % от общего числа наблюдений. Данные станция лежат на Атлантическом побережье Марокко – Танжер в его северной части, Эс-Сувейра в 600 км к югу.

Третья группа характеризуется преобладанием умеренного ветра. Распределение повторяемости скорости ветра выглядит так: умеренный ветер составляет 39-42 %, слабый ветер – 24-32 %, свежий – 24-28 %, сильный ветер – 3-5 % случаев. На долю штилей приходится 1-2 % числа наблюдений. К данной группе относятся станции: Фуэрвентуре, которая расположена на Канарских островах, и Тан-Тан на побережье Атлантического океана, данные станции лежат на одной широте, в 300 км друг от друга.

К четвертой группе относятся станции со значительной повторяемостью штилей и слабого ветра. Штили составляют 24-46 %, слабый ветер – 31-50 %, умеренный – 4-21 %; случаи со свежим ветром колеблются в таких пределах: – практически отсутствуют на ст. Таза и наблюдаются в 11 % на ст. Ифран. К данной группе относятся станции расположенные в Среднем Атлассе – Таза, Ифран, Уарзазат, а так же Сиди-Бель-Аббесе, лежащая на берегу Средиземного моря и Бешар рассположенная на территории Алжира на границе с Марокко в горах Сахарский Атлас.

Необходимо выделить ст. Дахла, лежащую на Атлантическом побережье в южной части Марокко. На данной станции в 34 % зафиксирован свежий ветер (8-10 м·с$^{-1}$), в 19 % – умеренный, 19 % – сильный и крепкий ветер, в 16 % – слабый и в 1 % всех случаев наблюдается штиль.

Выводы. Не вся территория Марокко имеет высокий ветровой потенциал, над большинством станций в 2005-2014 гг. превалировал слабый ветер. Наиболее благоприятными районами для эффективного развития ветроэнергетики, являются южная часть и прибрежные районы страны, отличающиеся умеренными и сильными скоростями ветра.

Список литературы:

1) Дроздов О.А., Васильев В.А., Кобышева Н.В., Раевский А.Н., Смекалова Л.К., Школьный Е.П. 1989. Климатология – Л., Гидрометеоиздат, 568 с.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И СВЯЗАННЫЕ С НИМИ ПРОЦЕССЫ В ЭКОСИСТЕМАХ ВОСТОЧНОЙ ЧАСТИ ЦЕНТРАЛЬНОГО КАВКАЗА

А.Л. Комжа, Н.А. Комарова, К.П. Попов

Северо-Осетинский государственный природный заповедник
РФ, 363240, РСО-А, г. Алагир, ул. Ч. Басиевой, 1
alkomzha@yandex.ru, borodachyu.k@mail.ru, kostjapopovalagir@mail.ru

Обобщение данных мониторинга, проводимого нами в природных экосистемах Северной Осетии с 1970-х годов, и анализ публикаций профильной тематики, касающихся данного региона и сопредельной территории Грузии (Деревщикова, 1981; Комжа, Попов, 1990; Попов, 2000, 2008; Комжа и др., 2001; Климат, 2002; Комарова, 2006; Каменев и др., 2008; Панов и др., 2010; Тавасиев, Тебиева, 2010; Тавасиев, 2011 и др.) позволили выявить целый ряд процессов, которые можно интерпретировать как результат изменения климата в регионе, наблюдающегося со второй половины XIX в., после окончания Малого ледникового периода:

— Анализ изменения средних годовых температур воздуха и годовой суммы атмосферных осадков в регионе с 1871 по 1990 гг. достаточно четко показывает, что в низкогорной и среднегорной зонах отмечается увеличение годовой температуры воздуха и годовых сумм атмосферных осадков. За эти 120 лет средняя годовая температура воздуха повысилась на 0,8 °С, а годовая сумма атмосферных осадков увеличилась на 40 мм, или на 5 %. В то же время, в высокогорной зоне происходит противоположное явление – годовая температура воздуха и годовая сумма атмосферных осадков незначительно уменьшаются.

— Вследствие потепления климата, апрель стал в низкогорной зоне в 2012–2013 гг. практически летним месяцем по температурному режиму (со среднемесячной температурой 10,3 ºС), а среднемесячная температура в мае 2013 г. впервые за 14 последних лет достигала 16 ºС. Летние среднесезонные температуры воздуха в 2012–2013 гг. оказались наибольшими за последние 5 лет.

— Характерными маркерами повышения среднегодовой температуры в низкогорье и среднегорье являются участившиеся засухи.

— В низкогорье, начиная с 2003 г., отмечено смещение частоты выпадения снега с февраля на март с максимальными значениями высоты снежного покрова (до 37 см). Апрельские снегопады становятся почти регулярными.

— В последнее десятилетие отмечается увеличение количества лавин, их более длительное сохранение летом как на дне долин, так и на склонах.

— Продолжается неуклонное сокращение гляциосферы региона. Для преобладающего числа ледников региона баланс массы в последнее столетие отрицательный. Уменьшение площади ледников в бассейнах рек Ардон и Фиагдон в 1882/1890–1995 гг. составило, соответственно, 56 и 69 %.

— Деградация оледенения вызывает активизацию экзогенных геологических процессов, в частности увеличение частоты сходов селей. Формируются новые селевые очаги. Местами зарождения селей становятся многочисленные озёра, формирующиеся в перигляциальной зоне в процессе деградации ледников и каменных глетчеров.

— Аномально высокие летние температуры и малоснежные зимы обусловливают поднятие снеговой линии.

— С 1970-х годов в регионе наблюдается учащение паводков, обусловленное увеличением стока рек из-за роста количества годовых осадков и интенсивного таяния ледников.

— Сокращение площади оледенения и потепление климата способствуют поднятию абсолютных высотных отметок верхней границы лесной растительности.

— В связи с миграцией видов вверх по высотному профилю местами отмечается постепенное изменение видового состава сообществ с тенденцией к смене их доминантов.

— Наблюдается нарушение обычной для региона сезонной ритмики ряда видов природной флоры и древесно-кустарниковых интродуцентов.

— Продолжается натурализация адвентивных видов и продвижение их вверх по высотному профилю региона. Местами чужеродные виды уже стали обычным компонентом антропогенно трансформированных растительных сообществ.

Для прогноза устойчивости, направленности и продолжительности действия перечисленных региональных климатических трендов и сопутствующих им трансформаций экосистем восточной части Центрального Кавказа необходимо соотнесение их с глобальными процессами изменения климата.

Список литературы

2) Деревщикова Н.А. 1981. Некоторые наблюдения над температурой воздуха в условиях Северо-Осетинского заповедника. – В кн.: Природа и природные ресурсы центральной и восточной части Северного Кавказа. – Орджоникидзе, с. 33–39.
3) Каменев Н.С., Галушкин И.В., Тавасиев Р.А. 2008. Активизация селевых очагов Северного Кавказа в связи с изменением климата на примере Цейского ущелья (Республика Северная Осетия-Алания, Россия). – В кн.: Селевые потоки: катастрофы, риск, прогноз, защита: тр. междунар. конф. – Пятигорск, с. 114–116.
4) Климат. 2002 / отв. ред. Л.Б. Валиева. Владикавказ, Проект-Пресс, 223 с. (Природные ресурсы Республики Северная Осетия-Алания).
5) Комарова Н.А. 2006. Анализ температуры воздуха по метеорологическим постам Северо-Осетинского заповедника (Центральный Кавказ). – Тр. Сев.-Осет. гос. прир. запов., вып. 1, с. 106–111.
6) Комжа А.Л., Попов К.П. 1990. Новые данные об адвентивной флоре Северной Осетии. – Бот. журн., т. 75, № 1, с. 108–110.
7) Комжа А.Л., Попов К.П., Ефимова В.А., Бируля И.В. 2001. Флористические находки в Северной Осетии. – Бот. журн., т. 86, № 10, с. 106–110.
8) Панов В.Д., Лурье П.М., Ильичев Ю.Г. 2010. Состояние современного оледенения Большого Кавказа на начало XXI столетия. – В кн.: Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений: избр. матер. 7 междунар. конф. – Владикавказ, с. 69–73. [Устойчивое развитие горных территорий. № 3 (5)].
9) Попов К.П. 2000. Хроника и многолетняя динамика пожаров в Северо-Осетинском заповеднике и их воздействие на биоту. – В кн.: Оценка экологического состояния горных и предгорных экосистем Кавказа. – Ставрополь, с. 157–163. (Сб. науч. тр. ассоциации ООПТ Северного Кавказа и Юга России, вып. 3).
10) Попов К.П. 2008. О наводнениях как выдающихся гидрологических явлениях в РСО-А и на Кавказе и их влиянии на биоту и хозяйственную деятельность человека [Ч. 1]. – Вестн. Сев.-Осет. отд-ния Русск. геогр. о-ва, № 1, с. 50–55.
11) Тавасиев Р.А. 2011. Каменные глетчеры Северной Осетии и их значение для устойчивого развития горных территорий. – Вестн. Владикавк. науч. центра, т. 11, № 3, с. 48–54.
12) Тавасиев Р.А., Тебиева Д.И. 2010. Горные озера Северной Осетии и их влияние на устойчивое развитие горных территорий. – В кн.: Устойчивое развитие горных территорий в условиях глобальных изменений: матер. 7 междунар. науч. конф. [Электронный ресурс]. – Владикавказ, Изд-во «Терек» СКГМИ (ГТУ). – Электрон. опт. диск. (CD-ROM).

ХАРАКТЕР ИЗМЕНЕНИЙ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ МЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИХ ПАРАМЕТРОВ КАЛЕНДАРНОГО ГОДА В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ НАБЛЮДЕНИЙ НА ПРИМЕРЕ ВОРОНЕЖСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

И.И. Сапельникова[1)], *И.В. Базильская*[1)], *А.А. Клявин*[1)]

[1)] ФГБУ «Воронежский государственный заповедник», РФ, 394080, Воронеж
Госзаповедник Центральная усадьба, is@reserve.vrn.ru

Метеостанция Воронежского заповедника ведет мониторинговые работы некоторых метеорологических параметров с 1932 года. Был сделан анализ динамики некоторых многолетних рядов, показавший современный рост годовой и среднемесячных температуры воздуха в январе, марте и апреле (Сапельникова, Базильская, 2015). Так как одним из основных показателей направленных изменений данных многолетнего ряда является коэффициент детерминации (R^2), показывающий, какая часть варьирования переменной зависит от фактора времени, было интересно посмотреть, как изменялся этот показатель для указанных параметров за все годы мониторинга.

Расчеты R^2 осуществляли в два этапа. В первом случае последовательно менялся конечный год временного ряда: с 1952 по 2016 г. (N_1), во втором случае последовательно менялся начальный год временного ряда: с 1932 по 2000 г. (N_2). Полученные таким образом данные позволили проследить динамику R^2 для годовой и среднемесячных температур воздуха (рис. 1 (А, Б)).

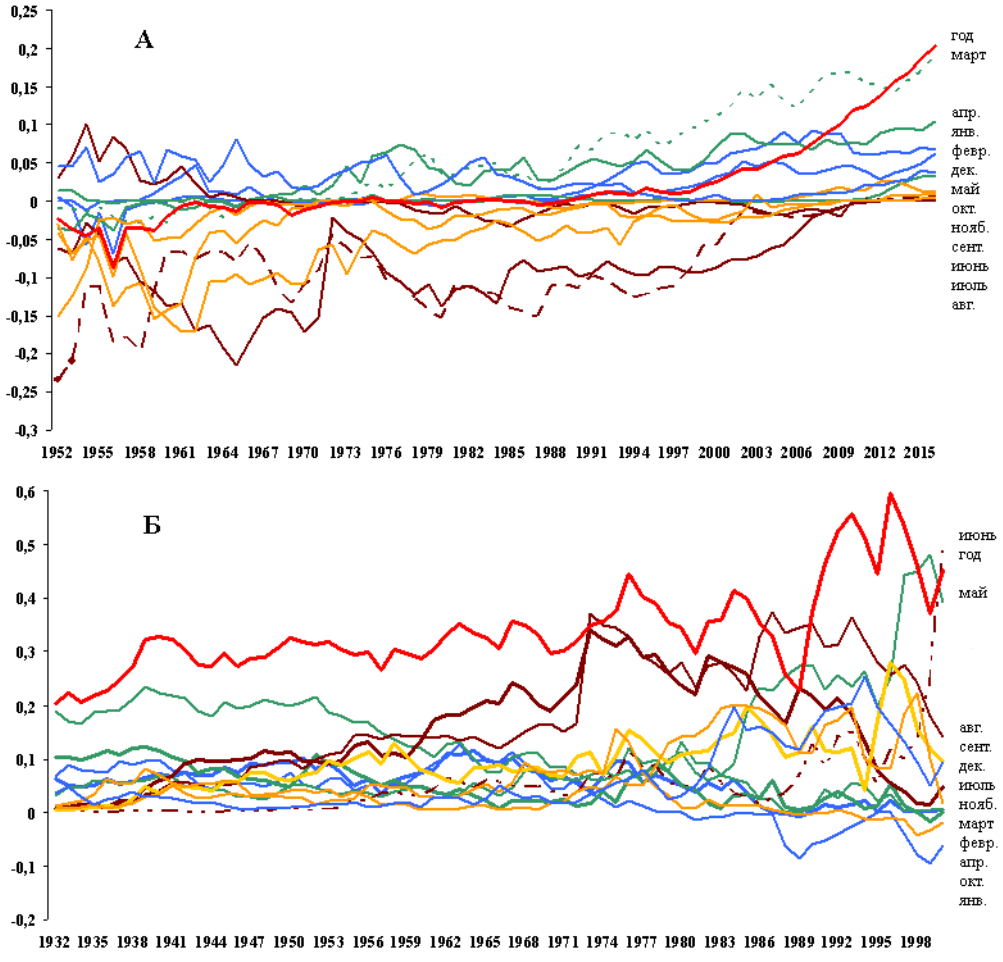


Рис. 1. Динамика R^2 трендов среднемесячных и годовой температур воздуха на временном отрезке: А. N_1 ; Б. N_2 (пояснения в тексте).

Согласно схеме (рис.1, А) в 50-е годы были достоверные убывающие тренды для среднемесячных температур июля (в 1952-1958 гг.), августа, сентября и ноября (с 1959 г). В 60-е годы сохранялось снижение температур в августе и сентябре. Неустойчивость июльских температур показана широким разбросом значений R^2. Июльский тренд был то достоверный, то нет. В 70-е годы после жаркого лета 1972 года июльский и августовский убывающие тренды стали недостоверными. Однако тенденция снижения температур в июле и августе сохранилась и снова стала достоверной с 1976 года. В 80-е годы всё ещё не было роста среднегодовой температуры. Присутствовал убывающий тренд в июле и августе. В 90-е годы роста среднегодовой температуры не было, но знак коэффициента детерминации сменился с «–» на «+». Продолжалось достоверное снижение температур июля и августа по сравнению с началом 30-х годов. С 1990 года добавился устойчивый возрастающий тренд для марта. С 2000 годов убывающие тренды в июле (с 2001 г.) и августе (с 2006 г.) стали недостоверными. Появились достоверные возрастающие тренды для января и апреля. С 2004 года появился возрастающий тренд для среднегодовой температуры. В 2010-2016 гг. сохраняется рост годовой температуры. Сохраняются возрастающие тренды температур в январе, марте и апреле.

На схеме Б рис.1 видно, как менялись показатели R^2, а с ними и оценка климата, когда современные данные стали сравнивать с 30-ми, 40-ми и т.д. годами, постепенно сокращая длину временного ряда за счет начальной даты от 1932 года к 2000 году.

Сравнение с 1932-1940 г. показало наличие возрастающих трендов для годовых температур, а также января, февраля, марта, апреля и мая. Был возрастающий тренд в октябре при отчёте ряда с 1936 г. Сравнение с 1940-1949 гг. подтвердило факт роста годовой температуры, температур января, февраля, марта, апреля, июля, августа, частично сентября и октября. Сравнение с 1950-1959 гг. показало существование возрастающего тренда для годовой температуры при высоких значениях R^2. Был достоверный рост температур в феврале, марте, июле, августе и сентябре. Для января и февраля тренд был то достоверный, то нет. Для апреля возрастающий тренд стал недостоверным с 1956 г. Сравнение с 1960-1969 гг. показало, что рост годовой температуры сохранился при высоких значениях R^2. Были возрастающие тренды для января, февраля, марта, июля, августа и сентября. Сравнение с 1970-1979 гг. показало сохраняющийся рост годовой температуры при высоких значениях R^2 . На временном интервале с 1976 г. по 2016 г. вклад тренда в динамику годовых температур составил 45 %. Сохранились возрастающие тренды для июля, августа и сентября. Единичные достоверные тренды показаны для некоторых временных рядов этого периода в феврале, марте, мае, июне и ноябре. Сравнение с 1980-1989 гг. показало сохраняющийся рост годовой температуры при высоких значениях R^2. Присутствовали стабильные возрастающие тренды для июля, августа, сентября и ноября. Добавились достоверные возрастающие тренды для мая с 1985 г. и декабря с 1983 г. Сравнение с 1990-2000 гг. показало наличие возрастающего тренд для годовой температуры при высоких значениях R^2, возрастающие тренды для мая и августа. Возрастающий тренд для декабря сохранялся до 1995 г., для июля – до 1993 г.

Таким образом, анализ динамики R^2 трендов годовой и среднемесячных температур воздуха в Воронежском заповеднике свидетельствует, что оценка современного состояния климата зависит от выбора точки отчёта для временного интервала. Это необходимо учитывать при интерпретации наблюдаемых изменений сроков наступления сезонных

явлений и при комплексной оценке динамических характеристик одних и тех же феноклиматических процессов по данным из разных регионов при неодинаковой длине анализируемых временных рядов.

Список литературы:

1) Сапельникова И.И., Базильская И.В. 2015. Долговременные изменения некоторых фенологических параметров календарного года в Воронежском биосферном заповеднике. – Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, Т. XXVI, вып.1. – М., ИГКЭ. с. 49-67.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТИЧЕСКОЙ КОМФОРТНОСТИ В ЗАПАДНОЙ СИБИРИ (НА ПРИМЕРЕ ТОМСКОЙ ОБЛАСТИ)

В.В. Севастьянов

Томский государственный университет,
РФ, 634050 г. Томск, пр. Ленина, 36, vvs187@mail.ru

В настоящее время весьма актуальны сведения о современном состоянии и динамике климатических ресурсов в сибирском регионе в связи с перспективами развития рекреационной, оздоровительно-реабилитационной и хозяйственной деятельности. При оценке ландшафтно-климатических условий и перспектив для развития туристско-рекреационной деятельности уделяется внимание характеристике климатических условий природно-рекреационных объектов Томской области.

Одним из важнейших рекреационно-климатических показателей является степень комфортности погоды. Под комфортными погодами понимают такое сочетание метеорологических величин, в которых здоровый человек не испытывает ни жары, ни холода, ни духоты, то есть чувствует себя наилучшим образом (Исаев, 2001).

В условиях меняющегося климата значительный интерес представляет оценка изменений его комфортности за последние десятилетия. В связи с этим проанализированы изменения повторяемостей классов погоды и их интегральных характеристик за последний период (2000–2012) по сравнению с предшествующим периодом 1936–1965 гг.

Для характеристики степени комфортности климатических условий принята классификация погоды момента (Русанов, 2004). В её основе положены те метеорологические факторы, которые оказывают прямое влияние на интенсивность теплового обмена между поверхностью тела и окружающей средой. К таким факторам относятся температура и влажность воздуха, скорость ветра и солнечная радиация.

В классификации погоды момента метеорологические величины объединены в типы и классы погоды. Каждый тип погоды определяется строго ограниченными интервалами температуры и влажности воздуха, скорости ветра и нижней облачности.

При температуре воздуха выше 0°С выделены восемь классов погоды момента.

При отрицательных температурах выделены пять классов погоды. Причём для характеристики степени суровости погоды принят коэффициент жёсткости погоды (условная температура), при расчёте которого каждый метр скорости ветра приравнивается к понижению температуры воздуха на 2°С.

Одним из важнейших климатообразующих факторов на территории Томской области является преобладающий в умеренных широтах западный перенос воздушных масс и положение в центральной части континента. Сочетание этих факторов, а также особенности рельефа определяют специфические черты климата, выражающиеся в большой изменчивости погоды (Курортно-рекреационный потенциал ..., 2002).

Климат Томской области характеризуется как континентальный с коротким и тёплым летом, продолжительной и холодной зимой, поздними весенними и ранними осенними заморозками, равномерным увлажнением. Равнинная поверхность и открытость территории Томской области с севера и юга благоприятны для свободного проникновения воздушных масс с Арктики и Средней Азии, что является одной из причин неустойчивости погоды (резкие изменения элементов погоды в сравнительно короткие периоды времени). В циркуляционных процессах во все времена года участвуют арктические и умеренные воздушные массы.

Среднегодовая температура воздуха на территории Томской области отрицательная и изменяется от –0.6°С на юге до –3.5°С на северо-востоке области. Минимум температуры приходится на январь, хотя этот месяц не всегда является самым холодным. Средняя температура января изменяется по территории от –19.2°С до –20.5°С на юге области. На севере области она изменяется от –21.5°С до –23°С. Абсолютный минимум температуры воздуха зимой повсеместно ниже –50°С, а в отдельных районах достигает –58°С. Холодный период с температурами ниже 0°С длится 180–200 дней.

Для оценки степени комфортности климата предложено классы погод объединить в группы погод (Башалханова и др., 1989). Первая группа погод – оптимальные погоды хорошо переносятся на открытом воздухе здоровыми и больными людьми. Они позволяют проводить все виды климатотерапии, рекреационные мероприятия на открытом воздухе без ограничений. При этом наблюдается минимальное напряжение терморегуляции организма. Вторая группа погод – удовлетворительные. Такие погоды не вызывают дискомфортных теплоощущений у отдыхающих, одетых по сезону; климатолечение назначается в сочетании с двигательным режимом, проводятся спортивные мероприятия на воздухе. Третья группа погод – неудовлетворительные. Такие погоды приводят к появлению дискомфортных ощущений у здоровых, у больных отмечается появление метеореакций, реакций адаптации на отдых и лечение при переездах из других климатических зон. В табл. 3 приведены сравнительные характеристики групп погод в зимние и летние месяцы за период с 1936–1965 гг. (Русанов, 2004) и в начале двадцать первого века для станции Колпашево, расположенной в центральной части Томской области.

Табл. 3. Среднее число дней с различными группами погоды момента в 13 ч за период 1936–1965 гг. и 2000–2012 гг. Колпашево

Период, годы	Месяц					
	декабрь	январь	февраль	июнь	июль	август
	Число дней с оптимальной погодой					
1936–1965 гг.	0.7	1.2	2.9	13.7	16.0	11.8
2000–2012 гг.	3.4	3.3	6.8	16.5	17.2	14.3
	Число дней с удовлетворительной погодой					
1936–1965 гг.	9.4	13.7	14.6	3.3	0.7	2.2
2000–2012 гг.	11.5	13.0	11.0	0.4	0.2	1.4
	Число дней с неудовлетворительной погодой					
1936–1965 гг.	20.9	16.1	10.8	12.9	14.3	17.1
2000–2012 гг.	16.1	14.7	10.2	13.1	13.6	15.3

В последние десятилетия биоклиматические условия Томской области стали существенно благоприятнее для зимнего и летнего отдыха, так как увеличилось число дней с оптимальными погодами и уменьшилось число дней с неудовлетворительными погодами. Как показали исследования, это обусловлено современными изменениями климата, в частности отмечается повышение температуры воздуха. Нижняя облачность и скорость ветра, наоборот, уменьшились по сравнению с предшествующим периодом.

Анализ изменений биоклиматического режима в Томской области и его прогноз на ближайшее будущее показал, что изменения биотермических условий находится в пределах привычных для человека колебаний и не окажет заметного негативного влияния на его жизнедеятельность, здоровье и хозяйственную деятельность.

Список литературы

2) Башалханова Л.Б., Буфал В.В., Русанов В.И. Климатические условия освоения котловин южной Сибири. – Новосибирск: Наука, 1989. – 158 с.

3) Исаев А.А. Экологическая климатология. – М.: Научный мир, 2001. – 458 с.

4) Курортно-рекреационный потенциал Западной Сибири / под ред. Е.Ф. Левицкого, В.Б. Адилова. – Томск, 2002. – 227 с.

5) Русанов В.И. Биоклимат Западно-Сибирской равнины / под ред. М. В. Кабанова. – Томск: Изд-во Ин-та оптики атмосферы СО РАН, 2004. – 208 с.

НЕКОТОРЫЕ ОСОБЕННОСТИ КЛИМАТА НА ТЕРРИТОРИИ КАБАРДИНО-БАЛКАРСКОГО ВЫСОКОГОРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

Х-М. М. Газаев, Ж.Ч. Бозиева

ФГБУ «Кабардино-Балкарский высокогорный государственный природный заповедник», ул. Мечиева 78, Черекский район, п. Кашхатау, 361801, Россия. E-mail: kb_zapovednik@rambler.ru

Особенностью Кабардино-Балкарского Высокогорного заповедника является то, что он расположен в наиболее высокогорной части Большого Кавказа: здесь находятся все «пятитысячники», за исключением Эльбруса и Казбека. Это один из центров оледенения Кавказа и Кабардино-Балкарии. Ледники занимают 62,9 % площади высокогорного заповедника. Наряду с этим, благодаря своему географическому положению, от которого зависит количество солнечной радиации, поступающей на поверхность участка, особенности орографии, господствующие воздушные массы, а также характер подстилающей поверхности, на сравнительно небольшой территории заповедника значительное разнообразие природных условий. Здесь распространены все виды ландшафтов: от высокогорных – вечных снегов и ледников на западе и юго-западе до жарких сухих степных на северо-востоке (Ашабоков, 2005).

Исследования климатических условий заповедника крайне необходимы хотя бы потому, что от них зависят особенности жизнедеятельности флоры и фауны. Это редкие и эндемичные животные и растения, некоторые из них находятся под особой охраной, занесены в Красную книгу Кабардино-Балкарии и России. Кроме этого, в последнее время идёт реализация рекреационных и бальнеологических возможностей Северного Кавказа. Развитие индустрии туризма и отдыха повышает значимость метеорологических наблюдении в заповеднике как уникального природно-рекреационного объекта.

Особенности климата любой территории определяются, прежде всего, её географическим положением, от которого зависит распределение солнечной радиации по её поверхности, а также циркуляция воздушных масс. На равнинах и в предгорьях солнечная радиация составляет 120 ккал/см^2, в горах на высоте 3000 м – 130 ккал/см^2. Величина радиационного баланса – 40-45 ккал/см^2 в год на равнинах, в горах (до высоты 2000-25000 м) по мере поднятия вверх быстро уменьшается до 25 ккал/см^2 в год. В зоне вечных снегов годовые суммы радиационного баланса близки к нулю (Цвигун, Галичева, 2010).

Определяющее влияние на климат заповедника оказывает и рельеф, так как существенно видоизменяет циркуляцию воздуха в нижних слоях тропосферы. Сильно расчленённый рельеф создает сложную циркуляцию воздуха в горах. Главный Кавказский хребет является своеобразным климаторазделом, не даёт проникать тёплым воздушным массам, ограждая территорию заповедника с юга и юго-запада, однако, сюда в зимний период свободно вторгается холодный воздух с севера и континентальный – с востока и северо-востока, а летом – влажный воздух из Атлантики, а также континентальный – с востока. Рельеф, также оказывает большое влияние на распространение атмосферных осадков, усиливая их выпадение при вторжении на территорию заповедника влажных воздушных масс. Весьма отчётливо выражено изменение климата с высотой или вертикальная климатическая зональность, особенно в высокогорной части заповедника.

Характерной особенностью климата высокогорья является в целом обилие солнечного света и тепла. Продолжительность солнечного сияния составляет около 2000- 2400 часов в год. Интенсивность света в горах зависит от экспозиции и крутизны склонов: на южных крутых склонах она на 20-30 % выше, чем на северных.

Немаловажную роль в формировании климата играет и подстилающая поверхность: почвенный покров, растительность. Солнечная радиация, как известно, поглощается главным образом не атмосферой, а поверхностью земли, которая преобразует лучистую энергию Солнца в тепловую энергию и нагревается. Вследствие этого от структуры и цвета почвы зависит количество поглощённой радиации. В равнинной части заповедника распространены тёмные почвы (различные типы чернозёмов), в которых лучше происходят процессы воздухо- и влагообмена. В летнее время они хорошо прогреваются (в среднем до + 19 ^{0}C). Зимой поверхность почвы сильно охлаждается (в среднем до -8 ^{0}C). Растительный покров в значительной степени задерживает солнечную радиацию, поступающую на поверхность земли. Количество радиации во многом зависит от характера растительности: высоты растений, густоты покрова и т. д. На равнинах, занятых разнотравной степной растительностью, радиация задерживается значительно меньше, чем на склонах гор, покрытых пышной древесной растительностью.

Атмосферное давление из-за большой гипсометрической разницы (от 800 до 5642 м) существенно различается. Среднее годовое атмосферное давление 740 мм.рт.ст. наблюдается на востоке, но уменьшается по мере продвижения к западу и юго-западу вследствие увеличения высоты над уровнем моря и составляет менее 600 мм.рт.ст.

Осадки в высокогорье распределяются крайне неравномерно: на северо-востоке выпадает менее 300 мм, в горных долинах и котловинах – до 400-500 мм, а на наветренных склонах – свыше 1000 мм (Батова, 1990).

На территории заповедника расположены два метеопункта: «Верхняя-Балкария» (1149 м н.у.м.) и автоматический метеопункт «Безенги» (1700 м н.у.м.). Измерение метеопараметров ведётся с 2010 г.

На метеопосту «Верхняя-Балкария» максимальные и минимальные температуры воздуха измерялись ртутным и спиртовым термометром дважды в сутки: в 6 и 18 часов. Кроме этого измерялась сумма выпавших осадков в эти же часы. На метеопосту «Безенги» была установлена автоматическая метеостанция, которая измеряет следующие параметры: температура воздуха в течение суток с интервалом в два часа, влажность, скорость, направление и пробег ветра, атмосферное давление, количество осадков, солнечная радиация и энергия, доза ультрафиолета, плотность воздуха и др.

Полученные результаты обрабатывались, вычислялись средние значения для каждого месяца, а также месяцы разбивались на декады и вычисляли средние значения измеряемых параметров и для них. На основании этих данных составлялся ежегодный отчет, оформленный в виде «Летописи природы» заповедника, а также готовились научные публикации.

Обсчёт данных показал, что все среднедекадные и среднемесячные температуры воздуха, как в утренние, так и в вечерние часы в Верхнее-Балкарском ущелье достоверно выше, чем в Безенгийском, что связано с особенностями расположения метеопунктов. Метеопункт «Безенги» расположен выше над уровнем моря чем метеопункт «Верхняя-Балкария», на границе горно-степной зоны с высокогорьем.

Если мы рассмотрим годовой ход температуры воздуха по средним месячным значениям, то увидим, что обычно наибольшая температура воздуха приходится на июль, а наименьшая – на январь. При этом средние температуры воздуха в зимние месяцы на метеопосту «Верхняя-Балкария» часто выше нуля, а минимальная не превышает – 12 -14 ^{0}C. На метеопосту «Безенги» температура воздуха ниже в среднем на 10 ^{0}C. Переход на положительные температуры воздуха в Верхней-Балкарии обычно наступает в первой декаде марта, а в Безенги в третьей декаде апреля. Обратный переход на отрицательные

температуры воздуха в Безенги наступает в конце сентября – начале октября, а в Верхней-Балкарии в конце ноября - начале декабря. Максимум температуры воздуха наблюдается чаще в конце июля начале августа и достигает согласно полученным данным на метеопосту «Верхняя-Балкария» – 27-28 ^{0}С, а на метеопосту «Безенги» – 16-18 ^{0}С.

Установившиеся климатические условия в любом регионе не являются чем-то застывшим. Эти условия периодически сменяются (в пределах года, сезона) аномальными периодами, и ход метеорологических элементов внутри сезонов года часто нарушается. Зачастую затянувшиеся, не совсем обычные для этого времени года условия (сильные похолодания, длительные засушливые периоды с высокими температурами, обильные продолжительные осадки) меняют представление о климате.

Метеорологи предполагают, что на территории Северного Кавказа температура воздуха в течение ближайших лет будет выше нормы летом, да и в годовом ходе. Количество осадков, по-видимому, будет несколько выше средней многолетней суммы на равнинной территории, а в предгорной - несколько меньше (Батова, 1990).

Список литературы

1) Ашабоков Б.А. 2005. Анализ и прогноз изменения климата в Кабардино-Балкарской Республике. Нальчик. с. 131-150.
2) Батова В. М. Колебания климата Северного Кавказа за последнее столетие. Экологические проблемы Северного Кавказа и Нижнего Дона. Ростов на Дону, 1990. с. 84-95.
3) Цвигун Ю.П., Галичева Л.А. 2010. Климатические особенности территории Кабардино- Балкарской Республики и динамика их изменения. – Перспектива. т. 1, с. 366-369.

Секция А2: мониторинг потоков парниковых газов и короткоживущих климатически активных веществ



АТМОСФЕРНЫЕ ВЫБРОСЫ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ И ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ГРАЖДАНСКОЙ АВИАЦИЕЙ РОССИИ

Т.М. Дмитриева[1)], В.А. Грабар[2]

[1)] Федеральная служба по гидрометеорологии и по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

РФ, 125993 Москва, Нововаганьковский пер., 12, dmtanya@mail.ru

[2)] Институт глобального климата и экологии

РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, v774007@yandex.ru

Операционная деятельность промышленности и транспорта приводит к серьезным нарушениям окружающей среды. Во второй половине 1990-х годов доля транспорта, включая авиационный, в общем объеме выбросов Российской Федерации возросла до 40%, превысив вклад любой из отраслей промышленности (Козлов и др., 2000). По данным Росстата, с 2000 по 2006 гг. только в международном воздушном сообщении перевозка грузов и пассажиров возросла на 33,3 и 106,0 процентов соответственно (Российский статистический ежегодник, 2007). Ожидается, что к 2050 году общемировая масса сожженного гражданской авиацией топлива увеличится с 270 до 770 Мт год$^{-1}$, что может привести к удвоению выбросов в атмосферу (Кароль, 2000, Penner, 1999). В докладе представлены результаты количественной оценки атмосферных выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов в воздушное пространство Российской Федерации в первой декаде XXI века (с 2000 по 2015 гг. включительно) при транспортной работе во внутреннем воздушном сообщении гражданских воздушных судов, эксплуатируемых российскими авиаперевозчиками.

Приоритетными загрязняющими веществами, поступающими в атмосферу при работе авиационных двигателей гражданских воздушных судов, являются диоксид серы (SO_2), монооксид углерода (CO), окислы азота (NO_x) и летучие углеводороды неметанового ряда (C_nH_m). Кроме этих загрязнителей, авиадвигатели выбрасывают парниковые газы диоксид углерода (CO_2), метан (CH_4) и оксид диазота (N_2O) (МГЭИК, 1997, Penner, 1999, IPCC, 2006 и др.).

Как показали выполненные расчеты, с 2000 по 2015 годы происходил рост интенсивности внутренних воздушных перевозок, о чем свидетельствует существенное увеличение налета воздушных судов. Так в 2012 году общий налет гражданских воздушных судов в пределах территории Российской Федерации был на 57,6 процентов выше, чем в 2000 году. В 2012 году выбросы углеводородов неметанового ряда снизились относительно уровня 2000 года на 40 процентов, монооксида углерода – на 11,7 процентов, а метана – на 55,6 процентов. За это же время выбросы окислов азота возросли на 31,5 процента, диоксида серы – на 18,4, диоксида углерода – на 19,5, а оксида диазота – на 18,2 процента. Анализ динамики выбросов рассматриваемых газообразных соединений показывает, что устойчивые снижения выбросов C_nH_m, CO и CH_4 наблюдаются лишь на протяжении последних 4-5 лет, в то время как в предыдущие годы имело место их увеличение. Для трендов SO_2, CO_2 и N_2O характерен переменный рост.

Работа авиационных двигателей во время взлетно-посадочного цикла (до 900 м) характеризуется наибольшими по абсолютной величине удельными выбросами монооксида углерода, метана и летучих углеводородов неметановго ряда. Эти же газообразные вещества выбрасываются и на крейсерском полете, но уже в существенно меньших количествах. Поэтому выбросы при ВПЦ и во время крейсерского полета анализировались раздельно. Общее количество взлетов и посадок гражданских самолетов к 2008 году возросло по сравнению с 2000 годом на 44,5 процента, но с 2009 года стало снижаться, и в 2012 году количество взлетов и посадок было на 16,1 процента ниже, чем в 2000 году. По всей вероятности, снижение количества ВПЦ за последние годы обусловлено актуализацией системы грузовых и пассажирских авиаперевозок в России и внедрением

современных средне- и дальнемагистральных воздушных судов, позволивших сократить необходимость их посадки для дозаправки.

Сокращение числа взлетов и посадок гражданских воздушных судов привело к снижению связанных с ними выбросов загрязняющих веществ и парниковых газов. В 2012 году выбросы C_nH_m, NO_x и CO снизились по сравнению с 2000 годом на 61,4, 22,0 и 55,6 процента соответственно. Аналогичная тенденция присуща диоксиду серы и парниковым газам – диоксиду углерода, метану и оксиду диазота.

Сокращение выбросов основных загрязняющих веществ и парниковых газов во время взлетов и посадок гражданских воздушных судов способствует общему улучшению качества приземного слоя атмосферного воздуха на территории Российской Федерации. Однако, полученные результаты не позволяют сделать однозначный вывод об улучшении экологической обстановки в районе отдельных аэропортов, особенно крупных пересадочных узлов, где интенсивность движения воздушных судов очень высока.

Отдельного рассмотрения требуют выбросы авиационных двигателей на крейсерском полете гражданских воздушных судов, эксплуатируемых российскими авиаперевозчиками в воздушном пространстве Российской Федерации. Как правило, крейсерский полет гражданских воздушных судов происходит на высотах от 9 до 13 км, где зарождаются и основные атмосферные процессы, находится нижняя граница озоносферы. Соответственно, продукты сгорания авиатоплив, выбрасываемые воздушными судами, могут не только распространяются на большие расстояния благодаря атмосферному переносу, но и способны оказывать непосредственное влияние на оптическую плотность атмосферы. В первой декаде XXI века наблюдается устойчивый рост выбросов загрязняющих веществ, обусловленный интенсивной авиационной деятельностью российских авиаперевозчиков.

Различные загрязняющие вещества и парниковые газы, попадающие в атмосферу из двигателей гражданских воздушных судов, оказывают неравнозначное воздействие на окружающую среду. При одновременном поступлении в атмосферный воздух разных по характеру действия газообразных соединений может усиливать совокупный негативный эффект. Исследование комбинированного воздействия нескольких загрязняющих веществ и парниковых газов рассматривается в качестве приоритетной задачи наших дальнейших исследований.

Список литературы:

Кароль И.Л. Влияние полетов транспортной авиации мира на озоносферу и климат. Метеорология и гидрология, 2000, №7. -С. 17-32.

Козлов Ю.С, Меньшова В.Н, Святкин Н.А. Экологическая безопасность автомобильного транспорта. - М.: АГАР, 2000. - 176 с.

Николайкин Н.И., Смирнова Ю.В., Карпин Б.Н. Промышленная экология: Расчет выбросов загрязняющих веществ от воздушных судов. Пособие для практических занятий и дипломного проектирования. –М.: МГТУ ГА, 2006, -58 с.

Пересмотренные Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов 1996 г. т. 1-3. МГЭИК-ОЭСР-МЭА. Париж, 1997.

Российский статистический ежегодник, 2007 Стат. сб. Росстат. -М., 2007, -826 с.

Aviation and the Global Atmosphere. Special Report. J.E.Penner, D.H.Lister, D.J.Griggs, D.J.Dokken, M.McFarland (Eds.) Cambridge University Press, UK, 1999, -373 p.

МОНИТОРИНГ ВЫБРОСОВ МЕТАНА ОТ ЗАХОРОНЕНИЯ ОТХОДОВ НА ТЕРРИТОРИИ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

И.Л. Говор

Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, irina_govor@list.ru

В настоящем докладе представлены результаты моих научных исследований по оценке выбросов метана (CH_4) от захоронения отходов в России за период 1990-2014 гг.. Эти данные были использованы при составлении Национального кадастра антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов в 2016 году, ежегодного разрабатываемого в соответствии с обязательствами России по Рамочной Конвенции ООН об изменении климата и Киотского протокола к ней (Национальный доклад.., 2016).

Основным способом окончательного удаления как бытовых, так и промышленных твердых отходов (далее – ТБО и ТПО) в России является их захоронение на специальных полигонах или свалках (СанПиН 2.1.7.1322-03, 2003). На таких объектах происходит процесс биологического разложения органического материала отходов, при котором возможно образование значительного количество CH_4 (в анаэробных условиях), диоксида углерода (CO_2) биогенного происхождения и незначительного количество некоторых других парниковых газов (ПГ). Выделяющийся метан можно собирать и сжигать для получения энергии и тепла, однако в России такие проекты не получили достаточного распространения. Выбросы CO_2, выделяющегося при разложении органики природного происхождения, не учитываются при оценке выбросов ПГ антропогенного происхождения.

Для выполнения мониторинга использовался «Метод затухания первого порядка» (МГЭИК, 2006), адаптированный мной для российских условий. Этот усложненный метод расчета учитывает, что способные к разложению органические компоненты отходов медленно разлагаются с образованием CH_4 на протяжении нескольких десятилетий. Основными исходными данными, определяющими количество выбросов ПГ является масса и состав отходов, а интенсивность их выделения зависит от конструкции полигонов, обращения на них с отходами и климатических условий. Выброс CH_4 определялся как сумма выбросов от отдельных источников:

- ТБО, централизованно размещенные на крупных контролируемых полигонах;
- ТПО, размещенные на крупных контролируемых полигонах;
- ТБО, самостоятельно размещенные населением на небольших свалках.

В расчетах был использован временной ряд для захоронения отходов с 1960 года, что привело к определенным сложностям при подборе исходных данных за такой длительный срок. В качестве источников информации о современной ситуации с удалением отходов были использованы российские статистические данные о централизованном вывозе ТБО и захоронении ТПО по типам промышленности (ЕМИСС, 2016), а так же данные о деятельности мусоросжигательных и компостных заводов. Исторические данные о централизованном вывозе ТБО получены из литературы (Абрамов и др., 1991), с использованием экстраполяции для отсутствующих лет. Для данных о нецентрализованном захоронении ТБО и исторических данных о захоронении ТПО были использованы собственные экспертные оценки на основании информации об удельном образовании ТБО, численности населения России, индексах промышленного и сельскохозяйственного производства в России, а так же некоторых других значений (ЕМИСС, 2016; Народное хозяйство РСФСР..., 1970-1990).

Для оценки содержания органического углерода в отходах были использованы как российские данные по эволюции фракционного состава ТБО и о составе этих компонентов (Мирный и др., 1985; Систер и др., 2001; Мирный и др., 2010; Методические указания, 1989; и др.), так и обобщенные значения, предлагаемые в методике (МГЭИК, 2006) для ТПО отдельных отраслей промышленности. Другие использованные в расчете параметры были выбраны из значений, предлагаемых в методике (МГЭИК, 2006), с учетом природных особенностей России и применяемых технологий захоронения отходов.

Отходы могут являться источниками различных ПГ в зависимости от их состава и от методов обращения с ним, но выбросы CH_4 от захоронения твердых отходов являются наиболее значимыми. Выбросы от этого источника в 2014 году составили 3 244 тыс. т. CH_4, превысив на 72% уровень 1990 года. Вклад централизованно и нецентрализованно собираемых ТБО, а так же ТПО составил 87%, 7% и 6% соотвественно.

Выбросы от захоронения ТБО постоянно увеличивались в течении всего периода, несмотря на некоторое снижение численности населения, и к 2014 г. их прирост по отношению к 1990г. составил 77%. Выбросы CH_4 от захоронения ТПО демонстрировали небольшой постоянный рост с 2001 года после снижения, начавшегося в 1995 году, достигнув к 2014г. уровня на 17% выше 1990г., что связано с увеличением активности промышленных производств и накоплением отходов от их деятельности. Рост выбросов от этого источника до 1995 года был обусловлен разложением накопившихся ранее отходов несмотря на экономический спад. Таким образом, доля выбросов от захоронения отходов в совокупном национальном выбросе всех ПГ увеличилась с 1% в 1990 году до 3% в 2014 году, составив при этом 9 % от общего выброса CH_4 на территории России (Национальный доклад.., 2016).

Представленные мною результаты мониторинга были проведены с использованием новейших научных подходов (МГЭИК, 2006), включают всесторонний охват источников по всей территории России, а так же непрерывный ряд сравнимых ежегодных наблюдений за последние 25 лет. Основными проблемами при мониторинге выбросов ПГ следует считать неполноту и низкое качество исходных данных по обращению с отходами, поэтому в дальнейшем планируется совершенствование оценок путем их дальнейшего уточнения.

Список литературы:

Абрамов Н.Ф., Борисов Ю.А, Воробьев В.А. 1991. Отчет: «Предварительная оценка величины эмиссии метана и углекислого газа в атмосферу от свалок твердых отходов, прогноз на 2000 – 2010 г.», - М., Академия коммунального хозяйства, 70 с.

ЕМИСС. Единая межведомственная информационно – статистическая система - Электрон. дан. – Режим доступа: https://www.fedstat.ru/– Загл. с экрана. – Яз. рус.

МГЭИК 2006. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов. Т. 1-5. 2006.- МГЭИК, Хайяма.

Мирный А. Н., Беньямовский Д. Н. и др. 1985. Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест.; под ред. А. Н. Мирного. – М., Стройиздат, 245 с.

Мирный А.Н., Скворцов Л.С., Пупырев Е.И. и др. 2010. Справочник. Санитарная очистка и уборка населенных мест.– М., АКХ им. К.Д. Памфилова, 367 с.

Национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, за 1990 – 2014 гг.. 2016. Росгидромет. - Электрон. дан. - Режим доступа: http://unfccc.int/national_reports/annex_i_ghg_inventories - Загл. с экрана. - Яз. рус.

СанПиН 2.1.7.1322-03. Гигиенические требования к размещению и обезвреживанию отходов производства и потребления. 2003. - М., Деан, 32 с.

Систер В. Г., Мирный А. Н., Скворцов Л. С. и др. Справочник. Твердые бытовые отходы: сбор, транспорт и обезвреживание. 2001. - М., АКХ им. К. Д. Памфилова, 319 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1970 году. Статистический ежегодник ЦСУ РСФСР. 1971.- М., Статистика, 468 с.

Народное хозяйство РСФСР в 1990 году. Статистический ежегодник ЦСУ РСФСР, 1991.- М., Статистика, 592 с.

Методические указания по расчету выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от мусоросжигательных и мусороперерабатывающих заводов. 1989.- М., Министерство ЖКХ РСФСР, АКХ им. Памфилова.

СПОСОБ ЭФФЕКТИВНОГО УДАЛЕНИЯ ТЕХНОГЕННОГО ИЗБЫТКА CO_2 ИЗ АТМОСФЕРЫ ПОСРЕДСТВОМ МОДИФИКАЦИИ ОБЛАКОВ

Т.В. Тулайкова
Московский физико-технический институт.
Московская обл. 141700, г. Долгопрудный, Институтский пер, д.9, tulaik@mail.ru ,

В настоящей работе предлагается метод очистки больших объемов свободной атмосферы от избытка CO_2. Сущность метода заключается в повышения *pH* до уровня 10 – 11 при внесении в естественное облако щелочных химических реагентов (*KOH,* или др.), что увеличит растворимость CO_2 в капельках дождя многократно согласно предварительным расчетам (Тулайкова, 2012). Метод основывается на резком повышении растворимости CO_2 в воде за счет ее щелочного резерва при увеличении *pH*; эти процессы имеют нелинейный характер согласно константам равновесия основных реакций. Концентрации основных диссоциированных ионов HCO_3^- и CO_3^{2-} увеличиваются в 10 и 100 раз на каждую единицу возрастания *pH,* соответственно. При *pH* = 10 концентрации упомянутых ионов составят около 3.3 г/л и 1 г/л; при *pH* = 11 в воде при насыщении будет 33 г/л и 100 г/л соответственно. С другой стороны, анализируя изменения в подоблачной атмосфере, можно найти концентрацию удаленного из атмосферы CO_2 и/или углерода в нем, с учетом того что доля углерода в CO_2 составляет 0.27. Расчеты показывают, что в слое осадков, например 10 см при *pH* = 10, концентрация углекислого газа после дождя уменьшится на 170 ppm в подоблачной атмосфере высотой 1 км. При *pH* = 10.3 - удалится 417 ppm CO_2, то есть подоблачный объем высотой 1 км очистится полностью; при *pH* = 10.8 – полностью очистится подоблачный объем высотой 6 км.

Константы равновесия основных реакций таковы, что небольшие количества химических реагентов (например *KOH*) выведут массу углерода, на порядки большую. Диссоциация *KOH* в воде описывается следующими соотношениями: $KOH \rightarrow K^+ + OH^-$, $H^+ + OH^- \Leftrightarrow H_2O$, $K_w = [H^+] \cdot [OH^-]$; мольные концентрации соединений *KOH* и OH^- в растворе равны. Поэтому для получения *pH* = 10 (то есть концентрации ионов водорода 10^{-10}) надо обеспечить концентрацию ионов $OH^- = 10^{-4}$, поскольку константа диссоциации воды $K_w = 10^{-14}$ (при T = 20°C). В приведенном примере, для получения *pH* = 10, необходимая концентрация *KOH* равна $n = \cdot 10^{-4}$ моль/л = $56 \cdot 10^{-4}$ г/л с учетом молекулярного веса. Например, если водность облака составляет W = 1 г м$^{-3}$, и облако имеет объем 1 км^3, приблизительно потребуется 5.6 кг щелочи, это не много для предполагаемого использования авиасредств. Представленные здесь оценки очень приближенные, но наглядные; необходимо учитывать процессы конденсации в облаке (Дрофа, 2006), и др. Для обычного дождя (при *pH* = 5.6) концентрация углерода в осадках мала, 0.85 мг/л. Считается, что среднегодовой уровень осадков на планете составляет около 1 метра, в объеме этих осадков 1м^3 на площади 1 м^2, осадках выведем 849 г/м^3 углерода при *pH*= 10 в. При *pH*= 11 в осадках выведем 26.5 кг/м^3 углерода.

Оценим возможности данного метода в пределах всей нашей планеты, площадь ее поверхности $5.1 \cdot 10^8$ км^2. Масса удаленного из атмосферы углерода в 1 м^3 осадков (за год, если *pH* = 10.5) составит около $2.1 \cdot 10^{15}$ кг, это соответствует $Y = 7.7 \times 10^{15}$ кг массы CO_2. Ежегодный техногенный прирост CO_2 на всей планете составляет около $X = 3.8 \cdot 10^{13}$ кг, очевидно, что данный метод способен удалить из атмосферы эту массу X при его применении над территорией всего 0.5% = X/Y от площади Земли. Для этого потребуется масса *KOH* $=4.8 \times 10^{10}$ кг, это небольшое количество примерно равно массе применяемых химических удобрений для сельского хозяйства в настоящее время. Если метод будет применен при *pH* = 11 – потребуется обработка только над 0.08 % площади планеты ежедневно, или однократно 7 часов в год – на всей площади Земли.

Основным преимуществом предлагаемого метода является позитивная реакция растений (Tulaikova, 2015) на осадки, модифицированные по предлагаемой здесь методике. Чтобы проверить результат полива растений модифицированной водой в помещении, были получены аналогичные изменения в растворе в сосуде при *pH* = 12 за счет поверхностной диффузии CO_2 за большое временя *t*: $D \approx \sqrt{L \cdot t}$, *D* = 10^{-5} см^2/сек, *L*-глубина раствора. Фотографии растений (рис 1а,б) на разных стадиях роста показывает ускорение всхожести и увеличение зеленой массы при поливе модифицированными осадками (в коричневом ящике справа) по сравнению с контролем в светлом ящике (слева). Большие количества свободных ионов углерода и калия поступают с раствором в почву и обеспечивают полезную подкормку корней растений углеродными ионами, что и определяет ускоренный рост растений при применении данного метода.

а  б 

Рис 1а,б. Растения после 18 (а) и 30 (б) дней полива согласно предлагаемому методу (темный ящик), в светлом ящике - те-же растения при поливе обычной водой.

Предлагаемый метод имеет ряд других достоинств использования дождя в качестве носителя очищающего реагента: континуум мелких капель обладает большой суммарной поверхностью для контакта с газом (по сравнению с плоской поверхностью океана). По сравнению с океаном, где аналогичные процессы захвата CO_2 затруднены из-за длительного буферного процесса, достоинством модифицированного дождя является малое время установления концентрационного равновесия при растворении CO_2 в капле вследствие ее малых размеров в сравнении со временем ее падения до земли.

Так шаг за шагом, очищая подоблачный объем посредством дождей, модифицированных согласно данному методу, можно удалять из атмосферы большие массы углерода в желаемом количестве в соответствии с предварительными расчетами; можно удалить массу ежегодного техногенного выброса CO_2. Приведенные цифры оптимистичны, они требуют уточненных моделей и расчетов с учетом процессов в реальных облаках и их динамики, а также – необходимы эксперименты в облаках.

Список литературы.

Дрофа А.С. 2006. Формирование микроструктуры облачной среды при введении гигроскопических частиц.- Известия РАН. Физика атмосферы океана, т.42, с.355-366.

Тулайкова Т.В., Амирова С.Р. 2012. Возможность эффективной очистки свободной атмосферы от CO2. - М. Физматкнига, 100 с.

Tulaikova, T., Amirova, S. 2015. The method for effective CO_2 purification in the atmosphere. - Global J. Sc. Frontier Res., 15-H (1). p.1-9.

КЛИМАТ И ЭМИССИОННАЯ СОСТАВЛЯЮЩАЯ УГЛЕРОДНОГО ЦИКЛА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

В.А. Мухин [1)], Д.К. Диярова [1)], М.Л. Гитарский [2)], Д.Г.Замолодчиков [3,4)]

[1)] Институт экологии растений и животных УрО РАН,
РФ, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202, victor.mukhin@ipae.uran.ru
[2)] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, m.gitarskiy@gmail.com
[3)] Центр по проблемам экологии и продуктивности лесов РАН,
РФ, 117485, г. Москва, Профсоюзная ул., д. 84/32с14, dzamolod@mail.ru
[4)] Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,
РФ, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д.1

Леса являются глобальными регуляторами газового состава атмосферы и, соответственно, климата Земли, а их углеродный цикл основывается 1) на восстановительной конверсии атмосферного CO_2 в углерод органических соединений и 2) их последующей окислительной конверсии в CO_2.. Если первый процесс представляет собой стоковую, то второй − эмиссионную составляющую углеродного цикла лесных экосистем. Основной и специфической чертой углеродного цикла лесных экосистем является наличие большого медленно реализуемого древесного пула углерода. В лесах России его объем оценивается в 30 Гт и ежегодно он пополняется 240–270 Мт С. Примерно такой же объем углерода (255 Мт) за это же время поступает в цепи разложения с древесным дебрисом, при биодеструкции которого в атмосферу эмитируется 214 Мт С−CO_2 (Кудеяров и др., 2007; Замолодчиков, 2009). Разложение древесного дебриса − это один из наиболее масштабных процессов в лесах бореальной зоны, а определяющая роль в нем принадлежит ксилотрофным базидиомицетам − единственная в биосфере группа организмов, способных к разложению лигноцеллюлозного комплекса (Заварзин, Заварзина, 2009; Мухин, Воронин, 2007). Г.А. Заварзин (2006) характеризует леса как древесно-мицелиальные экосистемы, подчеркивая тем самым, исключительную роль древесных растений и грибов в их углеродном цикле.

Эмиссионная составляющая углеродного цикла лесных экосистем является частью биотического механизма регуляции газового состава атмосферы и климата, в тоже время, как свидетельствуют результаты наших экофизиологических работ, она чувствительна к климатическим изменениям. Так, CO_2-эмиссионная активность грибов, являющаяся показателем их углерод конверсионной активности, обнаруживает сильную положительную связь ($r = 0.84−0.96$) с температурой в диапазоне 10−30°С. Увеличение температуры с 10 до 20°С вызывает пропорциональный − в 2 раза − рост эмиссионной активности, а с 20 до 30°С − в 3 раза. Своего температурного максимума CO_2-эмиссионная активность грибов достигает при 30−35°С.

Ксилотрофные грибы это омброфилы − организмы, получающие влагу с осадками (Заварзин, Заварзина, 2009) − и для их CO_2-эмиссионной активности характерна положительная линейная связь с влажностью. При равных температурных условиях CO_2-эмиссионная активность прямо пропорциональна влажности: возрастает вдвое при повышении на каждые 10% вплоть до достижения максимума при 55−70% относительной влажности. CO_2-эмиссионная активность, влажность, степень деструкции древесного дебриса связаны положительными обратными связями и это придает микогенному разложению древесины характер само ускоряющегося процесса, стабилизирующегося при влажности 55−70% (Мухин и др., 2015).

Влажность не только определяет уровень CO_2-эмиссионной активности, но и ее чувствительность к температурным изменениям. При низкой влажности (40%) повышение температуры с 10 до 20°С не вызывает усиления эмиссии CO_2, тогда как при высокой влажности (70%) это ведет к более чем двукратному увеличению эмиссионной активности

− в 2.4 раза. В интервале 20−30°С ассиметричность температурной реакции CO_2-эмиссионной активности в зависимости от влажности отсутствует: и при низкой, и при высокой влажности возрастает в 3 раза.

Резюмируя выше изложенное, мы можем, во-первых, сказать, что температура это основной предиктор CO_2-эмиссионной активности ксилотрофных грибов и соответственно эмиссионной составляющей углеродного цикла лесных экосистем, тогда как влажность − корректирующий фактор, ослабляющий или усиливающий влияние температурного. Во-вторых, что климатические изменения отразятся на эмиссионной составляющей углеродного цикла лесных экосистем, в частности, повышение температуры вызовет адекватный рост эмиссии CO_2 в атмосферу. По нашим оценкам (Мухин и др., 2010), при повышении температуры на один градус прирост эмиссии CO_2 от разложения древесного дебриса в лесах России составит порядка 90 Мт/год.

Климатические факторы не только определяют углерод конверсионную активность грибов-деструкторов, но и качественные, количественные характеристики грибных сообществ, и с этим связано существование их климатических вариантов, климатипов, в частности широтных, приуроченных к лесам различного зонального статуса. Так, в зональном спектре Западной Сибири четыре широтных климатипа ксилотрфных грибов: лесотундровый, психробореальный (северная и средняя тайга), южнотаежный и лесостепной. В свою очередь, они объединяются в два более крупных: бореально-субарктический (включает лесотундровый и психробореальный климатипы) и суббореально-лесостепной, включающий южнотаежный и лесостепной климатипы (Мухин, 1993). Данный спектр климатипов делает эмиссионную составляющую углеродного цикла лесных экосистем Северной Евразии преадаптированной к изменению климата любой направленности: похолодание − потепление, гумидность − аридность.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 15-04-06881) и Президиума УрО РАН (проект № 15-12-4-27).

Список литературы:

Заварзин Г.А. 2006. Углеродный баланс России. В кн.: Возможности предотвращения изменения климата и его негативных последствий: проблема Киотского протокола: материалы Совета–семинара при президенте РАН / под ред. Ю.А. Израэля. - М. С. 134−151.

Заварзин Г.А., Заварзина А.Г. 2009. Ксилотрофы и микофильные бактерии при образовании дистрофных вод. – Микробиология. Т. 78. № 5. С. 579−591.

Замолодчиков Д.Г. 2009. Оценка пула углерода крупных древесных остатков в лесах России с учетом влияния пожаров и рубок. – Лесоведение. № 4. С. 3−15.

Кудеяров В.Н., Заварзин Г.А., Благодатский С.А. и др. 2007. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России / отв. ред. Г.А. Заварзин. М.: Ин-т физ.-хим. и биол. проблем почвоведения РАН, 315 с.

Мухин В.А. 1993. Биота ксилотрофных базидиомицетов Западно-Сибирской равнины. Екатеринбург: УИФ "Наука". 230 с.

Мухин В.А., Воронин П.Ю. 2007. Микогенное разложение древесины и эмиссии углерода в лесных экосистемах. − Экология. №1. С. 24−29.

Мухин В.А., Воронин П.Ю., Сухарева А.В., Кузнецов Вл. В. 2010. Грибное разложение древесины при потеплении климата в бореально-гумидной лесорастительной зоне. − Доклады академии наук. Т. 431. № 3. С. 423–425

Мухин В.А., Диярова Д.К., Веселкин Д.В. 2015. Влажность как фактор CO_2-эмиссионной активности древесного дебриса. − Лесоведение. № 3. С. 208−213.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ПОТОКОВ ТЕПЛА, ВЛАГИ И CO_2 НА СПЛОШНОЙ ВЫРУБКЕ В ЮГО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ВАЛДАЙСКОЙ ВОЗВЫШЕННОСТИ

В.В. Мамкин[1)], В.К. Авилов[1)], А.С. Байбар[2)] Д.Г. Иванов[1)], А.В. Ольчев[2)], Ю.А. Курбатова[1)]

[1)] Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН, РФ, 119071, г. Москва, Ленинский пр., д.33, vadimmamkin@gmail.com

[2)] Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, РФ, 119991, г. Москва, ул. Ленинские Горы, д.1

Вырубки леса в естественных лесных экосистемах, приводят к изменению обменных (биогеохимических биогеофизических) процессов (IPCC 2013, Carlson, Groot 1997, Williams et al 2013), оказывают значительное влияние на потоки энергии, влаги и углерода и воздействуя тем самым на климатическую систему. В последние годы исследования энерго- и массообмена (ЭМО), в основном проводились в ненарушенных лесных экосистемах, в связи с чем существует недостаток информации о потоках тепла, влаги и углерода в антропогенно-изменённых лесных экосистемах, особенно для территории России.

В зарубежной литературе встречается ряд исследований, основанных на получении оценок потоков тепла, влаги и углерода на основе пульсационного метода для лесных экосистем, подвергшихся сплошной вырубке и расположенных в различных природно-климатических условиях. (Amiro et. al, 2006; Kowalski et. al, 2003; Rodrigues A., 2011). Оценки компонентов ЭМО для антропогенно-нарушенных экосистем южной тайги практически отсутствуют.

Цель данного исследования состояла в получение оценок ЭМО сплошной вырубки на основе непрерывных пульсационных и микроклиматических измерений в течении вегетационного сезона (апрель-октябрь). В качестве объекта исследования была выбрана вырубка площадью около 4.5 га, расположенная на юго-западе Валдайской возвышенности, в зоне южно-таежных лесов. Для осуществления эксперимента в начале апреля 2016 года была установлена портативная мачта высотой 3 м, с размещёнными на ней, приборами для пульсационных и микрометеорологических измерений. Приборная база включала акустический анемометр Gill WindMaster Pro (Gill Instruments Limited, UK), газоанализатор открытого типа LI-7500A (LI-COR Inc., USA), автоматическую метеостанцию WXT520 (Vaisala, Finland), 4-х компонентный радиометр NR01 (Hukseflux, Nederlands), датчик фотосинтетически активной радиации LI-190SB (LI-COR Inc., USA), датчики потока тепла в почве HFP01SC (Hukseflux, Nederlands) и рефлектометры CS655 (Campbell Scientific Inc., USA) для определения температуры и обёмного влагосодержания почвы в верхнем 10-ти сантиметровом слое. Данные пульсационных измерений собирались с помощью регистратора данных газоанализатора с частотой 10 Гц, а данные микроклиматических измерений на регистратор данных CR3000 (Campbell Scientific Inc., USA) с частотой 0.1 Гц.

Расчёт потоков производился для 30-минутных интервалов с помощью программного обеспечения Eddy Pro с применением всех необходимых коррекций. После расчёта данные не соответсвующие критериям качества, полученные при условиях слаборазвитой турбулентности (динамическая скорость менее 0,086 м/с), а также собранные в условиях образования росы, тумана и выпадения осадков были удалены. Заполнение пропусков, расчет экосистемного дыхания и общей первичной продукции при помощи онлайн-инструмента ReddyProc, основанного на методе (Reichstein et al., 2005).

Погодные условия периода измерений характеризовались значительной изменчивостью. Средняя суточная температура варьировала от 1.3 до 18.6 °C весной, от 7.2 до 23.8°C в летние месяцы и от -1.7 до 15.8 °C осенью. Наибольшая интенсивность осадков наблюдалась летом, но в целом осадки были равномерно распределены в течении периода измерений, что обеспечило достаточное увлажнение верхних горизонтов почвы (0.34-0.48 $м^3 \cdot м^{-3}$). Сумма осадков за период измерения составила 459 мм. Суммарная радиация изменялась от 0.5 до 26.6 $МДж \cdot м^{-2}$ в день, а радиационный баланс от -0.8 до 12.8 $МДж \cdot м^{-2}$ в день. Максимальные значения были отмечены в июне, а минимальные - в октябре. Альбедо

поверхности вырубки изменялось от 15 до 30% в целом увеличиваясь в течении периода измерений. Средняя скорость ветра (на 0.5 ч осреднении) не превышали 4 $м \cdot с^{-1}$. Преобладали ветра южного направления. Динамическая скорость в среднем составила 0.15 $м \cdot с^{-1}$.

Турбулентный поток тепла варьировал от -0.9 (апрель и октябрь) до 7.6 (июнь) $МДж \cdot м^{-2}$ в день. Затраты тепла на эвапотранспирацию составляли от 0.9 (октябрь) до 8.9 (июль) $МДж \cdot м^{-2}$ в день. Отношение Боуэна изменялось от 0.2 до 2.3 в весенние месяцы, летом снижалось, находясь в узком диапазоне от 0.1 до 0.4, в ответ на резкий прирост растительности в середине октября отношение Боуэна увеличивалось до 0.8.

Суточные суммы потока углерода были положительными в течении всего периода измерений (от 0.8 до 7.2 $гС \cdot м^{-2}$ в день). Дыхание изменялось от 1.6 до 15.3 $гС \cdot м^{-2}$ в день. Валовая первичная продукция - от значений, близких к нулю до 10.8 $гС \cdot м^{-2}$ в день. Максимальные значения потоков углерода приходятся на конец июля. Всего за шесть с половиной месяцев измерений нетто-экосистемный обмен в среднем составил 3.3 $гС \cdot м^{-2}$ в день.

Таким образом, вырубка леса оказывает значительное влияние на потоки тепла влаги и углерода. Соотношение затрат тепла на турбулентный теплообмен с атмосферой и суммарное испарение на вырубке 1-го года во многом определяется возобновлением растительного покрова. В течение первого года зарастания сплошная вырубка является источником диоксида углерода для атмосферы.

Список литературы:

Amiro B D, Barr A G, Black T A, Iwashita H, Kljun N, McCaughey J H, Morgenstern K, Murayama S, Nesic Z, Orchansky A L, Saigusa N 2006 Carbon, energy and water fluxes at mature and disturbed forest sites, Saskatchewan, Canada Agricultural and Forest Meteorology 136 pp. 237-251

Carlson DW, Groot A 1997 Microclimate of clear-cut, forest interior, and small openings in trembling aspen forest. Agricultural and Forest Meteorology 87 pp. 313-329

IPCC Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the IPCC. Cambridge University Press, Cambridge, 2013. 1535 p.

Kowalski S, Sartore M, Burlett R, Berbigier P., Lostau D 2003 The annual carbon budget of a French pine forest (Pinus pinaster) following harvest Global Change Biology 9 pp. 1051-1065

Rodrigues A., Pita G., Mateus J., Kurz-Besson C., Casquilho M., Cerasoli S., Gomes A., Pereira J. Eight years of continuous carbon fluxes mesurements in a Portuguese eucalypt stand under two main events: Drought and felling. Agricultural and Forest Meteorology. Volume 151, Issue 4, 15 April 2011, Pages 493-507

Williams C A, Vanderhoof M K, Khomik M, Ghimire B 2014 Post-clearcut dynamics of carbon, water and energy exchanges in midlatitude temperate, deciduous broadleaf forest environment Global Change Biology 20(3) pp. 992–1007

МОНИТОРИНГ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ В ЮЖНО-ТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РФ

Ю.А. Курбатова, А.В. Варлагин, В.К. Авилов, Д.Г. Иванов, О.А. Куричева, В.В. Мамкин
Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
РФ, 119071, г. Москва, Ленинский пр., д. 33, kurbatova.j@gmail.com

Мониторинг параметров основных биогеохимических циклов – воды и диоксида углерода в последние годы находится в центре внимания научного сообщества. В 90-ые гг. XX в. на основе метода турбулентных пульсаций (Бурба и др., 2016) были сформированы региональные сети эколого-климатических станций, осуществляющих на основе единой методики непрерывные круглогодичные измерений обменных атмосферно-экосистемных потоков энергии и вещества (воды и CO_2), которые в настоящее время объединены в единую сеть FLUXNET. На территории РФ в настоящее время подобного рода наблюдения не стандартизированы и проводятся в основном в рамках научных проектов и носят кратковременный характер.

С 1998 г. на территории Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника (Тверская обл.) в южно-таежных экосистемах коллективом Лаборатории биогеоценологии им. В.Н.Сукачева (ИПЭЭ РАН) проводятся уникальные многолетние эколого-климатические исследования. Наблюдения были начаты в рамках международного проекта EUROSIBERIAN CARBONFLUX и продолжаются при поддержке Российских научных фондов. В настоящее время комплексные круглогодичные исследования биогеохимических циклов и факторов внешней среды проводятся в трех экосистемах Заповедника: на верховом болотном массиве и в ельниках сфагново-черничном и неморальном. Наблюдения за потоками CO_2 на экосистемном уровне осреднения в последние годы дополнены режимными периодическими наблюдениями за эмиссией и балансом CO_2 между поверхностью почвы (торфа) и атмосферой на основе метода статических камер. В 2016 г. были начаты исследования на сплошной вырубке. Таким образом, на территории Заповедника была сформирована локальная сеть эколого-климатических измерений, позволяющая в текущем режиме получать оценки параметров базовых биогеохимических функций в зависимости от метеорологических величин. Сеть станций в Заповеднике может служить прототипом национальной сети экологических стационаров, осуществляющих наблюдения на долговременной основе.

Многолетние экспериментальные наблюдения позволили получить кумулятивные оценки (для разных периодов – от 0.5 часа – до года) потоков CO_2 и воды, а также температурно-влажностных режимов почвы и атмосферы, потоков солнечной радиации, потоков длинноволновой радиации, атмосферного давления, направления и скорости ветра и др. метеорологических характеристик для типичных южно-таежных экосистем Европейской части РФ (Kurbatova et al., 2008, 2013 и др.).

Список литературы:

Бурба Г.Г., Курбатова Ю.А., Куричева О.А., Авилов В.К., Мамкин В.В. Метод турбулентных пульсаций. Краткое практическое руководство. 223с. ISBN: 978-0-692-57831-5 (www.licor.com/ec-book-ru)

Kurbatova J., Li C., Varlagin A., Xiao X., Vygodskaya N. Modeling carbon dynamics in two adjacent spruce forests with different soil conditions in Russia // Biogeosciences, *2008.* № 5. P. 969-980.

Kurbatova J., Tatarinov, F., Molchanov A., Varlagin A., Avilov V., Kozlov D., Ivanov D., Valentini R. Partitioning of ecosystem respiration in a paludified shallow-peat spruce forest in the southern taiga of European Russia // Environ. Res. Lett., 2013, 8: 045028 (9pp).

ИЗУЧЕНИЕ ЛЕТНЕЙ ЭМИССИИ МЕТАНА ИЗ ОЗЁР ЮЖНОЙ ТУНДРЫ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ В 2015 И 2016 ГОДАХ

В.С. Казанцев [1], Л.А. Кривенок [1,2]

[1] Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,
РФ, 109017, г. Москва, Пыжевский пер., 3, kazantsev@ifaran.ru

[2] Институт лесоведения РАН,
РФ, 143030, Московская обл., п/о Успенское, ул. Советская, 21, krivenok@ifaran.ru

Метан, относящийся к малым газовым составляющим современной атмосферы, является одним из основных парниковых газов (IPCC, 2013). Среди всех естественных источников метана озёра занимают третье место по вкладу в глобальную годичную эмиссию, которая оценивается в 10-50 МтCH_4 (Anderson et al., 2010).

Исследования проходили в начале июля 2015 года и в конце июня – начале июля 2016 года в Тазовском районе Ямало-Ненецкого автономного округа (природная подзона южной тундры). В 2015 году было сделано 3 измерения поверхностной плотности потока метана (ППМ) на озере Ледяном (термокарстовое озеро площадью ≈91400 м^2 с илистым дном) и 4 измерения на озере Птичье (внутриболотное озеро площадью ≈5100 м^2 с сапропелью на дне). В 2016 году на озере Ледяном было сделано 48 измерений, на Птичьем – 16, на внутриболотном озере Света – 16 измерений и на озере Загадочное ледникового происхождения – 23 измерения.

Измерения проводились статическим камерным методом (Глаголев и др, 2010). Время экспозиции составляло 30 минут, за которые отбиралось 4 пробы камерного воздуха. Пробы воздуха помещались в герметичные стеклянные флаконы. В каждой точке измерений также определялись температура на поверхности озера и на дне (термодатчики «Thermochron» DS 1922L, Maxim Integrated, США), скорость ветра у поверхности озера, температура воздуха и атмосферное давление (портативная метеостанция Skywatch GEOS N11, JDC Electronic SA, Швейцария), глубина озера. Концентрации метана в каждой пробе определялись в трёхкратной повторности на газовом хроматографе Кристалл 5000.2 (ЗАО Хроматэк, г. Йошкар-Ола) с пламенно-ионизационным детектором. Значения ППМ рассчитывались методом линейной регрессии с весами для положительных значений и нелинейной для отрицательных значений (Глаголев и др, 2010). Также в 2016 году проводились исследования весеннего выброса метана из озёр Ледяное и Птичье (Кривенок и др., 2016).

Согласно обобщённым за 2015 и 2016 годы результатам, значения ППМ составляют (I квартиль/медиана/III квартиль): для термокарстового озера 0.40/0.61/1.06 мгCH_4·м$^{-2}$·час$^{-1}$, для ледникового озера 0.63/0.79/1.55 мгCH_4·м$^{-2}$·час$^{-1}$, для внутриболотных озёр 0.28/1.12/1.53 мгCH_4·м$^{-2}$·час$^{-1}$.

По методологии «стандартной модели» (Глаголев, 2008) рассчитана диффузная эмиссия метана из озёр Ледяное и Птичье за летний период 2016 года. Диффузный поток за время летнего периода на озере Ледяном оценивается нами в 153.0 кг метана, весенний выброс – 10.8 кг метана. Для озера Птичье соответствующие значения оцениваются в 3.9 кг и 0.8 кг метана. Таким образом, без учёта весеннего выброса значение общегодовой эмиссии метана для озера Ледяного оказывается занижено на 6.6 %, а для озера Птичьего – на 17.0 %.

Исследование проведено при частичной поддержке гранта РФФИ 16-35-00097 «Оценка потока метана из озёр южной тундры Западной Сибири».

Список литературы:

Глаголев М.В. 2008. Эмиссия метана: идеология и методология «стандартной модели» для Западной Сибири. – Сборник научных трудов кафедры ЮНЕСКО Югорского государственного университета, вып. 1. – Новосибирск, НГУ, с. 176-190.

Глаголев М.В., Сабреков А.Ф. Казанцев В.С. 2010. Физикохимия и биология торфа. Методы измерения газообмена на границе почва - атмосфера. – Томск, ТГПУ, 104 с.
Кривенок Л.А., Казанцев В.С., Чербунина М.Ю. 2016. Весенний выброс метана из озёр южной тундры Западной Сибири – Международная школа-конференция молодых учёных "Климат и эколого-географические проблемы Российской Арктики". 4-10 сентября 2016 г. Апатиты, Россия. Сборник тезисов докладов. – Москва-Апатиты, ООО "КаэМ", с. 60.

Anderson B., Bartlett K., Frolking S., Hayhoe K., Jenkins J., Salas W. 2010. Methane and Nitrous Oxide Emissions from Natural Sources. Washington: US EPA, Office of Atmospheric Programs, 194 pp.

IPCC 2013. Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)]. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA. 1535 pp.

ОЦЕНКА МАКСИМАЛЬНО ВОЗМОЖНОГО ВЕРТИКАЛЬНОГО ПОТОКА МЕТАНА НА УСТЬ-ПОЖЕГСКОМ БОЛОТЕ С ПОМОЩЬЮ ЛОГИСТИЧЕСКОЙ КРИВОЙ ПО ДАННЫМ ЗА ВЕГЕТАЦИОННЫЙ ПЕРИОД 2012-2013 ГГ.

Л.Э. Лапина

Отдел математики Коми НЦ УрО РАН,

РФ, 167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д.24, lapina@dm.komisc.ru

Болота являются одним из наиболее важных источников атмосферного метана, обуславливая значимую часть его глобальной эмиссии. Достаточно широко принято, что поток метана зависит от температуры почвы по простой экспоненциальной зависимости (Михайлов и др.,2015). Однако, на поток метана влияет не только температура почвы (Лапина, Успенский, 2016). В данной работе делается попытка использовать логистическую кривую для описания зависимости потока метана от температуры почвы. Один из способов учета температурного фактора в эмиссии метана на глобальном уровне предложено в работе (Глаголев и др., 2015). Представленные там рисунки по данным разных исследователей в разных регионах мира показывают, что характер зависимости продукции метана и температуры носит нелинейный и немонотонный характер. Кроме того, учитывая, что производная экспоненты пропорциональна самой экспоненте, легко проверить адекватность применяемой формулы по данным наблюдений, так как в случае адекватности формулы коэффициент корреляции между потоком метана и производной по температуре почвы был бы близок к единице. Но данного факта по имеющимся данным не обнаруживается.

Объектом исследования является мезоолиготрофное болото Медла-Пэв-Нюр ($61^0 56'$N, $50^0 13'$E). Это болото известно также как Усть-Пожегское, в иностранной литературе как Ust-Pojeg. Метод измерений, известный как eddy covariance, систематически стал применяться на данном объекте только с июня2012 года, до этого изучался в основном камерным методом. Корреляционный анализ данных, полученных в вегетационный период в 2012-2013г, приведен в работе (Лапина, Успенский, 2016).

Для оценки максимально возможного потока метана с данного объекта было использовано уравнение Ферхюльста-Пирла, известного также как уравнение логистической кривой. Обзор свойств этого уравнения приведен в достаточном числе работ, в частности, в работе (Глаголев, Лапина,2012). У этого уравнения есть как возрастающая часть, так возможна и убывающая часть. Это уравнение в разных работах представляется в разном виде, использовали вид:

$$\frac{DF_{CH4}}{DT_{S1}} = AF_{ch4}\text{-}BF_{ch4}^2 ,$$

где F_{ch4} – вертикальный поток метана (ммоль $м^{-2}с^{-1}$),T_{s1} – температура почвы на глубине 25 см. У решения уравнения есть замечательно свойство – обладает горизонтальной асимптотой, равной A/B. Именно это значение асимптоты и берется в качестве оценки максимально возможного потока метана. Для оценки этих коэффициентов использовались осредненные посуточно значения потока и температуры почвы. К сожалению, тот факт, что в разные сутки среднеквадратического отклонение этих величин была различна, а, следовательно, доверительные интервалы различны никак не учитывалась в расчетах. Учет этого факта требует использования аппроксимации с весами. Для учета того факта, что в различные месяцы различная влажность почвы, анализировались данные помесячны. Результаты расчетов представлены в табл.1.

Максимальное значение среднесуточного значения потока метана в июне 2012 года составило 8.56e-4 (29 июня), в июле 2012 1.93e-4; в августе 2012 года 2.3e-4 (29 августа). 29 августа был весьма приличный вертикальный поток воздуха, так, что период осреднения оказывал влияние на определение среднесуточных значений. В работе (Лапина, Успенский, 2015) показано это весьма подробно с указанием доверительных интервалов. В сентябре

значение этого показателя было 5.76e-4 ммоль $м^{-2}с^{-1}$. Снижение оценки максимального потока в июле 2012 года может быть связано с низкой влажностью почвы в это время.

Табл.1. Параметры разных типов аппроксимации производной вертикального потока метана и соответствующая оценка максимального значения

Месяц	Число данных	Параметры $y=at^2+bt$			Параметры аппроксимации $y=at+b$			Диапазон T_{s1}
		a	B	max	a	B	Max	
Июнь 2012	13	-2.52e4	3.93	1.56e-4	-2.5e4	3.81	1.52e-4	10-12.5
Июль 2012	31	6.32e4	-6.93	1.10e-4	-3.70e4	1.73	4.67e-5	12.5-15
Август 2012	30	1.44e4	-1.19	8.25e-5	4.22e4	-4.47	1.06e-4	11.2-15.3
Сентябрь 2012	30	-1.04e4	8.83	8.45e-4	-4.69e4	15.28	3.26e-4	8.8-10.8
2012 в целом	104	-2.36e4	5.99	2.53e-4	1.82e3	-2.83	1.6e-3	8.8-15.3
Май2013	21 с 6 мая	-1.5e4	-1.42	0	-1.6e5	5.19	3.22e-5	2.9-8.9
Июнь2013	30	1.14e6	-130.1	1.14e-4-	2.55e6	-272.55	1.07e-4	8.7-13.8
Июль 2013	31	-1.33e4	2.892	2.2e-4	-1.15e3	3.7	3.2e-3	12.1 -14.3
Август 2013	21	-1.61e5	15.466	9.58e-4	-3.1e5	26.9	8.69e-5	13.6 -14.4
Сентябрь 2013	21	4.71e5	-21.75	4.62e-5	1.204e6	-58.87	4.89e-5	7.8-10.8
2013 в целом	124	1.75e5	-27.66	1.57e-4	5.43e5	-67.13	1.24e-4	2.9-14.4

Список литературы:

Глаголев М.В., Лапина Л.Э.,2012. Упрощение модели экосистемы на основе анализа характерных скоростей процессов.–Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата, , т.3, N3, с.3-30.

Глаголев М.В., Сабреков А.Ф., Терентьева И.Е., Максютов Ш.Ш.,2015. Температурный фактор продукции метана в модели WeMem .–Проблемы изучения и использования торфяных ресурсов Сибири. Материалы Третьей международной научно-практической конференции, 27 сентября-3 октября 2015, Томск, с.64-67.

Лапина Л.Э., Успенский И.М.,2015. Оценки потоков парниковых газов на мезоолиготрофном болоте Медла-Пэв-Нюр а августе 2012 .–Успехи современной науки и образования, 2015, N4, с.44-56.

Лапина Л.Э., Успенский И.М.,2016. Корреляционный анализ микрометеорологических данных по мезоолиготрофному болоту в Республике Коми в вегетационный период 2012-2013гг.–Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, 2016. N.2, с.29-41 doi: 1021513/0207-2564-2016-2-29-41.

Михайлов О.А., Мигловец М.Н., Загирова С.В.,2015. Вертикальные потоки метана на мезоолиготрофном болоте таежной зоны Европейского Северо-востока России.– Сибирский экологический журнал, 2015, N3, с.452-460.

ЗАПАСЫ АКТИВНОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА И ЭМИССИОННЫЙ ПОТЕНЦИАЛ ПОЧВ ЗОНАЛЬНЫХ БИОМОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЧАСТИ РОССИИ

В.М. Семенов

[1)] Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, РФ, 142290, г. Пущино, Московская обл., Институтская ул., 2, v.m.semenov@mail.ru

Запасы органического вещества в почве являются одной из главных статей при расчете баланса углерода в экосистемах, определении объемов почвенной эмиссии диоксида углерода и оценке углеродсеквестрирующего потенциала почв (Кудеяров и др., 2007; Орлов и др., 1996; Семенов, Когут, 2015). Ранее было высказано предположение, что определение запасов активного органического вещества в почве может быть дополнительным способом оценки размеров почвенной эмиссии $C\text{-}CO_2$, менее зависимым от дыхания корней вегетирующих растений, а также суточных и сезонных флуктуаций температуры и влажности, по сравнению с полевыми измерениями газового потока (Ходжаева, Семенов, 2015). Активным органическим веществом называется потенциально-минерализуемая, преимущественно высокого энергетического и питательного статуса, быстро утилизируемая микроорганизмами, способная к химическим и биохимическим взаимодействиям, химически и физически незащищенная часть почвенного органического вещества с продолжительностью существования менее 3-10 лет (Семенов, Тулина, 2011). Определение содержания активного почвенного органического вещества производится по кумулятивному количеству $C\text{-}CO_2$, выделившегося при инкубации (влажность 60% ППВ, температура 22ºС) предварительно высушенных (65ºС, 24 час) образцов почвы за время равное по продолжительности вегетационному периоду. Аппроксимируя кривую кумулятивного количества $C\text{-}CO_2$ уравнением кинетики первого порядка, вычисляется содержание и константа скорости минерализации потенциально-минерализуемого (активного) углерода органического вещества в почве на момент начала инкубации (Семенов и др., 2006).

Установлено, что в почвах зональных биомов (тундровый, лесотундровый, южно-таежный, широколиственный, лесостепной, степной, полупустынный, субтропический) в слое 0-20 см сосредоточено от 0.4 до 5.4 т $га^{-1}$ углерода потенциально-минерализуемого органического вещества, а в слое 0-50 см – от 1.0 до 12.4 т $га^{-1}$. На верхний двадцатисантиметровый слой приходится от 36 (сфагновый торфяник и торфяно-перегнойная почва) до 66 (серая лесная почва) и 74% (дерново-подзолистая почва) от запасов углерода активного органического вещества в полуметровом слое. В других почвах в верхнем слое 0-20 см находится 46-56% от его полуметровых запасов. По запасам активного органического вещества в 0-20 см слое почвы зональных биомов образуют следующий убывающий ряд: сфагновый торфяник > торфяно-перегнойные > темно-серые лесные > серые лесные > чернозем типичный = бурые лесные кислые = дерново-аллювиальные и аллювиально-дерновые > дерново-подзолистые = чернозем обыкновенный > чернозем южный > темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые > бурые полупустынные солонцеватые и агросолонец. При определении запасов активного органического вещества в слое 0-50 см последовательность почв претерпевает небольшие изменения: сфагновый торфяник > торфяно-перегнойные > темно-серые лесные > бурые лесные кислые > дерново-аллювиальные и аллювиально-дерновые > чернозем типичный > серые лесные > чернозем обыкновенный > чернозем южный > темно-каштановые, каштановые и светло-каштановые > дерново-подзолистые > бурые полупустынные солонцеватые и агросолонец.

Установленные величины запасов углерода потенциально-минерализуемого органического вещества соответствуют удельным размерам эмиссии диоксида углерода почвами России в течение вегетационного периода, принятым от 0.33 до 6.13 т С $га^{-1}$

(Кудеяров и др., 2007). Можно предположить, что чистые размеры почвенной эмиссии C-CO_2 в полевых условиях без учета дыхания корней вегетирующих растений, не могут превышать запасы потенциально-минерализуемого органического вещества в почвенной толще, но это утверждение справедливо лишь для почв, залегающих в зонах с продолжительным периодом биологической активности. В почвах севернее и южнее зоны распространения обыкновенных и южных черноземов за исключением субтропического биома реальные размеры почвенной эмиссии CO_2 будут меньше запасов потенциально-минерализуемого органического вещества из-за не оптимальных для минерализации условий окружающей среды. При этом, чем короче период биологической активности, тем меньше потенциально-минерализуемого органического вещества будет преобразовано до CO_2.

Если запасы потенциально-минерализуемого органического вещества в почвах соотнести с продолжительностью периода биологической активности в соответствующей зоне (Орлов, 1990), можно получить ориентировочные величины эмиссии C-CO_2 почвами зональных биомов. Для торфяников и торфяных почв тундрового биома с периодом биологической активности в 50 сут таковые равняются 0.9-2.2 т $га^{-1}$, а для дерново-аллювиальных и аллювиально-дерновых почв лесотундрового биома – 0.6-1.2 т $га^{-1}$, что существенно меньше запасов углерода потенциально-минерализуемого органического вещества в этих почвах. В зоне распространения дерново-подзолистых и серых лесных почв период биологической активности составляет 110 и 130 суток, поэтому количество продуцируемого этими почвами C-CO_2 может равняться 0.7-1.0 и 1.8-2.2 т $га^{-1}$ соответственно. Наибольшие количества C-CO_2 могут выделять темно-серые лесные почвы, типичные черноземы и бурые лесные почвы – 2.2-3.9, 1.9-3.4 и 2.1-4.5 т $га^{-1}$ соответственно, а наименьшие – бурые полупустынные почвы (0.3-0.6 т $га^{-1}$). Для обыкновенного и южного чернозема эмиссионные потери C-CO_2 должны быть эквивалентны запасам потенциально-минерализуемого органического вещества (1.1-2.4 и 0.9-1.9 т $га^{-1}$ соответственно), а в каштановых – чуть меньше таковых (0.7-1.3 т $га^{-1}$). Считается, что наименьшая удельная эмиссия C-CO_2 на территории России характерна для глеевых почв тундровой и северо-таежной зон, где на фоне низких температур почвы часто переувлажнены, а наибольшая свойственна черноземам (Кудеяров и др., 2007). Как видно из представленных данных, ориентировочные размеры эмиссии C-CO_2 почвами, устанавливаемые по запасам потенциально-минерализуемого органического вещества и продолжительности периода биологической активности совпадают в целом с принятыми в литературе величинами эмиссии диоксида углерода почвами Европейской части России.

Список литературы:

Кудеяров В.Н., Заварзин Г.А., Благодатский С.А. и др. 2007. Пулы и потоки углерода в наземных экосистемах России. – М.: Наука, 315 с.

Орлов Д. С. 1990. Гумусовые кислоты почв и общая теория гумификации. – М., Изд-во МГУ, 325 с.

Орлов Д.С., Бирюкова О.Н., Суханова Н.И. 1996. Органическое вещество почв Российской Федерации. М., Наука, 256 с.

Семенов В.М., Когут Б.М. 2015. Почвенное органическое вещество. – М., ГЕОС, 233 с.

Семенов В.М., Иванникова Л.А., Кузнецова Т.В. 2006. Структурно-функциональное состояние органического вещества почвы. – В кн.: Почвенные процессы и пространственно-временная организация почв. – М., Наука, с. 230-247.

Семенов В.М., Тулина А.С. 2011. Сравнительная характеристика минерализуемого пула органического вещества в почвах природных и сельскохозяйственных экосистем. – Агрохимия, № 12. с. 53-63.

Ходжаева А.К., Семенов В.М. 2015. Распределение активного органического вещества в профиле почв природных и сельскохозяйственных экосистем. – Почвоведение, № 12, с. 1496-1504.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ОТКЛИКА БОЛОТНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОЙ ТАЙГИ СЕВЕРНОЙ ЕВРАЗИИ НА КЛИМАТИЧЕСКИЕ ИЗМЕНЕНИЯ

Н.Н. Завалишин
Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,
РФ, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 3, nickolos@ifaran.ru

Торфяные болота лесной зоны Западной Сибири играют значительную роль в региональном и глобальном биогеохимическом круговороте углерода. В связи с нелинейностью процессов роста и разложения органического вещества болотные экосистемы под действием климатических изменений могут быть как стоком, так и источником атмосферного углерода. Неопределенности прогноза роли болот объясняются как высокой изменчивостью основных компонентов биотического круговорота, так и пространственной мозаичностью болотных ландшафтов как фактора неопределенности значений эмиссии и поглощения парниковых газов. Целью работы является моделирование отклика биотического круговорота типичных болотных ландшафтов в южной тайге Западной Сибири на вероятные изменения климата в XXI веке и оценка динамики его компонентов, а также вариаций роли болотных ландшафтов (сток - источник) при минимальных и максимальных климатических воздействиях.

Для достижения этой цели построено семейство динамических блоковых моделей совместного круговорота углерода и влаги для трех типичных ландшафтов олиготрофных болот южной тайги на среднегодовом интервале времени. На основе данных по запасам и потокам углерода в олиго – и мезотрофных болотах южной тайги Западной Сибири (Golovatskaya, Dyukarev, 2009; Golovatskaya, 2010; Базилевич, Титлянова, 2008; Миронычева-Токарева и др., 2013) построены двухкомпонентные схемы биотического круговорота, состоящие из живого органического вещества растительности и мертвого органического вещества верхнего корнеобитаемого слоя торфяной почвы. Пулы связаны потоками, соответствующими основным биогеохимическим взаимодействиям компонентов круговорота. Дополнительным элементом модели по сравнению с предыдущими вариантами (Zavalishin, 2008) является влагосодержание этого слоя, скорость изменения которого определяется водным балансом и уровнем болотных вод (УБВ). Учет новой переменной позволяет адекватно отразить даже в модели всего с двумя углеродными пулами особенности функционирования круговорота в разных типах болотных ландшафтов в зависимости от водного баланса и получить не только равновесные, но и более сложные колебательные динамические режимы.

Зависимость первичной продукции растительности от фитомассы определяется экспертно на основе существующих баз данных (Базилевич, Титлянова, 2008; www.biodat.ru) и ее значений в измеренных состояниях. Включение влагосодержания верхнего слоя торфяной залежи в модель позволяет отразить существующие типы болотных ландшафтов в виде равновесий, имеющих разные области устойчивости. Методы теории бифуркаций позволяют определить границы устойчивости стационарных состояний модели в пространстве параметров, зависимых от характеристик климата (среднегодовой температуры и суммы осадков). Для болотных экосистем это интенсивность ассимиляции углерода растительностью из атмосферы и скорость разложения мертвого органического вещества.

Для моделирования последствий изменений климата использованы климатические проекции модели IPSL, основанные на двух сценариях RCP антропогенных выбросов в атмосферу в ближайшие 100 лет – «жестком» RCP-8.5 и «мягком» RCP-2.6. Относительно мягкий сценарий изменения среднегодовой температуры и суммы осадков RCP-2.6 приводит в течение 100 лет к небольшим изменениям болотных ландшафтов, и как следствие, небольшому повышению суммарной эмиссии углерода в атмосферу (менее 20%). Ведущим фактором, способным приводить к деградации болотных экосистем, в этом случае становится торфодобыча. В случае сильного потепления по сценарию RCP-8.5

усиление разложения МОВ может произойти только при уменьшении осадков, но в любом случае значительную роль начинают играть пожары, которые способны привести к быстрой деградации повышенных участков болотных экосистем.

Работа поддержана проектом РФФИ № 16-07-01205-а и Программой Отделения наук о Земле РАН «Комплексные исследования по актуальным проблемам наук о Земле».

Список литературы:

Базилевич Н.И., Титлянова А.А., Биотический круговорот на пяти континентах: азот и зольные элементы в наземных экосистемах. - Новосибирск, Изд-во СО РАН, 2008.

Миронычева-Токарева Н.П., Косых Н.П., Вишнякова Е.К., Продукционно-деструкционные процессы в болотных экосистемах Васюганья. Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата, т. 4, № 1, 2013, с. 1-9.

Alexandrov G.A., Bazilevich N.I., Logofet D.O., Tishkov A.A., Shytikova T.E., 1994, Conceptual and mathematical modelling of matter cycling in Tajozhny Log bog ecosystem. In: B.C.Patten et al. (eds.), Wetlands and Shallow Continental Water Bodies, SPB Academic Publishing, The Hague, The Netherlands, vol. 2, pp. 45-93.

Golovatskaya E.A., Biological productivity of oligotrophic and eutrophic peatlands in southern taiga in Western Siberia. Динамика окружающей среды и глобальные изменения климата, 2010, т. 1, № 2, с. 1-8.

Golovatskaya E.A., Dyukarev E.A., Carbon budget of oligotrophic mire sites in the southern taiga of Western Siberia. Plant and Soil, 2009, v. 315, #1-2, p. 19-34.

Zavalishin N.N., Dynamic compartment approach for modeling regimes of carbon cycle functioning in bog ecosystems. Ecological Modelling, 2008, v. 213, p. 16-32.

ЭМИССИЯ CO_2 ИЗ ПОЧВ РАЗЛИЧНЫХ ЭКОСИСТЕМ ЮЖНОГО ПОДМОСКОВЬЯ В УСЛОВИЯХ СОВРЕМЕННЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ТРЕНДОВ: АНАЛИЗ ДАННЫХ МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА

И.Н. Курганова[1)], В.О. Лопес де Гереню[1)], Т.Н. Мякшина[1)], Д.В. Сапронов[1)], В.А. Аблеева[2)], В.Н. Кудеяров[1)]

[1)]Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, РФ, 142290, Московская область, Пущино, Институтская ул., 2, ikurg@mail.ru

[2)]Станция фонового мониторинга, Приокско-террасный государственный биосферный заповедник, РФ, 142200, Московская область, Серпуховский район, местечко Данки, sfm0@yandex.ru

Основной особенностью наблюдаемых сегодня изменений климата на планете является глобальное потепление конца XX – начала XXI в. и увеличение числа экстремальных погодных явлений (Второй оценочный доклад…, 2014). Эмиссионная составляющая углеродного цикла, или общее почвенное дыхание (TSR), представляет собой тот показатель, который не только дает интегральную оценку функционирования микробного сообщества почвы и экосистемы в целом, но и весьма чутко реагирует на любые изменения гидротермического режима почв, отражающего современное состояние климатических условий в регионе (Kurganova et al., 2011). Цель настоящего исследования состояла в оценке влияния наблюдаемых климатических изменений и экстремальных погодных явлений на эмиссию CO_2 из почв в различных экосистемах южного Подмосковья, основанной на сопряженном анализе трендов и аномалий основных климатических параметров и эмиссионной составляющей углеродного цикла.

Экспериментальные участки, на которых непрерывно, с ноября 1997 по настоящее время, ведутся круглогодичные наблюдения за интенсивностью выделения CO_2 из почв, располагаются на юге Московской области. Это территория Приокско-террасного государственного биосферного заповедника (54°55'N, 37°34'E; дерново-слабоподзолистая супесчаная почва; лесной и луговой ценозы) и опытно-полевая станция ИФХиБПП РАН (54°20'N, 37°37'E; серая лесная суглинистая почва; лесной, луговой и агро- ценозы). Определение интенсивности выделения CO_2 из почв проводилось закрытым камерным методом, не реже 3-4 раз в месяц. Анализ тенденций в изменении метеорологических параметров и TSR за различные временные промежутки в связи с наблюдаемыми климатическими изменениями проводился на основе построения годовых и сезонных линейных трендов, статистическая достоверность которых оценивалась методом наименьших квадратов. Отклик TSR на экстремальные погодные условия оценивался по величине аномалий TSR, отнесенных к средним многолетним значениям этого показателя за соответствующие периоды.

Согласно нашим оценкам, основанным на анализе метеорологических данных за 1973-2016 гг., в районе южного Подмосковья современные климатические изменения выражаются: в увеличении среднегодовой и сезонных температур воздуха (Тв), в удлинении периода вегетации, усилении засушливости в теплый период года, уменьшении продолжительности и высоты снежного покрова - в холодный сезон. Причем наиболее отчетливо эти изменения проявляются, начиная с середины 90-х годов XX века. Так за последние 2 декады, сопряженные с проведением непрерывного мониторинга TSR, увеличение среднегодовой и среднелетней Тв произошло на 1.34-1.36°C. Потепление особенно отчетливо проявлялось в весенний и осенний сезоны, составляя, соответственно, 1.84 и 2.20°C. Продолжительность снежного периода за последние 20 лет сократилась примерно на 38 дней, а период вегетации увеличился на 25-30 дней. На основании расчета гидротермического коэффициента Селянинова (ГТК) было показано, что каждый 2-3 год в период проведения наблюдений за TSR был в той или иной степени засушливый.

Обнаруженные тенденции в изменении климата вызвали сопряженные тренды уменьшения годовых и летних потоков CO_2 из почв всех изучаемых экосистем. Выявлена

тесная корреляция между величиной TSR за годовой период и ГТК за летний сезон (Рис. 1Б). Существенное снижение величины TSR из почв было обусловлено торможением процессов разложения органического вещества почв и подстилки, обусловленных острым дефицитом влаги во время засух. Негативные аномалии величины TSR на летние засухи в среднем составляли 22 и 40% для почв естественных и агроэкосистем, соответственно.

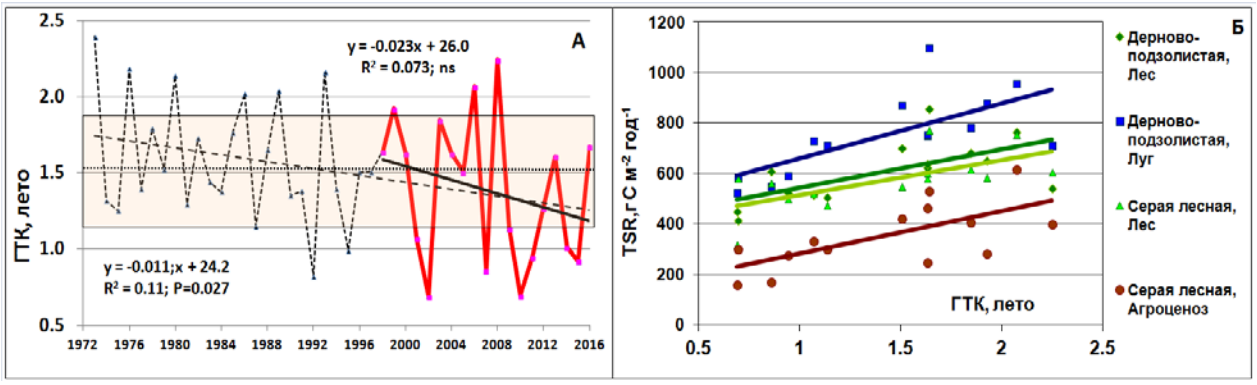


Рис. 1. Временные тренды летнего ГТК (А) в 1973-2016 гг. (пунктир) и в 1998-2016 гг. (яркая линия) и корреляция между величиной TSR за год и ГТК за летний период во всех изучаемых экосистемах (Б). Выделение цветом ограничивает область, соответствующую отклонению от среднего (мелкий пунктир), равного ±1 STD.

Опираясь на данные круглогодичного 17-летнего мониторинга за эмиссией CO_2 из почв различных экосистем, были выявлены тренды уменьшения эмиссии CO_2 из почв как в холодный период года (ноябрь-апрель). Эти тенденции были более выражены в луговых ценозах по сравнению с лесными, что мы связываем с более отчетливыми трендами уменьшения высоты и продолжительности снежного покрова на открытых луговых пространствах по сравнению с лесными территориями. Наблюдаемое потепление климата в холодный период года обусловило также негативные тренды и аномалии величины зимних (декабрь-февраль) потоков CO_2 из почв луговых ценозов. Экстремально теплые и экстремально холодные зимние температуры вызывали негативные аномалии в сезонных потоках CO_2 из почв во всех изученных экосистемах.

Проведенные исследования позволяют заключить, что вероятность обнаруженных временных трендов TSR и отклик величины TSR на экстремальные погодные явления в значительной степени зависят от землепользования и текстуры почв, влияющей на ее водоудерживающую способность. Режим снежного покрова играет важную роль в функционировании экосистем умеренно-континентальной зоны, поскольку теплоизолирующее влияние постоянного снежного покрова предотвращает промерзание почв, существенно влияя на их температурный режим, растительность и циклы основных биогенных элементов. Можно предполагать, что наиболее толерантными в отношении почвенного дыхания к наблюдаемым и ожидаемым климатическим изменениям будут лесные экосистемы, сформированные на суглинистых почвах.

Работа выполнялась при поддержке РФФИ (проект № 15-04-05156а) и Программы Президиума РАН №15.

Список литературы:

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. М.: Росгидромет. 58 с.

Kurganova I.N., Lopes de Gerenyu V.O., Petrov A.S., Myakshina T.N., Sapronov D.V., Ableeva V.A., Kudeyarov V.N. Effect of the Observed Climate Changes and Extreme Weather Phenomena on the Emission Component of the Carbon Cycle in Different Ecosystems of the Southern Taiga Zone. Doklady Biol Sci. 2011. V. 441. P. 412–416.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НЕОДНОРОДНОСТЕЙ ПОДСТИЛАЮЩЕЙ ПОВЕРХНОСТИ НА ПОТОКИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРЫ НА ОСНОВЕ ГИДРОДИНАМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ

Ю.В. Мухартова [1)], А.С. Крупенко [1)], П.А. Мангура [1)], А.В. Ольчев [2,3)]

[1)]МГУ имени М.В. Ломоносова, Физический факультет,
РФ, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2, muhartova@yandex.ru

[2)] МГУ имени М.В. Ломоносова, Географический факультет,
РФ, 119991 Москва, Ленинские горы, ГСП-1, aoltche@yandex.ru

[3)] Институт проблем экологии и эволюции им. А.Н. Северцова РАН,
РФ, Москва, Ленинский проспект, д.33, aoltche@yandex.ru

Работа посвящена модельному исследованию влияния пространственной неоднородности растительного покрова и рельефа на потоки CO_2 и H_2O в приземном слое атмосферы. Возникающие на элементах шероховатости земной поверхности (кроны отдельных деревьев, опушка леса, лесные поляны, вырубки, вывалы, ветровалы, неровности рельефа, и др.) возмущения в поле скорости ветра и в режиме турбулентности оказывают существенное влияние на локальные и интегральные потоки парниковых газов. Вклад этих возмущений в вертикальные потоки с применением экспериментальных подходов определить очень сложно, поскольку большинство методов, включая и широко распространенный метод турбулентных пульсаций, используется для измерения потоков исключительно над горизонтально однородной поверхностью. Также для решения подобных задач неприменимы и широко используемые в практике экологических исследований одномерные модели переноса.

В данной работе предложена двумерная гидродинамическая модель турбулентного переноса парниковых газов в приземном слое атмосферы над неоднородной подстилающей поверхностью с мозаичным растительным покровом и сложным рельефом. Модель основана на решении системы усредненных уравнений Навье-Стокса и неразрывности 1.5-го порядка замыкания для компонент скорости ветра $\vec{V} = \{V_1, V_2\}$, уравнения теплопроводности для температуры воздуха T с учетом теплообмена с поверхностью земли и растительностью, и уравнения диффузии-адвекции для CO_2 и водяного пара. Для получения самосогласованной усредненной системы уравнений используется гипотеза Буссинеска, согласно которой тензор турбулентных напряжений можно определить подобно тензору вязких напряжений через градиенты от осредненного поля скорости. В работе также проведено исследование влияния граничных условий на результаты расчетов вертикальных профилей скорости ветра и параметров турбулентности.

Растительный покров в модели рассматривается как двухфазная среда, состоящая из элементов фитомассы и воздуха в межлистном пространстве. Солнечная радиация поглощается только фитомассой растений и обменивается теплом с окружающим воздухом за счет турбулентного теплообмена. При расчете вертикального переноса CO_2 и H_2O в модели учитывается термическая стратификация приземного слоя воздуха.

Рассматриваемая система уравнений имеет вид:

$$\frac{\partial V_i}{\partial t} + \left(\vec{V}, \nabla\right) \cdot V_i = -\frac{1}{\rho_0} \cdot \frac{\partial}{\partial x_i} \delta P - \frac{\partial}{\partial x_j} \left\{ \frac{2}{3} \delta_{ij} \bar{e} - K \cdot \left(\frac{\partial V_i}{\partial x_j} + \frac{\partial V_j}{\partial x_i} \right) \right\} + g \cdot \frac{\delta T_v}{T_0} + F_i, \quad \operatorname{div} \vec{V} = 0,$$

$$\frac{\partial T}{\partial t} + \left(\vec{V}, \nabla\right) T + \gamma_a \cdot \frac{T_v}{T_0} \cdot V_2 = \operatorname{div}\left(K_T \cdot \nabla T\right) + \frac{\gamma_a}{T_0} \cdot K_T \cdot \frac{\partial T}{\partial x_2} + \frac{1}{\rho_0 c_p} \left(\vec{V}, \nabla\right) \delta P - \frac{H}{\rho_0 c_p},$$

$$\frac{\partial C_s}{\partial t} + \left(\vec{V}, \nabla\right) C_s = \operatorname{div}\left(K_C \cdot \nabla C_s\right) + F_C, \quad \frac{\partial q}{\partial t} + \left(\vec{V}, \nabla\right) q = \operatorname{div}\left(K_v \cdot \nabla q\right) + \frac{E}{\rho},$$

где x_1, x_2 – горизонтальная и вертикальная координаты соответственно, ρ_0 – плотность воздуха, δP – избыточное давление, $\bar{e}$ – турбулентная кинетическая энергия, δT_v – разность виртуальной температуры $T_v = T \cdot (1 + 0.61q)$ и температуры $T_0(x_2)$, рассчитанной с учетом сухоадиабатического градиента, F_i – слагаемые, описывающие силу сопротивления растительности воздушному потоку, C_s – концентрация CO_2, q – удельная влажность воздуха, K, K_T, K_C, K_v – коэффициенты турбулентного обмена, $\gamma_a = g/c_p$, c_p – удельная теплоемкость воздуха при постоянном давлении, F_C – мощность источников и стоков CO_2, H – затраты тепла на турбулентный теплообмен, E – скорость испарения влаги.

Для решения соответствующей начально-краевой задачи разработана экономичная разностная схема, основанная на методе расщепления по процессам. В общем случае задача решается в области с криволинейной нижней границей, имитирующей рельеф местности. Предложена замена переменных, позволяющая свести расчетную область к прямоугольной. В результате такой замены в уравнениях возникают дополнительные слагаемые, содержащие смешанные производные, что существенно усложняет её численное решение методом конечных разностей.

Предложенная разностная схема основана на решении двух вспомогательных задач: задачи Пуассона для избыточного давления и задачи типа диффузия-адвекция для всех остальных искомых функций. Для решения каждой из этих вспомогательных задач разработаны устойчивые алгоритмы численного решения, основанные на матричной прогонке и неявных схемах. При этом разностная аппроксимация всех дифференциальных операторов, включая смешанные производные, осуществляется таким образом, что условия применимости метода прогонки оказываются заведомо выполнены.

Результаты сравнения локальных и интегральных потоков CO_2 и H_2O над выбранной для модельных экспериментов трансектой (~4.5 км), пересекающей холмистый участок местности с мозаичным растительным покровом в Тульской области, полученных с помощью двумерной и одномерной моделей, показали существенное влияние неоднородной подстилающей поверхности на турбулентный режим и вертикальные потоки.

Работа поддержана грантом Российского научного фонда № 14-14-00956.

Список литературы:

Белоцерковский О.М. 1994. Численное моделирование в механике сплошных сред. М.: Физико-математическая литература, 443 с.

Мухартова Ю.В., Левашова Н.Т., Ольчев А.В., Шапкина Н.Е. 2015 Применение двумерной модели для описания турбулентного переноса CO_2 в пространственно-неоднородном растительном покрове – Вестник Московского университета. Серия 3. Физика. Астрономия, № 1, с. 15-22.

Ball J.T., Woodrow I.E., Berry J.A. 1987 A model predicting stomatal conductance and its contribution to the control of photosynthesis under different environmental conditions. Progress in Photosynthesis Research. IV (ed. I. Biggins), p. 221-224.

Garratt J.R. 1992. The atmospheric boundary layer. Cambridge University press, 316 pp.

Leuning R. 1995. A critical appraisal of a combined stomatal-photosynthesis model for C3 plants. Plant, Cell and Environment, vol. 18 (4), p. 339-355.

Sogachev A., Panferov O. 2006. Modification of two-equation models to account for plant drag. Boundary-Layer Meteorol, vol. 121(2), p. 229-266.

Wyngaard J.C. 2010. Turbulence in the Atmosphere. Cambridge University press, 393 pp.

РАЗРАБОТКА НАЦИОНАЛЬНЫХ КОЭФФИЦИЕНТОВ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ И ДРУГИХ ПАРАМЕТРОВ, НЕОБХОДИМЫХ ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ НАЦИОНАЛЬНОГО КАДАСТРА В НЕФТЯНОМ СЕКТОРЕ

Н.Е. Уварова [1)], В.А. Грабар [1)], В.Х. Бердин [2)], М.Л. Гитарский [1)], М.М. Дыган [3)]

[1)] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, n.uvarova@inbox.ru
[2)] Автономная некоммерческая организация «Международный центр устойчивого энергетического развития» под эгидой ЮНЕСКО,
РФ, 117292, г. Москва, ул. Кедрова, д. 8/1 стр. 2
[3)] Российское энергетическое агентство,
РФ, 129110, г. Москва, ул. Щепкина, д.40 стр.1

Актуальность разработки коэффициентов выбросов в нефтяной отрасли обусловлена большой неопределенностью коэффициентов эмиссии МГЭИК (до 800%), применяемых к оценкам выбросов парниковых газов и, как следствие, невысокой достоверностью полученных результатов данных оценок. Наиболее проблемными являются оценки выбросов, выполненные в нефтегазовой отрасли, причем наибольшего внимания заслуживают выбросы метана при разведке нефти и добыче нефти (метан и диоксид углерода), а также газоотведение при добыче нефти и газового конденсата (метан). Для повышения достоверности оценок выбросов необходимы национальные коэффициенты и параметры, способные наиболее точно отразить специфику российской нефтяной отрасли.

Национальные коэффициенты были получены на основе подходов, разработанных с учетом типа эмиссии (сжигание углеводородов и операционная деятельность, не связанная со сжиганием), а также в зависимости доступности ежегодных исходных данных об отрасли. При этом во внимание принимались особенности состава российского нефтяного попутного газа и стандартов, применяемых в нефтяной отрасли России. Учитывая сложность механизма образования оксида диазота, а также его незначительный вклад в суммарные выбросы от операций с нефтью, разработка коэффициентов эмиссии была сфокусирована на источниках метана и диоксида углерода (МГЭИК, 2006, Hayhurst et al, 1992). В докладе представлены полученные физико-химические показатели российского попутного нефтяного газа, а также коэффициенты эмиссии метана и диоксида углерода для отдельных операций в нефтяной отрасли. Национальные коэффициенты не несут в себе высокой неопределённости, связанной с агрегированием большого числа неоднородных данных от различных стран. Напротив, национальные коэффициенты точно отражают специфику нефтегазового сектора России и не ведут к искусственному завышению параметров выброса парниковых газов.

Все разработанные коэффициенты имеют величины неопределенности, значительно меньшие, чем у рекомендуемых МГЭИК коэффициентов. Диапазоны их неопределенности не превышают 62%, что позволило значительно улучшить достоверность оценок выбросов парниковых газов от нефтяной отрасли.

Исследования выполнялись по заданию Министерства энергетики Российской Федерации (государственный контракт № 16/0411.3070390019.241/02/170 от 21 сентября 2016 г.).

Список литературы:

МГЭИК, 2006. Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов/Под ред. С. Игглестона, Л.Буэндиа, К.Мива, Т.Нгара и К.Танабе. // Т.1-5. – ИГЕС// Хайяма. 2006.

Hayhurst A.N., Lawrence A.D. Emissions of nitrous oxide from combustion sources. Progress in Energy and Combustion Science, 1992, 18: pp. 529-552.

ТРЕХМЕРНОЕ МОДЕЛИРОВАНИЕ ПЕРЕНОСА ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА АНТРОПОГЕННО-ИЗМЕНЕННЫХ ЛАНДШАФТАХ С ПРИМЕНЕНИЕМ ТЕОРИИ КОНТРАСТНЫХ СТРУКТУР.

Н.Т. Левашова[1], Ю.В. Мухартова[2], А.В. Ольчев[3]

[1] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет, РФ, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2 natasha@npanalytica.ru

[2] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, физический факультет, РФ, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 2 muhartova@yandex.ru

[3] Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова, географический факультет, РФ, 119991, г. Москва, Ленинские горы, ГСП-1;
Институт проблем экологии и эволюции имени А. Н. Северцова РАН, РФ, 119071, г. Москва, Ленинский пр., 33 aoltche@yandex.ru

Исследование изменений потоков и концентрации CO_2 в приземном слое атмосферы, вызванное изменением свойств ландшафтного покрова в результате антропогенных воздействий, является важной задачей экологического мониторинга. Использование трехмерного моделирования турбулентного обмена позволяет осуществлять расчеты пространственных полей и потоков CO_2 для различных видоизмененных ланшафтов, в частности, вырубок в лесу. Большинство моделей при расчетах использует следующее уравнение для распределения концентрации CO_2 (Mamkin et al., 2016):

$$\frac{\partial C}{\partial t}+U\frac{\partial C}{\partial x}+V\frac{\partial C}{\partial y}+W\frac{\partial C}{\partial z}=\frac{\partial}{\partial x}\left(K_C\frac{\partial U}{\partial x}\right)+\frac{\partial}{\partial y}\left(K_C\frac{\partial U}{\partial y}\right)+\frac{\partial}{\partial z}\left(K_C\frac{\partial U}{\partial z}\right)+F_C.$$

Здесь C – концентрация CO_2, $\{U, V, W\}$ – скорость ветра, K_C – коэффициент турбулентного обмена для CO_2. Функция F_C характеризует интенсивность источников/стоков CO_2 в пределах растительности.

Распределение поля скорости ветра рассчитывается на основании классической модели с использованием замыкания порядка 1,5 (Sogachev, Panferov, 2006; Мухартова и др., 2015). В ходе расчетов решается система из шести уравнений: трех уравнений Рейнольдса для компонент скорости ветра, уравнения неразрывности, уравнения для турбулентной кинетической энергии и уравнения, описывающего диссипацию энергии. В модели используется допущение, что приземный слой атмосферы можно рассматривать как среду, далёкую от состояния термодинамического равновесия, или так называемую активную среду. Основным свойством активной среды является способность продолжитнельное время находиться в одном из возможных устойчивых состояний, определяемых заданными внешними факторами. Для активной среды характерно наличие мультистабильного элемента, имеющего различные возможные состояния и обладающего способностью переключения от одного из таких состояний к другому под влиянием интенсивного внешнего воздействия. Роль такого внешнего воздействия может играть пространственная неоднородность среды, внутри которой происходит диссипация энергии. В этом случае физические характеристики среды имеют вид контрастных структур. Контрастной структурой (КС) называется функция, внутри области определения которой есть интервал, на котором происходит резкое изменение значений этой функции. Эта область называется внутренним переходным слоем. Идея применения теории КС для моделирования обтекания воздушными потоками пространственных неоднородностей возникла на том основании, что графики функций, описывающих компоненты скорости ветра, имеют резкие переходные слои в окрестности границ раздела между двумя средами с различной кинематической вязкостью (например, опушка леса) (Левашова и др., 2015).

Учет диссипации энергии в кронах деревьев в модели проводится за счет особого вида функции взаимодействия воздушного потока с растительностью, которая подбирается

таким образом, чтобы на границе различных типов растительности формировались устойчивые переходные слои.

Исследование было поддержано грантом Российского научного фонда (грант 14-14-00956).

Список литературы:

Левашова Н.Т., Мухартова Ю.В., Давыдова М.А., Шапкина Н.Е., Ольчев А.В. 2015. Применение теории контрастных структур для описания поля скорости ветра в пространственно-неоднородном растительном покрове. – Вестник Московского университета. Серия 3. Физика и Астрономия, № 3, с. 3-10.

Мухартова Ю.В., Левашова Н.Т., Ольчев А.В., Шапкина Н.Е. 2015. Применение двумерной модели для описания турбулентного переноса CO2 в пространственно-неоднородном растительном покрове. – Вестник Московского университета. Серия 3. Физика и Астрономия, № 1, с. 15-22.

V Mamkin, J Kurbatova, V Avilov, Yu Mukhartova, A Krupenko, D Ivanov, N Levashova and A Olchev. 2016. Changes in net ecosystem exchange of CO2, latent and sensible heat fluxes in a recently clear-cut spruce forest in western Russia: results from an experimental and modelinganalysis. Environ. Res. Lett. vol.11, 125012.

Sogachev A., Panferov O. 2006. Modification of two-equation models to account for plant drag. Boundary-Layer Meteorol. vol. 121 (2), p.229-266.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО ЦИКЛА УГЛЕРОДА В АГРОЭКОСИСТЕМАХ ЦЕНТРАЛЬНОГО НЕЧЕРНОЗЕМЬЯ

О.Э. Суховеева

Институт географии РАН,

РФ, 109017 Москва, Старомонетный пер., 29, olgasukhoveeva@gmail.com

Постановка проблемы. Биогенный цикл углерода (С) состоит из пулов и потоков. К пулам относятся запасы С в почве и биомассе, включая живую биомассу (фитомассу) и растительный детрит (мортмассу, опад). Процессы образования нового органического вещества и биомассы (гумус, листья и чистая первичная продукция) являются примерами поглощения С. Потоки представляют собой эмиссию углекислого газа (CO_2), формируемую на треть дыханием растений и на две третьих дыханием микроорганизмов, разлагающих органическое вещество (Kolchugina et al., 1995).

При оценке баланса С часто возникает ошибка, состоящая в двойном учете выделившего CO_2: при дыхании корней и при расчете чистой продуктивности фотосинтеза, представляющей разность между общей продукцией фотосинтеза и затратами С на дыхание надземной части и корней. В результате чего значения почвенного дыхания существенно завышаются (Заварзин, Кудеяров, 2006).

Настоящее исследование направлено на поиск возможности снижения ошибок при оценке цикла углерода в агроэкосистемах с помощью моделирования его потоков, связанных с конкретными особенностями возделывания культур, на примере Нечерноземной зоны России. Работа позволит количественно оценить экологическую роль пахотных почв, обуславливающих продуктивность культур и одновременно являющихся источником парниковых газов.

Материалы и методы. Математической основой исследования служила процессно-ориентированная симуляционная модель DNDC (DeNitrification-DeComposition) (User's guide…, 2012). В модели баланс С складывается из семи компонентов: приход (органические удобрения, *пожнивные остатки, корневая биомасса*, корневые выделения) и расход (*эмиссия углекислого газа*, эмиссия метана, выщелачивание углерода). Курсивом обозначены потоки, оцениваемые в настоящем исследовании.

Эффективность моделирования проверялась на основании статистических критериев, рассчитываемых программой Modeval (Smith et al., 1997). Основными параметрами оценки качества были коэффициент корреляции, коэффициент эффективности моделирования Нэша, относительная ошибка.

Для инициации моделирования и последующего сравнения полученных результатов с реальными показателями были использованы данные полевых опытов:

1. Длительный эксперимент на Центральной опытной станции ВНИИ агрохимии в Барыбино Домодедовского района Московской области,
2. Длительный эксперимент Института льна в г. Торжке Тверской области (данные длительных опытов п. 1 и п. 2 предоставлены д.б.н. Романенковым В.А., ВНИИА).
3. Зернопаровой севооборот на Полевой опытной станции ИФХиБПП в г. Пущино Московской области (данные предоставлены д.б.н. Кургановой И.Н., ИФХиБПП),

Моделирование растительной биомассы. Основная трудность моделирования растительной биомассы состоит в том, что DNDC самостоятельно на основе погодных условий рассчитывает ее значения, принимая вводимые пользователем параметры как максимально возможные. Принцип обязательного выделения фракции зерна, используемый в модели, позволяет применять DNDC только для зерновых культур. Кроме того при моделировании вариантов опытов без использования удобрений, биомасса существенно занижается. Наиболее объективное решение проблемы состоит в нахождении «внешних» коэффициентов и уравнений, позволяющих скорректировать полученные результаты расчетов.

По данным эксперимента в Барыбино для озимой пшеницы и ячменя были пересчитаны используемые в модели доли фракций биомассы – зерна, вегетативной

надземной массы, стерни и корней. Были выведены корректирующие регрессионные уравнения для уточнения модельных данных по содержанию С в биомассе и приведения их в соответствие с реальными значениями. Проверка разработанной методики на данных, полученных в Опыте, показала, что она дает оптимальный результат для фракций биомассы, неотчуждаемых с поля и участвующих в формировании баланса С в почве – стерни и корней. При проверке по критериям эффективности было отмечено высокое качество методики.

Разработанные коэффициенты и уравнения также были апробированы на материале Опыта в Торжке, расположенного в других почвенно-климатических условиях. При работе с биомассой озимой ржи были применены уравнения озимой пшеницы, поскольку биологические особенности этих культур весьма схожи. Для ячменя были рассчитаны специфические корректирующие уравнения для условий Тверской области. Проверка показала, что фракции соломы, корней и пожнивных остатков были смоделированы с высокой точностью.

Моделирование эмиссии углекислого газа. Согласно подходу, реализуемому в модели, эмиссия CO_2 из почвы признается эквивалентной гетеротрофному микробному дыханию. Тогда как в полевых опытах, наоборот, измеряют совокупное дыхание почвы, куда входят дыхание корней и дыхание микроорганизмов. При моделировании эмиссии CO_2 типична ситуация, когда DNDC занижает расчетные ее значения по сравнению с измеренными. Разница может достигать нескольких раз, хотя корреляции между ними являются значимыми. Аналогично работе с растительной биомассой, здесь применимы «внешние» корректирующие коэффициенты.

Эмиссия CO_2 моделировалась на основе данных Пущинского стационара, данные микробного и корневого дыхания рассматривались как отдельно, так и в сумме. Оценка с помощью Modeval показала, что методика на основе применения повышающих коэффициентов успешно проявляет себя при расчете суммарного дыхания почвы.

Отдельно была проведена верификация результатов с опубликованными в научной литературе экспериментальными данными. Расчетные показатели баланса С и эмиссии CO_2 в агроценозах с применением удобрений соответствовали полученным в полевых опытах – результаты измерений находились внутри диапазона смоделированных значений. Тогда как в севооборотах без удобрений DNDC занижала значения компонентов цикла С.

Выводы. Модель DNDC может быть применена для оценки составляющих биогеохимического цикла углерода в Центральном Нечерноземье: растительной биомассы, поступающей в почву (приходная часть), и эмиссии углекислого газа (расходная часть). На ее основе была разработана методика, состоящая в применении корректирующих коэффициентов для уточнения результатов моделирования стерни, корней и дыхания почвы.

Список литературы:

Заварзин Г.А., Кудеяров В.Н. 2006. Почва как главный источник углекислоты и резервуар органического углерода на территории России. – Вестник Российской Академии Наук, т. 76, № 1, с. 14-29.

Kolchugina T.P., Vinson T.S., Gaston G.G., Rozhkov V.A., Schlentner S.F. 1995. Carbon pools, fluxes, and sequestration potential in soil of the Former Soviet Union. – In: Soil Management and greenhouse effect (R. Lal, J. Kimble, E. Levine and B.A. Stewart, eds.). Advances in Soil Science Series. – CRC-Press, Boca Raton, Florida. pp. 25-40.

Smith P., Powlson D.S., Smith J.U., Elliott E.T. 1997. Evaluation and comparison of nine soil organic matter models using datasets from seven long-term experiments. – Geoderma, № 81, pp. 153-225.

User's guide for the DNDC model. Version 9.5. 2012. Institute for the study of Earth, Oceans, and Space, University of New Hampshire. 104 pp.

КАК ЗИМНЕЕ ПОТЕПЛЕНИЕ ПОВЛИЯЕТ НА ЭМИССИЮ CO_2 ИЗ ПОЧВ УМЕРЕННОЙ ЗОНЫ?

Д.А. Хорошаев [1,2], И.Н. Курганова [1], В.О. Лопес де Гереню [1]

1. Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН
РФ, 142290, МО, г. Пущино, ул. Институтсткая, д.2, ikurg@mail.ru, vlopes@mail.ru

2. Пущинский государственный естественно-научный институт
РФ, 142290, МО, г. Пущино, пр-т Науки, д.3, dinhot@mail.ru

В умеренных широтах Европейской части России (ЕЧР) холодный период с отрицательными температурами воздуха обычно длится более 3-х месяцев, что оказывает значительное влияние на углеродный цикл в наземных экосистемах (Kurganova et. al., 2016; Brooks et. al., 2011). Устойчивый снежный покров играет важную роль в функционировании биогеоценозов, препятствуя промерзанию почв. Последние десятилетия территория ЕЧР характеризуются снижением площади снежного покрова в переходные периоды года (Второй оценочный доклад Росгидромета…, 2014). Существующие прогнозы предсказывают снижение высоты снежного покрова и продолжительности его залегания, особенно поздней осенью и ранней весной, в течение последующих 50 лет (Henry, 2008).

Представляемое исследование, являющееся «зимней» частью имитационного эксперимента по моделированию экстремальных погодных явлений, было сфокусировано на: (1) анализе современных зимних климатических трендов на юге Московской области, (2) сравнении температурного режима почв с различной высотой снежного покрова, (3) оценке потоков CO_2 из почв в холодный период с различной глубиной промерзания почв при наличии и отсутствии растительного покрова и (4) определении вклада процессов промерзания-оттаивания в суммарные потоки CO_2 из почв за холодный период года.

Имитационный эксперимент проводился на серых лесных среднесуглинистых почвах опытных площадок ИФХиБПП РАН (Московская область, г. Пущино, 54°50`N, 37°36`E) и его зимняя фаза (конец октября 2014 – начало апреля 2015) включала моделирование различной высоты снежного покрова, обуславливающую разную глубину промерзания почв. Общая площадь эксперимента (~70м^2) была разбита на 12 опытных делянок, площадью по 4 м^2, 6 из которых были засеяны бобово-злаковой травосмесью, а на 6 остальных поддерживался чистый пар. Моделировались следующие зимние сценарии: (1) мягкая зима с высоким снежным покровом и практически отсутствующим промерзанием почвы (вариант без промерзания, БП), для чего использовалось многослойное укрытие из синтепона, которое укладывалось незадолго до первых заморозков и (2) «сухая» холодная зима, с практически отсутствующим снежным покровом и глубоким промерзанием почвенной толщи (глубокое промерзание, ГП), для чего снег регулярно счищался с площадок. Часть делянок была оставлена в естественном состоянии (умеренное промерзание, УП) и служила контролем. На каждой площадке устанавливалось по 3 почвенные камеры, с помощью которых с высокой периодичностью (2-5 раз в неделю) определялась скорость эмиссии CO_2 из почв. В центре площадок размещались температурные логгеры, которые регистрировали температуру почв на 4-х глубинах: 1, 5, 10 и 20 см (iButton).

Проведенные исследования показали, что скорость выделения CO_2 из почв в зимний период 2014–2015 гг. в варианте БП была в 1.5–8 раз выше, чем на участках с промерзающими почвами (УП и ГП). Несмотря на отрицательные температуры в почвенном профиле на этих вариантах, нами не было зафиксировано здесь «нулевых» потоков CO_2, что говорит о сохранении микробиологической активности в промерзших почвах. Вместе с тем в результате промерзания почв на вариантах ГП и УП суммарные потоки CO_2 за весь период наблюдений (135 дней) были в 3.8–5.2 раза меньше по сравнению с непромерзающими почвами на площадках с травой и в 4.4–7.8 раза — на парующих участках (Рис. 1а). Показано также, что на участках под паром потери C-CO_2 из почв за весь

период наблюдений были в 1.1–1.7 раза ниже, чем на участках с травяным покровом (Рис. 1а).

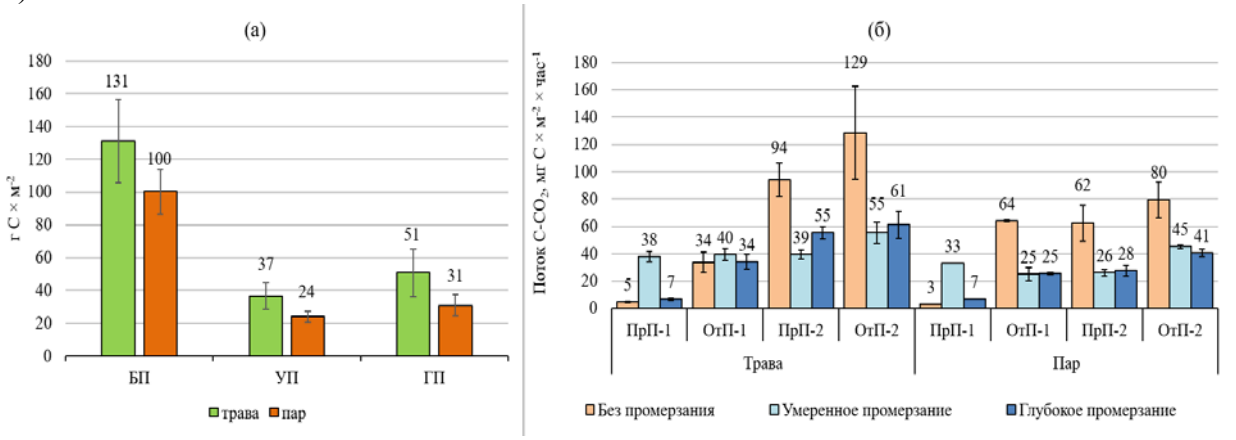


Рисунок 1. Суммарные потоки CO_2 за холодный период 2014-2015 гг. на различных вариантах опыта (а) и средний поток C-CO_2 из почв, промерзших (ПрП) и оттаявших (ОтП) вовремя 2-х весенних циклов промерзания-оттаивания весной 2015 г. в вариантах с разной степенью промерзания почв (б).

В течение холодного периода 2014–2015 гг. наблюдалось 6 циклов промерзания и оттаивания почв (ЦПО) продолжительностью от 1 до 7 недель, во время которых наблюдались всплески эмиссии CO_2 различной интенсивности. Во время первого ЦПО (октябрь-ноябрь 2015 г.) потоки CO_2 из почв на вариантах УП и ГП под травой в результате оттаивания увеличились на 33–37 %, в то время как на пару это увеличение составило 21–35 %. Наиболее сильное увеличение почвенных потоков CO_2 наблюдалось во время ранневесенних ЦПО (Рис. 1б), когда интенсивность выделения CO_2 при оттаивании увеличивалась в 3–30 раз по сравнению с промерзшей почвой. Наши расчеты показали, что общие потери С в виде CO_2 во время весенних оттепелей на вариантах УП и ГП составляли от 43 до 70% от общих потоков CO_2 за весь холодный период наблюдений. Аналогичный вклад в варианте БП составил около 25%.

Таким образом, мы показали, что «теплые» зимы в умеренном регионе способствуют снижению устойчивого снежного покрова, увеличению частоты циклов промерзания-оттаивания почв, что может приводить к удлинению продолжительности периода, когда почвы остаются замерзшими. В результате сильного стресса, полученного растительностью и микробным сообществом в связи с отсутствием снежного покрова, и подверженных, таким образом, резким температурным колебаниям по время ЦПО, почвенное дыхание на вариантах с промерзанием сильно снижалось. Можно ожидать, что, наблюдаемое сегодня потепление зим будет снижать эмиссию CO_2 из почв в атмосферу и приведет к увеличению годового стока углерода в экосистемы умеренного климата.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (проект № 15-04-05156а) и программы Президиума РАН №15.

Список литературы:

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории российской федерации. Росгидромет, 2014.

Brooks, P.D., Grogan, P., Templer, P.H., Groffman, P., Oquist, M.G., Schimel, J., 2011. Carbon and nitrogen cycling in snow-covered environments. Geogr. Compass 5, 682–699.

Henry, H.A.L., 2008. Climate change and soil freezing dynamics: historical trends and projected changes. Clim. Chang. 87, 421–434.

Kurganova, I., Lopes de Gerenyu, V., Khoroshaev, D., Blagodatskaya, E. Effect of snowpack pattern on cold-season CO_2 efflux from soils under temperate continental climate. Geoderma, 2016.http://dx.doi.org/10.1016/j.geoderma.2016.09.009

ЭМИССИЯ МЕТАНА С ПОВЕРХНОСТИ ТЕРМОКАРСТОВЫХ ОЗЕР БОЛЬШЕЗЕМЕЛЬСКОЙ ТУНДРЫ

С.А. Забелина [1)], Л.С. Широкова [1)], С.И. Климов [1)], А.В. Чупаков [1)], О.С. Покровский [1,2)]

[1)] Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН РФ, 163000 г. Архангельск, набережная Северной Двины, 23, svetzabelina@gmail.com
[2)] Géosciences Environnement Toulouse (GET) CNRS, Observatoire Midi-Pyrénées, France, 31400 Toulouse 14, Avenue Edouard Belin, oleg@get.obs-mip.fr

Современные климатические изменения приводят к таянию вечной мерзлоты, которое сопровождается образованием термокарстовых озер. Данное явление, сопровождаемое выводом древнего органического углерода из мерзлых почв в виде углекислого газа и метана, является одной из самых серьезных экологических угроз в сценарии глобального изменения климата. Недавние полевые исследования показали, что эмиссия метана с арктических термокарстовых озер значительна и может возрасти в два-четыре раза из-за глобального потепления (Tan, Zhuang, 2015). Тундровые ландшафтные комплексы имеют важнейшую климаторегулирующую функцию на биосферном уровне, однако она до сих пор не учитывается должным образом при составлении глобальных моделей климатических изменений и углеродного баланса. В частности, в районах Большеземельской тундры (БЗТ) характерной ландшафтной особенностью является обилие озер. Мелкие термокарстовые водоемы, не представленные на имеющихся картах и в базах данных мировых озер, составляют основную часть гидрографической сети. Уточнение оценки эмиссии с территорий прерывистой мерзлоты является важной задачей. Авторами работ (Голубятников, Казанцев, 2013, Wik et al, 2016, Walter et al., 2007) обобщены результаты оценок потоков метана в атмосферу из тундровых озер Аляски, севера Европейской России и северо-востока России, Западной Сибири. Термокарстовые озера Большеземельской тундры в данном аспекте не изучены.

В данной работе представлены первые результаты исследования концентраций растворенного метана в воде 54 термокарстовых озер БЗТ, находящихся на разной стадии формирования. Выделение стадий развития термокарстовых озер основывалось на описанном ранее механизме их образования и цикличности развития в зависимости от их ландшафтно-экологических особенностей на примере Западной Сибири (Кирпотин и др., 2008). Кроме того, проведены прямые измерения потока метана с поверхности 8 озер с использованием плавающей камеры и рассчитан диффузионный поток метана с поверхности озер, исходя из поверхностной концентрации метана в воде, скорости ветра и коэффициента переноса газа (Cole, Caraco, 1998).

На территории БЗТ исследования проводились в июле 2016 г. вблизи г. Нарьян-Мар, поселка Хорей-Вер, а также в районе реки Шапкина. Выполненные георадиолокационные исследования позволили выбрать объекты для проведения комплексных исследований. Были исследованы термокарстовые водные объекты на различной стадии своей эволюции, начиная от просадок, площадью 0.3 м2 и глубиной в несколько сантиметров, до термокарстовых озер площадью > 0.1 км2 и глубиной до 2 м, в районе островного распространения мерзлых пород (25 - 60% покрытия территории).

Результаты исследования показали, что все изученные водные объекты были перенасыщены CH_4, что характерно для северных озер (Kling et al., 1992; Shirokova et al, 2013 и др.). Концентрации CH_4 в озерах варьировали в очень широких пределах – от 0.081 до 106.1 μмоль $л^{-1}$. Наибольшие концентрации CH_4 наблюдались в просадках, отличающихся от озер высокими концентрациями растворенного органического углерода (РОУ), минерализацией, микроэлементным составом, что подтверждает ранее полученные данные для Западной Сибири (Pokrovsky et al, 2014). Однако озера БЗТ характеризовались более высокими концентрациями метана, что может быть связано с аномально высокой температурой воздуха, установившейся в июле 2016 г., в результате чего активизировались

процессы анаэробной минерализации органического вещества. Температура воды в озерах была в среднем 19.03±2.98, в просадках 22.31±1.81ºС.

Диффузионный поток метана варьировал от 0.01 до 0.87 мгCH_4 м$^{-2}$ сут$^{-1}$. Измеренные с помощью плавающей камеры потоки метана с поверхности исследованных озер составили от 0.02 до 15.63 мгCH_4 м$^{-2}$ сут$^{-1}$. Значительное и резкое увеличение потока метана в пробах воздуха из камеры на ряде озер свидетельствуют о фиксации камерой пузырькового потока со дна озера. Эмиссия метана посредством пузырькового переноса составила от 19 до 99%.

Таким образом, депрессии, просадки, а также небольшие водоемы (<100м^2), характеризующиеся самыми высокими концентрациями РОУ, и не представленные на имеющихся картах и в базах данных мировых озер, характеризуются концентрациями метана в 3-70 раз выше по сравнению с крупными озерами, которые учитывались до настоящего времени. Вклад этих малых водоемов в общее покрытие поверхности района БЗТ значителен, и их рассмотрение может уточнить оценку потоков метана с территории арктической тундры.

Работа проведена при поддержке проекта РНФ 15-17-10009.

Список литературы

Голубятников Л.Л., Казанцев В. С. 2013. Вклад тундровых озер Западной Сибири в метановый бюджет атмосферы. - Известия Российской академии наук. Физика атмосферы и океана. Т. 49, № 4. - С. 430-438.

Кирпотин С.Н., Полищук Ю.М., Брыксина Н.А. 2008. Динамика площадей термокарстовых озер в сплошной и прерывистой криолитозонах Западной Сибири в условиях глобального потепления. - Вестник Томского государственного университета. №133. – С. 185-189.

Cole J. I. and Caraco N. F. 1998. Atmospheric exchange of carbon dioxide in a low-wind oligotrophic lake measured by the addition of SF6. - Limnol. Oceanogr., 43(4), 647–656.

Kling G., Kipphut G. W. & Miller M. C. 1992. The flux of CO_2 and CH_4 from lakes and rivers in arctic Alaska. - Hydrobiologia 240, 23–36.

Pokrovsky O.S., Shirokova L.S., Manasypov R.M., Kirpotin S.N., Kulizhsky S.P., Kolesnichenko L.G., Loiko S.V., Vorobyev S.N. Thermokarst lakes of Western Siberia: a complex biogeochemical multidisciplinary approach. - The International Journal of Environmental Studies. 2014. Vol. 71, № 5. P. 733-748.

Shirokova L.S., Kirpotin, S.N., Desmukh, C., Pokrovsky, B.G., Audry, S., Viers, J. 2013. Biogeochemistry of organic carbon, CO_2, CH_4, and trace elements in thermokarst water bodies in discontinuous permafrost zones of Western Siberia. - Biogeochemistry, 113. p. 573-593.

Tan Z. and Zhuang Q. 2015. Arctic lakes are continuous methane sources to the atmosphere under warming conditions. - Environ. Res. Lett. 10. 054016.

Walter K.M., Smith L.C., Chapin III F.S. 2007. Methane bubbling from northern lakes: present and future contributions to the global methane budget. - Phil. Trans. R. Soc. A. V. 365. P. 1657–1676.

Wik M., Varner R. K., Anthony K. W., MacIntyre S. and Bastviken D. 2016. Climate-sensitive northern lakes and ponds are critical components of methane release. - Nature Geoscience, V.9, p.99–105.

МОНИТОРИНГ ПЛОЩАДЕЙ СВЕДЕНИЯ ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ В РОССИИ

А.А. Трунов

Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН

РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, trunov88@bk.ru

Землепользование и его изменение являются одним из основных нетто источников эмиссии CO_2 в атмосферу. В научной литературе даются некоторые количественные оценки эмиссий CO_2 за достаточно длительный период. Так с доиндустриального периода и по настоящее время величина эмиссии CO_2 в атмосферу оценивается в пределах от 138 до 294 млрд. тонн С [11-14]; за период с 1950 по 2000г. – 108-188 млрд. тонн С [10-12]; за период около 156 млрд. тонн С за период с 1850 по 2005 г [5]. В течении последних 50-55и лет оценки глобального потока CO_2 в атмосферу варьируют от эмиссии 0,7-1,6 млрд. тонн C^{-1} [8] до поглощения около 1 млрд. тонн С год $^{-1}$ [10].

Основной вклад в этот глобальный поток CO_2 в атмосферу в течение 20-го и в начале 21-го веков обусловлен процессами обезлесения в связи с развитием сельского хозяйства в тропических регионах (наиболее стремительно после 1960 г.). Почти 70% общего объема эмиссии CO_2 в атмосферу при обезлесении поступает из тропической и субтропической зон Южной Америки и Азии, величина которой оценивается 1,5 и 1,1 млрд. тонн С $год^{-1}$ соответственно [12; 6]. При этом доминирующим источником эмиссии является сжигание биомассы при вырубке тропических лесов, меньший вклад приходится на потери почвенного углерода при ее распашке [9].

В умеренной и бореальной зонах наблюдается противоположный тренд по увеличению поглощения CO_2, в частности, в результате вывода больших территорий пахотных земель из сельскохозяйственного использования в пост-советских странах [9;12]. В России существуют различные общие оценки бюджета углерода в лесах [4], но оценка вклада процессов обезлесения в общий поток CO_2 в атмосферу отсутствует.

Целью данного исследования является ежегодная оценка выбросов углекислого газа при переводе лесных земель в нелесные. Данные оценки относятся к обязательным элементам национальной отчетности по Рамочной конвенции ООН об изменении климата и Киотскому протоколу и включаются в ежегодный национальный доклад о кадастре антропогенных выбросов и абсорбции парниковых газов Российской Федерации [5]. В связи с принятием Парижского соглашения актуальность учета выбросов CO_2 от сведения лесных экосистем возросла. Это соглашение позволяет России реализовывать ряд различных лесных проектов, которые могут быть направлены на снижение углеродного следа [3]. По заявлению Министра природных ресурсов РФ С.Е. Донского, готовится ряд новых статей Лесного кодекса, которые усилят ответственность всех участников лесопользования и обяжут компании компенсировать выбытие лесных площадей из лесного фонда [2]. В таком случае надежные методы оценки площадей обезлесения станут основой планирования соответствующих компенсационных мероприятий.

Оценка потерь углерода при сведении лесных экосистем и их вклад в антропогенные выбросы углекислого газа в Российской Федерации основана на использовании методов расчетного мониторинга [1].

В результате исследования нами было получено, что за период с 1990-2015 гг. площадь лесных земель переведенных в другие виды землепользования составила около 658 тыс. га, которой соответствуют выбросы около 221 млн. т CO_2 . Средние ежегодные эмиссии за рассматриваемый период составили 8,5 млн. т CO_2.

Ежегодные темпы обезлесения за период с 1990 по 2015 гг. сокращаются. Площадь сведенных лесных экосистем в 1990 году составила 54 тыс. га, в 2015 году составила 12,2 тыс. га. (рис. 1).



Рис. 1 Площади обезлесения в России за период с 1990 по 2015 гг., тыс. га.

Список литературы:

1. Израэль Ю.А., Романовская А.А. Основы мониторинга эмиссий и стоков парниковых газов антропогенного происхождения. – Метеорология и гидрология, 2008, №5, с. 5-15.
2. Интервью газете “Ведомости” Министра природных ресурсов РФ С.Е. Донского.
3. https://www.vedomosti.ru/business/characters/2016/08/30/655043-sergei-donskoi
4. Стеценко А.В. Концептуальные подходы для разработки системы мониторинга и механизм учета поглощения углерода лесными проектами в Российской Федерации. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т.XXVII,№2, с. 71-86.
5. Корзухин М.Д. Расчетные оценки влияния изменения климата на продуктивность лесов (обзор подходов). Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т.XXVI, № 2, с. 33-58.
6. Национальный доклад Российской Федерации о кадастре антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом за 1990 – 2013 гг. – М., 2015, 386 с. http://www.igce.ru/category/informacionnye-produkty-obzory-doklady-i-dr
7. Ciais P., Bombelli A., Williams M. et al. The carbon balance of Africa: synthesis of recent research studies. – Philosophical Transactions of the Royal Society A: Mathematical, Physical and Engineering Sciences, 2011, vol. 369, pp. 2038–2057, DOI: 10.1098/rsta.2010.0328.
8. Houghton R.A. How well do we know the flux of CO2 from land-use change? – Tellus B, 2010, vol. 62, pp. 337–351, DOI: 10.1111/j.1600-0889.2010.00473.x.
9. Houghton R.A., van der Werf G.R., DeFries R.S. et al. Chapter G2. Carbon emissions from land use and land-cover change. – Biogeosciences Discussions, 2012, vol. 9, pp. 835–878, DOI: 10.5194/bgd-9-835-2012. Available at: http://www.biogeosciences-discuss.net/9/835/2012/
10. Le Quere C., Raupach M.R., Canadell J.G. et al. Trends in the sources and sinks of carbon dioxide. – Nature Geoscience, 2009, vol. 2, pp. 831–836, DOI: 10.1038/ngeo689, available at: http://dx.doi.org/10.1038/ngeo689.
11. Piao S., Ciais P., Friedlingstein P. et al. Spatiotemporal patterns of terrestrial carbon cycle during the 20th century. – Global Biogeochemical Cycles, 2009, vol. 23, GB4026.
12. Pongratz J., Reick C.H., Raddatz T. et al. Effects of anthropogenic land cover change on the carbon cycle of the last millennium. – Global Biogeochemical Cycles, 2009, vol. 23, GB4001.

13. Richter D., Houghton R.A. Gross CO2 fluxes from land-use change: implications for reducing global emissions and increasing sinks. – Carbon Management, 2011, vol. 2, pp. 41–47, DOI: doi:10.4155/cmt.10.43.
14. Shevliakova E., Pacala S.W., Malyshev S. et al. Carbon cycling under 300 years of land use change: Importance of the secondary vegetation sink. – Global Biogeochemical Cycles,2009, vol. 23, GB2022.

ОЦЕНКА УГЛЕРОДНОГО СЛЕДА ПРИ СТРОИТЕЛЬСТВЕ И ЭКСПЛУАТАЦИИ ДОРОЖНОЙ РАЗВЯЗКИ

Ю.В. Трофименко [1], А.С. Маковеева [1)2)]

[1] Московский автомобильно-строительный государственный технический университет
РФ,125319,г. Москва, Ленинградский пр., ywtrofimenko@mail.ru

[2] Институт глобального климата и экологии
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, olga-makoveeva@rambler.ru

Жизненный цикл дорожной развязки (начиная от добычи материалов для строительства и подготовки территории строительства до эксплуатации) сопровождается загрязнением окружающей среды токсичными и вредными веществами (Промышленно-транспортная экология, 2003; Трофименко, 2008). В работе проводится оценка количество выбросов токсичных и вредных выбросов и дается обоснование мероприятий по снижению углеродного следа в жизненном цикле дорожной развязки.

Актуальность темы характеризуется тем, что, рассматривая строительство транспортной развязки как природно-технической системы с позиции ее жизненного цикла, можно достаточно точно прогнозировать будущие характеристики с целью оптимизации управленческого воздействия, в том числе относительно снижения выбросов парниковых газов (сокращения углеродного следа) (Trofimenko et al, 2014). Согласно определению Углеродного фонда Великобритании (UK Carbon Trust), углеродный след – это «совокупность всех выбросов парниковых газов, произведенных прямо и косвенно отдельным человеком, организацией, мероприятием или продуктом» . Примеры оценки углеродного следа объектов транспорта приведены в литературе (Трофименко и др., 2016; Потапченко, Трофименко, 2016).

На этапе строительства транспортной развязки источниками выделения парниковых газов являются процессы добычи и транспортировки строительно-дорожных материалов к месту строительства, подготовка территории, сооружение земляного полотна (на подъездах к развязке, строительно-монтажные работы, укладка дорожной одежды, инженерное обустройство).

Основными источниками выбросов парниковых газов при эксплуатации дорожной развязки являются движущиеся по ней транспортные средства. Интенсивность выбросов зависит от состава, интенсивности, скорости движения транспортного потока.

Нашей задачей является разработка методики, позволяющей вычислить эмиссию парниковых газов от строительства и эксплуатации дорожной развязки и обосновать мероприятия по снижению выбросов этих веществ (сокращения углеродного следа).

Для апробации разработанной методики взят проект дорожной развязки в Красногорском районе Московской области (рис. 1). Она расположена на пересечении Волоколамского, Пенягинского и Ильинского шоссе. Вблизи находится железная дорога, по которой может осуществляться подвоз строительных материалов (щебня, песка).

В ходе работы использованы методические подходы с использованием существующей статистической информации для расчёта выбросов парниковых газов автотранспортом (Григорьева, Трофименко, 2009).

По результатам проделанной работы, сформулированы меры по контролю выбросов углеродсодержащих веществ в окружающую среду.

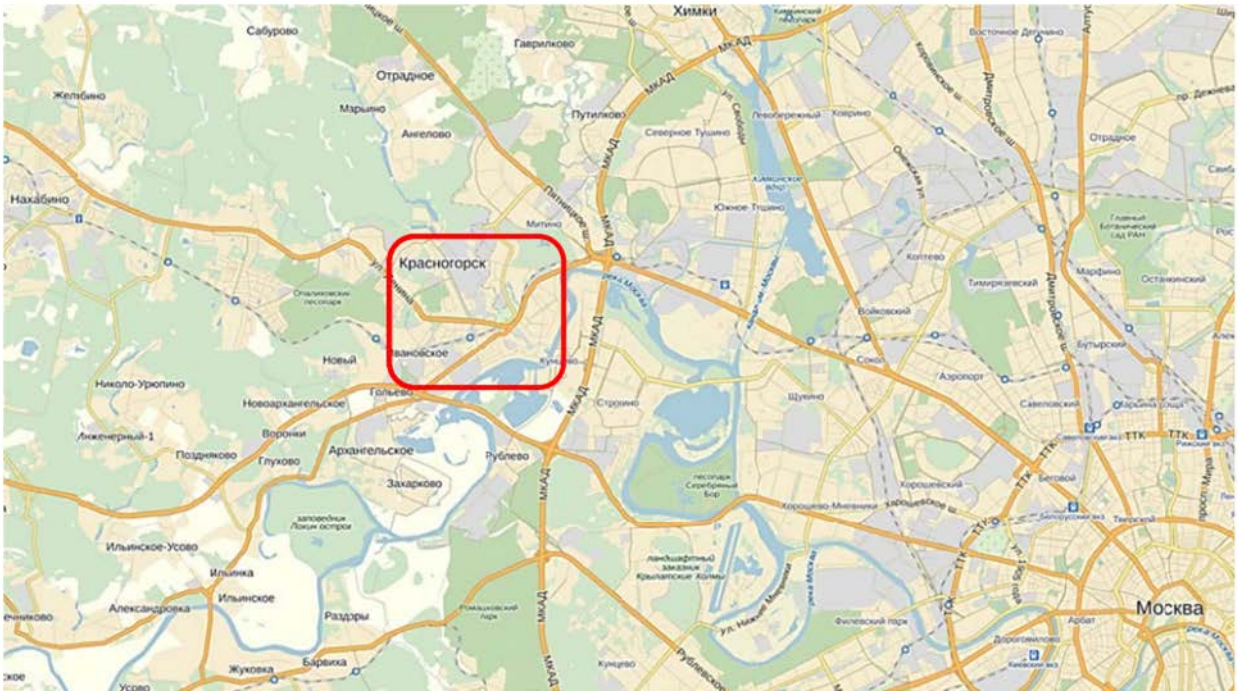


Рис 1. Расположение дорожной развязки

Список литературы:

Григорьева Т.Ю., Трофименко Ю.В. Прогноз выбросов загрязняющих веществ в атмосферу автотранспортным комплексом Российской Федерации на период до 2030 года // Автотранспортное предприятие. 2009. № 3. С. 31-35.

Потапченко Т.Д., Трофименко Ю.В. Учет «углеродного следа» транспортной системы крупного города. // Международный студенческий научный вестник. 2016. № 3-1. С. 164-165.

Промышленно-транспортная экология: учебник для вузов /В.Н.Луканин, Ю.В.Трофименко. – М.: Высшая школа, 2003. – 273 с.

Трофименко Ю.В. Экология: Транспортное сооружение и окружающая среда: учебное пособие для студентов высших учебных заведений /Ю.В.Трофименко, Г.И. Евгеньев; под ред. Ю.В. Трофименко. – 2-е изд, стер. – М.: Издательский центр «Академия», 2008. – 400 с.

Трофименко Ю.В., Комков В.И., Трофименко К.Ю. Оценка углеродного следа транспортного обеспечения чемпионата мира по футболу FIFA 2018. // Безопасность в техносфере, 2016. т. 5. № 1. - с. 18-27.

Trofimenko Y.V., Grigoreva T.Y., Evgenev G.I. Energy-saving problems of road facilities in Russia // WIT Transactions on Ecology and the Environment. 2014. Т. 190 VOLUME 1. С. 535-542.

ИНВЕНТАРИЗАЦИЯ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ ЗА 2008-2013 гг.

Н.А. Лемешко
СПбГУ, Институт наук о Земле,
РФ, 199178, г. Санкт-Петербург, 10-я Линия В.О. д. 33, n.lemeshko@spbu.ru

Инвентаризация парниковых газов в настоящее время является важнейшим инструментом на пути смягчения глобального потепления, одной из проблем стоящих перед всем человечеством. Российская Федерация максимально концентрирует усилия на снижении антропогенных выбросов парниковых газов и увеличении их абсорбции. В 2010 г., правительства стран, членов ООН пришли к решению о необходимости удерживать глобальное потепление ниже уровня 2°С (по сравнению с концом 19 века). Такое решение было принято на основании выводов ученых, что единственной возможностью избежать неблагоприятных последствий изменения климата является удержание потепления на уровне не более чем 2°С. Для этого необходимо замедлить и в итоге стабилизировать выбросы парниковых газов в атмосферу.

Для эффективного снижения выбросов или увеличения поглощения парниковых газов из атмосферы, необходимо в первую очередь оценить объемы выбросов и стоков в настоящий момент и их динамику на уровне субъектов Федерации, регионов, областей, отдельных предприятий.

Распоряжением Правительства РФ от 22.04.2015 N 716-р утверждена «Концепция формирования системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов в Российской Федерации». Концепцией предусмотрено поэтапное формирование системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов органами исполнительной власти субъектов Российской Федерации

В рамках обеспечения международных соглашений и реализации Концепции впервые для территории Ленинградской области на основе утвержденных новых Методических рекомендаций (Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации, 2015) проведена региональная инвентаризация выбросов парниковых газов, создан региональный кадастр и оценены тенденции выбросов и поглощений парниковых газов.

Выполнены расчеты выбросов и поглощений парниковых газов на территории Ленинградской области по категориям источников парниковых газов, определенных в соответствии со структурой экономики области.

В результате проведения инвентаризации выбросов и стоков парниковых газов разработаны кадастры выбросов по секторам «Энергетика», «Промышленные процессы и использование продукции», «Сельское хозяйство», «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» и сектору «Отходы» за период 2008 - 2013 гг.

На основе данных инвентаризации парниковых газов было исследовано распределение выбросов и поглощений для всех парниковых газов и по всем категориям источников соответствующих пяти секторов, их динамика и тенденции за доступный период.

Для территории Ленинградской области преобладает эмиссия углекислого газа, которая составляет 84,4%, эмиссия метана составляет 10,9% и закиси азота 4,7% от общего выброса парниковых газов.

Наибольший вклад в эмиссии парниковых газов вносит сектор Энергетика (84,8%), гораздо меньше выбросов в секторе Промышленные процессы (составляет 6,4%), и еще меньше выбросов от источников Сельского хозяйства и сектора Отходы.

В секторе Энергетики во всех источниках преобладает вклад углекислого газа, кроме источников при добыче, переработке и транспортировке нефти, газового конденсата и природного газа. Максимальные эмиссии углекислого газа приходятся на производство электроэнергии и тепла, а остальные категории дают эмиссии в 2-5000 раз меньше.

В сельском хозяйстве выбросы метана и закиси азота примерно равны, а в секторе «Отходы» наибольший вклад вносит эмиссия метана от захоронения твердых отходов, который составляет 76% от общего выброса по сектору.

В секторе «Землепользование, изменение землепользование и лесное хозяйство» оценен баланс углекислого газа как сумма эмиссий и стоков. Для расчетного периода этот сектор является поглотителем углекислого газа с общей годовой величиной абсорбции от 3000 Гг до 9000 Гг в разные годы. Поглощение углекислого газа в секторе землепользование и лесное хозяйство компенсирует в среднем за период 28% выбросов парниковых газов для территории Ленинградской области.

Выполнен анализ временных тенденций выбросов парниковых газов, который показал, что в энергетике наблюдается положительная динамика эмиссии CO2, основной вклад в которую вносит рост выбросов при производстве нефтепродуктов, неметаллической продукции и на транспорте. В тоже время выбросы CO2 значительно уменьшились при производстве электроэнергии по сравнению с периодом до 1993 года.

Отрицательная тенденция выбросов обнаружена в химическом производстве и производстве пищевых продуктов, что связано с сокращением производства, но увеличились выбросы CO_2 от производства цемента за период 2008-2013 гг.

Динамика баланса углекислого газа по сектору «Землепользование, изменения в землепользовании и лесное хозяйство» испытывает значительные колебания, однако по сравнению с 1990 г. годовая абсорбция увеличилась.

Практический опыт проведения инвентаризации и составления кадастров парниковых газов и анализ динамики и структуры выбросов за 2008-2013 гг. может быть использован в качестве научно-методической базы для осуществления добровольной инвентаризации парниковых газов в отраслях экономики, отдельными предприятиями и организациями.

Впервые составленные Кадастры парниковых газов для Ленинградской области являются основой для внедрения и функционирования системы мониторинга, отчетности и проверки объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации с вовлечением в нее крупнейших организаций в ключевых секторах экономики.

Составленные Кадастры и проведенный анализ позволят разработать для Ленинградской области план мероприятий по сокращению выбросов парниковых газов и план по смягчению/адаптации к последствиям изменения климата до 2020 г. и реализовать проекты по снижению энергопотребления, а так же использование возобновляемых источников энергии и направленные на лесоразведение и устойчивое землепользование.

Список литературы:

Методические рекомендации по проведению добровольной инвентаризации объема выбросов парниковых газов в субъектах Российской Федерации. М.- 2015. С. 30.

МЕТАН И МЕТАНГИДРАТЫ В ПРОЦЕССАХ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

С.Х. Лифшиц[1)], В.Б. Спектор[2)], Б.М.Кершенгольц[3)], В.В. Спектор[2)]

[1)]Институт проблем нефти и газа СО РАН,
РФ, 677980, г. Якутск, ул. Октябрьская, 1, s.h.lifshits@ipng.ysn.ru
[2)]Институт мерзлотоведения им. П.И. Мельникова СО РАН, РФ, 677010, г.Якутск,
ул.Мерзлотная, 36. vspektor@mail.ru
[3)]Институт биологических проблем криолитозоны СО РАН, РФ, 677980, г.Якутск,
пр.Ленина, 41. kerschen@mail.ru

За последние 150 лет концентрация метана в атмосфере возросла по разным оценкам от двух до 3.5 раз. Следует подчеркнуть, что 250-процентное возрастание от 700 до 1800 ppbv приходится на последние 30 лет [Адушкин, Кудрявцев, 2010]. Если рост концентрации метана в атмосфере будет продолжаться подобными темпами, то паритет между CH_4 и CO_2 по вкладу в парниковый эффект может быть достигнут в ближайшие 50-60 лет. В связи с возрастающей ролью метана в климатической системе, представляется необходимым уточнить баланс его массы в атмосфере.

Главной особенностью глобального потока метана является установление различного режима его потоков в северном (СП) и южном (ЮП) полушариях Земли. В ЮП концентрации CH_4 не зависят от широты и определяются только сезонными вариациями. В СП наблюдается заметное возрастание концентрации метана с увеличением широты и её вариации не соответствуют сезонному ходу солнечной радиации. В континентальной части высоких широт СП концентрация метана резко возрастает в осенний период (август–сентябрь) и продолжает увеличиваться до декабря. Очевидно, что увеличение массы метана в это время года в атмосфере СП «*связано с вступлением в действие источников арктического региона»* [Адушкин, Кудрявцев, 2010]. По проведенным авторами перерасчетам прирост содержания метана в атмосфере составляет около 20 млн. т. в год и обусловлен преимущественной эмиссией его в СП. Т.к. приход метана растет в СП с возрастанием широты местности, то можно предположить, что рост его дебита связан с температурным режимом криолитозоны. Именно в августе-сентябре наступает максимум протаивания криолитозоны приморских равнин СП. Также в августе-сентябре отмечается максимум температур придонных слоев вод в термокарстовых озерах. В тундровой зоне нередко наблюдаются газовые пузырьки метана на поверхности озер. На глубинное происхождение CH_4 указывает и максимум достижения его потока во время максимальной глубины сезонного протаивания, а не в период максимальных летних температур.

Мелководный шельф арктических морей, преимущественно морей Восточной Арктики (Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское), является самым обширным и мелководным шельфом Мирового океана и вмещает значительную часть мелководных газогидратов и 80% субаквальной мерзлоты [Сергиенко и др., 2012, Криотермия, 1987], вследствие чего рассматривается в качестве основного поставщика метана в СП [Шахова, Семилетов, 2014]. Согласно обзору имеющихся литературных данных современная субаквальная мерзлота характеризуется сложным прерывистым или даже островным строением и температурой мерзлых пород не более -2°С. Т.е. толща многолетнемерзлых пород на шельфе морей Восточной Арктики, по-видимому, не может являться непреодолимым препятствием для эмиссии газа в атмосферу. На половине изученной акватории поверхностные воды были перенасыщены метаном в среднем в 8.8 раза. Отмечаются четко ограниченные области, в которых концентрации растворенного CH_4 были экстремально высокими, превышая средние от 80 до 1400 раз. Суммарная эмиссия метана мелководного шельфа морей Восточной Арктики составляет, как минимум 8 млн.т/год, а более поздняя оценка с учетом пузырькового переноса - 17 млн.т/год. По мнению [Judd, 2002], распад газогидратов на шельфе Мирового океана поставляет на сегодняшний день метана, как минимум, столько же, сколько все его источники на суше.

Связь эмиссии метана и климатического потепления представляется не случайной. Именно на территории Северо-Востока Азии, самого холодного региона в СП, за последние 50 лет рост среднегодовых температур происходит с трендом 0.06-0.09°С/год [Гаврилова, 2007]. Именно здесь происходит увеличение эмиссии метана со скоростями, как минимум, удвоения его концентраций за 40-60 лет. Это может привести к скачкообразному повышению температуры в самое ближайшее время на 1-1.3°С, а к концу столетия на 3.3° [Шахова, Семилетов, 2014]. Т.к. значительная часть метангидратов уже сейчас находится в метастабильном состоянии, то увеличение температуры поверхности Земли на 3˚С может спровоцировать дестабилизацию ≈ 85% существующих залежей океанических газогидратов, что приведет в высвобождению от 4 до $8*10^3$ Гт углерода, в то время как количество углерода (в форме CH_4 и CO_2) в современной атмосфере составляет всего 730-760 Гт.

Самоорганизующаяся планетарная климатическая система в настоящее время находится в состоянии детерминистического хаоса вблизи точки бифуркации [Спектор и др., 2007]. Это означает, что даже относительно слабые воздействия антропогенного характера на неё могут изменить траекторию ее развития. В истории Земли выбросы CH_4 в атмосферу в связи с массовым разложением метангидратов приводили к климатически-обусловленным биосферным катастрофам - мезозойским и кайнозойским катастрофическим потеплениям, когда температура на планете повышалась на 6-13°С [Юдович, 2009]. Это привело к гибели большей части бентоса. Вследствие этого с особой осторожностью следует подходить к освоению Арктической зоны, как основного источника метангидратов, большая доля которых уже в настоящее время находится в метастабильном состоянии. Примером тому могут служить образовавшиеся в последние годы 2014-2016гг знаменитые воронки на Ямале. Помимо климатических катаклизмов оттайка мерзлотных грунтов может являться источником распространения опасных палеобактерий (вспышка сибирской язвы на Ямале летом 2016г.)

Список литературы:

Адушкин В.В., Кудрявцев В.П. 2010. Глобальный поток метана в атмосферу и его сезонные вариации. - Известия РАН. Физика Земли, № 4, с. 78-85.

Гаврилова М.К. 2007. Районирование (зонирование) Севера Российской Федерации. - В сб: Районирование (зонирование) Севера Российской Федерации. - Якутск: изд-во Института мерзлотоведения СО РАН, с. 64-98.

Криотермия и натуральные газогидраты в Северном Ледовитом океане. 1987. - Под ред. В.А. Соловьева и др. – Л.: Севморгео, – 150 с.

Сергиенко В.И., Лобковский Л.И., Семилетов И.П., и др. 2012. Деградация подводной мерзлоты и разрушение гидратов шельфа морей восточной Арктики как возможная причина “метановой катастрофы”: некоторые результаты комплексных исследований 2011 года. – ДАН. Океанология, т. 446, № 3, с. 330-335.

Спектор В.Б., Кершенгольц Б.М., Лифшиц С.Х., Спектор В.В. 2007. Карбонатно-метановая система саморегуляции планетарного климата. - Известия РАН. Серия географическая, № 6, с. 1-12.

Шахова Н.Е., Семилетов И.П. 2014. Метан в морях Восточной Арктики: избранные результаты исследования (1994-2014) - www.ras.ru/FStorage/Download.aspx?id=0e8cedce-f45f-4645-ab67.

Юдович Я.Э. 2009. Давосская геохимическая мода-2009. - Вестник института геологии Коми научного центра Уральского отделения РАН, № 7, с. 25-33.

Judd A.G., Hovland M., Dimitrov L.I., Garica Gil S., Jukes V. 2002. The geological methane budget at Continental Margins and its influence on climate change. – Geofluids, № 2, p. 109-122.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ ДОНБАССА УТЕЧЕК CO2 В ПРОЦЕССАХ ЕГО УЛАВЛИВАНИЯ, ТРАНСПОРТИРОВКИ И ГЕОЛОГИЧЕСКОГО ХРАНЕНИЯ

Н.С. Шеставин
Донецкий национальный университет,
83001, г. Донецк, ул. Университетская, 24, n.shestavin@mail.ru

Постоянно увеличивающиеся объемы выбросов диоксида углерода (CO_2) из антропогенных источников являются основной причиной начавшегося глобального изменения климата. Технологии улавливания и хранения углерода (УХУ) были включены (Специальный доклад МГЭИК…, 2005) в перечень наиболее перспективных технологий для смягчения последствий изменения климата. На территории Донбасса (Шеставин и др., 2015) расположены наиболее крупные стационарные источники выбросов CO_2, имеется сеть частично используемых газовых трубопроводов, а также геологические структуры, которые могут быть использованы для долговременного хранения сверхкритического CO_2.

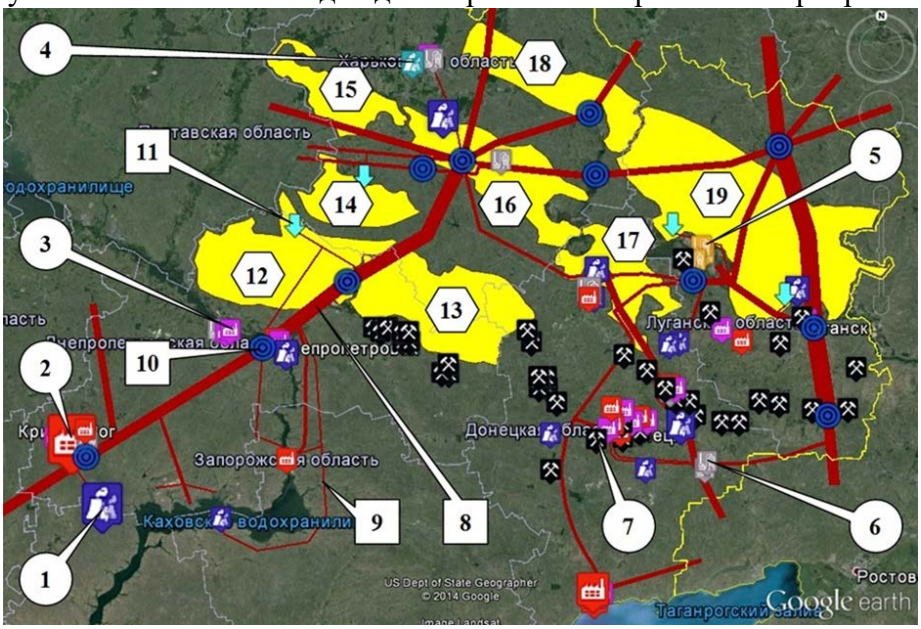


Рис. 1. ГИС источников эмиссии CO_2, путей транспортировки и участков геологического хранения

На основе разработанной географической информационной системы (ГИС), которая охватывает территорию Днепропетровской, Донецкой, Запорожской, Луганской и Харьковской областей Украины и содержит слой источников эмиссии CO_2, которые представлены 12 угольными тепловыми электростанциями (маркер 1 на рис. 1), 13 металлургическими заводами (2), 14 коксохимическими заводами (3), 1 газовой теплоэлектроцентралью (4), 3 химическими заводами (5), 8 цементными заводами (6) и 39 действующими угольными шахтами (7). При этом, размер маркера соответствует пяти значениям годового объема выбросов CO2: от 1 Мт и менее до 10 Мт и более.

Эта ГИС также содержит слой с элементами существующей на этих территориях газотранспортной системы, которые могут быть использованы для транспортировки CO_2 и содержат магистральные газопроводы (8), распределительные газопроводы (9), компрессорные станции (10) и подземные газовые хранилища (11). Анализ геологических структур (Шеставин и др., 2015) этих территорий с учетом демографических факторов позволил дополнить ГИС слоем из 8 перспективных участков (12-19 на рис. 1) геологического хранения сверхкритического CO_2.

Вероятные утечки CO_2 при процессах улавливания на источниках эмиссии CO_2 и при транспортировке как по старым обычным трубам высокого давления, так и по новым

специальным трубопроводам для жидкого CO_2, будут иметь локальный аварийный характер и должны быстро устраняться. То есть существенного влияния на окружающую среду не будет происходить. А утечки CO_2 из геологических хранилищ могут оказывать значительное негативного воздействия как на человека, так и на окружающую среду.

Используя метод Мультикритериального анализа (Multi-Criteria Analysis – MCA) и учитывая для конкретных кластеров источников выбросов CO_2 ряд критериев (годовой объем эмиссии CO_2, количество предприятий с улавливанием CO_2, длина необходимых дополнительных трубопроводов для CO_2, расстояние от кластера до ближайшего участка геологического хранения CO_2) был определен рейтинг кластеров источников эмиссии CO_2: 1 место имеет Славянский кластер с годовым объемом эмиссии CO_2 = 5.722 Мт; 2 – Криворожский = 23.576; 3 – Северодонецкий = 4.030; 4 – Луганский = 5.321; 5 – Донецкий = 17.930; 6 – Мариупольский = 14.927; 7 – Запорожский = 5.673; 8 – Харьковский = 10.782; 9 – Углегорский = 2.694; 10 – Днепропетровский = 5.508.

Аналогичным методом был определен рейтинг перспективных участков геологического хранения CO_2 с учетом ряда критериев (площадь участка; количество человек, проживающих на участке; средняя плотность населения на участке; численность населения крупных населенных пунктов, расположенных вблизи участка): 1 место занял участок под номером 19 на рис. 1 с полезной площадью = 10522 км^2; 2 – участок 14 = 2336; 3 – участок 13 = 4749; 4 – участок 12 = 4490; 5 – участок 15 = 1808; 6 – участок 17 = 3661; 7 – участок 18 = 2626; 8 – участок 16 = 3693.

Влияние возможных утечек CO_2 из геологических хранилищ на окружающую природную среду было оценено путем создания следующих слоев ГИС:

- поверхностных вод, где 34.1 % площади бассейна реки Северский Донец, а также 17.8 % – бассейна реки Днепр, занимают участки геологического хранения CO_2;
- подземных вод, где 42.7 % площади Днепровско-Донецкого артезианского бассейна, 18.1 % – Донецкой провинции и 5.1 % – провинции Украинского щита могут оказаться под влиянием утечек CO_2;
- поверхностного слоя почвы, где 73.6 % площади дерново-песчаных почв, 69.5 % – темно-серых оподзоленных почв, 55.0 % – луговых почв, 47.4 % – дерново-подзолистых почв, 22.8 % – черноземов типичных и 20.4 % – черноземов обычных находятся в зоне возможных утечек CO_2;
- растительности, где 56.3 % площади северо-степных низменно-равнинных, 48.7 % – северо-степных равнинно-возвышенных, 28.8 % – лесостепных возвышенных и склоновых расчлененных, 24.8 % – лесо- и лугостепных возвышенных расчлененных, 11.4 % – северо-степных возвышенных и 1.0 % – северо-степных возвышенно-равнинные ландшафтов, на которой находятся участки возможных утечек CO_2, приводящих к изменению концентрации CO_2 в приземной атмосфере и почве.

Выполненные оценки обосновали возможность и необходимость использования технологий УХУ на предприятиях и территориях Донбасса с условием соблюдения необходимых мер безопасности для обеспечения смягчения последствий глобальных изменений климата. Исследование выполнено при финансовой поддержке Тематической программы Европейского Союза для окружающей среды и устойчивого управления природными ресурсами, в частности энергией (контракт № DCI/ENV 2010/243-865).

Список литературы:

Специальный доклад МГЭИК 2005: Улавливание и хранение двуокиси углерода – Резюме для лиц, определяющих политику и Техническое резюме / Ред.: Берт Метц и др. – МГЭИК, 66 с.

Шеставин Н.С. 2015. Низко-углеродные возможности для индустриальных регионов Украины: монография / Н.С. Шеставин, Ф.В. Недопекин, В.В. Осетров, В.В. Юрченко. – Дружковка, Юго-Восток, 239 с.

ОЦЕНКА ЗАПАСОВ УГЛЕРОДА В ПОСТАГРОГЕННЫХ ПОЧВАХ

Ю.И. Баева

Российский университет дружбы народов, экологический факультет,
РФ, 117198, г. Москва, ул. Миклухо-Маклая, д.6, baeva_yui@rudn.university

Сегодня в контексте глобальных климатических изменений особый интерес представляет оценка экологического потенциала земель, выведенных из сельскохозяйственного использования, в том числе изучение механизмов их самовосстановления. Процесс зарастания пашен идет, как правило, в направлении формирования зональных климаксных (или субклимаксных) экосистем (Люри и др., 2010). Смена растительных сообществ неизбежно отражается на свойствах почвенного покрова, где также идет процесс восстановления почвенного плодородия и увеличивается способность почв депонировать атмосферный углерод (Баева, 2016; Post, Kwon, 2000; Kurganova et al., 2014; Kalinina et al., 2015; Kurganova et al., 2015).

Был проведен сравнительный анализ изменений запасов углерода в постагрогенных почвах различных типов (дерново-подзолистых, серых лесных и черноземов). Объектами исследования послужили три сукцессионных хроноряда: Мантуровский район Костромской области (58º10´N, 44º28´E), окрестности г. Пущино Московской области (47º27´N, 39º35´E) и д. Недвиговка, Ростовской области (54º20´N, 37º37´E).

Определение содержания C и N проводили на базе Института физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН (г. Пущино) в смешанных образцах почв, отобранных из двух почвенных слоев - 0-10 см и 10-20 см (бывший пахотный горизонт), с тщательно выбранными корнями и просеянных через сито с диаметром отверстий 0.25 мм. Содержание общего углерода (Собщ) и азота (Nобщ) определяли на автоматическом анализаторе (Leco, США) в 3-х кратной повторности.

Исследования показали, что по мере зарастания пашни наблюдается достоверное увеличение содержания органического углерода в верхней части бывшего пахотного горизонта (0-10 см) во всех изученных нами типах почвы. Однако при смене природно-климатических зон с севера на юг вышеуказанные изменения содержания общего углерода в ходе постагрогенной сукцессии ослабевают в ряду *дерново-подзолистая почва – серая лесная почва – чернозем обыкновенный*. Так, в дерново-подзолистой почве под лесом значение Собщ в 4.7 раза выше, чем на пахотных почвах. В хроноряду на серой лесной почве такое превышение составляет - 2.3 раза, а в черноземе обыкновенном – 1.4 раза. При этом значимый рост запасов углерода в черноземах и серых лесных почвах наблюдается только на заключительных стадиях сукцессии, что обусловлено не столь существенным преобразованием органопрофиля пашни по сравнению с органопрофилем зональной почвы.

В хроноряду залежей на дерново-подзолистой почве с развитием лесной растительности на процесс гумусонакопления накладывается процесс элювиирования органического вещества. Вследствие этого, на залежи 35 лет мы наблюдаем некоторое обеднение верхней минеральной части профиля органическим веществом по сравнению с залежью 13-летнего возраста. Однако во вторичном елово-березовом лесу вследствие формирования полноценной лесной подстилки обогащенность углеродом верхней части минерального горизонта снова возрастает, и содержание Собщ достигает здесь 7.6±0.6% за счет грубогумусных соединений подстилки, которые за счет жизнедеятельности мезофауны перемешиваются с минеральной матрицей 0-10 см слоя почвы. Аналогичная тенденция изменения содержания углерода на стадиях естественного зарастания пашни разнотравьем и лесными породами отмечается на агросерых почвах Курской области (Замотаев и др., 2016).

Обогащенность органического вещества азотом в старопахотной толще существенно изменяется по мере восстановления естественной растительности на пашне. Соотношение углерода и азота в органическом веществе существенно увеличивается по

мере лесовосстановления на бывших пашнях на дерново-подзолистых почвах. Увеличение соотношения C/N в верхней части старопахотного горизонта при зарастании пашни на серых лесных почвах не столь существенно по сравнению с хронорядом залежных дерново-подзолистых почв, и здесь можно говорить лишь о тенденции. При зарастании черноземов, наоборот, отмечается значимое уменьшение данного показателя, но только в первые 10-15 лет после прекращения распашки.

Таким образом, после изменения системы землепользования из-за отсутствия отчуждения растительного материала с урожаем в почвах всех рассмотренных нами типов происходит достоверное увеличение запасов органического углерода в ряду *пашня – залежи – лес*. Такое накопление органического вещества, особенно в верхней части старопахотного горизонта, обусловлено на первых этапах постагрогенной сукцессии активным образованием дернины, а на ее конечной стадии - поступлением листового опада древесного яруса.

Список литературы:

Баева Ю.И. 2016. К вопросу о постагрогенном развитии серых лесных почв. - Биология – наука XXI века: 20-я Международная Пущинская школа-конференция молодых ученых. Сборник тезисов. - Пущино, с.196-197.

Замотаев И.В., Белобров В.П., Курбатова А.Н., Белоброва Д.В. 2016. Агрогенная и пост-агрогенная трансформация почв Льговского района Курской области. - Бюллетень Почвенного института им. В.В. Докучаева, вып. 85, с. 97-113.

Люри Д.И. Горячкин С.В., Караваева Н.А. и др. 2010. Динамика сельскохозяйственных земель России в XX веке и постагрогенное восстановление растительности и почв.- М.: ГЕОС, 416 с.

Kalinina, O., Goryachkin, S.V., Lyuri, D.I., Giani L. 2015. Post-agrogenic development of vegetation, soils and carbon stocks under self-restoration in different climatic zones of European Russia. - Catena, 129, p.18–29.

Kurganova I., Lopes de Gerenyu V., Kuzyakov Y. 2015. Large-scale carbon sequestration in post-agrogenic ecosystems in Russia and Kazakhstan. – Catena, 133, p.461–466.

Kurganova I., Lopes de Gerenyu V., Six J., Kuzyakov Y. 2014. Carbon cost of collective farming collapse in Russia. - Glob. Chang. Biol., 20, p.938–947.

Post W.M., Kwon K.C. 2000. Soil carbon sequestration and land use change: processes and potential.- Global Change Biol., vol. 6, p. 317 – 327.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ЭМИССИИ ПАРНИКОВЫХ ГАЗОВ ИЗ МЕСТ ЗАХОРОНЕНИЯ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ

Т.А. Сафранов, В.Ю. Приходько, Т.П. Шанина
Одесский государственный экологический университет,
Украина, 65016, г. Одесса, ул. Львовская, 15, vks26@ua.fm

В настоящее время одной из актуальных экологических проблем является загрязнение окружающей среды твердыми бытовыми отходами (ТБО). Воздействие мест захоронения ТБО на атмосферный воздух заключается в выделении биогаза как продукта анаэробной деструкции органической части отходов при участии микроорганизмов. Основными составляющими биогаза являются метан и углекислый газ – парниковые газы (ПГ). По данным Национального кадастра (Кадастр…, 2015), в 2013 г. на долю сектора «Отходы» в Украине приходилось 15,3 % от общего количества метана (для сравнения в 1990 г. данный показатель составил 5,5 %), из них 64 % приходится на места захоронения ТБО. Сектор «Отходы» – единственный, для которого характерна положительная динамика эмиссии метана. Выбросы метана из мест захоронения ТБО за период 1990-2013 гг. выросли на 23,66 %.

В настоящее время наиболее используемыми моделями для оценки эмиссии биогаза и/или его компонента(-ов) из мест захоронения ТБО являются следующие: 1) модель, предложенная Межправительственной группой экспертов по изменению климата (МГЭИК, IPCC) (Руководящие принципы…, 2006); 2) модель эмиссии биогаза (Landfill Emission Gas Model – LandGEM), разработанная Агентством по защите окружающей среды США и адаптированная к украинским условиям (Ukraine LFG Model) (Ukraine Landfill Gas Model…, 2009). Оценка эмиссии метана из мест захоронения ТБО в Украине проводится по Национальной многокомпонентной модели на основе метода затухания первого порядка третьего уровня детализации (далее – Национальная модель), в основе которой лежит IPCC модель, а некоторые её параметры уточнены с привлечением результатов моделирования Ukraine LFG Model. Основные усовершенствования касались уточнения данных о морфологическом составе ТБО и скорости разложения компонентов при различных климатических условиях. Для моделей IPCC и LandGEM разработаны автоматические модули в MS Excel, позволяющие осуществлять расчёты и создавать графический материал. Модуль LandGEM Version 3.02 (LandGEM…, 2005) позволяет проводить расчет эмиссии не только метана, но и диоксида углерода, а также неметановых летучих органических соединений (НЛОС). В модулях IPCC Waste Model и LandGEM есть функции, позволяющие работать с промышленными отходами как источником ПГ.

Нами проведен сравнительный анализ Национальной модели, моделей IPCC и LandGEM и определены возможности адаптации методик для использования на региональном уровне. Основными факторами, которые могут быть уточнены на региональном уровне, являются: морфологический состав ТБО, климатические условия и технологии складирования ТБО.

Практические аспекты применения Национальной модели, а также моделей IPCC и LandGEM были определены при адаптации данных методик к условиям Одесской области. При этом нами были сделаны следующие уточнения. На основе распределения потока ТБО области на свалки и полигоны различных типов, было получено уточнённое значение параметра MCF, который характеризует условия захоронения ТБО. Для Одесской области значение MCF = 0.63 (для сравнения, в Национальном Кадастре (2015) используется MCF = 0.726). Также были уточнены данные о морфологическом составе ТБО области и выделены соответствующие климатическим условиям константы скорости разложения отдельных компонентов ТБО (на основе работ Ukraine Landfill Gas Model…, 2009 и Шмарин, 2014). На основе этих данных рассчитаны параметры для модели LandGEM – коэффициент генерации метана и потенциал образования метана – которые применяются по умолчанию для условий Одесской области. В отличие от исходной модели LandGEM, в

адаптированной для Украины модели вводятся новые параметры – MCF и F (характеризует уменьшение продукции метана вследствие возгорания).

Результаты расчета величины эмиссии метана в результате размещения годового (за 2013 г.) объема ТБО Одесской области на свалках и полигонах (989,7 тыс. т) представлены в табл. 1. Использованы модули IPCC Waste Model и LandGEM Version 3.02.

Табл. 1 – Результаты расчета эмиссии метана и других ПГ при захоронении годового объема (за 2013 г.) ТБО Одесской области

Показатели	Модели (методики)		
	Национальная модель	IPCC	LandGEM
Эмиссия метана на 2014 г., т	1602,11	1452	6339 / 3194*
Расчетный период продуцирования	–	80	80 / 140
Суммарная эмиссия метана за период продуцирования, т	29216,08	27092,89	44162,90*
Эмиссия других ПГ на 2014 г., т	–	–	CO_2 – 17390 / 8764,56* НЛОС – 272,5/137,34*

* с учетом параметров MCF и F

Как видим из результатов, представленных в табл. 1, применение трех расчетных методик дает различные результаты. Более близкими являются результаты, полученные по Национальной модели и модели IPCC. Различия можно объяснить дополнительным учетом кожи и резины в Национальной модели. Модель LandGEM разрабатывалась для американских полигонов и на основе данных о них. Как отмечается в работе (Лучшие методы…, 2012), применительно к украинским условиям модель дает достаточно завышенные результаты. Также к недостаткам можно отнести отсутствие учета морфологического состава ТБО, хотя нами были использованы значения по умолчанию, рассчитанные для Одесской области. Недостаток применения модели LandGEM к территориальным единицам заключается в невозможности определения параметра F. В Национальной и IPCC моделях фактор возгорания не учитывается. К преимуществам модуля LandGEM Version 3.02 можно отнести возможность расчета эмисии биогаза и других ПГ, кроме метана. Впрочем, такие результаты можно получить как производные результатов расчетов по другим методикам.

Наиболее комплексной является Национальная модель, которая может быть использована и в других странах, а параметры модели могут быть уточнены на основе наработок в рамках моделей IPCC и LandGEM.

Список литературы:

Лучшие методы реализации биогазовых энергетических проектов на полигонах ТБО / ред. пер. Ю.Б. Матвеев. Агентство защиты окружающей среды США. 2012. 139 с.

Национальный Кадастр антропогенных выбросов из источников и абсорбции поглотителями парниковых газов в Украине за 1990-2013 гг. Киев, 2015. 569 с.

Руководящие принципы национальных инвентаризаций парниковых газов МГЭИК, 2006. Т.5 Отходы. URL: http://www.ipcc-nggip.iges.or.jp/public/2006gl/russian/vol5.html

Шмарин С.Л., Алексеевец И.Л., Филозоф Р.С., Ремез Н.С., Денафас Г. Содержание биоразлагаемых компонентов в составе твердых бытовых отходов в Украине // Экология и промышленность. 2014. № 1. С. 79-83.

Landfill Gas Emission Model (LandGEM) Ver. 3.02: User`s Guide / U.S. EPA. Washington: U.S. EPA. 2005. 48 p.

Ukraine Landfill Gas Model Ver.1.0: User's Manual / U.S. EPA; edited by Swapura Ganguli, G. Alex Stege. Washington: U.S. EPA Landfill Methane Outreach Program. 2009. 28 p.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ФРАКЦИОННОГО СОСТАВА ТВЕРДЫХ ВЗВЕШЕННЫХ ЧАСТИЦ МИКРОРАЗМЕРНОГО РЯДА В ПРИЗЕМНОМ СЛОЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА

В.И. Янькова, Л.С. Барскова, Т.И. Виткина

Владивостокский филиал Федерального государственного бюджетного научного учреждения «Дальневосточный научный центр физиологии и патологии дыхания» – Научно-исследовательский институт медицинской климатологии и восстановительного лечения, 690105, г. Владивосток, ул. Русская, 73 Г, tash30@mail.ru

Загрязнение атмосферного воздуха мелкодисперсными твердыми взвешенными частицами (ТВЧ) оказывает негативное влияние на здоровье человека, воздействуя непосредственно на дыхательные пути. В текущий момент в Европе и США, в странах Азиатского региона (Япония, Китай, Индия) мониторинг PM10 и PM2,5 является обязательным. В России мониторинг по-прежнему ведется лишь по суммарной массовой концентрации загрязняющих атмосферный воздух частиц, определяемой гравиметрическим методом, в то время как повсеместный мониторинг данных взвешенных частиц не проводится, имеются лишь отдельные исследования с научной целью и исследования в отдельных мегаполисах.

В Институте медицинской климатологии и восстановительного лечения разработана авторская методика отбора проб воздуха для определения фракционного состава ТВЧ (Янькова и др., 2014). Проведена оценка содержания и распределения по фракциям микроразмерных ТВЧ (PM_1, $PM_{2,5}$, PM_{10}, > PM_{10}) приземного слоя атмосферного воздуха. Проанализировано 25 проб атмосферного воздуха, из них 10 отобраны в районе с незначительной техногенной нагрузкой, 15 – в районе с высокой техногенной нагрузкой.

Установлено, что распределение частиц в пробах отличается по дисперсности (PM_1, $PM_{2,5}$, PM_{10}, > PM_{10}), встречаемости (частота проб) и содержанию частиц (удельный вес фракции). PM_1 обнаружены в 67 % проб в районе с высокой техногенной нагрузкой (содержание колеблется от 2 % до 52 %); в районе с незначительной техногенной нагрузкой – в 40 % проб (от 2 % до 74 %). Содержание $PM_{2,5}$ составляет 5-52 % в 67 % проб в районе с высокой техногенной нагрузкой; в районе с незначительной техногенной нагрузкой $PM_{2,5}$ выявлены в 50 % проб с содержанием от 3 до 100 %. Частицы PM_{10} в 87 % проб составляют от 2% до 99,8% в районе с высокой техногенной нагрузкой; в 70 % проб в районе с незначительной техногенной нагрузкой их доля составляет от 3 % до 100 %. Частицы с размерностью > PM_{10} содержатся в 87 % исследованных проб в районе с высокой техногенной нагрузкой, их доля составляет 82-96 %; в районе с незначительной техногенной нагрузкой в 90 % исследованных проб, доля составляет от 63 % до 97 %.

Частота проб атмосферного воздуха, содержащих PM_1 на 27 %, а PM_{10} на 17 %, выше в районе с высокой техногенной нагрузкой. Отмечена значительно меньшая размерность частиц PM_{10} (0-1 мкм) и > PM_{10} (10-16 мкм) в атмосферном воздухе района с высокой техногенной нагрузкой, чем в пробах района с незначительной техногенной нагрузкой (0-2,5 мкм и 10-1000 мкм, соответственно).

Таким образом, частота проб атмосферного воздуха, содержащих мелкодисперсные ТВЧ с наиболее патогенными свойствами (PM_1, $PM_{2,5}$), значительно выше в районе с высокой техногенной нагрузкой.

Список литературы:

Гранулометрический анализ атмосферных взвесей экологически благополучного и неблагополучного районов Владивостока // В.И. Янькова, Т.А. Гвозденко, К.С. Голохваст, В.В. Чайка, В.А. Городный Здоровье. Медицинская экология. Наука. – 2014. – № 2(56). – С. 62-66. URL:http:yadi.sk/06T4cKshSaP9x.

ИССЛЕДОВАНИЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ ПРИ РАЗМЕЩЕНИИ ТВЕРДЫХ БЫТОВЫХ ОТХОДОВ НА ОСНОВЕ ЭКОИНДИКАТОРОВ

В.Ю. Приходько

Одесский государственный экологический университет,
Украина, 65016, г. Одесса, ул. Львовская, 15, vks26@ua.fm

Проблема неэффективного обращения с твердыми бытовыми отходами (ТБО) относится к одной из наиболее актуальных экологических проблем глобального уровня. Учитывая, что количество населения и уровень благосостояния будут расти, соответственно, будет увеличиваться и количество ТБО, что уже в ближайшее время приведет к необходимости глобального пересмотра концепции обращения с ними. Тем не менее, на сегодня и в долгосрочной перспективе основным методом обращения с ТБО является их захоронение на свалках и полигонах.

Экологическая ситуация или обстановка – это определённое состояние окружающей природной среды (ОПС) в пределах данной территории, которое формируется в результате взаимодействия природных и антропогенных факторов (Приходько, 2015). Основу исследования экологической ситуации составляет модель ее формирования, которая в наиболее простом виде включает в себя три компонента: «воздействие – состояние – реакция» (модель формирования структуры экоиндикаторов ОЭСР) (OECD, 1993). В модели формирования экологической ситуации (Приходько, 2015) описаны три блока – антропогенная деятельность, состояние ОПС (+ природные ресурсы и условия), субъекты управления экологической ситуацией. Каждый блок характеризуется определённым набором компонентов, которые могут выступать в роли экоиндикаторов. В отличие от исходной модели (Приходько, 2015), специфика модели формирования экологической ситуации при размещении ТБО состоит следующем: отсутствие взаимодействия между антропогенной деятельностью и ОПС (речь идёт о воздействии, а единственным потребляемым ресурсом является территория). Также необходимо учесть, что часть потока опасных отходов и вторичных материальных ресурсов (ВМР) выводится из системы (или привносится из других объектов и территорий).

Индикатор – это параметр или характеристика, на основании которой можно судить о состоянии или изменении определённого явления или процесса более высокого уровня. Выделим три группы индикаторов: 1) индикаторы антропогенного воздействия (или нагрузки); 2) индикаторы состояния ОПС; 3) индикаторы реакции субъектов управления экологической ситуацией. Набор индикаторов в каждой из групп должен наиболее полно ее описывать и соотносится с исследуемым объектом. Наиболее комплексно экологическая ситуация при размещении ТБО описывается для природно-технических систем регионального и локального уровня территориальной организации (административно-территориальный район или урбанизированная территория), поскольку именно на этом уровне осуществляется воздействие потока ТБО на ОПС и реализуются компенсационные механизмы. А полученные результаты оценки можно аппроксимировать на более высокие уровни.

Представим набор экоиндикаторов, который характеризует экологическую ситуацию при размещении ТБО на территории административного района (табл. 1).

Для работы с экоиндикаторами необходимо дать их характеристику и сравнительную оценку с использованием общепринятых нормативов, классификаций или значений для аналогичных систем. На основании такой характеристики каждому экоиндикатору можно присвоить ранг приоритетности. Удобной представляется определение ранга приоритетности индикатора по мере увеличения негативных эффектов с присвоением значения от 0 до 5. В случае отсутствия информации по определенному индикатору присваиваются значения 2 или 3, в зависимости от важности этого индикатора. Для каждой группы индикаторов рассчитывается индекс – среднее значение ранга

приоритетности для всех экоиндикаторов – на основании которого можно дать качественную характеристику группы (Приходько, 2015).

Табл. 1 – Набор экоиндикаторов для исследования экологической ситуации при размещении ТБО (на уровне района)

Индикаторы антропогенной нагрузки	Индикаторы состояния ОПС	Индикаторы реакции субъектов управления
Характеристики потока ТБО: количество; морфологический состав; содержание опасных отходов и уровень извлечения из общего потока. Характеристики мест захоронения: количество; площадь; сроки и условия эксплуатации. Стихийные места захоронения ТБО.	Эмиссия биогаза. Загрязнение фильтратом. Визуальное загрязнение и изменение ландшафта. Снижение природно-ресурсного потенциала территории. Изъятие земель.	Извлечение ВМР из общего потока ТБО. Переработка и утилизация ВМР. Природоохранные мероприятия в местах захоронения ТБО. Природоохранные программы. Эколого-экономические и административные регулирующие инструменты. Обращение с потоком опасных отходов.

Список литературы:

Приходько В.Ю. Комплексная оценка состояния окружающей природной среды и экологической ситуации на основе экоиндикаторов // Вопросы географии и геоэкологии. 2015. № 3. С. 29-37.

Environment monographs № 83: OECD core set of indicators for environmental performance reviews. Paris: OECD, 1993. 38 p. URL: www.nssd.net/pdf/gd93179.pdf.

Секция А3: мониторинг последствий изменения климата для природных и социально-экономических систем



ВЛИЯНИЕ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ГОЛОЦЕНЕ НА ГЕОХИМИЧЕСКУЮ ЭВОЛЮЦИЮ ЛАНДШАФТОВ ЮГА РУССКОЙ РАВНИНЫ

П.И. Калинин, А.О. Алексеев, И.Ю. Кудреватых

Институт Физико-Химических и Биологических Проблем Почвоведения РАН, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2, kalinin331@rambler.ru

Вопросы истории и эволюции ландшафтов, определяющих динамику природной обстановки, привлекают все большее внимание исследователей в связи с разработкой теоретических основ возможных последствий глобального изменения окружающей среды и климата. На протяжении геохимической истории ландшафтов изменения климата влекут за собой изменения в соотношении скоростей выветривания, что в свою очередь отражается на направленности почвообразовательного процесса. Полнота и достоверность палеогеографических реконструкций определяется, прежде всего, объектами исследования, среди которых репрезентативными многими исследователями признаны палеопочвы археологических памятников, в частности курганов, древних поселений, городищ и др. Различные геохимические коэффициенты в последнее время стали активно использоваться для исследования подкурганных голоценовых почв и палеоклиматических реконструкций. Целью данного исследования стало определение влияния динамики климата на скорость и направленность геохимической эволюции ландшафтов степной зоны юга Русской равнины в голоцене. В качестве объектов исследования были выбраны фоновые каштановые почвы и палеопочвы, погребенные под курганными насыпями на различных временных интервалах, охватывающие средний и поздний голоцен (6000 лет). Так было исследовано 2 курганных могильника: «Авилово», Приволжская возвышенность и «Калмыкия», Ергенинская возвышенность. С помощью метода рентгенфлуоресцентной спектроскопии проведен сравнительный анализ химического состава разновозрастных современных светло-каштановых и голоценовых палеопочв.

В результате исследования установлено, что даже на коротких временных интервалах в почвенном профиле существовали значительные вариации концентраций химических элементов, а также различных геохимических параметров, в частности индикаторов процессов выветривания (CIA, W, $Al_2O_3/(CaO+Na_2O+K_2O+MgO)$, Rb/Sr), выщелачивания (Ba/Sr), окисления ($(Fe_2O_3+MnO)/Al_2O_3$), биологической активности и биопродуктивности (MnO/Al_2O_3, MnO/Fe_2O_3, $(Fe_2O_3+MnO)/ Fe_2O_3$), карбонатности ($(CaO + MgO)/Al_2O_3$), засоления (Na_2O/K_2O, $(K_2O+Na_2O)/Al_2O_3$, Na_2O/Al_2O_3). Это говорит о циклическом изменение степени засоленности, карбонатности, выщелачивания почв и выветривания почвообразующего материала, обусловленное вековой динамикой климата. Наиболее засушливыми этапами на исследуемом хроноинтервале были эпохи, существовавшие в районе исследований ~ 4000 и 1750 лет назад со среднегодовым уровнем атмосферных осадков ~ 330 и 350 мм/год соответственно. Наибольшим увлажнением характеризовались эпохи, существовавшие ~ 5100 (390 мм/год), 1900 (370 мм/год), 700 (390 мм/год) лет назад, а также современный период (~ 370 мм/год).

Определяющим фактором, влияющим на интенсивность геохимической миграции элементов, является динамика климата. Незначительные климатические колебания, произошедшие в течение 50 - 100 лет, по-видимому, оказывали большее влияние на

миграцию и накопление химических элементов, чем фактор времени и приводили в том числе к смене растительных ценозов. Так в более засушливых условиях в регионе преобладают полынно-маревые растительные ассоциации, а в более влажных распространяются злаково-полынные. Накопление химических элементов в корнях полыни и злаков имеет антагонистический характер, что определяется геохимической специализацией видов. На поглощение химических элементов злаками отрицательно влияет засоление почв, а при сульфатном и хлоридном засолении злаки быстро переходят из одной вегетативной стадии в другую и начинают увядать. Полыни же относятся к ариданитным видам растительности и активнее поглощают анионогенные элементы, но являются более приспособленными к экологическим условиям степных ландшафтов. Отдельные элементы (Sr, V), накапливающиеся в верхних горизонтах почв на испарительном барьере в аридные эпохи, могут аккумулироваться местной растительностью (злаковыми, полынными, маревыми) в наиболее гумидные периоды. Причем, мобилизация растениями является более масштабным процессом, чем испарительная концентрация.

5000 лет назад в регионе началась постепенная аридизация климата, достигнув максимума 3500-4000 лет назад с уменьшением уровня атмосферных осадков до 15 % по сравнению с современной нормой. Около 4000 лет назад на фоне снижения среднегодового уровня осадков, произошло резкое понижение среднегодовой температуры, в среднем, на 1 градус, что острее всего проявлялось в зимние периоды. Зимы были холодные и безснежные, лето жаркое и сухое. Наступил так называемый палеоэкологический кризис, который, по-видимому, прослеживался не только в степной зоне юга Русской равнины, но и на Ближнем востоке, где в этот период упал уровень Мертвого моря, начался массовый исход из стран Ближнего востока, произошло падение Аккадского государства в Месопотамии. Но степные скотоводы не показывали признаков угнетения и сокращение ареала распространения. Такие климатические условия позволили пустынно-степной зоне превратиться в уникальные зимние пастбища, на которых малая мощность снегового покрова позволяла выпасать мелкий рогатый скот на протяжении всего зимнего периода. В итоге для кочевников-скотоводов, в отличие от оседлых жителей Ближнего Востока, такой климат был более чем приемлем.

Таким образом, чередование сухих и влажных периодов в течение голоцена, которое имело место на изученной территории, находило отражение в эволюции ландшафтов юга Русской равнины. Степная зона относится к числу природных регионов, где имеет место дефицит атмосферной влаги, поэтому динамика количества осадков существенным образом сказывалась на изменении свойств почв, геохимическом состоянии ландшафтов, смене растительных ассоциаций и, как следствие, изменению хозяйственной модели и ареалов распространения древних культур.

Список литературы:

1. Алексеев А.О., Алексеева Т.В., Калинин П.И. Качественные и количественные индикаторы изменения состояния природной среды, сохраняющиеся в палеопочвах арархеологических памятников. В сборнике: Материалы Всероссийской научной

конференции по археологическому почвоведению, посвященной памяти профессора В.А. Демкина 2014. С. 79-81.
2. Борисов А.В., Мимоход Р.А. Палеоэкология и палеоэкономика древних обществ пустынно-степной зоны в эпоху бронзы // Материалы V Международной нижневолжской археологической конференции «Проблемы археологии Нижнего Поволжья» / под ред. П.М. Кольцова. Элиста: Изд-во Калмыцкого государственного университета. 2016. С. 9-14 с.
3. Калинин П.И., Алексеев А.О., Савко А.Д. Лёссы, палеопочвы и палеогеография квартера юго-востока Русской равнины. Труды научно-исследовательского института геологии Воронежского государственного университета. 2009. Т. 58. С. 1-139.

СОГЛАСОВАННОСТЬ КЛИМАТИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ ТЕМПЕРАТУРЫ ВОДЫ И ВЕРТИКАЛЬНОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ПОЛЯ БИОЛЮМИНЕСЦЕНЦИИ В ПРИБРЕЖЬЕ СЕВАСТОПОЛЯ

И.М. Серикова[1)], В.П. Евстигнеев [2)]

[1)] ФГБУН Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН, РФ, 299011, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2, irasimwin@yandex.ru

[2)] ФГАОУ «Севастопольский государственный институт», РФ, 299053, г.Севастополь, ул. Университетская, 33, vald_e@rambler.ru

Небольшая толщина деятельного слоя делает экосистему Черного моря чрезвычайно чувствительной к климатическим изменениям и антропогенным воздействиям. Недавние исследования (Серикова и др., 2015) показали, что биолюминесценция может служить индикатором функционального состояния фитопланктонного сообщества в море, отражая динамику его сезонной изменчивости. В настоящей работе рассмотрены характерные типы вертикальной структуры поля биолюминесценции (ПБ), отражающие сезонные закономерности распределения в морской толще динофитовых водорослей и влияние на них температурных аномалий поверхности моря.

Материал и методика исследований. На стандартной станции (44˚38'N; 33˚27'E), расположенной в 2-х милях от берега напротив бухты Круглая (г. Севастополь) ежемесячно проводилась регистрация интенсивности ПБ с помощью зондирующего комплекса «Сальпа-М» (Токарев и др., 2009) с января 2009 года по декабрь 2014. В результате обработки сигналов датчиков были получены профили распределения интенсивности биолюминесценции по глубине через каждый метр в диапазоне глубин от 0 до 60 м. Работы выполнялись в ночное время суток, соответствующее максимальному уровню развития ПБ. Одновременно отбирались пробы фитопланктона 5-и литровым батометром с приповерхностного горизонта (приблизительно 0.2 м), а также с горизонта, соответствующего максимуму биолюминесценции. Для обработки использовали традиционную методику обратной фильтрации.

Для решения поставленной в настоящей работе задачи использовался иерархический метод кластерного анализа (метод Варда с евклидовой метрикой пространства признаков). В качестве входных данных использовались вертикальные профили интенсивности ПБ, нормированные на максимальную по всему профилю интенсивность. Кластеризация проводилась для всех месяцев исследуемого периода. Результатом процедуры иерархической кластеризации является диаграмма-дерево. Число пересечений любой горизонтальной линии, проведенной на диаграмме, совпадает с числом кластеров данного уровня, интерпретация диаграммы-дерева основывается на представлении о подобии данных внутри одного кластера и различии данных в разных кластерах. Центроиды выделенных кластеров получены путем осреднения профилей, вошедших в кластер, и использовались для выделения физически (гидрологическая структура вод) и гидробиологически (распределение фитопланктона) обусловленных типов вертикального распределения интенсивности ПБ в толще верхнего слоя моря.

Результаты. Поле биолюминесценции в разные периоды года формируется за счет массового развития различных представителей светящихся динофитовых водорослей (Брянцева и др., 2014). Так, весной в приповерхностном слое с началом его прогрева происходит развитие мелкоклеточных организмов - видов рода *Goniaulax*, а также виды *Scrippsiella trochoidea* и *Lingulodinium poliedrum*. Осенью слои повышенной светимости, регистрируемые в верхнем квазиоднородном слое (ВКС), могут быть обусловлены как интенсивным развитием мелкоклеточных форм (например, *L. Poliedrum*), так и обилием относительно более крупных клеток (например, *Neoceratium furca*).

Максимумы биолюминесценции, отражающие наиболее плотные скопления светящихся водорослей, приходятся на разный диапазон глубин, что обусловлено термохалинной структурой вод и, соответственно, сезонами года.

На основании результатов кластерного анализа были определены 4 сезонных типа вертикального распределения ПБ. «Зимний» тип характеризуется минимумом видового богатства как светящихся, так и не светящихся видов динофлагеллят, и наиболее равномерным распределением слоев повышенной светимости по глубине. «Весенний» тип характеризует период, когда в связи с началом прогрева вод в поверхностном слое интенсифицируется развитие мелкоклеточных видов светящихся. В результате сначала у поверхности и затем, по мере расширения ВКС, по всей его протяженности формируется высокая интенсивность ПБ. Летний период связан со стагнацией развития динофитовых водорослей и, соответственно ПБ, в ВКС. Однако в термоклине и нижележащих слоях ПБ существенно возрастает. «Размывание» сезонного термоклина в осенний сезон обусловливает приток биогенов в верхние слои и формируется четвертый тип вертикального распределения ПБ. Осенью средняя интенсивность биолюминесценции в ВКС чаще всего достигает максимальных величин в годовом цикле.

Совместный анализ повторяемости типов распределения ПБ и температуры воды в поверхностном слое показал, что формирование выраженных температурных аномалий может привести к нарушениям в видовой и пространственной структуре сообщества микроводорослей и существенно изменяют параметры и структуру поля биолюминесценции. В качестве примера можно рассмотреть 2010 и 2012 годы.

Аномально высокая среднемесячная температура морской поверхности, возникшая в августе 2010 г., привела к существенным нарушениям в структуре и интегральных характеристиках ПБ, которые снизились до минимальных величин за 6 лет исследований. 2012 год характеризовался минимальной среднемесячной температурой в зимние месяцы, что отрицательно сказалось на развитии динофлагеллят также и в последующие месяцы. В этот период произошло нарушение в формировании вертикальной структуры ПБ, снижение величин всех показателей, вплоть до июня, несмотря на то, что в весенние месяцы произошел достаточно быстрый прогрев верхней толщи моря.

Таким образом, на основании выделенных типов вертикального распределения ПБ и их согласованности с аномалиями температурного режима в верхнем слое моря, удалось качественно определить возможный механизм отклика биолюминесцентного поля Черного моря на наблюдаемые и ожидаемые в будущем климатические изменения в регионе.

Список литературы:

Брянцева Ю.В., Серикова И.М., Суслин В.В. 2014. Межгодовая изменчивость разнообразия динофлагеллят и поля биолюминесценции у берегов Севастополя. – Экосистемы, их оптимизация и охрана, Вып. 11, С.158-164.

Серикова И.М., Брянцева Ю.В., Токарев Ю.Н., Станичный С.В., Суслин В.В., Василенко В.И. 2015. Отклик фитопланктона в прибрежье Севастополя на климатические особенности 2009-2012 гг. – Гидробиологический журнал, т. 51, № 5, С. 40-51.

Токарев Ю.Н., Василенко В.И., Жук В.Ф. 2009. Новый гидробиофизический комплекс для экспрессной оценки состояния прибрежных экосистем. Современные методы и средства океанологических исследований: Материалы XI Междунар. науч.-техн. конф., 25–27 нояб. 2009 г. Москва. – Ч. 3. – Изд-во РАН, 2009. – С. 23-27.

ИЗМЕНЕНИЕ АРЕАЛОВ *AEDES AEGYPTI* И *AEDES ALBOPICTUS* В УСЛОВИЯХ ПРЕДПОЛАГАЕМОГО ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ПРОТЯЖЕНИИ XXI ВЕКА

В.В. Ясюкевич[1,2], И.О. Попов[1], С.Н. Титкина[1], Н.В. Ясюкевич

[1] Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН,РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, v1959@yandex.ru

[2] Институт географии РАН,РФ, 109017 Москва, Старомонетный пер., 29

Завоз переносчиков возбудителей паразитарных и инфекционных болезней на новые территории представляет существенную угрозу здоровью населения. Возбудители этих болезней могут попадать на новые территории либо с уже зараженными переносчиками, либо с больными, прибывшими из эндемичных по данным заболеваниям стран. В дальнейшем адвентивные виды переносчиков укореняются и обеспечивают циркуляцию специфического возбудителя или обеспечивают первоначальную заболеваемость, а затем в циркуляцию включаются переносчики местной фауны (Сергиев, 2011).

На территории России была выявлена новая биологическая угроза − на Черноморском побережье Кавказа были обнаружены желтолихорадочный комар *Aedes (Stegomyia) aegypti* L., 1762 и азиатский тигровый комар *Ae. (Stegomyia) albopictus* Skuse, 1894. *Ae. aegypti*, не встречавшийся на территории СССР более 50 лет, был обнаружен в 2001 г. в городе Сочи (Рябова и др., 2005). В 2011 г. там же (Район Большого Сочи, пос. Хоста) был выявлен *Ae. albopictus*, ранее на территории России не регистрируемый (Ганушкина и др., 2012). Эти виды являются переносчиками большого числа опасных арбовирусных инфекций, в том числе таких, как желтая лихорадка, лихорадки денге, Чикунгунья, Зика. Если два последних заболевания характеризуются доброкачественным течением, то эпидемии желтой лихорадки и лихорадки денге сопровождались большой летальностью, охватывая десятки и сотни тысяч человек.

Ae. aegypti является синантропным видом, *Ae. albopictus* − полусинантропным, что увеличивает их опасность как переносчиков циркулирующих среди людей заболеваний. *Ae. albopictus* является полуэндофильным видом, в отличие от эндофильного *Ae. aegypti*, поэтому обработки помещений стойкими контактными инсектицидами против него менее эффективны. Яйца *Ae. aegypti* не переносят низких температур, поэтому фактором, лимитирующим распространение этого вида, является среднемесячная температура января 0°С. Яйца *Ae. albopictus* зимуют, в отличие от *Ae. aegypti,* в состоянии диапаузы и переносят легкое промораживание. Пределом их распространения считается среднемесячная температура января −1°С…−3°С. Некоторый разброс связан с популяционными различиями. Другим ограничивающим климатическим фактором является среднегодовая сумма осадков не менее 450 мм. (Ганушкина, Дремова, 2011; Ясюкевич и др., 2013; Kobayashi et al., 2002, 2008). На основе этих климатических предикторов была построена карта, показывающая возможности распространения этих видов по территории России при существующем климате (рис. 1).

При дальнейшем изменении климата ареал *Ae. aegypti* будет расширяться, и в предельном случае к концу XXI в. будет включать Краснодарский и Ставропольский края, южную часть Ростовской области, Дагестан, Калининградскую область, Молдову, южную часть Украины, примыкающие к побережью Балтийского моря районы Литвы, Латвии и Эстонии. Возможно его нахождение на локальных участках Кольского полуострова, полуострова Канин, крайнем юге Сахалина и охотском побережье Камчатки. Сокращение ареала возможно только в высокогорье на границе Грузии и Армении.

Закономерности распространения *Ae. albopictus* те же, что и для *Ae. aegypti*. Однако в силу большей морозоустойчивости он способен распространиться гораздо шире последнего.

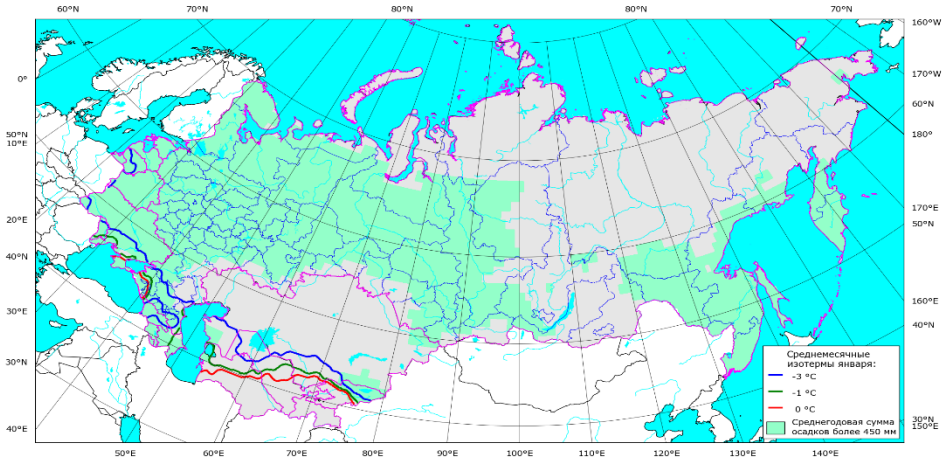


Рис. 1. Пределы возможного распространения *Aedes aegypti* и *Ae. albopictus* на территории России, стран СНГ и Балтии при климатических условиях периода 2000−2010гг.

Так, к концу XXI века он сможет заселить не только южные, но и западные области России, всю Украину, Беларусь, Литву, Латвию и Эстонию. Появятся климатические предпосылки для его укоренения на отдельных участках побережья Белого и Баренцева морей, в Приморье, Камчатке, южной части Сахалина. Первичный ареал этого вида в настоящее время включает в себя Японию, кроме северного острова Хоккайдо (Kobayashi et al., 2002; Kobayashi et al., 2008). Это облегчает его проникновение на российский Дальний Восток. Сокращение потенциального ареала может наблюдаться в Приднестровье и высокогорных районах Кавказа

Список литературы:

Ганушкина Л. А., Дремова В. П. 2011. Комары *Aedes aegypti* и *Aedes albopictus* – переносчики арбовирусных инфекций, биология, экология, распространение, отличительные признаки видов. − Медицинская паразитология и паразитарные болезни, № 4, с. 24−28.

Ганушкина Л. А., Таныгина Е. Ю., Безжонова О. В., Сергиев В. П. 2012. Об обнаружении комаров *Aedes (Stegomyia) albopictus Skus.* на териитории Российской Федерации. − Медицинская паразитология и паразитарные болезни, №1, с. 3−4.

Рябова Т. Е., Юничева Ю. В., Маркович Н. Я., Ганушкина Л. А., Орабей Г. В., Сергиев В. П. 2005. Обнаружение комаров *Aedes (Stegomyia) aegypti* L. в г. Сочи. − Медицинская паразитология и паразитарные болезни, №3, с. 3−5.

Сергиев В. П. 2011. Появление экзотических переносчиков арбовирусных лихорадок – новая недостаточно оцениваемая биологическая угроза южным регионам России. − Журнал инфектологии, т. 3, № 1, с. 59−63.

Ясюкевич В. В., Титкина С. Н., Попов И. О., Давидович Е. А., Ясюкевич Н. В. 2013. Климатозависимые заболевания и членистоногие переносчики: возможное влияние наблюдаемого на территории России изменения климата. − В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. 23, − М.: ИГКЭ. с. 314−359.

Kobayashi M., Nihei N., Kurihara T. 2002. Analysis of Northern Distribution of *Aedes albopictus* (Diptera: Culicidae) in Japan by Geographical Information System. − J. Med. Entomol, V. 39, No 1, p. 4−11.

Kobayashi M., Komagata O., Nihei N. 2008. GlobalWarming and Vector-borne Infectious Diseases. − Journal of Disaster Research, V.3, No 2, p. 105−112.

НАИБОЛЕЕ ОБЩИЙ ПОКАЗАТЕЛЬ ДЛЯ МОНИТОРИНГА ЭКО-КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ

Г.А. Александров[1]

[1)] Институт физики атмосферы им. А.М. Обухова РАН,
РФ, 119017, г. Москва, Пыжевский пер., д. 3, g.alexandrov@ifaran.ru

В связи с предполагаемыми изменениями глобального климата становится актуальным мониторинг региональных эко-климатических изменений и возникает проблема выбора показателей для адекватной диагностики климатических изменений, имеющих экологическое значение.

Климатические условия, характерные для любого произвольно взятого климатического региона, являются проявлением глобального климата. Их совокупность отражает состояние климатической системы. Современному состоянию климатической системы соответствует определенный набор региональных климатических условий, или, кратко, локальных климатов. Существенные изменения состояния климатической системы сопровождаются изменениями набора локальных климатов.

Есть несколько показателей, по которым обычно судят о том, где климат теплее, а где холоднее: температура самого жаркого месяца, температура самого холодного месяца, среднегодовая температура и так далее. Эти показатели применяют и для характеристики изменений климата, которые могут произойти в результате глобального потепления. Например, глобальное потепление всей планеты, обычно оценивают по такому показателю как повышение среднегодовой температуры. Согласно последнему отчету Межправительственной комиссии по изменению климата она может вырасти на 4,8^{o}C в конце 21 века, если ничего не будет сделано для стабилизации химического состава атмосферы (IPCC 2013).

Однако, среднегодовая температура, также как и другие показатели климатических условий, выделяет один аспект изучаемого локального климата и не является общей характеристикой его теплового режима. Поэтому в качестве наиболее общей меры различия теплового режима локальных климатов целесообразно использовать максимальное значение разности среднемесячных температур, взятой по абсолютной величине: $S = max\{|t_{2,1}-t_{1,1}|, \ldots |t_{2,m}-t_{1,m}|, \ldots, |t_{2,12}-t_{1,12}|\}$, где $t_{1,m}$ и $t_{2,m}$ – среднемесячные температуры сравниваемых локальных климатов для месяца m.

Этот показатель может использоваться для выявления термических аналогов современных климатических регионов в наборах локальных климатов, соответствующих прошлым состояниям климатической системы. В качестве примера, на рис.1. показаны термические аналоги московского климата 1960-90гг, рассчитанные по данным численных экспериментов (Giorgetta et al., 2013; Schmidt et al., 2014) на модели климатической системы MPI-ESM для трех состояний климатической системы.

Для мониторинга эко-климатических изменений представляется целесообразным выявлять термические аналоги современного климата в наборе локальных климатов, соотвествующих состоянию климатической системы в 1960-90гг. Судя по результатам моделирования глобальных изменений климата при увеличении радиационного баланса планеты на 8,5 В/м2, московский климат 2070-2100 гг. может оказаться термически аналогичным белгородскому климату 1960-90гг., но вполне возможно, что тенденции изменения московского климата, а также соответствующие изменения флористического состава ненарушенных фитоценозов, могут быть выявлены уже в 2010-30 гг.

Примечание. Замечания и предложения Г.С. Голицына имели существенное значение для формирования концепции термических аналогов климатических регионов.

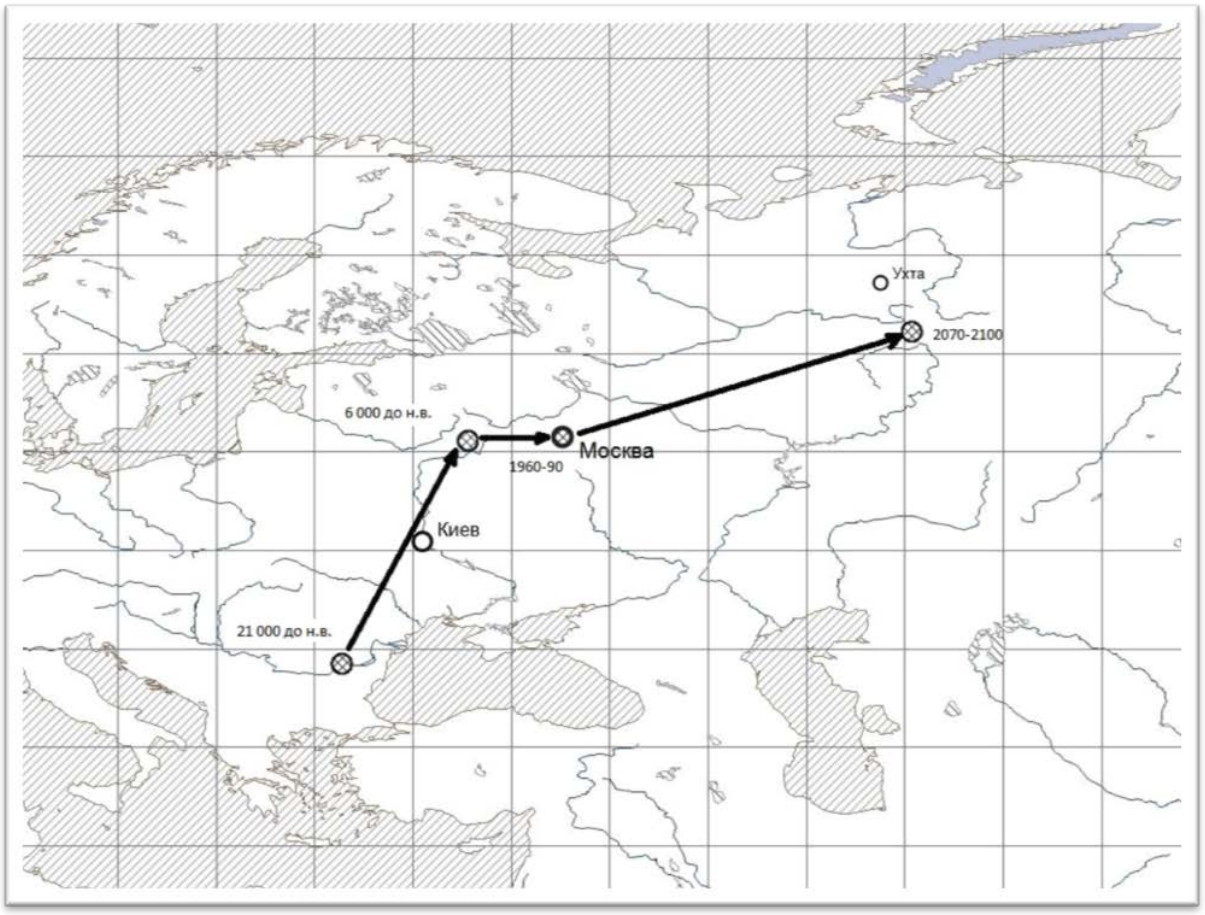


Рис. 1. “Миграция” термических аналогов московского климата 1960-90гг. (Александров, 2016), предполагаемая результатами моделирования климатической системы с помощью MPI-ESM (Giorgetta et al., 2013; Schmidt et al., 2014).

Список литературы:

Alexandrov G.A. 2016. A repository of layers for MapWindow projects for geovisulization of climate model outputs, [https://github.com/GeorgiiA/Thermal ClimateAnalogues/]

Giorgetta, M. A. et al. 2013. Climate and carbon cycle changes from 1850 to 2100 in MPI-ESM simulations for the coupled model intercomparison project phase 5. J. Adv. Model. Earth Syst., vol. 5, p. 572–597.

IPCC 2013: Annex I: Atlas of Global and Regional Climate Projections Supplementary Material RCP8.5 [van Oldenborgh, G.J., M. Collins, J. Arblaster, J.H. Christensen, J. Marotzke, S.B. Power, M. Rummukainen and T. Zhou (eds.)]. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Stocker, T.F., D. Qin, G.-K. Plattner, M. Tignor, S.K. Allen, J. Boschung, A. Nauels, Y. Xia, V. Bex and P.M. Midgley (eds.)], 159 pp.

Schmidt, G. A. et al. 2014. Using palaeo-climate comparisons to constrain future projections in CMIP5. Clim. Past, vol. 10, p. 221–250

О МЕТОДАХ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ЭКСТРЕМАЛЬНЫХ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ СОБЫТИЙ В УСЛОВИЯХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

М.В. Болгов, Е.А. Коробкина, Н.В. Осипова, И.А. Филиппова
Институт водных проблем РАН
119333 г. Москва, ул. Губкина, д. 3, bolgovmv@mail.ru

Современное потепление климата имеет как естественно-инерционную, так и антропогенно-обусловленную составляющие. Принятые научным сообществом сценарии изменения климата, вероятно, не охватывают всех возможных вариантов развития процессов вследствие ограниченности наших знаний. Необходимо согласиться с тем, что используемые модельные представления о метеорологических, океанологических, гидрологических, биологических и пр. процессах несовершенны, и мы не можем уверенно предсказать, какие эффекты будут вызваны их дальнейшим развитием.

В нестационарных условиях, обусловленных климатическими изменениями, возникает ряд новых задач, требующих для своего решения новых методов. Необходимо выяснить «характер» нестационарности и предложить общую схему моделирования.

Предлагаемый подход к решению задачи оценки и прогнозирования экстремальных гидрологических событий в нестационарных условиях состоит в представлении многолетних колебаний стоковой характеристики в виде последовательной смены состояний гидрологической системы, каждое из которых является стационарным и характеризуется своими параметрами распределения, в том числе и на период прогноза (например, на период эксплуатации проектируемого объекта). Для прогнозирования основным вопросом является возможность учета в прогнозной модели всех предыдущих стационарных состояний системы, в которых она находилась до момента прогноза и в которые может вернуться в будущем. Однако, допустимо, что гидрологическая система под воздействием изменений климата может прийти в совершенно иное, неизвестное стационарное состояние, и мы также хотим учесть его в нашем прогнозе. Окончательные прогнозные оценки предлагается получать на основе байесовского подхода с учетом шансов реализации того или иного сценария климатических изменений. Основная сложность этого метода заключается в оценке шансов (или вероятностей) реализации этих сценариев. Для иллюстрации метода будем говорить о трех периодах процесса колебаний стока, в которых система находится в стационарном состоянии (рисунок 1). Один из вариантов решения этой задачи в виде построения закона распределения на основе «смеси распределений» для двух стационарных периодов, определенных по данным наблюдений на реках бассейна Волги, предложен авторами в (Болгов и др., 2014), и, с учетом третьего прогнозного периода, в (Болгов и др., 2016).

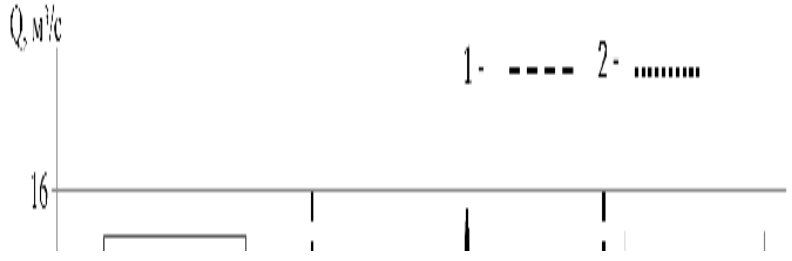


Рис. 1. Схема деления ряда на стационарные периоды, р. Коса – с. Коса;
1 – даты смены стационарных состояний, 2 – среднее за период

Следствием климатических изменений на Европейской территории России стало изменение гидрологического режима средних рек. В частности, для рек снегового питания зафиксировано выравнивание внутригодового распределения стока за счет увеличения минимального зимнего и летнего стока и, соответственно, уменьшения стока весеннего половодья (Осипова, Филиппова, 2015). Изучение статистической структуры многолетних рядов минимального стока в бассейне р. Волги позволило обнаружить для группы рек синхронно сменяющие друг друга фазы водного режима, что дает возможность представить колебания минимального стока на этой территории в виде смены двух условно стационарных состояний, каждое из которых с определенной вероятностью может повториться в будущем. Эта модель дает возможность для прогноза минимального стока в будущем (в пределах некого третьего условно стационарного состояния) применять Байесовский подход, который позволяет учесть шансы на реализацию в будущем всех наблюденных состояний.

Сложность получения прогнозного распределения с учетом третьего «климатически обусловленного» стационарного состояния состоит в оценке параметра распределения стока в этом периоде, которую предлагается получать с помощью климатических сценариев и зависимости между изменениями среднего многолетнего стока и изменениями средней температуры за зимний период (Болгов и др., 2014).

Вероятности, как степени доверия к гипотезе перехода системы в определенное состояние в будущем, принимаются пропорциональными продолжительности этих наблюденных состояний, а выборочное распределение параметра среднее в «климатически обусловленном» периоде оценивается путем осреднения наиболее адекватных сценариев изменения климата. Подходы к назначению весов, присваиваемых различным периодам, должны быть предметом дальнейших обсуждений.

Окончательный этап байесовского оценивания (прогнозирования) состоит в вычислении прогнозной плотности по формуле полной вероятности

.

В этом случае смесь распределений будет выступать в качестве апостериорного распределения , а в качестве вероятностной модели стока в стационарный период можно принять, например, двухпараметрическое гамма-распределение с параметром γ, равным среднему значению для обеих выборок.

Рассмотренный подход применим и к другим задачам, в которых возникает необходимость учета значительной неопределенности оценок параметров, например, при расчетах предельных максимумов стока, характеризующихся большой ошибкой модельных представлений.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ № 16-05-00766.

Список литературы:

Болгов М. В., Коробкина Е. А., Трубецкова М. Д., Филимонова М. К., Филиппова И. А. Современные изменения минимального стока на реках бассейна р. Волга //Метеорология и гидрология, 2014, №3, с.75-84/

Болгов М.В., Коробкина Е.А., Филиппова И.А. Байесовский прогноз минимального стока в нестационарных условиях с учетом возможных изменений климата //Метеорология и гидрология, 2016. – № 7. – С. 72-81.

Осипова Н.В., Филиппова И.А. Получение территориально-общих зависимостей характеристик максимального стока половодья для бассейна реки Волги в условиях нестационарности. // Фундаментальные проблемы воды и водных ресурсов. Труды IV Всероссийской научной конференции с международным участием, Москва, 15-18 сентября, 2015, с.80-82

ИЗМЕНЕНИЯ ПРОДОЛЖИТЕЛЬНОСТИ АРКТИЧЕСКИХ БЛОКИНГОВ И РИСКИ ВОЗНИКНОВЕНИЯ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИХ ЗАСУХ НА ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ ПРИ СОВРЕМЕННОМ ПОТЕПЛЕНИИ КЛИМАТА

А.В. Холопцев, Т.Ю. Тимошенко

Севастопольское отделение ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова».

РФ, 299053, Севастополь, ул. Советская, 61, kholoptsev@mail.ru

Весенне-летние засухи на Европейской территории России (далее ЕТР) являются одним из наиболее опасных и часто повторяющихся природных явлений, которые наносят значительный ущерб сельскому и лесному хозяйству, а также природным экосистемам многих ее регионов. Поэтому совершенствование методик прогнозирования их возникновения в различных регионах ЕТР является актуальной проблемой физической географии, экологии и агроклиматологии.

Непосредственной причиной возникновения в некотором регионе засухи является образование блокирующего антициклона, который существует над ним достаточно продолжительное время (Семенова, 2013). Подобный антициклон формируется вследствие соответствующего вторжения арктического воздуха и существует тем дольше, чем больше длительность этого вторжения (Мохов и др., 2013).

Поскольку подобный процесс развивается за единицы суток, при его выявлении каких-либо мер, направленных на снижение ущерба от возникновения последующей засухи, принять невозможно. Методик прогнозирования подобных процессов также не предложено. Поэтому ныне, как и в прошлом, засухи продолжают угрожать сельскому хозяйству России, а проблема выявления физических принципов, на основе которых можно было бы разработать такие методики, сохраняет свою актуальность.

Способствовать возникновению засухи в некотором регионе может установление в нем в период, который непосредственно предшествует возникновению блокирующего антициклона, продолжительной засушливой погоды (теплой и ясной, с малым количеством атмосферных осадков). Чем дольше такая погода в нем существует, тем выше риск возникновения засухи, если упомянутый антициклон возникнет.

Одной из причин установления в некотором регионе ЕТР такой погоды может служить уменьшение повторяемости над ним циклонов, которое обусловлено соответствующей переменой состояния Североатлантического колебания. К числу причин такой перемены может относиться вторжение арктического воздуха, которое происходит в Атлантическом секторе Северного полушария, при котором некоторая его часть способна входить в область Исландского минимума, повышая в ней атмосферное давление. Это позволяет выдвинуть гипотезу: **статистически значимым фактором межгодовых изменений среднемесячных температур и месячных сумм атмосферных осадков в некоторых регионах ЕТР могут служить вариации продолжительности арктических вторжений, которые происходят в атлантическом секторе**.

Данная гипотеза далеко не очевидна, поскольку известно, что зачастую арктические вторжения в атлантическом секторе происходят через Гренландию (т. е. несколько в стороне от Исландского минимума). Тем не менее, поскольку перемещение циклонов с Атлантики на ЕТР занимает немалое время, а подобная связь может характеризоваться некоторым запаздыванием, подтверждение выдвинутой гипотезы позволило бы с учетом таких связей осуществить прогнозирование случаев возникновения в соответствующих регионах ЕТР условий, которые будут способствовать образованию засухи при возникновении над ними блокирующего антициклона.

Целью данной работы является проверка адекватности выдвинутой гипотезы и выявление таких условий. Информация обо всех барических гребнях, которые существовали в течение 1 суток и более в Северном полушарии на протяжении периода с

1.01.1899 г. по 31.12.2015 г. может быть получена из (Колебания циркуляции…) согласно типизации атмосферной циркуляции по Дзердзеевскому (Дзердзеевский, 1968). Поэтому для достижения указанной цели среди всех выявленных в весенние месяцы в атлантическом секторе барических гребней установлены те, длительность существования которых превосходила 2 суток. Для них рассчитаны значения их суммарной продолжительности для каждого весеннего месяца. Также выявлены регионы ЕТР, где межгодовые изменения среднемесячных значений их средних поверхностных температур и месячных сумм атмосферных осадков значимо коррелированы с вариациями суммарной продолжительности арктических вторжений той или иной длительности.

Установлено, что значимая положительная корреляция межгодовых изменений среднемесячных поверхностных температур многих регионов Северо-Кавказского, Южного, Центрального Федерального округа и Поволжья в апреле и мае существует с вариациями суммарной продолжительности арктических вторжений длительностью 3-7 суток в атлантическом секторе, которые опережают их на 1-2 месяца. С теми же факторами выявлена значимая отрицательная корреляция межгодовых изменений месячных сумм атмосферных осадков, которые выпадают в указанные месяцы в тех же регионах ЕТР.

Таким образом, доказано, что выдвинутая гипотеза адекватна для арктических вторжений в атлантическом секторе, длительность которых составляет 3 и более суток. Наиболее существенно влияют на риск возникновения засух в регионах ЕТР арктические блокинги длительностью 5 суток и более.

Анализ временных рядов межгодовых изменений суммарной продолжительности арктических вторжений различной длительности, которые происходили в атлантическом секторе в весенние месяцы, показал, что в период 1998-2015гг. рассматриваемым процессам были свойственны устойчивые тенденции к увеличению их значений. Последнее свидетельствует о том, что происходившее в выявленных регионах ЕТР на протяжении последних десятилетий повышение рисков возникновения весенне-летних засух в ближайшие годы может продолжиться.

Список литературы:

Дзердзеевский Б.Л. 1968. Циркуляционные механизмы в атмосфере Северного полушария в XX столетии//Материалы метеорологических исследований. Изд. ИГ АН СССР и Междувед. Геофиз. Комитета при Президиуме АН СССР. М. 240 с.

Мохов И.И., Акперов М.Г., Прокофьева М.А. 2013. Блокинги в Северном полушарии и Евро-Атлантическом регионе: оценки изменений по данным реанализа и модельным расчетам //Доклады Академии наук, т. 449, №5, С. 1-5.

Семёнова И.Г. 2013. Роль процессов блокирования в формировании засух на Украине // Труды ГГО им. Воейкова, вып. 569, с. 124-136.

Колебания циркуляции атмосферы Северного полушария в XX – начале XXI века [Электронный ресурс] / Режим доступа: http://www.atmospheric-circulation.ru

КЛИМАТИЧЕСКИ ОБУСЛОВЛЕННЫЕ И АНТРОПОГЕННЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ СТОКА И ВОДНОГО РЕЖИМА АРКТИЧЕСКИХ РЕК РОССИИ

Н.Л. Фролова, Д.В. Магрицкий, С.А. Агафонова, М.И. Карашова, М.Б. Киреева, А.А. Мироненко

МГУ имени М.В. Ломоносова, географический факультет
РФ, 119899, г. Москва, 119899, Москва, ГСП-1, Ленинские Горы, 1,frolova_nl@mail.ru

Сток воды арктических рек определяет формирование и перемещение всех других вещественных потоков в речных системах, величину энергии, экстремальные состояния режима рек и береговых зон шельфовых арктических морей. В ходе многолетних и комплексных исследований удалось выявить пространственно-временные закономерности стока воды рассматриваемых рек, оценить его основные характеристики и их изменчивость, показать роль естественных и антропогенных факторов.

Суммарный сток всех рек в арктические моря России, по оценкам авторов, приблизительно равен 2750 км^3/год. Распределение этого стока по длине арктического побережья характеризуется большой неоднородностью. Около 58% водных ресурсов приходится на сток трех крупнейших рек страны – Енисея (632 км^3 год$^{-1}$, по состоянию на 2013 г. включительно), Лены (550 км^3 год$^{-1}$) и Оби (408 км^3 год$^{-1}$), 31 % – еще на 16 больших рек, и 11 % – приблизительно на 1500 средних и малых рек. То есть почти весь приток речных вод (~89 %) в арктические моря России обеспечивают 19 больших рек.

Главная особенность многолетних колебаний стока воды большинства арктических рек – его увеличение с 1980-х годов. Оно обусловлено изменениями климатических условий формирования стока с конца 1970 – начала 1980-х годов (Алексеевский и др., 2015; Джамалов и др., 2015). Средний сток Северной Двины, Печоры, рек Обского Севера, Енисея, больших рек водосбора моря Лаптевых и западной части водосбора Восточно-Сибирского моря увеличился в 1976–2013 гг. (в сравнении с показателями базового периода – 1936–1975 гг.) в среднем на 5–10 %. У ряда рек, например Печоры, Лены и Колымы, явное увеличение стока отмечено в последние 10–15 лет. В низовьях Оби, наоборот, увеличение сменилось в XXI в. стабилизацией и даже снижением стока воды. Причинами подобной тенденции могут быть: расположение большей части бассейна Оби в южных, засушливых широтах и (под влиянием потепления) увеличение потерь стока на испарение; рост водопотребления на территории Китая, Казахстана и Российской Федерации.

Внутригодовая структура изменений годового стока воды у разных рек неодинакова. В низовьях Северной Двины, Печоры, рек Обского Севера, Оленёка и Лены увеличение стока обусловлено повышением водности почти во все сезоны года. У незарегулированных рек сток весенне-летнего половодья увеличился на 2–10 %. Меньше всего этот показатель у р. Мезени (1,0%). Водность летне-осеннего периода особенно возросла в низовьях и устьях рек восточной части водосбора Карского моря и западной части водосбора моря Лаптевых, а также Яны и Индигирки (на 40-45 %) и в меньшей мере у Северной Двины (8,4 %), Печоры (4,2 %), Пура (2,1 %), Лены (4,2 %) и Колымы (13,1 %). Почти у всех рек, за исключением Оленёка, Яны и Индигирки (следствие очень малых значений зимних расходов воды в реках этого региона и низкой точностью исходных данных), особенно положительной была динамика зимнего стока. Заметное повышение водности зимней межени отмечено у Северной Двины, Печоры, Оби, рек Обского Севера и западной части водосбора моря Лаптевых (7–20 %) и особенно у Енисея, Лены и Колымы – 69, 43 и 166 % соответственно. Увеличение зимнего стока Оби, Енисея, Лены и Колымы – следствие влияния не только климатических факторов, но и искусственного регулирования стока этих рек и их притоков (Алексеевский и др., 2015). Эксплуатация крупных водохранилищ послужила важным фактором уменьшения водности Енисея и Колымы в весенне-летний и осенний сезоны. В замыкающем створе Енисея (пост Игарка) расходы воды в ноябре–марте

и апреле после 1970 г. составили 158 и 213 %, а в мае–июле – 92 %, августе–октябре – 86 % их значений в 1936–1961 гг. На посту Среднеколымск расходы воды Колымы в ноябре–апреле составили после 1992 г. 334 %, в мае–июне 92, июле–октябре 92 % их значений в 1948–1980 гг., т. е. до пуска первой очереди Колымского гидроузла. В целом водохозяйственные мероприятия и гидротехническое строительство на водосборах не повлияло на среднемноголетний сток арктических рек в их устьях. Но межгодовое и особенно сезонное регулирование стока прослеживается на значительном расстоянии от крупных водохранилищ, достигая низовьев и даже дельт. Забор воды и водоотведение достигают заметных значений в бассейне Оби. Но даже значительные объемы общего (16 км^3 год$^{-1}$, без данных по Китаю) и безвозвратного (5,7 км^3 год$^{-1}$) изъятия воды в 1981–1990 гг. не превысили 3,9 и 1,4 % годового стока Оби в ее устье. В 1990-х годах и в первые годы XXI века по объективным причинам водопотребление в бассейнах арктических рек России сократилось в 1,5–2 раза (Магрицкий, 2008). В 2005–2013 гг. наибольший забор воды был в Мурманской обл. (1,8 км^3 год$^{-1}$) и Карелии, в бассейнах Северной Двины (0,63), Печоры (0,34), Оби (7,42 км^3 год$^{-1}$, без учета зарубежных показателей), Енисея (2,81) и Лены (0,27 км^3 год$^{-1}$). Объемы отведения сточных вод в реки были сопоставимы (за исключением бассейна Оби) с объемами изъятия водных ресурсов рек.

Изменения водного режима арктических рек продолжатся в XXI в. (Мелешко и др., 2008; Мохов и др., 2003 и др.) Сток арктических рек будет увеличиваться, что благоприятно скажется на их хозяйственном использовании. Изменения стока будут нарастать при переходе от западных и южных к северным и северо-восточным районам арктического региона, а также к рекам с большей площадью водосбора в высоких широтах. К середине XXI в. относительное увеличение водных ресурсов Северной Двины, Печоры, Оби, Енисея и Лены может составить 4-14 % и больше. Особенно значительно увеличится сток зимнего сезона и, в первую очередь, у рек водосборов Белого и Баренцева морей.

Прогнозируемое увеличение стока повысит вероятность формирования экстремально больших расходов воды в весенне-летний период и соответственно опасность наводнений в низовьях и дельтах арктических рек.

Исследование выполнено при финансовой поддержке РНФ (проект № 14-17-00155).

Список литературы:

Алексеевский Н.И., Магрицкий Д.В., Михайлов В.Н. 2015. Антропогенные и естественные изменения гидрологических ограничений для природопользования в дельтах рек Российской Арктики. - Водное хозяйство России, № 1, с.14–31.

Джамалов Р.Г., Фролова Н.Л., Киреева М.Б. и др. Современные ресурсы подземных и поверхностных вод Европейской части России: Формирование, распределение, использование. – М., ГЕОС,:315 с.

Магрицкий Д.В. 2008. Антропогенные воздействия на сток рек, впадающих в моря Российской Арктики. - Водные ресурсы, т. 35, № 1, с. 1–14.

Мелешко В.П., Катцов В.М., Мирвис В.М., Говоркова В.А., Павлова Т.В. 2008. Климат России в XXI веке. Часть 3. Будущие изменения климата, рассчитанные с помощью ансамбля моделей общей циркуляции атмосферы и океана CMIP3 - Метеорология и гидрология, № 9, с. 5–21.

Мохов И.И., Семенов В.А., Хон В.Ч. 2003. Оценка возможных изменений гидрологического режима в XXI веке на основе глобальных климатических моделей. - Изв. РАН. Физика атмосферы и океана, т. 39, № 2, с. 150–16

THE TRAJECTORY OF HURRICANE "MATTHEW" AND EARTHQUAKE

B. Mavashev

The Historical Center of Science and Education of repatriates, Nature Museum, Mohliver St. 6, Jerusalem, boris0939@013net.net

In the light of the global climate change, the article examines the relationship between the formation of a hurricane "Matthew" and earthquakes. The human and natural factors increasingly affect the weather, the climate are not changing for the better. According to the World Meteorological Center in 2016, a new record was broken for raising the concentration level of the greenhouse gas carbon dioxide in the atmosphere - 400 ppm. Satellite observations in the current year showed a record reduction of the ice cover in the Arctic. The cause of climate change lies not only in the record levels of greenhouse gases, but also in natural gases, including the seismic tectonic activity on the planet.

Keywords: hurricane, global warming, climate change, greenhouse gases, earthquakes.

Introduction. In the last 10 years, the hurricane "Matthew" turned out to be one of the greatest cataclysms in South America. The trajectory of the movement of the hurricane is shown in Fig.1. [1]. It was the 14th index number in the season, and it emerged on 22 September 2016 near the western coast of Africa as a tropical cyclone tempest and in a trade-wind it crossed the Atlantic, soon strengthened by the warm waters of the Caribbean water basin. According to communications of the USA Center for observing the hurricanes [1], at the northern cost of Columbia, the tempest reached the highest, the 5th category danger category according to the Sapphire-Simpson scale. The wind velocity within the hurricane reached up to 250 km/h. The authorities of Columbia declared the Red danger level. By the torrential rains and inundations in the country ways, bridges and houses were destroyed. One human being died. Mexico and other Latin American countries suffered from the passing of the national disaster. In Mexico 11 people were killed by the hurricane "Matthew"

After reaching the northern coast of Columbia, the hurricane having weakened somewhat changed its direction to the north, and on October 3 and 4 attacked Jamaica, the eastern part of Cuba, and Haiti. The main blow of the disaster attacked Haiti- the poorest country of the region that had not as yet recovered from the destructive earthquake of 2010 with a magnitude of 7.5. The number of victims in Haiti of the hurricane "Matthew" reached almost 1000 people. Later, moving to the Bahama islands, weakened to 2nd danger category, and on October 9-10 it began to advance to the northeast of the USA. Because of the hurricane 1.5 million people were evacuated in Florida, North and South Carolina, Georgia, and Kentucky. The number of victims in the USA reached up to 40 people.

Materials and methods. Until recently it was considered that weather processes are not at all connected with earthquakes. Many investigations by the author [2, 3, 4, 5] over many years , as well as the accumulated enormous and statistically processed materials testify to the close correlation between seismic and meteorological processes. As a rule, hurricanes, typhoons, droughts, inundations, temperature anomalies of the air preceded and are concomitant with the earthquakes. One cause of global warming is the increased seismic activity on earth. Weather anomalies preceded were preceded by catastrophic earthquakes in Armenia (1988), Turkey (1999), Indonesia (2004), Haiti (2010), Japan (2011), Nepal (2015) and many others. It is known that many earthquake centers are timed to faults in the earth crust and according to the diffusion dilatation model, the volume of the earth rock is expanded and the earth surface is enlarged in the epicenter zone. With an increasing of an elastic deformation in the hearth of the enlarged in the epicenter zone. With an increasing of an elastic deformation in the hypocenter of the earthquake, the temperature of the mountain rocks is increased, and in them there occurs an avalanche development of microscopic cracks. This process also arrives at the earth surface. As a result, the level of underground water is changed, and also the temperature of the underground waters, the concentration level of the emanation of radon, of greenhouse gases - of carbon dioxide, of

methane is increased, the albedo of solar radiation is decreased. And at the expense of an additional inflow of heat energy from the hypocenter of the earthquake, the earth surface is heated, the temperature of sea water and of the atmospheric air is increased. All this is leading to considerable changes in the circulation processes in the atmosphere [6, 7, 10]. Scientists from the university of Bremen also arrived at the conclusion that earthquakes, by raising greenhouse gases from the depth of the earth crust, above all, of methane gas which has a greenhouse effect that is 20 times higher than carbon dioxide are conducive to global climate warming [8]. Great deposits of these gases are concealed in an eternal permafrost layer in Siberia and Alaska, and also on the bottom of the world ocean and of seas in the form of methane ice, of hydrates. It must be highlighted that the destructive hurricanes ("Catherine", "Rita") in 2005 in the south of the USA, as well as the hurricane "Sandy" in 2012 also emerged in the basin of the Caribbean Sea and came down not only on the countries of the basin, but also in the South and East of the USA, preceded a steep increase of seismic activity in the region. The advance of the hurricane "Sandy" along the eastern coast of the USA was accompanied by a series of underground shocks and earth tremors [4].

The origin and forming of the hurricane "Matthew" is a visual example and proof of large scale climate changes and of the influence of the seismic- tectonic activity on the entire territory of the movement of the hurricane from the beginning to the end. As was noted, the hurricane "Matthew" emerged on 22 September 2016 as a tropical cyclone storm at the coasts of Western Africa. This was favored by two earthquakes which took place on 28 September with a magnitude of 4.6 and 4.9 (Fig. 2 and 3) in the region. Later on, on the way of the movement of the hurricane in the Atlantic, earthquakes took place on 3 October 2016 with a magnitude of 4.8; on 5 October 2016 with a magnitude of 5.7 (Fig. 4, 5). The advance of the "Matthew" in the Caribbean basin, with the highest speed was accompanied by seismic activity with various power. A series of earthquakes with a magnitude until 4 took place at the northern coast of Columbia. The strongest earthquakes took place on 27 and September 2016 with a magnitude of 4.9 and 5.0 in Nicaragua, on 30 September 2016 with a magnitude of 4.9 and 5.0 accordingly in Ecuador and in the east of Cuba (Fig. 6)[9]. (Remark: the data about the events are borrowed from the American Geological Service, USGS). On 30 September 2016 the eruption of the volcano "Colima" took place in Mexico. After reaching the maximum 5th category, the hurricane "Matthew" changed its direction to the north almost by 90 degrees. What force is this which influenced the change in the direction of the hurricane wind? It was remarked that on 30 September 2016 in the east of Cuba an earthquake took place with a magnitude of 5. Research works have shown a change in the wind regime some days before the earth shock [2, 6, 7], in this case, 1 to 2 days before it. As a rule, south winds prevailed. The cause is concealed in bigger forces hidden in the seismological energy which was revealed at the final stage in the preparation of the earthquake. As a result of heating the environment, an additional energy supply occurred to the destructive hurricane which turning to the north attacked Jamaica, Haiti, and the eastern part of Cuba.

Conclusion. Thus seismic energy is transformed to changes in the atmospheric circulation. The trajectory of the movement of hurricanes , in particular, of the hurricane "Matthew" depends on and is determined by the epicenters of earthquakes which promoted the emergence and forming of the hurricane and coincides with the line connecting the epicenters of earthquakes. The consideration of the emergence and formation of hurricanes, typhoons, and other weather cataclysms in the interconnection with earthquakes allows to consider these questions from another viewpoint and will help to positively solve the problem of forecasting the earthquakes and weather anomalies. When compiling synoptic maps for weather forecasts it is necessary to take into account the seismic activity in the region.

REFERENCES

1. Hurricane "Matthew" 2016, Wikipedia, Monitoring Center for hurricanes in the US, 2016, Hydrometeorological Center of Russia, 2016
2. Mavashev B., About interrelation between Meteorological and Seismic-Tectonic Processes and Earthquakes Prediction, 13th Annual Meeting Israel Mineral Science and Engineering Association Zichron Yacov, 154-167, and on the Book, Jerusalem, 3-103, 1996
3. Mavashev, B., Weather Anomalies and Earthquakes, Annual Meeting of Repatriate Science, Academy of Israel, Jerusalem Poster Papers and Engineering Center Immigrants Sharon Ideas, Project and Technologies, Hadera 3880,Israel 4, 74-59,2003,2005
4. Mavashev B., Mavashev I., Hurricane "Sandy' and Earthquakes", Scientific electronic Journal "Economics and ecological management" No 2, Sankt-Petersburg,1-4, 2013
5. Mavashev B., Global warming of the climate and earthquake prediction, 35th General Assembly of the European Seismological Commission, Trieste, Italy, 2016
6. Mavashev B., The quantum physics paradox and earthquakes, Engineering Center Immigrants Sharon, Idea, Project and Technologies, Hadera, 6, 19-20, 2006
7. Mavashev B., 50 years of the Tashkent earthquake and the prediction of the subterraneous disasters, the Book, The Historical Museum in Jerusalem, 3-83, 2016
8. Fisher D., et al., Subduction zone earthquake as potential trigger of the submarined hydrocarbon seepage journal "Nature Geoscience" 6, 647- 651, Bremen Center MARUM, 2013
9. USGS-The US Geological Survey
10. Mavashev B., Method for earthquake prediction, Patent application No 16790/2,
Israel, and ECOST, 10th Annual ecological immigrant conference Jerusalem, 75-79, 2004, 2007

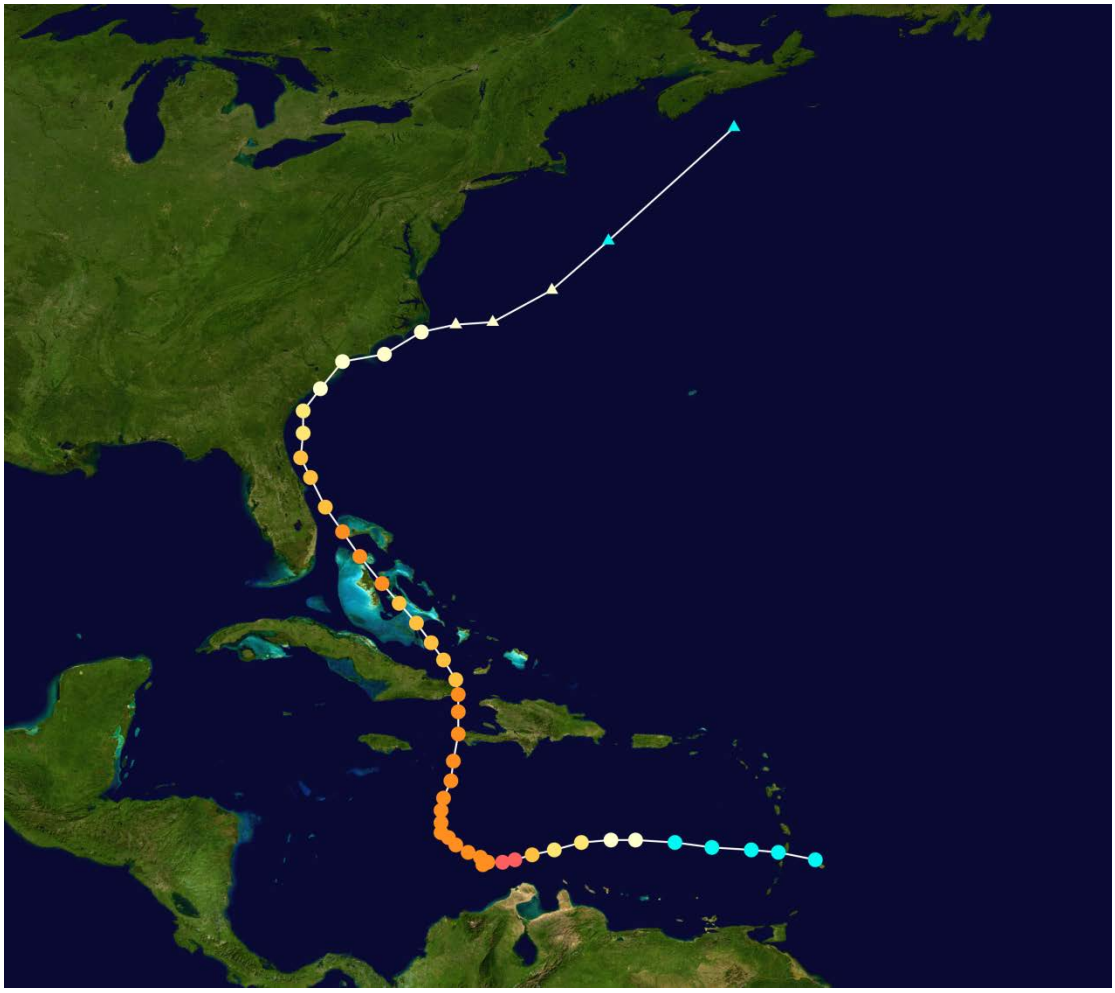


Fig. 1. The trajectory of the movement of hurricane "Matthew" [1]

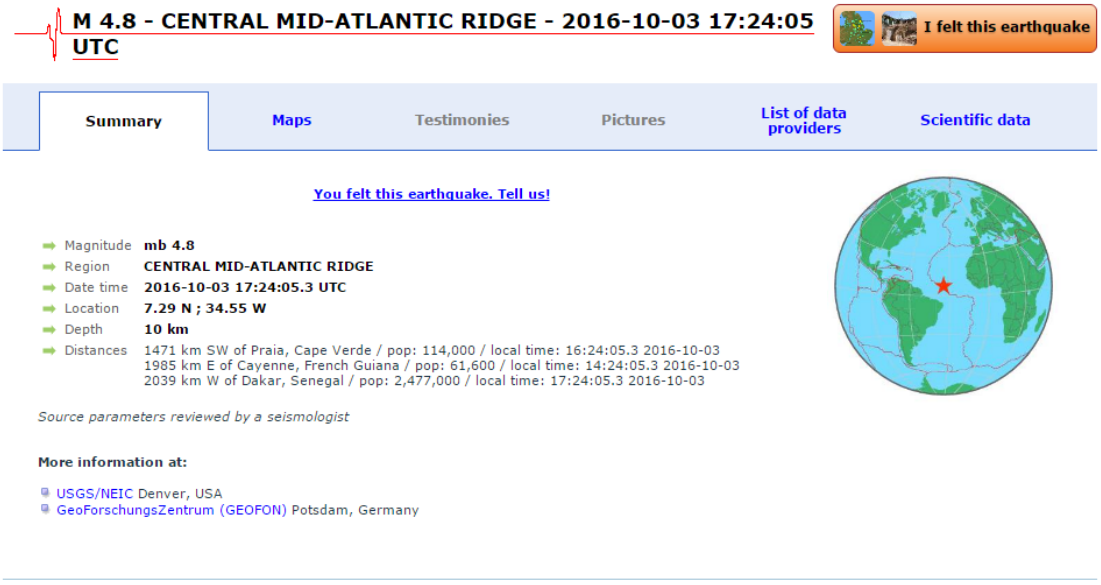


Fig. 2.



Fig. 3.

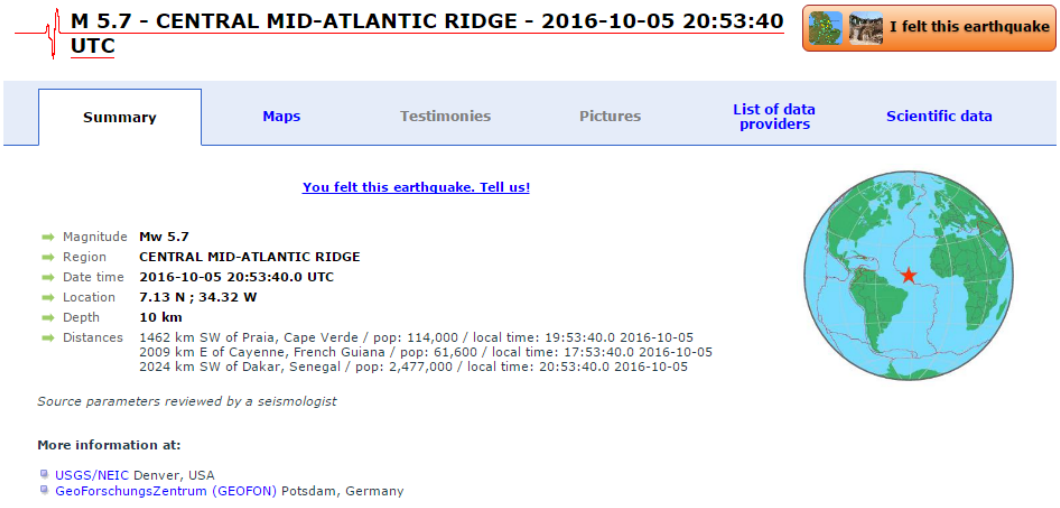


Fig. 4.


M 5.0 - CUBA REGION - 2016-09-30 23:06:48 UTC
I felt this earthquake
Summary
Maps
Testimonies
Pictures
List of data providers
Scientific data
You felt this earthquake. Tell us!
Magnitude mb 5.0
Region CUBA REGION
Date time 2016-09-30 23:06:48.4 UTC
Location 19.90 N ; 74.32 W
Depth 10 km
Distances 257 km NW of Port-au-Prince, Haiti / pop: 1,235,000 / local time: 18:06:48.4 2016-09-30
97 km E of Guantánamo, Cuba / pop: 273,000 / local time: 19:06:48.4 2016-09-30
53 km S of Baracoa, Cuba / pop: 48,400 / local time: 19:06:48.4 2016-09-30
Source parameters reviewed by a seismologist
More information at:
USGS/NEIC Denver, USA
GeoForschungsZentrum (GEOFON) Potsdam, Germany

Fig. 5.

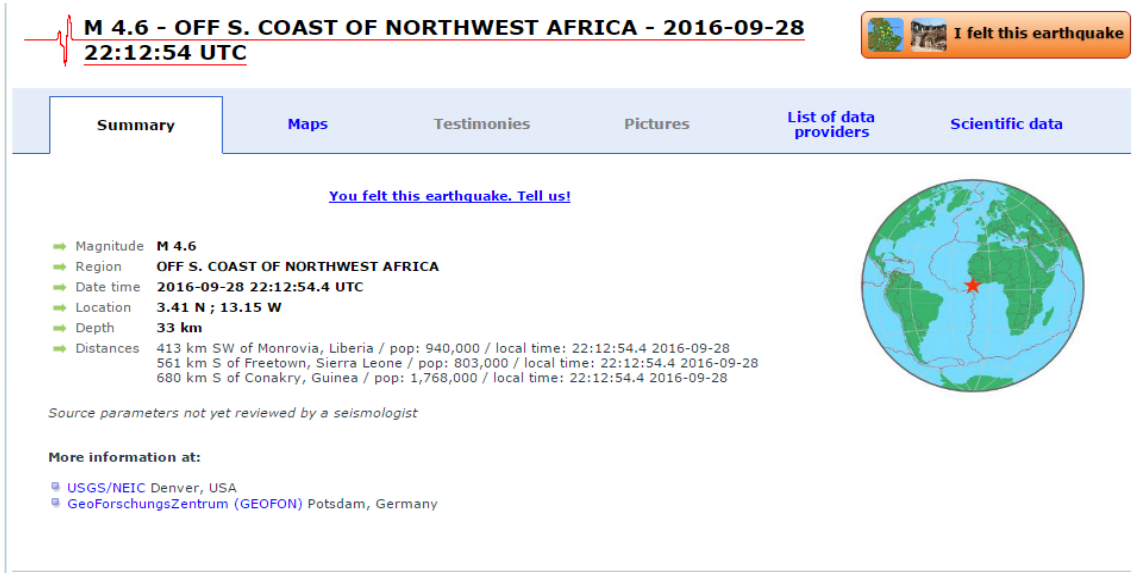

M 4.6 - OFF S. COAST OF NORTHWEST AFRICA - 2016-09-28 22:12:54 UTC
I felt this earthquake
Summary
Maps
Testimonies
Pictures
List of data providers
Scientific data
You felt this earthquake. Tell us!
Magnitude M 4.6
Region OFF S. COAST OF NORTHWEST AFRICA
Date time 2016-09-28 22:12:54.4 UTC
Location 3.41 N ; 13.15 W
Depth 33 km
Distances 413 km SW of Monrovia, Liberia / pop: 940,000 / local time: 22:12:54.4 2016-09-28
561 km S of Freetown, Sierra Leone / pop: 803,000 / local time: 22:12:54.4 2016-09-28
680 km S of Conakry, Guinea / pop: 1,768,000 / local time: 22:12:54.4 2016-09-28
Source parameters not yet reviewed by a seismologist
More information at:
USGS/NEIC Denver, USA
GeoForschungsZentrum (GEOFON) Potsdam, Germany

Fig. 6

МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ ПРИ АРИДИЗАЦИИ КЛИМАТА

И.М. Яшин, И.И. Васенев, С.Р. Рамазанов, Т.М. Джанчаров
кафедра экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; e-mail – ivan.yashin2012@gmail.com

Мониторинг экологического состояния аграрных, пойменных, степных и лесостепных экосистем в учхозе РГАУ-МСХА «Муммовское» Аткарского района Саратовской области проводится нами с 2006 г. Выявлены глобальные факторы, обусловливающие эволюцию черноземов и сукцессии растительных сообществ**:** *аридизация климата, засухи, пожары*. В почвах аграрных экосистем отмечены локальные факторы эволюции черноземов. На плакорах долины реки Большой Колышлей (приток р. Медведицы) установлена гибель фаций берез и дуба. Причины данного явления исследуются нами, но остаются неясными.

Объекты и методы исследований. Были изучены некоторые фации - в пойме р. Б. Колышлей, в степи, на опушке дубравы (плакор), в полевых и сенокосных ландшафтах - на надпойменных террасах реки, а также чернозёмы выщелоченные и обыкновенные, лугово-чернозёмные грунтово-глееватые почвы и солонцы автоморфные. В работе использованы методы экологических исследований (И.М. Яшин, И.И. Васенев, 2015).

Результаты и их обсуждение. Почвоведы всегда уделяли большое внимание генезису черноземов. Обстоятельную монографию по черноземам Саратовской области издал Н.И. Усов (1947). Через 10 лет И.С. Кауричев и Н.Н. Поддубный охарактеризовали черноземы учхоза «Муммовское» с агрономических позиций. Однако экологические риски и процессы деградации черноземов ими не рассматривались. В то же время Агрохимической службой уделяется внимание оценке свойств пахотного горизонта, хотя такая информация не может объяснить нативные процессы эволюции черноземов. В то же время вопросы деградации почв (и гумусовых веществ) очень актуальные в связи с глобальной аридизацией климата степных ландшафтов Среднего Поволжья. В 2010, 2014, 2015 гг. здесь были отмечены изнуряющие засухи, масштабные пожары и очень низкая урожайность культур, а летом 2016 г. - длительное задымление атмосферы. Дым от пожаров включает тонкодисперсные частицы золы, сажи. А они содержат и суперэкотоксиканты – диоксины, которые попадают в почвы и биоту. В «плужной подошве» почв могут формироваться продукты жизнедеятельности плесневых грибов – микотоксины. С этой целью нами были заложены в нескольких профилях черноземов (под разные горизонты) сорбционные лизиметры с сорбентами и чистым кварцевым песком.

Глобальная аридизация климата в регионе является фактором, «запускающим» цепочку локальных почвообразовательных процессов в черноземах. Установлено, что это иссушение верхних горизонтов почв, восходящая миграция солей из близко залегающих засоленных пород (0.7-2,3 м) за счет гидротермического и концентрационного градиентов, декальцирование катионами натрия ионов кальция, щелочная пептизация коллоидов почв и формирование миграционно способных *гуматов и фульватов натрия*, которые в сезоны дождей выщелачивались из верхних горизонтов. Уместно заметить, что нам удалось на основе результатов модельных лабораторных опытов уточнить категоричное суждение П.А. Костычева о том, что гумусовые вещества и их соли вообще не могут мигрировать в черноземах. Специалисты долго так и думали, пока не провели лизиметрические опыты.

В докладе представлена фактическая информация о динамике физико-химических свойств некоторых типов черноземов и их деградации, результаты модельных опытов по влиянию катионов натрия на формирование и водную миграцию гуматов и фульватов натрия (И.М. Яшин, И.И. Васенев, Т.М. Джанчаров и др., 2012).

Экологические функции гуматов и фульватов натрия пока в полной мере не исследованы,

* Работа выполнена при поддержке грантов **РФФИ**, а также Президента РФ.

но они явно *негативны для деревьев*, поскольку раскопки показали, что крупные корни залегают не в «плодородном» горизонте **A_1,** а в иллювиальном – гор. В.Из-за дефицита в почве доступной влаги и щелочной реакции фации берез и дуба легко повреждаются вредителями и болезнями. В гибели древесных фаций не исключена *аллелопатическая роль водорастворимых органических веществ (ВОВ), выделяемых микроорганизмами, лишайниками, а также сообществами степных трав (полыни, типчака, ковыля, душицы), адаптированных к аридным условиям и сформировавших везде плотный травянистый покров, в том числе и под деревьями.* Листового древесного опада стало очень мало, а мобилизуемые из него ВОВ слабо влияют на степные травы, создавших густую дернину, наподобие плотного войлока.

При изучении морфологии черноземов в фации засохших берез выявлен процесс деградации почвенных минералов *иллювиального горизонта и формирования песчаных белесых слоев*. На наш взгляд, минералы иллювиального горизонта, поглощая катионы Na^+ при восходящей миграции солей, защищают некоторое время от деградации вещества гор. A_1. Но со временем горизонт «B_t» *трансформируется*. Подобные белесые слои и были отмечены нами летом 2016 г., под мощным гумусовым горизонтом, в фации погибших берез. *Гибель деревьев не связана с достижением березовой экосистемой стационарного состояния, за которым следует естественная стадия деградации.* При почвенном картировании такие белесые горизонты являются «*маркерами*» современной деградации черноземов в солонцы черноземные, а затем в непочвенные образования. На стационарной площадке, в ненарушенной фации дуба, иллювиальный горизонт *чернозема пока не нарушен*. Здесь отмечено много крупных корней. А в гумусовом горизонте их почти нет. С агрономической точки зрения гор. A_1 – самый плодородный. А корней здесь почти нет. Причем с иллювиальным горизонтом контактирует засоленная песчаная желтоватая порода с включением белесого щебня опок. После деградации *продуктов щелочного гидролиза* горизонта **B_t,** на их месте накапливается белесый песок.

Аккумуляция песка при деградации почв субтропиков рассматривалась, в частности, И.М. Яшиным еще в 1979-1980 гг., когда он работал в почвенно-экологической экспедиции в Ливии. Л.Л. Шишов руководил изысканиями по трем ландшафтным объектам Ливии – Триполитания, Сиртика и Бенгази. Затем И.М. Яшин, Л.Л. Шишов и другие специалисты написали 2 монографии, которые были изданы на английском языке. Уже тогда обсуждались причины формирования песчаных субстратов, песчаных пустынь.

Нами также установлено, что при осолонцевании выщелоченных черноземов, после формирования мигрантов (гуматов и фульватов натрия), следующей стадией трансформации продуктов дегумификации - после длительных засух, пожаров - является биодеградация молекулярных структур гуматов и фульватов натрия *с высвобождением низкомолекулярных железо-органических комплексных соединений*. При их нисходящей миграции органические вещества биодеградируют, при этом формируются слои оксидов и гидроксидов железа ввиде цветных хроматограмм в белесом кварцевом песке древнего аллювия речных террас. Гидрогели гидроксидов Fe являются сорбционными барьерами миграции для ионов тяжелых металлов и некоторых микроэлементов, что было подтверждено экспериментальными данными.

Гидрохимический состав грунтовых вод лугово-черноземной почвы (в пойме реки) и вод реки Большой Колышлей, отобранных в мае 2016 г., отличается высокой концентрацией ионов кальция и ВОВ, а концентрация ионов Fe(III) - повышенная вследствие глубокой трансформации и водной миграции низкомолекулярных компонентов гуматов и фульватов натрия деградированных черноземов. В почвообразующих и подстилающих породах речных террас отсутствуют карбонатно-кальциевые сорбционные барьеры миграции. Данный вопрос требует дальнейшего экспериментального обоснования на основе эко-геохимической безопасности и оценки качества поверхностных вод с биогеохимических позиций.

ОБ ИСПОЛЬЗОВАНИИ ПРИКЛАДНЫХ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИНДЕКСОВ «СУММА АКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР" И "СУММА ЭФФЕКТИВНЫХ ТЕМПЕРАТУР» ДЛЯ ОЦЕНКИ РАСПРОСТРАНЕНИЯ ВОЗБУДИТЕЛЕЙ БОЛЕЗНЕЙ ЧЕЛОВЕКА

В.В. Ясюкевич[1,2], И.О. Попов[1], Е.Н. Попова[1,2], Н.В. Ясюкевич

[1] Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, *v1959@yandex.ru

[2] Институт географии РАН,РФ, 109017 Москва, Старомонетный пер., 29

Для математического моделирования климатических ареалов различных организмов, в том числе и возбудителей болезней, используются прикладные климатические индексы: среднемесячная температура января и июля (самый холодный и теплый месяцы года), среднегодовая температура, годовая сумма осадков. Далеко не последнее место в этом перечне занимают суммы активных и эффективных температур. Сущность этих понятий ясна из определений и схематического рисунка (рис. 1).

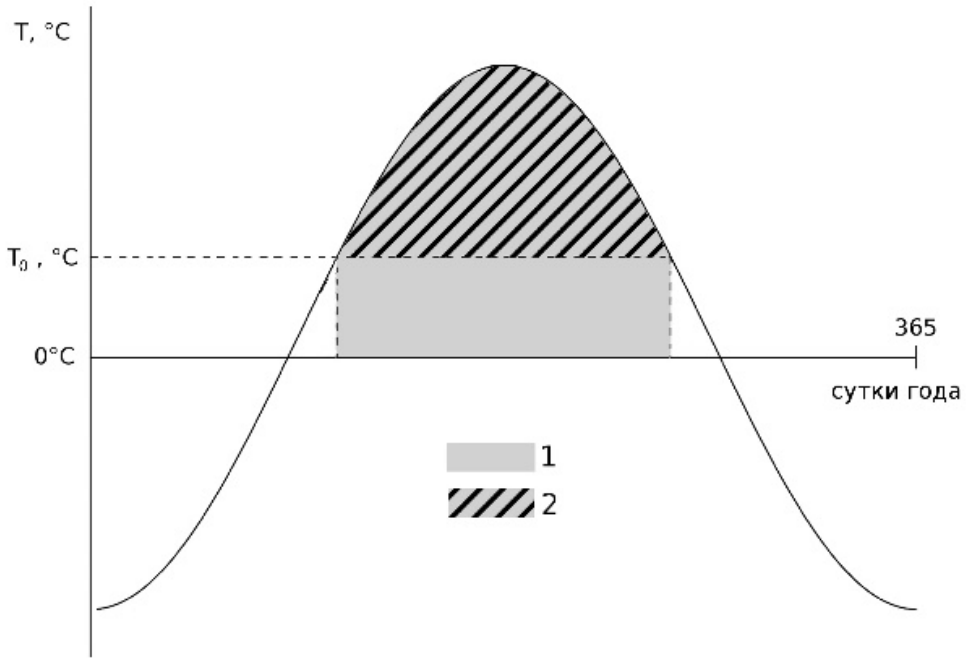


Рис. 1. Сумма активных (1) и эффективных (2) температур. T_0 – пороговое значение температуры

Сумма активных температур – сумма за выбранный период времени ***средних суточных значений*** температуры воздуха или почвы, превышающих заданное пороговое значение. Численно равна площади под кривой, обозначенной серым цветом.

Сумма эффективных температур – сумма за выбранный период времени ***превышений средними суточными значениями*** температуры воздуха или почвы заданного порогового значения. Численно равна площади под кривой, обозначенной штриховкой.

В нашей многолетней практике мы также использовали эти климатические индексы для моделирования ареалов возбудителя малярии (Ясюкевич, 2004), переносчиков возбудителей болезней человека (Попов, 2016), лесных (Ясюкевич, 2014а, б) и сельскохозяйственных (Попова, Попов, 2013) вредителей. При анализе литературных источников в ходе подготовки и выполнении этих и ряда других наших работ мы многократно сталкивались с тем, что авторы используемых публикаций не различают

понятия «сумма активных температур» и «сумма эффективных температур», подменяя одно другим или смешивая их.

Ограниченный объем тезисом позволяет проанализировать только один пример. В работе С. Е. Смирновой (2006) приводится глобальный анализ распространения геморрагической лихорадки Крым-Конго. Автор приходит к выводу, что северная граница нозоареала этого заболевания проходит в Евразии по линии Венгрия − Донецкая область − Астраханская область − озеро Балхаш по изотерме суммы эффективных температур 3000°С при пороговом значении 10°С. Далее автор указывает, что такая сумма температур составляет в европейских очагах и предгорных зонах азиатской части бывшего СССР 2800 − 3000°С, а в пустынях и полупустынях стран Центральной Азии (Таджикистан, Туркменистан, Узбекистан, Кыргызстан и Казахстан) − 4000 − 5860°С.

Мы выполнили соответствующий расчет для суммы температур ≥3000°С при пороговом значении 10°С (рис. 2). Легко видеть, что зона, где сумма эффективных температур ≥3000°С при пороговом значении 10°С расположена только в южной части Республики Туркменистан по границе с Ираном и Афганистаном. Аналогичные расчеты для суммы температур ≥3500°С показали, что зона, где была бы такая сумма эффективных температур, на территории бывшего СССР отсутствует.



Рис. 2. Распределение зон с суммой активных (1) и эффективных (2) температур ≥3000°С при пороговом значении 10°С; 0 − сумма активных температур <3000°С.

Таким образом, автором допущена методическая ошибка − понятия «сумма активных температур», которое действительно применимо для описания нозоареала заболевания, использовано понятие «сумма эффективных температур».

Список литературы

Попова Е. Н., Попов И. О. 2013. Климатические факторы, определяющие границы ареалов вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных растений, и расчетные методы оценки изменения ареалов при изменении климата. − В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. XXV, М.: ИГКЭ, с. 177–206.

Попов И. О. 2016. Климатически обусловленные изменения аутэкологических ареалов иксодовых клещей *ixodes ricinus* и *ixodes persulcatus* на территории России и стран

ближнего зарубежья. Диссертация на соискание ученой степени кандидата биологических наук. М.: ФГБОУ ВО РГАУ − МСХА им. К. А. Тимирязева. 112. с.

Смирнова С. Е. 2006. Мировой ареал вируса крымской-конго геморрагической лихорадки. − Бюллетень сибирской медицины, Приложение 1, с. 79−87.

Ясюкевич В. В. 2004. Прогноз распространения малярии на территории России в первой четверти XXI века. − Мед. паразитол. и паразитарн. болезни, № 2, с. 31−33.

Ясюкевич В. В., Давидович Е. А., Титкина С. Н., Ясюкевич Н. В. 2014а. Изменения климата во второй половине XX – начале XXI веков и связанные с ними изменения климатообусловленных ареалов непарного шелкопряда и шелкопряда-монашенки на территории России и сопредельных стран. − Прикладная энтомология, т. 5, №1 (11), с. 38−46.

Ясюкевич В. В., Титкина С. Н., Попов И. О., Давидович Е. А., Ясюкевич Н. В. 2014б. Американская белая бабочка (*Hyphantria cunea Drury,* Arctiidae, Lepidoptera): некоторые особенности биологии и прогноз распространения в условиях меняющегося климата XXI века. Прикладная энтомология. − Прикладная энтомология, 2014, т. 5, № 2 (12)/2015, №1, С. 30−44.

АНОМАЛЬНЫЕ ХОЛОДА В НАЧАЛЕ 2017 ГОДА В ЕВРОПЕ И ЗЕМЛЕТРЯСЕНИЯ

Б.З. Мавашев

Центр науки и образования репатриантов, Музей природы, Мохливер 6, Иерусалим,
borism0939@gmail.com

Необычайно холодная погода установилась на значительной территории Европы в первой декаде января 2017 года. Холодные воздушные массы пришли из Скандинавии. По данным СМИ жертвами от переохлаждения в разных странах стали более 30 человек. На Балканах ударили 20-ти градусные морозы, в Риме замерзли фонтаны, на Крите и Сицилии выпал снег. Холодами охвачена вся Центральная, Южная и Юго-Восточная Европа. Заморозки в Афинах, до минус 7 градусов понизилась температура в Венеции. В Польше температура опустилась до минус 14-20 градусов, на юге Германии, в горных районах, температура воздуха упала до минус 26 градусов. В Мурманске ударили 40 градусные морозы. В Москве и области установились аномальные рождественские морозы, столбик термометра опустился до минус 35 градусов Цельсия. По данным метеорологов нынешняя зима в российской столице стала самой холодной за последние 120 лет. Из-за холодной погоды в Москве отменены 27 авиарейсов. Какова причина этих аномальных холодов?

Многолетними исследованиями показано (Борис Мавашев, 1967-2017) [1], что между сейсмическими и метеорологическими процессами существует тесная корреляционная связь. Как правило, погодные аномалии предшествуют и сопутствуют землетрясениям. Скачкообразные повышения температуры атмосферно- го воздуха фиксируются не только вблизи эпицентральных зон землетрясений, но также в удаленных от них больших расстояниях. Одна из причин глобального потепления климата является активизация сейс- мичности на планете.

Прошедший 2016 год, по данным Всемирного метеорологического центра, побил новый рекорд по повышению температуры атмосферного воздуха и уровня концентрации парникового углекислого газа в атмосфере Земли. Спутниковые наблюдения показали рекордное сокращение ледяного покрова в Арктике.

Причина климатических изменений, в частности, в Европе, кроется не только в рекордных показателях парниковых газов, но и в сейсмо-тектонической актив- ности. В 2016 году в Европе произошла серия землетрясений с магнитудой 5.0 и выше. Так, 25 января произошло несколько землетрясений магнитудой 6.3, 5.0, 5.3, 5.2, 5.0 в Гибралтарском проливе. Наиболее сильные повторные толчки произошли 27 и 31 января с магнитудой 4.9, 4.9, 22 февраля и 3, 12, 15 марта 2016 года - с магнитудой 5.1, 4.9, 5.2, 4.9, соответственно. Очаги всех этих землетрясений залегали на глубине 10-20 километров. Более слабые афтершоки периодически происходят по сей день. Новые сильные, разрушительные землетрясения в Центральной Италии, после 2009 года, произошли 24 августа 2016 года с магнитудой 6.2, 5.1, 5.5, а также 26 октября - с магнитудой 5.5, 6.1 и 30 октября - с магнитудой 6.5. Многочисленные повторные толчки достигли магнитуды до 4.9. Глубина зале- гания очагов этих землетрясений составила 4-10 км.

Самое мощное землетрясение в 2016 году в Румынии произошло 24 сентября с магнитудой 5.6 в 154 километрах к северу от Бухареста. Глубина очага землетрясения составила 81 км. Сильное землетрясение с магнитудой 5.8, при глуби- не очага 154 км, произошло 28 октября 2016 в Тиранском море. Серия подзем- ных толчков с магнитудой 5.0 и более в прошедшем году произошли в Греции, на западе Франции, Черном море, Азербайджане, Грузии, Турции, Ионическом море. Высокая сейсмическая активность с магнитудой до 5.0 также отмечена на западе Турции, в Греции, Кипре, Крите, Польше, Украине, Кавказе, Адриатическом море, на Балканах, Северной Атлантике.

Как известно, климат значительной части Европы, включая Центральную Россию,

преимущественно формируется под влиянием воздушных масс и циклонов с Атлантики, реже средиземноморскими циклонами, а также подвержен влиянию холодных воздушных масс, формирующихся над Северным Ледовитым океаном. Установившаяся в последние дни 2016 года аномальная теплая погода на территории Европы, так в Москве зарегистрирована плюсовая температура более 2 градусов Цельсия, сформировалась под влиянием теплых воздушных масс Атлантики. Такая теплая погода предшествовала трем землетрясениям с магнитудой 4.9, 5.0, которые произошли 2 января на Севере Атлантики и – 3 января 2017 года с магнитудой 4.8 (рис. 1-3) [2]. После этих землетрясений погода резко изменилась: на смену теплого атлантического циклона пришли с севера холодные воздушные массы и охватили в начале 2017 года Европу. Иллюстрацией доказательства связи погоды и землетрясений могут служить недавние повторные подземные толчки 18 января 2017 года, происшедшие в Центральной в Италии с магнитудой 5.6, 5.7, 5.3 и их многочисленные афтершоки (табл.) [2], которым сопутствовала аномальная погода с сильнейшим снегопадом. Высота снежного покрова в горах достигла 5 метров. Сход снежной лавины, вызванная землетрясениями, накрыла отель, в котором находились люди. По последним данным, число жертв под завалами разрушенного отеля сходом лавины достигло 29 человек. Таким образом, трансформация сейсмо-тектонической энергии в изменения атмосферных процессов, позволяет с новой точки зрения рассматривать вопросы зарождения и развития погодных катаклизмов.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Mavashev B., 50 years of the Tashkent Earthquake and the prediction of the subterranean disasters, the Book, The Historical Nature Museum in Jerusalem, 3-83, 2016
2. USGS – The US Geological Survey

Fig. 1.

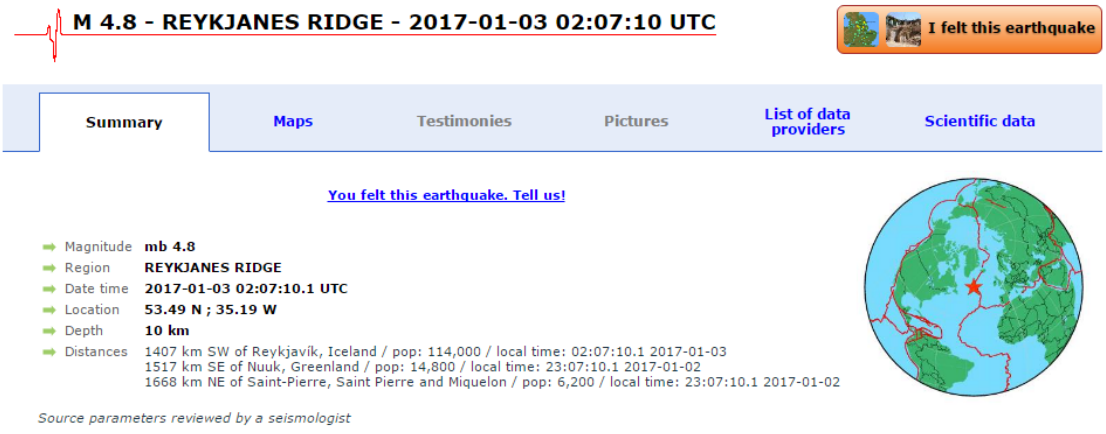


Fig. 2.

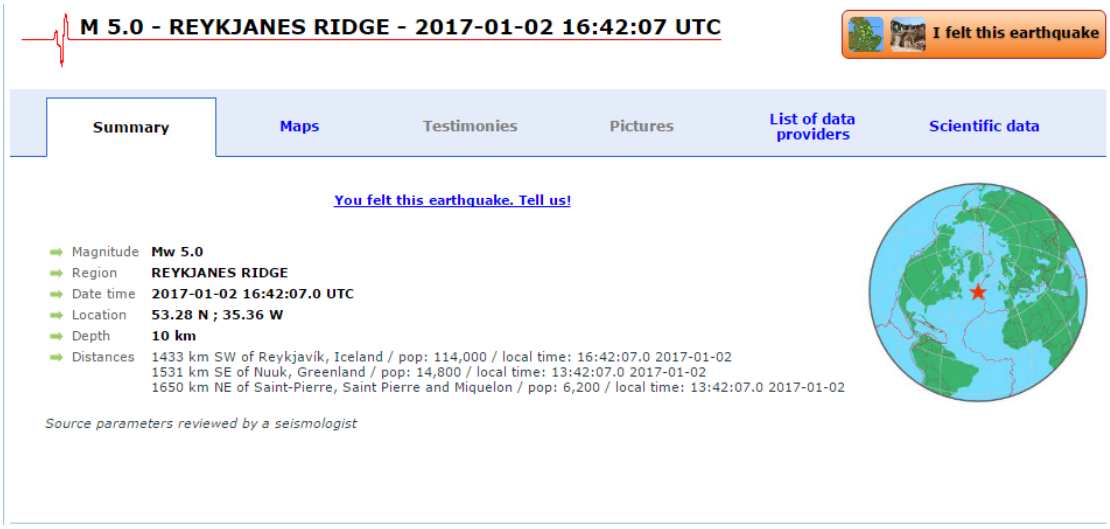
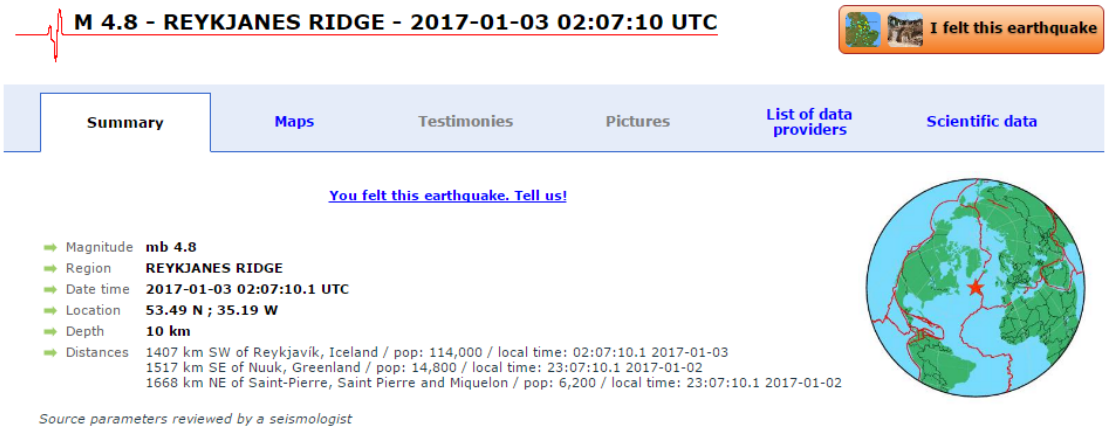

M 5.0 - REYKJANES RIDGE - 2017-01-02 16:42:07 UTC
I felt this earthquake
Summary
Maps
Testimonies
Pictures
List of data providers
Scientific data
You felt this earthquake. Tell us!
Magnitude Mw 5.0
Region REYKJANES RIDGE
Date time 2017-01-02 16:42:07.0 UTC
Location 53.28 N ; 35.36 W
Depth 10 km
Distances 1433 km SW of Reykjavík, Iceland / pop: 114,000 / local time: 16:42:07.0 2017-01-02
1531 km SE of Nuuk, Greenland / pop: 14,800 / local time: 13:42:07.0 2017-01-02
1650 km NE of Saint-Pierre, Saint Pierre and Miquelon / pop: 6,200 / local time: 13:42:07.0 2017-01-02
Source parameters reviewed by a seismologist

Fig. 3.


M 4.8 - REYKJANES RIDGE - 2017-01-03 02:07:10 UTC
I felt this earthquake
Summary
Maps
Testimonies
Pictures
List of data providers
Scientific data
You felt this earthquake. Tell us!
Magnitude mb 4.8
Region REYKJANES RIDGE
Date time 2017-01-03 02:07:10.1 UTC
Location 53.49 N ; 35.19 W
Depth 10 km
Distances 1407 km SW of Reykjavík, Iceland / pop: 114,000 / local time: 02:07:10.1 2017-01-03
1517 km SE of Nuuk, Greenland / pop: 14,800 / local time: 23:07:10.1 2017-01-02
1668 km NE of Saint-Pierre, Saint Pierre and Miquelon / pop: 6,200 / local time: 23:07:10.1 2017-01-02
Source parameters reviewed by a seismologist

Table

		2017-01-18	11:11:30.8	42.58	N	13.25	E	11	2.6	CENTRAL ITALY
18	V	2017-01-18	11:07:37.9	**42.62**	**N**	**13.24**	**E**	**10**	**4.7**	**CENTRAL ITALY**
	F	2017-01-18	11:04:43.3	42.53	N	13.27	E	12	3.4	CENTRAL ITALY
	F	2017-01-18	11:00:53.7	42.52	N	13.36	E	11	3.5	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	10:53:47.4	42.50	N	13.28	E	9	3.0	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	10:51:44.9	6.90	S	105.43	E	80	4.9	SUNDA STRAIT, INDONESIA
	F	2017-01-18	10:51:16.2	42.49	N	13.28	E	11	3.5	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	10:51:14.3	43.26	N	6.03	E	2	2.5	NEAR SOUTH COAST OF FRANCE
		2017-01-18	10:46:33.4	42.52	N	13.27	E	14	2.9	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	10:43:47.5	42.50	N	13.29	E	10	3.0	CENTRAL ITALY
	F	2017-01-18	10:41:42.5	42.48	N	13.28	E	10	3.7	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	10:40:31.4	43.31	N	19.69	E	57	3.2	SERBIA
		2017-01-18	10:40:11.0	24.11	S	67.65	W	213	3.2	ANTOFAGASTA, CHILE
	F	2017-01-18	10:39:24.5	42.54	N	13.29	E	11	4.1	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	10:37:46.1	42.51	N	13.27	E	13	3.7	CENTRAL ITALY
	F	2017-01-18	10:34:09.7	42.57	N	13.26	E	10	3.2	CENTRAL ITALY
	F	2017-01-18	10:30:33.3	42.53	N	13.27	E	10	3.8	CENTRAL ITALY
140	VI	2017-01-18	10:25:25.0	**42.49**	**N**	**13.31**	**E**	**9**	**5.6**	**CENTRAL ITALY**
	F	2017-01-18	10:24:16.3	**42.60**	**N**	**13.17**	**E**	**10**	**4.5**	**CENTRAL ITALY**
		2017-01-18	10:22:30.8	42.52	N	13.30	E	12	3.2	CENTRAL ITALY
	F	2017-01-18	10:21:00.8	42.58	N	13.29	E	8	3.1	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	10:19:21.2	42.53	N	13.28	E	11	3.2	CENTRAL ITALY
	F	2017-01-18	10:16:39.5	**42.55**	**N**	**13.28**	**E**	**11**	**4.6**	**CENTRAL ITALY**
	F	2017-01-18	10:15:33.2	**42.53**	**N**	**13.29**	**E**	**10**	**4.7**	**CENTRAL ITALY**
285	V	2017-01-18	10:14:10.8	**42.53**	**N**	**13.28**	**E**	**9**	**5.7**	**CENTRAL ITALY**
		2017-01-18	10:13:58.2	37.54	N	118.83	W	6	2.0	CENTRAL CALIFORNIA
		2017-01-18	10:11:57.3	42.58	N	13.25	E	11	2.7	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	10:10:26.0	31.14	N	115.90	W	5	3.7	BAJA CALIFORNIA, MEXICO
	F	2017-01-18	10:09:01.7	42.54	N	13.26	E	11	2.5	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	10:07:49.1	42.58	N	13.31	E	12	2.9	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	10:05:42.9	42.61	N	13.26	E	11	2.7	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	10:00:15.0	40.24	N	30.76	E	5	2.0	WESTERN TURKEY
		2017-01-18	09:56:34.9	42.60	N	13.27	E	15	2.5	CENTRAL ITALY
	F	2017-01-18	09:52:11.8	42.91	N	13.13	E	8	3.2	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	09:47:46.3	37.69	N	26.84	E	7	2.8	DODECANESE ISLANDS, GREECE
		2017-01-18	09:40:00.0	14.59	N	93.15	W	66	3.9	OFFSHORE CHIAPAS, MEXICO
		2017-01-18	09:34:44.4	42.57	N	13.28	E	11	2.5	CENTRAL ITALY
	F	2017-01-18	09:31:05.8	42.58	N	13.27	E	9	2.6	CENTRAL ITALY
411	V	2017-01-18	09:25:40.6	**42.55**	**N**	**13.26**	**E**	**9**	**5.3**	**CENTRAL ITALY**
		2017-01-18	08:40:48.2	39.65	N	27.73	E	5	3.0	WESTERN TURKEY
		2017-01-18	08:35:08.9	39.55	N	26.10	E	4	2.4	NEAR THE COAST OF WESTERN TURKEY
		2017-01-18	08:26:48.0	22.82	S	70.50	W	40	3.6	OFFSHORE ANTOFAGASTA, CHILE
		2017-01-18	08:26:22.0	16.62	N	94.80	W	97	3.5	OAXACA, MEXICO
		2017-01-18	08:22:41.1	19.41	N	155.28	W	1	2.1	ISLAND OF HAWAII, HAWAII
	F	2017-01-18	08:19:26.3	36.51	N	140.77	E	60	4.7	NEAR EAST COAST OF HONSHU, JAPAN
		2017-01-18	08:04:32.3	38.41	N	118.93	W	8	3.7	NEVADA
		2017-01-18	08:03:25.3	15.59	S	70.27	W	232	4.3	SOUTHERN PERU
		2017-01-18	07:29:09.3	39.55	N	26.12	E	5	2.1	NEAR THE COAST OF WESTERN TURKEY
		2017-01-18	07:08:36.4	42.99	N	13.02	E	10	2.6	CENTRAL ITALY
		2017-01-18	06:38:08.7	37.25	N	30.50	E	5	2.5	WESTERN TURKEY
		2017-01-18	05:59:12.3	15.81	S	173.62	W	80	4.9	TONGA

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ БИОТЫ ЭКОСИСТЕМЫ МОРСКОГО ЛЬДА В РАЙОНЕ СЕВЕРНОГО ПОЛЮСА

И.А. Мельников

РФ, 117987 Москва, Нахимовский пр., д. 36, migor39@yandex.ru

Обсуждаются результаты многолетнего мониторинга видового состава биоты морского льда в околополюсном районе Северного Ледовитого океана (СЛО), начиная с МПГ в 2007 г. по настоящее время. Выполненные наблюдения показали, что в настоящее время в центральных районах СЛО идет перестроение видового состава, структуры и функционирования биологических сообществ, связанных с обитанием в системе «вода-лед». Основная рабочая гипотеза состоит в том, что в современном арктическом ледовом покрове происходит смена доминирования многолетних льдов сезонными льдами, формирующихся на открытой воде в зимний период. Поскольку физико-химические свойства этих типов льдов различаются, то можно ожидать изменения в составе биоты, населяющих эти льды. Так, в видовом составе ледовых водорослей отмечено снижение численности пеннатных и возрастание доминирования центрических диатомей, а в фитопланктоне – преобладание динофитовых над диатомовыми водорослями. Аналогичные изменения выявлены в видовом составе фауны беспозвоночных: полностью исчезла фауны нематод, обитающих в толще льда, и снизилась численность видов фауны, связанной с обитанием в контактной зоне «вода-лед». Выявленные изменения в составе биологических сообществ в водно-ледовой экологической системе отражаются на всей трофической сети экосистемы пелагиали СЛО, включая высшие звенья – рыб, птиц и млекопитающих.

Список литературы:

Мельников И.А., Гогорев Р.М. 2011. Оценка состояния экосистемы морского льда центрального Арктического бассейна по данным наблюдений в период проведения МПГ // В кн.: Итоги Международного полярного года 2007/08. т. 1. Наземные и морские экосистемы. М., с. 325-337.

Мельников И.А., Чернова Н.В. 2013. Характеристика подледных скоплений сайки *Boreogadus saida* (Cadidae) в Центральном Арктическом бассейне. Вопросы океанологии. т.53, №1, с. 22-30.

Мельников И.А., Семенова Т.Н. 2014. Характеристика криопелагической фауны современного морского ледового покрова центрального Арктического бассейна. Проблемы Арктики и Антарктики, №4 (98), с. 14-24.

Мельников И.А., Житина Л.С., Семенова Т.Н. 2016. Современное состояние биоразнообразия морского льда в районе Северного полюса. Проблемы Арктики и Антарктики. №4 (98), с.14-25.

ПОСЛЕДСТВИЯ ЗАСУХ ДЛЯ ПОПУЛЯЦИЙ И СООБЩЕСТВ МЕЛКИХ МЛЕКОПИТАЮЩИХ

Г.В. Оленев, Е.Б. Григоркина

ФГБУН Институт экологии растений и животных УрО РАН
620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, 202 olenev@ipae.uran.ru,
grigorkina@ipae.uran.ru

Засухи относятся к экстремальным климатическим факторам, которые могут приводить к тяжелым экологическим последствиям – деградации природных экосистем, резким колебаниям численности разных видов животных, гибели растений, торфяным пожарам, катастрофическому неурожаю (Ohlberger et al., 2013; Smith et al., 2014).

На большом статистическом материале (13000 особей), полученном в течение 43-летнего мониторинга населения мелких млекопитающих в Ильменском заповеднике (Челябинская обл., Южный Урал) и 15-летних наблюдений в зоне Восточно-Уральского радиоактивного следа (ВУРС) (Челябинская обл., Ю. Урал) нами изучено воздействие засух 1975 и 2010 гг. на сообщества и популяции мышевидных грызунов. Работа выполнена на основе функционально-онтогенетического подхода (Оленев, 2002), суть которого - выделение структурных единиц (типов онтогенеза) с учетом функционального статуса особей, связанного со спецификой роста, развития, участия в репродукции.

Наблюдения за изменениями демографической структуры и численности грызунов разной таксономической принадлежности показали существование разных форм реагирования – стратегий адаптации популяций на засуху (Оленев, Григоркина, 2016). Одна из них (полевки рода *Clethrionomys*) – увеличение численности за счет размножения зимовавших при полной блокировке полового созревания молодняка (минимизация процессов обмена) – оказалась оптимальной и наиболее целесообразной в условиях засухи. Результат: с 1977 г. по настоящее время динамика численности рыжей полевки является стабильной, во все годы отмечено ее численное доминирование (рис. 1).

Другая форма реагирования (полевки рода *Microtus)*, напротив, характеризовалась традиционным увеличением численности в год засухи за счет размножения зимовавших и сеголеток. Результат: резкое падение численности и переход популяций серых полевок на более низкий уровень функционирования (рис. 1). В итоге, после засухи 1975 г. видовой состав сообщества грызунов остался прежним, но кардинально изменилась представленность отдельных видов, большинство из которых перешли на другой (более низкий) уровень осцилляций численности.

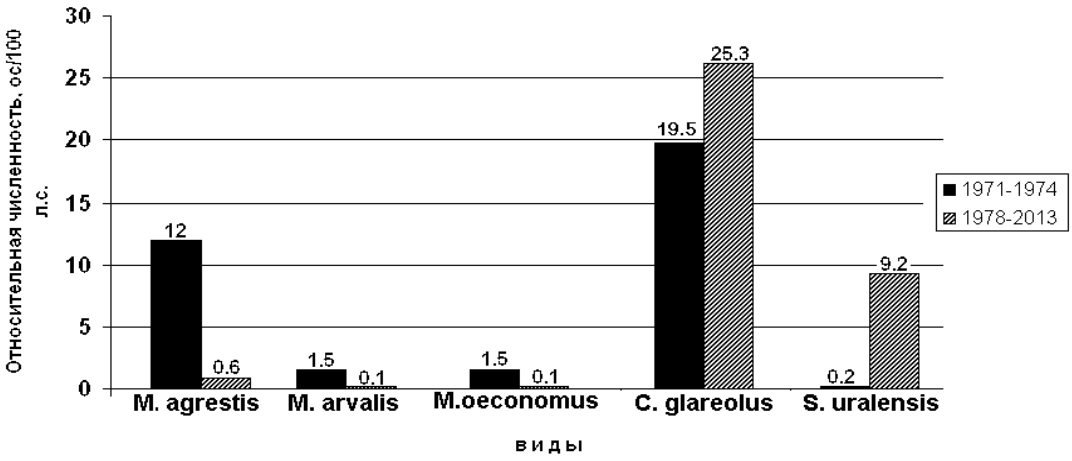


Рис.1. Численность грызунов в Ильменском заповеднике до и после засухи 1975 г.

Последствия «великой» (Barriopedro et al., 2011; Шмакин и др., 2013,) засухи 2010 г. для населения мелких млекопитающих в зоне ВУРСа (результат Кыштымской радиационной аварии 1957 г.) оказались не менее серьезными. Произошла существенная трансформация сообщества в сторону его упрощения. Раньше фаунистический список на этой территории насчитывал 8 широко распространенных видов грызунов. С 2010 г. население грызунов представлено только одним видом – малой лесной мышью (*S. uralensis)* (Григоркина и др., 2013).

Таким образом, засуха, как контрастный фон (Глотов, 1983), когда на разных уровнях организации наиболее ярко проявляются адаптивные изменения, позволила выявить следующие внутрипопуляционные механизмы (адаптивные стратегии) у населения грызунов в условиях экстремизации среды: ранняя блокировка полового созревания сеголеток, возрастной кросс, пролонгированный период репродукции зимовавших самок.

Впервые показано:

(1) В меняющихся условиях среды при действии экстремальных климатических факторов (засуха) ведущую роль играет экологическая пластичность вида, которая достигается, в первую очередь, за счет лабильности чрезвычайно сложной внутрипопуляционной структуры – изменения соотношения функциональных группировок (типов онтогенеза), характерных для мышевидных грызунов. Важно, что при одном и том же экстремальном воздействии (засуха) у разных видов цикломорфных грызунов реализуются разные адаптивные стратегии, которые имеют разную эволюционную перспективу.

(2) Кроме собственно реакций популяций и сообществ мышевидных грызунов на засуху, последствия этого экстремального воздействия могут значительно простираться во времени, жестко закрепляясь в чреде поколений. В реальном времени показана возможность чрезвычайно быстрых популяционных перестроек эволюционного масштаба, происходящих при отсутствии длительного тренда негативного влияния экстремального экологического фактора. Есть веские основания ожидать, что аналогичные последствия для биотических сообществ возможны при действии иных неблагоприятных факторов, в том числе, антропогенного характера.

Работа частично поддержана Комплексной Программой УрО РАН (№ 15-3-4-49).

Список литературы:

Глотов Н.В. 1983. Оценка генетической гетерогенности природных популяций: количественные признаки. – Экология, № 1, с. 3–10.

Григоркина Е.Б., Оленев Г.В., Тарасов О.В. 2013. Радиоэкологические исследования на мелких млекопитающих в зоне влияния Восточно-Уральского радиоактивного следа: некоторые итоги. – Вопросы радиац. безопасности. Спецвыпуск, № 4, с. 14–24.

Оленев Г.В. 2002. Альтернативные типы онтогенеза цикломорфных грызунов и их роль в популяционной динамике (экологический анализ). – Экология, № 5, с. 341–350.

Оленев Г.В., Григоркина Е.Б. 2016. Эволюционно-экологический анализ стратегий адаптации популяций грызунов в экстремальных условиях. – Экология, № 5, с. 375–381

Шмакин А.Б., Чернавская М.М., Попова В.В. 2013. «Великая» засуха 2010 г. на Восточно-Европейской равнине: исторические аналоги, циркуляционные механизмы – Известия РАН. Серия географическая, 2013, № 6, с. 59–75.

Barriopedro D., Fischer E.M., Luterbacher J. et al. 2011. The Hot Summer of 2010: Redrawing the Temperature Record Map of Europe. – Science, № 332, p. 220–224.

Ohlberger J., Otero J., Edeline E. et al. 2013. Biotic and abiotic effects on cohort size distributions in fish. – Oikos, 2013, V. 122, p. 835–844.

Smith F.A., Murray I.W., Harding L.E. et al. 2014. Life in an extreme environment: a historical perspective on the influence of temperature on the ecology and evolution of woodrats – J. Mammalogy, V. 95, № 6, p. 1128–1143.

ДИНАМИКА ФЕНОЛОГИЧЕСКИХ ПРОЦЕССОВ ПОД ВЛИЯНИЕМ КЛИМАТИЧЕСКИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ГОРНОТАЁЖНОМ ПОЯСЕ СЕВЕРНОГО УРАЛА (НА ПРИМЕРЕ ВИШЕРСКОГО ЗАПОВЕДНИКА)

И.В. Прокошева

Государственный природный заповедник «Вишерский»,
РФ, 618590 Пермский край, г. Красновишерск, ул. Гагарина, 36 Б,
halsori@yandex.ru

Фенологические реакции природных комплексов на современное изменение климата неодинаковы в разных регионах. В данной работе рассматриваются тенденции изменения некоторых климатических параметров (температура, осадки, снежный покров) и связанные с ними изменения некоторых фенологических параметров календарного года и некоторых феноиндикационных явлений.

Заповедник «Вишерский» представляет природные комплексы западного макросклона Северного Урала. Заповедник создан в 1991 году.

Исходными данными послужили материалы наблюдений, выполненных в рамках ведения Летописи природы заповедника, на базе собственного метеопоста с 1995 года, а также данные метеонаблюдений с 1983 года труднодоступной станции Уральского УГМС, располагавшейся на этом месте до 1991 года. Ряды наблюдений имеют пропуски. Результаты анализа показывают, что тренды в основном являются недостоверными, с вероятностью ошибки более 5%.

Фенологические сезоны, их температурные рубежи и феноиндикаторы, их характеристики в горнотаёжном районе заповедника были определены автором ранее (Прокошева, 2012).

За годы наблюдений линейный тренд годовой температуры воздуха имеет возрастающий характер, что соответствует общей тенденции изменения температуры в Северной Евразии. По годовой сумме осадков также отмечается восходящий линейный тренд, что соответствует наблюдаемым изменениям атмосферных осадков на северо-востоке ЕЧР (Второй оценочный доклад, 2014).

Потепление произошло в основном за счёт фенологических сезонов зимы, весны и осени. Тенденция роста температуры осеннего сезона достоверна (вероятность ошибки P = 0.0175). Сезон лета стал длиннее и прохладнее. Тренды сумм осадков: зимой, весной и летом возрастающие, осенью – убывающий.

Продолжительность залегания снежного покрова имеет слабую тенденцию к уменьшению. Средние даты начала фенологической зимы и её феноиндикатора – образование устойчивого снежного покрова – остаются стабильными. Длительность зимы имеет тенденцию к уменьшению, а наступление фенологической весны происходит раньше. Наступление периода без оттепели и многоснежья сдвинулось на более поздние сроки. Первая оттепель имеет тенденцию к более ранней дате события.

Достоверно раньше случается первая безморозная ночь (P = 0.021). Раньше происходит переход суточной температуры (Т сут) через 0ºС в сторону повышения, и соответственно раньше начинается интенсивное снеготаяние. События первого дождя и первой грозы случаются раньше. Число дней с дождём в весенний сезон увеличилось.

Продолжительность безморозного периода имеет тенденцию к увеличению (P = 0.051). Достоверно раньше начинает куковать обыкновенная кукушка (P = 0.037).

Переход Т сут через 3ºС в сторону повышения (этап голой весны) происходит раньше, и начало фазы сокодвижения у берёзы сдвигается на более ранние сроки. Достоверно раньше происходит переход в сторону повышения Т сут через 8ºС (этап зелёной весны) и 10ºС (этап предлетья) (P = 0.043 и 0.048 соответственно). Фаза развёртывания листа берёзы имеет тенденцию наступать раньше (P = 0.135).

Достоверно отмечается сдвиг на более поздний срок выпадения последнего снега на этапе предлетья (P = 0.039). Наблюдается тенденция к более поздним заморозкам в воздухе на этапе перволетья.

Тенденция к более раннему зацветанию отмечается у многих видов всех фенотипов. Например, у индикатора предлетья лютика почтисеверного (*Ranunculus subborealis*) P = 0.116; у жимолости субарктической (*Lonicera subarctica*) P = 0.083; у предвестницы лета купальницы европейской (*Trollius europaeus*) P = 0.115; у рябины сибирской (*Sorbus sibirica*) P = 0.090; у среднелетних видов: лук-скорода (*Allium schoenoprasum*) P = 0.038; клюква болотная (*Oxycoccus palustris*) P = 0.023; борец северный (*Aconitum septentrionale*) P = 0.027; у позднелетнего вида зверобой пятнистый (*Hypericum maculatum*) P = 0.064.

Сроки массового созревания плодов ягодных кустарничков в горных тундрах имеют тенденцию к более ранним: водяника (*Empetrum hermaphroditum*) P = 0.025; черника (*Vaccinium myrtillus*) P = 0.084; брусника (*Vaccinium vitis-idaea*) P = 0.060.

Переход Т сут через 12ºС (этап первоосенья) и 10ºС в сторону понижения имеет тенденцию к запаздыванию. Первый снег выпадает и ложится на почву временно позднее. Но массовое пожелтение листвы берёзы как в лесном поясе, так и в поясе редколесья имеет достоверный тренд начала явления в более ранние сроки (P = 0.009 и 0.023 соответственно).

Безморозный период заканчивается позднее и соответственно устойчивый снежный покров на горах образуется в более поздние сроки.

Продолжительность периода с положительной температурой воздуха имеет слабую тенденцию к росту. Сумма положительных температур имеет нулевой тренд.

Продолжительность периода действия активной температуры (Т сут выше 10ºС) имеет тенденцию к увеличению. Теплообеспеченность (сумма активных температур) достаточно стабильна.

Список литературы:

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. 2014. – М., Росгидромет, 1008с.

Прокошева И. В. 2012. Феноклиматическая характеристика горнотаёжного района заповедника «Вишерский» в первом десятилетии XXI века. – Исследование природы лесных растительных сообществ на заповедных территориях Урала: Мат. межрегион. научно-практ. конф. – ФГБУ Бот. сад УрО РАН. Екатеринбург, с. 90-98.

ИЗМЕНЕНИЯ В РАЗМЕЩЕНИИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ПРОИЗВОДСТВА ИЗ-ЗА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА

Н.Е. Евдокимова

Всероссийский институт аграрных проблем и информатики им. А.А.Никонова, РФ, 107078, Москва, Большой Харитоньевский пер., д. 21/1, nevdoki@gmail.com

Изменения в размещении сельскохозяйственного производства при стабильном направлении вектора изменений среднегодовых температур должны учитываться при разработке программ развития сельского хозяйства. Рост себестоимости агропродовольственного производства при ухудшении природно-климатических условий очевиден, однако, интерес представляет получение конкретных корреляционно-регрессионных зависимостей затрат на производство от природно-климатических условий, а именно: сумма температур выше 100ºС, коэффициент увлажнения, коэффициент континентальности климата, средняя температура июля, средняя температура января; средняя норма осадков за год. Получение таких объективных зависимостей позволит проверять нормативы затрат и планировать изменения в размещении сельскохозяйственного производства.

Природно-климатические факторы тесно взаимосвязаны друг с другом, поэтому для упрощения задачи нахождения связи между ними и статьями затрат был выбран путь нахождения статистической зависимости затрат на производство от каждого из вышеперечисленных факторов. В работе (Евдокимова, 2016) приведены полученные результаты расчетов параметров регрессионных уравнений по картофелю от средней температуры июля трем по видам затрат:

- затраты всего, тысяч рублей на гектар убранной площади (центнер продукции);
- затраты на оплату труда с отчислениями на социальные нужды, тыс. руб. на га (ц);
- материальные затраты всего по картофелю, тыс. руб. на га (ц).

Также были выполнены расчеты для всех видов затрат на производство зерновых, молока и свинины от других природно-климатических факторов. Было выявлено, что регрессионное уравнение зависимости от средней температуры июля всех видов затрат по картофелю, зерновым, молоку и свинине имеет одинаковый вид:

,

где ***Zi*** – виды затрат на га убранной площади в растениеводстве и на ц проданной продукции, тыс.руб., ***t*** - средняя температура июля, в градусах по Цельсию, ***a***, ***b***, ***c*** – коэффициенты.

Теоретическая зависимость отражает тот факт, что с понижением средних температур затраты на производство растут быстрее, чем при повышении от оптимального уровня. Полученное уравнение логично использовать для сравнения затратности производства в различных климатических условиях. С этой целью интересна возможность построения сравнительной шкалы, не связанной с затратами в рублях или иных денежных единицах.

Табл. Изменение затрат на производство пшеницы в зависимости от средней температуры июля при прочих равных условиях, %.

Ср. температура июля, °С	**12°**	**13°**	**14°**	**15°**	**16°**	**17°**	**18°**	**19°**	**20°**	**21°**	**22°**	**23°**	**24°**
Затраты всего	394	304	237	187	152	127	112	103	***100***	102	107	116	127
Затраты по оплате труда	627	464	343	254	190	147	119	104	***100***	104	115	132	154
Материальные затраты	288	233	191	160	138	121	110	104	100	***100***	102	106	111

В табл. 1 представлены результаты таких расчетов для пшеницы, которые демонстрируют прирост затрат по видам исключительно от климатического фактора (средней температуры

июля). Как видно, данная температурная характеристика прежде всего влияет на размер материальных затрат и меньше сказывается на величине расходов на оплату труда.

В отделе системных исследований проблем АПК ВИАПИ была разработана и реализована информационно-аналитическая система поддержки экономико-математических моделей по расчету эффективных вариантов сельскохозяйственного производства и его размещения по районам РФ с учетом их биоклиматических условий (Евдокимова, Романенко, 2013). Эта информационная технология также позволяет анализировать динамику размещения в зависимости от изменения биоклиматических параметров.

Аналитический блок информационной системы был дополнен в позапрошлом году отдельным программным модулем для получения наглядного картографического материала (Сиптиц, 2015). На картах интенсивность цвета позволяет наглядно сравнивать регионы по выбранным показателям и иллюстрировать выводы в отчетных и аналитических материалах.

Зависимости величины затрат на производство сельскохозяйственной продукции от биоклиматических параметров в комплексе с прогнозированием урожайности позволяют анализировать перспективные тенденции в изменении рентабельности исследуемой сельскохозяйственной отрасли в регионе и оптимизировать размещение отраслей АПК в соответствие с устойчивым вектором изменения климата. Возможность визуализации полученных факторных зависимостей на карте РФ дополнена возможностью экспорта полученного картографического материала в текстовый редактор Word для дальнейшей возможной работы и выводом на печать.

Учет климатических условий приобретает особую важность при современных тенденциях глобального потепления и решения вопросов продовольственной безопасности страны и регионов.

Список литературы:

Евдокимова Н.Е. 2016. Учет природно-климатического фактора при обосновании размеров государственной поддержки сельскохозяйственного производства. - Агропродовольственная политика России. № 3 (51), с. 13-20.

Евдокимова Н.Е., Романенко И.А. 2013. Информационно-аналитическая система для поддержания задач прогнозирования развития региональных агропродовольственных систем. – В кн.: Инновационные технологии возделывания сельскохозяйственных культур в Нечерноземье. Сборник докладов ВНПК, т. 1. – Иваново: ПресСто, с. 26-31.

Сиптиц С.О., Романенко И.А., Соболев О.С., Евдокимова Н.Е., Рыбакова Р.А., Костусяк В.М., Егорова О.Д. 2015. Разработать базы данных региональных агропродовольственных систем, содержащие инструментарий для оценки их эффективности и устойчивости: отчет о НИР. М.: ВИАПИ им. А.А.Никонова.

ОЦЕНКА ВЛИЯНИЯ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА НА ВОДНЫЙ РЕЖИМ РЕК ЦЕНТРАЛЬНОЙ ЧАСТИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

И.О. Винокуров

Российский государственный гидрометеорологический университет, РФ, 195196, г. Санкт-Петербург, Малоохтинский пр., д. 98, vinig@rshu.ru

В последние 30 лет наблюдается существенная динамика климатических показателей, что естественно вызывает ответную реакцию в гидрологических процессах (Алексеевский и др., 2013). В этой связи важно постоянное уточнение средних значений основных гидрометеорологических характеристик и выявление тенденций их изменения за последние десятилетия (Сикан, Байдук, 2015).

В данной работе проанализированы изменения среднегодовой температуры воздуха и динамика осадков на исследуемой территории и показано влияние этих изменений на гидрологические характеристики рек Тигода и Тосна, протекающих по территории центральной части Ленинградской области.

Для оценки тенденций изменения климата привлечены данные метеорологических наблюдений по метеостанции Санкт-Петербург за период с 1945 по 2014 год. Весь массив данных наблюдений разбит на два примерно равных по продолжительности периода – с 1945 по 1976 год и с 1977 по 2014 год – в соответствии с наблюдаемыми изменениями. Анализ представленных графиков показал, что в «современный» период (1977 – 2014 годы) наблюдается большая тенденция увеличения среднегодовых температур воздуха, рост температуры составляет более 1,5°С за 30 лет, тогда как за предыдущие 30 лет рост составлял порядка 0,5°С. Также важно отметить наметившуюся тенденцию к росту как годовых сумм осадков, так и зимних сумм осадков, что в значительной мере оказывает влияние на гидрологические характеристики.

Для оценки указанного климатического воздействия были рассмотрены следующие гидрологические характеристики – среднегодовые расходы воды, максимальные и минимальные расходы воды. По каждому изучаемому виду стока было составлено три ряда данных – за общий период (1944 – 2014 годы), а также с разбивкой по 1976 году.

Все ряды были проверены на однородность по критериям Стьюдента и Фишира. Проанализировав полученные значения можно сделать вывод о том, что гипотеза об однородности ряда по критериям Фишера и Стьюдента при уровне значимости $2\alpha = 5\%$ практически для всех рядов среднегодовых (за исключением одного ряда по критерию Стьюдента), для всех рядов максимальных и минимальных расходов воды не опровергается.

В работе произведена статистическая обработка рядов, произведен расчет оценок параметров распределения, их погрешностей, выполнено построение эмпирических и аналитических кривых распределения Крицкого-Менкеля (СП 33-101-2003).

Также в работе рассмотрена оценка межгодовой изменчивости стока рек. Для выделения периодов повышенной и пониженной водности использованы разностные интегральные кривые среднегодовых расходов. Для определения периодов повышенной и пониженной водности рек применен и квантильный анализ данных. В диапазонах межгодовой изменчивости случайная функция предполагается стационарной, т.е. не зависящей от времени. Это предположение позволяет упростить анализ натурных данных, а результаты анализа считать стационарными приближенными к исследуемому процессу.

Построенные графики разностно-интегральных кривых показывают, что в целом за весь рассматриваемый период можно выделить полный цикл водности, при этом примерно с конца 1970-х годов наблюдается более многоводный период. Это же подтверждается и результатами квантильного анализа, из которого видно что многоводные годы и маловодные годы наблюдались примерно одинаковое число лет. Экстремально

многоводные годы наблюдались всего 2 раза на реке Тигоде, а экстремально маловодные ни разу на обоих рассматриваемых объектах.

Анализ полученных оценок параметров распределения, их погрешностей, а также результаты проверки рядов на однородность позволяют сделать вывод, что несмотря на наличие трендов метеорологических параметров рассматриваемые гидрологические ряды однородны и стационарны. Это же подтверждают и аналитические кривые обеспеченностей, которые хорошо описывают эмпирические точки и не наблюдается точек, которые бы явно «отскакивали» от аналитической кривой. При этом следует заметить, что норма годового стока в «современный» период несколько выше, чем при рассмотрении в «начальный» период. Максимальные расходы в целом в «современный» период несколько ниже, а минимальные расходы наоборот превышают значения «начального» периода, особенно в зимний период.

Таблица 1. Результаты расчета оценок параметров распределения и их погрешностей

Ряд данных	Период	*Cv*	*Cs*	*Qcp*	*n*				*Cs/Cv*
Среднегодовые расходы. река Тигода	1945-	0.28	0.23	4.28	70	3.34	8.74	157	0.82
	1945-	0.34	0.52	3.97	33	5.85	12.8	109	1.54
	1977-	0.21	0.40	4.55	37	3.53	11.8	115	1.85
Среднегодовые расходы. река Тосна	1945-	0.32	0.37	8.62	70	3.92	8.96	105	1.13
	1945-	0.24	0.95	8.10	33	2.92	8.79	37.3	3.87
	1977-	0.22	0.31	8.95	37	2.69	8.76	108	1.41
Максимальные расходы. река Тигода	1945-	0.44	0.73	52.9	70	5.31	9.14	62.0	1.64
	1945-	0.49	0.65	55.6	33	8.54	13.3	109	1.32
	1977-	0.38	0.51	50.4	37	6.23	12.2	110	1.35
Максимальные расходы. река Тосна	1945-	0.37	0.38	105.3	70	4.54	9.08	109	1.01
	1945-	0.42	0.24	105.3	33	5.06	9.20	184	0.57
	1977-	0.24	0.18	105.1	37	2.93	8.79	193	0.75
Минимальные расходы. река Тигода	1945-	0.70	1.62	0.68	70	8.40	10.0	41.1	2.31
	1945-	0.56	0.95	0.51	33	9.72	13.6	81.9	1.71
	1977-	0.67	1.23	0.83	37	11.0	13.4	70.9	1.84
Минимальные зимние расходы. река Тосна	1945-	0.71	1.47	1.26	70	8.55	10.2	46.2	2.08
	1945-	0.69	1.32	1.02	33	5.74	9.36	36.3	1.93
	1977-	0.66	0.68	1.45	37	5.98	9.43	29.9	1.02
Минимальные летние расходы. река Тосна	1945-	0.90	2.83	0.92	70	10.9	11.0	31.8	3.14
	1945-	0.80	1.55	0.91	33	9.65	10.6	49.9	1.95
	1977-	0.98	1.34	0.93	37	11.9	11.4	74.7	1.37

Список литературы:

Алексеевский Н.И., Фролова Н.Л., Антонова М.М., Игонина М.И. 2013. Оценка влияния изменений климата на водный режим и сток рек бассейна Волги – Вода: химия и экология. № 4 (58). С. 3-12.

Сикан А.В., Байдук О.В. 2015. Влияние изменения климата на водный режим рек южной и восточной частей республики Беларусь. Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. № 40. С. 61-70.

СП 33-101-2003. Свод правил. Определение основных расчётных гидрологических характеристик. – М.: Госстрой России, 2004. 72 с.

ТРАНСФОРМАЦИЯ КОМПЛЕКСНЫХ БУГРИСТЫХ БОЛОТ В ЗАПАДНОСИБИРСКОЙ СУБАРКТИКЕ В СВЯЗИ С ПОТЕПЛЕНИЕМ КЛИМАТА

Н.А. Аветов [1], Е.А. Шишконакова [2], Т.Ю. Толпышева [3]

[1] МГУ им. М.В. Ломоносова, факультет почвоведения РФ, Москва, 119991, Ленинские горы, д.1. стр.12. awetowna@mail.ru

[2] Почвенный институт им. В.В. Докучаева, РФ, Москва, 119017, Пыжевский пер., д.7. стр.2., 3005k@mail.ru

[3] МГУ им. М.В. Ломоносова, биологический факультет, РФ, Москва, 119991, Ленинские горы, д.1. стр.12., tolpysheva@mail.ru

Наблюдаемое в настоящее время потепление климата Арктики приводит к продвижению в высокие широты древесно-кустарниковой растительности, а также «олуговению» тундры и лесотундры, выражающемуся в снижении доли мхов и лишайников в напочвенном покрове при синхронном увеличении участия осок и злаков (Белоновская и др., 2016). В то же время весьма специфичные процессы трансформации почвенно-растительного покрова наблюдаются на крайнем юге криолитозоны в пределах подзоны северной тайги Западной Сибири, отличающейся высокой заболоченностью.

Проведенные в 2012-2016 гг. наблюдения в южной части природного парка Нумто (ХМАО-Югра) позволили выявить ряд особенностей, связанных с деградацией многолетнемерзлых пород, распространенных здесь на плоскобугристых и крупнобугристых комплексных болотах. Как на тех, так и на других деградация мерзлоты выявляется, в первую очередь, по термокарстовым просадкам, приуроченным к склонам бугров преимущественно южной экспозиции и участкам, примыкающим к крупным ложбинам стока и долинам рек. Начальные стадии этого процесса выражаются в виде небольших трещин, отмечающихся на поверхности с лишайниковым покровом. На более поздних стадиях деградация мерзлоты сопровождается появлением денудированных пятен торфа, постепенно трансформирующихся в просадки и воронки. Гибели кустарничков и лишайников часто предшествует проявление мелколистности и хлороза у первых. Одновременно в пределах контуров плоских бугров возникают своеобразные формы микрорельефа – кочки и микробугры, под которыми сохраняются многолетнемерзлые торфяные почвы. Пониженные части бугров, почвы которых протаивают полностью по всему профилю, оседают и погружаются в обводненные мочажины. Если в профиле не подверженных протаиванию торфяных почв уровень многолетней мерзлоты составляет 30-65 см, то в почвах, приуроченных к микропонижениям и нижним частям склонов бугров, он опускается до 70-100 см. Динамичное протаивание хорошо диагностируется при этом по наличию торфяной массы повышенной влажности над многолетнемерзлым горизонтом.

Быстро деградирующие периферии бугров распознаются по кайме из вегетативно подвижных видов *(Eriophorum angustifolium, E. russeolum, Rubus chamaemorus, Carex rotundata*), интенсивно распространяющейся *Eriophorum vaginatum*, мочажинных сфагнов (*Sphagnum angustifolium, S. jensenii, S. lindbergii, S. majus*), *Warnstorfia fluitans*, захватывающих пространство, ранее занятое преимущественно лишайниками.

Полностью протаявшие фрагменты склонов бугров, несколько возвышающиеся над поверхностью прилегающих мочажин, выявляются по хорошо развитому травяно-кустарничковому ярусу с доминированием *Chamaedaphne calyculata, Rubus chamaemorus, Andromeda polifolia*, а также сомкнутому моховому ярусу из сфагновых мхов с участием зеленых мхов и печеночников, замещающих разреженный кустарничковый ярус (сформированный в основном *Betula nana* и *Ledum palustre*) и лишайниковый покров мерзлых участков. Верхние части таких микроповышений занимают *Sphagnum fuscum, S. capillifolium,* а склоны и микропонижения – *S. balticum, S. magellanicum,* на гребнях отмечаются *Pleurozium schreberi* и лишайники преимущественно из рода *Cladonia*,

имеющие коровый слой. На относительно дренированных протаявших участках бугров обычны *Dicranella cerviculata, Dicranum elongatum, D. undulatum, Mylia anomala, Polytrichum juniperinum, P. strictum, Pohlia nutans*. В понижениях умеренной увлажненности нередко доминируют *Eriophorum vaginatum* и сфагновые мхи.

Важно отметить, что если участкам плоскобугристых болот на этапе активного протаивания присущи олиготрофные и в гораздо меньшей степени мезотрофные и эвтрофные элементы, то для изолированных глубоких (более 1,5 м) термокарстовых просадок в массивах крупнобугристых болот более характерны мезо-эвтрофные условия – к выше перечисленным видам здесь добавляются *Carex canescens, C. magellanica, Calamagrosris langsdorffii, Sphagnum riparium, S. fimbriatum, S. squarrosum.* Такое распределение видов объясняется высвобождением при протаивании мощной торфяной залежи ранее депонированных элементов питания. Эвтрофикация торфяных почв, хотя и в меньшей мере, происходит и при протаивании плоских бугров, индикатором чего служит развитие покрова из *Eriophorum russeolum.* Если в обычных условиях средняя высота экземпляров этого вида в мочажинах составляет 29-40 см, то непосредственно у подножия протаивающих бугров она достигает 59-62 см. Кроме того, *Eriophorum russeolum* заметно увеличивает свое обилие.

К индикаторам протаивания крупных бугров относится также «пьяный лес» из *Betula alba* по подверженным оползням склонам.

Отмечаемые нами в особенно влажные летние сезоны 2014-2015 гг. изменения на мерзлых буграх позволяют говорить о динамичности процесса. Например, обследованные в 2013 году остатки мерзлого бугра высотой до 20 см в районе истоков р. Танаётайеган за влажное лето 2014 года полностью погрузились в мочажину, лишайники (виды р. *Cladonia*) вымокли. Ранее доминирующие мезо-эвтрофные *Sphagnum obtusum, S. squarrosum* и приуроченные к сохранявшимся микроповышениям Polytrichastrum longisetum *var.* anomalum и *Bryum* cf. *pseudotriquetrum.* заместились более олиготрофными *Sphagnum balticum* и *S. jensenii.* Наиболее протаявшие сегменты заняла *Warnstorfia fluitans,* а контуры ранее существовавшего бугра выделялись среди окружающей его растительности мочажины лишь по более мощной наросшей дернине из *Eriophorum russeolum*. При обследовании в 2015 г. проективное покрытие мохового яруса на месте этого протаявшего бугра составило 100%, доминировали олиготрофные мочажинные виды. Сохранились только два локальных микроповышения с единичными экземплярами *Andromeda polifolia* и *Chamaedaphne calyculata*, в то время как *Eriophorum russeolum* распространилась на просевшие части бугра.

В другом случае с 2013 по 2014 г. ширина просевшей каймы наиболее активно протаивающего бугра (до 38 см высотой) плоскобугристого болота, примыкающего к озеру, увеличилась до 130 см. Прирост талой каймы на склоне более высокого бугра (до 60 см высотой), окруженного менее обводненными мочажинами, составил за год 44 см. Важно отметить, что скорость деградации мерзлоты выше на невысоких буграх. Наиболее интенсивно процесс деградации мерзлоты проходит в годы повышенного обводнения болот. Таким образом, в результате деградации бугров в плоско- и крупнобугристых болотных комплексах южной Субарктики Западной Сибири происходит прогрессирующее относительное увеличение площади мочажин с одновременным усложнением внутренней структуры сообществ сохранившихся частей мерзлых бугров. Это, в свою очередь, приводит к росту осоково-пушицево-сфагнового покрытия на фоне сокращения обилия лишайников и кустарничков в растительности болот.

Список литературы

Белоновская Е.А., Тишков А.А., Вайсфельд М.А., Глазов П.М., Кренкемл А.Н., Морозова О.В., Покровская И.В., Царевская Н.Г., Тертицкий Г.М. 2016. «Позеленение» российской Арктики и современные тренды изменения ее биоты – Известия РАН. Серия географическая. №3. С.28-39.

ПРОЕКЦИИ ИЗМЕНЕНИЯ АГРОКЛИМАТИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ НА ТЕРРИТОРИИ РЕСПУБЛИКИ МОЛДОВА СОГЛАСНО АНСАМБЛЮ ИЗ 21 ПССМ5 МОДЕЛИ ДЛЯ СЦЕНАРИЕВ РТК 8.5, РТК 4.5, РТК 2.6 В XXI ВЕКЕ

Л.А. Цэрану

Офис «Изменения климата», Министерство окружающей среды

Ул. Митрополит Дософтей, 156А, Оф. 37, МД 2004, Кишинёв, Республика Молдова
tsaranu.lilia@gmail.com

Сведения о теплообеспеченности и влагообеспеченности вегетационного периода растений необходимы для решения разнообразных задач сельскохозяйственного производства: определения сроков сева и созревания, оптимизации сортового и видового состава возделываемых сельскохозяйственных культур, оценки вероятности повреждения растений высокой и низкой температурой и т. д. Доступные для растений термические и водные ресурсы определяются годовым ходом температуры и влажности воздуха и почвы. Современное потепление, помимо повышения средней температуры, сопровождается изменениями ее годовой и суточной амплитуды, что может иметь как положительные, так и отрицательные последствия. Так например, увеличение продолжительности безморозного периода безусловно положительный фактор, но сокращение периода налива зерна и более раннее созревание при повышении температуры часто ведет к резкому снижению урожая.

Будущие прогнозы изменения агроклиматических индексов могут предоставить полезную информацию для оценки последствий изменения климата и разработки стратегий адаптации. Для оценки будущей теплообеспеченности и влагообеспеченности территории Республики Молдовы (РМ) на основе средних суточных температур воздуха и осадков были рассчитаны по базовому периоду (1986-2005гг.) даты перехода температуры воздуха через 0, 5, 10, 15ºС, продолжительности периодов со среднесуточной температурой выше 0, 5, 10, и 15ºС, а также суммы этих температур, потенциальное испарение, коэффициент увлажнения Иванова (*КУ*), гидротермический коэффициент Селянинова *(ГТК),* индекс биологической эффективности климата Иванова (*БЭК*) а также проекции их будущих изменений для трех будущих временных периодов 2016-2035, 2046-2065 и 2081-2100 согласно ансамблю из 21 глобальных климатических моделей при реализации трех репрезентативных путей развития РТК 8.5, РТК 4.5 и РТК 2.6 для Северной, Центральной и Южной Агро-экологических зон (АЭЗ) (согласно методике описанной подробно в Цэрану, 2014).

В будущем климате РМ в связи с более ранним наступлением весны и более длинной осенью можно ожидать существенного увеличения продолжительности безморозного периода. Продолжительность периода с температурой выше 0ºС для базового климата колеблется от 272 дней на севере страны до 286 дней на юге. Из-за изменения климата к концу столетия продолжительность периода с температурой выше 0ºС в Центральной и Южной АЭЗ значительно возрастет от 29-31 дня (РТК 2.6) до 35-37 дней (РТК 4.5), в то время как наименьший рост от 15 до 32 дней ожидается в Северной АЭЗ. Продолжительность периода с температурами выше 5°С для базового климата варьируется от 221 дня на севере РМ до 232 дней на юге. К концу 21 века продолжительность периода с

температурами выше 5°C увеличится в зависимости от сценария от 15 (РТК 2.6) до 49-52 (РТК 8.5) дней в Центральном и Южном регионах, в то время как в Северной АЭЗ ожидается наименьший рост от 9 дней (РТК 2.6) до 40 дней (РТК 8.5), относительно базового периода 1986-2005 гг.

Сумма активных $\Sigma T_{ак>5°C}$ и эффективных $\Sigma T_{эф>5°C}$ температур (нижний предел развития зерновых культур) будет последовательно повышаться на территории РМ. К концу века ожидается значительный рост температур $\Sigma T_{ак>5°C}$ (42-43%) и $\Sigma T_{эф>5°C}$ (50-57%), что составит от 4227 и/или 3322 °C для Северной до 5245 и/или 3825 °C для Южной АЭЗ согласно сценарию РТК 8.5. Наименьший прирост сумм активных $\Sigma T_{ак>5°C}$ и эффективных $\Sigma T_{эф>5°C}$ температур ожидается в соответствии с сценарием РТК 2.6 от 3589 и/или 2433 °C для Северной АЭЗ, до 4096 и/или 2861 °C для Южной АЭЗ.

Для большинства культивируемых растений в РМ биологически активной температурой является сумма температуры воздуха выше 10°C. К концу столетия сумма температур $\Sigma T_{ак>10°C}$ и $\Sigma T_{эф>10°C}$ существенно возрастет от 4316 и/или 2146 °C для Северной до 4840 и/или 2560 °C в Южной АЭЗ согласно сценарию РТК 8.5, наименьший прирост суммы температур $\Sigma T_{ак>10°C}$ и $\Sigma T_{эф>10°C}$ прогнозируется в соответствии со сценарием РТК 2.6 от 3252 и/или 1392 °C для Северной до 3787 и/или 1747 °C в Южной АЭЗ, относительно базового климата 1986-2005 гг..

Коэффициент увлажнения Иванова (*КУ*) использовался для анализа изменения увлажнения территории. В соответствии с международной классификацией ЮНЕП, большая часть территории РМ в настоящее время характеризуется сухим субгумидным климатом ($0.50 \geq КУ \leq 0.65$). Некоторые юго-восточные районы характеризуются полузасушливым климатом ($КУ \geq 0.48$), а в северной зоне и районах с высотами выше 350-400 метров над уровнем моря наблюдается влажный субгумидный климат ($КУ \geq 0.65$). Ожидается, что по всем трем сценариям РТК значительно ухудшатся условия увлажнения на всей территории РМ. Уменьшение количества осадков в летний и осенний периоды, не компенсируется незначительным увеличением зимних и весенних осадков, что на фоне повышения температуры вызовет сильный дефицит влаги и последовательное увеличение потенциального испарения в XXI веке. К концу века, аридизация климата будет ощущаться на протяжении всего вегетационного периода с апреля по октябрь практически на всей территории РМ и будет характеризоваться полузасушливыми ($КУ = 0.21 – 0.50$), а в июле, августе и сентябре - засушливыми условиями ($КУ = 0.05 – 0.20$).

Анализ гидротермального коэффициента Селянинова (*ГТК*) показал, что к концу века засушливые условия $ГТК \leq 0.7$ будут наблюдаться на всей территории РМ, включая северные районы, более того согласно сценарию РТК 8.5 в центральных и южных районах в июле, августе и сентябре значения *ГТК* будут достигать $ГТК \leq 0.6$ средняя засуха или даже $ГТК \leq 0.5$ сильная засуха. Индекс биологической эффективности климата также показывает последовательное ухудшение к 2081-2100 гг. оптимальных эколого-климатических характеристик для экосистем РМ, в том числе и в Северной АЭЗ, особенно для сценариев РТК 8.5 и 4.5 по сравнению с базовым климатом 1986-2005 гг..

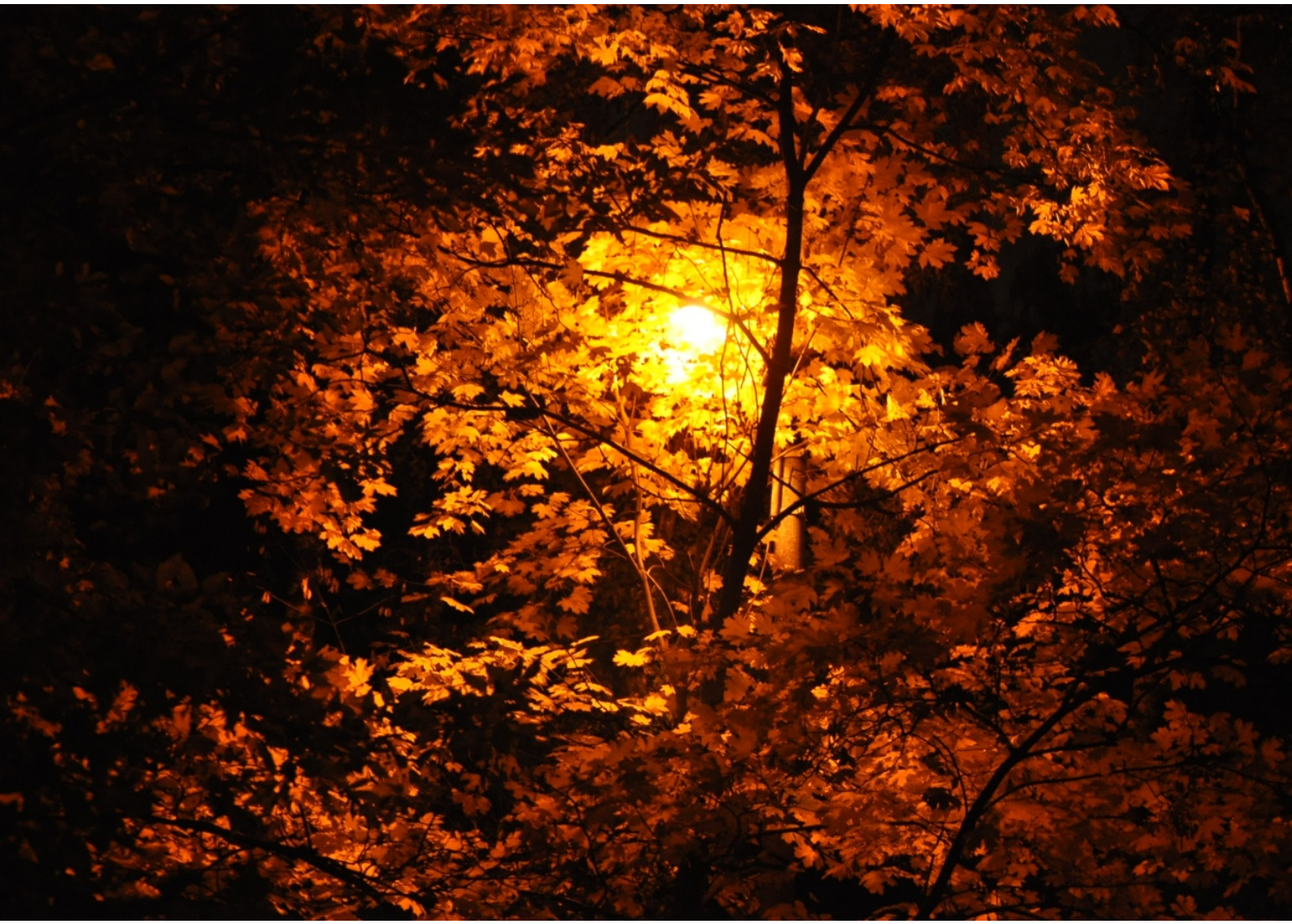
Полученные проекции изменения агроклиматических условий на территории РМ могут быть полезны для разработки национальных, региональных и локальных стратегий и

планов по адаптации к изменению климата. Лица принимающие решения и фермеры на местах могут использовать эту информацию для выбора адекватных мер адаптации к изменению климата, например наблюдаемая тенденция к росту вегетационного периода и сумм активных температур является благоприятной для винограда и плодовых культур таких как персик, черешня и абрикосы, но менее благоприятной для производства зерновых культур. Необходим поиск баланса между ростом вегетационного периода, суммой активных температур и управлением рисками, связанными с дефицитом увлажнения за счет внедрения засухоустойчивых или раннеспелых сортов и гибридов сельскохозяйственных культур, орошения, или использования нулевой или минимальной обработки почвы.

Список литературы:

Taranu L., 2014. An Assessment of Climate Change Impact on the Republic of Moldova's Agriculture Sector: A Research Study Complementing the Vulnerability and Adaptation Chapter of the Third National Communication of the Republic of Moldova under the United Nations Framework Convention on Climate Change. Ch.: 2014, 260p. http://www.clima.md/public/files/AssessmentClimateChangeImpactAgricultureSectorRM.pdf

Секция А4: отклик наземных экосистем на загрязнение и изменения климата



МОНИТОРИНГ ЛИШАЙНИКОВ В УСЛОВИЯХ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ

Г.Э. Инсаров[1,2)]

[1)] Институт географии РАН,
РФ, 109017 Москва, Старомонетный пер., 29, insarovg@gmail.com
[2)] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б

Лишайники чувствительны к изменениям содержания в воздухе окислов серы, азота, пыли, тяжелых металлов и других загрязнителей. В течение более чем столетия это обусловливает широкое использование лишайников для мониторинга загрязнения атмосферы и отклика биоты на это загрязнение на импактном уровне, т.е. вблизи источников загрязнения и в городах (напр., Kirschbaum et al., 2012; Purvis, 2010; Инсаров, Мучник, 2007). В последние 40-50 лет выполняются ряд национальных и международных программ комплексного фонового мониторинга загрязнения атмосферы на региональном и глобальном уровне, а также воздействия такого загрязнения на экосистемы. Эти программы включают мониторинг лишайников (напр., Manual for Integrated Monitoring, 1998; Geiser, 2004; Insarov, 2007). Разработана эффективная методология мониторинга отклика эпифитных лишайников на фоновое загрязнение воздуха (Insarov, 2002).

Начиная с 90-х годов XX века изменение климата стало рассматриваться как один из глобальных факторов, значительно влияющих на природные и хозяйственные системы. Наиболее значительные изменения происходят в полярных регионах и в горах (IPCC 2014). Было показано, что лишайники реагируют на изменение климата, например, изменением границ ареалов - было зафиксировано появление тропических и субтропических видов лишайников в умеренных широтах (van Herk et al., 2002). Некоторые программы фонового мониторинга экосистем, изначально ориентированные на воздействие загрязнения атмосферы, инкорпорировали в качестве воздействия изменение климата (напр., Jovan, 2008). Появилась необходимость в методологии мониторинга отклика лишайников на изменение климата как таковое.

Разработана методология мониторинга лишайников в горах в условиях меняющегося климата с учетом опыта мониторинга отклика эпифитных лишайников на фоновое загрязнение воздуха. Горы представляют собой уникальные территории для выявления климатических трендов и последствий изменения климата еще и потому, что климатические характеристики и, соответственно, биота в целом и лишайники в частности, быстро меняются вдоль высотного градиента, оставаясь в пределах относительно небольшой территории (Beniston, 2003). Лишайники являются доминирующим компонентом биоты в высокогорье.

Сообщества лишайников изучаются на особо охраняемых природных территориях для того, чтобы минимизировать влияние таких факторов, как земле- и лесопользование, строительство, прокладка дорог и коммуникаций, локальное загрязнение. Лишайники обитают на различных субстратах – на стволах деревьях, на почве, на мертвой древесине и т.д. Чтобы избежать воздействия изменений субстрата на сообщества лишайников, в качестве объектов мониторинга выбраны лишайники, произрастающие на камнях (эпилиты). Основные черты системы наблюдения:

(1) учет лишайников проводится на горизонтальной поверхности камней (допускается уклон до 5^0), расположенных на плоских элементах рельефа – локальных вершинах, перегибах на склонах, речных террасах, что обеспечивает схожие условия освещения;

(2) камни должны быть сходны по размерам, химическому составу и физическим свойствам, это уменьшает варьирование условий колонизации субстрата и дальнейшего развития талломов лишайников;

(3) покрытие лишайников определяют на трансектах методом линейных пересечений с помощью пластиковой палетки с миллиметровыми делениями;

(4) выбор камней на площадке и трансект на камнях осуществлялся без учета априорной информации о наличии и обилии лишайников на них.

Видовую принадлежность лишайников определяют на месте либо в лаборатории. Для эффективного выявлении тренда сообществ лишайников, вызванного изменением климата, выбран Обобщенный индекс TDI (Trend Detection Index) (Инсаров, 2002), представляющий собой взвешенную сумму покрытия видов лишайников с весовыми коэффициентами, выбранными так, чтобы максимизировать разрешающую способность индекса выделять климатический тренд. При этом используются оценки чувствительности видов лишайников к климатическим изменениям (Инсаров, 2002).

Эта методология была применена в заповеднике Махтеш Рамон, Центральный Негев. Было показано, что минимальное потепление, которое может быть идентифицировано с помощью системы, составляет 0,8 ºС (Insarov et al., 1999). Такая разрешающая способность представляется удовлетворительной, имея в виду прогнозы глобального потепления к 2100 году, представленные Межправительственной группой экспертов по изменению климата (IPCC 2014).

Мониторинговые исследования в российской (Катунский биосферный заповедник и Природный парк «Белуха», Республика Алтай) и казахстанской (Катон-Карагайский национальный природном парк, Восточно-Казахстанская область) частях Алтая показали, что мониторинг лишайников в горах может внести вклад в изучение и сохранение биоразнообразия. На Алтае выявлено восемь видов эпилитных лишайников, преобладающих в верхней полосе высокогорий, выше 2300 м над уровнем моря (Давыдов и др., 2013). Так как при потеплении климата ареалы видов в горах смещаются вверх, при дальнейшем потеплении эти виды могут сократить зону обитания или исчезнуть с соответствующих территорий.

Предложенная система мониторинга лишайников может служить частью комплексного мониторинга изменения климата и его последствий для биоты, включая выявление видов лишайников, находящихся под угрозой исчезновения и нуждающихся в охране.

Список литературы:

Давыдов Е. А., Инсаров Г. Э., Сундетпаев А. К. 2013. Мониторинг лишайников в связи с изменениями климата в Катон-Карагайском национальном природном парке (Восточный Казахстан) В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. XXV, с. 428-441.

Инсаров Г.Э. 2002. Лишайники в условиях глобального изменения климата. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т.18, с. 109-141.

Инсаров Г.Э., Е.Э. Мучник. 2007. Лишайники в условиях загрязнения воздуха в Москве. Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. 21, с. 404 - 434.

Beniston, M. 2003. Climatic change in mountain regions: a review of possible impacts. Climatic Change, 59, 5-31.

Geiser, L. 2004. Monitoring Air Quality Using Lichens on National Forests of the Pacific Northwest: Methods and Strategy. USDA-Forest Service Pacific Northwest Region Technical Paper, R6-NR-AQ-TP-1-04. 134 pp.

Insarov, G., S. Semenov and Insarova, I. 1999. A system to monitor climate change with epilithic lichens, Environmental Monitoring and Assessment 55(2), 279-298.

Insarov, G. 2002. A method for detecting large–scale environmental change with lichens. In: Nimis, P.L., Scheidegger, C., and Wolseley, P. A. (Eds.) Monitoring with Lichens - Monitoring Lichens, The Hague, The Netherlands, Kluwer Academic Publishers, pp. 399-403.

Insarov G.E. 2007. Epiphytic lichens monitoring in context of air pollution/acid deposition studies of forest ecosystems in East Asian region. In: Sub-manual on EANET forest vegetation monitoring. Acid Deposition and Oxidant Research Center, Niigata, p. 94-99.

IPCC 2014. Climate Change 2014: Synthesis Report. Contribution of Working Groups I, II and III to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change [Core Writing Team, R.K. Pachauri and L.A. Meyer (eds.)]. IPCC, Geneva, Switzerland, 151 pp.

Jovan, S. 2008. Lichen bioindication of biodiversity, air quality, and climate: baseline results from monitoring in Washington, Oregon, and California. Gen. Tech. Rep. PNW-GTR-737. Portland, OR: U.S. Department of Agriculture, Forest Service, Pacific Northwest Research Station. 115 p.

Kirschbaum1, U., Cezanne, R., Eichle,r M., Hanewald, K. and Windisch, U. 2012. Long-term monitoring of environmental change in German towns through the use of lichens as biological indicators: comparison between the surveys of 1970, 1980, 1985, 1995, 2005 and 2010 in Wetzlar and Giessen. Environmental Sciences Europe, 24, 19 pp. doi:10.1186/2190-4715-24-19

Manual for Integrated Monitoring. 1998. Finnish Environment Institute, ICP IM Programme Centre, Helsinki, Finland. (Accessed 24.01.2017).

Purvis W. 2010. Lichens and industrial pollution In: Batty LC, Hallberg KB (eds) Ecology of Industrial Pollution, Cambridge University Press, p. 41-69.

van Herk, C.M., Aptroot, A., van Dobben, H.F. 2002. Long-term monitoring in the Netherlands suggests that lichens respond to global warming. Lichenologist 34, 141-154.

ОЦЕНКА ВОДООХРАННОЙ РОЛИ АГРОМЕЛИОРАТИВНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ЕВРОПЕЙСКОЙ ЛЕСОСТЕПИ

Н.А. Рыбакова

Институт лесоведения РАН

РФ, 143030 Московская обл., Одинцовский район, п.Успенское, ул.Советская, 21.

1986620@gmail.com

Защитные лесные насаждения являются единственными эффективными биологическими системами, способствующими очищению поверхностного стока, поступающего с водосборных площадей сельскохозяйственного назначения. Системы агролесомелиоративных насаждений на водосборах способствует полному или частичному переводу поверхностного стока талых и дождевых вод в грунтовый, аккумуляции наносов, улучшению органолептических свойств и химического состава вод, препятствуют развитию эрозионных процессов на склоновых землях.

Рассмотрим три показателя водоохраной лесистости (%): Lв- лесистость, обеспечивающая полное поглощение поверхностного стока; Lн- полное отложение наносов; Lпдк- очистку стока от биогенных элементов до ПДК. Лесистость необходимо рассчитывать по характеристикам весеннего снеготаяния, так как75-90% годового стока в лесостепной зоне составляет сток половодья. Водоохранную лесистость на водосборе определялась по формуле

$$L = \frac{h}{K*W+h}$$

h, мм- слой стока с сельскохозяйственных угодий по картам поверхностного стока весеннего снеготаяния 50%-ной обеспеченности (Зыков и др., 1985); W, мм – суммарное водопоглощение в лесных насаждениях за период снеготаяния. Коэффициент К показывает, на поглощение какой доли стока с сельскохозяйственных угодий рассчитывается насаждение. При расчете Lв в формулу входит Кв=100, при расчете Lн и Lпдк – соответственно, Кн и Кпдк. По нашим данным, полученным по многолетним наблюдениям в период весеннего снеготаяния водопоглощение W в защитных насаждениях, созданных на сельскохозяйственных землях на серых лесных почвах составляет 300 мм, на черноземах – 400 мм, в естественных насаждениях составляет 1000-1500 мм (Рыбакова Н.А., 2013). Значение коэффициента Кн данным исследований в Приволжской лесостепи принято 30, Кпдк – 60% (Никитин, Спирина, 1983).

Водоохранная лесистость рассчитана нами для округов европейской лесостепи, выделенных по основным факторам эрозии (Районирование по основным факторам.., 1965) и объединенных нами в 3 района, в которых величины поверхностного стока имеют близкие значения: I- Окско-Волжский и Камско-Уфимский, II- Донецко-Хоперский, III- Днепровско-Донской и Самаро-Деминский (табл.1).

Таблица 1. Общая водоохранная лесистость, % площади сельскохозяйственных угоди (числитель - на серых лесных почвах, знаменатель - на черноземах).

Район	Lв	Lн	Lпдк
I	14,3 10,3	4,3 3,1	8,6 6,2
II	12,8 9,3	3,8 3,5	7,6 5,6
III	11,6 8,3	3,5 2,5	7,0 5,0

В каждом районе оценен водоохранный эффект существующих агролесомелиоративных насаждений на сельскохозяйственных землях и естественных

лесов в гидрографической сети. Для этого в указанных районах были обследованы 14 репрезентативных объектов, на территории которых в 60-70 г.г. при проведении масштабных работ по агролесомелиорации в лесостепной зоне был создан полный завершенный комплекс агролесомелиоративных насаждений.

Водоохранную функцию насаждения осуществляют на так называемых рабочих участках, где поверхностный сток, поступающий с сельскохозяйственных угодий в насаждения, контактирует с лесной почвой. При обследовании ключевых объектов были определены размеры рабочих участков и тяготеющих к ним водосборов в полезащитных, водорегулирующих, приовражных и прибалочных лесных полосах, насаждениях в гидрографической сети. Размеры рабочих участков определялись по следам водотоков и отложению наносов в насаждении.

Исследования показали, что на приводораздельных частях водосборов при рассеянном склоновом стоке на долю рабочих участков полезащитных, водорегулирующих, приовражных и прибалочных лесополос приходится 90-95% их площади, т.е. лесные полосы практически целиком осуществляют водоохранную функцию. Концентрация поверхностного стока в нижних звеньях гидрографической сети приводит к тому, что рабочие участки при русловом стоке занимают лишь 6-10% площади полезащитных и водорегулирующих лесополос и 20-30% приовражных и прибалочных. В свою очередь площадь рабочих участков приовражных и прибалочных лесных полос зависит от их размещения: в вершине оврага и балки, где площадь рабочих участков мала, или вдоль их склонов. Расчет существующей водоохраной лесистости с учетом рабочих участков агролесомелиоративных насаждений и естественных лесов в гидрографической сети, на которых происходит поглощение и очистка поверхностного стока, по отношению к площади примыкающих водосборов показал, водоохранная лесистость очень мала – она составляет лишь 1,4-1,7 % площади сельскохозяйственных угодий и 4,6-13,4 насаждений.

Список литературы

Никитин А.П., Спирина А.Г. Роль лесных насаждений в защите водоемов от заиления и загрязнения. Водные ресурсы, 1985, №4, с.27-33.

Зыков И.Г., Панов В.И., Борец В.П., Антонов В.И. Многолетние ряды склонового стока с зяби и угодий с плотной почвой в лесостепи и степи в европейской части РСФСР. – Труды ВНИАЛМИ. 1985. Вып.3. Волгоград, с.104-109.

Районирование территории СССР по основным факторам эрозии /Под ред. Д.Л.Арманда. М., Наука, 1965, 235 с.

Рыбакова Н.А. Водоохранная роль агролесомелиоративных насаждений европейской лесостепи. – В кн.: Инженерная биология в современном мире. Майкоп, 2013, с. 90-95.

АГРОЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ЗНАЧИМОСТЬ МОНИТОРИНГА УЧАСТКОВ ДЕГАЗАЦИИ ЗЕМЛИ

Г.К. Игнатенко, П.И. Гремченко

ИАТЭ НИЯУ МИФИ, РФ,249040, г. Обнинск, Студгородок ИАТЭ 1, Калужской обл.,igkobninsk@mail.ru

Интенсивное природное и техногенное воздействие на геологическую среду приводит к ускоренной деградации и нарушению равновесия в установившихся комплексах горных пород. Это определяет актуальность мониторинга таких геологических зон, проявления их на поверхности Земли, прогнозирования их масштаба, оценки агроэкологической значимости и разработки мер по уменьшению наносимого ими ущерба.

Агроэкономические комплексы находясь на геологической среде, могут подвергаться воздействию активизированных локальных геодинамических явлений (оползни, карстообразование, флюидообменные процессы, суффозия и т.д. (Осика,1981)) как на стадии освоения, так и на стадии эксплуатации, вызывая отчуждения значительных территорий. Прогрессирование этих явлений делает актуальными работы, связанные с изучением флюидообменных процессов в литосфере и приземном слое атмосферы.

Среди современных методов исследования флюидо-динамических процессов земной коры наиболее эффективным является радоновый эманационный мониторинг. В последнее время начинает внедряться в практику полевых измерений новый водородный метод (Войтов, Рудаков. 2000).

Измерения концентрации водорода в подпочвенном воздухе, представленные в данной работе, производились с помощью разработанного на кафедре экологии ИАТЭ НИЯУ МИФИ пробоотборника (Литовченко, Игнатенко и др.2012). В местах измерения, где имело место выхода глубинных флюидов, концентрация водорода в пробах с увеличением глубины отбора пробы росла, достигая на глубинах до 1 метра 600 – 1500 и более пропромиллей.

Карстовые процессы в подстилающих карбонатных отложениях проявляются на поверхности вначале так называемыми проседаниями – блюдцеобразными углублениями, глубина и диаметр которых со временем увеличиваются. Проявление карстовых процессов на поверхности обусловлено суффозией – разрушением пород вследствие их выщелачивания и выноса подземными водами мельчайших нерастворимых минеральных частиц, в результате чего объём породы уменьшается. Суффозия сопровождается оседанием вышележащей толщи с образованием на поверхности западин, небольших суффозионных воронок и “блюдец”. На пахотных полях, выход флюидов в присутствии водорода приводит к «выбеливанию» почвы- потере гумуса (Суханова и др.2013). Эти образования имеют размеры от единиц до сотен метров в плане, глубина доходит до нескольких метров. Эти явления хорошо просматриваются на спутниковых снимках, представляя динамику и масштабы отчуждения – увеличение светлых участков поверхности на полях.

В качестве объекта для количественной оценки отчужденных территорий был выбран Боровский район Калужской области. Согласно геоморфологической карте, Калужская область расположена на материковой плите с многочисленными глубинными разломами, через которые подземные флюиды поступают на поверхность земли (Бобров. 2006). Динамика этих процессов хорошо просматривается на спутниковых снимках, позволяя делать количественную оценку изменения площади, пораженной (отчужденной) поверхности. Поиск, анализ, выявление и определение участков отчуждения выполнялся посредством программного обеспечения Google Earth и SAS Planet. Анализ этих участков, с идентификацией по результатам мониторинга концентрации подпочвенного водорода, проводился по следующим показателям:

- визуальным и дешифровочным данным;
- гипсометрическим показателям;
- высоким градиентом концентрации водорода в подпочвенном воздухе на территории участка.

Величина количественной оценки отчужденных территорий Боровского района на период 2014 года составила 2013 га, это 3% от общей, подвергнутой анализу площади 75956 га.

Полученные результаты качественной и количественной информации по отчуждению земель и разработанная методика их получения могут быть использованы в качестве примера для создания базы данных отчужденных земель в Земельном и Лесном кадастрах и в разрабатываемой системе дистанционного мониторинга земель сельскохозяйственного назначения РФ.

Список литературы:

Осика Д.Г. 1981. Флюидный режим тектонически-активных областей. – М.: Наука. -204с

Войтов Г.И., Рудаков В.П. 2000. Водород атмосферы подпочвенных отложений, его мониторинг и прикладные возможности // Физика Земли, № 6, с. 83-91.

Литовченко А.В., Игнатенко Г.К., Литвинов А.В., Глушков Ю.М.2012. Некоторые экологические процессы в местах выхода глубинного водорода. В кн. Материалы международной научной конференции глобальные экологические процессы. М. С. 300-302.

Суханова Н.И., Трофимов С.Я., Полянская Л.М., Ларин Н.В., Ларин В.Н.2013. Изменение гумусного состояния и структуры микробной биомассы в местах водородной эксгаляции // Почвоведение. - № 2. – С. 152 – 162.

Бобров С.П. 2006. Тектоника и минерагения Калужской области и прилегающих к ней территорий. - Калуга: ИД «Эйдос», – 336 с.

ПРЕДРАССВЕТНЫЙ ВОДНЫЙ ПОТЕНЦИАЛ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ ВЛАГООБЕСПЕЧЕННОСТИ ДРЕВОСТОЕВ

А.Г. Молчанов

Институт лесоведения РАН, 143030. Успенское, Одинцовский р-н, Московская обл.

В связи с изменением климата во многих регионах возможное изменение влагообеспеченности, которая обычно определяется очвы термовесовым методом. Недостаток влаги в почве в значительной степени может повлиять на состояние древостоев.

Влажность почвы и водный потенциал почвы характеризует количество и состояние влаги в этом слое почвы. Водный потенциал растения показывает влагосостояние растения. Однако несоответствие между водным потенциалом почвы и предрассветным водным потенциалом растения (ПВП) отмечается для многих растений. При исследовании 21 растения (Donovan et. al., 2001) расхождение между водным потенциалом почвы и ПВП растений составляли от 0.5 до 2.3 МПа. ПВП в большей степени связан с влажностью почвы, а также с уровнем дефицита влаги в самом растении, невосполненному в течение ночи. Перед рассветом водный потенциал (ПВП) примерно одинаков во всех органах растения. Дневные значения водного потенциала в значительной степени обусловлены погодными условиями, напряженностью метеофакторов (Богатырев, Васильева, 1985). Таким образом, ПВП растения показывает как в течение ночи, при замедленной транспирации, в растении происходит постепенное восстановление потерянной за день влаги до того уровня, который определяет ее доступность или недоступность.

В засушливый 1972 г. на рыхлых супесчаных почвах с уровнем почвенно-грунтовых вод (УПГВ) на 3.5-4 м в верхнем 50-см слое почвы потенциал влаги был выше 2.5-3 МПа, но уже на глубине 1м был 0.5 МПа (Абатуров, Богатырев, Орлов, 1976). При раскопках корней оказалось, что 9-летние деревья сосны с корнями проникающими на глубину свыше 180 м, не пострадали от засухи, тогда как деревья с корнями до 0.8 м погибли. Таким образом, считаем, определение не только влажности почвы, но и водного потенциала почвы по глубине почвы не всегда дает нам представление о влагообеспеченности дерева, так как сложно определить из какого горизонта растение потребляет влагу.

Имеющиеся в литературе и в нашем распоряжении экспериментальные данные свидетельствуют о том, что наиболее показателен в этом отношении ПВП растения, так как этот показатель определяет влагообеспеченность самого растения, при этом проникновении корней на различную глубину зависит также от типа почвы, от уровня грунтовых вод. Однако в разных условиях произрастания во время засухи высоко продуктивные древостои менее устойчивы к нарушениям водного баланса.

Различные породы деревьев обладают корневой системой, достигающей разной глубины. Наибольшее количество всасывающих корней расположено в верхнем 0-50-см слое почвы, но отдельные проводящие корни деревьев доходят до значительно большей глубины.

В лесостепной зоне, в Теллермановской дубраве, в лизиметре 200*100*90 см, где водный потенциал равномерено распределен по глубине, взаимосвязь ПВП листа с водным потенциалом влаги в почве была довольно близка: R^2= 0,862 на глубине25 см и 0,748 на глубине 55 см, тогда как в открытом грунте, для сеянцев, R^2= 0,578 на глубине25 см и 0,471 на глубине 55 см. В 250 летней полевокленовой дубраве взаимосвязь ПВП листа с водным потенциалом влаги в почве практически полностью отсутствует R^2= 0,191 на глубине25 см и 0.064 на глубине 55 см. В 250-летней полево-кленовой дубраве наблюдение за влажностью почвы и ПВП растения проводилось в течение нескольких десятилетий. Получили, что во многие годы наблюдалась пересыхание верхних горизонтов почвы. Кроме этого в горизонте почвы от 3 до 6 м находится, в течение практически многих лет почти полностью сухой слой почвы «мертвый горизонт», водный потенциал которого был ниже -3 -4 МПа. Однако, значительного усыхания дубрав там не наблюдалось. УПГВ почвы

находился на глубине 10 м, но при этом проводящие корни дуба вырастают до10 м глубины, достигая капиллярной каймы грунтовых вод (Романовский, Мамаев 2002). При определении ПВП листьев оказалось, что ПВП не опускался ниже -1.5 ÷ -2 МПа, тогда как водный потенциал почвы был в это время в слое 0 ÷ 4 м ниже -3 МПа (Молчанов, 2007). Следовательно, поглощение влаги из почвы корнями растений идет из всех горизонтов почвы, начиная с подстилки и до грунтовых вод, если они в пределах их досягаемости. Поэтому в случае недостаточного количества влаги в верхних горизонтах почвы, говорить о недостатке влаги для древостоев не совсем верно.

Изучение водного режима ельников после засух 1972 и 1992гг. проводилось в Центрально-лесном государственном заповеднике (Абражко В.И., Абражко М.А., 1993). В результате получили, что во всех типах ельников ПВП корней опускался до значительной величины, от -1,8 до -2,7 МПа, тогда как уровень грунтовых вод в высокопродуктивных ельниках (чернично-кисличных, липняково-ясменниковый, черничный) опустился с 10 см до 200 см. В низкопродуктивных ельниках (сфагново-черничном), только до 10см, а в чернично-пушицево-сфагновым до 80 см. Наиболее низкий ПВП был у высокопродуктивных ельников. Дневной водный потенциал хвои в этих типах леса достигал -5,8 и -6,5 МПа, а у низкопродуктивных -3,5 ÷ -4,2. Тем не менее, значительного массового усыхания в древостоях не произошло. Авторы считают, что в высокопродуктивных древостоях незначительное усыхание произошло из-за разреженности древостоя. Так как в засуху 1972г в высокополнотных, высокопродуктивных древостоях (0.97) отпад произошел более чем у 30% деревьев. В 1992г., несмотря на более сильную засуху, в отпад ушли лишь несколько деревьев.

Многие исследователи считают, что в результате засухи, которая была в 2010 г. в еловых лесах южной тайги в 2011-2014 гг. произошла вспышка короеда-типографа и, вследствие этого, в ельниках произошло усыхание. Считается, что заселение короедом еловых древостоев обусловлено ослабление их в результате засухи. Однако, мониторинга влагообеспеченности древостоев, к сожалению, в это время не проводилось и по видимому, кроме ослабления деревьев, необходимо к этому времени, наличие большой численности насекомых..

Таким образом, считаем, что для оценки влагосостояния древостоев наиболее приемлемым является предрассветный водный потенциал (Predawn water potential). Однако, несмотря на сильную засуху и явное ослабление ельников в 1992 г. заселение еловых древостое не наблюдалось. Считаем, что засуха 2010 г не является только одной и единственной причиной усыхания еловых древостоев и заселением их короедом-типографом.

Список литературы:

Абатуров Ю.Д., Богатырев Ю.Г., Орлов А.Я. О роли глубоких корней в жизни сосновых молодняков на рыхлопесчаных почвах // Лесоведение . 1976. № 4.С.18-24.

Абражко В.И., Абражко М.А., 1993. Водный режим растений еловых лесов в засуху // Ботанический журнал.1993. Т. 78. № 10. С. 32-44.

Богатырев Ю.Г., Васильева И.Н. Водный режим почв и подроста ели на вырубках и под пологом // Лесоведение.1985. № 2. С. 16-25

Молчанов А.Г. Баланс CO_2 в экосистемах сосняков и дубрав в разных лесорастительных зонах. Тула: Гриф и К, 2007. 284 с.

Романовский М.Г., Мамаев В.В. Грунтовые воды нагорных дубрав Теллермановского леса // Лесоведение. 2002. № 5. С. 6-11. Donovan L.A., Linton M.J., Richards J.H. Predawn water potential does not necessarily equilibrate with soil water potential under well-watered condition // Oecologia. 2001.V.129. P. 3238-3350.

Работа поддержана РНФ 14-14-00956

ЛИХЕНОБИОТА КАК ИНДИКАТОР СОСТОЯНИЯ ДУБРАВНЫХ СООБЩЕСТВ В МОСКОВСКОМ РЕГИОНЕ

Мучник Е.Э.

Институт лесоведения РАН
РФ, 1430306 Московская область, Одинцовский район, С. Успенской, ул. Советская, 21,
eugenia@lichenfield.com

Дубовые леса в Московского регионе (г. Москве и прилегающих территориях) встречаются нередко, но преимущественно небольшими участками, занимая повышенные и достаточно дренированные места с богатыми суглинистыми почвами (Савельева, Полякова, 2001). Как и другие городские и пригородные насаждения, участки дубняков находятся под воздействием техногенного загрязнения среды и интенсивной рекреации, следствием чего является антропогенная трансформация дубравных сообществ.

Лишайники рассматриваются в качестве индикаторов загрязнения воздушной среды уже более 100 лет, чувствительность к различным поллютантам (диоксиду серы, соединениям азота и др.) связаны с их биологическими особенностями (Nash III, 2008; и мн. др.). Однако лишайники, наряду с другими компонентами растительных сообществ, подвергаются и другим воздействиям: обрезка ветвей деревьев-форофитов, вывоз валежника и пней, рекреация или внесение удобрений и др., что приводит к антропогенной трансформации лихенобиоты (Мучник, 2005). Это сопровождается, в частности, снижением видового богатства, изменениями в составе спектров экобиоморф (ЭБМ) и эколого-субстратных групп (ЭСГ).

Кроме того, ранее отмечалось (Инсаров и др., 2010; и мн. др.), что видовое разнообразие эпифитных лишайников можно рассматривать и в качестве показателя загрязнения среды соединениями азота. Для средней полосы европейской части России pH корки дуба черешчатого в фоновых условиях составляют 4,3–4,5 (Инсарова, Инсаров, 1989) . При таких значениях pH корки в эпифитном лишайниковом покрове дуба преобладают виды группы ацидофитов. Однако загрязнение воздуха соединениями азота (а также рекреация, в частности, массовый выгул собак) вызывает защелачивание и, таким образом, эвтрофикацию корки, способствуя росту нетипичных для нее видов-нитрофитов (van Herk, 2002).

В рамках выполнения комплексного проекта по разработке методологии оценки состояния дубрав в условиях антропогенных воздействий на примере Московского региона установлено, что указанные изменения лихенобиоты довольно хорошо коррелируют с показателями загрязнения почв (Мучник и др., 2013, 2014) и отражают, в определенной степени, уровень антропогенной трансформации (АТ) обследованных участков дубравных сообществ. Разработаны шкалы с оценками показателей в баллах для определения уровней АТ лихенобиоты и азотного загрязнения (АЗ) среды.

Шкала, характеризующая уровень АТ лихенобиоты на модельных объектах, включает 5 категорий или баллов:

1 – лишайников не менее 20 видов, спектры ЭБМ и ЭСГ полные (наилучшее, естественная лесная лихенобиота, загрязнение отсутствует или незначительное);

2 – лишайников 10–19 видов, спектр ЭБМ полный или неполный, могут отсутствовать кустистые и/или чешуйчато-кустистые биоморфы, спектр ЭСГ полный или неполный, могут отсутствовать эпиксилы (хорошее; загрязнение слабое);

3 – лишайников 5–9 видов, спектры ЭБМ и ЭСГ неполные (удовлетворительное; загрязнение умеренное);

4 – лишайников 1-4 вида, спектры ЭБМ и ЭСГ неполные (неудовлетворительное; загрязнение сильное);

5 – лишайники отсутствуют (критическое; загрязнение очень сильное).

Шкала азотного загрязнения (АЗ) основана на анализе лихенобиоты дуба черешчатого по отношению к кислотности субстрата и включает 4 категории:

1 – ацидофитов не менее 75 % (АЗ отсутствует либо очень незначительно);

2 – ацидофитов не менее 50 % (АЗ умеренное);

3 – ацидофитов не менее 25 % (АЗ значительное);

4 – ацидофитов менее 25 % (АЗ сильное).

При отсутствии лишайников в ЭЛП дуба конкретно об азотном загрязнении судить трудно, поэтому категория 5 (состояние критическое, загрязнение очень сильное), в данном случае, неприменима.

Список литературы:

Инсаров Г.Э., Мучник Е.Э, Инсарова И.Д. 2010. Эпифитные лишайники в условиях загрязнения атмосферы Москвы: методология долговременного мониторинга. – В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. 23. – Москва: ИГКЭ, с. 277 – 296

Инсарова И.Д., Инсаров Г.Э. 1989. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха. – В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. 12. – Л.: Гидрометеоиздат, с. 113–175.

Мучник, Е.Э. 2005. Антропогенная трансформация лихенофлоры (основные тенденции). – Теоретические проблемы экологии и эволюции (Четвертые Любищевские чтения). Тольятти: Институт экологии Волжского бассейна РАН, с. 146 – 156.

Мучник Е.Э., Каплина Н.Ф., Кулакова Н.Ю., Селочник Н.Н., Ермолова Л.С. 2013. Опыт комплексной оценки состояния московских дубрав. – Доклады по экологическому почвоведению, вып. 18, N 1, с. 151-164. ISSN 99993123. http://jess.msu.ru/images/stories/scibibliography/2013/2013_016.pdf

Мучник Е.Э., Каплина Н.Ф., Кулакова Н.Ю., Селочник Н.Н., Ермолова Л.С. 2014. Методология оценки и прогноза состояния дубрав в условиях антропогенных воздействий (на примере Московского региона). – Вестник МГУЛ – Лесной вестник, № 6, с. 216 – 225.

Савельева Л.И., Полякова Г.А. 2001. Дубовые леса. – В кн.: Леса Москвы. Опыт организации мониторинга. М., Б.и., с. 92 – 99.

Nash III T.H. 2008. Lichen sensitivity to air pollution. – In.: Lichen biology. Second edition. – Cambridge, New York, Melburne, Madrid, Cape Town, Singapore, San Poulo, Delphi: Cambridge University Press, p.299 – 314.

van Herk C.M. 2002. Epiphytes on wayside trees as an indicator of eutrophication in the Netherlands. – In: Monitoring with lichens – monitoring lichens. IV. Earth and Environmental Science. – Dordrecht, Boston, London: Kluwer Academic Publisher, p. 285–290.

ПРИЗНАКИ РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА СТВОЛА В РЕТРОСПЕКТИВНОЙ ОЦЕНКЕ ЖИЗНЕННОСТИ ДУБА ЧЕРЕШЧАТОГО ПО МАТЕРИАЛАМ 30-ЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА НА ЮГЕ ЛЕСОСТЕПИ

Н.Ф. Каплина[1)], А.С. Поляков[1)], Я.Г.Истомина[1)]

[1)] Институт лесоведения РАН,

РФ, 143030, Московская обл., ул. Советская, д. 21, kaplina@inbox.ru

Древесные растения сохраняют информацию о своем состоянии в годичных кольцах стволов. Её сопоставление с данными мониторинга открывает дополнительные возможности разработки методов ретроспективного и прогностического оценивания состояния экосистем.

В основе нашего подхода оценивания состояния дерева и древостоя (ценопопуляции) лежат следующие понятия и представления, развиваемые на основе анализа материалов мониторинга в дубравах. Жизненность (Злобин, 1989) – уровень развития и продуктивности, инертна в условиях изменчивых факторов среды (ИФ), определяет долговременное состояние. Жизнестойкость – способность поддерживать и восстанавливать жизненность, пропорциональна последней (Каплина, Селочник, 2015). Жизненное состояние (Алексеев, 1990) – текущее состояние, чувствительно к ИФ в процессе поддержания и восстановления жизненности. Текущее состояние наиболее соотносится с шириной годичного прироста ствола, изменчивой по годам. Именно этот признак обычно используется в дендрохронологии. Долговременное состояние изучено значительно меньше. Цель данной работы - изучение признаков годичного прироста ствола, отражающих жизненность дерева и ретроспективная оценка последней.

Развитие дерева определяли по классификации крон дуба черешчатого, предложенной и обоснованной ранее (Каплина, Селочник, 2009): 1) раскидистый тип – наиболее развитая крона с мощными нижними ветвями, 2) зонтиковидный тип – без нижних мощных ветвей (результат адаптации к ИФ), 3) узкокронный тип – с преобладанием слаборазвитых вторичных ветвей (следующий этап адаптации к ИФ).

Объекты исследования – пойменная ландышево-ежевичная (120 лет, II бонитет) и нагорная снытево-осоковая (80 лет, I бонитет) дубравы на постоянных пробных площадях Теллермановского опытного лесничества ИЛАН РАН. С 1985 г. и по настоящее время периодически описывали признаки развития и восстановления крон, определяли санитарное состояние деревьев. Взяты керны ствола на высоте 1.3 м у всех наблюдаемых деревьев. Измерены по годам ширина годичного прироста (ГП), в т.ч. весеннего (ВП) или раннего и летнего или позднего приростов, диаметры сосудов и число их рядов.

Величины ВП и ГП в среднем тем больше, чем более развита крона дерева. Средний диаметр и число рядов сосудов пропорциональны ВП. Для раскидистых деревьев характерно в среднем 3 ряда сосудов, для зонтиковидных – 2, для узкокронных – 1 ряд. Зависимость ВП от ГК – прямая линейная, с близким коэффициентом наклона у всех типов кроны. Её свободный член тем больше, чем лучше развита крона. Таким образом, в значительном диапазоне величин ГП наблюдается увеличение ВП в ряду типов: узкокронный, зонтиковидный, раскидистый. В литературе отмечается закономерность, кажущая противоположной – доля ВП увеличивается с уменьшением ГП и ослаблением дерева (Тихомиров, 1989). Согласно полученным нами зависимостям, это утверждение справедливо лишь в пределах каждого типа развития кроны. Отсюда понятна важность разделения широко используемых понятий жизненности и жизненного состояния.

Эту закономерность мы применили для идентификации типов развития кроны. По данным за 1985 – 2015 гг. получили уравнения зависимости ВП от ГП для двух линий, разделяющих типы развития кроны: раскидистый – зонтиковидный и зонтиковидный – узкокронный. Рассчитали индексы весеннего прироста деревьев по годам как соотношение измеренных ВП и полученных по уравнению для границы раскидистые – зонтиковидные

(соответственно индекс последней = 1). Индекс границы зонтиковидные – узкокронные составил 0.75. Сглаженные индексы деревьев (рис. 1) всех трех типов в период 1985 – 2015 гг. укладываются в интервалы, разделенные данными границами. Индексы дерева «переходного» типа, изменившего тип с раскидистого на зонтиковидный, изменились соответственно.

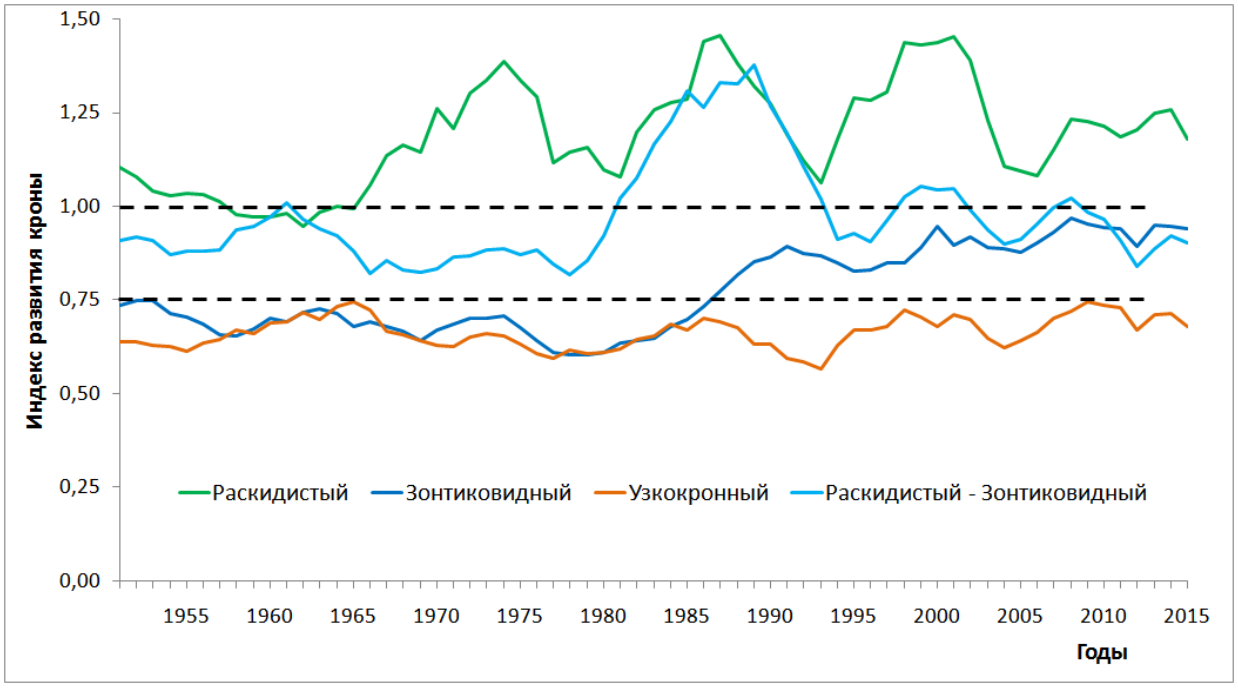


Рис. 1. Динамика индексов ВП ствола (5-ти летнее скользящее среднее) по типам развития крон деревьев в 1985-2015 гг., пунктиром указаны границы между типами.

В пойменной дубраве, данные деревьев которой приведены на рис.1, во второй половине 1970-х гг. наблюдалось массовое усыхание дуба, а в 1980-90-х гг. - восстановление крон выживших деревьев. Согласно рассчитанным индексам, жизненность раскидистого дерева испытывала периодические колебания, с минимумами в конце 1950-х, конце 1970-х, середине 1990-х и начале 2000-х гг. Зонтиковидное дерево было узкокронным практически весь период до середины 1980-х, а узкокронное сохраняло свой тип весь 65-летний период. Дуб «переходного» типа был зонтиковидным весь рассматриваемый период за исключением примерно 7-летнего, включая 1985-й год, когда он и был описан, как раскидистый.

Таким образом, предложенная модель позволяет адекватно оценить динамику жизненности (долговременного состояния) деревьев дуба по хронологическим рядам ширины годичного и весеннего приростов.

Работа выполнена при поддержке РФФИ (15-04-05592).

Список литературы:

Алексеев В.А. 1990. Лесные экосистемы и атмосферное загрязнение – Л., Наука, 197 с.

Злобин Ю.А. 1989. Принципы и методы изучения ценотических популяций растений. Казань, КГУ, 147 с.

Каплина Н.Ф., Селочник Н.Н. 2009. Морфология крон и состояние дуба черешчатого в средневозрастных насаждениях лесостепи. Лесоведение, № 3, с. 32-42.

Каплина Н.Ф., Селочник Н.Н. 2015. Текущее и долговременное состояние дуба черешчатого в трех контрастных типах леса южной лесостепи. – Лесоведение, № 3, с. 191-201.

Тихомиров А.В. 1989. Структура радиального годичного прироста как показатель состояния дуба черешчатого. – В кн.: Состояние дубрав лесостепи. – М., Наука, с. 77–97.

УДК 631.452: 631.46

ДУБ ЧЕРЕШЧАТЫЙ (*Quércus róbur*) В ГОРОДСКИХ ЭКОСИСТЕМАХ РАЗНОЙ СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ – СОСТОЯНИЕ И СПОСОБЫ АДАПТАЦИИ

Кулакова Н.Ю.

Институт лесоведения РАН

РФ, 143030 Московская обл., п. Успенское, Советская 21, nkulakova@mail.ru

Загрязнение городских экосистем в условиях резких колебаний погоды, свойственных периоду глобальных климатических изменений, становится препятствием для создания жизнестойких древесных насаждений. Выбор древесных пород для озеленения мегаполисов не возможен без мониторинга за состоянием насаждений и выяснения адаптационного потенциала растений к неблагоприятным воздействиям урбанизированной среды.

Исследование процессов адаптации связано с изучением поведения неструктурных углеводов (NSC) в растениях. NSC в первую очередь рассматриваются как запасные вещества, необходимые при восстановлении растений после воздействий неблагоприятных факторов (Бухарина и др., 2007; Sala et al. 2012). Адаптационные процессы связаны также с изменением состава NSC. Значительная часть городских насаждений приурочена к засолённым почвам вдоль автомагистралей и пешеходных дорог. Уменьшение значений водного потенциала в растениях на засолённых почвах происходит в частности за счет гидролиза полимерных форм углеводов и синтеза низкомолекулярных полисахаридов.

Целью работы было изучение способов и потенциала адаптации дуба черешчатого к современным условиям Московского мегаполиса.

В задачи работы входило изучение сезонной динамики содержания моно и ди сахаров; содержания сахаров и крахмала по окончанию вегетационного периода в ветвях дуба черешчатого, оценка степени загрязнения экосистем с насаждениями дуба. Исследованием были охвачены деревья старого генеративного онтогенетического состояния с раскидистым типом кроны. Велось наблюдение за их санитарным состоянием, оценивался прирост ветвей в конце сезона вегетации.

Были выбраны 2 участка (по 6 деревьев): в первом случае (пробная площадь № 1) деревья росли в 2-3 метрах от магистрали (Свободный проспект, 55˚75’в.д.; 37˚82’с.ш.), во втором (пробная площадь № 2) – примерно в 300 м от шоссе (Терлецкий парк, 55˚77’в.д.; 37˚82’с.ш.).

Сравнение пробных площадей по количеству поступающих поллютантов показало значительные различия между ними: за один зимний месяц в снежном покрове на первой пробной площади накапливалось в 7 раз больше натрия, в 2 раза – сульфатов и свинца, в полтора раза – цинка, в 4 раза –хлоридов и кальция, чем на второй, составляя соответственно 192±26; 219±34; 504±87; 213±52; 0.19±0.14; 1.30±0.61 мгм-^{2}. С пылью и аэрозолями, аккумулирующимися на листьях деревьев, у дороги поступало в 1.6 раза больше свинца и цинка, чем в парке. В почве первой пробной площади содержание свинца (84.2 мгкг$^{-1}$) и цинка (26.2 мгкг$^{-1}$) было в 1.8 и 1.6 раз больше, чем в почве на второй площади, в обоих случаях значения существенно превосходили ПДК для легких почв. Несмотря на различия в поступлении и аккумуляции в экосистемах цинка и свинца, их содержание в чистых листьях дуба на двух площадках было примерно одинаковым и составляло 10.7±3.3 и 9.6±2.7 мгкг$^{-1}$ Pb и 617±150 и 641±55 мгкг$^{-1}$ Zn.

В почвах обеих пробных площадей весной зафиксировано хлоридно-натриево-кальциевое засоление средней степени на участке у магистрали и слабое в парке. К июлю почвы были промыты от легкорастворимых солей. В листьях деревьев, произрастающего у магистрали, отмечено на порядок более высокое содержание Na, чем в листьях деревьев в парке – 0.44±0.13 мгг$^{-1}$ образца.

Табл. 1. Сезонная динамика моно и ди сахаров в ветвях и листьях дуба черешчатого, мг100г$^{-1}$ воздушно-сухого веса образца.

	март	май	июль	сентябрь	ноябрь
Свободный проспект (площадка № 1)					
моно	24.1±4.9	33.8±3.3	33.7±2.5	49.1±6.2	82.4±7.1
ди	23.2±5.1	6.4±2.7	19.6±1.3	5.3±1.8	46.1±7.4
сумма	47.3	40.2	53.4	54.4	128.5
Терлецкий парк (площадка № 2)					
моно	36.9±4.9	25.7±1.7	33.9±3.3	43.7±7.3	83.2±2.7
ди	8.9±6.9	2.6±3.9	18.8±2.3	4.9±2.0	57.3±11.9
сумма	45.8	28.2	52.7	48.6	140.5

Колебания содержания суммы сахаров в ветвях (табл.1) объясняются сезонным характером процессов метаболизма. Сравнение двух участков между собой показало весьма близкие значения суммы моно и ди сахаров в ветвях дуба на разных участках. Содержание крахмала, измеренное в ноябре, также было примерно одинаковым в ветвях деревьев у магистрали и в парке – около 8 мг100г$^{-1}$ воздушно сухого образца. Соотношение фракций моно и ди сахаров в ветвях деревьев различалось в марте, в период засоления почв: содержание фракции ди сахаров было достоверно выше в образцах ветвей деревьев на Свободном проспекте. Увеличение фракции дисахарав уже отмечалось нами (Каплина, Кулакова, 2015) у деревьев дуба, испытывающих водный дефицит на засоленных почвах (Теллермановский стационар ИЛАН РАН). Оно связано с необходимостью поддерживать осмотическое давления в ситовидных трубках флоэмы для передвижения растворов. Высокая концентрация сахаров в цитоплазме клеток способствует также локализации токсичных одновалентных ионов в вакуолях.

Ухудшение санитарного состояния деревьев было отмечено в июле – появился некроз листьев. Некрозированные ткани занимали у деревьев на первом участке в июле не более 10 % от площади листовой поверхности, в августе –25-30 %, у деревьев Терлецкого парка в июле практически отсутствовали, в ноябре не превышали 5-10 %. Прирост ветвей у деревьев Терлецкого парка составил 38 ±12 см, у деревьев Свободного парка – 32 ±14 см.

Близкие значения содержания суммы моно, ди сахаров и крахмала в ветвях дуба в разных по степени загрязнения городских экосистемах и не различающиеся между собой величины прироста ветвей, несмотря на ухудшение санитарного состояния деревьев в непосредственной близости от магистрали, свидетельствует о высоком адаптационном потенциале деревьев дуба черешчатого с раскидистым типом кроны к загрязнению.

Изменение состава NCS в ветвях деревьев дуба у автомагистрали выявляется весной и является адаптационной реакцией дуба черешчатого на засоление почв.

Близкое содержание Pb и Zn в листьях дуба у деревьев с различным проявлением некроза листьев, свидетельствует о слабом влиянии этих элементов на формирование некрозивных тканей. Предположительно такое воздействие оказывают оксиды серы и азота, поступающие в атмосферу примерно пропорционально выбросам тяжёлых металлов.

Литература

Бухарина, И. Л., Поварницина Т. М., К. Е. Ведерников. 2007. Эколого-биологические особенности древесных растений в урбанизированной среде. – Ижевск., ФГОУ Ижевская КСХА, 216 с.

Каплина Н. Ф., Кулакова Н. Ю. 2015.Содержание неструктурных углеводов в органах дуба черешчатого в условиях южной лесостепи европейской части России. – Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. № 4 (28), с. 84-97.

Sala A., Woodruff D.R., Meinzer F.C. 2012. Carbon dynamics in trees: feast or famine? – Tree physiology, №32, p. 764–75.

ИЗМЕНЧИВОСТЬ БИОЛОГИЧЕСКИХ ИНДИКАТОРОВ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ

А.В. Пчелкин[1, 2)]

1) Институт глобального климата и экологии,

РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, avp1956@ya..ru

2) Институт географии РАН,

РФ, 109017 Москва, Старомонетный пер., 29, avp1956@ya.ru

В системе экологического мониторинга широко используются наблюдения за ответной реакцией живых организмов при воздействии на них того или иного фактора. Одним из методов экологического мониторинга является биологическая индикация с использованием тест-объектов, реакция которых на тренд измеряемого фактора может быть легко установлена. Очень часто исследователей интересует не конкретное значение измеряемого фактора, а то, к каким последствиям в живой природе приведет динамика этого фактора во времени. Так, иногда важно оценить не концентрацию поллютанта, а его воздействие на биоту. Биологические методы индикации зачастую гораздо дешевле инструментальных и позволяют получить информацию о биологических последствиях изменения среды. Одним из факторов, изучаемых по реакции биологических индикаторов является загрязнение окружающей среды поллютантами различного вида. Однако использование биологических индикаторов в этом случае базируется на константности их чувствительности к загрязнению (в пределах нормы реакции). Тем не менее, всем биологическим объектам присуща изменчивость, что позволяет адаптироваться к изменяющимся условиям. В значительной степени такая изменчивость является основой эволюции, позволяя оптимизировать и сбалансировать состояние биоты с факторами, на нее воздействующими. Скорость адаптации у различных видов различна и зависит от множества факторов. Классический пример быстрой адаптации биологических объектов к воздействию абиотических факторов - выработка устойчивости у штаммов микроорганизмов к антибиотикам. И если рассматривать антибиотики в качестве поллютантов, микроорганизмы в качестве тест-объектов, а их численность в качестве критерия биоиндикационной оценки, то можно получить искаженные результаты, когда увеличение концентрации поллютанта не сопровождается уменьшением численности биологических тест-объектов, которые приобрели устойчивость - т.н. лекарственную резистентновть, возникшую в результате мутаций в хромосомных генах. В основном высокая скорость адаптации присуща низкоорганизованным биологическим объектам, таким как вирусы, бактерии и др., но иногда можно наблюдать примеры адаптации и у более высокоразвитых видов. В качестве примера возможной адаптации к загрязнению можно привести распространение речных раков в реке Москве. Речные раки считаются биоиндикаторами чистоты воды, Так, некоторые представители аборигенных узкопалых раков, обитающих в Неве и Невской губе, используются в качестве биологических индикаторов в аквариумах на каждом водозаборе петербургского Водоканала. В качестве показателя используют частоту сердцебиения. В случае опасности частота сердечных сокращений резко повышается не менее чем на 50%, а стресс-индекс возрастает до нескольких тысяч. При попадании в воду токсичных веществ раки реагируют в течение 1,5-2 минут (Биомониторинг.Невский рак, 2016). В реке Москве (в черте мегаполиса) раки тоже обитают, но интерес представляет локализация их местообитаний. Если локализация в верхнем течении - в районе Серебряного бора, Строгинской и Мневниковской поймах вполне объяснима - вода в р. Москве здесь относительно чистая, то их местообитание в

районе Бесединского моста (нижнее течение) гораздо интереснее - проходя через город, концентрация поллютантов в воде значительно возрастает.

Другой интересный пример возможной адаптации, как результата изменчивости - находки пескаря в реке Москве. Здесь уместна дословная цитата: «Весьма неожиданной и пока необъяснимой оказалась довольно высокая численность в городе пескарей - обыкновенного и белоперого с резким преобладанием второго вида. .Пескари в городе были выловлены нами даже в сильно загрязненных водах Сетуни и Яузы, а особенно их много на выходе реки из столицы, в районе Бесединского моста. Этих рыб принято считать за своеобразных индикаторов чистоты воды, они обычно водятся в незагрязненных, насыщенных кислородом реках с чистым галечниково-песчаным дном, и для нас остается загадкой, каким образом эти два вида приспособились жить в столь экстремальных условиях» (Соколов и др., 1998).

Лишайники являются классическими биоиндикаторами, используемыми как в системе долговременного мониторинга, так и биологической индикации. Различные виды этой полифилетической группы обладают различной чувствительностью к загрязнению. Один из наиболее устойчивых видов - *Lecanora conizaeoides* (Трасс, 1985), встречающийся в загрязненных районах. Предположительно, этот вид сформировался из *Lecanora varia* под влиянием загрязнения в урбанизированных районах. Период антропогенного загрязнения весьма незначителен, гораздо интереснее те районы, где выделение поллютантов происходит на продолжении длительного геологического периода - вулканические районы. Здесь интерес представляют виды лишайников, адаптировавшиеся к таким условиям и образовавшие новые виды - такие как *Cladonia vulcani* Saviz и *Cladonia graciliformis* Zahlbr., произрастающие в кальдерах вулканов, на термальных участках вокруг активных сольфатар, горячих источников - на Камчатке, о-вах Курильской гряды и внесенные в Красную Книгу РФ (Красная Книга… 2008). Но еще интереснее обычные виды, произрастающие в районе выхода вулканических и сульфатарных газов, часть из которых крайне отрицательно воздействуют на лишайники (HCl, SO_2, H_2S). Так, виды pp.*Bryoria*, *Alectoria* весьма чувствительные к загрязнению воздуха в различных районах (Инсарова, Инсаров, 1989), отмечены в районе сольфатарного поля вулкана Менделеева (о-в Кунашир) с 7 активными сольфатарами (Ежкин, 2016). Все это означает, что фактор изменчивости биологических объектов, приводящий к их адаптации к загрязнению, может вносить ошибку при проведении долговременных мониторинговых исследований и его необходимо учитывать.

Список литературы:

Биомониторинг. Невский рак. /ГУП «Водоканал Санкт-Петербурга»//Интернет-ресурс:[(http://www.vodokanal.spb.ru/vodosnabzhenie/biomonitoring/nevskij_rak/).

Ежкин А.К., 2016. Эпифитный лишайниковый покров темнохвойных лесов юга Сахалинской области в районах техногенного и природного загрязнения. /Дисс. на соик. уч.ст. к.б.н., Южно-Сахалинск, - 445 с.

Инсарова И.Д., Инсаров Г.Э. 1989. Сравнительные оценки чувствительности эпифитных лишайников различных видов к загрязнению воздуха. - В кн: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. Т.XXII, Л.:Гидрометеоиздат. С.113-175.

Красная книга Российской Федерации (растения и грибы). 2008. / Министерство природных ресурсов и экологии РФ; Федеральная служба по надзору в сфере природопользования; РАН; Российское ботаническое общество; МГУ им. М. В. Ломоносова; Гл. редколл.: Ю. П. Трутнев и др.; Сост. Р. В. Камелин и др. — М.: Товарищество научных изданий КМК, — 885 с.

Соколов Л.И., Соколова Е.Л., Цепкин Е.А., Шитуновский М.И., Кистенев А.Н., Пегасов В.А., 1998. Рыбы реки Москвы в прошлом и настоящем. - В кн.: Природа Москвы. - М.: Биоинформсервис.-С.177-190.

Трасс, Х.Х.. 1985. Классы полеотолерантности и экологический мониторинг. - В кн.: - Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем. - Л. - Гидрометеоиздат. - Т.VII. - С.122-137.

ВЛИЯНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВЫПАДЕНИЯ МИНЕРАЛЬНОГО АЗОТА НА ПОЧВЕННЫЕ И РАСТИТЕЛЬНЫЕ СВОЙСТВА ЛЕСНЫХ ЭКОСИСТЕМ

И.Ю. Кудреватых[1)]

[1)]Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения Российской академии наук, РФ, 142290, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2, averkieva25@rambler.ru

В результате деятельности промышленных предприятий, автотранспорта и сельского хозяйства в атмосферу попадают соединения азота (NO_{3}-, NH_{4}+, NO_x), количество которых возросло на 200% по сравнению с доиндустриальным периодом (Sutton et al., 2011). Из атмосферы эти загрязнители довольно быстро попадают в наземные экосистемы с влажными (снег, дождь) и сухими (пыль, взвеси и др.) выпадениями, что определяет возникновение различных экологических эффектов. Экологические изменения связаны, прежде всего, с избыточным поступлением в почву азота (особенно минерального) и ее подкислением (MacDonald et al., 2002) и, как следствие, усилением первичной продукции растений и сменой биоразнообразия напочвенного покрова (Bobbink et al., 2010). В этой связи, наша работа была нацелена на изучение влияния атмосферных выпадений минерального азота ($N_{мин}$) на естественные леса и оценку взаимосвязи содержания и состава этих загрязнителей с геохимическими свойствами почвы и биоразнообразием наземной растительности.

Объекты и методы исследования: в 2013–2015 гг. были изучены одновозрастные мелколиственные, хвойные и смешанные леса Московской, Вологодской и Костромской областей, территории которых сильно различаются по характеру антропогенных источников эмиссии азота. В исследуемых объектах были выбраны площадки (10 $м^2$, всего 61), на которых отбирали в марте керны снега на толщину снежного покрова (метод «конверта», подкроновые и межкроновые пространства отдельно), в августе – образцы дерново-подзолистой почвы (гумусовый горизонт 0-20 см, без растительной подстилки) и проводили геоботаническое описание растительности. В снеге (талая вода) и почве измеряли содержание $N_{мин}$, включающего его аммонийную (NH_4^+) и нитратную (NO_3^-) формы. В почве определяли содержание общего органического углерода и общего азота ($C_{общ}$, $N_{общ}$), Al, Ca, P, а так же pH и гранулометрический состав. Проективное покрытие и обилие видов напочвенного покрова оценивали по шкале Браун-Бланке, а плотность популяции видов-индикаторов, высокочувствительных к изменению питательных условий почв, проводили с помощью экологической шкалы Элленберга (в программе EcoScaleWin). Взаимосвязь между выпадением $N_{мин}$ из атмосферы и свойствами почв, а так же структурой наземной растительности в исследованных лесах оценивали корреляционным анализом (коэффициент Пирсона), значимость различий между типами леса – с помощью однофакторного дисперсионного анализа (ANOVA) с последующей процедурой попарных множественных сравнений (Tukey's test).

Основные результаты: концентрация ***$N_{мин}$ в атмосферных выпадениях*** на территории Московской обл. варьировала от 0.28 до 2.53 мг N $л^{-1}$ с преобладанием (более 60%) в ней $N\text{-}NO_3$ (0.17–1.71 мг N $л^{-1}$). Концентрация $N_{мин}$ в талых снеговых водах на территории Вологодской обл. была 0.29 - 3.21 мг N $л^{-1}$, где $N\text{-}NH_4$ составлял больше 75% (0.28 - 3.2 мг N $л^{-1}$). Суммарная концентрация $N_{мин}$ в атмосферных выпадениях на территории Костромской обл. характеризовалась очень низким уровнем и составила 0.15 - 0.32 мг N $л^{-1}$, где $N\text{-}NO_3$ варьировал от следовых количеств до 0.27 мг N $л^{-1}$, а $N\text{-}NH_4$ был значительно меньше (от следовых количеств до 0.16 мг N $л^{-1}$).

В результате сравнения концентрации $N_{мин}$ в снеговой воде для подкроновых и межкроновых пространств было показано, что на открытых участках она достигает 1.94, а на территории леса – 2.44 мг N $л^{-1}$. Прохождение $N\text{-}NH_4$ сквозь полог леса определяет увеличение его концентрации в снеговой воде в следующем ряду: открытые участки <

береза < осина < ель < сосна. В условиях невысоких атмосферных выпадений (до 1 мг N $л^{-1}$) концентрация $N\text{-}NO_3$ в снеговой воде увеличивается в следующем ряду: открытые участки < береза < хвойные (ель + сосна) < осина. Однако при увеличении выпадений максимум концентрации наблюдается на открытых участках леса, что так же было отмечено для Европейских лесов с концентрацией $N\text{-}NO_3$ в атмосферных осадках > 2 мг N $л^{-1}$ (Van Dobben, De Vries, 2010).

Дерново-подзолистая почва лесов изученных областей имеет гранулометрический состав от супеси до легкой глины и значение pH 3.3-6.5. Соотношение $C_{общ}/N_{общ}$ в ней составило 12-28, а содержание P было 35 - 522 мг P $кг^{-1}$. Корреляционный анализ не выявил зависимостей между выпадением $N_{мин}$ (а так же его форм) и данными параметрами почв.

Известно, что почвенный пул $N_{мин}$ в лесах в основном представлен $N\text{-}NH_4$ и увеличение доли $N\text{-}NO_3$ в нем индицирует как адаптацию экосистем к условиям его лимитированности, так и влияние атмосферных выпадений. В образцах лесных почв концентрации $N\text{-}NH_4$ составила 0.46-29.4 мг N $кг^{-1}$ почвы, а содержание $N\text{-}NO_3$ варьировало от следовых количеств до 31.1 мг N $кг^{-1}$ почвы. Для 56 % изученных локализаций в пуле $N_{мин}$ преобладали $N\text{-}NO_3$. Статистический анализ данных показал, что есть корреляция между показателем $N_{мин}$ почвы и атмосферными выпадениями $N\text{-}NH_4$ и $N_{мин}$ ($r = 0.41$ и 0.42 соответственно, $p \geq 0.05$).

Содержание Al и Ca в почве изученных лесов было в среднем 3.2% и 0.7% соответственно. Нами выявлена положительная корреляция между атмосферными выпадениями $N_{мин}$ и содержанием в почве Al и Ca ($r = 0.37$ и 0.55 соответственно, $p \geq 0.05$), что согласуется с данными для Европейских лесов (MacDonald et al., 2002).

В напочвенном покрове лесов Московской обл. доминировали *Rubus idaeus, Urtica dioica, Humulus lupulus*; в Вологодской – *Calamagrostis arundinaceae, Trientalis europaea, Maianthemum bifolium, Pyrola rotundifolia, Dryopteris carthusiana*, а в Костромской – *Vaccinium myrtillus, Luzula pilosa, Linnaea borealis*. Анализ распределения видов напочвенного покрова по экологической шкале обеспеченности почв азотом Элленберга показал очень сильную пространственную вариабельность, которая не зависит от типа леса. Проведенный корреляционный анализ не показал взаимосвязи между характером распределения наземной растительности и количеством выпадений $N_{мин}$, NH_4^+ и NO_3^- ($r = 0.06$, 0.28 и - 0.15 соответственно, $p \geq 0.05$). Также не было выявлено влияние данных показателей на статистическую значимость различий в разных типах леса ($p \geq 0.05$).

Таким образом, было показано, что взаимосвязь между атмосферными выпадениями $N_{мин}$ и свойствами почвы (гранулометрический состав, pH, соотношение $C_{общ}/N_{общ}$ и содержание P), а так же биоразнообразием наземной растительности изученных лесов была слабой. Однако выявлено, что в изученных лесах концентрация $N_{мин}$ в атмосферных выпадениях, составляющая 0.15- 3.2 мг N $л^{-1}$, определяет повышение в почве содержания $N_{мин}$, Al, Ca и увеличение соотношения в ней NO_3/NH_4.

Список литературы:

Bobbink R., Hicks K., Galloway J., Spranger T., Alkemade R., Ashmore M., Bustamante M., Cinderby S., Davidson E., Dentener F., Emmett B., Erisman J. W., Fenn M., Gilliam F., Nordin A., Pardo L., & de Vries W. 2010. Global assessment of nitrogen deposition effects on terrestrial plant diversity: A synthesis. Ecological Applications. V. 20. P. 30–59.

MacDonald J.A., Dise N.B., Matzner E., Armbruster M., Gundersen P., Forsius M. 2002. Nitrogen input together with ecosystem nitrogen enrichment predict nitrate leaching from European forests. Global Change Biology. V. 8. P.1028-1033.

Sutton M.A., Howard C., Erisman J.W., Billen G., Bleeker A., Grenfelt P., van Grinsven H., Grizzetti B. 2011. The European nitrogen assessment. Cambrige: Cambr. Univ. Press. 612p.

Van Dobben V.H., De Vries W. 2010. Relation between forest vegetation, atmospheric deposition and site conditions at regional and European scale // Environmental Pollution. V. 158. P. 921–933.

ПЕРСПЕКТИВНЫЕ ОЦЕНКИ УЯЗВИМОСТИ ОТДЕЛЬНЫХ РЕГИОНОВ РФ ОТ ВОЗМОЖНОГО ПРОНИКНОВЕНИЯ ОПАСНОГО СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО ВРЕДИТЕЛЯ - КОЛОРАДСКОГО ЖУКА ВСЛЕДСТВИЕ ГЛОБАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА В 21 ВЕКЕ

Е.Н. Попова[1, 2], *И.О. Попов* [2]

[1] Институт географии РАН,
РФ, 109017 Москва, Старомонетный пер., 29, en_popova@mail.ru

[2] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, igor_o_popov@mail.ru

Наблюдаемое со второй половины 20-го века изменение климатических условий отдельных регионов приводит к расширению границ ареалов, вспышкам размножения, изменению экологических свойств различных климатозависимых насекомых, многие из которых являются вредителями сельскохозяйственных растений (Попова, Ясюкевич, 2015; Павлова и др., 2014). При дальнейшем потеплении климата в России неблагоприятное воздействие от климатозависимых вредителей и возбудителей болезней сельскохозяйственных культур на валовые сборы и качество продукции растениеводства также существенно возрастет. Поэтому необходим постоянный мониторинг в этой области, чтобы с помощью вовремя принятых мер предотвратить или снизить возникающие риски от усиления роли сельскохозяйственных вредителей в агроценозах.

В связи с этим нами было оценено возможное расширение ареала наиболее опасного вредителя картофеля – колорадского жука под воздействием прогнозируемых климатических изменений, которые могут возникнуть в начале, середине и конце 21века. Колорадский картофельный жук (*Leptinotarsa decemlineata* Say) по уровню его численности и вредоносности относится к числу супердоминантных видов насекомых–вредителей сельскохозяйственных растений, способных значительно снизить урожай клубней картофеля (Павлюшин и др., 2009). До настоящего времени ареал вредителя окончательно не сформировался и продолжает расширяться, преимущественно в восточном и северо-восточном направлениях, в том числе и под влиянием климатических изменений (Попова, 2014; Попова, Семенов, 2013).

Для оценки возможного дальнейшего расширения границ распространения колорадского жука был построен модельный климатический ареал этого вредителя исходя из климатических критериев, лимитирующих его жизненный цикл: годовая сумма эффективных температур воздуха при нижнем пороге развития 11.5°С должна быть не менее 360°С·сут (Злотников, 1967); среднегодовая температура воздуха в приповерхностном слое должна быть в пределах от 0 до 20°С (Trouvelot, 1936). Расчеты проводили с использованием данных о будущем климате, полученных усреднением результатов моделирования с помощью 31-й глобальной климатической модели (Катцов, Говоркова, 2013), которые участвуют в международном проекте CMIP5: Coupled Model Intercomparison Project – Phase 5 (Diffenbaugh, Field, 2013), выполняемом в рамках Всемирной программы исследования климата – WCRP (World Climate Research Programme). Запуск моделей осуществляли в условиях «умеренного» сценария антропогенного воздействия на климатическую систему Земли – RCP4.5. Прогнозируемые подобным образом изменения сравнивали с базовым климатическим ареалом колорадского жука, полученным по наблюдаемым климатическим данным за период 1981–2000 гг., взятым из работы (Rienecker et al., 2011) и предоставленным ГГО им. А.И. Воейкова.

Полученные картографические данные показывают, что даже в условиях «умеренного» сценария RCP4.5, климатический ареал колорадского жука будет непрерывно расширяться в северном, северо-восточном и восточном направлениях, а также в отдельных районах Северного Кавказа, на протяжении всего 21 столетия. Согласно полученным расчетным и картографическим данным устойчивое существование

популяций колорадского жука станет возможным вплоть до северных пределов республики Карелия, Ханты-мансийского автономного округа, Томской и Архангельской областей, местами будет достигать северной границы республики Коми. Далее в восточном направлении колорадский жук сможет занять значительную часть Красноярского края на юге, дойти до центральных районов Иркутской области, республики Бурятия и Забайкальского края. На Дальнем Востоке он продолжит свое расселение к северу в Амурской и Хабаровской областях, а также сможет поселиться на острове Сахалин. В настоящее время кормовая база не является препятствием к распространению колорадского жука на территории России, так как ареал возделывания картофеля превышает ареала вредителя в прогнозируемых районах его расширения. К тому же колорадский жук способен питаться и на других пасленовых, в том числе дикорастущих. Ожидаемые в 21 веке изменения климата, связанные с повышением приземной температуры воздуха, также приведут к тому, что увеличатся возможности выращивания картофельной культуры и в других местообитаниях, до сих пор не подходящих для этого из-за холодных климатических условий.

Таким образом, прогнозируемое по сценарию RCP4.5 изменение климата в 21 веке будет способствовать дальнейшему расширению границ колорадского жука, а значит и увеличению потенциального ущерба сельскохозяйственной продукции от этого вредителя в данных регионах РФ. Подобная ситуация должна быть учтена как федеральной, так и региональными службами карантина и защиты растений в перспективных планах своей работы.

Список литературы:

Злотников М. Д., 1967. Возможный ареал распространения и сроки развития колорадского жука в Европейской части СССР. - Труды Всесоюзного научно-исследовательского ин-та защиты растений, вып. 27, с. 68–74.

Катцов В.М., В.А.Говоркова, 2013. Ожидаемые изменения приземной температуры воздуха, осадков и годового стока на территории России в 21-м веке: результаты расчетов с помощью глобальных климатических моделей (CMIP5). - Труды Главной геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова, 569, с. 76-98.

Павлюшин В. А., Сухорученко Г. И., Фасулати С. Р., Вилкова Н. А., 2009. Колорадский жук: распространение, экологическая пластичность, вредоносность, методы контроля. - Приложение к журналу: Защита и карантин растений, № 3, 32 с.

Попова Е. Н., 2014. Влияние климатических изменений на расширение ареала и фенологию колорадского жука (*Leptinotarsa decemlineata,* Chrysomelidae, Coleoptera) на территории России. - Зоологический журнал, т. 93, № 4, с. 537–548.

Попова Е. Н., Семенов С. М., 2013. Современные и ожидаемые изменения границ климатического ареала колорадского жука в России и соседних странах. - Метеорология и гидрология, № 7, с. 103–110.

Попова Е.Н., Ясюкевич В.В. 2015. Изменения экологических особенностей и границ ареалов отдельных видов насекомых–вредителей сельскохозяйственных растений как следствие наблюдаемых изменений климата. - Тр. Ставр.отд. РЭО, вып. 11, Ст-ль, с. 78-83.

Павлова В.Н., Попова Е.Н., Попов И.О. 2014. Глава 6.7. Сельское хозяйство. - В кн.: Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Под ред. В.М.Катцова и С.М.Семенова. М., Росгидромет, с. 920-964.

Diffenbaugh N.S., Field C. B., 2013. Changes in Ecologically Critical Terrestrial Climate Conditions. - Science, vol. 341, pp. 486–492.

Rienecker M. M., Suarez M. J., Gelaro R., Todling R., Bacmeister J. et al., 2011. MERRA – NASA's Modern-Era Retrospective. - Anal. Res. Appl., J. Climate, 24, pp. 3624–3648.

Trouvelot B., 1936. Le doryphore de pomme de terre en Amqrique du Nord. - Ann. Epiphyt., N. S., vol. 1, pp. 277–336.

ТРАНСФОРМАЦИЯ БИОГЕННОГО ЦИКЛА АЗОТА В ЛЕСАХ ПРОМЫШЛЕННО-УРБАНИЗИРОВАННЫХ РЕГИОНОВ

И.В. Припутина

ФГБУН Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН, РФ, 142290, Московская обл., г. Пущино, ул. Институтская, д. 2, irina.priputina@gmail.com

Начиная с 1985 г., в рамках международной программы научного сотрудничества ICP Forests (http://icp-forests.net/) в европейских лесах ведется комплексный мониторинг, направленный на анализ состояния лесных экосистем и изменения их биоразнообразия в связи с загрязнением воздушной среды и климатическими изменениями (Van Dobben, De Vries, 2010). Этими исследованиями в частности были показаны значительные нарушения природного биогенного цикла азота в промышленно-урбанизированных регионах, связанные с повышенным поступлением минеральных соединений азота с атмосферными выпадениями и ускоренной эвтрофикацией лесов (Bobbink, Hettelingh, 2011). В России исследования по программе ICP Forests, начатые только в 2000-х годах (Лукина, 2010), не получили широкого распространения. Поэтому оценки возможной трансформации биогеохимического круговорота азота в лесах промышленно-урбанизированных регионов РФ, для которых в течение последних десятилетий были характерны сопоставимые с европейскими уровни азотных нагрузок, могут быть выполнены только на основе косвенных данных и их сопоставления с результатами европейских исследований.

Согласно опубликованным данным многолетнего геоботанического мониторинга на постоянных пробных площадях Института лесоведения РАН (Рысин и др., 2000, 2003), в последние 40-50 лет для лесов Подмосковья было отмечено изменение видового состава фитоценозов, проявившееся в увеличении числа неморальных и эвтрофных видов напочвенного покрова и сокращении доли видов-олиготрофов. Эти изменения, названные авторами «тренд эвтрофирования», свидетельствуют о повышении доступности элементов питания (в первую очередь, азота) в лесных почвах. Авторы работ связывают наблюдаемые изменения с естественной сукцессионной динамикой подмосковных лесов (Рысин и др., 2010), в ходе которой в составе древостоев наблюдается увеличение доли широколиственных пород (прежде всего, липы), что определяет формирование более богатого элементами питания опада и, соответственно, способствует улучшению трофических условий лесных местообитаний. Данное объяснение согласуется с положениями работы О.Г. Чертова и С.М. Разумовского (1980), в которой говорится о «биологической эутрофикации» лесных почв в ходе естественной сукцессионной динамики древостоев, что ведет к повышению почвенных запасов органического вещества.

С позиций биогеохимического круговорота азота, выявленные для лесов Подмосковья изменения видового состава фитоценозов в сторону увеличения видов, требовательных к азотному питанию, свидетельствуют о повышении емкости и интенсивности биогенного цикла данного элемента, поскольку происходит формирование фитомассы с более высоким содержанием азота.

Доступность азотного питания в большинстве лесных почв, как правило, лимитирована низким потенциалом минерализации растительных остатков (Федорец, Бахмет, 2004). Таким образом, данные геоботанического мониторинга косвенно свидетельствуют о заметном повышении доступности азота в почвах Подмосковных лесов в последние 40-50 лет.

Помимо изменения качественного состава растительного опада, фактором ускорения процессов минерализации в лесных почвах могли быть климатические изменения, которые также указываются в числе возможных причин выявленной динамики видового состава напочвенного покрова (Маслов, 2009). Возможность такого влияния подтверждается модельными оценками, выполненными на примере лесных экосистем ряда

регионов Европейской России, включая леса Южного Подмосковья (Komarov, Shanin, 2012). Но как следует из результатов данной работы, воздействие этого фактора проявляется на временных отрезках порядка 100-200 лет и при значительном повышении температуры, что не соответствует климатическим изменениям, наблюдаемым в столичном регионе.

Не подвергая сомнению выводы других исследователей, следует отметить, что период проводимого с конца 1950-х годов геоботанического мониторинга в лесах Подмосковья совпал с периодом роста техногенной эмиссии NO_x и уровней выпадений азота в Московском регионе, начавшимся в 1970-ые годы и имевшим максимум в 1985-1990 гг. (Свистов и др., 2004). На наш взгляд, следует говорить о со-направленном влиянии природных факторов (естественные сукцессии и климатические изменения) и техногенного фактора (загрязнение воздушной среды соединениями азота) на динамику развития лесов столичного региона. В результате повышения уровня поступлений азота с атмосферными выпадениями в 1970-1980-х годах, в исследуемых биогеоценозах произошло увеличение суммарного пула легкодоступного азота, что положительно сказалось на питательном режиме почв и создало благоприятные условия для инвазии новых видов напочвенного покрова, более требовательных к азотному питанию.

Список литературы:

Маслов А.А. 2009. Мониторинг эталонных лесных экосистем в заповедных лесных участках. – В кн.: Мониторинг природного наследия. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2009. С. 21–37.

Рысин Л.П., Савельева Л.И., Полякова Г.А., Рысин С.Л., Беднова О.В., Маслов А.А. 2003. Мониторинг рекреационных лесов. М.: ОНТИ ПНЦ РАН. 168 с.

Рысин Л.П., Алексахина Т.И., Быков А.В., Колесников А.В., Лысиков А.Б., Маслов А.А., Меланхолин П.Н., Молчанов А.Г., Полякова Г.А., Цельникер Ю.Л. 2010. Серебряноборское опытное лесничество: 65 лет лесного мониторинга. М.: Товарищество научных изданий КМК. 260 с.

Федорец Н.Г., Бахмет О.Н. 2003. Экологические особенности трансформации соединений углерода и азота в лесных почвах. Петрозаводск: Карельский НЦ РАН. 240 с.

Чертов О.Г., Разумовский С.М. 1980. Об экологической направленности процессов развития почв. – Журнал общей биологии. Т. 41. № 3. С. 386–396.

Bobbink R., Hettelingh J.-P. (Eds) 2011. Review and revision of empirical critical loads. Proc. of an expert Workshop. Noordwijkerhout, 23–25 June 2010. RIVM Report: 680359002. 244 pp.

Komarov A.S., Shanin V.N. 2012. Comparative analysis of the influence of climate change and nitrogen deposition on carbon sequestration in forest ecosystems in European Russia: simulation modelling approach. Biogeosciences. vol. 9. p. 4757–4770. doi:10.5194/bg-9-4757-2012.

Van Dobben H., De Vries W. 2010. Relation between forest vegetation, atmospheric deposition and site conditions at regional and European scales. Environmental Pollution. vol. 158. p. 921-933.

ИССЛЕДОВАНИЕ ПРОЦЕССОВ CO_2-ГАЗООБМЕНА И РОСТА ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ПРИ ЛОКАЛЬНЫХ АНТРОПОГЕННЫХ И ЕСТЕСТВЕННЫХ ЗАГРЯЗНЕНИЯХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

В.К. Болондинский
Институт леса КарНЦ РАН,
РФ, 185910, г. Петрозаводск, Пушкинская, 11, bolond@krc.karelia.ru

В работе обобщаются данные исследований за последние два десятилетия CO_2-газообмена и роста хвойных и лиственных деревьев, растущих на территориях с антропогенным и естественным загрязнением.

Начиная с 90-х годов нами проводились исследования на участках с разной степенью загрязнения к западу от Мончегорского комбината Североникель (Болондинский, 2010, Кайбияйнен и др., 1995). Основным загрязнителем являлся сернистый газ (до 730 т сут.$^{-1}$). Пробные площади находились в относительно чистой зоне (A_1) - на базе Хельсингского университета в Вяррие-тундре в Лапландии (Vana et al. 2016), в зоне слабого воздействия (A_2) - участок у деревни Уполокша в 50 км к западу от г. Мончегорска, в зоне сильного воздействия (A_3) и в зоне деградации лесов (A_4) в 40 и 20 км от источника соответственно. Исследования газообмена на листьях проводили с помощью переносного газоанализатора LI 6200 (Li-Cor, USA).

В зоне A_2 поражение хвои минимально. Лишь у некоторых сосен наблюдали некрофильные пятна на 3-4-летней хвое. Проведенное микроскопическое исследование устьиц хвои деревьев показало, что на участке (A_2) наблюдалось загрязнение переднего дворика устьиц, у сильно пораженных деревьев на участках A_3-A_4 были обнаружены целые ряды устьиц с полностью забитыми передними двориками или с твердой коркой на дне дворика. Средняя интенсивность фотосинтеза сосен снижалась по мере приближения к комбинату. В связи с загрязнения замыкающих устьичных клеток тяжелыми металлами, их засмоления и деградации под воздействием, прежде всего, сернистого газа нарастал дисбаланс водных отношений дерева. В зоне A_4 у хвои с большой степенью повреждения, составлявшей более 30% на дереве, устьичная регуляция практически отсутствовала. Устьица оставались приоткрытыми и в ночное время. Так как в период белых ночей дефицит водяного пара в воздухе составлял от 70 до 90%, наблюдалась слабая транспирация. В дни с дефицитом водяных паров больше 1.8 кПа деревья сосны при сравнительно невысоком фотосинтезе теряли значительное количество влаги. В условиях Кольского полуострова за все время наблюдений дефицит водяного пара превышал 2 кПа не более 3-4 дней. Поэтому даже в зоне A_4 поврежденные деревья достаточно длительный срок оставались жизнеспособными и имели небольшие приросты по диаметру и в высоту.

Общая площадь хвои у деревьев примерно одного диаметра и высоты в зоне A_4 была в среднем в 2.5 раза меньше, чем в зоне A_2. 4-летняя хвоя здесь практически отсутствовала, в то время как в зоне A_2 встречалась даже 6-летняя хвоя. Сокращение возраста хвои связано в значительной мере с дисбалансом водных отношений, приводящего в связи с деградации устьиц к обезвоживанию хвои и побегов во время атмосферных засух.

Ель являлась менее устойчивой по сравнению с сосной к загрязнениям. В то время как на участке A_3 встречалось довольно большое количество сосен высотой 8-10 м, высота елей с живыми мутовками не превышала 3 м. При этом деревья ели имели нижние раскидистые ветви в относительно хорошем состоянии, отходившие от ствола иногда на 5-7 м. Эти ветви зимуют под снегом и в течение 4-5 месяцев защищены от загрязнения. Все что выше снежного покрова очень быстро погибает.

Несмотря на более чем 70-летние выбросы загрязняющих веществ, лесоустройством Мончегорского лесхоза в 2002 году, было выявлено 47382 га площадей, поврежденных промвыбросами, в том числе площадей с погибшей растительностью - 8924 га, площадей, поврежденных в сильной степени - 2834 га, средней - 5796 га и слабой - 29828 га. Величины

концентрации сернистого газа, являющиеся токсичными для фотосинтетического аппарата, фиксировались на площади более 10000 км^2. На Кольском полуострове продолжительность атмосферных засух постепенно увеличивается. Если в начале 90-х годов дефицит водяного пара в атмосфере лишь в течение 3-4 дней превышал 1,8 кПа, то в 2012-2015 гг. таких дней было уже более 10. По мере потепления климата, ведущего к увеличению продолжительности атмосферных засух, будет наблюдаться массовая гибель пораженных деревьев и площадь техногенных пустошей может увеличиться в разы. Подобная картина наблюдается у многих предприятий металлургической промышленности на Южном Урале.

Наряду с антропогенным загрязнением в Республике Карелия исследовались районы с естественными загрязнителями. Значительная часть Карелии имеет большие по площади радоноопасные территории, связанные с наличием урановых рудопроявлений. При этом места с высокой активностью почвенного радона, превышающей 1000 Бк м$^{-3}$ обнаружить достаточно сложно. Исследования на юго-востоке Заонежского полуострова (пос. Толвуя), а также в Прионежском и Кондопожском районах показали, что высокая активность радона (до 8000 Бк) наблюдалась на ряде участков, площадь которых не превышала 0.3 га. Фоновая активность почвенного радона в большинстве районов Карелии составляла 100-150 Бк м$^{-3}$, что близко к значениям ПДК. Гораздо чаще встречаются небольшие участки с высокой активностью радона площадью 0.01-0.02 га. Исследования видового состава в местах с высокой активностью почвенного радона показало почти полное отсутствие хвойных. Береза, ива, черемуха иногда встречаются на границах зон. При этом на начальном этапе березы росли быстрее, но диаметр на уровне груди при этом у них был в среднем в 1.5 раза меньше, чем у такой же высоты деревьев на контрольных участках. Часто наблюдался отпад деревьев, достигших 10-15-летнего возраста. У деревьев, растущих вблизи зон, иногда имеют место ростовые аномалии. Частота появлений аномалий у осины и березы (капы, свили, ведьмины метлы и другие) плохо коррелировала с активностью почвенного радона. Лишь в местах появления карельской березы наблюдалась, как правило, его повышенная активность (300-500 Бк м$^{-3}$).

Основной вид, произрастающий на участках с высокой активностью почвенного радона (4000 7000 Бк м$^{-1}$), - ольха. На многих деревьях ольхи, растущих в эпицентре локальных зон, наблюдали трещиноватые опухолевидные наросты на сучьях и стволах. Уже в молодом возрасте деревья теряли иммунитет, появлялись некроз коры, образовывались характерные грибные структуры: конидиомы, плодовые тела, стромы. Имели место раковые болезни, вероятно, грибного происхождения, которые приводили к ослаблению и постепенному усыханию деревьев. Их остовы сохранялись длительное время, и именно по таким участкам леса нами выявлялась высокая активность почвенного радона.

Исследования выполнены в рамках государственного задания ИЛ КарНЦ РАН - 2017-2019

Список литературы:

В.К. Болондинский. 2010. Изучение водного режима и фотосинтеза у сосен, произрастающих на территориях, подвергающихся загрязнению промышленными поллютантами. – В сб.: Экологические проблемы северных регионов и пути их решения - Апатиты, с. 50-53.

Кайбияйнен Л.К., Хари П., Софронова Г.И., Болондинский В.К. 1995. Влияние длительности воздействия токсичных поллютантов на состояние устьиц и фотосинтез хвои Pinus sylvestris L. - Физиология растений, т. 42, с. 751-757.

Vana M., Komsaare K., Hõrrak U., Mirme S.,Nieminen T., Kontkanen J., Manninen H. E., Petäjä T., Noe S. M., Kulmala M. 2016. Characteristics of new-particle formation at three SMEARStations. Boreal environment research., v. 21, p. 345–362.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ДРЕВЕСНЫХ РАСТЕНИЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ВОЗЛЕ КАРАБАШСКОГО МЕДЕПЛАВИЛЬНОГО КОМБИНАТА

Д.В. Веселкин [1)], Н.Б. Куянцева [2,3)], О.Е.Чащина [2)], Е.В. Коротеева [2)]

[1)] Институт экологии растений животных УрО РАН,
РФ, 620144, г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д. 202, denis_v@ipae.uran.ru
[2)] ФГБПУН "Ильменский государственный заповедник»,
РФ, 456317, г. Миасс, Ильменский заповедник, borisovna@mineralogy.ru
[3)] ФГАОУ ВО «Южно - Уральский государственный университет (НИУ)»
РФ,456317, г. Миасс, ул. Калинина, д. 37 borisovna@mineralogy.ru

Работа выполнена на стыке аккумулятивного и индикационного подходов мониторинга. Оценки накопления промышленных поллютантов в разных частях древесных растений использованы для опосредованной характеристики физиологического состояния растительного организма, и для оценки состояния среды обитания растений. Проанализированы закономерности накопления тяжелых металлов в разных органах березы повислой (*Betula pendula* Roth) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.), произрастающих на разном расстоянии от крупного, длительно функционирующего медеплавильного производства. Рассмотрены пространственные, связанные с удалением от источника выбросов, особенности накопления приоритетных поллютантов в почве и листьях / хвое, коре и древесине деревьев. Цель работы: выявление критических расстояний качественного возрастания уровней загрязнения разных органов деревьев и проверка предположения об однотипности закономерностей аккумуляции тяжелых металлов у деревьев двух видов.

Район исследований лежит на восточном макросклоне Южного Урала. Преобладают сосняки разнотравные и производные березняки злаково-разнотравные. Карабашский медеплавильный комбинат (КМК, ЗАО «Карабашмедь», г. Карабаш, Челябинская область) – крупный источник промышленных загрязняющих веществ (SO_2 и пыли тяжелых металлов). Вследствие сильнейшего техногенного загрязнения на ближайших к комбинату территориях зональные экосистемы полностью разрушены. Пробные площади (ПП) заложены в южном направлении на расстояниях от 2 до 53 км (березняки) и от 3.5 до 50 км (сосняки) от КМК. В качестве относительного контроля рассматривали площади на территории Ильменского государственного заповедника. Процедура отбора проб и анализа описаны (Коротеева и др., 2015 а, б).

Концентрации металлов в лесных почвах и в разных органах березы и сосны закономерно увеличиваются по мере приближения к источнику выбросов. Максимальные содержания водорастворимых форм металлов в почвах превышают их уровни на наиболее удаленных от КМК площадях в 11–38 раз. Кратность превышения уровня валовых концентраций металлов в листьях ниже, чем в почве: береза – 2–21 раза; сосна, двухлетняя хвоя – 2–70 раз, трехлетняя – 2–61 раз. Наиболее контрастно содержание металлов распределяется в коре: превышения над минимальными показателями составляют для березы 6–280 раз, для сосны – 11–85 раз. Незначительны, за исключением Cd, различия минимальных и максимальных концентраций металлов в древесине: береза – 2–35 раз, сосна – 2–7 раз. В качестве интегрального показателя уровня загрязнения использован агрегированный индекс (*Me*) токсической нагрузки (Воробейчик и др., 1994). Наибольшие зарегистрированные значения *Me* составили для: почвы – 20–21 раз; для листьев / хвои – 9 (березняки) и 23–24 (сосняки) раз; коры – 76 (березняки) и 42 (сосняки) раза; древесины – 14 (березняки) и 5 (сосняки) раз. Выявлены отрицательные связи между расстоянием до источника эмиссии и концентрациями поллютантов в депонирующих средах. Они не очень тесные в березняках и более тесные, близкие к функциональным, в сосняках. Из показателей суммарного загрязнения теснее всего с расстоянием от источника эмиссий связан уровень загрязнения почвы, менее тесно – уровни загрязнения коры и листьев / хвои, наименее тесно коррелирует с расстоянием до КМК содержание токсикантов в древесине. Установлен нелинейный характер убывания содержания элементов при удалении от КМК (рис. 1).

Качество аппроксимации для зависимостей между расстоянием до КМК и значениями индексов *Me* для почвы, листьев /хвои, коры и древесины *B. pendula* и *P. sylvestris* проанализировано разными регрессионными моделями. При этом опирались на предположение, что одной из общих реакций биоты на токсическое воздействие может быть увеличение мозаичности распределения всех показателей. Лучший результат получен для логистической функции. Координаты критических точек функции можно интерпретировать как расстояния от КМК, на которых наблюдается качественное изменение уровней загрязнения почвы и разных органов деревьев.

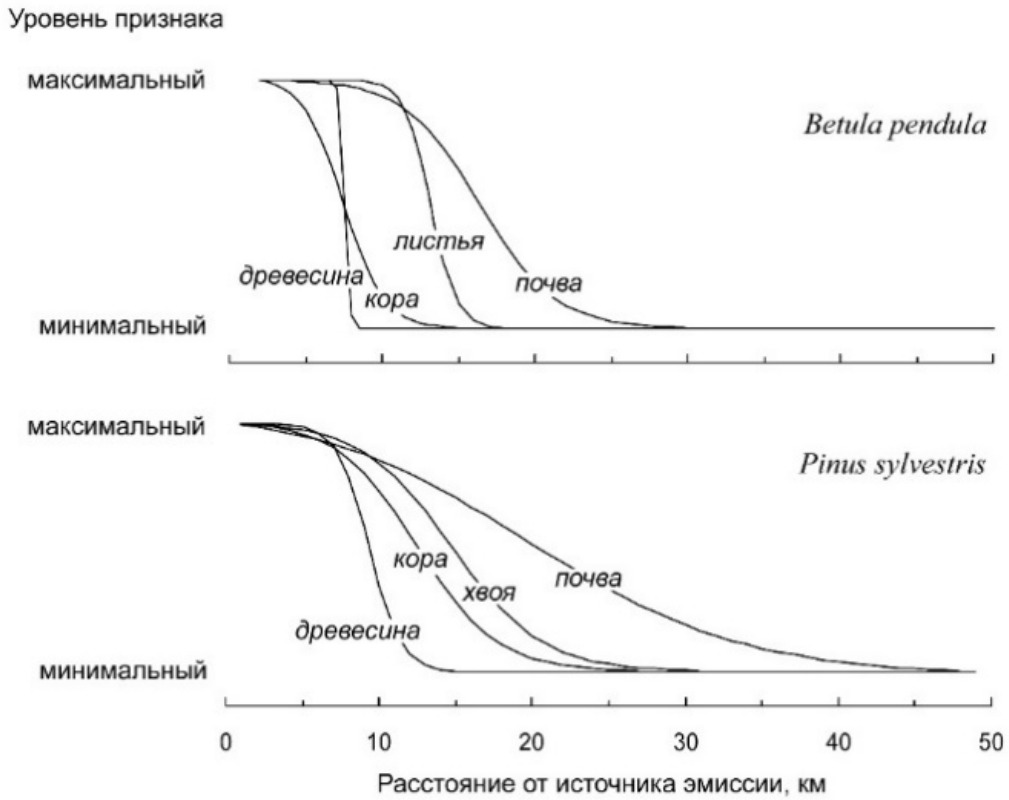


Рис. 1. Последовательность изменения интегральных показателей загрязнения почвы, листьев / хвои, коры и древесины *Betula pendula* и *Pinus sylvestris* при приближении к Карабашскому медеплавильному комбинату. Индексы нормированы к стандартному минимальному и максимальному состоянию.

Установлена однотипная для березовых и сосновых лесов последовательность увеличения уровней загрязнения почвы и разных органов деревьев: почва (соответственно, сосняки и березняки: 20–29 и 16–20 км) → хвоя сосны (11–19 км) и листья березы (12–14 км) → кора (9–16 и 6–9 км) → древесина (8–10 и 5–8 км). Такое распределение критических расстояний удовлетворительно объясняется ценотическими и физиологическими механизмами устойчивости лесных деревьев и экосистем. Сначала в лесах регистрируется возрастание содержания водорастворимых форм основных поллютантов в почвах. Это можно интерпретировать как рубеж фонового и буферного состояния загрязненности почв. Интенсивность актуального атмосферного загрязнения отражает качественное изменение содержания металлов в листьях и хвое. Предел пылеулавливающей способности листового полога лесов можно считать рубежом перехода между зонами умеренного и сильного повреждения деревьев и лесов. Рост депонирования токсикантов в коре связан с разрушением и насыщением листового полога поллютантами и мощной ветровой эрозией в окрестностях г. Карабаш. Повышение содержания металлов в древесине сосны и березы диагностирует полное разрушение как экосистемных, так и физиологических механизмов отдельных деревьев, что наблюдается между зоной сильно нарушенных экосистем и

техногенными пустошами. Эту границу можно провести на расстояниях 8–10 км от КМК в сосняках 5–8 км от КМК в березняках, где она и проходит в реальности.

Работа выполнена при поддержке проекта: № 15-12-5-31.

Список литературы

Воробейчик Е.Л., Садыков О.Ф., Фарофонтов М.Г. 1994.Экологическое нормирование техногенных загрязнений наземных экосистем (локальный уровень). - Екатеринбург: Наука, 280 с.

Коротеева Е.В., Веселкин Д.В., Куянцева Н.Б., Мумбер А.Г., Чащина О.Е. 2015а. Накопление тяжелых металлов в разных органах березы повислой возле Карабашского медеплавильного комбината. - Агрохимия. № 3, с. 88-96.

Коротеева Е.В., Веселкин Д.В., Куянцева Н.Б., Чащина О.Е. 2015б. Подход к зонированию нарушенных территорий на основе содержания тяжелых металлов в органах сосны обыкновенной (на примере региона Карабашского медеплавильного комбината). - Вестник СВНЦ ДВО РАН. № 3,с. 86-93.

РЕЗУЛЬТАТЫ ИЗУЧЕНИЯ ХВОЙНЫХ ДРЕВОСТОЕВ НА ТЕРРИТОРИИ ПОБЕРЕЖЬЯ КАНДАЛАКШСКОГО ЗАЛИВА БЕЛОГО МОРЯ В РАМКАХ МСПКМ

Е.А. Позднякова [1], А.А. Волков [2], Г.Л. Волкова [3]

[1] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, KateMukudori@mail.ru

[2] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, volkov.igce@gmail.com

[3] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, galina-wolk@mail.ru

Российская Федерация принимает участие в реализации ряда долговременных международных программ мониторинга окружающей среды, работающих в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении на большие расстояния. Одной из таких программ является Международная совместная программа комплексного мониторинга влияния загрязнения воздуха на экосистемы (МСП КМ).

Данная работа осуществлялась в рамках подпрограммы МСП КМ «Повреждения лесов». Наблюдения проводились в республике Карелия у побережья Белого моря, на двух постоянных экополигонах в границах Кандалакшского государственного природного заповедника в 1994-96гг. и комплексном заказнике «Полярный круг». 2001-2016гг. Постоянные площади в Кандалакшском государственном природном заповеднике и комплексном заказнике «Полярный круг» обозначены в подпрограмме под единым международным кодом станции Ru16 из-за близкого расположения (Manual for Integrated Monitoring).

В настоящей работе приводятся результаты наблюдений за жизненным состоянием хвойных древостоев - ели европейской (*Picea abies L.*) и сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*). Наблюдения проводились согласно стандартной методике по следующим показателям: диаметр ствола на высоте груди, высота дерева, длина и ширина кроны, видимость кроны, механические повреждения, дефолиация и депигментация.

Получены следующие результаты, Депигментация и дефолиация, как и у древостоев сосны, так и в еловом древостое изменяются однонаправлено, что позволило провести оценку комбинированных классов повреждения деревьев. Выявлены значимые корреляции при сравнении показателей депигментации и дефолиации между древостоями сосны и ели.

Результаты исследования достоверно показывают наличие межгодовой изменчивости состояния хвойных древостоев на особо охраняемых природных территориях (ООПТ), несмотря на то, что природоохранный режим исключает прямое негативное воздействие антропогенных факторов. Эти изменения происходят синхронно и однонаправлено у сосны и ели.

Список литературы

Manual for Integrated Monitoring / Compiled by the ICP IM Programme Centre Finnish Environment Institute, Helsinki, Finland // International Cooperative Programme on Integrated Monitoring of Air Pollution Effects on Ecosystems URL: http://www.environment.fi/default.asp?node=6329&lan=en, (дата обращения: 05.04.2016).

МЕТОДЫ ОЦЕНКИ И ПРОГНОЗИРОВАНИЯ ПРОИСХОДЯЩИХ ИЗМЕНЕНИЙ В ПОЙМЕННЫХ ЛЕСАХ ПРИХОПЕРЬЯ

А.А. Овчаренко

Балашовский институт (филиал) Саратовского научно-исследовательского государственного университета им. Н. Г. Чернышевского,
РФ, 412300, г. Балашов, ул. Карла Маркса, 29, alevtina-ovcharenko@yandex.ru

Леса в степной зоне встречаются в основном в виде локальных интразональных экосистем (средняя лесистость Саратовской области – 6,5%), но имеют исключительное экологическое значение. Они относятся к лесам I группы и категориям защитности, где запрещено проведение рубок главного пользования, выполняют важные почво-, поле-, водозащитные, санитарно-гигиенические и средообразующие функции. В последнее столетие многими исследователями отмечается значительное снижение устойчивости дубовых насаждений, происходит уменьшение их площади, дубравы находятся в состоянии деградации и генетического истощения (Антропогенная динамика..., 2010). Это определило цель нашей работы – провести анализ структуры и состояния пойменных дубрав Среднего Прихоперья, выбрать наиболее информативные показатели для оценки степени трансформации лесных экосистем и дать рекомендации по их использованию при проведении экологического мониторинга.

В основу работы положены материалы обследования пойменных дубрав ГУ лесничеств в западной части Саратовской области «Балашовского», «Романовского», «Аркадакского». При выборе фитоценозов для закладки пробных площадей ставилась цель возможно полнее охватить типологическое разнообразие и возрастные ряды дубрав Среднего Прихопёрья, издавна считавшихся коренными. Всего в ходе работы было обследовано 22 стандартные пробные площади по 0.25 га, на каждой типовыми лесотаксационными и геоботаническими методами описаны все ярусы леса. Участки подбирались в районах с различным антропогенным влиянием на лесные сообщества: в непосредственной близости от городского центра (пригород г. Балашова); на 20 км выше по ходу течения (окрестности с. Б.Мелик Балашовского лесничества); на 40 км выше по ходу течения (окрестности с. Малиновка Аркадакского лесничества); на 20 км ниже по течению (с. Тростянка Балашовского лесничества); на 50 км ниже по течению (с. Лесное Романовского лесничества), в районе плотины бывшей Б. Карайской ГЭС; при этом учитывались расположение и площадь кострищ, густота сети тропинок, захламление, наличие древесных адвентов и выпаса скота.

Табл. 1. Показатели диагностики антропогенных преобразований пойменных дубрав среднего течения р. Хопёр

Показатели	**Уровни антропогенной трансформации**			
	I	**II**	**III**	**IV**
Состав древостоя	Преобладает *Quercus robur* L. (более 7 единиц)	Количество пород-спутников дуба до 5 единиц	Главный эдификатор представлен менее 4 в формуле древостоя	Значительно преобладают вторичные древесные породы, встречаются в I ярусе древесные интродуценты
Полнота	0.7-0.8	0.6-0.5	0.4-0.5	Ниже 0.4
Коэффициент сохранности дуба	60% и более	40-50%	30-40%	20-30%

Кривые распределения стволов по диаметру	Близки к нормальным	Имеют асимметрию и 2-3 вершины	Фрагментированные, могут быть без вершин	Неполные или прерывающиеся
Подлесок	Редкий, высотой 1.5-2 м, доминируют разные виды (принцип биоразнообразия)	Занимает до 30 % территории, доминирует *Acer tataricum* L. прегенеративной и генеративной группы высотой 4-5 м	Занимает до 60 % территории, доминирует *Acer tataricum* L. генеративной и сенильной групп высотой 5-6 м, подлесочные сообщества	Оконно-луговые сообщества с фрагментами подлеска из *Acer tataricum* L. генеративной группы
Древесные интродуценты	Отсутствуют или встречаются изредка в виде имматурных особей	Имматурные, виргинильные и молодые генеративные особи обычны в нижних ярусах	Виргинильные и молодые генеративные обычны в нижних ярусах, в составе II яруса 1-2 единицы	Выходят в первый ярус, могут выполнять при этом роль эдификатора
Ценоморфный состав напочвенного покрова	Преобладают сильванты (лесные виды)	Значительную часть спектра занимают сорно-лесные виды	Часто встречаются рудеранты (сорные виды)	Значительное количество протантов (луговых видов)

Уровни антропогенной трансформации пойменных дубрав с краткой характеристикой выделенных индикационных особенностей представлены на табл. 1: **I уровень** – мало нарушенные дубравы с слабо развитым подлеском; **II уровень** –средняя антропогенная трансформация, *Quercus robur* L. повреждён, заменяется спутниками, лесная среда сохраняется; **III уровень** –сильная антропогенная трансформация, дигрессия эдификатора носит групповой характер; **IV уровень** – очень сильная антропогенная трансформация, дубовый древостой в значительной мере утрачен, фрагментарные подлесочные сообщества, древесные интродуценты.

При проведении комплексного многолетнего мониторинга выявлена тенденция к уменьшению доли участия *Quercus robur* L. в составе древостоев Прихоперья и постепенной замены его *Acer tataricum* L., *Ulmus laevis* Pall. и *U. Glabra* Huds., *Tilia cordata* Mill., а в понижениях – *Populus tremula* L, в связи с антропогенной и лесопатологической трансформацией. Установлено принципиально новое направление смены дуба древесными интродуцентами *Acer negundo* L. и Ясп – *Fraxinus pennsylvanica* March.

Список литературы:

Антропогенная динамика структуры и биоразнообразия пойменных дубрав Среднего Прихоперья / А.И. Золотухин и др. – Балашов: Николаев, 2010. – 164 с.

МНОГОЛЕТНЕЕ ИССЛЕДОВАНИЕ ЧАСТОТЫ И ДИНАМИКИ ЦИТОГЕНЕТИЧЕСКИХ ЭФФЕКТОВ У ПОПУЛЯЦИЙ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ИЗ РАЙОНОВ, ПОДВЕРГШИХСЯ РАДИОАКТИВНОМУ ЗАГРЯЗНЕНИЮ В БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ.

Д.В.Васильев[1], А.Г. Кузьменков[1], С.А.Гераськин[1]

[1)] ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии, РФ, 249032, г. Обнинск, ш. Киевское, д. 109, treworqwert@mail.ru

Последствия техногенного загрязнения далеко не всегда проявляются в виде гибели лесов или в виде других явных признаков неблагополучия живых организмов. Воздействия небольших концентраций и доз антропогенных факторов, как правило, вызывают не сразу заметные эффекты на наиболее чувствительном к неблагоприятным условиям среды - генетическом уровне. Выявить эти эффекты, в природных экосистемах можно применяя методы биомониторинга и биоиндикации.

Нами с 2003 года и по настоящее время проводится исследование цитогенетических эффектов и их динамики у популяций сосны обыкновенной из районов подвергшихся радиоактивному загрязнению в Брянской области. Было установлено, что даже относительно небольшие уровни радиационного загрязнения, не превышающие предполагаемые безопасные для наземных растений уровни радиационной нагрузки (Andersson et al., 2009, International, 1992), способны вызывать повышенную частоту цитогенетических нарушений в клетках меристем изученных популяций сосны (рис.1).

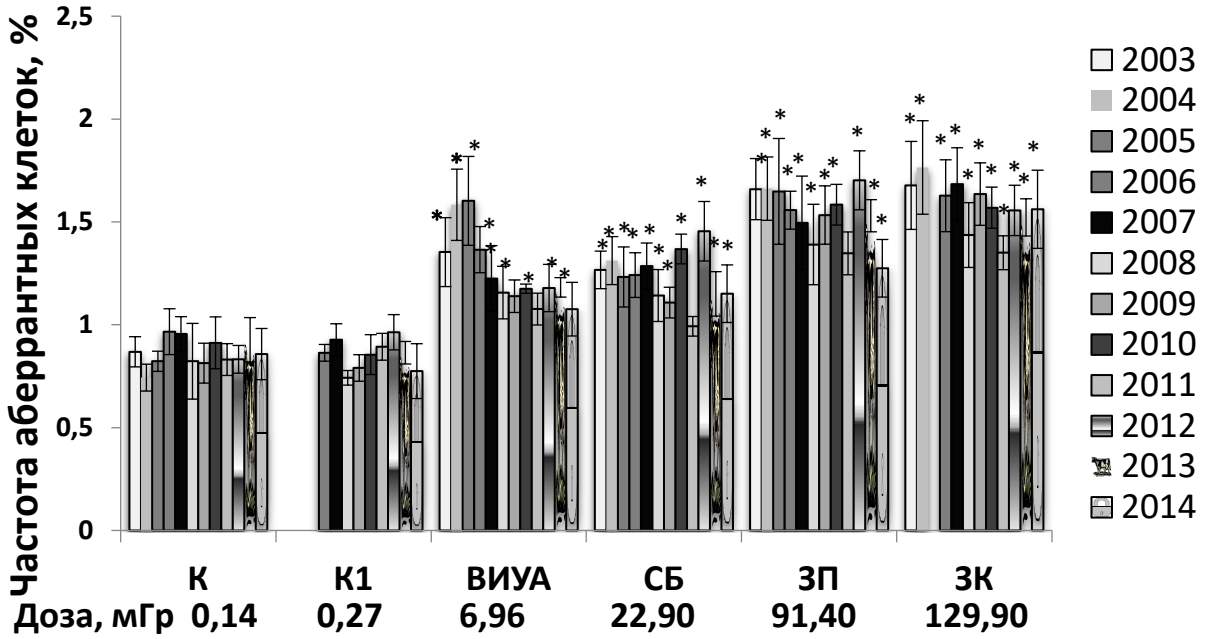


Рисунок 1. Частота цитогенетических нарушений в корневой меристеме проростков семян.

* - отличие от контрольных участков К и К1 статистически значимо

Как показал метод провокационного облучения, даже спустя 30 лет после аварии на ЧАЭС у этих популяций не выработались механизмы повышенной устойчивости к действию ионизирующего излучения.

Конечно, уровни радиоактивного загрязнения со временем постепенно снижаются, что вызывает и тенденцию к снижению уровня цитогенетической поврежденности у изучаемых популяций сосны. Но, не смотря на это, существующие на настоящее время уровни радиоактивного загрязнения всё еще продолжают оказывать значительное влияние

на популяции растений, причем не, только на цитогенетическую поврежденность их меристем, но и на динамику их естественных биологических циклов. Если в контрольных популяциях процесс изменения частоты цитогенетических нарушений со временем описывается не линейными моделями учитывающими цикличность природных явлений, то на импактных участках подвергшихся радиоактивному загрязнению ионизирующее излучение способно модифицировать эти естественные закономерности, изменяя их динамику.

Список литературы:

Andersson P., Garnier-Laplace J., Beresford N.A. et al. Protection of the environment from ionizing radiation in a regulatory context (protect): proposed numerical values // J. Environmental Radioactivity. 2009. V. 100. P. 1100-1108.

International Atomic Energy Agency. Effects of ionizing radiation on plants and animals at levels implied by current radiation protection standards. Technical Reports Series N.332. Vienna: IAEA, 1992.

ИЗМЕНЕНИЯ ИСТОРИЧЕСКИ ЗНАЧИМОЙ ЛИСТВЕННИЧНОЙ АЛЛЕИ, ВЫЗВАННЫЕ ТЕХНОГЕННЫМ ВОЗДЕЙСТВИЕМ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ

А.В. Новиков [1], О.В. Сумарукова [1]

[1] ФГБОУ ВО Российский государственный аграрный университет – МСХА имени К.А. Тимирязева, г. Москва (РГАУ – МСХА им. К.А. Тимирязева),
РФ, 127550, г. Москва, ул. Тимирязевская, д. 49, oiiecology@mail.ru

Озеленение города является необходимым мероприятием для современного мегаполиса. Зеленые насаждения регулируют температурный режим города, благоприятно влияют на состав и чистоту воздуха, помогают в борьбе с шумом, а также положительно влияют на самочувствие человека, оказывая необходимое гигиеническое и психологическое воздействие.

Результатом успешной интродукции лиственницы в Москве явились как единичные, так и аллельные посадки. Свою историю Лиственничная аллея ведет с 1863 года. Именно в этом году патриарх русского садоводства Рихард Иванович Шредер высадил Larix sibirica вдоль Петровского проспекта.

Лиственница является однодомным листопадным деревом и относится к группе мезоксерофитов, олиготрофов. С такими требованиями к условиям произрастания ей легче приспособиться к специфике городской среды, чем другим хвойным растениям (Новиков, Сумарукова, 2016). Как и все хвойные, лиственница служит источником фитонцидов, что способствует обеззараживанию городского воздуха и созданию благоприятной среды обитания человека, а наравне с рябиной обыкновенной, дубом черешчатым, сосной обыкновенной, также является растением-аэроионокомпенсатором, и эффективно влияет на уровень ионизации воздуха в условиях города при создании локальных зон озеленения (Севостьянов, 2012).

В городах лесопосадки постоянно испытывают стресс от техногенного воздействия и одни из самых опасных воздействий являются внезапные, спонтанные и достаточно быстро происходящие. Изменение внешних факторов, увеличение шумовой нагрузки или уменьшение доступного светового потока могут привести к гибели как отдельных деревьев так и всей аллейной посадки.

Основным биоиндикационным признаком состояния и устойчивости лесопосадок в городских условиях, является вариативность и изменчивость морфологических признаков. Для оценки влияния стрессового техногенного воздействия на лиственницу необходимо проводить мониторинг по основным морфометрическим параметрам, таким как высота высота дерева м, диаметр ствола на 1,3 м высоты, размер проекции кроны (С-Ю, 3-В), длина кроны м, угол прикрепления ветвей первого порядка к стволу (Романова, Третьякова, 2003).

В рамках проведения работы аллея была разбита на 10 участков с последующей оценкой основных признаков состояния лиственницы.

Список литературы:

Новиков А.В., Сумарукова О.В. 2016. Изменчивость морфологических параметров *Larix sibirica* в городских посадках г. Москвы // Материалы VII Международной научно-практической конференции «Биотехнология как инструмент сохранения биоразнообразия растительного мира (физиолого-биохимические, эмбриологические, генетические и правовые аспекты)», посвященной 30-летию отдела биотехнологии растений Никитского ботанического сада г. Ялта, Республика Крым, Россия. 25 сентября -1 октября 2016 г. - Симферополь: ИТ «АРИАЛ», -с. 48-49.

Романова Л.И., Третьякова И.Н. 2003. Перспектива использования лиственницы в озеленении городов Сибири//Хвойные бореальной зоны. Вып. 1 (Лиственница). С. 40-46.

Севостьянов В.А. 2012. Метод фитологического восстановления аэроионного баланса атмосферы мегаполисов // Вестник Российского университета дружбы народов. Серия: Экология и безопасность жизнедеятельности. № 3. С. 58-66.

ФОНОВАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ БИОРАЗНООБРАЗИЯ ПРИРОДНЫХ КОМПЛЕКСОВ, РАЗРАБОТКА И ВНЕДРЕНИЕ СИСТЕМЫ МОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМ, НАРУШЕННЫХ В ХОДЕ РАБОТ ГЕОЛОГОРАЗВЕДКИ ПРОШЛЫХ ЛЕТ НА КОРОВИНСКОМ НЕФТЕГАЗОНОСНОМ МЕСТОРОЖДЕНИИ (НЕНЕЦКИЙ АО)

Е.Н. Патова, Е.Е. Кулюгина, Е.В. Жангуров, В.В. Елсаков, О.Ю. Минеев, М.Д. Сивков
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,
РФ, 167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28, patova@ib.komisc.ru

Масштабный рост экологических проблем связанных с нарушением природных ландшафтов в результате разведки и добычи углеводородов требует усиленного внимания и решения вопросов по организации мониторинга и проведению мероприятий по восстановлению нарушенных экосистем с точки зрения сохранения биоразнообразия. В связи с этим одной из главных задач проекта ПРООН/ГЭФ является сбор информации, позволяющей продемонстрировать нефтедобывающим компаниям необходимость не только оценки и мониторинга состояния биоразнообразия при проектировании, строительстве, эксплуатации и вывода из эксплуатации объектов нефтедобычи, но и его мониторинга после вывода объектов из эксплуатации. Коровинское месторождение – газоконденсатное месторождение, которое располагается на территории Российской Федерации, было открыто в семидесятых годах прошлого столетия, в настоящее время законсервировано. Данное месторождение входит в состав Нарьян-Марской группы газоконденсатных месторождений, по запасы углеводородов составляют 41,1 миллиардов кубометров. Экологическая ситуация на КГМ осложнена последствиями антропогенного воздействия, осуществлявшихся геологоразведочными партиями 70-ых годов прошлого века. В связи с тем, что в 1985 г. был создан государственный природный заказник "Ненецкий" федерального значения в который вошла территория КГМ, имеется ряд ограничений по ведению хозяйственной деятельности. Основными угрозами экосистемам района исследований являются наличие нарушенных земель в результате деятельности по разведке углеводородов прошлых лет, воздействие хозяйственной деятельности на природные комплексы: нефтегазодобыча и разведка полезных ископаемых, охота, рыбалка, выпас, передвижение судов по р. Печора (Макарова, Зытнер, 2008).

Целью настоящей работы является: сбор данных на объектах геологоразведки прошлых лет для разработки системы мониторинга и параметров фоновых показателей экосистем и биоразнообразия на территории Ненецкого АО на примере Коровинского нефтегазоносного месторождения (КГМ). Полевые исследования проведены в августе 2015 г. с использованием классических методов флористики, геоботаники, зоологии и почвоведения. На основе классификации спутниковых изображений Landsat 8 (20.7.2013; 8.8.2014) выделены фоновые участки - наиболее типичные для территории ненарушенные ландшафты с преобладающими типами растительных сообществ, а также участки с накопленным экологическим ущербом. Выполнена детальная геоботаническая характеристика растительных сообществ, оценен их флористический состав и степени антропогенной трансформации. Изучено морфологическое строение почв и их физико-химические свойства. Выполнен учет и оценка состояния популяций мигрирующих видов птиц, в первую очередь гусеобразных.

В результате проведенных полевых исследований на Коровинском мест выявлено 223 вида сосудистых растений, 104 вида мхов, 167 видов лишайников. Выполнены описания сорока вариантов растительных сообществ и десяти типов тундровых и антропогненно трансформированных почв. Отмечено пребывание 170 видов птиц. Выявлено 8 видов лишайников, 8 видов сосудистых растений (и еще 5 нуждающихся в бионадзоре), 20 видов птиц внесенных в Красную Книгу Ненецкого Автономного Округа, 1 вид растений и 13 видов птиц внесены в Красную Книгу Российской Федерации.

Для Коровинского месторождения оценены масштабы антропогенной трансформации экосистем и накопленного экологического ущерба - площадь нарушений составила - около 3,9% (519 га). Проведенные исследования показали, что самовосстановление экосистем КГМ в зонах влияния объектов геологоразведки прошлых лет идет крайне медленно, что связано с природными особенностями региона и значительной степенью накопленного экологического ущерба (Макарова, Зытнер, 2008). На территории законсервированных буровых наряду с процессами самозарастания стабильных участков и частичного восстановления биоразнообразия, происходит дальнейшая трансформация антропогенных экосистем, в первую очередь это связано с влиянием ветровых дефляционных раздувов и хроническим загрязнением нефтепродуктами от разрушенных амбаров-отстойников. В почвах антропогенно-трансформированных ландшафтов выражены различные типы техногенного воздействия, в первую очередь это проявляется в подщелачивании верхних минеральных горизонтов (от слабо кислых к нейтральным и слабощелочным), повышении содержания нефтепродуктов (4000 – 5000 мг/кг), наблюдается закономерное увеличение общего углерода и органического вещества. В результате разведочного бурения на месторождении произошло преобразование ландшафтов вследствие дефляции песчаных субстратов, слагающих почвенный покров месторождения. Видовой состав и структура растительного покрова четко отражают трансформацию природных ландшафтов и почв, и являются одним из основных показателей накопленного экологического ущерба для объектов геологоразведки прошлых лет. Выявлено, что участки Коровинского месторождения, где скважины установлены на песках, продолжают оставаться дефляционно-опасными. Здесь растительный покров техногенных местообитаний в зоне влияния буровых значительно отличается от естественных тундр района, наблюдается заметное снижение биоразнообразия. Для участков, где скважины установленных в более влажных условиях отмечено сохранение и частичное восстановление почвенно-растительного покрова, сходного с естественной тундрой, а, следовательно, частичное восстановление биоразнообразия большинства компонентов экосистем.

Для сохранения биоразнообразия на фоновых территориях и его восстановления на антропогенно трансформированных участках на нефтегазоносных месторождениях в Ненецком АО необходима организация долгосрочного комплексного экологического мониторинга за состоянием водных и наземных экосистем. На основе выполненных исследований, на территории КГМ составлена программа мониторинга биоразнообразия экосистем, нарушенных в ходе работ геологоразведки прошлых лет, и выделен перечень рекомендуемых параметров почвенной среды и биоты для его организации (Патова и др., 2015). Общая площадь, для которой разработана программа мониторинга, составляет 341500 га.

Исследования выполнены при финансовой поддержке проекта ПРООН/ГЭФ– Министерства природных ресурсов и экологии Российской Федерации «Задачи сохранения биоразнообразия в политике и программах развития энергетического сектора России», договор № 05/К/2015.

Список литературы:

Макарова И.Р., Зытнер Ю.И. 2008. Принципы геоэкологического районирования криолитозоны как основы для обеспечения экологической промышленной безопасности недропользования на севере Тимано-Печорской провинции. – Нефтегазовая геология. Теория и практика., №2, с. 1-16.

Патова Е.Н., Кулюгина Е.Е., Жангуров Е.В., Елсаков В.В., Минеев О.Ю., Глотов А.А. и др. – Фоновая оценка состояния биоразнообразия природных комплексов, разработка и внедрение системы мониторинга экосистем, нарушенных в ходе работ геологоразведки прошлых лет на нефтегазоносных месторождениях в Ненецком АО: Отчет по договору №05/К/2015 Проекта ПРООН от 22.03.2015 г.– Сыктывкар, 2015. 146 с.

МОДЕЛЬ КОМПЛЕКСНОГО БИОМОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМ ВЕРХНЕВОЛЖЬЯ

А.Ф. Мейсурова, А.А. Нотов
ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет»,
170100 г. Тверь, ул. Желябова, 33,
e-mail: alexandarauraz@mail.ru, anotov@mail.ru

Одной из наиболее важных проблем современности является сохранение биоразнообразия (Чернов, 1991; Юрцев, 1992). Решение этой проблемы предполагает организацию комплексного биомониторинга экосистем, позволяющего давать объективную оценку состояния живых систем разного уровня и своевременно выявлять тенденции их трансформации. Актуален анализ имеющегося опыта на примере модельных регионов. В этом отношении интересна территория Верхневолжья, включающая центральную часть Каспийско-Балтийского водораздела, который представляет один из крупнейших гидроузлов Восточной Европы. Здесь встречаются ландшафты, уникальные в геоморфологическом и ботанико-географическом отношении (Дементьева и др., 2011). В этой связи результаты деятельности по созданию и реализации программы комплексного биомониторинга экосистем данной территории имеют методическое значение.

Функционирующая модель биомониторинга экосистем Верхневолжья имеет комплексный характер благодаря реализации нескольких сопряженных программ, контролирующих разные направления анализа экосистем (см. рисунок) (Нотов и др., 2013а). В рамках этих программ осуществляется инвентаризация биоразнообразия, определение активности инвазионной фракции флоры, оценка состояния индикаторного компонента биологически ценных лесов, интегральный анализ уровня загрязнения по результатам физико-химических исследований биологических объектов и компонентов окружающей среды (Фурье-ИК спектроскопия, атомно-эмиссионная спектрометрия с индуктивно-связанной плазмой). Соотнесение получаемых данных позволяет выявлять основные тенденции динамики состояния биологических систем разного уровня организации. Среди них отдельные организмы, популяции, синузии, фитоценозы, флора и растительность природных комплексов и региона в целом (Нотов и др., 2013б). При этом учитываются основные группы факторов, способствующие трансформации биосистем, прежде всего загрязнение окружающей среды, нарушение и фрагментация природных сообществ, биологические инвазии.



Рисунок. Структура модели комплексного биомониторинга экосистем Верхневолжья

Сотрудники биологического факультета Тверского университета активно продолжают флористические исследования, в рамках которых производится

инвентаризация разных компонентов биоты Верхневолжья. Изучаются природные комплексы и территории разного масштаба. Оценены уровень видового богатства и специфика разных компонентов флоры, выявлены редкие и уязвимые виды (Нотов, 2005, 2010). Обобщены данные о характере распространения инвазионных видов Тверского региона, создана Черная книга Тверской области (Нотов и др., 2009, 2013а). Организован мониторинг инвазионной и адвентивной фракций флоры, проводится специальный анализ индикаторного компонента старовозрастных коренных лесных сообществ по методике, разработанной в рамках совместного шведско-российского проекта, реализованного на Северо-Западе Европейской России.

Традиционные флористические и геоботанические исследования сочетаются с деятельностью по оценке состояния компонентов среды промышленных районов, расположенных на территории Верхневолжья. Использован новый подход с применением Фурье-ИК спектрального анализа индикаторных видов лишайников (Meisurova et al., 2011). Для идентификации тяжелых металлов в почве, воде, растительных объектах и лишайниках активно используется атомно-адсорбционный спектрометр с индуктивно-связанной плазмой. Такой анализ актуален в связи с расположением в пределах региона Калининской атомной электростанции, в окрестностях которой реализуется специальная программа мониторинга наземных и водных экосистем.

Таким образом, используемые в региональной модели биомониторинга Верхневожья подходы позволяют осуществлять достаточно точную оценку состояния биосистем разного уровня. Сочетание разных программ, направленных на интегральную оценку состояния регионального биоразнообразия, с анализом компонентов природной среды с помощью физико-химических методов дают возможность своевременно выявлять динамические тенденции и факторы, способствующие трансформации биосистем.

.

Список литературы

Дементьева С.М., Нотов А.А., Зуева Л.В., Иванова С.А. О ботанико-географической специфике флоры Валдайской возвышенности // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2011. Вып. 23, № 20. С. 114–128.

Нотов А.А., Мейсурова А.Ф., Дементьева С.М. Комплексный биомониторинг природных экосистем центральной части Каспийско-Балтийского водораздела // Фундаментальные исследования. 2013а. № 10 (5). С. 1090–1094.

Нотов А.А., Мейсурова А.Ф., Дементьева С.М. Модель многоуровневого мониторинга: Ноу-хау, Тверь, 2013б. Зарегистрировано в Депозитарии трансферных технологий Тверского государственного университета. Регистрационный номер 01-050-2013. Дата регистрации 10.07.2013 г. Реестр № 1.

Чернов Ю.И. Биологическое разнообразие: сущность и проблемы // Успехи соврем. биологии. 1991. Т. 111, вып. 4. С. 499–507.

Юрцев Б.А. Эколого-географическая структура биологического разнообразия и стратегия его учета и охраны // Биологическое разнообразие: подходы к изучению и сохранению. СПб., 1992. С. 7–21.

Нотов А.А. Материалы к флоре Тверской области. Ч. 1: Высшие растения. 4-я версия, перераб. и доп. Тверь: ГЕРС, 2005. 214 с.

Нотов А.А. Национальный парк «Завидово»: Сосудистые растения, мохообразные, лишайники. М.: Деловой мир, 2010. 432 с.

Нотов А.А., Виноградова Ю.К., Майоров С.Р. Черные и Красные книги: общие вопросы и проблемы // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2009. Вып. 16, № 37. С. 127–143.

Meisurova A.F., Khizhnyak S.D., Pakhomov P.M. IR spectroscopic study of the chemical composition of epiphytic lichens // Journal of Applied Spectroscopy. 2011. Vol. 78, Iss. 5. P. 711–718.

УСТОЙЧИВОСТЬ ХИМИЧЕСКИ МЕЛИОРИРОВАННЫХ СОЛОНЦОВ БАРАБИНСКОЙ НИЗМЕННОСТИ К ВТОРИЧНОМУ ЗАСОЛЕНИЮ

Н.В. Елизаров

Институт почвоведения и агрохимии СО РАН,
РФ, 630090, г. Новосибирск, пр. Академика Лаврентьева 8/2, elizarov_89@mail.ru

В 80 – 90 гг. XX века в пашню были вовлечены почвенные комплексы Западной Сибири, включающие солонцы и солонцовые почвы. При этом повсеместно применялась химическая мелиорация (Березин, 2005; Стройнов, Колебер, 2009). Были созданы антропогенные ландшафты, функционирование которых поддерживалось человеком. Но после резкого изменения политических и экономических условий в стране, мелиорированные ландшафты (мелиоландшафты) были выведены из сельскохозяйственного оборота. Устойчивость мелиорированных почв к природным процессам, возвращающим ландшафт в его естественное состояние, можно оценить по изменению свойств почв за прошедший период времени.

Объектом наших исследований были солонцы корковые Барабинской низменности, мелиорированные однократно в 1986г. при закладке опыта. Сформировались данные почвы в естественном виде при наложении галогенного процесса почвообразования на зональный – дерновый. Основным источником солей послужили минерализованные грунтовые воды (Базилевич, 1953). Мелкоделяночный опыт располагался в северной лесостепи Барабинской низменности в Чулымском районе Новосибирской области на «солонцовом» стационаре Сибирского НИИ земледелия и химизации.

Крупные массивы солонцов на территории Западной Сибири находятся в Новосибирской, Омской областях и Алтайском крае, причем господствуют гидроморфные почвы содового засоления (Семендяева, Добротворская, 2005). Солонцы распространены пятнами от 1 - 2 до 500 м^2 в комплексах с зональными почвами. Обладая высокой плотностью сложения по всему профилю (1.3 - 1.5 г см$^{-3}$), высокой щелочностью и большим количеством легкорастворимых солей, они снижают плодородие всего комплекса. Без применения мелиорации такие почвенные комплексы использовались как низкопродуктивные сенокосы и пастбища (Семендяева и др., 2010). Дозы гипса в опыте рассчитаны по методу Гедройца с интервалом 0.25 нормы по натрию - от 0 до 1.25 нормы. Площадь делянки 4 м^2, расстояние между делянками 1 м. С 1986 по 1994 год на опыте возделывали севооборот пар - оз. рожь – пшеница – овес – овес. В 1994 году была посеяна смесь люцерны с донником, больше опытный участок не обрабатывался.

После однократного внесения гипса почвы остались под воздействием природных источников засоления, которыми на данной территории являются минерализованные грунтовые воды. На большей части территории Барабинской низменности почвенно - грунтовые воды залегают ближе 6 м. Пополнение грунтовых вод происходит атмосферными осадками через различные локальные понижения, такие как колочные западины и межгривные понижения, которые являются аккумуляторами стоковых вод. Уровень грунтовых вод подвержен колебаниям в разные по влагообеспеченности годы от 1.5 до 2 - 3 и более метров, а также изменяется от весны к осени. Максимальная амплитуда колебаний грунтовых вод на опытном участке достигала трех метров за весь период наблюдений (от 350 до 50 см), а в течение одного вегетационного периода - до 120 см. Такая «пульсация» минерализованных грунтовых вод (минерализация 1.5 – 2 г/л) обусловила формирование гидромофных засоленных почв в лесостепной и степной зонах Западно - Сибирской равнины.

Проведенные в 2011г. исследования показали, под влиянием гипса изменился профиль солонца. На месте солонцового столбчатого горизонта сформировался уплотненный горизонт темно-серого цвета с белесоватостью и комковато - зернистой структурой.

При этом на вариантах с дозой гипса 11т га$^{-1}$ (0.25 по Гедройцу) за прошедший период солонцовый горизонт восстановился, причем на той же глубине, где был до мелиорации. То есть, после прекращения сельскохозяйственных обработок почвы, при переходе мелиорированного солонца в залежь, внутри пахотного слоя восстановилась столбчатая структура.

При изучении физических свойств солонцов установлено, что в контрольных вариантах плотность слоя 0 - 20 см достаточно высокая и составила 1.3 г см$^{-3}$, что указывает на низкий воздухо- и водообмен данной почвы.

Длительное действие на солонцы полной и повышенной доз гипса (45 и 56 т га$^{-1}$) снизило плотность почвы по всему метровому слою. В верхнем слое (0 - 20 см) плотность почвы находилась в пределах оптимальной для возделывания сельскохозяйственных культур (1.0 г см$^{-3}$).

В 2013 году, уровень грунтовых вод на опытном участке поднялся до 50 см, что способствовало значительному засолению почвенного профиля, как в контрольном варианте, так и в варианте с внесением мелиоранта. В солевом составе грунтовых вод и водных вытяжек почв преобладали анионы HCO_3^-. В профиле солонцов увеличилось содержание солей, что свидетельствовало о проявлении вторичного засоления. В катионном составе грунтовых вод преобладал Na^+ и зафиксировано значительное содержание Mg^{2+}.

Весной 2015 года содержание солей в профиле солонцов, мелиорированных полной дозой гипса по Гедройцу (45 т га$^{-1}$) было меньше, чем в контроле и в варианте с дозой 11 т га$^{-1}$. Таким образом, эффект гипсования сохранился и после засоления почвы грунтовыми водами, через 29 лет после внесения.

Осенью 2015 года, зафиксировано увеличение количества обменного натрия в почвенном поглощающем комплексе во всех вариантах. Таким образом, засоление почвенного профиля продолжилось после опускания грунтовых вод.

Гидроморфизм изученных солонцов подтверждается результатами корреляционного анализа данных солевого состава грунтовых вод и длительно мелиорированных солонцов. Выявлена тесная связь этих показателей на глубине 40 – 100 см (коэффициент корреляции Пирсона 0.91). Корреляционная связь между верхними слоями почвы (0 - 20 и 20 - 40 см) и грунтовыми водами гораздо ниже (0.24 и 0.57), т.к. под действием значительного количества атмосферных осадков легкорастворимые соли из верхних слоев (0 - 20 и 20 – 40 см) промылись в нижележащие горизонты почвы.

Химическая мелиорации является средством улучшения физических и физико-химических свойств солонцовых почв Барабинской низменности и формирует устойчивость к вторичному засолению минерализованными грунтовыми водами длительностью действия более 25 лет.

Список литературы:

Березин Л.В. Мелиорация и использование солонцов Сибири / Л.В. Березин. – Омск, 2005. – 206 с.

Стройнов В.К., Колебер В.Г. Мелиоративные приемы повышения продуктивности малоплодных солонцовых почв в западной Сибири // Проблемы рационального использования малоплодородных земель. – Омск, 2009. – С. 140-144.

Базилевич Н. И. Типы засоления природных вод и почв Барабинской низменности // Тр. Почв. ин-та им. В.В. Докучаева АН СССР, 1953. Т. 36. С. 172 – 435.

Семендяева Н.В., Добротворская Н.И. Теоретические и практические аспекты химической мелиорации солонцов Западной Сибири. Новосибирск: НГАУ, 2005. 156 с.

Семендяева Н.В., Галеева Л.П., Мармулев А.Н. Почвы Новосибирской области и их сельскохозяйственное использование: учеб. Пособие // Новосибирск, 2010. – 187 с.

ОПЫТ МОНИТОРИНГА ПРИРОДНЫХ И ЛИЗИМЕТРИЧЕСКИХ ВОД В УСЛОВИЯХ ЮЖНОТАЕЖНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Л.Г. Богатырев, Д.В. Ладонин, М.М. Карпухин, Н.И. Жилин, Ф.И. Земсков, А.И. Бенедиктова, В.В. Демин

МГУ им.М.В.Ломоносова, факультет почвоведения,

РФ, 119991, Москва, Воробьевы горы, д1, bogatyrev.l.g@yandex.ru

Основанием для настоящего доклада послужили материалы многолетнего мониторинга лизиметрических и природных вод изученных в пределах Московской области (Богатырев и др.,2016). Наблюдения за лизиметрическими водами проводили в условиях 20 стационарных почвенных лизиметров факультета почвоведения МГУ им. М.В.Ломоносова, территориально расположенных в пределах основной территории МГУ (Воробьевы Горы). Лизиметры были сконструированы в 1967 году на основе использования бескарбонатного покровного суглинка. Каждый из лизиметров занимает площадь 8.2 м^2 с глубиной 1.5 м. с различными фитоценозами в наземном покрове – от ельников, мелколиственных, смешанных и широколиственных пород. до залежи и пара. Установлено, что для наземных фитоценозов характерен интенсивный биологический круговорот, что подтверждается низкими величинами подстилочно-опадных коэффициентов – от 1 и меньше, а также преимущественным распространением деструктивных и ферментативных подстилок. Запасы подстилки варьируют в среднем от 59 гм$^{-2}$ в ельниках до 500 гм$^{-2}$ в широколиственных фитоценозах. В еловых экосистемах годичное поступление опада составляет до 100 гм$^{-2}$, в смешанных – 200 гм$^{-2}$, а в широколиственных фитоценозах увеличивается до 400 гм$^{-2}$ в год. Существенным является межбиогеоценозный обмен растительным опадом, при котором на поверхность почвы в условиях ельников поступает до 20% мелколиственного и широколиственного опада. Показано, что основные периоды поступления вод в лизиметры приурочены к ранневесеннему и осеннему сезонам с существенной дифференциацией по скоростям – от нескольких л/сутки – до 60-70 л/ сутки – в отдельные периоды. В составе лизиметрических вод ведущее место среди катионов принадлежит кальцию и натрию, а среди анионов – сульфатам и хлоридам. Сравнение состава лизиметрических вод начальных этапов функционирования лизиметров (1967-1968гг) и современного периода (2014 - 2015гг) показало, что в настоящее время в фильтрующихся водах существенно увеличилось содержание кальция, магния и натрия – в среднем в 2 раза, калия в 7 раз. Среди анионов значительно увеличилось содержание хлора – в 9 раз. Такая ситуация характерна для всех лизиметров, за исключением залежи, где подобное соотношение для всех катионов и анионов не превышает 0.5. В настоящее время существенным фактором дифференцирования лизиметров является частичное - 50% загрязнение части лизиметров, приближенных к дороге, противогололедными препаратами. Последние не только приводят к повышенному содержанию кальция и хлора в лизиметрических водах, но и существенно тормозят скорости разложения наземного опада, причем на порядок. Расчеты коэффициентов загрязнения (отношение состава фильтрующихся вод в условиях загрязнения поверхности почв противогололедными препаратами к аналогичному составу вод в чистых лизиметрах), показали, что наибольшие величины характерны для хлора (7.2), для кальция (5.1) и магния – 4.5. Расчеты коэффициентов миграции показали, что независимо от уровня загрязнения группировки элементов по степени подвижности в целом близки - в обоих случаях к наиболее подвижным относятся - кальций, магний, натрий и сульфаты, а к группе слабоподвижных закономерно отнесены железо и алюминий. Отсутствие интенсивного подзолообразования в условиях лизиметров (Чижикова и др., 2016), в том числе и под елями, по нашему мнению, очевидно, связано не только с межбиогеоценозным обменом и преобладающими потоками в лизиметрах (Умарова,2011), но и отсутствием латерального стока – второй составляющей элювиально-иллювиальной дифференциации. Изучение природных вод на примере южнотаежных ландшафтов в пределах Солнечногорского района Московской области

проводилось в течение 2011-2016 годов в системе почвенные вытяжки – почвенно-грунтовые воды – поверхностные воды гидрографической сети (ручьи – реки – озера). Состав природных вод хорошо коррелирует с особенностями геохимического ландшафта и типами почв. Так, в условиях притеррасной части поймы, где распространены лугово-болотные окарбоначенные почвы, отмечено повышенное содержание кальция в почвенных вытяжках, почвенно-грунтовых водах и в дренирующих эти участки ручьях по сравнению с аналогичными компонентами в условиях элювиальных ландшафтов с распространенными здесь обычными дерново-подзолистыми и болотно-подзолистыми почвами, развивающимся вне зоны распространения карбонатных пород. Типоморфность ведущих элементов, к которым относятся кальций и магний, подтверждается их близким содержанием в почвенных вытяжках, почвенно-грунтовых водах, ручьях и реке Клязьма.Так, содержание кальция в указанной системе природных вод колеблется от 40 до 70 мгл$^{-1}$, а для магния – от 10 до 16 мгл$^{-1}$. Наиболее заметная контрастность отмечена на переходе от почвенных растворов к почвенно-грунтовым водам, что объясняется ролью почвы как биогеохимического барьера. По сравнению с почвенными растворами установлено резкое уменьшение в почвенно-грунтовых водах содержания углерода, калия и натрия, а из анионов - хлора и нитратов. В рамках формального кластерного анализа показано, что природные воды подмосковных ландшафтов близки к группе незагрязненных лизиметрических вод, тогда как лизиметрические воды в условиях действия противоголедных препаратов образуют самостоятельную группу.

Список литературы:

Богатырев Л.Г., Бенедиктова А.И., Жилин Н.И., Карпухин М.М., Стрелецкий Р.А., Погожева Е.А., Якушев Н.Л. 2016. Природные воды в системе сопряженных ландшафтов. – Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение, издательство Моск. ун-та (М.), № 3, с. 16-24.

Умарова А.Б. Преимущественные потоки влаги в почвах: закономерности формирования и значение в функционировании почв. 2011. Москва, 269 с.

Чижикова Н.П., Верховец И.А., Первова Н.Е., Лебедева М.П., Скворцова Е.Б., Золотарев Г.В., Савельев Д.В. 2016. Начальные стадии почвообразования на покровном суглинке (экспериментальное моделирование), Ижевск, 252 с.

РЕЗУЛЬТАТЫ ПЕРИОДИЧЕСКОГО ИССЛЕДОВАНИЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ ВО МХАХ НЕКОТОРЫХ ФОНОВЫХ РЕГИОНОВ РОССИИ

Е.А. Позднякова [1], Е.С. Конькова [2], С.А. Громов [3], К.Н. Вергель [4], М.В. Фронтасьева [5]

[1] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, KateMukudori@mail.ru

[2] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, e.konkova.igce@gmail.com

[3] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, gromov.igce@gmail.com

[4] Объединенный институт ядерных исследований,
РФ, 141980, Московская обл., Дубна, ул. Жолио Кюри, 6, marina@nf.jinr.ru

[5] Объединенный институт ядерных исследований,
РФ, 141980, Московская обл., Дубна, ул. Жолио Кюри, 6, verkn@mail.ru

Представлены результаты последнего (2015-2016 г.) периодического исследования содержания тяжелых металлов во мхах бокоплодных видов на Европейской территорий России. В ходе очередного этапа долговременного (с 1990 г) проекта были выбраны районы станций комплексного фонового мониторинга и мониторинга трансграничного загрязнения атмосферы, размещенные в биосферных заповедниках и на других ООПТ.

Определение концентраций большой группы металлов (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Hg, Ni, Pb, Sb, V и Zn) проводились с использованием физико-химических методов анализа (нейтронно-активационного, спектрометрического)в пробах, отобранных на фоновых территориях в удаленных от источников районах (заповедники, национальные парки) (ICP-Vegetation, 2015).

Приведены уровни содержания металлов, относящиеся к поступлению с атмосферными выпадениями в 2013-2016 г. Также с помощью расчета коэффициентов обогащения мхов относительно среднего состава земной коры была сделана попытка оценить роль природных и антропогенных источников для потоков атмосферных выпадений (Гапеева М.В и др., 2015).

Список литературы:

Гапеева М.В., Филиппов Д.А., Ложкина Р.А. 2015. Тяжелые металлы, в том числе редкоземельные во мхах северо-западного и центрального регионов России.- Современные проблемы науки и образования, №5.- Пенза, Издательский Дом "Академия Естествознания" 633-639

ICP-Vegetation, 2015. Heavy metals, nitrogen and POPs in European mosses: 2015 survey: monitoring manual. Dubna, 2015: [site of ICP Vegetation]. URL: http://icpvegetation.ceh.ac.uk/publications/documents/MossmonitoringMANUAL-2015-17.07.14.pdf (дата обращения: 08.08.2016)

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГОРОДСКОЙ СРЕДЫ НА ДРЕВЕСНЫЕ НАСАЖДЕНИЯ В Г. ОДИНЦОВО МОСКОВСКОЙ ОБЛАСТИ

Г.С. Лебедева[1)], А.А. Латанов [2)], О.В. Чернышенко[3)]

[1)] Департамент природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы, РФ, 119019, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 41, uhod_oopt@mail.ru

[2)] Департамент природопользования и охраны окружающей среды г. Москвы, РФ, 119019, г. Москва, ул. Профсоюзная, д. 41, uhod_oopt@mail.ru

[3)] Мытищинский филиал Московского государственного технического университета им. Н.Э. Баумана, РФ, 141005, Моск.обл., г. Мытищи, 1-ая Институтская, д.1 МФ МГТУ им. Баумана, tchernychenko@mgul.ac.ru

Система озеленения г. Одинцово (Московская обл.) типична для городов Подмосковья, в нее входят разные по назначению и функциям насаждения, большая часть по протяженности составляют посадки вдоль улиц и магистралей. В условиях ежегодного увеличения антропогенного влияния в городе сохранение и повышение устойчивости древесных растений является одной из приоритетных задач мониторинга состояния городских насаждений.

При проведении мониторинга городских насаждений были заложены постоянные и временные пробные площади для описания древесно-кустарниковой растительности, при этом учитывались биотические, абиотические и антропогенные повреждения. Отдельно проводились почвенные исследования – морфологический анализ почв, химический состав почвенного раствора засоление почв, химический анализ листьев, дендрохронологические исследования. Оценка состояния корнеобитаемого слоя почвы (на глубину до 80 см) проведена с помощью механического прибора «Пенетрометра» (Лебедева и др., 2009). Для характеристики засоления городских почв определялось содержание обменных катионов Na^+, K^+, Mg^{2+}, Ca^{2+}. Для выявления вида солей вызывающих краевой некроз листьев липы мелколистной, проведён анализ химического состава преднекрозной и некрозной частей листьев на наличие SO_4^{2-}, Cl^- и Na^+ (Латанов, 2011). В качестве индикатора атмосферных загрязнений была использована кора липы мелколистной (Латанов, Чернышенко, 2011). Для исследований влияния противогололедных смесей на деревья была выбрана липа мелколистная.

Анализируя влияние отдельных факторов городской среды на состояние растений, было отмечено, что решающим отрицательным фактором является состояние почвы, а именно уплотнение, аэрация, обеспеченность элементами питания и количеством солей, накопленных в почве из-за применения противогололедных смесей.

Выявлены и описаны морфологические изменения у древесных растений, наблюдаемые под влиянием неблагоприятных условий произрастания. Ослабление деревьев и снижение их жизнеспособности и декоративности связано с изреживанием кроны, уменьшением площади листьев, появлением некрозов на листьях, снижением радиального прироста. Полученные данные легли в основу мониторинга состояния насаждений г. Одинцова.

Список литературы:

Лебедева Г.С., Латанов А.А., Кормилицына О.В., Бондаренко В.В. 2009. Почвенные условия и состояние посадок в городских условиях. – В кн.: Материалы XII международной конференции «Проблемы озеленения крупных городов». – М., ЗАО «ОП ВВЦ «Цветоводство и озеленение», с. 110–113.

Латанов А.А., Чернышенко О.В. 2011. Биоиндикация загрязнения атмосферного воздуха по содержанию загрязнителей в коре липы мелколистной. – В кн.: Материалы XIV международной конференции «Проблемы озеленения крупных городов». – М., Ландшафтная индустрия, с. 94–96.

Латанов А.А. 2011. Влияние противообледенительной смеси на состояние городских насаждений. - Вестник МГУЛ – Лесной вестник. №4 (80), с.163-167.

ОЦЕНКА И ПРОГНОЗИРОВАНИЕ САМОВОССТАНОВЛЕНИЯ ЧЕРНОЗЕМНЫХ ЗАЛЕЖЕЙ ПОСЛЕ ВВЕДЕНИЯ ЗАПОВЕДНОГО РЕЖИМА

Л.Н. Плеханова

Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН
142290, г. Пущино Московской обл., ул. Институтская, 2, dianthus1@rambler.ru

Степь и лесостепь среди природных зон России подверглись наиболее сильной антропогенной трансформации. Восстановление степи возможно благодаря существующим целинным участкам путем переноса семян, либо процессами самовосстановления покоящихся залежей. Многолетние наблюдения за последовательными изменениями биологической активности почв дают представления о направлении и возможных результатах изменений микробоценозов при антропогенном воздействии, позволяя выработать стратегию природопользования в нарушенных местообитаниях. Одним из показателей скорости биологической трансформации растительных остатков в биоценозе является целлюлазная активность почв. Целлюлоза как один из субстратов разрушается в почве разными группами микроорганизмов – от грибов до аэробных и анаэробных бактерий. Скорость деструкции целлюлозы в почве может служить индикаторным показателем общей биологической активности в почвах, что, в свою очередь будет отражать процессы самовосстановления почвенного сообщества микроорганизмов после прекращения антропогенного воздействия.

Наблюдения динамики целлюлазной активности черноземов ведутся нами с 1999 года на территории лесничества Степное Ильменского государственного заповедника, расположенного в степной зоне Челябинской области в пределах приподнятого Зауральского пенеплена. Лесничество находится в долине, образованной при слиянии рек Б. Караганки (приток р. Урал) и р. Утяганки. Заповедный режим введен с 1991г., в связи с открытием ряда археологических памятников преимущественно эпохи бронзы (Плеханова, 2010). Климат района резко континентальный с малоснежной и холодной зимой, сухим и жарким летом. Средние температуры января -16÷-20(С, июля 18-20(С, осадки составляют 250-300 мм в год, из них 45% выпадает летом, и 10-12% зимой; годовая испаряемость в два раза превышает годовое количество осадков. Средняя максимальная мощность снежного покрова не превышает 25 см, характер летних осадков преимущественно ливневый, район подвержен засухам, частым суховеям водной и ветровой эрозии почвы.

На территории долины массивы пахотных черноземных почв, распаханных в 60-е гг. и переведеы в залежи. На залежах стационарные площадки мониторинга были нами размещены с целью слежения за восстановлением биологической активности почв после сельскохозяйственного воздействия (Плеханова, 2004). Целинный участок является эталоном степного Зауралья, внесенным в Кадастр Красной книги почв (Плеханова, 2010). Целлюлазная активность почв сравнивалась в парах «залежь-целина» для разных элементов рельефа (Приходько и др., 2006): на низкой аллювиальной террасе с черноземом супесчаным, и на пологом склоне долины на черноземе обыкновенном маломощном суглинистом (химические анализы выполнены в ЦКП ИФХиБПП РАН).

До введения заповедного режима на залежах производились подсевы многолетних трав, и геоботанически массивы этих земель к началу наблюдений являлись лугами. Залежь площадки 2 была залужена Onobrychis arenaria (Kit.) DC в 1982 году, на залежи площадки 4 проводили залужение Bromopsis inermis (Leyss.) Holub в 1988 году. Закладка опытов проводилась в пяти повторностях для каждого срока экспозиции. Определение целлюлазной активности основывалось на учете остаточной массы нерасщеплённой целлюлозы (аппликационный метод) (Мишустин. Петрова, 1963; Почвенный и биотический мониторинг, 1996). Закладка осуществлялась в слой 0-20 см на срок, близкий к длительности всего вегетационного сезона с последовательным снятием 5-ти повторностей каждый месяц. В ряде случаев закладка полотен осуществлялась в более

глубокие слои – 0-40 см (в 2001г., 2003-2004 и 2004-2005гг). Экспозиции полотен сроком на год проводились в 2004-2009 гг. Всего учитывались наблюдения за 10 лет ведения полевого опыта. Учитывались ежедневные климатические показатели (температура и влажность воздуха), предоставленные метеорологической станцией заповедника. Применялись методы традиционного химического анализа почв, аппликационный метод закладки полотен, сравнительно-географический и почвенно-археологический методы. Результаты опыта обработаны с помощью факторного дисперсионного анализа с использованием пакетов программ ANOVA/ COHORT и STATISTICA 6.

Динамика целлюлазной активности прослеживается внутри вегетационного сезона года, где велика зависимость от поступающих тепла и влага, причем, для степного Зауралья лимитирующим является фактор влаги. Для изученных площадок на глубине 0-40 см зависимость интенсивности целлюлозоразлагающей активности микроорганизмов от температуры воздуха является прямой тесной, r= 0,82 (корреляции Пирсона); зависимость от количества выпавших осадков является прямой средней, r= 0,60.

Для сравнения интенсивности целлюлозоразлагающей активности за разные годы мы рассчитали скорости разложения льняного полотна в сутки, и среднюю скорость за вегетационный сезон. Для первой группы площадок, расположенных на аллювиальной террасе скорость разложения целлюлозы на залежи с момента начала наблюдений (1999 год) начинает повышаться в сезоны 2005-2006 гг. и достигает значений целины в 2007 г. и далее держится на этом уровне, то есть залежь достигает целинных значений по показателям целлюлазной активности через 16 лет после введения заповедного режима, и через 25 лет после последней вспашки с подсевом трав, что объяснимо циклами сукцессионной динамики сообществ и соответствует полному циклу 15-20 лет восстановления степной растительности (Миронычева-Токарева, 2006).

На залежах наблюдается положительная динамика целлюлазной активности на черноземах супесчаных и суглинистых. Залежные угодья по значениям биологической активности медленно приближаются к целинным участкам. Зафиксированная среднегодовая целлюлозоразлагающая активность почвы залежи на глубине 0-10 см достигла целинных значений в 2007 году, через 25 лет после прекращения сельхозиспользования; на глубине 10-20 см достигла целинных значений чуть раньше, в 2006 году, через 24 года после прекращения сельхозиспользования.

Для целинных и залежных черноземов суглинистых динамика биологической активности разнотравно-ковыльной степи и кострового луга сходна при доминировании абсолютных значений на целине.

На костровой залежи идёт медленное восстановление биологической активности. Согласно построенному трендовому прогнозу при сохранении этой тенденции биологическая активность залежи на глубине 10-20 см достигнет значений целины к 2022 году, не ранее чем через 34 года после прекращения сельхозиспользования территории в виде распашки, и на глубине 0-10 см – не ранее чем через 57 лет, к 2045 году.

Список литературы:

Мишустин Е.Н., Петрова А.Н. Определение биологической активности почвы. // Микробиология. - 1963. - Т. 32, - Вып. 3. - 479-483

Миронычева-Токарева Н.П. Сукцессии степных экосистем при полном заповедании (на примере заповедника «Аркаим») // Степи и лесостепи Зауралья: материалы к исследованиям: Тр.музея-заповедника «Аркаим». – Челябинск: Крокус, 2006. – С. 31-43.

Плеханова Л.Н. Некоторые результаты работ по созданию Красной книги почв Челябинской области // Вестник ЧелГУ. 2010. № 8. С. 29-35.

Плеханова Л.Н. Древние нарушения в почвах// Природа. 2010. № 3. С. 37-43.

Плеханова Л.Н. Природно-антропогенная эволюция почв речных долин степного Зауралья во второй половине голоцена // Дисс. …к.б.н. / МГУ им. М.В. Ломоносова. Москва, 2004. 186 с.

Почвенный и биотический мониторинг заповедных экосистем. М.: КМК Scientific Press LTD, 1996. -105 с.
Приходько В.Е., Манахова Е.В., Манахов Д.В., Плеханова Л.Н., Захарова Ю.В. Изменение состояния гумуса почв степного Зауралья в заповедном режиме // Вестник Московского университета. Серия 17: Почвоведение. 2006. № 3. С. 10-17.

ОЦЕНКА УСТОЙЧИВОСТИ К МИНЕРАЛИЗАЦИИ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ТУНДРОВЫХ ПОЧВ ПОСТПИРОГЕННЫХ ЭКОСИСТЕМ

М.Н. Маслов, О.А. Андреева

Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова,
РФ, 119991, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1, стр. 12, maslov.m.n@yandex.ru

Определение устойчивости почвенного органического вещества (ОВ) к разложению, в том числе при прогнозируемом повышении температуры окружающей среды, имеет решающее значение в контексте глобального изменения климата и эмиссии парниковых газов. В почвах экосистем Арктики и Субарктики сосредоточено до 190 Гт С (Tarnocai et al., 2009), что составляет до 14% всего почвенного углерода планеты. Увеличение частоты возникновения и необыкновенно большие площади пожаров наблюдающиеся в последние десятилетие в арктической тундре, указывают на то, что огонь становится важным фактором, регулирующим эти экосистемы, однако последствия тундровых пожаров до сих пор остаются малооцененными. В связи с низкими запасами надземной фитомассы в тундровых экосистемах основное воздействие пожара приходится на подстилку и органогенные почвенные горизонты, депонирующие органический углерод (С) в течение долгого времени, что, в первую очередь, затрагивает круговорот С.

Цель нашей работы состояла в сравнительной оценке потенциальной скорости минерализации ОВ поверхностных горизонтов почв тундровых экосистем постпирогенных сукцессий и прогнозе их изменения при повышении среднегодовых температур в Европейской Субарктике.

Исследовались почвы горно-тундровых экосистем постпирогенного ряда, расположенных в Хибинах (Мурманская область). Постпирогенный ряд представлен экосистемами с разным сроком восстановления после пожара: 2 года (2+; пожар 2014 года), 3 года (3+; пожар 2013 года), 12 лет (12+; пожар 2004 года), 12 лет по гари 60-летней давности (12+60+; пожар 2004 года по гари 1955 года) и 60 лет (60+; пожар 1955 года). В качестве контрольных были выбраны кустарничково-лишайниковые пустоши (КЛ) и ерниковые (ЕР) экосистемы, наиболее подверженные возникновению пожаров.

Основными показателями экофизиологического состояния микроорганизмов в почве являются содержание углерода микробной биомассы ($C_{микр}$), доля микробного углерода в общем пуле элемента в почве ($C_{микр}/C_{общ}$), а также метаболический коэффициент qCO_2 (Anderson, 2003). В среднем за вегетационный сезон содержание углерода микробной биомассы в поверхностных горизонтах почв постпирогенного ряда оценивается в 900-1400 мг/кг (табл. 1).

Таблица 1

Показатели микробиологической активности и устойчивости ОВ тундровых почв постпирогенных сукцессий

Почва / Показатель	2+	3+	12+	12+60+	60+	КЛ	ЕР
$C_{микр}$, мг кг$^{-1}$	912±140	1121±137	1301±153	1350±290	1350±303	1254±245	1453±230
$C_{микр}/C_{общ}$, %	1.14±0.09	0.54±0.09	0.59±0.08	0.61±0.05	0.48±0.05	0.45±0.04	0.55±0.04
qCO_2	0,51±0.06	1.05±0.36	0.80±0.13	0.68±0.11	0.53±0.11	0.60±0.12	0.46±0.06
PR_{min}, мг кг$^{-1}$ сут$^{-1}$	101.3±28.6	89.5±22.3	135.1±41.1	195.1±38.2	227.0±61.1	102.7±26.0	125.5±22.9
$PR_{min}/C_{общ}$, мг г С$^{-1}$ сут$^{-1}$	1.26±0.15	0.81±0.11	0.61±0.09	0.88±0.09	0.43±0.05	0.35±0.05	0.47±0.06
Q_{10}	1.08±0.02	1.02±0.03	1.07±0.02	1.04±0.08	1.16±0.05	1.06±0.02	1.08±0.01

Концентрация $C_{микр}$ в почвах закономерно возрастает при увеличении срока самовосстановления экосистемы после пожара, однако значимые различия в этом

показателе зафиксированы только для почвы двухлетней гари, что свидетельствует о быстром заселении пожарищ микробиотой. При этом доля микробного углерода в почве невелика, что свидетельствует о потенциально высоких запасах С для потребления микроорганизмами. Наиболее высокое значение $C_{микр}/C_{общ}$ характерно для почвы двухлетней гари, что свидетельствует о благоприятных условиях питательного режима и высоком разнообразии почвенного микробного сообщества. Следует отметить, что большая доступность субстрата для микроорганизмов в почвах на раннем этапе постпирогенного восстановления связана как с собственно изменением свойств ОВ за счет пиролиза, так и со снижением конкуренции за субстрат за счет снижения численности и биомассы микроорганизмов. Что касается увеличения разнообразия, ранее для постпирогенных болотных почв, функционально близких к тундровым, были выявлены закономерности заселения новыми бактериальными группами, не типичными для природных торфяников (Belova et al., 2014).

Величина метаболического коэффициента qCO_2 в изученных почвах значительно варьирует (табл. 1). Тенденция к постепенному снижению значений qCO_2 свидетельствует о возрастании эффективности использования субстрата микроорганизмами по мере восстановления почвы после пожара. Потенциальная скорость минерализации ОВ (PR_{min}) постепенно увеличивается в ряду почв постпирогенной сукцессии и достоверно превышает значения этого показателя для почв контроля. Величина PR_{min} проявляет достаточно тесную связь с содержанием в почве общего и лабильного углерода. Более информативной характеристикой устойчивости ОВ почв к разложению является удельная скорость минерализации ($PR_{min}/C_{общ}$, мг г C^{-1} $сут^{-1}$), отнесенная к единице общего углерода почвы. При этом, чем ниже отношение $PR_{min}/C_{общ}$, тем более стабильно ОВ почвы (Курганова и др., 2012). По мере восстановления экосистемы после пожара повышается устойчивость ОВ почвы к минерализации, однако значений, характерных для контрольных почв этот показатель достигает не ранее, чем через 60 лет после пожара.

Наши расчеты показали низкую температурную чувствительность скорости минерализации ОВ почв постпирогенных экосистем, а также контрольных почв пустошей (табл. 1). Температурный коэффициент Q_{10} в исследуемых почвах варьирует в диапазоне 1.02-1.16 и не проявляет значимых различий. Это позволяет предположить, что наблюдаемые в настоящее время и прогнозируемые тенденции к увеличению среднегодовых температур воздуха в Субарктике, по-видимому, не будут индуцировать усиление минерализационных процессов в почвах тундровых кустарничковых пустошей и их постпирогенных вариантов.

Таким образом, за счет пиролиза устойчивых компонентов ОВ при пирогенном воздействии, устойчивость ОВ тундровых почв к воздействию микроорганизмов снижается. По мере самовосстановления экосистемы после пожара устойчивость ОВ повышается за счет поступления в почву лигнифицированного опада. Скорость разложения почвенного ОВ проявляет низкую температурную чувствительность к разложению.

Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ (проект 16-34-00060_мол а)

Список литературы:

Курганова И.Н., Лопес де Гереню В.О., Галлардо Ланчо Х.Ф., Ем К.Т. Оценка скорости минерализации органического вещества почв в лесных экосистемах внутриконтинентального умеренного, средиземноморского и тропического муссонного климата // Почвоведение. 2012. №1. С. 82-94.

Anderson T.H. Microbial eco-physiological indicators to assess soil quality // Agric. Ecosyst. Environ. 2003. V. 98. P. 285–293.

Belova S.E., Kulichevskaya I.S., Akhmet'eva N.P., Dedysh S.N. Shifts in a bacterial community composition of a mesotrophic peatland after wildfire // Microbiology. 2014. V. 83. № 6. P. 813–819.

Tarnocai C., Canadell J.G., Schuur E.A.G., Kuhry P., Mazhitova G., Zimov S. Soil organic carbon pools in the northern circumpolar permafrost region // Global Biogeochemical Cycles. 2009. V. 23. P. 1-11.

ТЕХНОГЕННОЕ ПРЕОБРАЗОВАНИЕ ЛАНДШАФТОВ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ МОРЯ (НА ПРИМЕРЕ ВАСИЛЕВОЙ БАЛКИ, СЕВАСТОПОЛЬ)

И.В. Агаркова-Лях[1)], А.М. Лях[2)]

[1)] Институт природно-технических систем,
РФ, 299005, г. Севастополь, ул. Ленина, 28, iva_crimea@mail.ru
[2)] Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского,
РФ, 299011, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2, antonandiva@mail.ru

Береговая зона Севастополя в окрестностях Василевой балки представляет яркий пример соседства территорий с взаимоисключающими видами природопользования: рекреационного и хозяйственного (промышленного). Ее естественные ландшафты подверглись изменению с началом разработок месторождения флюсовых известняков г. Псилерахи в 1960-ые гг. Рассмотрим результаты этого преобразования.

Согласно картам XIX в. на склонах Василевой балки выращивали виноград. В начале XX в. здесь рос лес из дуба пушистого с примесью можжевельников колючего и высокого, фисташки и груши. От северных ветров приморские ландшафты защищала г. Псилерахи высотой 297,9 м. Обрывистый берег понижался к устью балки, откуда можно было спуститься к морю на узкий пляж.

Сегодня Псилерахское месторождение флюсовых известняков является основной производственной базой АО «Балаклавское рудоуправление им. А.М. Горького». Добыча известняка ведется открытым способом и сопровождается буровзрывными работами. В результате функционирования карьера г. Псилерахи срыта, отметка ее глубин ниже уровня моря на 17 м (Іванов, 2002). У южного склона карьера складируется внешний отвал «Василева балка», который формирует тело техногенного оползня. Щебнисто-глыбовый материал вперемешку со шламом под действием силы тяжести смещается по склону в море. В результате, днище балки заполнено материалом отвала мощностью до 5 м у пляжа. Из-за высокой подвижности оползневого материала, на нем формируются травянисто-кустарничковые растительные сообщества, представленные пыреем ползучим, шиповником, асфоделиной, мать-и-мачехой. По краям оползня, в балках, сохранились заросли из дуба пушистого, можжевельника колючего и древовидного, фисташки туполистной; подлесок из вечнозеленых кустарников. Активность оползня тесно связана с режимом выпадения атмосферных осадков, деятельностью подземных вод, сейсмическими процессами и буровзрывными карьерными работами. Время от времени, медленнотекущий оползневой процесс сменяется катастрофическим быстротекущим. Так, в декабре 2006 г. за десять минут техногенный оползень вынес тысячи тонн грязекаменной массы, выдвинувшись в море на 100 м при ширине его языка около 200 м (Илларионов, 2006). Переработанный морем оползневой материал частично отлагается на пляже. В итоге, за последние 30 лет пляж в Василевой балке увеличился до 50 м. В начале 2000-ых гг. Балаклавское рудоуправление построило в балке пансионат «Васили» и оборудовало лестницу на пляж. С этого времени Василева балка стала популярным местом летнего пляжного отдыха.

Таким образом, современные ландшафты береговой зоны Василевой балки формируются под действием техногенных процессов. Соседство балки и действующего Псилерахского карьера позволяет здесь выделить такие экологические проблемы:

1) Загрязнение воздушной и водной сред, земной поверхности и почвенного покрова. Основным источником загрязнения выступает пыль, образующаяся при буровзрывных работах и из внешних отвалов карьера. На буровзрывные работы приходится до 35% и более общего объема загрязнения как самих карьеров и их санитарно-защитных зон, так и прилегающих аква- и территорий (Долгова, Тараненко, 2009). Пыль от взрывов поднимается в атмосферу на высоту до 1 км в виде пылегазового облака, а затем оседает на

уступах, околокарьерных площадках и в прибрежной зоне, выступая источником вторичного пылевыделения. Внешние отвалы более чем на 60% состоят из переизмельченной горной массы, также являющейся мощным источником пылеобразования. Кроме того, химический состав флюсовых известняков (Документы, обосновывающие объёмы выбросов…, 2007), позволяет утверждать, что с пылью переносятся тяжелые металлы: кадмий, медь, никель, свинец и хром (Долгова, Тараненко, 2009). Их концентрация исчисляется миллиграммами на килограмм, но общее количество выделившейся пыли переводит их в килограммы. Если учесть, что отвалы размещаются в непосредственной близости от пляжа «Василева балка», можно говорить об общеэкологической, фито-санитарной и санитарно-гигиенической опасности такого соседства.

Через поверхностный сток происходит загрязнение транзитных и формирующихся в зоне влияния Псилерахского карьера подземных вод.

Загрязнение акватории и донных грунтов у Василевой балки проявляется в заилении морского дна, разносе взвеси морскими течениями, угнетении и обеднении биоценозов, исчезновении и гибели морских обитателей и рыбных нерестилищ (Просвиров, 1991).

2) Активизация экзогенных процессов. Балаклавское рудоуправление проводит не менее 180 взрывов в год, которые способствуют образованию площадных провалов и стимулируют развитие техногенных оползней у южного склона Псилерахского карьера (Долгова, Тараненко, 2009).

Решение отмеченных экологических проблем Василевой балки, скорее всего, станет возможным только после полной выработки карьера и его закрытия. Вместе с тем, как отмечается в работе (Краткое описание Балаклавского района…, 2002), антропогенное вмешательство здесь настолько высоко, что реальные возможности рекультивации лежат за пределами опыта региона и государства. Однако уже сегодня крайне важно вести круглогодичный геологический мониторинг динамики техногенного оползня в Василевой балке, особенно в летний сезон, чтобы катастрофические процессы не привели к печальным последствиям.

Список литературы:

Документы, обосновывающие объёмы выбросов для получения разрешения на выбросы загрязняющих веществ в атмосферный воздух стационарными источниками. 2007. Кн.1. – Севастополь, 833 с.

Долгова Т.И., Тараненко О.М. 2009. Оценка экологической опасности добычи флюсовых известняков в условиях Крыма. – Екологія і природкористування, вип. 12, с.142-147.

Іванов О.В. 2002. Археологічні пам’ятки перших століть н.е. на західному березі Балаклавської бухти. – Археологія, №4, с. 70-74.

Илларионов В. Крупнейший техногенный оползень Крыма [Электронный ресурс]. – Онлайн-версия информационной газеты «Слава Севастополя». 14.12.2006. – URL: http://slavasev.ru/2006.12.14/view/14556_krupneyshiy-tehnogennyy-opolzen-kryma.html (дата обращения: 12.12.2016).

Краткое описание Балаклавского района [Электронный ресурс]. – URL: http://www.ulrmc.org.ua/services/balak/Report%20on%20the%20state%20of%20environment %20in% 20Balaklava%20Bay.pdf (дата обращения: 10.01.2017).

Просвиров Ю.В. 1991. Влияние сброса шламовых вод на бентосные организмы (район Балаклавы, глубина 0 – 25 метров). Часть 1. – Севастополь, 21 с. Деп. в ВИНИТИ 05.12.91, №4519-В91.

МОНИТОРИНГ СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ БЕРЕГОВОЙ ЗОНЫ ЗАПАДНОГО КРЫМА В УСЛОВИЯХ НАРАСТАЮЩЕЙ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

В.Ф. Удовик, Л.В. Харитонова

Морской гидрофизический институт РАН,
РФ, 299011, г. Севастополь, ул. Капитанская, д. 2,
udovik_uvf@mhi-ras.ru, kharitonova.dntmm@gmail.com

Республика Крым и г. Севастополь являются активно развивающимися субъектами Российской федерации в новых экономических условиях. Для улучшения рекреационной и инвестиционной привлекательности региона одной из первоочередных задач является развитие инфраструктуры на побережье Черного и Азовского морей. В связи с этим в настоящее время в рамках различных программ, в том числе Федеральной целевой программы «Социально-экономическое развитие Республики Крым и г. Севастополя до 2020 года», выделяются значительные денежные средства на проведение берегозащитных работ в Крыму, которые ориентированы преимущественно на укрепление береговых склонов, строительство набережных, а также реконструкцию существующих гидротехнических конструкций.

Согласно своду правил проектирования берегозащитных сооружений (Свод правил по проектированию морских берегозащитных сооружений, 1998), берегозащитные мероприятия по восстановлению рекреационной привлекательности береговой зоны Крыма, должны основываться на генеральной схеме берегозащиты для данного региона, сохранять и улучшать экологическую обстановку в прибрежной зоне моря и прилегающем к ней участке суши. При разработке проектов возведения гидротехнических сооружений в береговой зоне также необходимо учитывать научно-обоснованные рекомендации, выработанные на основе достоверных и статистически устойчивых данных натурных наблюдений.

Систематические исследования береговой зоны Западного Крыма проводились с конца XIX столетия. В 90-е гг. XX века, в связи с трудной экономической ситуацией, экспедиционные исследования были практически прекращены, а часть накопленных ранее материалов утрачена. Морской гидрофизический институт приступил к организации и проведению мониторинговых наблюдений в береговой зоне Крымского полуострова в 2005 г. Целью мониторинга является получение достоверных данных о гидро- и литодинамических процессах, протекающих в береговой зоне на современном этапе ее развития.

К настоящему времени проведено более 40 береговых маршрутных исследований, охвативших значительную часть побережья в пределах границ Крымского полуострова. Основные усилия направлены на повторные наблюдения на опорных полигонах, расположенных на участках береговой зоны с естественным развитием берегов и на участках, подверженных антропогенной нагрузке. Проводимые Морским гидрофизическим институтом мониторинговые наблюдения в береговой зоне Западного Крыма дополнительно направлены на получение натурных данных, необходимых для адаптации математических моделей и расчетных методик к условиям данного региона и их валидации.

В результате проведения мониторинговых работ получены данные высокоточных инструментальных измерений положения береговой черты, морфометрических характеристик пляжей и приурезовой части подводного берегового склона. Проведено описание характерных форм рельефа береговой зоны, выполнено их панорамное и масштабное фотографирование. Отобраны точечные пробы грунта и определен гранулометрический состав прибрежно-морских наносов. Осуществляются работы по оптимизации используемой схемы проведения измерений.

Полученные данные натурных наблюдений активно используются в научных исследованиях береговой зоны Крыма (Горячкин и др., 2009, 2010, 2013, Удовик В.Ф.,

Горячкин Ю.Н., 2013, Фомин В.В. и др., 2013 ,FominV.V. etal., 2015) и выработке научно обоснованных рекомендаций при разработке проектов берегозащитных мероприятий.

Работа выполнена в Морском гидрофизическом институте РАН в рамках госзадания НИОКР № 0827-2014-0010 «Комплексные междисциплинарные исследования океанологических процессов, определяющих функционирование и эволюцию экосистем Черного и Азовского морей на основе современных методов контроля состояния морской среды и гридтехнологий».

Список литературы:

Свод правил по проектированию морских берегозащитных сооружений. СП 32-103-97 – ОАО «ЦНИИС»: научный рук-ль к.г.н.В.Г. Рыбкой –Москва, 1998, 226 с.

Горячкин Ю.Н., Долотов В.В., Харитонова Л.В. Изменчивость береговой линии северо-западного Крыма – Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь.– 2009 .– выпуск 20, С. 18-26

Горячкин Ю.Н., Удовик В.Ф., Харитонова Л.В.Оценки параметров потока наносов у западного берега Бакальской косы при прохождении сильных штормов в 2007 году – Морской гидрофизический журнал. – 2010. – №5. – с. 42–51.

Горячкин Ю.Н., Фомин В.В., Харитонова Л.В. Динамика наносов в Евпаторийской бухте – Вестник Одесского Национального университета. Географические и геологические науки, 2013 – т.18, вып.2 – с. 64-72

Удовик В.Ф., Горячкин Ю.Н. Межгодовая изменчивость вдольберегового потока наносов в береговой зоне Западного Крыма– Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа" Севастополь, 2013 г., вып. 27, т.1 – с. 363-368

Фомин В.В., Алексеев Д.В., Харитонова Л.В. Моделирование морфодинамикиБакальской косы – Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. научн. тр. – Севастополь, 2013. – Вып. 27. – с. 374–380.

Fomin V.V., Goryachkin Y.N., Kharitonova L.V., Lazorenko D.I. , Alekseev D.V. Numerical Modeling of Shoreline Changes for Yevpatoria, Crimea –Proceedings of the 12th International Conference on the Mediterranean Coastal Environment (MEDCOAST 15). – 2015. – Vol. 1. – P. 737–744.

МОНИТОРИНГ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ И ЭВОЛЮЦИЯ ЧЕРНОЗЕМОВ СРЕДНЕГО ПОВОЛЖЬЯ ПРИ АРИДИЗАЦИИ КЛИМАТА

И.М. Яшин, И.И. Васенев, С.Р. Рамазанов, Т.М. Джанчаров
(кафедра экологии РГАУ-МСХА имени К.А. Тимирязева; e-mail – ivan.yashin2012@gmail.com)

Мониторинг экологического состояния аграрных, пойменных, степных и лесостепных экосистем в учхозе РГАУ-МСХА «Муммовское» Аткарского района Саратовской области проводится нами с 2006 г. Выявлены глобальные факторы, обусловливающие эволюцию черноземов и сукцессии растительных сообществ**:** *аридизация климата, засухи, пожары*. В почвах аграрных экосистем отмечены локальные факторы эволюции черноземов. На плакорах долины реки Большой Колышлей (приток р. Медведицы) установлена гибель фаций берез и дуба. Причины данного явления исследуются нами, но остаются неясными.

Объекты и методы исследований. Были изучены некоторые фации - в пойме р. Б. Колышлей, в степи, на опушке дубравы (плакор), в полевых и сенокосных ландшафтах - на надпойменных террасах реки, а также черноземы выщелоченные и обыкновенные, лугово-черноземные грунтово-глееватые почвы и солонцы автоморфные. В работе использованы методы экологических исследований (И.М. Яшин, И.И. Васенев, 2015).

Результаты и их обсуждение. Почвоведы всегда уделяли большое внимание генезису черноземов. Обстоятельную монографию по черноземам Саратовской области издал Н.И. Усов (1947). Через 10 лет И.С. Кауричев и Н.Н. Поддубный охарактеризовали черноземы учхоза «Муммовское» с агрономических позиций. Однако экологические риски и процессы деградации черноземов ими не рассматривались. В то же время Агрохимической службой уделяется внимание оценке свойств пахотного горизонта, хотя такая информация не может объяснить нативные процессы эволюции черноземов. В то же время вопросы деградации почв (и гумусовых веществ) очень актуальные в связи с глобальной аридизацией климата степных ландшафтов Среднего Поволжья. В 2010, 2014, 2015 гг. здесь были отмечены изнуряющие засухи, масштабные пожары и очень низкая урожайность культур, а летом 2016 г. - длительное задымление атмосферы. Дым от пожаров включает тонкодисперсные частицы золы, сажи. А они содержат и суперэкотоксиканты – диоксины, которые попадают в почвы и биоту. В «плужной подошве» почв могут формироваться продукты жизнедеятельности плесневых грибов – микотоксины. С этой целью нами были заложены в нескольких профилях черноземов (под разные горизонты) сорбционные лизиметры с сорбентами и чистым кварцевым песком.

Глобальная аридизация климата в регионе является фактором, «запускающим» цепочку локальных почвообразовательных процессов в черноземах. Установлено, что это иссушение верхних горизонтов почв, восходящая миграция солей из близко залегающих засоленных пород (0.7-2,3 м) за счет гидротермического и концентрационного градиентов, декальцирование катионами натрия ионов кальция, щелочная пептизация коллоидов почв и формирование миграционно способных *гуматов и фульватов натрия*, которые в сезоны дождей выщелачивались из верхних горизонтов. Уместно заметить, что нам удалось на основе результатов модельных лабораторных опытов уточнить категоричное суждение П.А. Костычева о том, что гумусовые вещества и их соли вообще не могут мигрировать в черноземах. Специалисты долго так и думали, пока не провели лизиметрические опыты.

В докладе представлена фактическая информация о динамике физико-химических свойств некоторых типов черноземов и их деградации, результаты модельных опытов по влиянию катионов натрия на формирование и водную миграцию гуматов и фульватов натрия (И.М. Яшин, И.И. Васенев, Т.М. Джанчаров и др., 2012).

Экологические функции гуматов и фульватов натрия пока в полной мере не исследованы,

* Работа выполнена при поддержке грантов **РФФИ**, а также Президента РФ.

но они явно *негативны для деревьев*, поскольку раскопки показали, что крупные корни залегают не в «плодородном» горизонте **A_1,** а в иллювиальном – гор. В.

Из-за дефицита в почве доступной влаги и щелочной реакции фации берез и дуба легко повреждаются вредителями и болезнями. В гибели древесных фаций не исключена *аллелопатическая роль водорастворимых органических веществ (ВОВ), выделяемых микроорганизмами, лишайниками, а также сообществами степных трав (полыни, типчака, ковыля, душицы), адаптированных к аридным условиям и сформировавших везде плотный травянистый покров, в том числе и под деревьями.* Листового древесного опада стало очень мало, а мобилизуемые из него ВОВ слабо влияют на степные травы, создавших густую дернину, наподобие плотного войлока.

При изучении морфологии черноземов в фации засохших берез выявлен процесс деградации почвенных минералов *иллювиального горизонта и формирования песчаных белесых слоев*. На наш взгляд, минералы иллювиального горизонта, поглощая катионы Na^+ при восходящей миграции солей, защищают некоторое время от деградации вещества гор. A_1. Но со временем горизонт «B_t» *трансформируется*. Подобные белесые слои и были отмечены нами летом 2016 г., под мощным гумусовым горизонтом, в фации погибших берез. *Гибель деревьев не связана с достижением березовой экосистемой стационарного состояния, за которым следует естественная стадия деградации.* При почвенном картировании такие белесые горизонты являются «*маркерами*» современной деградации черноземов в солонцы черноземные, а затем в непочвенные образования. На стационарной площадке, в ненарушенной фации дуба, иллювиальный горизонт *чернозема пока не нарушен*. Здесь отмечено много крупных корней. А в гумусовом горизонте их почти нет. С агрономической точки зрения гор. A_1 – самый плодородный. А корней здесь почти нет. Причем с иллювиальным горизонтом контактирует засоленная песчаная желтоватая порода с включением белесого щебня опок. После деградации *продуктов щелочного гидролиза* горизонта **B_t,** на их месте накапливается белесый песок.

Аккумуляция песка при деградации почв субтропиков рассматривалась, в частности, И.М. Яшиным еще в 1979-1980 гг., когда он работал в почвенно-экологической экспедиции в Ливии. Л.Л. Шишов руководил изысканиями по трем ландшафтным объектам Ливии – Триполитания, Сиртика и Бенгази. Затем И.М. Яшин, Л.Л. Шишов и другие специалисты написали 2 монографии, которые были изданы на английском языке. Уже тогда обсуждались причины формирования песчаных субстратов, песчаных пустынь.

Нами также установлено, что при осолонцевании выщелоченных черноземов, после формирования мигрантов (гуматов и фульватов натрия), следующей стадией трансформации продуктов дегумификации - после длительных засух, пожаров - является биодеградация молекулярных структур гуматов и фульватов натрия *с высвобождением низкомолекулярных железо-органических комплексных соединений*. При их нисходящей миграции органические вещества биодеградируют, при этом формируются слои оксидов и гидроксидов железа ввиде цветных хроматограмм в белесом кварцевом песке древнего аллювия речных террас. Гидрогели гидроксидов Fe являются сорбционными барьерами миграции для ионов тяжелых металлов и некоторых микроэлементов, что было подтверждено экспериментальными данными.

Гидрохимический состав грунтовых вод лугово-черноземной почвы (в пойме реки) и вод реки Большой Колышлей, отобранных в мае 2016 г., отличается высокой концентрацией ионов кальция и ВОВ, а концентрация ионов Fe(III) - повышенная вследствие глубокой трансформации и водной миграции низкомолекулярных компонентов гуматов и фульватов натрия деградированных черноземов. В почвообразующих и подстилающих породах речных террас отсутствуют карбонатно-кальциевые сорбционные барьеры миграции. Данный вопрос требует дальнейшего экспериментального обоснования на основе эко-геохимической безопасности и оценки качества поверхностных вод с биогеохимических позиций.

ОПРЕДЕЛЕНИЕ ОПАДА В ПОЙМЕННОМ НАСАЖДЕНИИ ЮЖНОЙ ЧАСТИ ПРИМОРСКОГО КРАЯ

А.В. Иванов[1)], Д.В. Лынов[1)], Н.С. Перепелица[1)]

[1)] Приморская государственная сельскохозяйственная академия,
РФ, 692510, г. Уссурийск, просп. Блюхера, д. 36, aleksandrgg86@mail.ru

Всестороннее изучение проблемы антропогенного повышения концентрации парниковых газов в атмосфере Земли, инициированное Рамочной конвенцией ООН об изменении климата, за два последних десятилетия привело к накоплению обширного банка данных о запасах и потоках углерода в лесных экосистемах. В настоящее время существует ряд моделей, позволяющих на локальном, региональном и национальном уровнях оценивать состояние и динамику статей углеродного бюджета лесов. При этом натурные измерения и длительные многолетние наблюдения, направленные на изучение климатических функций лесов, выполнены не в каждом регионе, что, в частности, является причиной большой неопределённости при оценке стока углерода в леса России.

Цель настоящей работы – определить величину опада в пойменном насаждении в зоне хвойно-широколиственных лесов на юге Приморского края.

Объект исследования – лесное насаждение с доминированием ореха маньчжурского в пойме р. Барсуковки в 4 км от западной границы Уссурийского заповедника. Состав насаждения 4Ор3Я2Ил1Бх+К,П,Кл,Маа, Тр, Лип, Яб (Ор – орех маньчжурского, Я – ясень маньчжурский, Ил – ильм японский, Бх – бархат амурский, К – кедр корейский, П – пихта цельнолистная, Кл – клён маньчжурский, Тр – трескун амурский, Лип – липа амурская, Яб – яблоня ягодная); средний возраст – 50 лет; густота древостоя – 596 шт./га; абсолютная полнота – 22.0 $м^2$ $га^{-1}$; запас сырорастущей древесины – 189.7 $м^3$ $га^{-1}$. Участок расположен в южной части хребта Сихотэ-Алинь, почва – аллювиальная серогумусовая типичная (Семаль, 2010). Среднегодовая температура воздуха 4.2 ℃, влажность воздуха в летний период 70-90 %.

Формирование лесных подстилок происходит под воздействием двух противоположно направленных потоков вещества – опада (входящий поток) и разложения (исходящий поток). Таким образом, в насаждении, не испытывающем скачкообразного нарушения структуры древостоя, потеря массы при разложении равна приросту массы от опада. Деструкция лесной подстилки создаёт поток углекислого газа в атмосферу. 2-5 % массы углерода опада переходит в органическое вещество почвы. В целом для региона характерна высокая скорость разложения лесных подстилок. Подстилочно-опадный коэффициент для естественных насаждений центрального Сихотэ-Алиня составляет 3-5 (Почвообразование и особенности…, 1993). Средний за сезон 2015 г. запас лесной подстилки в исследуемом насаждении составил 7.6 т $га^{-1}$ (Покаместова, Иванов, 2016).

Подстилочно-опадный коэффициент характеризует скорость разложения подстилки и определяется как отношение запаса подстилки к величине годичного опада (в абсолютно сухом состоянии). Этот коэффициент показывает, через какое время (в годах) разложится вся подстилка если опад перестанет поступать. В дождевых тропических лесах, где отсутствует лесная подстилка, подстилочно-опадный коэффициент равен 0, максимальные значения (до 18) он принимает в северных хвойных лесах (Бобкова, Осипов, 2012).

Опад определяли двумя методами: натурным и модельным. На участке было установлено 7 опадоуловителей с диаметром 0.8 м. Опад с каждого из опадоуловителей извлекался с 1 сентября по 1 ноября 2016 г., высушивался до абсолютно сухого состояния и взвешивался на лабораторных весах.

При определении опада вторым способом использовали аллометрические уравнения связи фитомассы листвы деревьев с диаметром деревьев на высоте 1.3 м. Считали, что вся листва с деревьев лиственных пород в течение года переходит в опад, для хвойных деревьев учитывали среднее время жизни хвои (Иванов, 2015).

Натурная оценка составила 2.09 т га$^{-1}$, модельная – 3.7 т га$^{-1}$. Большая разница полученных величин, вероятно, связана с годичной изменчивостью фитомассы листвы в лесных насаждениях. Лишь проведение длительных наблюдений и измерений позволит достоверно определить годичный опад, который в сильной степени зависит от погодных условий, деятельности насекомых, экстремальных явлений. Коэффициент вариации опада между опадоуловителями составил Cv = 14.9 %,

Ранее нами были опубликованы данные о дыхании почв в пойменных лесах южного Приморья (Иванов, Момот, 2016). На участке, где собирался опад, средняя за вегетационный период эмиссия CO_2 с поверхности почвы в 2015 г. была равна 6.2 г С м$^{-2}$ сут$^{-1}$. В этом потоке суммируются потоки от автотрофного дыхания корней, гетеротрофного дыхания грибов и микроорганизмов почвы и дектрукторов лесной подстилки. С использованием переводного коэффициента 0.37 (Честных и др., 2007) для определения содержания углерода в опаде, вычисляется общий годичный поток углерода при разложении подстилки (большая часть которого приходится на безморозный период года) – 0.74 т С. Безморозный период в регионе исследования составляет 230 дней, поэтому среднесуточный поток углерода от разложения подстилки оценивается в 0.32 г г С м$^{-2}$ сут$^{-1}$, что составляет 5.2 % от общего дыхания почвы.

Список литературы:

Бобкова К. С., Осипов А. Ф. Круговорот углерода в системе «фитоценоз-почва» в чернично-сфагновых сосняках средней тайги Республики Коми // Лесоведение. 2012. № 2. С. 11–18.

Иванов А.В. 2015. Запасы лесных подстилок в кедрово-широколиственных лесах южного Сихотэ-Алиня // Сибирский лесной журнал. № 5. С. 87-95.

Иванов А.В., Момот А.А. 2016. Эмиссия углерода с поверхности почв пойменных лесов на юге Приморского края // Вестник Поволжского государственного технологического университета. Серия: Лес. Экология. Природопользование. № 1 (29). С. 69-78.

Покаместова В.Ю., Иванов А.В. 2016. Скорость разложения лесных подстилок в насаждениях поймы р. Барсуковки на лесном участке ФГБОУ ВО Приморская ГСХА. – Инновации молодых – развитию сельского хозяйства. Матер. 52 студ. конф. – С. 168-169.

Почвообразование и особенности биологического круговорота веществ в горных лесах южного Сихотэ-Алиня. 1993. / А.П. Сапожников, Г.А. Селиванова, Т.М. Ильина и др. Хабаровск: ДальНИИЛХ. 269 с.

Семаль В.А. 2010. Свойства почв южной части Сихотэ-Алиня (на примере Уссурийского заповедника) / Почвоведение. № 3. С. 303–312.

Честных О. В., Лыжин В. А., Кокшарова А. В. Запасы углерода в подстилках лесов России // Лесоведение. 2007. № 6. С. 114–121.

ВЫСОТНОПОЯСНАЯ СТРУКТУРА РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА КАК ОСНОВА МОНИТОРИНГА ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

(на примере Баргузинского хребта)

А.П. Безделова[1)], Д.О. Сергеев [2)], Я.В. Румянцева[3)], М.М. Болотюк[4)]

[1)] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, bezdelova55@rambler.ru;
[2)] Институт геоэкологии им Е.М.Сергеева РАН,
РФ, 101000, Москва, Уланский переулок, д. 13, стр. 2, cryo@geoenv.ru;
[3)] Институт криосферы Земли СО РАН, РФ,
РФ, 625000, г. Тюмень, ул. Малыгина, 86, rumyana.ikz@gmail.com;
[4)] МГУ им. М.В.Ломоносова, геологический факультет, каф. геокриологии,
РФ, 119991, Москва, Ленинские горы, д. 1, bolotuk93@gmail.com

Начиная с середины XX века растительность равнинных и горных территорий рассматривается как сложное структурное образование, представленное комплексом растительных сообществ, образующих закономерные сочетания растительности в пределах различных форм макро-, мезо- и микрорельефа, где различные комбинации неоднородных (гетерогенных) растительных сообществ (фитоценохор по В.Б.Сочава,1972) образованы территориально примыкающими друг к другу однородными сообществами (фитоценомерами) и цельность единой комбинации определяется взаимодействием составляющих ее фитоценомер. Ареал каждой комбинации – это цельный монолитный, фрагмент определенного географического пространства (Сочава,1978). И если ранее в горах за зональные принимались сообщества совпадающие по ориентации с макросклоном (Родионов,1976) или растительные сообщества, местообитания которых связаны с “нормальными” склонами (относительно равными, средней крутизны до 30^0) преобладающего в данной местности направления (Шифферс,1953), то с развитием структурного подхода растительный покров высокогорного пояса (подпояса или высотно-климатической полосы) рассматривается как сложное структурное образование, которое характеризуется определенным типом фитомакрокомбинации (обобщенной), являющейся закономерным исторически сложившимся единым целым. Элементы фитомакрокомбинации составляют единый (полный) экологический ряд от водораздела до долины и представлены сообществами микро- и мезофитокомбинаций в пределах макрорельефа (Исаченко,1962). Высотнопоясная структура растительного покрова представлена закономерным сочетанием несопряженных экспозиционных фитомезокомбинаций различных склонов. В пределах склона выделяются сопряженные фитомезокомбинации, выраженные эрозионно-динамическими рядами (Огуреева,1994), состоящими из зоны сноса, транзита и аккумуляции, на основании которых склоны различных экспозиций в пределах пояса характеризуются определенным типом фитокатены. Типичные (обобщенные) фитомакрокомбинации водоразделов и речных долин также представлены характерными высотнопоясными сочетаниями растительности в пределах мезорельефа.

Северная часть восточного макросклона Баргузинского хребта, в районе р.Намамы (приток р.Светлая), расположена на широте 55^0 с.ш. в “лесостепном” радиационном поясе (Безделова, 2008), что географически соответствует зональной лесостепи Западной Сибири и лесостепным островам Средней Сибири (Ачинск -56^0 с.ш.), в условиях сплошного распространения многолетней мерзлоты, мощностью 200-300м. (Колдышева, 1967) и относится к горной Субарктике (Сочава и др., 1972). Южное положение района, горный рельеф и континентальность климата способствуют пространственной неоднородности растительного покрова и мерзлотного режима. Горы северного Забайкалья относятся к Байкало-Джугджурской физико-географической области, растительность которой представлена ангаридской фратрией растительных формаций (Сочава, 1980) с

преобладанием на многолетней мерзлоте редуцированных лиственничников из лиственницы Гмелина или даурской (*L. dahurica или L. gmelinii*) с подлеском из кедрового стланика.

Высотнопоясная структура растительного покрова выявляется при крупномасштабных геоботанических работах (1:25 000). В районе ручьев Безымянный, Октокит, Большой, Чирикта (абс. высота 1400–2350 м над ур.м.), впадающих в р. Намама с восточного макросклона Баргузинского хребта, выделяются гольцовый, подгольцовый и подгольцово-верхнетаежный пояса растительности. Региональная неоднородность природно-климатических условий отражается во всех поясах растительности. Наиболее контрастно она представлена в структуре подгольцово-верхнетаежного пояса растительности (1400-1650 м над ур.м.), где на склонах северных экспозиций (водоразделы II порядка) многолетняя мерзлота оттаивает на 50 см, а на южных – на 1,5 м., что проявилось в яркой неоднородности растительности экспозиционных сочетаний северных и южных склонов. Несопряженная экспозиционная фитомакрокомбинация представлена закономерными сочетаниями кедрово-лиственничных разнотравно-баданово-бруснично-зеленомошных редколесий (сомкнутость крон 03-04, высота-12 м) с кедровым стлаником (верхней полосы таежного пояса) на южных склонах с лиственничными багульниково-ягельными рединами (02, высота-7 м) нижней полосы подгольцового пояса (с участием кедрового стланика и рододендрона золотистого, рододендрона Адамса) по склонам северных экспозиций.

В связи с глобальным потеплением климата экосистемы высотных поясов севера восточного макросклона Баргузинского хребта на р. Намама, расположенные на границе сплошного распространения многолетней мерзлоты юга Средней Сибири, становятся наиболее чувствительными к климатическим колебаниям. Особенно чутко реагируют на климатические колебания растительность верхних поясов гор, расположенных в нивально-гляциальных условиях. Кроме того, большие площади курумов (от 40 до 70%) района усиливают температурные колебания. Пробные площади, заложенные с учетом высотнопоясной структуры растительного покрова и закартированные на уровне микрокомбинаций (мерзлотные комплесы, петрофитные комплексы), а так же изменения флористического состава и структуры мезокомбинаций, позволят выявить изменения в структуре и флористическом составе растительности высокогорного пояса.

Структура растительного покрова также является основой для анализа расположения пробных площадей при проведении мониторинга состояния окружающей среды или фонового комплексного мониторинга в горах и на равнинах.

Список литературы:

Безделова А.П. 2008. О зональном положении Забайкалья и глобальном изменении климата. – Материалы международного симпозиума “Изменение климата Центральной Азии: социально-экономические и экологические последствия”, 22-24 окт. – Чита: Изд-во ЗабГГПУ, с. 6-10.

Исаченко Т.И. 1962. Принципы и методы генерализации при составлении геоботанических карт крупного, среднего, и мелкого масштаба. – В сб.: Принципы и методы геоботанического картирования – М.-Л.:Наука, с.28-46.

Колдышева Р.Я. 1967. Водоносная трещиноватая зона области распространения многолетнемерзлых толщ Бурятии. – В сб. Геокриологические условия Забайкалья и Прибайкалья. –М.: Наука, с. 113-117.

Огуреева Г.Н. 1994. Структурно-динамические категории в растительном покрове горных территорий. – Бюллетень МОИП, отд. биол., т.99, вып.2, с.76-85.

Родионов В.С. 1976. О внутрипоясной дифференциации растительности сев. Макросклона центральной части Заилийского Алатау – Ботанический журнал, т.62, №2, с. 200-210.

Сочава В.Б., Бачурин Г.В., Воробьев В.В., Михайлов Ю.П., Прохоров Б.Б., Шоцкий В.П. 1972. Географические проблемы Советской Субарктики. – Доклады Ин-та геогр. Сиб. и Д.В., вып.35. – Иркутск, Наука, с. 3-20.

Сочава В.Б. 1978. Введение в учение о геосистемах. – Новосибирск, Наука, 318 с.

Сочава В.Б. 1980. Географические аспекты Сибирской тайги. – Новосибирск, Наука, 255 с.

Шифферс Е.В. 1953. Растительность Северного Кавказа и его природные кормовые угодья – М-Л.: Наука, 399 с.

РЕКОНСТРУКЦИЯ ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИХ ОСАДКОВ ЗИЛАИРСКОГО ПЛАТО НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА РАДИАЛЬНОГО ПРИРОСТА СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 237 ЛЕТ

Д.Ю. Васильев [1], С.Е. Кучеров [2]

[1] Уфимский государственный авиационный технический университет,
РФ, 450008, г. Уфа, ул. Карла Маркса, д. 12, vasilevdy@ugatu.su

[2] Ботанический сад-институт УНЦ РАН,
РФ, 450080, г. Уфа, ул. Менделеева, д. 195, skucherov@anrb.ru

В данной работе представлены результаты дендроклиматического анализа изменчивости радиального прироста сосны обыкновенной в двух районах Зилаирского плато (Южный Урал). Исследования проводили в центральной части Зилаирского плато на двух участках: первый (пл. 1 – 52°20.2' с.ш., 57°12' в.д. и пл. 2 – 52°20.2' с.ш., 57°14' в.д.) расположен от второго (пл. 3 – 52°8.5' с.ш., 57°24' в.д.) на расстоянии 25 км (Кучеров, 2010).

Реконструкция весенне-летних осадков была основа на выявленной высокой связи прироста поздней древесины с осадками мая, июня и июля $r = 0.78$ (Васильев и др., 2016). На основе полученной регрессионной модели, связывающей прирост поздней древесины с осадками, проведена реконструкция весенне-летних осадков за последние 237 лет (2012-1776 гг.).

По аналогии с другими работами по климатическому исследованию данного региона (Васильев и др., 2012; Васильев Д.Ю., Ферапонтов, 2015; Васильев и др., 2016, кучеров и др. 2016) используя метод вейвлет преобразования были проанализированы данные атмосферных осадков, чисел Вольфа и климатических индексов АМО (Атлантическое мультидекадная осцилляция) и САК (Северо-атлантическое колебание). Таким образом были выявлены периоды продолжительностью 2.7, 11.1, 22.2, 50.2 года и др. (Рис. 1).

Список литературы:

Васильев Д.Ю., Лукманов Р.Л., Ферапонтов Ю.И., Чувыров А.Н. Цикличность гидрометеорологических характеристик на примере Башкирии. - Доклады Академии Наук, 2012. т. 447, № 3, с. 331-334.

Васильев Д.Ю., Ферапонтов Ю.И. Тренды в колебаниях приземной температуры воздуха на примере Башкирии. - Известия РАН, серия географическая, 2015, № 1. с. 77-86.

Васильев Д.Ю., Кучеров С.Е., Лазарев В.В. Взаимосвязь солнечной активности, климатических индексов и осадков мая-июля, реконструированных на основе радиального прироста лиственницы на Южном Урале. – Оптика атмосферы и океана, т. 29, № 3, с. 224-231.

Васильев Д.Ю., Сивохип Ж.Т., Чибилёв А.А. Динамика климата и внутривековые колебания стока в бассейне реки Урал // *Доклады Академии Наук*. 2016. Т. 469. № 1. С. 102-107.

Кучеров С.Е. Реконструкция летних осадков на Южном Урале за последние 375 лет на основе радиального прироста лиственницы Сукачева. – Экология, № 4, с. 248-256.

Кучеров С.Е., Васильев Д.Ю., Мулдашев А.А. Реконструкция осадков мая-июня по радиальному приросту сосны обыкновенной на Бугульминско-Белебеевской возвышенности для территории Башкирии. – Экология, 2016, № 2. с. 83-93.

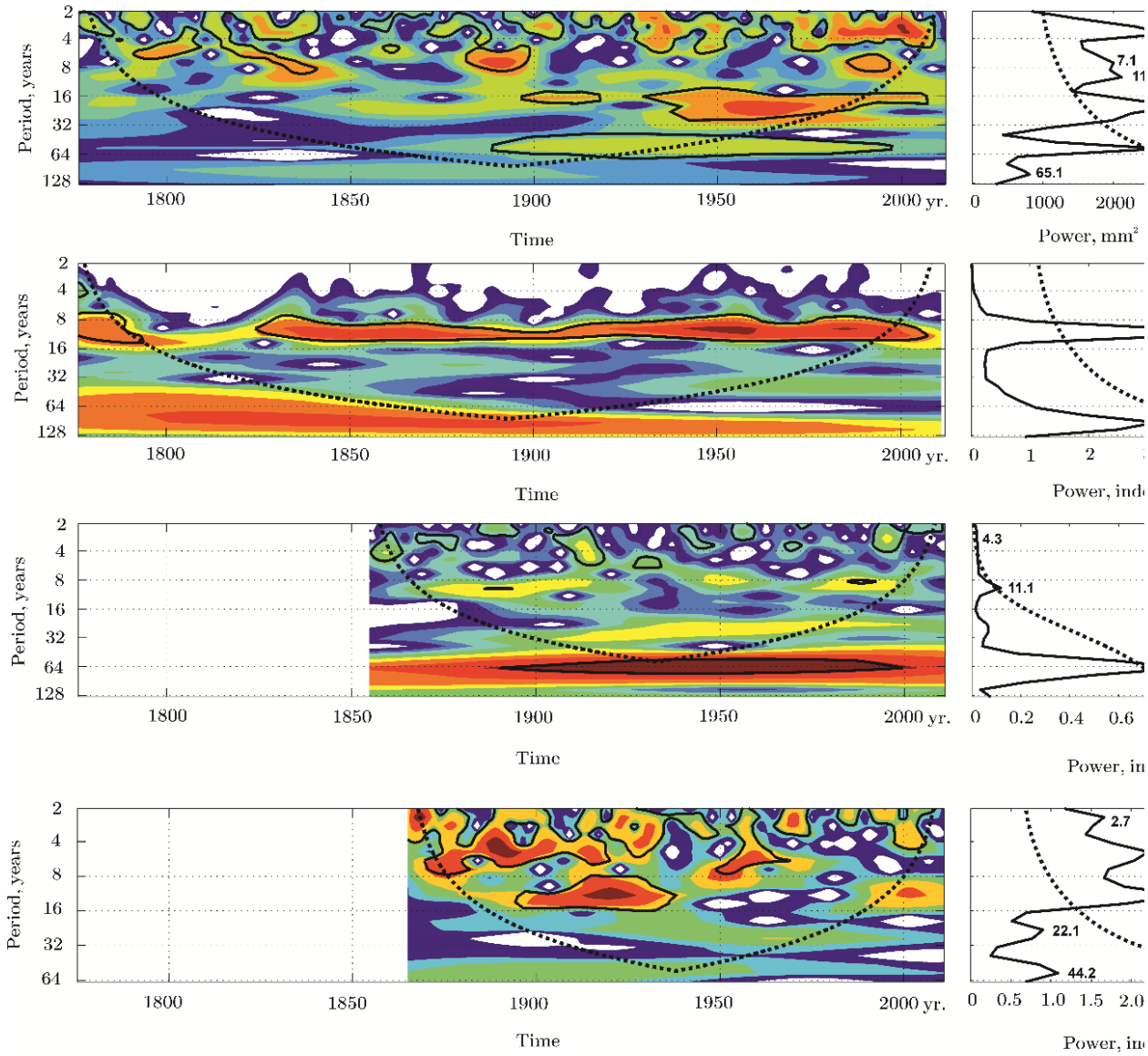


Рис. 1. Результаты вейвлет анализа: а) атмосферных осадков реконструированных по радиального приросту, б) солнечной активности, в) индекса АМО, г) индекса САК.

РОСТ СОСНЫ ОБЫКНОВЕННОЙ В УСЛОВИЯХ ПОСТОЯННОГО ИЗБЫТОЧНОГО УВЛАЖНЕНИЯ ПОЧВ СЕВЕРНОЙ ТАЙГИ КАК ИНДИКАТОР ЛОКАЛЬНЫХ ИЗМЕНЕНИЙ КЛИМАТА

Е.А. Пинаевская [1], С.Н. Тарханов [1]

[1] Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН, РФ, 163000, г. Архангельск, ул. Садовая, д. 3, aviatorov8@mail.ru

Существенное изменение состояния окружающей среды, наблюдаемое в последние десятилетия, находит отражение на разных уровнях организации экосистем (Хамидуллина и др., 2014). Зависимость широты нормы реакций растений на стрессовое воздействие и их последующая адаптация к изменяющимся факторам среды, в том числе и климатическим, остаются до сих пор невыясненными. Актуальным является изучение избыточно влажных экотопов, где незначительные колебания метеопарметров могут вызвать серьезные изменения жизнедеятельности растений. Наиболее ценным объектом для мониторинга этих процессов являются древесные растения, которые способны накапливать информацию, зафиксированную в годичных кольцах (Велисевич, Хуторной, 2009). Дендроклиматический анализ позволяет получить данные, связанные с динамикой леса, реконструкцией и прогнозированием природно-климатических изменений.

Исследования проведены в северотаежных кустарничково-сфагновых сосняках на болотных верховых торфяных почвах (64˚41 с.ш.', 43˚22' в.д.). Работу проводили по методике, принятой в дендроклиматических исследованиях (Методы дендрохронологии…, 2000). Всего в работе использовано 80 модельных деревьев. Для изучения радиального прироста сосны был проведен отбор кернов древесины ствола. Для оценки влияния климата на динамику прироста сосны использовали данные по температуре воздуха метеостанции п. Пинега и использовали корреляционный анализ дендрохронологических рядов и метеопоказателей.

В результате стандартизации прироста была получена древесно-кольцевая хронология по сосне обыкновенной протяженностью 140 лет (рис.). Динамика ширины годичных колец соответствует так называемой «кривой большого роста», когда наблюдается уменьшение абсолютной скорости роста дерева с возрастом (Шиятов, 1963).



Рис. Многолетняя динамика радиального прироста и индексов прироста сосны

Проведенные исследования позволили установить годы с минимальным приростом сосны – 1881, 1888, 1892, 1894, 1900, 1909, 1919, 1927, 1948, 1980, 1994, 2002 и с максимальным – 1884, 1889, 1898, 1906, 1915, 1921, 1926, 1935, 1941, 1945, 1952, 1982, 2010.

Для оценки климатического сигнала был проведен корреляционный анализ абсолютных значений радиального прироста, индексов и показателей температуры воздуха за последние 5 лет.

Согласно шкале Челдока очень сильная корреляционная связь установлена между радиальным приростом и температурой июня и июля (r=0.78–0.86), индексом прироста и среднегодовой температурой, температурой июня (r=0.80–0.86).

Изменчивость прироста определяется наличием регулярных и устойчивых циклов в многолетних колебаниях прироста. В пространственно-временной изменчивости ширины годичных колец установлен средний период цикла между максимальными пиками прироста 10.3 лет, а между минимальными – 13.8 лет. В целом цикличность колебаний радиального прироста сосны близка к солнечному циклу.

Дендроклиматический анализ показал, что прирост сосны зависит от температуры июня. Результаты проведенной работы показывают, что сосна, произрастающая на избыточно увлажненных почвах северной тайги, может являться перспективным объектом в дендроклиматических исследованиях.

Исследования выполнялись в рамках государственного задания Федерального исследовательского центра комплексного изучения Арктики РАН (проект № 0410-2014-0025).

Список литературы:

Велисевич С.Н., Хуторной О.В. 2009. Влияние климатических факторов на радиальный рост кедра и лиственницы в экотопах с различной влажностью почвы на юге Западной Сибири. – Journal of Siberian Federal University. Biology, 2 (1), p. 117–132.

Методы дендрохронологии 2000. Часть I. Основы дендрохронологии. Сбор и получение древесно-кольцевой информации: Учеб.-метод. пос. – Красноярск, Красн. гос. ун-т, 80 с.

Хамидуллига Г.Г., Исхаков Ф.Ф., Кулагин А.А., Зайцев Г.А., Давыдычев А.Н. 2014. Зависимость радиального прироста сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.) от топоэкологических условий произрастания. – Известия Оренбургского государственного аграрного университета, вып. 1, с. 12–14.

Шиятов С.Г. 1973. Дендрохронология, ее принципы и методы // Зап. Свердл. отд-ния Всесоюз. Ботан. Об-ва, вып. 6, с. 53–81.

ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ КОМПЛЕКСОВ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ ЖИВОТНЫХ ОКСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

А.М. Николаева

ФГБУ «Окский заповедник» Рязанская обл., Спасский р-н, п/о Лакаш,
nikolaeva.2005@mail.ru

Окский заповедник расположен на юго-востоке Мещёрской низменности, погодные условия которой характеризуются умеренно холодной зимой, теплым летом и достаточным и устойчивым увлажнением. Особенностью территории является большое количество болот и озёр. Более половины площади покрыты смешанными лесами, на песках – сосновые боры, по долинам рек - луга. В последние десятилетия на территории Мещёры, как и повсеместно, наблюдаются климатические аномалии. Сюда можно отнести ряд засушливых лет (1972 г., 2010 г.) и зимы с резким перепадом температур и нижним пределом около - 40° (например, зима 1978/79 г.), а также постепенное повышение сезонных температур. В среднем за полстолетия температуры повысились на 1 - 1,5°, а годовое количество осадков увеличилось более чем на 100 мм, т.е. примерно на 20% (Онуфреня, 2003, Приклонский, 2005). Изучение динамики явлений и процессов в природном комплексе заповедника – одна из основных тем научной работы, которая выполняется сотрудниками по программе «Летопись природы».

Энтомологический мониторинг проводится с момента образования заповедника и охватывает как фенологические наблюдения за фоновыми видами беспозвоночных и их отдельными группами, так и выявление изменения видового состава комплексов беспозвоночных. В настоящее время, в результате анализа многолетних данных по срокам весенней активности 8 индикационных видов насекомых, на территории Окского заповедника выявлен ряд закономерностей динамики местной природы. За 57 лет календарная дата вылета ранневесенних насекомых сместилась на 12.5 ± 2.096 дней к наиболее ранним числам. Наибольшую величину отрицательного тренда показывает смещение дат весеннего появления *Coccinella septempunctata* (божьей коровки) и *Apis mellifera* (пчелы медоносной). Сопряженный анализ климатических и биофенологических данных показал достоверную зависимость сроков наступления сезонных циклов насекомых от климатических факторов (Николаева, 2015).

Кроме фенологических изменений, в последнее десятилетие мы наблюдаем изменения в видовом составе энтомокомплексов Окского заповедника и Рязанской области в целом. Регион располагается в пределах трёх природных зон: смешанных хвойно-широколиственных лесов, широколиственных лесов и лесостепной, поэтому ряд видов беспозвоночных в Рязанской области находятся на границе своего ареала. На территории заповедника неоднократно были отмечены представители отряда полужесткокрылых насекомых, которые характерны для лесостепной и степной зон (Николаева, 2014; Николаева, Николаев, 2016). В последнее десятилетие повсеместно в центральных регионах России отмечается активная экспансия на север ряда ярких представителей южной фауны беспозвоночных, и Рязанская область не исключение. Повсеместно становится обычной *Argiope bruennichi* (аргиопа брюнниха, класс Arachnida, семейство Araneidae). О распространении этого вида известно по публикациям иностранных авторов, которые рассмотрели массовое расселение паука в Центральной и Северной Европе в связи с изменением климата (Kumschick et al., 2011). В России *Argiope bruennichi* до последнего десятилетия рассматривалась как широко распространённый вид южной полосы (зона степей и пустынь). До 2010 г. вид отмечался единично и был предложен к внесению в Красную Книгу Рязанской области с присвоением III статуса (Осипов, 2011). В 2011 году в заповеднике отмечают массовое появление вида. В Милославском р-не (южный район области, окр. с. Лошаки), в учётных сборах вдоль посевов зерновых на 100 взмахов сачком попадалось 10±0,655 особей. В настоящее время вид стабильно присутствует в луговых и опушечных комплексах беспозвоночных животных Окского заповедника, отмечается также

по долинам рек Оки и Пры и в населенных пунктах охранной зоны заповедника. Хорошо известен «марш-бросок» представителя отряда Dictyoptera - богомола обыкновенного *(Mantis religiosa)*, который в России достиг Костромской области (Ручин, 2014). В 2011 году этот вид был отмечен впервые для Рязанской области в окрестностях с. Воейково (граница с Липецкой областью). За последние шесть лет вид прочно завоевал свою нишу среди представителей местной фауны. В Окском заповеднике богомол встречается как в луговых биотопах, так на значительном удалении от открытых пространств, среди представителей болотных и лесных энтомокомплексов (отмечен в ловушках Барбера в Чарусском лесничестве и на болотах Центрального лесничества заповедника). С 2011 года в луговых комплексах заповедника стабильно отмечаются представители отряда Hymenoptera *Scolia hirta* (сколия степная), *Stizus perrisii* (оса стизус), *Paranthidiellum lituratum* (пчела шерстобит) - обитатели тёплого климата, ранее единично отмечавшиеся специалистами на территории Рязанской области. В 2016 году впервые в Окском заповеднике был отмечен представитель степной фауны из отряда Orthoptera *Oecanthus pellucens* (трубачик обыкновенный).

Таким образом, насекомые реагируют на изменения климата, приспосабливаясь к ним в пределах своих адаптивных возможностей. Наши результаты обработки многолетних фенологических рядов по Окскому заповеднику подтверждают ожидаемое весомое смещение к более ранним срокам весенней активности у насекомых. Несмотря на то, что изменения погодных условий региона происходят постепенно, «толчком» для появления и закрепления ряда новых видов насекомых, характерных для южных областей, на территории заповедника можно считать аномально жаркий и засушливый 2010 год. Мониторинг состояния комплексов беспозвоночных животных Окского заповедника необходимо продолжать в полном объеме, т.к. полученные данные можно использовать в системе защиты растений, а также для корректировки региональных списков редких и подлежащих мониторингу животных.

Список литературы:

Николаева А.М. 2014 Итоги десятилетнего изучения гетероптерофауны на территории Рязанской области // Биоразнообразие и устойчивость живых систем / Мат-лы XIII Межд. научн.- практ. конф. Белгород, - с. 96-97.

Николаева А.М. 2015. Многолетняя динамика сроков весенней активности некоторых видов насекомых (Insecta: Coleoptera, Hemiptera, Heteroptera, Lepidoptera) в Окском заповеднике// Труды Окского гос. природн. заповедника, вып. 33.- Рязань, - с. 215-223.

Николаева А.М., Николаев Н.Н. 2016. К изучению гетероптерофауны (Insecta, Heteroptera) Окского заповедника // Научные исследования в заповедниках и национальных парках России: Тезисы Всероссийской науч.- практ. конф., посвященной 25-летнему юбилею биосферного резервата ЮНЕСКО «Национальный парк Водлозерский» (Петрозаводск, 29 августа – 4 сентября 2016 г.). Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, с. 165.

Онуфреня М.В. 2003. Метеорологическая характеристика фенологических сезонов и периодов года в Окском заповеднике (1938-2000 гг.) // Тр. Окского заповедника, вып.22. – Рязань., Русское слово, с. 536-585.

Осипов Д.В. 2011. Осовидная аргиопа // Красная книга Рязанской области. Рязань, Голос губернии, - с. 241-280.

Приклонский С.Г. 2005. Окский заповедник: истоки, создание, природные условия, люди, перспективы // Окский заповедник. История. Люди. Природа. Рязань: Русское слово, с. 22-85.

Ручин А.Б. 2014. Богомол обыкновенный в Мордовии и не только в ней // Мордовский заповедник, вып. 6 (6). - с. 3-4.

Kumschick, Sabrina; Fronzek, Stefan; Entling, Martin H.; Nentwig, Wolfgang 2011. Rapid spread of the wasp spider Argiope bruennichi across Europe: a consequence of climate change? / Climatic change, 109(3-4), pp. 319-329.

АКТУАЛЬНЫЕ ПРОБЛЕМЫ ИЗУЧЕНИЯ И МОНИТОРИНГА СТЕПНЫХ ПОЖАРОВ (НА ПРИМЕРЕ ЗАВОЛЖСКО-УРАЛЬСКОГО РЕГИОНА)

В.М. Павлейчик
Институт степи УрО РАН,
РФ, 460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, д. 11, pavleychik@rambler.ru

В последнее десятилетие усилилось внимание к экологическим и социально-экономическим проблемам, возникающим в связи с обширным распространением природных пожаров в различных районах РФ. Травяные пожары в степных регионах, в отличие от лесных, обычно не представляют угрозу населению и хозяйственной инфраструктуре. Краткосрочность их распространения, неоднозначность выводов об экологических последствиях и распространенная практика сельскохозяйственных палов способствует формированию мнения о травяных пожарах, как о характерном для степных регионов явлении, не требующем особого внимания.

Исследования проводились в степях Заволжско-Уральского региона, в пределах Оренбургской области. Выбор ключевых участков обосновывался: а) наличием массивов пастбищных, сенокосных и других типов угодий, не подвергавшихся распашке; б) охватом природного разнообразия степных экосистем, обусловленного зональной и ландшафтно-географической неоднородностью территории; в) различиями в структуре природопользования. Исследования проводились в пределах четырех ключевых участков, с запада на восток – Таловской, Буртинский, Айтуарский и Ащисайский общей площадью около 5 тыс.км^2, в центральной части которых располагаются одноименные участки заповедника «Оренбургский» общей площадью 220,3 км^2.

В качестве основных исходных данных были использованы космические изображения со спутников Landsat за 1983-2015 годы. Посредством визуального дешифрирования границ гарей были сформированы многослойные картографические изображения, отображающие пространственные и временные закономерности развития пожаров. Полученная информация позволяет сформулировать выводы о: а) пространственных закономерностях развития пожаров, обусловленных неоднородностью ландшафтной структуры и системы хозяйствования на этих территориях; б) периодичности (частоте) и сезонности возникновения пожарных явлений; в) современных тенденциях в пространственной динамике пожаров.

Обобщение площадных параметров гарей в разрезе отдельных годов позволило проследить динамику этого показателя за многолетний период (рисунок 1). Несмотря на возможную некорректность данных, обусловленную недостаточностью исходных данных (особенно за наиболее ранний период), результаты исследований позволяют выделить серию лет, отличающихся значительно более частым и обширным развитием степных пожаров. Начало общего постоянного роста площадей пожаров соответствует периоду 2002-2004 годов, а отдельные повышенные значения также наблюдались в 1995 и 1998 годах. Полученные данные свидетельствуют о повсеместно наблюдающейся в рассматриваемом регионе тенденции активизации пожарных явлений (Павлейчик, 2016).

Активизация степных пожаров обусловлена, прежде всего (по нашему мнению), резким сокращением сельскохозяйственного производства во всех странах постсоветского пространства в 1980-1990-е годы, в том числе и в степных сельскохозяйственных областях России и Казахстана. Существенный спад наблюдался как в животноводческом, так и земледельческом секторах, что привело к формированию обширных массивов мало используемых угодий, восстановлению растительного покрова пастбищ, сенокосов и залежных земель, накоплению растительной ветоши.

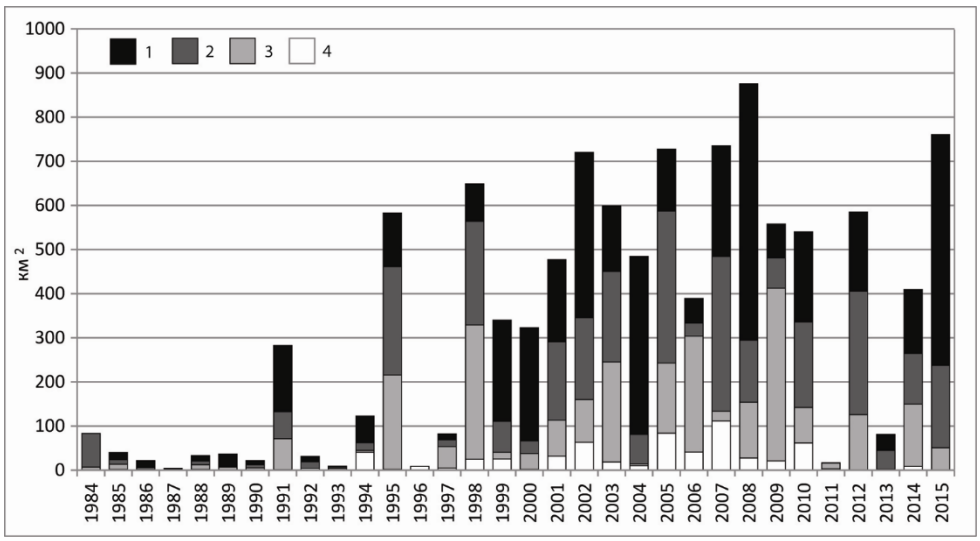


Рисунок 1. Многолетняя динамика площадей гарей (совокупная и по участкам: 1 – Таловской, 2 – Буртинский, 3 – Айтуарский, 4 – Ащисайский).

Погодно-климатические показатели при всей вариабельности значений имеют однонаправленные тренды многолетней динамики (Оценочный доклад…, 2014), но в целом не объясняют резкой активизации пожарных явлений. В рассматриваемом аспекте более значимо учащение периодов и рост значений аномальности повышенного температурного фона и отсутствия атмосферных осадков за пожароопасный период.

Многими исследователями пожары рассматриваются в качестве одного из ведущих факторов формирования современного облика, биотической структуры и границ степной зоны (Тишков, 2009 и др.), но их современная периодичность способна инициировать серию взаимосвязанных структурно-динамических преобразований в ландшафтах и экосистемах, обусловленных трансформацией травянистых фитоценозов, деградацией древесных и кустарниковых элементов сообществ.

Проведенные исследования позволили получить (при отсутствии достоверной официальной информации) фактические сведения о развитии травяных пожаров за многолетний период, что позволяет оценить масштабы проблемы и использовать их в смежных геоэкологических исследованиях. Полученные результаты могут стать одним из обоснований необходимости оптимизации природоохранной политики в сфере степного природопользования и формирования противопожарного блока в системе экологического мониторинга, о чем свидетельствует и мировой опыт управления пожарами (Рекомендации…, 2007).

Список литературы:

Павлейчик В.М. 2016. К вопросу об активизации степных пожаров (на примере Заволжско-Уральского региона). – Вестник ВГУ, сер.: География. Геоэкология. №3. – Воронеж, с. 15-25

Второй оценочный доклад Росгидромета об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. Общее резюме. 2014. – М.: Росгидромет, 58 с.

Тишков А.А. 2009. Пожары в степях и саваннах. – Вопросы степеведения. – Оренбург, вып. VII, с. 79-83.

Рекомендации по управлению пожарами, выполняемых в добровольном порядке. Рабочий доклад Продовольственной и сельскохозяйственной организации ООН (ФАО). 2007. Электронный ресурс: http://www.biodiversity.ru/programs/steppe/pub/FAO-2007.pdf

БАЛЛОВАЯ ОЦЕНКА СТЕПЕНИ БЛАГОПРИЯТНОСТИ ПЕРЕЗИМОВКИ ОЗИМЫХ КУЛЬТУР (ПО М/С САРАТОВ ЮВ)

Е.В. Демидова, С.В. Морозова, Е.И. Ормели, С.И. Пряхина

Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г.Чернышевского

РФ, 410026, г.Саратов, ул. Астраханская, д. 83, swetwl @yandex.ru

Наибольшее влияние на ход перезимовки озимых культур оказывают температурный режим и высота снежного покрова. Поэтому при оценке степени благоприятности зимнего сезона эти факторы были взяты в качестве основных. За критерий благоприятности сложившихся агрометеорологических условий в период перезимовки озимых был взят процент гибели растений на дату весеннего обследования посевов после возобновления их вегетации. В годы, когда гибель посевов была от 11 % до 24 %, условия зимовки считались удовлетворительными, в годы, когда повреждения были менее 10 % зимовка считалась благоприятной, в годы с гибелью более 25% - условия зимовки были неудовлетворительными.

Оценка отдельных погодных условий, приводящих к тому или иному проценту гибели растений к весне, позволила выделить следующие комплексы агрометеорологических условий перезимовки и оценить их по трехбалльной шкале.

К неблагоприятному типу с оценкой в 1 балл были отнесены холодные снежные и малоснежные зимы и умеренно холодные бесснежные зимы с наличием притертых ледяных корок и вымерзанием посевов более 25 %. Удовлетворительный с оценкой в 2 балла считалась зимовка при умеренно холодной малоснежной и теплой и бесснежной зиме, когда гибель от притертых ледяных корок и вымерзания составила от 11 % до 24 %.

Благоприятно с оценкой в 3 балла зимовка проходила в сезоны с теплой, малоснежной и умеренно холодной снежной зимой, когда гибель озимых к весне не превышала естественного выпада растений (менее 10 %). Оценка исследуемого метеорологического материала за 70 -и летний период (1941-2010 гг.) показала, что за рассматриваемый период благоприятные условия зимовки отмечались в 13 случаях или в 41 % лет, удовлетворительно зимовка озимых протекала в 38 % лет или в 12 сезонах, неблагоприятные условия зимовки сложились в 23 % лет или в 7 случаях.

.Гибель посевов зимой причиняет огромный ущерб народному хозяйству, ибо значительно уменьшается валовый сбор зерна, что вызывает большие затраты на пересев погибших озимых весной яровыми культурами..

Оценка фактического материала за каждый зимний период и по десятилетиям показала, что самая большая повторяемость неблагоприятных зим с оценкой в 1 балл наблюдалась в 60-с годы. С потеплением климата и увеличением теплых зим сокращается повторяемость зим с оценкой в 1 балл и увеличивается повторяемость зим с оценкой 2 и 3 балла. В 90-е годы неблагоприятных зим не наблюдаюсь (таблица).

Таблица 1. Повторяемость типов погодных условий по степени благоприятности для перезимовки озимых культур

Годы	Типы погодных условий			Сумма баллов	Средний балл
	III	II	I		
1963-1970	1	3	3	12	1,5
1971-1980	6	3	1	25	2,5
1981-1990	3	5	2	21	2,1
1991-2000	4	6	-	24	2,4

Выявленные тенденции в изменении основных агрометеорологических характеристик демонстрируют, что наблюдающееся в последнее три десятилетия повышение температуры

и увеличение осадков в зимний период создают благоприятные условия для возделывания озимых культур.

Список литературы:

1 Пряхина С.И. Климатическая характеристика сезонов. Климат Саратова. Л: Гидрометеоиздат. 1987. С.91- 102.

3. Пряхина, С. И. Природно-ресурсный потенциал зернового производства Саратовской области. / С.И.Пряхина, М.Ю.Васильева -Саратов: ИЦ «Наука», 2015. – 108с.

ВЛИЯНИЕ ИОНИЗИРУЮЩЕГО И НЕИОНИЗИРУЮЩЕГО ИЗЛУЧЕНИЯ НА ПРОРАСТАНИЕ СЕМЯН ЯЧМЕНЯ

С.О. Гапоненко[1)], Н.В. Шамаль[1)], Р.А. Король[1)], Т.И. Милевич[1)], В.П. Герасименя[2)]

[1)]ГНУ «Институт радиобиологии Национальной академии Беларуси»
Республика Беларусь, 246007 г. Гомель, ул. Федюнинского, 4. ma2856@mail.ru
[2)]ООО «Инбиофарм»,
РФ, 105264, г. Москва, ул. Папковая 10-Я, 18

Введение. В настоящее время человечество ведёт активный поиск методов и технологий, для целенаправленного воздействия на морфофизиологические процессы живых организмов. Одним из таких факторов является электромагнитное излучение (ЭМИ).

На сегодняшний день уже не возможно представит нашу жизнь без электромагнитного излучения. Оно окружает нас повсюду – это радиоволны, микроволновое, тепловое излучение. И даже видимое излучение имеет электромагнитную природу. Столь распространённое явление физической природы не могло остаться в стороне и не заинтересовать учёных.

Воздействие ионизирующего излучения на растения изучалось давно, и на данный момент можно сказать, что его воздействие изучено на значительном уровне. В радиобиологии накоплен обширный материал о механизмах биологического действия ионизирующего излучения на живые организмы, который свидетельствуют о чрезвычайно сложной ответной реакции организма на облучение. Однако, этого нельзя сказать о неионизирующем электромагнитном излучении.

В настоящее время активно идёт изучение воздействия как совместного воздействия ионизирующего и неионизирующего излучений на живые организмы, так и отдельно ионизирующего излучения и неионизирующего электромагнитного излучения разных длин волн (Калье, 2010).

Целью данной работы стало изучение влияния электромагнитного излучения на прорастающие семена ячменя сорта «Бровар», подвергшиеся предварительно облучению ионизирующим излучением, и выявлению положительных и отрицательных аспектов данной обработки при прорастании семян.

Актуальность. Ячмень является наиболее распространенным сырьем для кормовой базы животных, производства пива и продовольственной промышленности. Выращивание сельскохозяйственной продукции на загрязнённых радионуклидами землях после чернобыльской катастрофы требует дополнительных методов защиты растений и сохранения их жизненных сил для дальнейшего использования. А так же, возможность стимулирования ростовых процессов при предпосевной обработке семян может положительно повлиять на качество культуры при сборе урожая.

Материалы и методы. Материалом для исследования послужили семена ячменя сорта «Бровар». Сухие семена облучали гамма-излучением в дозах 2.5; 5.0 и 100 Гр (мощность дозы 0,165 Гр/мин). Затем семена проращивали в водопроводной воде при температуре 24±2ºС. После часть облученных семян и часть необлучённых семян проращивали в зоне воздействия ЭМИ, которое генерировалось установкой КЗАР «Аэротон». Далее, на 3-й, 5-й, 7-й и 9-й день проводилась оценка проростков семян. Также оценивалась лабораторная всхожесть семян и биомасса первого листа.

Исследования проводились в серии 2 последовательных самостоятельных опытов с 4-х кратной повторностью в каждом варианте опыта.

Результаты и обсуждение. Установка КЗАР «Аэротон» генерирует слабые электромагнитные поля с заданной периодичностью во времени и пространстве и с определенной направленностью излучения, сконцентрированного коническими

волноводами. В исследованиях по влияния КЗАР на прорастание семян озимой пшеницы и овса (Милевич и др., 2010) было установлено стимулирующее действие ЭМИ на рост и развитие растений. Также было отмечено, что ЭМИ модифицирует отрицательное действие ионизирующего облучения (доза 50 Гр) на растения.

Для характеристики качества семян используют несколько критериев оценки. Одним из таких критериев является всхожесть семян. В контрольной группе семян всхожесть составила 87%. После гамма-облучения в дозе 2.5 и 5.0 Гр наблюдалась тенденция к повышению всхожести на 2.6-3.0%, что подтверждается многочисленными сторонними исследованиями – данные дозы имеют стимулирующий эффект.

После обработки ЭМИ необлучённых и облучённых семян в дозе 2.5 и 3.0 Гр наблюдалось повышении всхожести семян. У семян, облучённых в дозе 100 Гр. процент всхожести не изменился, и остался на уровне контроля. Всхожесть семян облученных ионизирующим излучением и ЭМИ составила 106.5% и 107.4% соответственно, по сравнению с контролем.

Ещё один критерий оценки качества семян – это число зародышевых корешков и длина ростка. Для оценки жизнеспособности семян с 3-го по 9-й день проводилась оценка числа корешков и длина ростка. Семена с длинной ростка более 2.5 см и числом корешков более 3-х считались сформированными и жизнеспособными (Лихачев, 1977). Выявлено, что ЭМИ стимулировало ростовые процессы во всех вариантах по сравнению с контролем.
При анализе растений по биомассе первого листа было установлено, что в варианте с обработкой электромагнитным излучением, и в варианте сочетанное электромагнитное и гамма-излучение наблюдается увеличение биомассы первого листа во всех вариантах.

Заключение. В ходе экспериментов было выявлено, что электромагнитное излучение, генерируемое установкой КЗАР «Аэротон» оказывает положительное влияние как на необлучённые растения, так и на растения, которые подверглись гамма-облучению.

Действие ЭМИ установки КЗАР «Аэротон» на растения, подвергшиеся облучению в дозе 2.5 и 5.0 Гр, оказывает сочетанное положительное действие на растения, что выражается в повышении энергии прорастания и общих жизненных сил растений.

У растения, подвергшихся облучению в дозе 100 Гр наблюдается неоднозначная реакция. Положительный эффект наблюдался на 3-й день исследования. Влияние на энергию прорастания у этих растений при действии ЭМИ не выявлено.

Список литературы:

Калье, М. И. Влияние КВЧ – излучения миллиметрового диапазона на физиологические процессы прорастания семян пивоваренного ячменя / М. И. Калье // Вестник Нижегородского университета им. Н. И. Лобачевского. –2010 – № 2 (2). – С. 399–401.

Милевич, Т. А. Электромагнитное излучение и жизнеспособность злаковых растений / Т. И. Милевич, Н. В. Шамаль, А. Д. Наумов, В. П. Герасименя, С. В. Захаров // Молекулярные, мембранные и клеточные основы функционирования биосистем: Междунар. науч. конф.; 11 съезд Белорус. обществ. объединения фотобиологов и биофизиков, 17–20 июня 2014 г., Минск, Беларусь: сб. ст. в 2 ч. Ч. 2 / редкол.: И. Д. Волотовский [и др.]. – Минск: Изд. центр БГУ, 2014.–С. 113–115.

Лихачѐв, Б. С. Морфофизиологическая оценка проростков и силы роста семян / Б.С. Лихачѐв //Селекция и семеноводство.–1977. – № 3.

АНАЛИЗ ТЕПЛОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ И ЕГО ПОСЛЕДСТВИЙ В СТЕПНЫХ РАЙОНАХ НЕФТЕГАЗОДОБЫЧИ НА ОСНОВЕ СПУТНИКОВЫХ ДАННЫХ

К.В. Мячина

Институт степи УрО РАН,
РФ, 460000 Оренбург, Пионерская, 11, mavicsen@list.ru

Основными источниками термического воздействия на ландшафты при эксплуатации нефтегазовых месторождений являются, в первую очередь, факельные установки сжигания попутного нефтяного газа (ПНГ). Несмотря на Постановление Правительства Российской Федерации №7 от 8.01.2009 г. "О мерах по стимулированию сокращения загрязнения атмосферного воздуха продуктами сжигания попутного нефтяного газа на факельных установках", в котором заложено требование по доведению уровня утилизации попутного газа до 95%, на настоящий момент колоссальное количество факельных установок продолжает функционировать.

Термическое воздействие, как правило, не приводит к очевидным скорым последствиям, фиксируемым визуально, поэтому часто при различных оценках этому виду воздействия не уделяется должного внимания. Однако влияние, оказываемое высокими температурами на компоненты окружающего ландшафта, нельзя недооценивать. Данные дистанционного зондирования позволяют выполнить анализ теплового воздействия на ландшафты нефтегазовых месторождений. Для выявления достоверного количества факелов, работающих в пределах месторождений степной зоны Урало-Заволжья, использовались снимки спутников Landsat. В процессе экспертного анализа изображений Landsat на предмет обнаружения газовых факелов автором установлено, что источники открытого огня с высокой точностью выявляются при отображении зимних снимков в определенном сочетании каналов инфракрасного спектра. Так, при изучении сцены Landsat площадью около 34 тыс. км^2, включающей значительное количество месторождений степной зоны, расположенных в административном отношении на территориях Оренбургской и Самарской областей, в границах нефтегазопромыслов выявлено 145 термоточек.

В ходе наземных исследований было установлено, что вблизи горящих факелов сжигания ПНГ, особенно наземных горизонтальных установок, отмечается значительное повышение температуры приземного слоя, иногда до такой степени, что нет возможности находиться вблизи источника огня на расстоянии до 10-15 м. На основе дешифрирования тепловых каналов снимков спутника Landsat-8, выполненных в вегетационный период, произведен анализ изменения температуры приповерхностного слоя в радиусе действия факельных установок. Предварительно точки размещения факелов, выбранных в качестве ключевых объектов исследования, были зафиксированы с помощью GPS-навигатора в ходе полевых работ. Выявлено, что при функционирования факельных установок температура приповерхностного слоя может увеличиваться более чем на 9 градусов в радиусе от 30 до 350 м от точки открытого огня. Примечательно, что, по некоторым данным, расстояние, на котором наблюдается изменённая факелом температура, может составлять до 450 м (Ojeh, 2012). В результате простых подсчетов можно предположить, что в ходе действия одной факельной установки возможно изменение температуры приповерхностного слоя окружающего степного ландшафта в среднем на площади 0.085 км^2, а при сжигании ПНГ с использованием 145-ти факелов возможно изменение температуры на площади более чем в 12 км^2. Результаты выполненных измерений и подсчетов подтверждают формирование так называемых "островов тепла". Этот термин широко используется в мировой науке для характеристики тепловых аномалий, имеющих антропогенное происхождение (Ojeh, 2012). Вполне вероятно, что существование подобных образований в степной зоне Урало-Заволжья способно вызвать изменение режима циркуляции атмосферы на локальном

уровне, что, в свою очередь, является одной из причин появления и учащения региональных климатических аномалий (Мартазинова, Тимофеев, 2008).

По некоторым данным, существует значительная зависимость между повышением температуры среды в зоне действия факела и содержанием в воздухе загрязняющих веществ - продуктов сгорания. Вокруг горящих факельных установок в пределах радиуса повышенных температур наблюдаются серьёзные превышения концентрации загрязняющих веществ, таких, как CO, NO_2, SO_4 и CH_4 (Ojeh, 2012). На изображениях Landsat можно четко проследить размеры дымового шлейфа и площадь его рассеивания: шлейф, содержащий продукты сгорания, может распространяться на значительные расстояния и покрывать обширные площади. На основе снимков Landsat автором подсчитано, что длина дымового газового шлейфа может достигать 11 км и рассеиваться на ширину до 3 км, соответственно, покрывая площадь более чем в 30 км^2 по любому румбу, в зависимости от направления, скорости ветра и прочих метеорологических условий в момент сжигания сырья. Помимо потери ценного ресурса в процессе сжигания попутного нефтяного газа известно, что существуют серьезные проблемы со здоровьем населения в нефтедобывающих регионах в связи с поступлением в окружающую среду продуктов неполного сгорания ПНГ, например, таких, как летучие органические соединения и полициклические ароматические углеводороды (Kindzierski, 1999; Gobo et al., 2009). Кроме прямого воздействия на живые организмы через дыхательную систему продукты сгорания накапливаются, в том числе, в сельскохозяйственных насаждениях, часто соседствующих с нефтегазовыми промыслами в степной зоне, а также вносят значительный вклад в развитие парникового эффекта (Dung et al., 2008).

Поскольку общественный контроль за утилизацией попутного нефтяного газа в России отсутствует (Проблема попутного нефтяного газа, 2009), остается уповать только на сознательность руководителей нефтегазодобывающих компаний и непредвзятое добросовестное исполнение обязанностей государственными экологическими контрольно-надзорными органами. Что касается научного аспекта проблемы - необходимо помнить, что изучение уровней и вариантов трансформации природных комплексов в районах с развитой сетью нефтегазопромыслов является необходимым условием в решении экологических проблем нефтегазоносных регионов.

Литература

Мартазинова В. Ф., Тимофеев В.Е. Современное состояние атмосферной циркуляции воздуха в северном и южном полушарии и региональные климатические особенности в атлантико-европейском секторе и районе антарктического полуострова / Проблемы Арктики и Антарктики. 2008. №. 3. С. 80.

Проблема попутного нефтяного газа: Сжигание нефтяного попутного газа - решим проблему вместе / Публикация Всемирного фонда дикой природы (WWF), 2009. URL: https://yandex.ru/search/?lr=48&msid=1477461238.42012.22897.16393&text=wwf

Dung E. J., Bombom L. S., Agusomu T. D. The effects of gas flaring on crops in the Niger Delta, Nigeria / GeoJournal. 2008. Т. 73. №. 4. С. 297-305.

Gobo A. E., Richard G., Ubong I. U. Health impact of gas flares on Igwuruta/Umuechem Communities in Rivers State / Journal of Applied Sciences and Environmental Management. 2009. Т. 13. №. 3.

Kindzierski W. B. Importance of human environmental exposure to hazardous air pollutants from gas flares / Environmental Reviews. 1999. Т. 8. №. 1. С. 41-62.

Ojeh V. N. Sustainable development and gas flaring activities: a case study of Ebedei area of Ukwuani LGA, Delta State, Nigeria / Resources and Environment. 2012. Т. 2. №. 4. С. 169-174.

ВЛИЯНИЕ МОЛИБДЕНА НА ПОКАЗАТЕЛИ РАЗВИТИЯ ФИТОПЛАКТОНА В НАТУРНОМ ЭКСПЕРИМЕНТЕ

В.О. Хорошевская [1),2)], Л.М. Предеина[1)], А.В. Кожевников[2)], К.О. Корнеева[2)]

[1)] ФГБУ «Гидрохимический институт» Росгидромета, РФ, 344091, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, д.198, vv.z2@yandex.ru, predeina@front.ru

[2)] Южный федеральный университет, Ростов-на-Дону, РФ,344091, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, д.9, GuyFawkes1605@yandex.ru, Insane_wind@mail.ru

Геохимия молибдена в биосфере тесно связана с живым веществом и продуктами его распада; среднее содержание молибдена в организмах 10^{-5}%. В малых количествах он необходим для нормального развития растительных и животных организмов. Он входит в состав фермента ксантиноксидазы. Его роль в растении определяется участием во многих процессах обмена. Он участвует в ферментативных реакциях азотного обмена растений и микроорганизмов. Микроколичества молибдена усиливают активность клубеньковых бактерий, вследствие чего растения лучше усваивают азот. Действие молибдена также заметно проявляется на образовании хлорофилла [Хорошевская, 2012, Хорошевская, 2013]. Связь между повышенным содержанием молибдена и ростом первичной продукцией сине-зелёных водорослей - цианабактерий и азотобактериями (фиксирующими азот) установил в 30-е годы А.П. Виноградов [Виноградов А.П.,1993].

Исследования в различных районах страны показали весьма широкое распространение молибдена в природных водах. Содержание его колеблется в широком диапазоне от 10^{-4} до единиц мг/л [Труфанов, 2011]. Выявлен ряд молибденовых геохимических провинций в аридных областях, где установлено повышенное содержание молибдена в почвах, растениях, а подземные воды, используемые для питьевого водоснабжения, содержат до 1,2 мг/л, [Хорошевская, 2015].

С целью изучения влияния молибдена на показатели развития природного фитопланктона провели лабораторный эксперимент с 7 по 10 июля 2015 г. на воде из р. Дон. Эксперимент проводили при естественном освещении в стеклянных аквариумах вместимостью 10 л. Воду для экспериментов отбирали на участке р. Дон, расположенном выше мест сброса сточных вод, ниже водосброса гидроузла г. Константиновска. Географические координаты точки отбора: широта - 47°56'86'' с. ш., долгота - 41°09'91'' в. д. Этот участок реки характеризуется отсутствием высоких концентраций молибдена, ранее определяемых автором в течение 2012-2014 гг. [Хорошевская, 2015].

Молибден добавляли в воду в анионной форме в виде молибдата аммония $(NH_4)_6Mo_7O_{24}\cdot 6H_2O$ в концентрациях 0,5; 5,0; 25,0 и 100 мкг/л в расчете на элемент Mo, что составляет, соответственно, 0,5 ПДК; 5,0 ПДК; 25,0 ПДК и 100 ПДК молибдена для рыбохозяйственных водоемов. В один из аквариумов, который служил в качестве контроля, молибдат аммония не добавляли.

Как показали результаты эксперимента, добавки молибдена приводили к увеличению количества видов (на 8–22 %) в фитопланктонном сообществе и значительное повышение биомассы фитопланктона (на 60–94 %). Существенное увеличение количества видов, на 18–22 %, отмечено при концентрациях Mo 5 и 25 мкг/л (табл.). Повышение биомассы фитопланктона наблюдалось при всех концентрациях молибдена (рис.).

Таким образом, добавки молибдена в природную воду из р. Дон приводили к существенному снижению скорости роста численности фитопланктона, однако вызывали значительное увеличение размеров клеток водорослей.

Таблица Количество видов фитопланктона в эксперименте с добавками молибдена

Отделы водорослей	Контроль	Концентрация добавки молибдена, мкг/л			
		0,5	5,0	25,0	100,0
Синезеленые	9	11	13	13	13
Диатомовые	9	9	13	12	8
Криптофитовые	5	5	4	4	3
Зеленые	12	10	13	13	12
Динофитовые	0	0	1	1	1
Эвгленовые	1	2	2	1	1
Зеленые	0	0	0	0	1



Рис. Численность и биомасса фитопланктона в эксперименте на природной воде через 3 сут после добавки молибдата аммония

Список литературы.

Хорошевская В.О. Участие биометаллов в жизненном цикле фитопланктона и его деструкции (ванадий, никель и молибден). Германия, Из-во: LAP LAMBERT Academic Publishing. 2013.77с.

Хорошевская В.О. Влияние поступления металлов (ванадия и молибдена) с территории восточного Донбасса на качество воды Нижнего Дона и формирование первичной продукции / Вода и водные ресурсы: Системообразующие функции в природе и экономике : сб. науч. тр./отв. ред В.Г. Пряжинская.- Новочеркасск: ЮРГТУ (НПИ), 2012.С.335-339

Виноградов А.П. Избранные труды. Геохимия изотопов и проблемы биогеохимии М.: Наука, 1993. 236 с.

Труфанов А.И. Аномалии молибдена в природных водах ландшафтных районов южной и средней тайги. - Периодический выпуск электронного журнала "Бюллетень Оренбургского научного центра УрО РАН" (2011 №3) Специальный выпуск http://regnet.uran.ru/ej/file-or/95

Хорошевская В.О. Формы содержания, ванадия, никеля и молибдена в реках Приазовья // Вода: химия и экология, №2. 2015. С.11-16

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ АГРОГЕННЫХ ПОЧВ С ПРИМЕНЕНИЕМ ПОКАЗАТЕЛЕЙ БИОЛОГИЧЕСКОЙ АКТИВНОСТИ

Н.В. Кожевников
Кемеровский государственный университет,
РФ, г. Кемерово, ул. Красная, 6, Koghevnikov_NV@mail.ru

Вовлечение почвенного покрова в сельскохозяйственное использование при непрерывной интенсификации производства оказывает большое влияние на свойства практически всех типов почв, изменяя их химический состав, физическую структуру, содержание и качественный состав гумуса. Для поддержания экологического равновесия и сохранения потенциала самоочищения и самовосстановления пахотных угодий, необходимо проводить постоянные наблюдения за состоянием сельскохозяйственных земель.

Биологическое состояние почв является чувствительным индикатором изменений, происходящих в сельскохозяйственных почвах и может служить универсальным показателем состояния почв при экологическом мониторинге. Наиболее полным отражением суммарных изменений биологических свойств почвы под влиянием антропогенных факторов является ферментативная активность. Их применению в качестве диагностического показателя способствуют низкая ошибка опыта, простота определения и высокая чувствительность к внешним воздействиям (Казеев, Колесников, 2012; Даденко, 2004).

Однако неблагоприятные эффекты не являются строго специфичными, одинаковая реакция может вызываться разными факторами. Поэтому обращение к изучению почвенных ферментов и мониторинг изменений в этой важнейшей части почвенного покрова при его сельскохозяйственном использовании является актуальным и практически значимым. Для установления характера и масштабов изменения ферментативной активности проведены наблюдения на целинных и окультуренных вариантах чернозема обыкновенного Красноярской лесостепи.

Объектами исследований выступали черноземы обыкновенные на целинных ландшафтах и стационарного полевого опыта «Минино» Красноярского НИИСХ. Исследования произведены в 2015-2016 гг. В качестве критерия для оценки агрогенного воздействия на почвенный покров изучалась активность ферментов класса оксидоредуктаз и гидролаз. Активность каталазы и уреазы измерялись по методикам Галстяна, инвертазы и дегидрогеназы – по методам Галстяна в модификации Хазиева (Хазиев, 2005). Для оценки изменения почвенного плодородия определялся общий гумус по методу Тюрина в модификации Никитина (Орлов, Гришина, 1981).

Вовлечение почв в пахотные угодья резко снижает природный энергетический потенциал почв вследствие усиления минерализации органического вещества, снижения количества и запасов гумуса. Ежегодная обработка черноземов опытно-производственного хозяйства «Минино» привела к снижению содержания гумуса в пахотном горизонте, в среднем на 40% по сравнению с их целинными аналогами.

Распашка и сельскохозяйственное использование черноземов обыкновенных сопровождаются изменением показателей биологической активности. Максимальное снижение показателей отмечено в верхних, подвергающихся наибольшему воздействию, горизонтах.

Распашка оказывает существенное влияние на активность инвертазы и дегидрогеназы и приводит к значительному их снижению – на 35% и 29% соответственно. Активность этих ферментов в большей степени связана с содержанием органического вещества, которое также значительно снижается при распашке.

Уреазная активность является достаточно чувствительным ферментом и ее активность значительно изменяется под влиянием обработки почвы. В среднем снижение составило 28%.

Сельскохозяйственное использование чернозёмов обыкновенных не приводит к значительному снижению активности каталазы. Несмотря на многолетнюю обработку почвы, значения этого фермента достаточно высоки.

Интенсивность дыхания тесно связано с суммарной биологической активностью и является очень четким и выразительным показателем изменения экологического состояния (Звягинцев, 1976). На целинных участках интенсивность дыхания выше, чем в пахотных вариантах. Многолетнее использование почв в сельском хозяйстве привело к снижению интенсивности почвенного дыхания.

Для интегральной оценки применимости показателей биологической активности для мониторинга агрогенных почв, показатели целинного варианта принимались за 100% и по отношению к ним в процентах выражались значения в пахотных образцов. Содержание гумуса и ферментативная активность в целинных и окультуренных вариантах черноземов обыкновенных Красноярской лесостепи представлены на рис. 1.

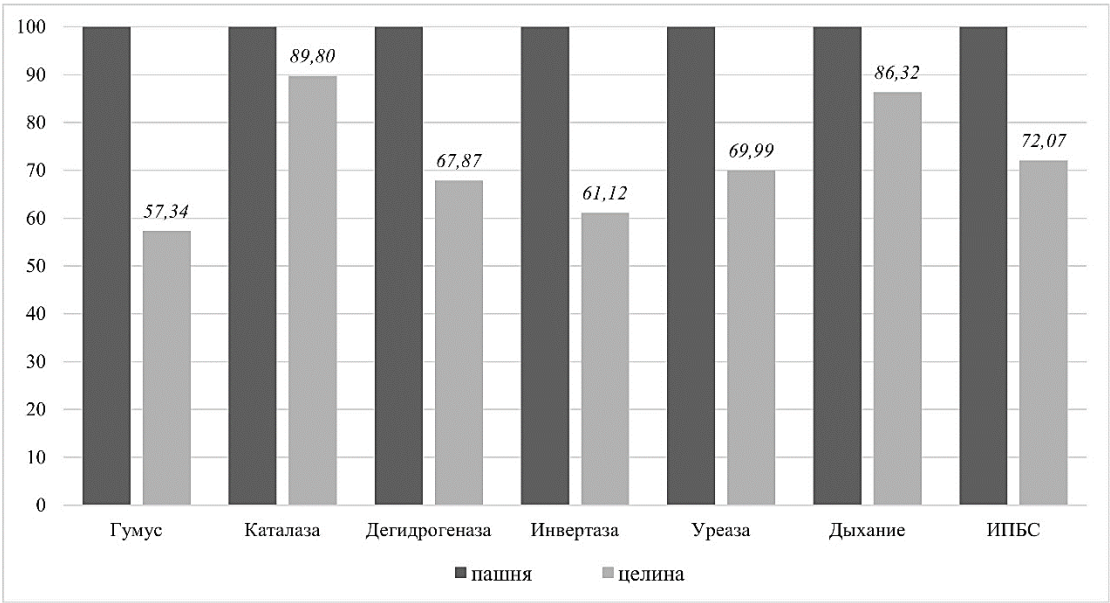


Рис. 1. Содержание гумуса и ферментативная активность в целинных и окультуренных вариантах черноземов обыкновенных Красноярской лесостепи

Биологическое состояние почв является чувствительным индикатором изменений, происходящих в сельскохозяйственных почвах, и имеет важное значение для определения их экологической устойчивости и мониторинга. Для мониторинга состояния агрогенных почв рекомендуется использовать инвертазу и дегидрогеназу.

Список литературы:

Даденко Е. В. Методические аспекты применения показателей ферментативной активности в биодиагностике и биомониторинге почв: дис. ... канд. биол. наук. Ростов-на-Дону, 2004. 158 с.

Звягинцев Д. Г. Биология почв и их диагностика // Проблемы и методы биологической диагностики почв. М.: Наука, 1976. С. 175-190.

Казеев К. Ш., Колесников С. И. Биодиагностика почв: методология и методы исследований. Ростов-на-Дону: Изд-во ЮФУ, 2012. 260 с.

Орлов Д. С., Гришина Л. А. Практикум по химии гумуса. М.: Изд-во Моск. ун-та, 1981. 272 с.

Хазиев Ф. Х. Методы почвенной энзимологии. М.: Наука, 2005. 252 с.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ В ЛИШАЙНИКАХ ИЗ Г. ВЫШНИЙ ВОЛОЧЕК В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

К.С. Сергеева, А.Ф. Мейсурова

ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет», 170100 г. Тверь, ул. Желябова, 33, E-mail: kristina-sergeeva-1994@bk.ru

Вышний Волочек – это город областного подчинения в Тверской области, центр Вышневолоцкого района, который расположен в северо-западной части области на водоразделе Балтийского и Волго-Каспийского склонов (Инвестиционный…, 2011). Его площадь составляет 54 км². Вышний Волочек занимает выгодное географическое расположение. Он пересекается железнодорожной и автомобильной магистралями федерального значения Москва – Санкт-Петербург. В городе сконцентрированы предприятия разных отраслей промышленности: машиностроения, энергетики, стекольной, лесной, легкой и пищевой (Законодательное…, 2017). Экологическое состояние города также определяет автомобильный транспорт. Он является основным источником загрязнения атмосферы. На долю автотранспорта приходится более половины всех выбросов загрязняющих веществ. Выбросы автомобильного транспорта характеризуются более высокой токсичностью в сравнении с выбросами от производственных стационарных источников (Государственный…,2015). Анализ содержания металлов в г. Вышний Волочек ранее проводился. В этой связи целесообразно проведение оценки содержания металлов в биологических объектах, в том числе лишайников.

Цель нашей работы – оценка содержания металлов в лишайнике *Hypogymnia physodes* в г. Вышний Волочёк Тверской области. В задачи работы входило: 1) определение сети пунктов наблюдения; 2) анализ содержания металлов в лишайниках с помощью метода атомно-эмиссионого анализа с индуктивно-связанной плазмой (АЭС–ИСП–анализа).

Исследование проводили в летний период 2016 г. Объектом исследования служили образцы лишайника *Hypogymnia physodes.* Пунктами отбора (ПО) образцов лишайников для АЭС–ИСП–анализа служила сеть пунктов отбора образцов лишайников для Фурье-ИК спектрального анализа, который проводили в городе в 2012-2013 гг. Данная сеть расположения ПО учитывает хозяйственную инфраструктуру города, возможных источниках загрязнения (Мейсурова и др., 2013). Общее число ПО образцов составило 7.

АЭС–ИСП–анализ собранных образцов (ПО 1–7) провели по стандартной методике в лабораторных условиях на базе Центра коллективного пользования (ЦКП) Тверского государственного университета (ПНДФ 16.1:2.3:3.11-98, 1998). Определение содержания металлов в пробах лишайников проводили с помощью атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой (Thermo Scientific, США). Полученные значения концентраций металлов, обнаруженных в исследуемых пунктах сбора материала, сравнивали с фоновыми значениями концентраций металлов для Тверской области (Мейсурова А.Ф, Нотов А.А., 2015).

С помощью АЭС–ИСП–анализа, в образцах лишайников из г. Вышний Волочек (ПО 1–7) было обнаружено 27 металлов (Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Ge, In, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, W, Zn, Zr). Среди выявленных металлов обнаружены как типичные металлы (Mg, Ca, Na и др.), так и опасные (As, Cd, Zn и т.д.). По степени опасности выявленные металлы представляют следующие классы опасности: первый – высокотоксичные (As, Cd, Pb, Zn и т.д.); второй – умеренно токсичные (B, Cr, Cu, Mo, Ni, Sb и т.д.); третий – малотоксичные (Ba, Mn, Sr, V, W и т.д.) (ГОСТ 17.4.1.02-83 1983). Во всех ПО обнаружены данные металлы.

Количественный анализ содержания металлов показал, что концентрация семи металлов (Al, As, Cu, Ni, Sn, Ti, Zn) выше принятых фоновых значений концентраций этих металлов для Тверской области. Такие металлы как (As, Sn, Ti, Zn), концентрация которых выше фона отмечены в образцах из всех ПО; в единичных случаях отмечены такие металлы

как (Ni, Cu). Наибольшее число металлов, концентрация которых выше фона, обнаружено в образцах из ПО (2,3,4,7), наименьшее – ПО (1,5,6).

Среди металлов, самое большое превышение содержания по фону характерно для Sn в 3 ПО (в 4,6 раза), незначительное превышение фона характерно для Al в 1 ПО (в 0,8 раз). Вероятными источниками превышения содержания олова является выбросы автотранпорта. Также значительное превышение содержания по фону отмечено для металлов 1 класса опасности: As - в 1,5 раза во всех ПО (2,14 – 3,86 мг/кг), по Zn в ПО (1,3,4,5,6,7) в среднем превышение составляет в 2 раза. Концентрация Al в ПО (1,2,3,4,7) выше фоновых значений и максимально достигает 1035 мг/кг. Также отмечены превышения значений меди в ПО (2,3,4,7) в среднем в 1,5 раза. Значение по титану в ПО 1 приближено к фоновому значению концентрации и составляет 20 мг/кг, в ПО (2,3,4,7) оно варьирует от 30,68 до 48,2 мг/кг. Возможно, превышение концентраций данных металлов в пробах также связаны с деятельностью стекольной отрасли и лесной (при производстве стекла, бумаги и консервантов для древесины). Также следует отметить наименьшие значения концентраций некоторых металлов (Cd, Li, Mo): в ПО (1-7) Cd имеет следующие значения – (0,58 – 0,78 мг/кг), в ПО (1-7) Li имеет значения от 0,6 до 1,4 мг/кг и в ПО (1-7) Mo составляет (0,18 – 0,32 мг/кг).

Таким образом, с помощью АЭС–ИСП–анализа в образцах лишайника *Hypogymnia physodes* из г. Вышний Волочек (ПО 1–7) выявлено 27 металлов (Al, As, B, Ba, Ca, Cd, Cr, Cu, Fe, Ge, In, K, Li, Mg, Mn, Mo, Na, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, W, Zn, Zr). Значения концентраций шести металлов (Al, As, Cu, Sn, Ti, Zn) выше фоновых значений. Их источниками могут быть выбросы предприятий стекольной и лесной отрасли промышленности. Значительный вклад в загрязнение вносит автотранспорт с федеральной трассы М-10, которая проходит по г. Вышний Волочек.

Список литературы

Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2015 году. 2015 – Министерство природных ресурсов и экологии - 149 с.

ГОСТ 17.4.1.02-83 1983. Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения М., 12с.

Гелашвили Д.Б., Кулябина Е.Ю., Сидоренко М.В. 2005. Лихеноиндикационный мониторинг и разработка региональной шкалы токсифобности эпифитных лишайников (на примере Нижегородской области) // Поволж. экол. журн. № 2. – С. 111–120.

Законодательное собрание Тверской области [Электронный ресурс]. 2016 – Режим доступа : http://www.zsto.ru/index.php?id=25&Itemid=10&option=com_content&view=article (дата обращения 20.01.2017).

Мейсурова А.Ф, Нотов А.А., 2015. Физико-химический анализ индикаторных видов лишайников как компонентов фонового мониторинга заповедных территорий // Журн. прикладной спектроскопии. Т.82, №6. С. 935.

Мейсурова А.Ф., Нотов А.А., Дементьева С.М., Мейсуров У.М. 2013. Оценка состояния атмосферы антропогенно-трансформированных территорий Вышневолоцко-Новоторжского вала с помощью Фурье-ИК спектрального анализа слоевищ *Hypogymnia physodes* // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. Вып. 30, № 7. С. 123–136.

Инвестиционный паспорт. Вышневолоцкий район : 2011. - 51 с.

ПНДФ 16.1:2.3:3.11-98 1998. «Количественный химический анализ почв. Методика выполнения измерений содержания металлов в твердых объектах методом атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой». М.: Москва, 31 с.

РОЛЬ СОВРЕМЕННЫХ ТЕХНОЛОГИЙ В МОНИТОРИНГЕ ДЕГРАДАЦИИ ПОЧВ

Г.Т. Джалилова

Ташкентский институт ирригации и мелиорации

РУз , 100000, г. Ташкент**,** Мирзо – Улугбекский район, ул. Кары Ниязова, 39

На сегодняшний день целостное представление о мониторинге деградации почв и происходящих в них процессах может дать только картографическое изображение. Ускорить картографические работы и сделать их более эффективными можно при помощи современных технических средств – использование материалов дистанционных материалов и ГИС технологий. Современный этап развития многих научных направлений характеризуется процессом систематизации, классификации, теоретических обобщений, стремлением к синтезу накопленных знаний, традиционные методы и подходы уже не в состоянии справиться с этими задачами. Появилась необходимость создания единой методологической основы, позволяющей органически объединить различные научные подходы в общую концепцию. Сущность ГИС – это способность связывать с картографическими объектами информацию в семантическом виде (текстовую, табличную, графическую) причем основополагающей является пространственная.

Для решения задач с использованием геоинформационных систем (ГИС) при работах по мониторингу требует определенной формы систематизации описаний в виде специфической базы данных. Под базы данных подразумевается составление электронных карт, создание и ведение атрибутивной информации, содержащей сведения о площади, типе почв, основных химических и физико-химических параметрах почв, и т.п. Она может быть представлена в текстовой и табличной форме, что позволяет оперативно отслеживать все происходящие на территории землепользования изменения. База данных является основой для дальнейшего анализа и создания новой преобразованной информации. Работы по созданию электронного базы данных, а также возможностей моделирования работ по выбору наиболее рентабельных подходов при мониторинге проводились в горных регионах Республики Узбекистан. Процесс компьютерной версии создания картографических материалов складывается из нескольких этапов: подготовительной, создания цифровых карт, наполнение базы данных атрибутивной информацией, моделирование ресурсосберегающих технологий, принятие решений. В подготовительном этапе было собрана информация (тематические и картографические материалы), проектирована структура базы данных, создана классификация тематической информации, сканированы картографические данные и преобразованы в растровое изображение в форматы jpg, bmp, tiff. и в заключении формирование базы данных. Далее был анализирован арсенал картографической информации и проведены полевые почвенные исследования.

Дистанционные снимки и топографическая карта служили основой для создания серии тематических карт, так как они содержат качественную, достоверную и оперативную информацию о территории и происходящих на ней изменениях. Сканирование исходной бумажной основы было проведено с помощью планшетного сканера непосредственно для каждого листа (планшета) карты. Преобразование растрового изображения в графические форматы jpg (или bmp, tiff) было проведено в программе Photoshop. На рисунке 1 показаны трехмерные изображения рельефа объекта исследований, полученные в результате обработки.

В основе компьютерной инвентаризации почв лежать база данных (БД) почв. БД содержит информацию о пространственном варьировании факторов почвообразования. Состав данной части БД определяется не только уровнем обобщения, но и спецификой природных условий региона исследований. В этот блок вошли также и материалы дистанционных исследований. Также БД содержать данные о свойствах почв конкретных разрезов с точной привязкой на местности. Набор свойств почв обеспечивает полный анализ почвенных ресурсов.

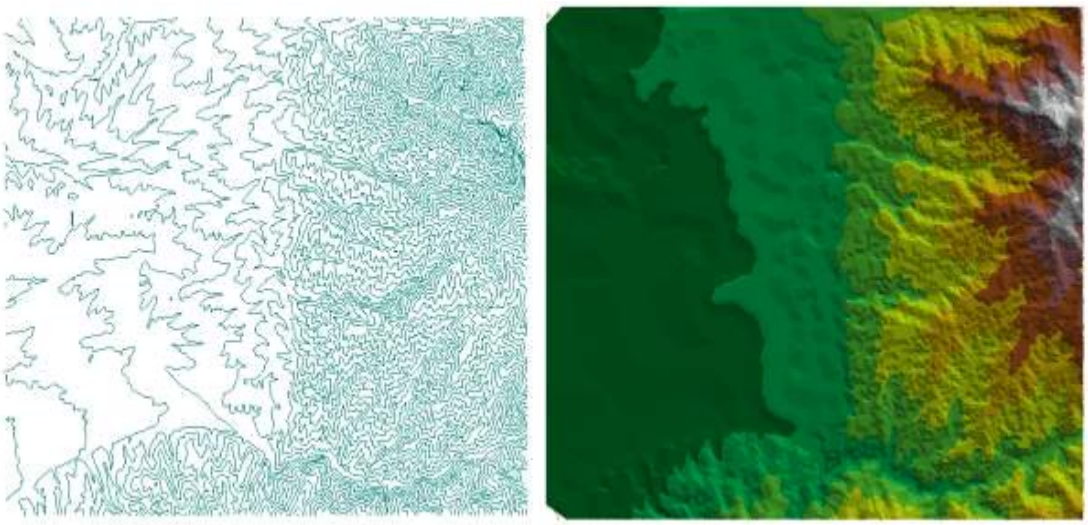


Рис. 1. Рельеф объекта исследований, полученный обработкой топографической карты на основе ГИС.

При создании классификатора намечается составление полный перечень всех объектов по слоям. Создание и проектирование структуры классификатора заключается в том, на основе анализа к содержанию электронных слоев необходимо будет установить перечень объектов, подлежащих цифрованию. Для этого планируется разбить все множество объектов на логически связанные по смысловому значению группы, называемые слоями (слой гидрографии, слой растительности и т. д.).

Исходя, из выше сказанного можно сделать выводы, что результаты картографических работ с использованием ГИС технологий при мониторинге деградации почв дают возможность:

- определения точных границ в различной степени деградированности почв;
- изучить формы рельефа, учесть экспозиции склонов;
- изучить почвообразующие породы, антропогенные особенности и истории развития территории;
- понять почвообразовательный процесс и дать обобщенную характеристику условий возникновения деградационных процессов с учетом ландшафтно-экологических условий.

Список литературы:

Кирюшин В.И. 1996. Экологические основы земледелия. - Колос, с. 366

Рымашевская М.В. 2003. Картографирование категорий земель по снимкам LANDSAT - 5TM. - Материалы международной конференции «Проблемы землеустройства в современных условиях», с. 204

Савин И.Ю., Федорова Е.Г. 2000. Геоинформационный анализ ресурсного потенциала земель для сельскохозяйственных целей. –Научные труды Почвенного Института им. В.В.Докучаева «Современные проблемы почвоведения», с. 144-155.

СРАВНЕНИЕ СТЕПЕНИ НАРУШЕННОСТИ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ ЗЕМЕЛЬ СВЕРДЛОВСКОЙ И ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТЕЙ

И.А. Старицына [1], Н.А. Старицына [2]

[1] Уральский государственный аграрный университет,
РФ, 620075, г. Екатеринбург, ул. Карла Либкнехта, 42, i-staritsina@yandex.ru
[2] Уральский государственный колледж им. И.И. Ползунова,
РФ, 620075, г. Екатеринбург, ул. Ленина, 28, nstaritsina@yandex.ru

Площадь Свердловской области в 2,5 раза превышает территорию Челябинской области (Доклад…, 2016). Однако, структура земельного фонда этих областей сильно различается. В Челябинской области, в связи с более благоприятными климатическими условиями, 58,4 % территории занимают земли сельскохозяйственного назначения, это 5 173,5 тыс. га. В Свердловской области первое место по площади занимают земли лесного фонда (70, 2%), а вот земли сельскохозяйственного назначения лишь 21 %, или 4083,6 тыс. га. Тенденция к сокращению земель сельскохозяйственного назначения наблюдается в обоих исследуемых регионах. В Челябинской области это сокращение идёт более интенсивно (Региональный…, 2016). В 2014 году сокращение составило 3,5 тыс. га, а в Свердловской области только 0,3 тыс. га. В обоих регионах происходит ежегодное увеличение фонда перераспределения земель, это считается негативной тенденцией. Это значит, что увеличиваются площади невостребованных, неиспользуемых и постепенно деградирующих сельскохозяйственных земель. Эти земли постепенно зарастают кустарником и мелколесьем, и дальнейшее их использование потребует больших финансовых затрат на внесение удобрений и борьбу с сорными растениями.

Разнообразие почвенного покрова в Свердловской области представлено 35 видами почв, а в Челябинской области – 22 видами. Преобладают в Свердловской области серые лесные почвы. В Челябинской же области, наряду с серыми лесными почвами присутствую чернозёмы (Карпухин, Сенькова, 2016), более плодородные и пригодные для выращивания сельскохозяйственных культур.

В Челябинской области наблюдается сокращение площади пашни за год на 0,5 тыс. га. В Свердловской области, наоборот, за 2015 год площадь пашни увеличилась на 2,7 тыс. га. Но, данные цифры нельзя считать чистой прибылью, так как этот результат достигнут перераспределением земель между категориями, а не улучшением их качества (Старицына и др., 2016). Площадь пашни на землях сельскохозяйственного назначения увеличилась на 3,7 тыс. га, за счёт вовлечения залежи из фонда перераспределения земель. Однако, в то же самое время, площадь пашни уменьшилась на землях населённых пунктов, так как земли были переданы под застройку. То есть качественные пахотные земли переданы под ИЖС, а земли сельскохозяйственного назначения формально восстановлены за счёт ранее не обрабатываемыми залежами.

Одной из главных проблем земель Свердловской области является нарушенность в связи с ведением горных работ или промышленного производства. Большие площади земель заняты карьерами (Печеркина, Старицына, 2016), отвалами и хвостохранилищами. Рекультивация таких земель дорогостоящее мероприятие, при этом возможность вернуть земли в сельскохозяйственный оборот не велики.

Негативные тенденции по ухудшению качества земель в исследуемых территориях сильно различаются. В Свердловской области первое место среди негативных факторов занимает загрязнение химическими веществами, а именно тяжёлыми металлами (409.9 тыс. га). Это связано с развитием металлургии в области. На втором месте идут нарушенные земли (524, 45 тыс. га), заболачивание (552,98 тыс. га) и зарастание кустарником и мелколесьем (180,9 тыс. га) (Доклад…, 2016). Процессы заболачивания идут очень активно, так как это связано с нерациональным использованием водных ресурсов. Большое

количество осадков в течение года, пересечённый рельеф местности, перепады высот, городская и промышленная застройка, горные выработки – все эти процессы приводят к нарушению гидрогеологических условий, а как следствие к заболачиванию. В Челябинской области главный негативный фактор – радиоактивное загрязнеие (543,1 тыс. га), это связано с техногенной аварией на предприятии «Маяк» в 1989 году (Региональный…, 2016). Загрязнённые территории непригодны для ведения сельского хозяйства, и для проживания. Негативные тенденции также представлены нарушением земель, переувлажнением и подтоплением. Процессы заболачивания в Челябинской области не развиты, так как климат несколько иной, выпадает меньшее количество осадков, более высокие температуры летом, чем в Свердловской области.

Примечательно, что в Челябинской области нарушенность земель сельскохозяйственного назначения незначительная, всего 15,5 тыс. га. На первом месте идёт загрязнение средствами химизации сельского хозяйства (13 тыс. га). Незначительно представлены процессы эрозии, подтопления, захламления и собственно нарушенные земли. То есть негативные процессы представлены на площади 0,3 % от всей площади земель сельскохозяйственного назначения. В Свердловской области ситуация с загрязнением земель сельскохозяйственного назначения намного сложнее. Представлено загрязнение тяжёлыми металлами, эрозия, подтопление, заболачивание, переувлажнение, нарушение земель и зарастание кустарником. Доля земель, испытывающих воздействие негативных факторов, составляет 27% от всей площади земель сельскохозяйственного назначения. Территория Свердловской области не является зоной активного развития земледелия, этому не способствует развитие процессов разрушения почвенного покрова и обеднения почв в результате хозяйственной деятельности человека, или его бесхозяйственности. В последнее время в области существует тенденция выноса промышленных предприятий за пределы городов и населённых пунктов. В результате этого улучшатся экологические условия жизни людей, но, к сожалению, возрастёт количество земель, загрязнённых тяжёлыми металлами, ведь ореол химического загрязнения достаточно широк. Качество земель сельскохозяйственного назначения в Челябинской области на порядок выше, чем в Свердловской.

Список литературы:

Гусев А.С., Цапаев Н.А., Беличев А.А. Биологическая активность почв с различным уровнем загрязнения тяжёлыми металлами. // Коняевские чтения. Сборник статей всероссийской научно-практической конференции. Уральская государственная сельскохозяйственная академия, Кафедра овощеводства и плодоводства имени Н.Ф. Коняева. 2006. С. 311-314.

Доклад о состоянии и использовании земель Свердловской области в 2015 году. // [Электронный ресурс] https://rosreestr.ru/site/open-service/statistika-i-analitika/zemleustroystvo-i-monitoring-zemel66/ (дата обращения 10.10.2016)

Карпухин М.Ю., Сенькова Л.А. Возможность использования банка почв при проведении регионального мониторинга почв Южного Урала. // Коняевские чтения V Юбилейная Международная научно-практическая конференция. 2016. С. 70-72.

Печеркина Н.С., Старицына И.А. Рекультивация нарушенных земель Сосновского месторождения известняков на территории Сысертского района Свердловской области. // Молодежь и наука. 2016. № 6. С. 30.

Региональный доклад о состоянии и использовании земель в Челябинской области в 2015 году. // [Электронный ресурс] https://rosreestr.ru/site/open-service/statistika-i-analitika/svedeniya-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-chelyabinskoy-oblasti/svedeniya-o-sostoyanii-i-ispolzovanii-zemel-v-chelyabinskoy-oblasti/ (дата обращения 20.10.2016)

Старицына И.А., Вашукевич Н.В., Старицына Н.А. Проблемы развития сельскохозяйственных территорий Свердловской области. //Островские чтения. 2016. № 1. С. 557-564.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ ЗЕЛЕНЫХ НАСАЖДЕНИЙ ГОРОДА АСТАНЫ

Э.В. Обезинская, Е.И. Крижановская, А.А. Либрик

Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации, РК, 021704 Акмолинская обл., г. Щучинск 4, ул.Кирова,58, evelina.51@mail.ru

Представлена работа, посвященная мониторингу состояния зеленых насаждений в городе Астане. Территория города Астаны располагается в пределах степной зоны, с резко континентальным климатом, отличающимся значительным дефицитом влажности, суровыми малоснежными и продолжительными зимами, сильными ветрами и резкими сменами температур в пределах суток (Гвоздецкий, Николаев, 1971).

Основными факторами ухудшения состояния зеленых насаждений является токсикация почвы выбросами промышленных предприятий и автотранспорта, результат техногенной деятельности нашей цивилизации. С выхлопными газами автомобильного транспорта в воздух выбрасываются углеводород, свинец, окислы серы, азота, углерода.

Экологическая оценка состояния зеленых насаждений проводилась по Методике оценки экологического состояния зеленых насаждений общего пользования (Методика, оценки экологического состояния, 2004). Данная методика позволяет получить достоверную информацию о видовом составе растительности, качественном состоянии городских объектов озеленения, деревьев, кустарников, живой изгороди, газонов и цветников, а также провести комплексную экологическую оценку зеленых насаждений.

По принятой методике оценка древесной растительности проводилась по шестибалльной шкале; живой изгороди, газонов и цветников - по трехбалльной шкале. ККЭО рассчитывался как сумма произведений баллов состояния (Бс) на поправочные коэффициенты, разделенная на сумму значений поправочных коэффициентов (ПК) всех элементов растительности по формуле:

ККЭО = (Бсд х 1 + Бск х 0.4 + Бсг х 0.2 + Бсц х 0.1) / SUM ПКд,к,г,ц. (1)

В 2016 г. было обследовано всего 43 объекта зеленых насаждений, в том числе по районам: в Сарыаркинском - 16; Есильском – 14; Алматинском – 13.

В табл. 1 приведены результаты мониторинга зеленых насаждений Есильского района города Астаны. Растительность зеленых насаждений представлена следующими видами: Ель обыкновенная *(Picea abies L.)*, Клен татарский *(Acer tataricum L.)*, Липа мелколистная *(Tilia cordata Hill.)*, Рябина обыкновенная *(Sorbus aucuparia L.)*, Клен Гиннала *(Acer ginnala Maxim.)*, Тополь белый *(Populus alba L.)*, Черемуха виргинская *(Padus virginiana L. Hill.)*, Арония черноплодная *(Aronia melanocarpa Michz. Elliott)*, Барбарис обыкновенный ф. пурпурнолистный *(Berberisvulgaris f. Atropurpurea)*, Боярышник кроваво-красный *(Crataegus sanguinea Pall.)*, Бузина черная *(Sambucus nigra L.)*, Дерен белый *(Sraida alba L.)*, Сирень обыкновенная *(Syringa vulgaris L.)*.

В парках, скверах, бульварах посадка проводится в основном крупномерным посадочным материалом с размещением корневой системы в ивовых корзинах. Для озеленения посадочный материал выращивается в питомнике АО «Астана-Зеленстрой». Исследования за состоянием насаждений ведутся на постоянных пробных площадях сотрудниками КазНИИЛХА (Обезинская и др., 2016). .

На обследованных объектах живые изгороди созданы различными по высоте, форме стрижки и насчитывают несколько видов растений, используемых для них. Это растения, которые обладают свойством быстро образовывать новые ростки. Это акация желтая, клен татарский, лох узколистный, вяз мелколистный, сирень обыкновенная, дерен красный и др.

При оценке газонов и цветников учитывалась площадь по категориям. Что дало возможность определения средневзвешенного балла. Правильная своевременная стрижка

газонов помогала сформировать качественное газонное покрытие, поддерживала определенную высоту травостоя, ковровость и декоративность.

Цветы на клумбах регулярного стиля выглядели декоративно. В состав цветов на клумбах и бордюрах входили: тагетес, петуния, цинерария, виола. Бордюрные цветы создавали своеобразную раму, окаймляющую цветники и дорожки геометрической планировки. По сравнению с остальной гаммой оттенков бордюрные цветы были подобраны наиболее контрастно.

Анализируя данные, приведенные в таблице, видно, что в Есильском районе 14 обследованных объектов относятся к категории «здоровые».

Табл. 1 Комплексная оценка степени экологического состояния зеленых насаждений Есильского района г. Астаны

Объект зеленого насаждения	Состояние в баллах по категориям растительности				Коэффициент комплексной экологической оценки (ККЭО) 2016 г.
	древесной	живая изгородь	газоны	клумбы	
Насаждения здоровые (ККЭО не превышает 1,5)					
1.Главная площадь (напротив Аккорды, правая и левая сторона)	1.2	-	1.5	1.5	1.2
2.Бульвар Музыкальный сквер	1.4	-	1.0	1.5	1.4
3.Сквер Байтерек	1.7	1.0	1.5	2.0	1.5
4.Водно-зеленый бульвар	1.3	-	1.0	2.0	1.4
5.Сквер КазМунайГаз	1.4	1.0	2.0	1.3	1.4
6.Сквер КазКомерцБанк	1.9	1.0	1.0	1.5	1.5
7.Парк «Влюбленных»	1.5	1.5	1.5	1.5	1.5
8.Сквер Исламский Культурный Центр	1.4	1.0	1.0	1.5	1.3
9.Сквер «Государственный Флаг РК»	1.4	1.0	1.0	1.0	1.2
10.Сквер "Театр оперы и балета"	1.2	1.0	1.5	-	1.3
11.Карта Казахстана "Атамекен"	1.3	1.0	1.0	1.5	1.2
12.ДОП (Дом Официальных Приемов)	1.2	-	2.0	1.5	1.3
13.Сквер Курмангазы	1.4	-	-	-	1.4
14. Парк «Арай»	1.9	1.2	1.2	1.5	1.4

В 2015 году к категории здоровых насаждений было отнесено 9 объектов (25.0%), к категории ослабленных и сильно ослабленных – 27 объектов (75.0%).

Анализируя расчетные данные 2016 года комплексной оценки экологического состояния зеленых насаждений г. Астаны, можно сделать вывод, что по сравнению с данными мониторинга 2015 года, состояние зеленых насаждений по обследованным объектам улучшилось. К категории здоровых насаждений в 2016 году отнесено 34 объекта, что составило 79.1%, к категории ослабленных – 9 объектов, что составило 20.9%.

Список литературы

Гвоздецкий Н.А., Николаев В.А. Казахстан./ М., Мысль, 1971.- С.168 – 296.

Методика оценки экологического состояния насаждений общего пользования Санкт-Петербурга разработана в соответствии с Федеральным законом «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10.01.2002 и Законом Санкт-Петербурга «Об охране зеленых насаждений» от 12.05.2004 № 254-38.

Обезинская Э.В., Кебекбаев А.Е., Либрик А.А., Крижановская Е.И. Мониторинг состояния зеленых насаждений города Астана/ Сборник научных трудов. Выпуск 46. Брянск.- 2016. – С.133-136.

РЕЗУЛЬТАТЫ 30-ТИ ЛЕТНЕГО ЭКОТОКСИКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ВОЛКА (Canis lupus) НА ЮГЕ ЗАПАДНОЙ СИБИРИ

Бондарев А.Я.
ФГБУ «Центрохотконтроль», г. Москва,E-mail altcanis@mail.ru

В 1970-е гг. на содержания хлорорганических пестицидов обследовано более 500 животных 7 видов, в том числе в Якутии, Алтайском крае и Смоленской области (Бондарев А.Я. и др., 1976; Денисова А.В. и др., 1980). В Алтайском крае и Республике Алтай исследовали волков из животноводческих и неживотноводческих районов. Содержание хлорорганических пестицидов в организме волков, обитавших в животноводческих районах, оказалось существенно выше, чем в лесной зоне. В неживотноводческих районах края волк обитал, как правило, в их лесной части. Там ДДТ и ДДД в большинстве проб не обнаружены, а ГХЦГ отмечен лишь в виде его следов, при концентрациях менее 0,002 мг/кг.

В 2006 г. возобновили аналогичные обследования волков. За 30 лет размещение волка существенно изменилось. Он истреблен в открытых и лесостепных местообитаниях. Поэтому пробы собраны от волков в лесах Ельцовского, Чарышского и Угловского районов.

Через 30 лет отмечено многократное увеличение загрязнения организма волков пестицидами. ДДТ и его метаболиты ныне встречены во многих органах и тканях взрослых волков и щенков: печени, почках, легких, а у волчат и в кориуме. Содержание ГХЦГ и его производных также стало обычным во всех органах и тканях волков.

У волчат средние концентрации хлорорганических пестицидов значительно больше, чем у взрослых. У волчат ДДТ в наибольшей степени концентрируется в кориуме – 3.081 мг/кг. С молоком матери происходит интоксикация молодняка животных, и это в дальнейшем способствует нарушению их репродуктивных способностей и увеличению гибели.

Тяжелыми металлами наиболее насыщены волос и печень волчат, а наибольшая концентрация стронция в костной ткани – 5.043 мг/кг.

Установлено, что спустя десятки лет после прекращения применения ДДТ и ГХЦГ происходит их энтропия в фоновые экосистемы, где их прежде не обнаруживали и не использовали; наблюдается многократное нарастание концентрации этих ядохимикатов в организмах волков (и других животных). Прогнозы на исключение ГХЦГ из трофических цепей не оправдались, как и ДДТ, он стал встречаться повсюду.

Чтобы собирать пробы волоса без отстрела волка, предложена предварительная зависимость распределения токсикантов в органах и тканях волка в сравнении с волосом и возрастом животных (Бондарев, 2013).

Была оценена возможность использования костей черепа волка в мониторинге токсикантов. В зоне отчуждения Чернобыльской атомной электростанции среди охотничьих зверей волк занимает первое место по накоплению радионуклидов. Наибольшие концентрации стронция-90 в костной ткани этого животного – 23,5±11,7 кБк, а цезия - 137 – в мышечной – 75,9±19,5 (Саевич, Гулаков, 2008). Охотники коллекционируют черепа волков в качестве сувенира или для участия с ними в выставках охотничьих трофеев. Некоторое количество черепов храниться в музеях. Прослежены изменения концентрации токсикантов в костных тканях черепов (табл.1). Сопоставление результатов показало, что в костных тканях увеличилась концентрации кадмия и свинца, при снижении концентрации стронция – 90, что, вероятно, обусловлено завершением его полураспада после взрывов ядерных устройств. По динамике концентрации стронция в коллекциях черепов можно отследить периоды наибольшего его выброса при испытаниях ядерного оружия на полигонах и при авариях на АЭС, так как не вся информация по ним общедоступна. Концентрации ГХЦГ и ДДТ в костях волков в

2010-е гг. многократно превышают показатели периода 1970 – х гг. (в сравнении с их мягкими тканями).

Таблица 1. Изменения концентрации токсикантов в костных тканях черепов волка. Юго-Западная Кулунда, Алтайский край (мг/кг; Бк/кг)

Наименование показателя	1980-е гг.		2010-е гг.		За 1980 и 2010 -е гг.
	n	M±m	n	M±m	M±m
ГХГЦ и изомеры, мг/кг	-	нет данных	8	0,014±0,003	-
ДДТ и метаболиты, мг/кг	-	нет данных	8	0,0619±0,029	-
Кадмий, мг/кг	12	<0,001	8	0,011±0,001	-
Медь, мг/кг	-	нет данных	8	0,576±0,083	-
Свинец, мг/кг	12	0,486±0,201	8	0,629±0,132	0,543±0,130
Цинк, мг/кг	-	нет данных	8	77,250±8,048	-
Стронций-90, Бк/кг	12	53,408±7,466	8	29,813±7,004	43,970±5,799

В качестве ответной реакции волка на загрязнения экосистем токсикантами использовали показатель плодовитость волчиц. Средняя их плодовитость в 1955-1984 гг. составляла 7,34 ±0,14 щенка, а в 2000-х гг. уменьшилась на 23%, до 5.97± 0,39 щенка.

Список литературы:

Бондарев А. Я. Хлорорганические пестициды в тканях некоторых диких животных / А. Я. Бондарев, А. В. Денисова, А. А. Кищинский, Н. И. Ряженов // Научные основы охраны природы: сб. науч. тр. ЦЛОП МСХ СССР. – М., 1976. – Вып. IV. – С. 110-116.

Бондарев А. Я. Волки Западной Сибири: численность, распределение и загрязненность / А.Я. Бондарев. – М.: ФГБУ «Центрохотконтроль», 2013. – 248 с.

Денисова А. В. Загрязненность хлорорганическими пестицидами диких животных различных экосистем / А. В. Денисова, А. Я. Бондарев, О. А. Иванова // Сб. науч. тр. Всесоюз. науч.-исслед. ин-та охраны природы и заповедного дела МСХ СССР. – М., 1980. – С. 125-131.

Саевич К. Ф. Современное состояние охотничьих животных и влияние на него аварии на ЧАЭС / К. Ф. Саевич, А. В. Гулаков // Лесное и охотничье хозяйство. – 2004. – № 4. – С. 32-35.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ ГОРОДА ТЮМЕНИ МЕТОДОМ БИОИНДИКАЦИИ

З.Р. Дамуллина

к.б.н., доцент, Боев Виктор Александрович
Тюменский государственный университет, кафедра геоэкологии, 625003 Тюменская область, г. Тюмень, ул. Червишевский тракт, 13 тел.: 7(912) 927-08-86; E-mail: Zemfira1994@yandex.ru

В представленной работе проведен подбор комплекса показателей, листьев березы повислой для оценки степени загрязнения урбанизированной среды.

Цель исследования: Исследовать морфологические и физиологические особенности листьев березы (Betula pendula Roth.) в условиях городской среды с целью подборки наиболее перспективных показателей для мониторинга.

Объект исследования: Листья березы повислой (Betula pendula Roth.).

Предмет исследования: Использования листьев березы повислой как индикатора состояния городской среды.

Задачи исследования:

1.Выявить морфологические изменения листьев березы повислой и особенности их асимметрии.

2.Рассмотреть особенности развития механической ткани.

3.Изучить закономерности накопления воды и тяжелых металлов.

4.Исследовать интенсивность транспирации.

Материалы и методы исследования. Исследования проводили в 2015 г. на территории города Тюмени в полевых и лабораторных условиях. Для исследования были выбраны 10 экспериментальные участков, различающиеся по степени антропогенной (табл. 1).

Таблица 1. **Экспериментальные участки на территории города Тюмени**

Участки парковой зоны	**6.** ул. Газовиков 49
1. Яблоневая роща	**7.** ул. Широтная, 108.
2. Затюменский парк	***Участки промышленной зоны***
3. Озеро Круглое	**8.** ТЭЦ-2
Участки жилой зоны	**9.** ул. Бабарынка, 64
4. ул. Московский тракт, 127	**10.** ул. Республики , 252.
5. ул. 8 марта, 67	

В качестве биоиндикатора было выбрано древесное растение береза повислая (Betula pendula Roth.)

Для оценки степени загрязнения воздушной среды на выбранных участках были исследованы следующие параметры листьев: морфологические показатели; асимметрия листовой пластинки; содержание воды; интенсивность транспирации.

Определение морфологических показателей листовой пластинки растений березы проводили по методике [Нефедова, 2003, Таршис, 2007]. Площадь листьев определяли методом взвешивания [Иванова, 2008]. Изучение флуктуирующей асимметрии листьев растений березы по стандартной методике [Мелехова, 2007]. Для определения содержания воды в листовой пластинке пользовались методикой [Ашихмина, 2000]. Определение интенсивности транспирации проводили весовым методом по Иванову [Викторов, 1972].

Проделанная работа позволяет сделать следующие **выводы:**

1.В условиях городской среды листья имели высокую фенотипическую изменчивость морфологических параметров. Нами было выявлено двенадцать форм листовой пластинки. Самая высокая степень ее вариабельности наблюдалась на участках с

максимальной и средней степенью загрязнения. В условиях города менялась не только форма листовой пластинки, а также ширина, длина, степень жилкования. Наиболее асимметричность листьев была выявленная на участках с высокой степенью загрязнения.

2. С повышением степени загрязнения среды наблюдалось увеличение содержания воды в листьях. При усиление загрязнения городской среды снижается интенсивность транспирация.

3. Наибольшее содержание элементов характерно для Fe, Mn, Ca, а их диапазон вариабельности в листьях березы на территории Тюмени невелик. Присутствие их объясняется с пылевой компонентой города. Максимальные содержания Zn, Cu, Cr отмечаются для промышленной зоны города и превышают минимальные значения в десятки раз.

4. Что касается высокотоксичных элементов: фоновое содержание Pb составляет 1 мг/кг, а Cd в тридцать раз меньше. Максимальное содержание Pb обнаружено на оживленном транспортном перекрестке ул. Республики – ул. Мельникайте.

На основе полученных результатов мы делаем заключение о высокой экологической пластичности листьев березы в условиях городской среды и считаем, что изученные параметры можно использовать для оценки состояния городской среды.

Список литературы

1. Ашихмина, Т.Я. Школьный экологический мониторинг / Т.Я. Ашихмина. - М. - 2000.- С.89.

2. Викторов, Д.П. Малый практикум по физиологии растений / Д.П. Викторов. – М. – 1972.

3. Иванова, Н.А. Экология северного города: монография / Н.А. Иванова, Е.С.Овечкина, Д.А. Погонышев и др. – Ханты-Мансийск.: Полиграф, 2008. – 162с.

4. Мелехова, О.П. Биологический контроль окружающей среды: биоиндикация и биотестирование: учеб. пособие для студ. высш. учеб. заведений / О.П.Мелехова, Т.И Евсеева, Е.И. Сарапульцева. – М.: Издательский центр «Академия», 2007- 288с.

5. Нефедова, Т.Н. Автопортрет/ Т.Н Нефедова – Москва 2003- 123с.

6. Таршис, Л. Г. Основы исследовательской деятельности в области естественно-научного образования. / Л.Г. Таршис, Г.И. Таршис // Учебное пособие: Банк культурной информации. – Екатеринбург. – 2007. – 135 с.

ГЛОБАЛЬНЫЕ ИЗМЕНЕНИЯ КЛИМАТА И ДИНАМИКА БИОРАЗНООБРАЗИЯ НАЗЕМНЫХ БЕСПОЗВОНОЧНЫХ НА ЮГО-ВОСТОКЕ БЕЛАРУСИ

А.М. Островский

Гомельский государственный медицинский университет,
РБ, 246000, г. Гомель, ул. Ланге, д. 5, Arti301989@mail.ru

Одной из важных составляющих процесса современной эволюции экосистем является инвазия видов из одного региона в другой, появление в экосистемах новых чужеродных видов и их влияние на местные популяции (Кузнецов, Стороженко, 2010; Горбань, Царик, 2012). Одной из предпосылок миграции видов в другие экотопы является проблема изменения климата. Климат на нашей планете меняется и меняется достаточно быстро. Виды и экосистемы уже начали реагировать на климатические изменения. Рост средних температур на планете привел к распространению южных видов в чужеродных экосистемы. Поведение беспозвоночных, в частности насекомых, напрямую связано с глобальным потеплением, она − индикатор климатических изменений. Насекомые реагируют на потепление и захватывают территории, где формируются благоприятные экологические условия (Ермоленко, 1973; Загороднюк, 2012).

В результате многолетних планомерных исследований нами установлено, что изменения климата вызвали активную миграцию и формирование на территории юго-восточной Беларуси локальных популяций южных видов, приуроченных к наиболее сухим остепненным местам. В качестве такого примера можно привести сравнительно недавнее появление в Беларуси богомола обыкновенного (*Mantis religiosa* L.) – насекомого, характерного для Южной Европы. Доказано, что расширение границ обитания этого вида связано с глобальным потеплением климата, причем его экспансия на территории нашей страны продолжается. Если раньше граница ареала его обитания проходила по южной части республики, то сейчас богомол отнюдь не редкость для Минской области и встречается даже в северных районах страны (Островский, 2012).

Южнорусский тарантул (*Lycosa singoriensis* Laxm.) – наиболее крупный представитель семейства пауков-волков (Lycosidae). Ареал его обитания охватывает степи и полупустыни Средней Азии, Украины и Южной России. Однако в последнее время этих пауков все чаще стали находить намного севернее своего ареала – так, с 2008 года они были обнаружены в Беларуси, в поймах рек Припять, Сож, Днепр, а также на территории Саратовской, Курской и Орловской областей России. В настоящее время ареал вида охватывает Гомельскую область и юго-восток Брестской. В 2013 году южнорусский тарантул был отловлен в Гомельском городском парке в районе р. Сож. Пауки продолжают активно продвигаться на север, используя в качестве экологических коридоров поймы крупных рек юго-востока Беларуси (Островский, 2012а).

Другой южный вид паукообразных – паук-кругопряд Брюнниха (*Argiope bruennichi* Scop.) – раньше обитал в Херсонской и Одесской областях, а сейчас заселил Украину и половину Беларуси (Лукин, 2005; Петрусевич и др., 2008; Пустюльга, 2013; Саварин, Островский, 2011, 2011а). Имеются также сведения о находках паука-кругопряда Брюнниха в Мордовии и сопредельных регионах России (Ручин и др., 2013). По мнению М.И. Петрусевича с соавт. (2008), выявление новых мест обитания этого вида пауков связано, по-видимому, с расширением его ареала, что, в свою очередь, обусловлено климатическими изменениями (прежде всего, потеплением в летний период).

Помимо богомолов и пауков, на север стали продвигаться и другие теплолюбивые виды насекомых, в частности крупная оса – сколия-гигант (*Megascolia maculata* Drury). В прошлом столетии северная граница ареала вида находилась на широте Киев-Харьков-Воронеж (степная и лесостепная зоны). В 2000 году оса была обнаружена в Черниговской области Украины, граничащей с юго-восточной частью Беларуси (Шешурак, 2011). На территории нашей республики первые особи сколии-гиганта были обнаружены в июле 2007

года в Полесском радиационно-экологическом заповеднике (Шляхтенок, 2013). За несколько лет вид распространился еще дальше на север и в июне 2015 года был обнаружен уже в окрестностях г. Гомеля (Островский, 2015; Ostrovsky, 2016).

Вследствие климатических изменений возросла численность и других ранее редко встречавшихся видов беспозвоночных. На возделываемых землях юго-востока Беларуси встречается несвойственная нашему климату перелетная саранча (*Locusta migratoria* L.) (Островский, 2014). Обнаружены новые виды многоножек (Островский, 2016; Ostrovsky, 2016), клопов (Островский, 2016а), жуков (Круглова, 2015) и стрекоз (Островский, 2016б).

Таким образом, климатические изменения являются одной из предпосылок инвазии видов в другие экотопы. Благоприятные климатические условия, достаточность кормовой базы, и отсутствие зоофагов способствуют быстрой адаптации этих видов в новых условиях существования. Входя в состав региональной фауны, виды-вселенцы оказывают влияние на трофические связи местной биоты и численность автохтонных видов, в связи с чем требуются дополнительные исследования для установления характера конкуренции между натурализовавшимся инвазивными и аборигенными видами наземных беспозвоночных в природно-климатических условиях юго-востока Беларуси.

Список литературы:

Горбань І., Царик Й. 2012. Гетеротрофні індикатори стану природних екосистем. – Вісник Львіського університету. Сер. біол., вип. 58, с. 209-220.

Ермоленко В.М. 1973. Об охране полезных, реликтовых и эндемичных насекомых Украинских Карпат и горного Крыма. – В кн.: Об охране насекомых. – Ереван, Изд-во АН АрмССР, с. 182.

Загороднюк І. 2012. Чужорідні види тварин у синантропних місцезнаходженнях Луганщини. – В кн.: Динаміка біорізноманіття 2012: зб. наук. пр. – Луганськ, Вид-во ДЗ «ЛНУ ім. Тараса Шевченка», с. 86-92.

Круглова О.Ю. 2015. Фенооблик формирующихся в Республике Беларусь группировок инвазийного вида божьих коровок *Harmonia axyridis* Pallas (Coleoptera, Coccinellidae). – Труды БГУ, т. 10, ч. 1, с. 327-335.

Кузнецов В.Н., Стороженко С.Ю. 2010. Инвазии насекомых в наземные экосистемы дальнего Востока России. – Рос. жур. биол. инв., № 1, с. 12-19.

Лукин В.В. 2005. Интересная находка. – Біялогія: праблемы выкладання, № 2, с. 63.

Островский А.М. 2012. Распространение и особенности биологии богомола обыкновенного *Mantis religiosa* (Linnaeus, 1758) на территории Беларуси. – Междисциплинарные исследования в науке и образовании: Биологические науки. Сборник трудов Первой Международной научно-методической конференции (Киев, 1 сентября 2012 г.), № 1 K. URL: www.es.rae.ru/mino/158-1001.

Островский А.М. 2012а. О перспективах энтомологических исследований в Беларуси. – Междисциплинарные исследования в науке и образовании: Биологические науки. Сборник трудов Первой Международной научно-методической конференции (Киев, 1 сентября 2012 г.), № 1 K. URL: www.es.rae.ru/mino/158-881.

Островский А.М. 2014. Эколого-фаунистическое изучение прямокрылых (Insecta, Orthoptera) юго-восточной части Беларуси. – В кн.: Полевые и экспериментальные исследования биологических систем: материалы V Всерос. (с междунар. участием) заочной конф. студентов, аспирантов и молодых ученых (Ишим, июнь, 2014 г.). Ишим, Изд-во ИГПИ им. П.П. Ершова, с. 68-73.

Островский А.М. 2015. Находки редких видов жалящих перепончатокрылых (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata) в окрестностях г. Гомеля. – В кн.: Перспективы сохранения и рационального использования природных комплексов особо охраняемых природных территорий: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. 90-летию Березинского заповедника и 20-летию присвоения ему Европейского Диплома для охраняемых территорий (д. Домжерицы, Республика Беларусь 26-29 августа 2015 г.). Минск, Белорусский Дом печати, с. 193-195.

Островский А.М. 2016. Распространение и особенности биологии мухоловки обыкновенной *Scutigera coleoptrata* (Linnaeus, 1758) на территории Беларуси. – В кн.: Биоспелеологические исследования в России и сопредельных государствах. Материалы II Всероссийской молодежной конференции (Москва, 1-2 декабря 2016 г.). Ярославль, Филигрань, с. 78-83.

Островский А.М. 2016а. О находке *Prostemma aeneicolle* Stein, 1857 (Hemiptera: Heteroptera: Nabidae) на территории Юго-Восточной Беларуси. – Эверсманния. Энтомологические исследования в России и соседних регионах, вып. 45-46, с. 73.

Островский А.М. 2016б. *Sympetrum meridionale* (Selys, 1841) (Odonata, Libellulidae) – новый вид стрекоз для фауны Беларуси. – Известия Гомельского государственного университета имени Ф. Скорины, № 6 (99), с. 30-33.

Петрусевич М.И., Радевич В.С., Гричик В.В. 2008. Новые находки *Argiope bruennichi* Scop. (Arthropoda, Aranei) в Беларуси. – Вестник Белорусского государственного университета. Сер. Химия. Биология. География, № 2, с. 113.

Пустюльга Е.С. 2013. Популяционная плотность и структура уловов тенет инвазивного вида пауков *Argiope bruennichi* (Scop.) (Arachnida: Aranei: Araneidae) в условиях Минского района. – В кн.: Зоологические чтения: материалы Междунар. науч.-практ. конф., посвящ. памяти проф. И.К. Лопатина (Гродно, 14-16 марта 2013 г.). Гродно, ГрГУ, с. 252-254.

Ручин А.Б., Рыжов М.К., Артаев О.Н., Хапугин А.А. 2013. О находках *Argiope bruennichi* (Scopoli, 1772) (Aranei: Araneidae) в Мордовии и сопредельных регионах России. – Arthropoda Selecta, № 22 (4), с. 361-362.

Саварин А.А., Островский А.М. 2011. К вопросу об экологии малоизученных видов *Argiope bruennichi* (Scopoli, 1772) и *Dolomedes plantarius* (Clerck, 1758) на юго-востоке Беларуси. – Весн. Мазырскага дзярж. пед. ун-та, № 1, с. 25-30.

Саварин А.А., Островский А.М. 2011а. Распространение пауков *Argiope bruennichi* (Scopoli, 1772) и *Dolomedes plantarius* (Clerck, 1758) на юго-востоке Беларуси. – Весн. Віцебскага дзярж. ун-та, № 1, с. 55-58.

Шешурак П.Н. 2011. Осы сколии (Hymenoptera: Scoliidae) в Черниговской области (Украина). – В кн.: Красная книга Республики Беларусь: состояние, проблемы, перспективы: материалы международной научной конференции (Витебск, 13-15 декабря 2011 г.). Витебск, УО «ВГУ им. П.М. Машерова», с. 191-193.

Шляхтенок А.С. 2013. Аннотированный каталог ос (Hymenoptera, Apocrita, Aculeata) Беларуси. – Минск, Беларус. навука, 259 с.

Ostrovsky A. 2016. New data about findings of *Megascolia maculata* (Drury, 1773) in South-Eastern Belarus. In: Youth and Progress of Biology: Book of Abstracts of XII International Scientific Conference for Students and PhD Students (Lviv, 19-21 April 2016). Lviv, p. 219.

Ostrovsky A.M. 2016. The first records of *Scutigera coleoptrata* (Linnaeus, 1758) (Chilopoda: Scutigeromorpha: Scutigeridae) from Belarus. – Arthropoda Selecta, vol. 25, No.4, p. 355-356.

МОНИТОРИНГ - ПРОГНОЗ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИХ РИСКОВ В УРБОСФЕРЕ

В.Н. Зайцев

Институт биологического приборостроения РАН, *Моск. обл.,г. Пущино,* tobil@rambler.ru

Рельеф земной поверхности - компонент геоморфологической среды и структурная основа существования организмов биосферы. Однако, энерговооруженность градостроительной, техногенной деятельности человека изменяет направленность геологических рельефообразующих процессов, в совокупности формируя геоморфологический каркас урбосферы. Связи биосферы с атмосферой и геолитодинамической оболочкой модифицируют эволюционно установившуюся геоэкологическую сопряженность процессов, нарушают ее устойчивость в системе «атмосфера-биоценозы-почва-литосфера» (Зайцев, Степанов, 2010). Деформации, смещения почвы, земного вещества сопряжены с проявлением сейсмоактивности, эрозионных, аккумулятивных процессов (водные, ветровые, карстовые) и с воздействиями при техногенезе, без учета появления геоэкологических рисков (провалы в почве, автодорогах, трещины в стенах зданий и др.). Очевидны потребности в согласовании градостроительных технологий с динамической неустойчивостью рельефа на ландшафтных территориях урбосферы, подверженных обвалам, промоинам, просадкам, затоплениям, подтоплениям. Ранее показано, что методической основой для стабилизации устойчивости геоморфологического каркаса урбосферы является параллельное расположение длинных осей стройобъектов инфраструктуры относительно длинных осей природно сформированных почво-литогенных потоковых структур (Зайцев, Степанова, Баранов, 2012). В последнее время, получены результаты об открытии явления миграционной геоморфодинамики палеорусел и основного русла р. Волга в долине Нижнего Поволжья за длительные периоды от Ергенинской возвышенности к возвышенностям Урала, Эмбы (Зайцев, 2013; 2015). Это свидетельствует о необходимости анализа значимости миграции палеорусел в формировании рельефа для мониторинга и прогноза геоморфодинамики почволитогенных структур рельефа объектов урбосферы, подверженных георискам: прирусловых рельефов палеорусел и русла р. Волга в долине Нижнего Поволжья.

Цель работы: обоснование необходимости мониторинга геоморфодинамики рельефа картографической визуализацией с целью прогноза геоэкологических рисков для поиска способов повышения устойчивости геоморфологического каркаса ландшафта урбосферы на примере анализа формирования геоморфологических особенностей палеорусел при миграции, а также и русла р. Волга.

Обзор и обсуждение. Очевидно, что коэволюционное нормирование антропогенно-техногенных потребностей в природных ресурсах с возможностями регионального экологически сбалансированного их использования, в настоящее время переходит (по В. И. Вернадскому) на уровень ноосферного и становится актуальной для человечества. Коэволюция биогеоценозов на территориях мегаполисов в большей мере интенсифицирует геохимические, геофизические сопряженности биотических, абиотических факторов, структур биосферы и литосферы (Зайцев, 2011; 2013). Поэтому, мониторинг особенностей эрозионной аккумулятивной сети, естественно сформированной на выбранном участке городской застройки целесообразно осуществлять с учетом энергии эрозионно-аккумулятивных потенций рельефа. Разгрузки энергетических потенций рельефа целесообразно технически поддерживать через ложбины, тальвеги, овраги, балки, как наиболее быстро реагирующих на техногенез т.е. - по сформированным стокам эрозионной, аккумулятивной бассейновой сети. Риски на урбанизированных территориях усугубляются химическим, техногенным загрязнениями атмосферы, водных объектов, почв, что нарушает экологические норм. Эффективным способом прекращения овражной эрозии является повышение базиса эрозии созданием водоемов в балках, что может обеспечить защиту от овражной эрозии поселениям. На территориях в меньшей мере, урбанизированных,

овражно-балочное расчленение формируется за счет энергии стока талых вод с возвышенностей посредством эрозионно-гравитационных энергий стока водных масс. Поэтому, глобальные геоэкологические катастрофы могут кардинально влиять и изменять облик рельефа. Концепция потоковой визуализации позволяет выявить детали формирования эволюционной древовидности потоковых структур, отражая системнообразующую схему переноса, миграции энергии, вещества с водными массами к «аттракторным» ловушкам на границе между педосферой, литосферой (Зайцев, 2015).

Заключение. Визуализация геоморфологических повышений от гидроморфных понижений позволила выявить геодинамическую картину сдвига к востоку 3-х палеорусел р. Волга в долине Нижнего Поволжья. Предполагаемой причиной геодинамики являются катастрофические флювиогляциоселевые потоки, обусловленные гидросферными механизмами периодического водно-ледового подпруживания русла р. Волга в узких местах (р-н г. Волгоград) с последующим их прорывом. Она согласуется с концепцией катастрофического воздействия водно-ледовых масс на формирование рельефов территорий Северной Евразии, Сибири, следы, которых обнаружены на космических снимках (Гроссвальд, 2009). Этим адекватно объясняется и возникновение «бэровских» бугров в отличие от гипотезы периодической «трансгрессии - регрессии» водных масс из Каспийского моря в долину и из нее. Предполагается, что флювиогляциоселевые водно-ледовые потоки при таянии локальных ледников (на возвышенностях Ергеней, Эмбы) при сходах по овражно-балочной расчлененности склонов возвышенностей осуществляли пропахивание и повышение наносов. Это подтверждается широтно чередующимся расположением «бэровских» бугров и ложбин полосой около 100 км, примыкающих к Эмбе и к южным склонам Ергеней. Ближе к центральной части северного берега Каспийского моря «бэровских» бугров нет, а расположены они соответственно западнее и восточнее от нее меридионально по отношению к стокам палеорусел. Таким образом, картографической визуализацией выявлены природные, урбосферные георискы, обусловленные механизмами глобальных (гидросферных) и региональных (овражно-балочных) катастроф. Это позволяет посредством мониторинга осуществлять прогноз планирование, последующие реконструкции инфраструктуры урбосферных объектов, инженерно-технических сооружений для поиска методов повышения устойчивости геоморфологического каркаса урбосферы, снижения георисков при переформировываниях палеорельефов.

Список литературы:

Зайцев В.Н., Степанов, И.Н. Изоморфизм почвенных тел как отражение геофизических, геохимических сопряженностей биосферы с литосферой. В сб.: Отражение био-, гео-, антропосферных взаимодействий в почвах и почвенном покрове. Томск, 2010, с.78-82.

Зайцев В.Н., Степанова В.И., Баранов И.П. Геоэкологические принципы формирования устойчивости геоморфологического каркаса ландшафта урбосферы. В сб.: Проблемы снижения природных опасностей и рисков. Москва. РУДН. 2012. т.1, с.63-68

Зайцев В.Н. Коэволюционное нормирование баланса биотических, абиотических процессов для экологической устойчивости агроландшафтов. В сб.: Биосфера – почвы – человечество: устойчивость и развитие. Москва , 2011, с.125-138.

Зайцев В.Н. Флювиогляциоселево-гидросферные палеокатастрофы как геоморфологические факторы преобразования рельефа. В сб.: Проблемы геологии Европейской России. Саратов, 2013, с. 156-163.

Зайцев В.Н. Картографическая палеореконструкция геоморфологической динамики прирусловых рельефов Нижнего Поволжья в четвертичном периоде. В сб.: YIII Всероссийское совещание по изучению четвертичного периода. Ростов-на Дону, 2013, с. 199-201

Зайцев В. Н. Визуализация геоморфодинамики рельефа для прогноза геоэкологических рисков в урбосфере. В сб.: Анализ, прогноз и управление природными рисками в современном мире. Москва, 2015, т. 1, с. 218-224.
Гроссвальд М.Г. Оледенение Русского Севера и Северо-Востока в эпоху последнего великого похолодания // Материалы гляциологических исследований. М.: Наука, 2009, вып. 106. 152 с.

АНАЛИЗ ЭКОЛОГИЧЕСКОЙ СИТУАЦИИ В УРБОЛАНДШАФТАХ НА ОСНОВЕ ГЕОИНФОРМАЦИОННЫХ СИСТЕМ

С.А. Дубровская

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт степи Уральского отделения Российской академии наук, РФ, 460000, г. Оренбург, ул. Пионерская, д. 11, skaverina@bk.ru

Городская среда – искусственно созданная человеком среда для комфортного проживания, в результате такого воздействия усугубляется экологическая ситуация данной техногеосистемы. Использование информационных технологий позволят количественно описать и смоделировать сложные процессы, происходящие в различных компонентах городского ландшафта, оценить реальное состояние урботехногеосистемы и оптимизировать качество городской среды с учетом экологической ситуации с целью рационального использования. Ю.А. Израэль (1984) выделил этапы анализа экологической информации, которые включают: анализ эффектов воздействия различных факторов на окружающую среду (выявление критических факторов воздействия и наиболее чувствительных элементов биосферы); определение допустимых экологических воздействий и нагрузок на компоненты окружающей среды с учетом комплексного и комбинированного воздействия на экосистему; определение допустимых нагрузок на регион с эколого-экономических позиций.

Использование ГИС-технологий предполагает создание комплексных картографических моделей, состоящих из природно-экологических региональных данных (математических, статистических и др.). Для оценки экологической ситуации городских территорий за основу берется ландшафтная картографическая основа, дающая общее представление о структуре урбогеосистемы и ее компонентов. На основе ландшафтного анализа проводится определение функциональных зон территории (корректировка содержания карты с учетом ландшафтной структуры города). Экологическая информация представлена интегральными блоками данных, состоящих из следующих компонентов: природной составляющей городов (рельеф, климат, гидрогеологические, почвенно-геологические, гидрохимические, растительные характеристики урбанизированной территории); техногенных потоках (миграции) загрязняющих веществ в окружающей среде: комплексный показатель загрязнения атмосферного воздуха, комплексный показатель уровня загрязнения почв, показатель шумового загрязнения и др.; нормативное размещение промышленных, транспортных, сельскохозяйственных, жилых объектов в городской структуре. Ландшафтно-функциональное и экологическое зонирование городских территорий направлено на обеспечение благоприятной среды для комфортного и безопасного проживания населения, служат мерой по управлению экологическими рисками (прогноз и предотвращение чрезвычайных техногенных ситуаций); предупреждение чрезмерной концентрации населения и производства, загрязнения окружающей природной среды; охрану и использование особо охраняемых природных территорий, в том числе природных ландшафтов, территорий историко-культурных объектов, сельскохозяйственных и лесных угодий в границах города.

Нами проведена интегральная оценка экологической ситуации и качества городской среды Орска и Новотроицка в системе экодиагностики. Районирование по степени загрязнения атмосферного воздуха осуществляется в соответствии с методикой по интегральному критерию комплексному индексу загрязнения атмосферы (КИЗА). Критерием и важнейшим нормативом, позволяющим оценить степень загрязнения почвы химическими веществами, является ПДК загрязняющих веществ. При оценке загрязнения почв веществами, для которых показатель ПДК не определен, уровни загрязнения сопоставляются с естественным фоновым уровнем или почвенными кларками. При отсутствии данных по фоновому содержанию в почвах неорганических химических веществ фон берется как средне региональный для незагрязненной территории. Так как в

загрязнении участвуют комплексы тяжелых металлов разного класса опасности промышленного происхождения, для оценки состояния почв используется суммарный индекс химического загрязнения Z_c (Водяницкий, 2000). Спектр загрязнения почв Орско-Новотроицкого промузла продуктами техногенеза достаточно разнообразен, отражая разнопрофильный состав промышленного производства, с преобладанием предприятий металлургического цикла. Нами выполнены расчеты коэффициента техногенной концентрации (K_a) содержания ТМ в почвах Орско-Новотроицкого промузла по данным почвенно-экологических обследований, результаты в целом можно охарактеризовать следующей геохимической формулой (в порядке убывания K_a): Co (25,13)> Ni (18,91) > Cu (5,58)> Zn (2,26) > Mn (2,05) > Pb (2,03) > Cr (1,12) > Cd (0,9). В отдельных пробах наиболее загрязненных городских почвах значения K_a достигают: Cu – 89,97 (269,9 мг/кг), Zn – 61,7 (1419,0 мг/кг), Co – 21,9 (109,5 мг/кг), Mn – 6,5 (906,5 мг/кг), Ni – 258,5 (1034,0 мг/кг), Pb – 18,4 (110,4 мг/кг), Cd – 4,9 (1,90 мг/кг), Cr – 9,1 (54,8 мг/кг). Количество проб (урбаноземы) с содержанием Ni в интервале более 10 фона составляет 28,8%, от 5-10 – Ni (18,18%) и Cu (16,67%), от 3-5 – Mn (21,21%), от 1,5-3 – Mn (24,24%), Cu (21,21%), Zn (19,69%), Co (18,18%), Pb (16,67%).

Коэффициент абсолютной и относительной антропогенной напряженности эколого-хозяйственного состояния территории позволяют оценить антропогенную преобразованность территории. Коэффициент абсолютной антропогенной напряженности (K_a) – отношение площади сильно нарушенных застройкой, промышленностью, транспортом земель к площади неиспользуемых или естественных ландшафтов. Коэффициент относительной антропогенной напряженности (K_o) – отношение площади земель с высокой антропогенной преобразованностью к площади земель с более низкой антропогенной преобразованности (Кочуров, 1999). Эколого-хозяйственный состояние города в наибольшей степени характеризует коэффициент относительной антропогенной напряженности, так как охватывается вся городская территория. Для территории городов Оренбург, Орск, Новотроицк характерно несбалансированное эколого-хозяйственное состояние.

Использование информационных технологий позволят количественно описать и смоделировать сложные процессы, происходящие в различных компонентах городского ландшафта, оценить реальное состояние урботехногеосистемы и оптимизировать качество городской среды с учетом экологической ситуации с целью рационального использования. Выделят этапы анализа экологической информации, которые включают: анализ эффектов воздействия различных факторов на окружающую среду (выявление критических факторов воздействия и наиболее чувствительных элементов биосферы); определение допустимых экологических воздействий и нагрузок на компоненты окружающей среды с учетом комплексного и комбинированного воздействия на экосистему; определение допустимых нагрузок на регион с эколого-экономических позиций.

Разработка стратегий оптимизации жизненных условий невозможна без комплексного мониторинга городской среды – как системы наблюдений, оценок и прогнозов за различными техногенными и природными явлениями, а также компонентами городской среды в пространстве и времени, позволяющие современно принимать управленческие решения.

Список литературы:

Водяницкий Ю.Н. Формула для подсчета суммарного показателя токсического загрязнения почв тяжелыми металлами // Тез. докл. III съезда общ-ва почвоведов. М., 2000. Кн. 1. С. 238.

Израэлъ Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды. М.: Гидрометеоиздат, 1984. 560 с.

Кочуров Б.И. Геоэкология: экодиагностика и эколого-хозяйственный баланс территории. – Смоленск: СГУ, 1999. 154 с.

ВНЕСЕНИЕ АБСОРБЕНТА ПЭВД ПРИ ПОСАДКЕ ЛЕСНЫХ КУЛЬТУР В ЗЕЛЕНОЙ ЗОНЕ Г. АСТАНЫ

С.А. Кабанова, В.А. Борцов, А.Н. Кабанов, И.С. Кочегаров

Казахский научно-исследовательский институт лесного хозяйства и агролесомелиорации
Казахстан, 021704, Акмолинская область, г. Щучинск, ул. Кирова. 58
Kabanova.05@mail.ru

Сложные почвенно-климатические условия в окрестностях столицы Казахстана г. Астаны делают необходимым применение мелиорантов, биодобавок, различных веществ, повышающих приживаемость искусственных насаждений в зеленой зоне города. Чтобы снизить негативное влияние засушливости климата, был заложен опыт по внесению абсорбента ПЭВД при посадке древесных и кустарниковых пород (Кабанова и др., 2016). Абсорбент ПЭВД получен из г. Курчатова (Казахстан), где его выпускает АО «Парк ядерных технологий».

При создании лесных культур яблони сибирской абсорбент разводили в воде и непосредственно перед посадкой обмакивали корни и производили посадку растений лесопосадочными машинами. Приживаемость опытных посадок в среднем составила 33.7%, на контроле – 23.5%. Высота саженцев яблони сибирской на контрольных участках (48.9 см) незначительно превышала опытный вариант с обмакиванием корней в абсорбент (48.0 см), но различия между ними достоверные ($F_{выч}$=2.89>$F_{табл.}$=1,98 на 0.05%-уровне). Коэффициент изменчивости колебался на повышенном уровне (28.2-29.9%).

Был заложен опыт с вязом мелколистным, при этом применение абсорбента проводилось по двум вариантам: обмакивание корней в раствор абсорбента и внесение сухого вещества в почву рядом с высаженным растением. Приживаемость растений в опыте с обмакиванием корней в абсорбент (93.3%) была больше, чем на контроле (88.2%). На пробной площади с внесением сухого абсорбента в почву приживаемость вяза мелколистного была наименьшей (82.8%).

Высота вяза мелколистного в опытных посадках практически не различалась с высотой контрольных растений и составила в среднем 63.1 см. Но следует учесть, что при сравнении первоначальной высоты растений и высоты, замеренной осенью 2016 года видно, что при обмакивании корней в абсорбент высота вяза увеличилась в 1.95 раз, при внесении сухого абсорбента – в 1.82 раза, на контрольных делянках – в 1.78 раза. Следовательно, незначительно, но присутствие абсорбента влияет на увеличение прироста растений.

Опыт по внесению абсорбента был проведен в посадках тополя бальзамического, лоха узколистного и смородины золотистой 2015 года посадки. Приживаемость тополя бальзамического в опытных вариантах снизилась на 25.3%, смородины золотистой – на 9.6%, лоха узколистного – на 8.3% (таблица 1). Снижение приживаемости растений на контроле произошло соответственно – на 8.6%, на 23,5% и 4.1%. Следует отметить, что первоначальная приживаемость всех древесных и кустарниковых пород на опытных участках была больше, чем на контрольных, такая тенденция сохранилась и на второй год жизни лесных культур.

Состояние деревьев было хорошим, признаков заболеваний не обнаружено.

В 2015 году тополь бальзамический имел наибольшую высоту на опыте с внесением абсорбента, в 2016 году высота по вариантам опыта практически не различалась. Высота лоха узколистного за 2 года наблюдений была больше на участке с внесением абсорбента. Высота смородины на опытном и контрольном участке не различалась.

Таблица 1 – Приживаемость и высота растений на опытных участках с внесением абсорбента

Порода	Высота (см) по годам			Приживаемость (%) по годам	
	2015	2016	V, %	2015	2016
Абсорбент ПЭВД					
Тополь бальзамический	96.1±2,4	205.8±3,6	17.1	99.5	74.2
Смородина золотистая	45.7±1,8	104.4±3,5	23.4	100.0	90.4
Лох узколистный	62.3±2,1	141.9±6,1	34.0	60.8	52.5
Контроль					
Тополь бальзамический	82.4±2,9	203.4±2,7	19.2	80.3	71.7
Смородина золотистая	48.3±0,9	104.5±2,7	22.3	98.8	75.3
Лох узколистный	57.7±1,7	110.0±5,8	42.4	62.4	58.3

Проведен опыт по посадке ели сибирской с закрытой корневой системой с внесением сухого абсорбента в почву рядом с растением. Приживаемость растений при применении абсорбента составила 97.0%, на контроле – 91.9%. Высота растений практически не различалась и составила на опытном участке 10.5 см, на контроле – 10.8 см (рисунок 1).

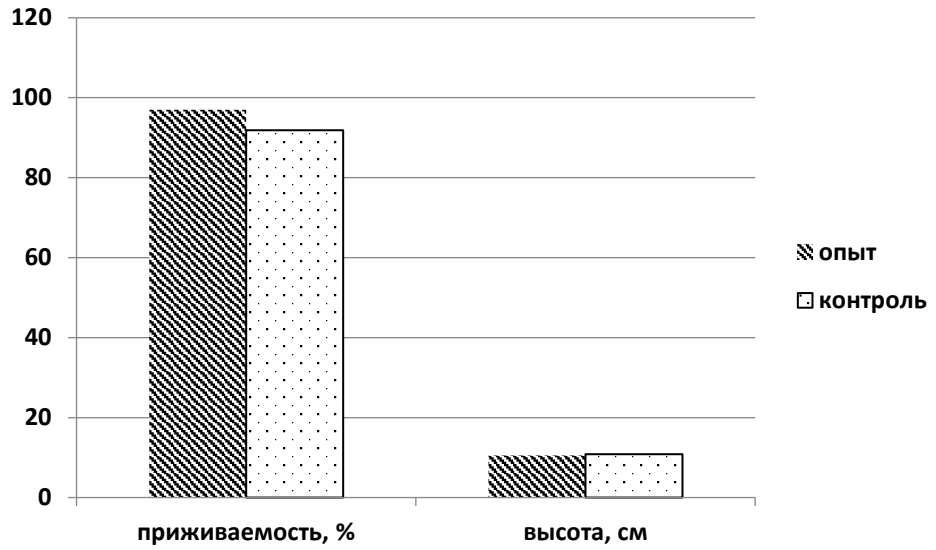


Рисунок 1 – Результаты роста и приживаемости ели сибирской с применением абсорбента

На основании полученных результатов исследований можно сделать некоторые выводы. Выявлено, что на рост растений внесение абсорбента практически не влияет. Но имеется некоторое превышение приживаемости опытных лесных культур по сравнению с контрольными делянками и различия между ними достоверно различаются.

Список литературы

Кабанова С.А., Борцов В.А., Мироненко О.Н.. Кабанов А.Н., Нысанбаев Е.Н. Влияние стимулирующих добавок на рост и приживаемость зеленых насаждений в зеленом поясе г. Астаны Материалы Междунар. Научно-практ. конф. «Защитное лесоразведение, мелиорация земель, проблемы агроэкологии и земледелия в Российской Федерации». Волгоград, 2016. – С. 312-314.

ВЛИЯНИЕ НЕГАТИВНЫХ ФАКТОРОВ НА СОСТОЯНИЕ ДРЕВЕСНЫХ НАСАЖДЕНИЙ КУРОРТНОГО ПРОСПЕКТА Г. СОЧИ

И.С. Пастухова

Федеральное Государственное Бюджетное учреждение
Сочинский Национальный Парк,г. Сочи, Россия,
e-mail:irina.s.pastukhova@rambler.ru

Курортный проспект — главная и самая длинная улица города Сочи, Один из двух городских проспектов, наряду с перпендикулярным ему проспектом Пушкина.

Проспект существенно выпрямил и сократил путь между Нижним и Верхним Старым городом в центральной части Сочи, соединив её с микрорайоном Светлана. С 1957 г. проспект Сталина переименован в Курортный. Частью Курортного проспекта является знаменитая Платановая аллея.

Объектами послужили древесно-кустарниковые растения, произрастающие вдоль Курортного проспекта, относящиеся к трем био-хозяйственным группам (вечнозелёные лиственные кустарники, вечнозелёные лиственные деревья, листопадные лиственные деревья). Среди растений этой группы, цветущей во все времена года, наиболее представлены летнецветущие виды , среди которых едва ли не самыми декоративными и экзотическими являются вечнозеленые кустарники олеандра обыкновенного.

Наиболее распространен в насаждениях Курортного проспекта вечнозеленый вид Magnolia grandiflora L.

В насаждениях «Платановая аллея» широко представлен вид (Platanus orientalis).

Именно эти виды были выбраны в качестве основных объектов исследований, которые проводились на территории Курортного проспекта

Проведенное обследование порослевых кустов показало, что олеандр сильно заражен бактериальным раком (Pseudomonas savastanoi var. nerii C. O. Sm.). Рак олеандра широко распространен в посадках вдоль автомобильных магистралей (Пастухова, 2013).

В период с 2013-2016 г.г. зараженность его на Курортном проспекте достигала 70,7%. В удаленных от дорог посадках (парк Дендрарий", аллеи) зараженность резко сокращалась (15,6-15,7%).

Крайне отрицательно на жизнедеятельность растений олеандра произрастающих по обеим полосам Курортного проспекта сказываются автомобильные выхлопные газы.

В процессе наблюдения за исследуемыми растениями были отмечены такие видимые изменения, как: проявления светло-зеленых маслянистых пятен, а затем образованием бородавчатых вздутий, разрастающихся в большие трещиноватые наросты. Аналогичные наросты возникают на побегах, соцветиях и плодах. На побегах появляются вздутия в виде желваков, также растрескивающихся трещиноватых наростов. Вместо цветков образуются наросты в виде бородавок.

Установлено, что в наибольшей степени на Курортном проспекте поражалась болезнями и повреждалась вредителями Magnolia grandiflora L. В ходе работы выявлено – 6 видов возбудителей болезней, 4 вида вредителей: Phyllosticta magnoliae Sacc., листья (5-30%); Septoria magnoliae Cooke., листья (10-90%); Gloeosporium magnoliae Pass., листья (10-30%); Phoma veridiari Sacc., ветви (6%); Diplodia magnoliae West., ветви (10%) (Ширяева, Гаршина, 1998). Ceroplastes japonicus Green., листья, (III балл); Aspidiotus spinosus Comst., листья, ветви, ствол (II балл); Haplothrips subtilissimus Hal., листья (I балл); Frankliniella occidentalis Perg., цветки (III балл). (Ширяева, Гаршина, Пастухова, 2009).

Проанализировано более 54 экземпляров растений (Platanus orientalis) произрастающих на «Платановой аллеи».

Наиболее влиятельными факторами дестабилизации состояния насаждений аллеи является комплекс антропогенных факторов. Интенсивность транспортного движения и

пешеходных потоков определяет уровень антропогенной нагрузки на насаждения аллеи. Среди них на первом месте стоит влияние дорожно-транспортных загрязнений. Кроме влияния дорожно-транспортного загрязнения наиболее существенное воздействие на деревья здесь оказывают такие факторы, как сильное нарушение воздухо-и влагообмена, обусловленное уплотнением почвы в районе приствольных кругов (II-III стадия рекреационной дигрессии).

Анализ факторов ослабления платановых насаждений показал высокую степень поражённости болезнями и повреждённости вредителями.

Основными болезнями являются: мучнистая роса (Oidium platani Sacc.), 5-40%; антракноз листьев (Gloeosporium platani Sacc.), 25-60%; гниль корней и ствола (Fomes fomentarius Fr., Stereum hirsutum Fr.), 3%, 12% с образованием плодовых тел.

Среди вредителей встречаются: калифорнийская щитовка (Diaspidiotus (Quadraspidiotus) perniciosus Comst.), V – балл; платановый клоп (Corythucha ciliate Say.), V – балл; тепличный, или оранжерейный трипс (Heliothrips haemorrhoidalis Bouche) III - балл. (Пастухова, 2014).

Не маловажным фактором для древесных насаждений является дополнительное освещение растений в ночное время. Насекомые, обладая фототаксисом, реагируют на ночное освещение изменением своего поведения. Привлекая их, избыточное и разнообразное ночное освещение приводит к концентрации и скоплениям в насаждениях вредных видов, что в конечном итоге ослабляет растения. С другой стороны, многие полезные виды насекомых погибают при соприкосновении с различными раскаленными источниками света.

Не смотря на высокую степень антропогенной нагрузки, которую испытывают насаждения на курортном проспекте, нарушение их биологической устойчивости проявляется, как правило, пока лишь на локальных участках его территории, а случаи массового усыхания или повреждения древесных пород сравнительно редки и, в основном, связаны с действием антропогенных факторов.

Список литературы

Пастухова И.С. 2013. Инфекционные болезни листьев, хвои древесных пород Большого Сочи/ И. С. Пастухова // Роль ботанических садов в сохранении разнообразия растений: сб. материалов междунар. науч. конф., г. Батуми, 8-10 мая. 2013 г. Батуми, Грузия. С. 221-222.

Пастухова И.С.2013. Мучнисторосяные грибы на древесных породах в озеленении Сочи// «Роль ботанических садов и дендропарков в сохранении и обогащении биологического разнообразия урбанизированных территорий» сб. материалов междунар. науч. конф. : Киев: НЦЭБМ НАН Украины – «Випол», 2013., С. 124-125

Ширяева Н.В., Гаршина Т.Д. 1998. Вредные членистоногие и микофлора коллекционных растений Сочинского “Дендрария” (на 1 января 1997 года) (Справочник). – Сочи: НИИгорлеэскол, 1998. – 60 с.

Ширяева Н.В., Гаршина Т.Д., Пастухова И.С. и др. 2009. Адвентивный карантинный объект – западный (калифорнийский) цветочный трипс (Franklinella occidentalis Pergande) в оранжереях сочинского “Дендрария” // Материалы конференции (9 – 14 ноября 2009 года), посвященной 65-летию Федерального государственного учреждения “Научно-исследовательский институт горного лесоводства и экологии леса”. – Сочи: ФГУ “НИИгорлесэкол”, 2009. – С. 230-235.

Пастухова И.С. 2013. Рак олеандра (Pseudomonas savastanoi var. Nerii c. O. Sm.) в городских и парковых условиях// «Актуальные проблемы изучения сохранения фито-и микобиоты», сб. материалов междунар. науч. конф. : Минск, 2013 г. Сад НАН Белоруси С. 284.

Пастухова И.С. 2014. Состояние и причины ослабления платановой аллеи – памятника природы г. Сочи //«Интродукция, сохранение и мониторинг растительного разнообразия» сб. материалов междунар. науч. конф. :, Киев, Украина, 2014 С. 248.

Пастухова И.С. 2013. Состояние древесных пород парка Ривьера и факторы нарушения их устойчивости //«Актуальные проблемы экологии и природопользования» сб. материалов междунар. науч. конф. : Москва: - Вып. 15 – М.: РУДН, 2013., С.214-218.:

Секция Б1: мониторинг состояния водных экосистем



СЕЗОННЫЕ И МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЧИСЛЕННОСТИ ПЛАНКТОНА И ЗООБЕНТОСА В ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

К.И. Асаева

Каспийский морской научно-исследовательский центр

РФ, 414045, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14, kaspmniz@mail.ru

В западной части Северного Каспия идет освоение морских нефтегазовых месторождений. Для оценки экологической уязвимости акватории к нефтяным разливам необходимо определить районы распространения устойчивых во времени многочисленных скоплений фито-, зоопланктона и зообентоса в западной части Северного Каспия.

Материалами для исследования послужили данные гидробиологических исследований проводившихся в период 1961-2012 гг. ФГБНУ «КаспНИРХ» в западной части Северного Каспий, переданные ФГБУ «КаспМНИЦ» в рамках выполнения совместных исследований по оценке воздействия нефтяных разливов на экосистему Северного Каспия (Колмыков и др., 2016). В докладе представлены данные о пространственном распределении численности фитопланктона, зоопланктона и зообентоса в различные сезоны года (половодье, летняя и осенняя межень) и при различных состояниях гидрологического режима: а) регрессия, 1961-1977 гг.; б) трансгрессия, 1978-1995 гг.; в) стабилизация уровня моря, 1996-2012 гг.).

Западная часть Северного Каспия, представляющая собой устьевое взморье Волги, была разбита на три зоны: 1) отмелое взморье с глубинами менее 5 метров; 2) свал глубин от 5 до 10 метров; 3) приглубое взморье с глубинами более 10 метров. Зона свала глубин была разделана на два района: восточный и западный. С отмелым взморьем ассоциируется зона транзита речных вод, со свалом глубин – зона смешения речных и морских вод, с приглубым взморьем – зона распространения морских вод.

По литературным данным высокая численность фитопланктона в западной части Северного обеспечивается сине-зелеными водорослями, зоопланктона – коловратками и кладоцерами, зообентоса – олигохетами (Яблонская, 2007).

В период регрессии моря наибольшая средняя численность фитопланктона во время половодья (май-июнь), равная 480,5 млн. экз/м^3, была зарегистрирована в зоне транзита. В летнюю межень (июль-август) численность фитопланктона возросла и наибольшего среднего значения, равного 1400,0 млн. экз/м^3, достигла в западном районе зоны смешения. В этом же районе наибольшая средняя численность фитопланктона, равная 251,9 млн. экз/м^3, наблюдалась в осеннюю межень (сентябрь-октябрь).

В период трансгрессии моря наибольшая средняя численность фитопланктона во время половодья, равная 790,5 млн. экз/м^3, была зарегистрирована в западном районе зоны смешения. В летнюю межень численность фитопланктона возросла и наибольшего среднего значения, равного 1460,0 млн. экз/м^3, достигла в зоне транзита. Данные о численности фитопланктона в осеннюю межень для этого периода отсутствуют.

В период стабилизации уровня моря наибольшая средняя численность фитопланктона во время половодья, равная 861,7 млн. экз/м^3, была зарегистрирована в зоне транзита. В летнюю межень численность фитопланктона возросла и наибольшего среднего значения, равного 2045,5 млн. экз/м^3, опять достигла в этой зоне. Здесь же наибольшая средняя численность фитопланктона, более высокая, чем летом, и равная 2880,0 млн. экз/м^3, наблюдалась в осеннюю межень.

В период регрессии моря наибольшая средняя численность зоопланктона во время половодья, равная 82,9 тыс. экз/м^3, была зарегистрирована в западном районе зоны смешения. В этом же районе наибольшая средняя численность зоопланктона, более низкая, чем весной, и равная 78,1 тыс. экз/м^3, наблюдалась в летнюю межень. В осеннюю межень

численность зоопланктона возросла и наибольшего среднего значения, равного 107,2 тыс. экз/м^3, достигла в зоне транзита.

В период трансгрессии моря наибольшая средняя численность зоопланктона во время половодья, равная 258,2 тыс. экз/м^3, была зарегистрирована в западном районе зоны смешения. В летнюю межень численность зоопланктона возросла и наибольшего среднего значения, равного 289,1 тыс. экз/м3, достигла в зоне транзита. Данные о численности зоопланктона в осеннюю межень для этого периода отсутствуют.

В период стабилизации уровня моря наибольшая средняя численность зоопланктона во время половодья, равная 139,2 тыс. экз/м^3, была зафиксирована в зоне транзита. Здесь же наибольшая средняя численность зоопланктона, более высокая, чем весной, и равная 243,9 тыс. экз/м3, наблюдалась в летнюю межень. В осеннюю межень наибольшая средняя численность зоопланктона, равная 133,0 тыс. экз/м^3, опять наблюдалась в этой зоне.

В период регрессии моря наибольшая средняя численность зообентоса во время половодья, равная 14,2 тыс. экз/м^2, была зарегистрирована в зоне транзита. В летнюю межень численность зообентоса снизилась и наибольшего среднего значения, равного 9,7 тыс. экз/м^2, достигла в западном районе зоне смешения. В осеннюю межень наибольшая средняя численность зообентоса, более высокая, чем летом, и равная 12,6 тыс. экз/м^2, была зарегистрирована в восточном районе зоне смешения.

В период трансгрессии моря наибольшая средняя численность зообентоса во время половодья, равная 30,1 тыс. экз/м^2, была зарегистрирована в зоне транзита. В летнюю межень численность зообентоса снизилась и наибольшего среднего значения, равного 21,1 тыс. экз/м^2, достигла в западном районе зоне смешения. Данные о численности зообентоса в осеннюю межень для этого периода отсутствуют.

В период стабилизации моря набольшая средняя численность зообентоса во время половодья, равная 15,5 тыс. экз/м^2, была зарегистрирована в зоне транзита. В летнюю межень численность зообентоса снизилась и наибольшего среднего значения, равного 11,0 тыс. экз/м^2, опять достигла в этой зоне. Здесь же наибольшая средняя численность зообентоса, более низкая, чем весной и летом, и равная 6,5 тыс. экз/м^2, наблюдалась в осеннюю межень.

Из приведенных данных следует, что наиболее устойчивые по времени (т.е. наименее зависимые от сезона года и состояния гидрологического режима моря) многочисленные скопления фито-, зоопланктона и зообентоса в западной части Северного Каспия локализуются в мелководной зоне устьевого взморья Волги, в половодье служащей для транзита речных вод.

Список литературы:

Колмыков Е.В., Васильева Т.В., Монахова Г.А., Асаева К.И., Кашин Д.В. 2016. Методические аспекты охраны животного мира при освоении морских нефтегазовых месторождений. – Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе, вып. июнь. с. 55-60.

Яблонская Е.А. Биология Каспийского моря. 2007. – М.: Изд-во ВНИРО, – 142 с.

ВЛИЯНИЕ ГИДРОЛОГО-ГИДРОХИМИЧЕСКОГО РЕЖИМА МЕЛКОВОДНОЙ ЧАСТИ НА СОСТОЯНИЕ БИОЛОГИЧЕСКИХ СООБЩЕСТВ В МНОГОЛЕТНЕМ АСПЕКТЕ

Р.И. Умербаева[1)], А.А. Курапов[1)], Н.В. Попова[2)], А.Р. Курманбаева[3)]

[1)] Каспийский филиал Института Океанологии им. П.П. Ширшова РАН,

РФ, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, 6, корп. 27, оф. 5, ymeko@mail.ru

[2)] ООО «Каспийская нефтяная компания»,

414014, Россия, г. Астрахань, просп. Губернатора Анатолия Гужвина, 10, popovaNV@caspoil.com

[3)] ГАОУ АО ВПО «Астраханский строительный институт»

414056, Россия, Астраханская обл., г. Астрахань, ул. Татищева, 18, a.r.kurmanbaeva@mail.ru

Для Каспийского моря характерен большой размах изменчивости гидролого-гидрохимических показателей как внутригодовых, так и многолетних. Особенно это проявляется в его северной части. Акватория Северного Каспия неоднородно по солености. В мелководной части, где сильно влияние речных вод, соленость воды низкая, не более 2 ‰, в то время как на границе со Средним Каспием соленость достигает 10 ‰ (Каспийское море..., 1986). Наибольшая площадь распространения распресненных вод отмечается в период половодья. Воздействие речного стока также проявляется в сезонной изменчивости и других показателей. Вполне естественно, что изменения, происходящие в морской среде, влияют и на состояние живых организмов обитающих в ней (Каспийское море..., 1996).

На северных мелководьях Каспийского моря отмечаются высокие концентрации организмов, населяющих как водную толщу, так и донные отложения (Каспийское море..., 1985). Наиболее заметный отклик на изменения гидрохимических показателей среды отмечается для организмов планктона и бентоса.

В данной работе, на основе многолетнего материала (2001 – 2016 гг.), анализируется влияние гидролого-гидрохимического режима на состояние биологических сообществ в мелководной зоне Северного Каспия.

Гидрохимические исследования на данной акватории показали, что весной содержание соединений азота, фосфора и кремния превышали осенние величины. Пространственное распределение этих показателей в мелководной зоне Северного Каспия характеризовалось повышением содержания биогенных веществ в распресненных водах. Концентрации растворенного и взвешенного органического вещества на обследованной акватории моря были характерны для летне-осеннего периода. По сравнению с весенними наблюдениями осенью зарегистрировано увеличение содержания РОВ и уменьшение содержания ВОВ. Распределение гидрохимических показателей в донных отложениях зависело не только от близости к устьевой зоне, но и от их литологического состава. Преобладание мелкозернистых фракций отмечалось в районе, который в наибольшей степени подвержена влиянию западного рукава р. Волги, а осадки биогенного происхождения, среди которых ракуша и крупнозернистый песок, накапливались преимущественно в районе выхода восточных рукавов р. Волги. Исследования содержания биогенных веществ в поровых водах донных отложений показали, что повышенные их концентрации отмечались именно в западной части района исследований.

В период проведения этих исследований количественные показатели растительных и животных организмов колебались в значительных пределах. Минимальные и максимальные величины численности и биомассы планктона и бентоса разнились на порядок (табл. 1).

Табл.1. Пределы колебаний средних величин численности и биомассы организмов планктона и бентоса за период 2001-2016 гг. в мелководной зоне Северного Каспия

Показатели	Фитопланктон		Зоопланктон		Зообентос	
	млрд. экз./м^3	г/м^3	тыс. экз./м^3	г/м^3	тыс. экз./м^3	г/м^2
Минимум	256,8	0,70	14,5	0,11	0,4	0,90
Максимум	4412,1	7,14	560,1	6,21	21,3	26,30

В мелководной зоне в составе планктона и бентоса во все годы исследований доминировали виды пресноводного и солоноватоводно-пресноводного комплексов. При этом в многоводные годы в данном районе моря видовой состав флоры и фауны пополнялся пресноводными видами, увеличивались и численность последних и в целом сообществ.

В зависимости от сезона наблюдений, а, следовательно, в зависимости от температурных условий и солевого режима, менялись и доминирующие группы организмов. Так, количественные показатели фитопланктона весной формировали диатомовые, летом – зеленые и осенью – сине-зеленые водоросли.

В многолетнем аспекте следует выделить главные изменения, произошедшие в составе планктона и бентоса. Это, в первую очередь, доминирование в последние годы в фитопланктоне сине-зеленой Oscillatoria sp. В зоопланктоне возросла роль ветвистоусых ракообразных, а зообентосе – хирономид.

В целом, следует отметить, что основные межгодовые изменения составляющих экосистемы этой части моря в период проведения мониторинговых исследований в 2001 – 2016 гг. формировались под воздействием изменчивости природно-климатических компонентов, из которых доминирующей является величина волжского стока, особенно в период половодья, и, как следствие, изменение гидрохимических условий среды обитания флоры и фауны.

Список литературы:

Каспийское море. Гидрология и гидрохимия. – М.: Наука, 1986, 264 с.

Каспийское море. Гидрохимические условия и океанологические основы формирования биологической продуктивности. Том V1. Вып.2. 1996. – С-Пб.: Гидрометеоиздат, 322 с.

Каспийское море. Фауна и биологическая продуктивность. – М.: Наука, 1985, 280 с.

ГЕОГРАФИЯ И ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ РОССИЙСКОЙ ЧАСТИ КАСПИЙСКОГО МОРЯ

Г.А. Монахова

ФГБУ «Каспийский морской научно-исследовательский центр», РФ, 414024, г. Астрахань, ул. Ширяева, д.14, kaspmniz@mail.ru

Цель нашей работы состояла в оптимизации программы мониторинга состояния и загрязнения российской части Каспийского моря (РЧКМ), осуществляемого в настоящее время Росгидрометом в рамках Единой системы государственного экологического мониторинга. В свою очередь, целью оптимизации является сокращение расходов на проведение мониторинга без ущерба для возложенных на него задач. Считаем, что она возможна, если при ее проведении учесть особенности природных условий РЧКМ и антропогенной нагрузки на ее акваторию.

Площадь РЧКМ при уровне моря -28,0 мБС составляет 63,4 тыс. км^2 или 16,75% от общей площади Каспийского моря. Граница между Северным и Средним Каспием делит российскую часть моря примерно пополам. Ее берега сильно изрезаны, а донный рельеф большей частью представляет собой шельфовую равнину, переходящую в юго-западном районе в склон глубоководной котловины Среднего Каспия.

Размах сезонных колебаний температуры воды в поверхностном слое достигает 30 градусов. Наибольшие значения наблюдаются в июле-августе, наименьшие – в январе-феврале, переходы через среднегодовое значение обычно наблюдаются в апреле и октябре, в теплый период год формируется термоклин, в холодный – гомотермия.

Каспий, как бессточный водоем, отличается заметными сезонными колебаниями уровня воды, размах которых в РЧКМ достигает 20-25 см. Наивысшие сезонные отметки уровня воды наблюдаются в июне-июле, а самые низкие – в январе, при этом переходы через среднегодовое значение также наблюдаются в апреле и октябре.

Основной причиной сезонных колебаний уровня является неравномерное по времени распределение поверхностного стока воды в море. Ежегодно в Каспий со стоком рек Волги, Терека и Сулака поступает 252 км^{3}воды (в среднем за 1961-2015 гг.), при этом почти половина (точнее, 48%) приходится на сток воды с апреля по июль. Влияние волжского стока ощущается на всей акватории РЧКМ, однако опресненные воды в ее среднекаспийском секторе, как правило, занимают только прибрежные районы (Каспийское море.., 1986).

Такое распределение солености обусловлено расположением западной ветви циклонического круговорота Среднего Каспия у российского побережья, и вовлечением в эту ветвь опресненных северо-каспийских вод. При этом вынос северо-каспийских вод в Средний Каспий вдоль западного побережья усиливается в холодное время года (с октября по март) и ослабевает в теплое (с апреля по сентябрь). С ноября по январь при усилении циклонической циркуляции соленость в северо-каспийском секторе РЧКМ повышается, а в средне-каспийском - снижается. Затем в феврале-марте соленость возрастает в обоих секторах. С апреля по июнь в связи с половодьем на р. Волге соленость в РЧКМ снижается, в северо-каспийском секторе – до сезонного минимума, в средне-каспийском – незначительно. В июле-сентябре опресненные северо-каспийские воды выдавливаются из средне-каспийского сектора РЧКМ в северо-каспийский, а оттуда – в восточную часть Северного Каспия. В это время соленость в обоих секторах РЧКМ повышается, при этом в средне-каспийском секторе – до сезонного максимума.

Таким образом, в сезонной динамике гидрологических условий РЧКМ можно выделить четыре фазы, примерно соответствующие кварталам года, а первые месяцы каждого квартала (январь, апрель, июль, октябрь) можно считать переходными от одной фазе к другой.

Основным источником загрязнения РЧКМ в целом и особенно его северо-каспийского сектора является волжский сток. Существенный вклад в загрязнение среднекаспийского сектора вносят сбросы неочищенных и недостаточно очищенных сточных вод с Дагестанского побережья. В загрязнении акватории РЧКМ углеводородами важную роль играют также сбросы нефтепродуктов с судов и природные источники. Основным фактором самоочищения РЧКМ является перевод загрязняющих веществ (ЗВ) из растворенного во взвешенное состояние на геохимическом барьере «река-море» и вовлечение взвешенных ЗВ в литодинамический конвейер, идущий это этого барьера в глубоководную котловину Среднего Каспия (Обзор состояния…, 2015).

При наложении гидрологической динамики на динамику загрязнения получается следующая картина. Основная масса ЗВ, поступившая в море со стоком Волги в апреле-июне, в последующие 3 месяца «хранится» во взвешенном виде в северо-каспийском секторе РЧКМ, а затем, при усилении циклонической циркуляции и штормовой активности, отправляется в путь по литодинамическому конвейеру. Следует только отметить, что адвекция морских вод извне в РЧКМ, усиливающаяся в июле-сентябре и январе-марте, также может быть источником загрязнения ее акватории.

С гидрологической и экологической точек зрения оптимальными для проведения мониторинга состояния и загрязнения морской среды являются три месяца: апрель, июль и октябрь. Для сравнения в настоящее время эти наблюдения в прибрежных районах моря проводятся 6 раз в год на 33 станциях и 4 раза в год в открытой части моря на трех разрезах, 22 станциях. Количество станций мониторинга по-нашему мнению можно сократить до 45 и при этом изменить их расположение (рис.).

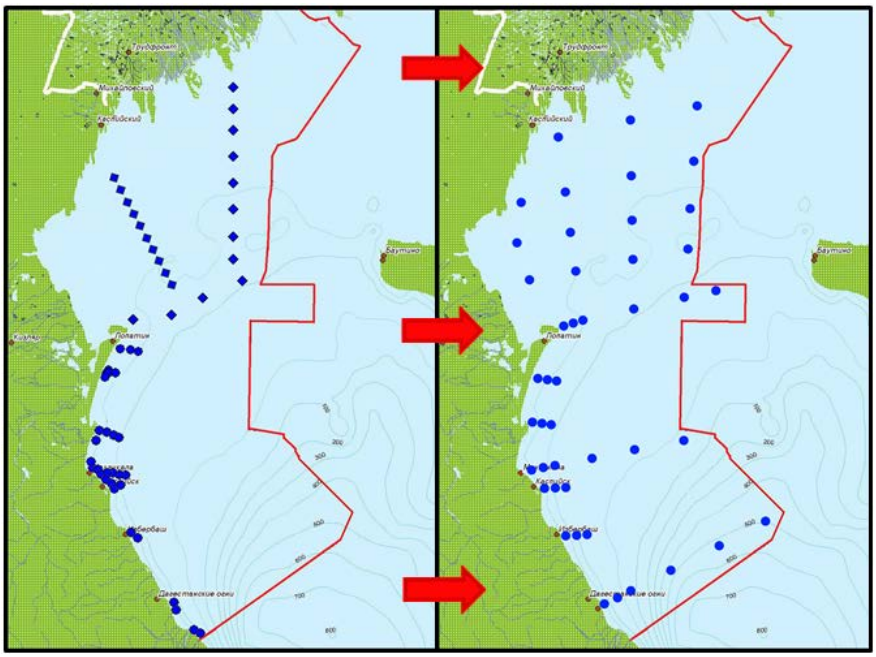


Рис. Схема расположения станций мониторинга состояния и загрязнения морской среды Росгидромета в РЧКМ (слева – текущая, справа – предлагаемая)

Таким образом, общее количество станций мониторинга, выполняемых в год на акватории РЧКМ можно сократить с 286 до 135 (более, чем вдвое) совершенно без ущерба для его задач. Более того, картина состояния и загрязнения морской среды при проведении мониторинга по новой схеме станет более полной и достоверной.

Список литературы:

Каспийское море: Гидрология и гидрохимия. 1986. – М., Наука, 261 с.

Обзор состояния и загрязнения морской среды северо-западной части Каспийского моря в 2014 году. Под ред. С.К. Монахова. 2015. – Астрахань, 102 с.

ФИЗИОЛОГИЧЕСКОЕ ТЕСТИРОВАНИЕ СОСТОЯНИЯ МИДИИ *MYTILUS GALLOPROVINCIALIS* (LAMARCK, 1819) КАК ИНСТРУМЕНТ БИОДИАГНОСТИКИ СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНЫХ АКВАТОРИЙ МОРСКИХ ЭКОСИСТЕМ (НА ПРИМЕРЕ БУХТ г. СЕВАСТОПОЛЯ)

С.В. Холодкевич[1,2], Т.В. Кузнецова[1], А.С. Куракин[1], А.А.Солдатов[3,4], О.Л. Гостюхина[3], И.В. Головина[3], Т.И. Андреенко[4], М.П. Кирин[3]

[1] ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН,

РФ, 197110, Санкт-Петербург, ул. Корпусная, д. 18, kholodkevich@mail.ru

[2] Санкт-Петербургский государственный университет

РФ, 199034, Санкт-Петербург, Университетская набережная, д. 7/9, kholodkevich@mail.ru

[3] ФГБУН Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН,

РФ, 299011, Севастополь, проспект Нахимова, д. 2, ivgolovina@mail.ru

[4] ФГАОУ ВО Севастопольский государственный университет,

РФ, 299053, Севастополь, ул. Университетская, д. 33, alekssoldatov@yandex.ru

Проведено сравнительное исследование качества поверхностных вод 4-х локаций в бухтах г. Севастополя, характеризующихся различной степенью антропогенной нагрузки на основе оценок функционального состояния мидии *Mytilus galloprovincialis* (Lamarck, 1819), обитающей в изучаемых акваториях. При этом применяли два основных метода – волоконно-оптический метод неинвазивного мониторинга кардиоритма бентосных беспозвоночных с экзоскелетом (Федотов и др., 2000; Kholodkevich et al., 2008) и методы оценки показателей оксидативного стресса: по активности ферментов антиоксидантной системы (АОС) в гепатопанкреасе мидии (Soldatov et al., 2007; 2014). При использовании первого метода тестировали функциональное состояние мидии по методу функциональной нагрузки (применяя кратковременное изменение солености воды) и определяли два индикативных показателя работы кардиосистемы – время восстановления ЧСС ($Т_{восст}$) после снятия нагрузки и коэффициент вариации ЧСС ($КВ_{чсс}$) в восстановительный период (Холодкевич и др., 2009; 2015). Было установлено, что эти показатели значительно различаются для мидий, обитающих в разных акваториях. В относительно чистых, открытых бухтах (Казачья и Мартынова бухты) $Т_{восст}$ и $КВ_{чсс}$ были значительно ниже этих биомаркеров для загрязненных акваторий (2 локации в Южной бухте с низким уровнем водообмена). Исследования, проведенные на основе оценки АОС, дали близкие результаты. На основании полученных данных проведена сравнительная оценка экологического состояния 4-х акваторий г. Севастополя: бухт Казачьей, Мартыновой и Южной, вблизи ее выхода (у Графской пристани) и в ее кутовой оконечности. Установлено, что время восстановления показателей кардиоактивности после нагрузочного теста отражает степень воздействия загрязнения акваторий на состояние мидий и хорошо коррелирует с наличием некоторых тяжелых металлов в их тканях, а именно: Pb, Cd и Cu, а также с биохимическими показателями окислительного стресса тканей. При этом наибольший токсический эффект на организм мидий

исследованных акваторий Севастополя оказывают загрязнения тканей свинцом. По перечисленным показателям наиболее неблагополучной акваторией является кутовая часть Южной бухты.

Полученные данные по оценке состояния особей *Mytilus galloprovincialis*, а также по содержанию тяжелых металлов в их тканях, на наш взгляд, дают возможность перенести результаты индивидуальных показателей из группы тестированных животных на оценку здоровья популяции и состояния экосистем акваторий Севастополя. Полученные результаты позволяют ранжировать акватории по уровню их загрязнения, принимая во внимание особенности функционирования жизненно важных систем биологических объектов исследования. Можно заключить, что в местах, где имеются признаки изменения в состоянии организма-биоиндикатора, следует ожидать проявления изменений в состоянии экосистемы. Это может быть также выявлено и доказано при использовании различных подходов и критериев оценки качества вод.

Предложенное тестирование состояния представителей местных видов фауны по методу функциональной нагрузки и методология оценки адаптивных возможностей местных гидробионтов, а также привлечение показателей оксидативного стресса у водных организмов могут быть полезными в развитии и продвижении в практику новых комплексных (мультибиомаркерных) методов биоиндикации состояния (здоровья) водных экосистем.

Список литературы:

Федотов В.П., Холодкевич С.В., Строчило А.Г. 2000. Изучение сократительной активности сердца раков с помощью нового неинвазивного метода. - Ж. эвол. биохим. и физиол., т. 36, № 3, с. 219-222.

Холодкевич С.В., Кузнецова Т.В., Трусевич В.В., Куракин А.С., Иванов А.В. 2009. Особенности движения створок и кардиоактивности двустворчатых моллюсков при действии различных стрессоров. - Ж. эвол. биохим. и физиол., т. 45, № 4, с. 432-434.

Холодкевич С.В., Шаров А.Н., Кузнецова Т.В. 2015. Перспективы и проблемы использования биоэлектронных систем в мониторинге состояния экологической безопасности акваторий Финского залива. - Региональная экология, № 2 (37), с. 16-26.

Kholodkevich S.V., Ivanov A.V., Kurakin A.S., Kornienko E.L., Fedotov V.P. 2008. Real time biomonitoring of surface water toxicity level at water supply stations. Journal of Environmental Bioindicators. vol. 3, n 1, p. 23-34.

Soldatov A.A., Gostyukhina O.L., Golovina I.V. 2007. Antioxidant enzyme complex of tissues of the bivalve *Mytilus galloprovincialis* Lam. under normal and oxidative-stress conditions: A review. Appl. Biochem. Microbiol. vol. 43, n 5, p. 556-562.

Soldatov A.A., Gostiukhina O.L., Golovina I.V. 2014. Functional states of antioxidant enzymatic complex of tissues of *Mytilus galloprovincialis* Lam. under conditions of oxidative stress. J. Evolutionary Biochem. Physiol. vol. 50, n 3, p. 206-214.

СИСТЕМА ДИАГНОЗА-ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ЧЕРНОГО МОРЯ

В.Л. Дорофеев, Г.К. Коротаев, Л.И. Сухих
Морской гидрофизический институт РАН,
РФ, 299011 Севастополь, Капитанская ул., 2, viktor.dorofeev@mhi-ras.ru

Состояние морских экосистем играет важную роль в жизнедеятельности населения, живущего на прилегающих территориях. В то же время, человеческая деятельность негативно сказывается на функционировании экосистемы и приводит к ее изменениям. Для того, чтобы вовремя отслеживать опасные для экосистемы изменения необходимо проводить постоянный мониторинг ее состояния. Черное море представляет собой практически замкнутый водоем, который соединяется со Средиземным морем системой узких проливов. Экосистема Черного моря за последние десятилетия претерпела существенные трансформации, которые связаны как с климатическими условиями региона, так и с деятельностью человека (судоходство и рыболовство), а также с антропогенной нагрузкой, вызванной стоками рек. С 60-х годов двадцатого столетия экосистема Черного моря претерпела значительные изменения в биомассе, таксономическом составе и структуре групп планктона. Эта перестройка в структуре пищевой цепи сопровождалась также трансформацией вертикальной гидрохимической структуры вод моря.

Трансформация экосистемы Черного моря была описана в ряде работ на основе качественного анализа биогеохимических измерений (например, Daskalov, 2003, и Oguz, Velikova, 2010). Наряду с этим достаточно давно начались работы по математическому моделированию динамики экосистемы Черного моря. Изменчивость морской экосистемы и её эволюция в течение различных периодов изучалась сначала с помощью одномерных междисциплинарных моделей (например, Oguz et al., 1999) затем стали применяться трехмерные модели, более реалистично описывающие пространственное распределение основных параметров морской экосистемы.

Появление спутниковых измерений внесло новый значительный вклад в изучение морских систем. В частности, данные с цветовых сканеров позволяют получать поверхностные распределения концентрации пигмента хлорофилл-*a* на регулярной основе, что особенно важно для задач мониторинга окружающей среды. Однако количество этих данных существенно ограничены наличием облачности. Для того, чтобы обойти эту проблему можно применять их синтез с математическими моделями морской среды. Использование трехмерных моделей, кроме того, позволяет помимо заполнения пробелов, обусловленных облачностью, экстраполировать эти данные с поверхности моря в глубину. На основе таких технологий, включающих ассимиляцию регулярно поступающих данных дистанционных измерений в моделях морской среды, в МГИ РАН создана система диагноза-прогноза состояния Черного моря, состоящая из подсистемы контроля гидрофизических полей и подсистемы мониторинга морской экосистемы. Данная работа посвящена описанию подсистемы, осуществляющей контроль состояния биогеохимических параметров Чёрного моря на основе ассимиляции спутниковых измерений в трехмерной математической модели.

Модель экосистемы Черного моря включает 15 переменных состояния и описывает процессы в верхнем 200-метровом слое моря. В горизонтальной плоскости расчётная сетка имеет шаг 4,8 км, в вертикальном направлении имеется 18 расчётных уровней в z-координатах, сгущающихся к поверхности моря. Единственным биогенным элементом, лимитирующим рост фитопланктона, в данной модели рассматривается азот. Азотный цикл включает три неорганических соединения: аммоний, нитраты и нитриты. Биологическую часть представляют две группы фитопланктона, две размерные группы зоопланктона, медуза *Aurelia aurita* и гребневик *Mnemiopsis leidyi*, нефотосинтезирующий бактериопланктон, всеядная динофлагеллята *Noctiluca scintillans*. В пищевую цепь входят, кроме того, растворенная и взвешенная органика. Все перечисленные компоненты

экосистемы имеют в модели единицу измерения мМ N $м^{-3}$. В качестве отдельных переменных состояния в модель также входят растворенные кислород и сероводород. Эволюция во времени компонентов экосистемы описывается уравнениями переноса-диффузии, включающими в правую часть слагаемые типа источников-стоков, описывающих взаимодействия между различными компонентами экосистемы. При этом необходимые значения скоростей течений, температуры, солености и коэффициентов турбулентной диффузии обеспечиваются моделью циркуляции. С помощью описанной модели изучалась, в частности, эволюция долговременной изменчивости экосистемы Черного моря (Дорофеев и др., 2013).

Второй важной частью описываемой системы диагноза-прогноза экосистемы Черного моря является ассимиляция данных измерений, полученных со спутниковых цветовых сканеров. Используются карты поверхностной концентрации пигмента хлорофилл-*a*, получаемые каждые сутки с первоначальным разрешением 1 км. Затем эти поля интерполируются на сетку модели. Значения концентрации хлорофилла-*a* пересчитываются в концентрации фитопланктона по известным соотношениям. После этого полученные массивы данных ассимилируются в модели. Процедура ассимиляции основана на принципе релаксации полей полученных по модели к данным подготовленным по изображениям сканеров. Подробно этот алгоритм описан в работе (Дорофеев и др., 2008).

Результаты работы системы мониторинга обновляются каждые сутки. Расчет начинается за 4 суток от текущей даты и имеет продолжительность 9 суток. Таким образом, система в течение первого периода ассимилирует вновь поступившие данные и затем дает прогноз на 120 часов. Выход работы системы диагноза-прогноза представляет собой массивы распределений концентраций компонентов экосистемы с частотой выдачи в сутки. На сайте http://bsmfc.net/index.php представлены карты распределения нитратов и фитопланктона на четырех горизонтах. Более подробную информацию можно найти на сайте http://mis.bsmfc.net:8080/thredds/catalog.html, где помимо изображений карт представлены числовые данные.

Список литературы:

Дорофеев В.Л., Коротаев Г.К., Суетин В.С., Сухих Л.И. 2008. Ассимиляция спутниковых изображений цвета моря в междисциплинарной модели экосистемы Черного моря. - Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа, вып. 16, с. 323 – 332.

Дорофеев В.Л., Коротаев Г.К., Сухих Л.И. 2013. Исследование долговременной изменчивости полей Черного моря с использованием междисциплинарной физико-биогеохимической модели. – Известия РАН. Физика атмосферы и океана, т. 49, с. 1-11.

Daskalov G.M., 2003. Long-term changes in fish abundance and environmental indices in the Black Sea. - Marine Ecology Progress Series, 255, p. 259-270.

Oguz T., Ducklow H.W., Malanotte-Rizzoli P, Murray J.W., Shushkina E.A., Vedernikov V.I., Unluata U. 1999. A physical-biochemical model of plankton productivity and nitrogen cycling in the Black Sea. - Deep-Sea Res. 1, 46, p. 597-636.

Oguz, T., Velikova, V., 2010. Abrupt transition of the northwestern Black Sea shelf ecosystem from a eutrophic to an alternative pristine state. Marine Ecology Progress Series 405, p. 231-242.

ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫМИ НЕФТЕПРОДУКТАМИ И СУЛЬФИДАМИ ПРИБРЕЖНОЙ АКВАТОРИИ В РЕКРЕАЦИОННОЙ ЗОНЕ АЗОВСКОГО МОРЯ ПОСЛЕ ИЗВЕРЖЕНИЯ ПОДВОДНОГО ГРЯЗЕВОГО ВУЛКАНА ГОЛУБИЦКИЙ (ОКТЯБРЬ-2015)

Е.А. Иванова, М.Б. Гулин, В.П. Чекалов, И.В. Масберг
Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН, РФ, 299011, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2, katya.iva@mail.ru

Дегазация морских донных отложений, в том числе т.н. “холодная дегазация” – широко распространённое явление в Мировом океане. Преобладают в холодных флюидах, главным образом, метан и его гомологи. Вместе с тем, существенное экологическое значение представляют лишь те локальные участки дна, в которых эмиссия газов проявляется как активный и долговременный фактор – грязевые вулканы и холодные газовые сипы. В Крымско-Кавказской геологической провинции центром скопления грязевого вулканизма является Керченско-Таманская область (Шнюков, 1999). Газовые сипы распространены в Чёрном море гораздо шире (Тимофеев и др., 2014), активные газопроявления отмечены также в Азовском море (Пасынков и др., 2009).

Грязевой вулкан у станицы Голубицкая (Азовское море, Краснодарский край) упоминался в прессе уже в конце XVIII века, но исследования его природы и экологии начаты лишь в последнее время. Активизация выбросов вулкана происходит с интервалом раз в 3-4 года, недавние его извержения наблюдались в июне 2008 г., в сентябре 2011 г. и в конце октября 2015 г. Примечательно, что очаг извержения вулкана находится непосредственно в рекреационной зоне – всего в 300-350 м от центрального пляжа курортного поселения Голубицкая.

По нашим данным, полученным в ноябре-декабре 2015 г., подобные илу выбросы вулкана Голубицкий представляют биологически агрессивную среду. Так, окислительно-восстановительный потенциал (ОВП или Eh) в вулканических отложениях варьирует от -130 до -175 мВ. Также, грунты Голубицкого в значительной мере обогащены солями (до 22 ‰), но главное – они насыщены природными нефтепродуктами. Содержание нефтяных углеводородов достигает здесь, по нашим сведениям, 1.3 г $кг^{-1}$ сухого ила.

Непосредственно по поступлению вулканических грязевых выбросов в водную среду и на поверхность дна прибрежной акватории моря, начинается процесс глубокой трансформации их первичных свойств. Рыхлые осадки островного кратера размываются течениями и волнами (рис. 1). По нашим данным, такая эрозия вулканического острова привела, например, к поступлению в водную среду пляжной зоны в период с октября 2015 по июль 2016 гг. около 17 т нефтепродуктов.

Также, произведенные в декабре 2015 г. облёты места последнего извержения Голубицкого с помощью беспилотного летательного аппарата показали, что протяжённость мутьевых шлейфов от новообразованного грязевого острова может превышать 1 км. Вектор распространения грязевых плюмов определяется направлением и силой течений. Так, ОВП в осадках на дистанции 3 км от кратера повсеместно имел отрицательные значения, тогда как в 500 м до вулкана, по направлению установившегося течения, Eh в грунте был равен +65 мВ. Соответственно, действие морских течений

превращает данный аномальный природный объект из точечного (собственно кратер с образуемым им грязевым островом) в мезомофную фацию местного подводного ландшафта морской бентали (рис. 1).

Исходя из результатов измерений окислительно-восстановительного потенциала в донных осадках, биотопы эпицентра подводного грязевого вулкана определены нами как умеренно гипоксические. Бентосная мейофауна непосредственно в районе подводного вулкана представлена десятью высшими таксонами. Наиболее высока встречаемость была отмечена у нематод, они доминировали во всех сообществах. Общая численность мейофауны в кислород-дефицитных осадках подводного грязевого вулкана оказалась выше, чем на фоновых станциях. Это, вероятно, объясняется несколько более высоким содержанием органики в грунтах вулкана, что повышает пищевую привлекательность биотопа. При этом, однако, процессы микробиальной деструкции углерода приводят к уменьшению концентрации кислорода и появлению токсичного сероводорода (Гулин и др., 2010; Ivanova, 2014). Сравнительный анализ общей численности мейобентоса в различных частях Азовского моря показал, что, у Темрюкского побережья донная фауна более обильна, чем в других районах Азовского моря.



Извержение подводного грязевого вулкана 25 октября 2015 (повторно 27 октября 2015 г.). Эпицентр в 300 м от Центрального пляжа станицы Голубицкая. Глубина дна 4 м (https://youtu.be/H8RdgM3KQMI)



Надводная часть кратера вулкана Голубицкий 14 ноября 2015 г.



Фрагмент кратера, размытого в зимний и весенний периоды (фото 19 июня 2016 г.)



Полное разрушение надводной части кратера (фото 26 июля 2016 г.)

Рис. 1. Динамика разрушения грязевого кратера вулкана Голубицкий и поступления иловых масс в прибрежную акваторию Азовского моря

Список литературы:

Гулин М.Б., Тимофеев В.А., Бондаренко Л.В. 2010. Зообентос в микробиотопах метановых сипов шельфовой зоны Чёрного моря. – В кн.: Системы контроля окружающей среды. – Севастополь, “ЭКОСИгидрофизика”, с. 225-229.

Пасынков А.А., Тихоненков Э.П., Смагин Ю.В. 2009. Газовые факелы на дне центральной части Азовского моря. – Геология и полезные ископаемые Мирового океана, № 1, с. 77-79.

Тимофеев В.А., Иванова Е.А., Гулин М.Б. 2014. Обнаружение нового поля газовых сипов у черноморского побережья п-ова Крым. – Морской экологический журнал, № 1, т. 13, с. 34.

Шнюков Е.Ф. 1999. Грязевой вулканизм в Чёрном море. – Геологический журнал, № 2, с. 38-47.

Ivanova K. 2014. Case study on Nematoda taxocenosis under variety of waste stress for four stations of Ria Formosa lagoon, Portugal. – Морской экологический журнал, № 4, т. 13, с. 5-13.

МОНИТОРИНГ ИСТОЧНИКОВ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ВОДНЫЕ ЭКОСИСТЕМЫ

А.А. Кулаков[1)], А.Ф. Шафигуллина [2)]

[1)] ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет,

РФ, 160000, г. Вологда, ул. Ленина, д. 15, temichhh@yandex.ru

[2)] ФГБОУ ВО «Вологодский государственный университет,

РФ, 160000, г. Вологда, ул. Ленина, д. 15, alinaisf@yandex.ru

Обеспечение экологической безопасности страны в настоящее время является одной из приоритетных задач государственной политики в области охраны окружающей среды.

Развитие промышленности и урбанизация привели к существенному изменению природных экосистем, на их месте сформировались природно-техногенные системы.

Ежегодно в Российской Федерации из водных объектов для нужд населения забирается 70,81 млрд. м^3 вод. После ее использования в хозяйственной и промышленной деятельности образуются сточные воды, которые с различной степенью загрязненности отводятся обратно в водные объекты (Кулаков А.А., Шафигуллина А.Ф., 2016). Подобный техногенный круговорот воды оказывает значительное влияние на водные экосистемы. При этом, согласно данным Росстата, в Российской Федерации лишь 4 % (в Вологодской области – 6 %) сбрасываемых в водные объекты сточных вод удовлетворяют установленным нормативам.

Сточные воды коммунальных и промышленных предприятий, поверхностные воды с городских и сельских территорий содержат большое количество загрязняющих веществ природного и антропогенного происхождения. Их поступление в водные объекты значительно видоизменяет состав природных вод, гидравлические характеристики водных объектов, угнетает экосистему.

Целью работы является экологическая оценка влияния источников техногенной нагрузки на водные объекты Вологодской области.

Проведенные исследования показали, что лишь 5 % очистных сооружений канализации в Вологодской области доводят сточные воды до природоохранных нормативов, остальные – являются источником повышенной техногенной нагрузки на водные экосистемы (рис.1).

Были проведены исследования 80 очистных сооружений канализации Вологодской области.

За основу оценки воздействия принята удельная кратность превышения ПДК $К_{уд.прев}$, позволяющая оценить загрязненность сточных вод коммунальных ОСК по пяти показателям, наиболее полно характеризующим работу биологических очистных сооружений.

Среди выбранных диапазонов $Q_{факт}$ наибольшее удельное превышение ПДК наблюдается на станциях с $Q_{факт}$=50...200 м^3/сут. При этом диапазон изменчивости значений концентраций загрязняющих веществ для этих станций значительно шире, чем для станций с $Q_{факт}$>500 м^3/сут, что говорит об индивидуальных особенностях и различных режимах эксплуатации схожих по технологии объектов (на всех станциях запроектирована биологическая очистка).

Были выявлены зоны с наибольшей техногенной нагрузкой. К их числу можно отнести: Череповецкий район, Белозерский, Кадуйский, Нюксенский и Сямженский районы. В этих зонах водные объекты подвергаются наибольшему воздействию, что может свидетельствовать о большом количестве источников техногенной нагрузки. В то же время Харовский, Вожегодский, Никольский и Великоустюгский районы - зоны с наименьшим воздействием на окружающую среду.

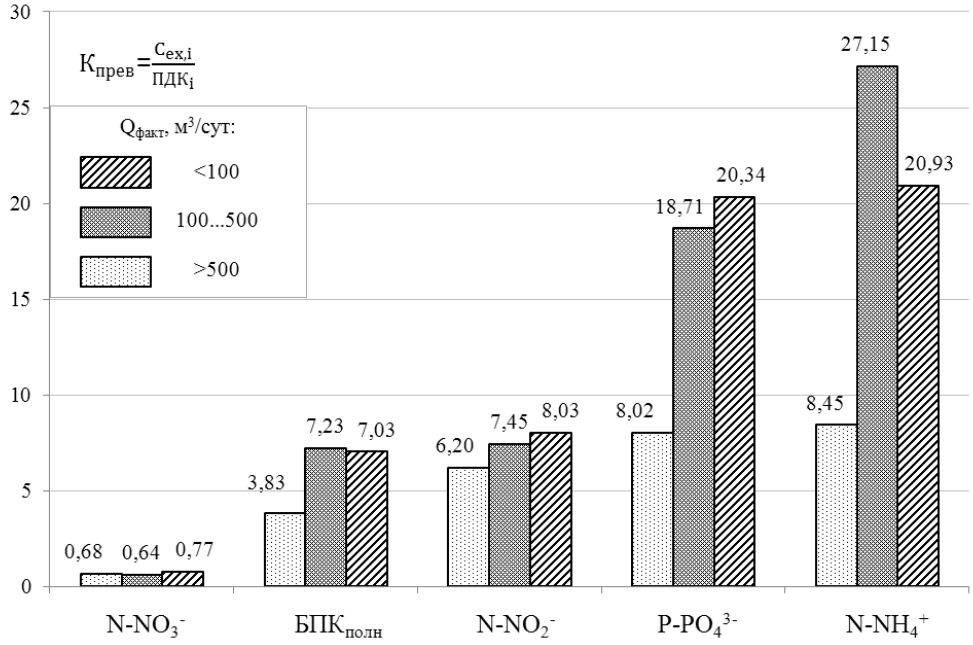


Рис. 1. Средняя кратность превышения ПДК по анализируемым показателям

На основе исследований и подобных классификаций возможно дальнейшее ранжирование объектов техногенной нагрузки и разработка плана мероприятий по сокращению негативного воздействия не только на водные объекты, но и окружающую среду.

Список литературы:

Кулаков А.А., Шафигуллина А.Ф. Совершенствование водопользования: проблемы и перспективы // Электронный периодический теоретический и научно-практический журнал «Молочнохозяйственный вестник», Вологда, ВГМХА, №4, 2016. С. 52-62

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПРИОКСКО-ТЕРРАСНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ МАКРОЗООБЕНТОСА.

О.М. Потютко[1)], Ю.А. Буйволов [1,2)]

[1)] ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН», Москва 107258, Россия e-mail: pbklp@list.ru*;*

[2)] ФГБУ «Приокско-Террасный государственный заповедник», Московская область, Серпуховский район, м. Данки 142200 Россия, ybuyvolov@gmail.com

В России с конца 70-х годов прошлого века ведутся регулярные комплексные наблюдения за фоновым состоянием природной среды и её загрязнением в биосферных заповедниках, а получаемые данные позволяют проводить оценку состояния и загрязнения фоновых территорий (Громов, Парамонов, 2016). В целях оценки современного состояния и загрязнения водных экосистем Приокско-Террасного биосферного заповедника по гидробиологическим показателям в сентябре 2016 г. проведены исследования макрозообентоса в основных водных объектах в границах заповедника. Всего было собрано и обработано 14 количественных и 5 качественных проб. Сбор материала на станциях осуществлялся ручным пробоотборником и представлен в таблице. Материал промывали через мельничный газ с размером ячеи 0,2 мм. Качественный материал собран драгой, скребком и вручную.
Определение видового состава, а также биомассы *Bivalvia* и *Gastropoda* проведено по методике Садыховой (1972) и Glöer et al., (2003). Видовой состав олигохет — по Семерному (2004), хирономид — по Панкратовой (1977). У *Oligochaeta* подсчитывали численность и суммарную биомассу как сумму индивидуальных масс особей, взвешенных с точностью до 0,05 мг. Для определения класса качества воды использовали биотический индекс Вудивисса (Руководство…, 1992).

Зообентос исследованных водоемов и водотоков Приокско-Террасного биосферного заповедника насчитывает 95 видов, групп видов и форм донных беспозвоночных. Они относятся к 5 типам, 12 классам и 32 семействам. Обследованные водотоки различаются по степени локального антропогенного воздействия. Большая часть бассейна р. Сушка находится за пределами особо охраняемой природной территории. Экосистема реки испытывает значительную антропогенную нагрузку от населенного пункта м. Данки с населением до 3-тыс. человек и расположенных по реке дачных поселков, а также автомобильной трассы Серпухов-Турово. Большая часть бассейна р. Таденка находится в границах заповедника, населенных пунктов на реке нет, а основным источником локального загрязнения является автодорога. Экосистема реки наиболее исследована и включает разнообразные биотопы от кренали в истоке, бобровые запруды в среднем и нижнем течении. Экосистема р. Паниковка не испытывает локального антропогенного воздействия, так как почти весь её бассейн расположен в границах заповедника.

Ранее проведенные исследования фауны зообентоса и оценки качества воды водоемов и водотоков Приокско-Террасного биосферного заповедника носили спорадический характер и ограничивались лишь отдельными притоками р. Таденки. По данным Летописи природы заповедника впервые качественные и количественные данные по фауне бентоса получены в 1989-1990 гг. на р. Таденка, а в последующие 2000-2001 гг. проведена гидробиологическая оценка качества вод ручья Семеновский (левый приток р. Таденки) (отчет Летопись природы за 1990, 2001-2002). В таблице показаны отдельные результаты проведенных ранее исследований и оценок качества поверхностных вод.

Наибольшее число видов – 53 вида и группы видов встречены в р. Таденка, что значительно больше определенных в предыдущие годы (в 1990 г. – 6 видов, в 2000 г. – 12). Фауна р. Сушка представлена 41 видом. Река Паниковка и пруд на р. Таденка включали –15 и 12 видов соответственно. Наименьшее видовое богатство отмечено для кренального водотока – 9, Данковского (на р. Сушка) и копанного пожарного прудов по 8 видов. Минимальное число – 4 отмечено в ручье.

Таблица. Результаты исследования зообентоса и оценки качества воды водоемов и водотоков Приокско-Террасного биосферного заповедника

Водный объект	Координаты		Грунт	БИ* 2016	ККВ** 2016	БИ 1990	ККВ** 1990
	СШ	**ВД**					
ручей	54,89614	37,64462	песок	**2**	**4**	–	–
р. Таденка	54,89631	37,64509	пгс, детрит	9	1	5	3
р. Таденка	54,89587	37,64575	детрит, песок	8	1	7	2
р. Таденка	54,89467	37,64648	песок	1	4	–	–
р. Таденка	54,85737	37,64177	булыжник	8	1	–	–
р. Таденка	54,85828	37,64379	ил, ал.пески	**9**	**1**	–	–
родник	54˚87536	37˚61383	камни, пески	**7**	**2**	–	–
родник	54˚87517	37˚61318	детрит, глина,	**7**	**2**	–	–
р. Паниковка	54˚86629	37˚61454	ал.пески, детрит	**2**	**4**	–	–
р. Паниковка	54˚86707	37˚61762	ил, пески,	**7**	**2**	–	–
р. Сушка	54,913293	37,568760	булыжник, песок, ил	**8**	**1**	–	–
Пожарный пруд	54,909663	37,569327	песок с наилкои	**6**	**2**	–	–
р.Сушка Данковский пруд	54,918196	37,573094	песок с наилкои	**3**	**4**	–	–
р. Сушка	54,919547	37,575425	песок детрит	**9**	**1**	–	–

Примечание: * - БИ – Биотический индекс Вудивисса; ** ККВ- класс качества воды

К группам с высоким видовым разнообразием относятся Oligochaeta (18 видов), Chironomidae (15), Trichoptera по (12), Bivalvia (11), Gastropoda и Ephemeroptera по 8 видов, Ceratopogonidae (4), Plecoptera (3). Hirudinea, Crustacea, Dixidae и Ragionidae представлены по 2 вида, Tipulidae и Heteroptera, Cnidaria, Odonata, Coleopeta, Ostracoda, Nematoda, Simuliidae, Psychodidae и Tabanidae по 1 виду.

Видовое разнообразие большинства исследованных объектов достаточно велико. Для р. Таденка количество видов в пробе варьировало от 12 до 20 видов, что соответствует 1 классу качества воды, хотя в предыдущие годы его определяли как 2-3. Река Сушка – насчитывает 7-19 видов – что также соответствует 1-2 классу. Река Паниковка – 3-13 видов – 2-4 класс, родник – 3-6 видов – 2-3 класс, ручей – 4 вида – 4 класс и копаный пожарный пруд – 7 видов – 2 класс.

В соответствии с вариацией видового состава на отдельных участках водотоков значительные флуктуации испытывал и класс качества воды. Исследования проведены в сентябре после вылета имаго большинства амфибионтных видов двукрылых, ручейников, поденок и веснянок. Так же следует отметить, что многие виды олигохет вышли из репродуктивного цикла в связи с понижением температуры воды. Кроме того, видовой состав и структура донных сообществ, напрямую зависят от способности грунтов удерживать органическое вещество. В связи с его ограниченностью в роднике и ручье (кренальные водотоки) дно которых выстлано аллювиальными песками, обнаружение широкого спектра видов так же невозможно. Низкое содержание органики в грунте ведет к упрощению структуры бентосного сообщества (Савилов, 1961; Нейман, 1961) независимо от уровня и интенсивности антропогенного загрязнения. Эта закономерность делает Биотический индекс Вудивисса неприменимым для определения класса качества воды на кренальных и малых водотоках, т.к. содержание органического вещества не учитывается биотическим индексом.

Для более полного фаунистического и экологического описания макрозообентоса водотоков и водоемов Приокско-Террасного биосферного заповедника следует провести более подробное изучение регулярных сезонных съемок материала. Необходимо отметить так же, что при определении класса качества воды на фоновых объектах расположенных на особо охраняемых природных территориях следует учитывать особенности формирования донных сообществ на грунте с избытком органического вещества (пробы из открытых частей крупных водоемов) и при недостатке органического вещества (ксенотрофные кренальные водотоки).

Список литературы:

Громов С.А., Парамонов С.Г. 2015. Современное состояние и перспективы развития комплексного фонового мониторинга загрязнения природной среды. В кн.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. XXVI, №1. – М., с. 205-221.

Нейман А.А.1961. Некоторые закономерности количественного распределения бентоса в Баренцевом море. В кн.: Океанология, т.1, вып. 2. - с. 134-151.

Определитель пресноводных беспозвоночных России и сопредельных территорий. Под ред. Цалолихина.1994. Т.1-6. Низшие беспозвоночные. ЗИН РАН.

Панкратова В.Я. 1977. Семейство хирономиды, звонцы Chironomidae. В кн.: Определитель пресноводных беспозвоночных Европейской части СССР (планктон и бентос). Л.: Гидрометеоиздат. - с. 371-431.

Савилов А.И. 1961.Экологическая характеристика донных сообществ беспозвоночных Охотского моря // Тр. ИО АН СССР. - т.46. - с. 41-51.

Садыхова И.А. 1972. Методы определения возраста двустворчатых моллюсков. – М.: ВНИРО., 40 с.

Семерной В.П. 2004. Олигохеты озера Байкал. – Новосибирск: «Наука», 527 с.

Чекановская О.В. 1962.Водные малощетинковые черви фауны СССР.М.-Л.: Изд-во. АН СССР. 411 с.

Шорыгин А.А. 1955.О биоценозах//Бюлл. МОИП.отдел биологии. Т. 60. Вып. 6. с. 87.

Glöer P., Meier-Brook C.. 2003. Süsswassermollusken (Ein Bestimmungsschlüssel für die Bundesrepublik Deutschland). – Hamburg. –13. neubearbeitete Auflage. – 135 p.

Timm T. 1997. Freshwater Oligochaeta of same urban watercourses in the Russian Far East// Hydrobiology. Tartumaa. T.82. v.4. - p. 437-467.

ЭКОЛОГИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ПРИБРЕЖНО-ВОДНОЙ РАСТИТЕЛЬНОСТИ СТАРИЧНЫХ ВОДОЁМОВ В ПОЙМЕ РЕКИ ХОПЁР

Е.С. Подколзина

РГАУ-МСХА имени К.А.Тимирязева РФ, 127550, Москва, ул. Лиственничная аллея, 2б,

epodkolzina@bk.ru

Данная работа посвящена изучению высшей водной растительности (ВВР) на пойменных озерах долины р. Хопер. Основные работы, проведенные автором, были выполнены на территории Хоперского государственного природного заповедника, в окрестностях с. Варварино, Новохоперский район, где были исследованы близлежащие озера: Большое Голое Озеро (БГО) (122 квартал), Ульяновское (110 квартал), МГО (Малое Голое Озеро) (133 квартал) (Зобов, 2005). Особенностью озер является то, что положением о заповеднике, водоемы, прилегающие к населенным пунктам, могут быть использованы местными жителями для любительского лова рыбы удочкой. Проведенные исследования были выполнены на территории Хоперского государственного природного заповедника. Практические исследования были проведены в течение 7 полевых сезонов (июль 2010,2011, июль-август 2012-2015, 2016 гг.). В 2010 г. производилось определение прибрежно-водной растительности, в 2011 году проводилось описанием и классификацией прибрежно-водной растительности. В 2012 и 2013-2016 гг. проводились аналогичные исследования и сравнивались результаты.

Проблема состоит в том, что усиленная антропогенная нагрузка может повлиять на количественный и качественный состав растительности водоема. Поэтому исследование является актуальным, т.к. собирается оперативная информация, а сравнение с предыдущими годами, позволяет отслеживать изменение в растительных сообществах. Новизна проводимых автором исследований заключается в том, что проведено комплексное описание растительности БГО, МГО, оз.Ульяновское и проведена классификация по Папченкову В.Г. (Папченков, 2003).

Цель работы: дать экологическую оценку состояния прибрежно-водной растительности старичных водоёмов в пойме реки Хопёр.

Задачи:

1. Провести рекогносцировочное описание водоемов.

2. Установить видовой состав растительности изучаемых водоёмов.

3. Провести оценку качества воды по структурным параметрам сообществ макрофитов.

4. Оценить современное экологическое состояние озер Хоперского государственного природного заповедника.

Результаты исследования и обсуждение:

1. Было проведено рекогносцировочное описание трех озер, которое дало возможность оценить состояние озер за 2016 год по методике Боголюбова А.С., Засько Д.Н (Боголюбов, Засько, 1998).

2. Был определен видовой состав растений. На Большом Голом озере 14 видов, на Малом Голом озере 11 видов, на оз. Ульяновском 12 видов растений; 3. Была проведена расчетная часть работы по определению индексов сапробности и биоразнообразия. Степень чистоты озер определялась по системе сапробности Sladeček и К.А. Кокина. В результате

был определен список растений-индикаторов для каждого водоема. По полученным данным был высчитан средний индекс сапробности. Были рассчитаны различные индексы биоразнообразия для каждого водного объекта.

Выводы: 1.Установлены основные морфометрические показатели исследуемых озер. Выявлено, что все озера различаются по глубине, S водного зеркала.

2. Флора исследованных водоемов Хоперского заповедника небогата и насчитывает 14 видов макрофитов. Выявлено, что видовой состав на Большом Голом озере представлен 14 видами, на Малом Голом озере 11 видов, на Ульяновском озере - 12 видов. Растительный покров исследованных водных объектов слагают 17 формаций, представленных 30 ассоциациями.

3. Средние индексы сапробности Большого Голого озера – 1,71, Малого Голого озера – 1,75 и Ульяновского оз. - 1,705 позволяют заключить, что это β-мезосапробная зона, несмотря на увеличение антропогенной нагрузки. Из полученных результатов по соотношению видов-индикаторов можно сказать, что состояние воды в озерах средней степени загрязнения. Эти озера имеют невысокий уровень сходства по составу гидрофитов (индекс видового сходства Жаккара 43,8%)

4. Экологическое состояние исследованных водных объектов Хоперского заповедника удовлетворительное.

Список литературы:

Боголюбов А.С.,Засько Д.Н. Методика рекогносцировочного обследования малых водоемов: Методическое пособие/А.С.Боголюбов,Д.Н.Засько. - М.:Экосистема,1998.- 13с.

Зобов А.И. «Некоторые итоги деятельности Хоперского природного заповедника за 70 лет» Состояние особо охраняемых природных территорий Европейской части России: Сборник научных статей, посвященный 70-летию Хоперского заповедника (пос.Варварино), Воронежская область, 20-23 сентября 2005 г.). – Воронеж: Издательство Воронежского университета, 2005. – 6 с.

Папченков В.Г. Картирование растительности водоемов и водотоков // Гидроботаника: Методология, методы. - Рыбинск, 2003 б.-С.132-136.

ПЛАНКТОН КАК КОМПОНЕНТ БИОМОНИТОРИНГА КРУПНЫХ ОЗЕР СЕВЕРО-ЗАПАДА РОССИИ

М.Т. Сярки

Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН,

РФ, 183003, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, д. 50, MSyarki@yandex.ru

Крупные озера северо-запада России, в том числе одно из Великих озер Европы Онежское озеро, являются важнейшими водными объектами России со стратегическим запасом пресной воды. В настоящее время, в условиях изменения интенсивности антропогенной нагрузки и климатических колебаний оценка состояния водных экосистем и их устойчивости становится все более актуальной (Крупнейшие озера-водохранилища…, 2015; Филатов и др., 2012). Для оценки состояния биотической компоненты экосистемы и рационального использования биологических ресурсов необходима организация биомониторинга с учетом особенностей крупных озер.

Методические основы биомониторинга озер водных объектов Карелии, в том числе, Онежского озера, были разработаны в 90-х годах. Важнейшими элементами мониторинга являлись показатели фито- и зоопланктона. Учитывалось количество видов планктона, виды-индикаторы, общие количественные характеристики, численность и биомасса основных таксономических групп и их соотношения. Определялась интенсивность продукционно-деструкционных процессов. Были прослежены процессы изменений в планктоне при многолетнем воздействии как токсического (Выгозерское водохранилище), так и органического загрязнения (Кондопожская губа Онежского озера) (Современное состояние…, 1998; Состояние водных объектов…, 2007; Крупнейшие озера-водохранилища…, 2015).

Одной из проблем, связанных с планктоном является его высокая сезонная изменчивость. В годовом цикле изменяется состав, структура и количество планктона. В связи с межгодовыми различиями в температурном режиме сдвигаются фенологические фазы в развитии планктона, что тоже затрудняет определение сроков отбора проб и точные оценки. При этом календарные сезоны не совпадают с сезонами в развитии планктона, поэтому возникла необходимость выявления естественных фаз годового цикла, их основных особенностей, определения их сроков и длительности. Это особенно важно в условиях колебания климата, изменения температурного режима и продолжительности безледоставного периода в озерах (Филатов и др., 2012, 2014).

Целенаправленное исследование сезонных процессов началось в 80-90-х годах прошлого века. Однако, временные ряды данных о планктоне Онежского озера, особенно в центральной его части, недостаточно полны и регулярны, чтобы обрабатывать их стандартными методами. Большая часть съемок производилась один раз в году, в различные периоды и поэтому проследить сезонные особенности динамики конкретных лет не представляется возможным. Вся имеющаяся информация была собрана и организована в базу данных (Сярки и др., 2015а), на основании которой была создана модель среднемноголетней годовой цикличности планктона озера. С этой моделью сравнивали данные конкретных лет (Сярки, 2013; Сярки и др., 2015б).

Анализ динамики интенсивности первично-продукционного процесса и его синхронности с цикличностью факторов среды позволил выделить 5 фаз, различающихся по структуре фитопланктона и показать их связь с термическим и гидрологическим режимом озера (Теканова, Сярки, 2015). С помощью статистического анализа структуры сообществ были выделены 5 сезонных состояний или фенологических фаз для зоопланктона. Были описаны даты границ сезонов и их продолжительность. Так, было показано, что летний период в центральной части озера очень короткий и длится всего 40 суток, при этом в нем выделяются две различные по структуре фазы. В первой,

раннелетней, преобладают коловратки, во втором, позднелетней, - ветвистоусые (Сярки, 2013). Так же были описаны переходные периоды, отражающие межгодовую изменчивость условий среды. Ширина этих переходных периодов может служить критерием устойчивости годового цикла планктона и влияния на него колебаний внешних факторов, в частности температурного режима и его сдвигов при климатических изменениях. Оценки межгодовых временных колебаний показали, что их масштабы вполне сопоставимы с таковым для основных гидрологических событий (вскрытие льда, весенняя гомотермия, наступление биологического лета) (Онежкое озеро. Атлас, 2010; Филатов и др., 2014). Было показано, что в последней декаде июня – первой декаде июля наблюдались максимальные временные сдвиги, обусловленные межгодовой изменчивостью скорости прогрева вод. Так, в экстремально теплом 2010 году в развитии рачкового планктона наблюдался сдвиг на 19 суток относительно средних дат.

Представленные результаты должны быть учтены при организации мониторинговых исследований крупных озер.

Список литературы:

Крупнейшие озера-водохранилища Северо-Запада Европейской территории России: современное состояние и изменения экосистем при климатических и антропогенных воздействиях. 2015. – Под ред. Н. Н. Филатова, Н. М. Калинкиной, Т. П. Куликовой, А. В. Литвиненко, П. А. Лозовика. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН. – 375 с.

Онежское озеро. Атлас 2010. – Отв. ред. Н. Н. Филатов – Петрозаводск: КарНЦ РАН. – 151 с.

Современное состояние водных объектов республики Карелия. По результатам мониторинга 1992–1997 гг. 1998. – Петрозаводск: КарНЦ РАН. – 188 с.

Состояние водных объектов республики Карелия. По результатам мониторинга 1998–2006 гг. 2007. – Петрозаводск: КарНЦ РАН. – 210 с.

Сярки М. Т. 2013. Как долго длится лето для зоопланктона Онежского озера? – Принципы экологии. – № 4. С. 70–75. DOI: 10.15393/j1.art.2013.2781

Сярки М.Т., Чистяков С.П. 2013. О применении метода ортогональных расстояний для моделирования сезонной динамики планктона Онежского озера – Экология. – № 3. – С. 234-236

Сярки М.Т., Теканова Е.В., Чекрыжева Т.А. 2015а. Свидетельство о государственной регистрации базы данных № 2015620274 «Планктон пелагиали Онежского озера». Правообладатель: Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт водных проблем Севера Карельского научного центра РАН (ИВПС КарНЦ РАН) (RU). Дата регистрации в реестре баз данных 13 февраля 2015 г.

Сярки М.Т., Теканова Е.В., Калинкина Н.М., Полякова Т.П. 2015б. Разработка подходов к оценке устойчивости функционирования водных сообществ. – В кн. Крупнейшие озера-водохранилища северо-запада европейский территории России. Современное состояние и изменения экосистем при климатических и антропогенных воздействиях.– Петрозаводск: КарНЦ РАН . – С. 133-145

Теканова Е. В., М.Т. Сярки. 2015. Особенности фенологии первично-продукционного процесса в пелагиали Онежского озера – Известия РАН. Сер. Биологическая.– №6. – С. 645-652

Филатов Н. Н., Назарова Л.Е., Георгиев А. П., Семенов А. В., Анциферова А. Р., Ожигина В. Н., Богдан М. И. 2012. Изменения и изменчивость климата европейского Севера России и их влияние на водные объекты. – Арктика: экология и экономика. – №2 (6). – С. 80-93

Филатов Н. Н., Руховец Л. А., Назарова Л. Е., Георгиев А. П., Ефремова Т. В., Пальшин Н. И. 2014. Влияние изменений климата на экосистемы озер Севера Европейской территории России – Ученые записки Российского государственного гидрометеорологического университета. – № 34. Научно-теоретический журнал. Специальный выпуск.– СПб.: РГГМУ. – С. 48–55.

МОДЕЛИРОВАНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКИХ ЦИКЛОВ В ЭКОСИСТЕМАХ ВОДОХРАНИЛИЩ

А.А. Цхай, В.Ю. Агейков

Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,

РФ 656038, г. Барнаул, пр. Ленина, д. 46, taa1956@mail.ru

Оценка состояния экосистем имеет важнейшее значение в ряду задач экологического нормирования, которое является базовой составляющей решения основных задач экологического мониторинга (Ветров, 2015 и др.)

В последнее время для оценки состояния экосистем природных водоемов все чаще применяется модельное воспроизведение биогеохимических циклов трансформации соединений лимитирующего элемента в исследуемых условиях. На этом пути выполнено значительное число работ, в которых исследованы количественные и качественные аспекты динамических процессов в водных экосистемах (Леонов, 1986, Меншуткин, 2010, и др.)

Важное практическое значение имеет случай прогнозирования состояния экосистем проектируемых водохранилищ, выполняемого на этапе принятия решения о зарегулировании речного стока.

Для этого случая выработан следующий подход (Цхай, Леонов, 1995): на основе данных проектных изысканий строится модель изменения экологических переменных в условиях заданного режима эксплуатации водохранилища с использованием данных инженерных расчетов гидротермических условий в проектируемом водохранилище.

Важнейшие вопросы о структуре и оценках гидробиологических и гидрохимических характеристик будущей экосистемы, для упрощения полагаются адекватными соответствующим значениям водохранилища-аналога, расположенного, как правило, в той же физико-географической зоне и имеющего сходные инженерные параметры. Особым этапом подготовки информации для моделирования является анализ существующих данных: научных экспедиций, а также Государственной службы наблюдений, на основе чего составляются сценарии входных данных.

После этого проводится идентификация и верификация разработанных математических моделей, структура которых определяется поставленными перед разработчиками задачами. Как правило, при четком взаимодействии проектировщикам и специалистам по моделированию удается сформулировать ясные постановки практических задач, на которые могут быть получены конкретные обоснованные ответы в рамках сделанных предположений и допущений для разных случаев эксплуатации водохранилищ после их создания. В работе приводятся результаты моделирования состояния экосистем для водохранилищ Сибири и Дальнего Востока: Новосибирского, Колымского, Крапивинского, Усть-Среднеканского, Богучанского (Цхай, Агейков, 1997; Tskhai, 2013, и др.).

Вместе с тем очевидны пределы допустимости применяемого подхода. Поведение прогнозируемого объекта – по построению получается подобным поведению водоема-аналога. В то же время, на самом деле, самый сходный аналог, в любом случае имеет индивидуальную, совершенно иную структуру экосистемы с точки зрения видового состава и уровня развития агрегированных звеньев трофической цепи. Тем более предсказание новых качественных эффектов, связанных с вариантами развития сукцессии сообществ

гидробионтов, с возможными откликами экосистемы на нарушение природного гомеостаза, очевидно, выходят за рамки изложенного подхода.

В конце 20-го века появились работы по структурно-динамическое моделированию (СДМ) (Jorgensen, 1999). Основой послужила достаточно естественная идея: считать вектором изменения биоразнообразия в экосистеме - принцип естественного отбора Дарвина. Однако реализованные в рамках СДМ математические модели отличает недостаток в виде упрощенной схематичности описания, не позволяющего достаточно полно выявить причинно-следственную связь влияния динамики внутриводоемных процессов на отклик экосистемы в условиях стресса.

В представленной работе предложен вариант развития СДМ-подхода. Его суть - в синергии известных способов математического моделирования цикла биогеохимической трансформации форм лимитирующего элемента в водной толще и донных отложениях с применением методов неравновесной термодинамики и качественной теории дифференциальных уравнений. Формулируется оригинальная адаптивная математическая модель развития водной экосистемы, характеризующая структурные изменения для прогнозирования деградации и восстановления состояния биоценоза. В этом контексте приводится модельный инструментарий для изучения количественных и качественных изменений переменных, которые, в одном случае, свидетельствуют о деградации, а в другом - о восстановлении состояния водного биоценоза.

Полученный результат является оригинальным и может служить продвижением в области экологического нормирования природных водных объектов.

Исследование выполняется в рамках десятой темы «Воздействие водохранилищ» плана Научного десятилетия 2013-2022 гг. Международной ассоциации гидрологических наук – Panta Rhei - “Изменение гидрологии и общества”, режим доступа http://distart119.ing.unibo.it/pantarhei/index9f99.html?q=node/29.

Список литературы:

Ветров В.А. 2015. Ограничение антропогенного воздействия на окружающую среду в России: состояние проблемы и перспективная стратегия - Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. 26, №2, с. 10-32.

Леонов А.В. 1986. Математическое моделирование динамики форм фосфора в мелководных экосистемах (на примере оз. Балатон) - М., Наука. 152 с.

Меншуткин В.В. 2010. Искусство моделирования (экология, физиология, эволюция) – С.-П.: Российская академия наук, С.-П. ЭМИ, ИВПС КНЦ, 420 с.

Цхай А.А., Леонов А.В. 1995. Прогнозирование качества воды в проектируемом водохранилище на основе модели трансформации азота и фосфора - Водные ресурсы, т. 22, № 3, с. 261-272.

Цхай А.А., Агейков В.Ю. 1997. Математическое моделирование процессов трансформации соединений азота и фосфора и изменчивости кислородного режима в водохранилищах - Водные ресурсы, т. 24, № 6, с. 718-728.

Tskhai A. 2013. Water Quality Modeling for Russian Great Rivers - In: Water Cooperation and 7th World Water Forum. Proceedings of the International Forum, Republic Korea, October 2013, p.395-400.

Jorgensen S.E. 1999. State-of-the-art of ecological modelling with emphasis on development of structural dynamic models - Ecological Modelling, №120 (2-3), p.75-96.

ОСОБЕННОСТИ ДИНАМИКИ ФИТОПЛАНКТОНА РЕКИ МОСКВЫ В РАЙОНЕ ПОСТУПЛЕНИЯ СТОКОВ КУРЬЯНОВСКОЙ СТАНЦИИ АЭРАЦИИ В ЗИМНЕ-ВЕСЕННИЙ ПЕРИОД

Д.В. Ростанец, К.П. Хазанова

МГУ имени М.В. Ломоносова, 119234, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Биологический факультет МГУ, avilon.9@yandex.ru

Для водных объектов, расположенных вблизи крупных населенных пунктов, особенно мегаполисов, одним из характерных видов антропогенного воздействия является поступление больших объемов сточных вод, прошедших очистку на станциях аэрации. Очищенные стоки имеют повышенную температуру воды, а также содержат высокие концентрации биогенных элементов, прежде всего азота и фосфора, даже не смотря на передовые технологии очистки. В связи с этим участки водотоков, расположенные ниже выпусков очистных сооружений, постоянно подвержены тепловому и биогенному загрязнению, что неминуемо сказывается на сообществах гидробионтов.

Нами было проведено изучение особенностей динамики фитопланктона в зоне воздействия очистных сооружений в зимне-весенний период в районе лодочной станции г. Дзержинский, расположенной ниже выпусков Курьяновской станции аэрации (КСА). Точка отбора проб была выбрана на некотором удалении от выпусков КСА с расчетом нивелировать разбавляющее воздействие стоков. В качестве фонового створа был выбран участок р. Москвы в районе Звенигородской биологической станции имени С.Н. Скадовского, расположенный на территории заказника. Для данной территории действует особый режим природопользования, что позволяет считать динамику сообщества фитопланктона приближенной к естественной.

Отбор проб проводили ежедекадно со 2 января по 30 мая на станции Дзержинский и с 3 января по 30 мая на станции Звенигород. Для ст. Дзержинский ледостав не характерен, на ст. Звенигород в зимне-весенний период характерен ледовый покров разной мощности. При отборе проб в сезон ледостава сначала делали лунку диаметром 20-30 см при помощи пешни или шнекового бура, шугу из лунки вычерпывали сачком с короткой ручкой. Количественные пробы фитопланктона отбирали при помощи батометра Рутнера объемом 1 л, собранный материал фиксировали раствором Люголя в модификации Г.В. Кузьмина (Кузьмин, 1975). Концентрирование проб проводили общепринятым осадочным методом (Суханова, 1983). Определение и счет проводили под световым микроскопом (Nikon Eclipse E200 и Микромед 3 вар. 3-20), численность фитопланктона подсчитывали в камере Нажотта объемом 0,05см^3.

Всего в пробах фитопланктона на ст. Дзержинский идентифицировано 133 вида и вариетета водорослей, относящихся к 8 отделам, 15 классам и 29 порядкам. Наиболее представлены были диатомовые (85 таксонов) и зеленые водоросли (28 таксонов). На станции Звенигород в пробах было идентифицировано 237 видов и вариететов водорослей, относящихся к 8 отделам, 14 классам и 32 порядкам. Наиболее представлены были зеленые водоросли (98 таксонов), диатомовые (65 таксонов) и цианобактерии (38 таксонов). Не смотря на сопоставимую представленность таксонов высокого ранга (уровня отделов, классов и порядков), участок, постоянно подверженный тепловому и биогенному загрязнению резко отличается обеднением видового состава даже не смотря на отсутствие ледового покрова и, как следствие, благоприятный световой режим для альгофлоры в зимний период. В зоне

воздействия стоков КСА было идентифицировано почти вдвое меньше видов водорослей, чем на фоновом створе.

Число видов фитопланктона изменялось от 20 до 63 на станции Дзержинский и от 21 до 70 на станции Звенигород. Для створа с естественной динамикой фитопланктона отмечено постепенное планомерное увеличение числа таксонов в весенний период по мере повышения температуры воды и улучшения светового режима. Для антропогенно-трансформированного створа была характерна скачкообразная динамика изменения числа видов фитопланктона, достоверного увеличения числа таксонов с наступлением гидрологической весны и началом вегетационного сезона не отмечено.

Численность фитопланктона на ст. Дзержинский в зимне-весенний период варьировала в широких пределах, диапазон изменения численности составил от 39 тыс. кл./л в середине января, до более чем 5,5 млн. кл./л в середине мая. Средняя численность фитопланктона в январе-феврале составляла 154 тыс. кл./л, с марта по май – около 350 тыс. кл./л. На ст. Дзержинский на протяжении зимне-весеннего периода по численности преобладали диатомовые водоросли. Исключение было отмечено только 2 января, когда доля диатомовых водорослей составляла 32,2% от общей численности, а основной вклад в общую численность давали цианобактерии. В остальное время вклад диатомей в общую численность составлял от 63 до 100%. Для фоновой ст. Звенигород, отражающей естественную динамику развития фитопланктонного сообщества, диапазон изменения численности фитопланктона составил от 415 тыс. кл./л до 7,5 млн. кл./л. В целом динамика численности фитопланктона на фоновом створе была скачкообразной, однако низкие значения численности водорослей наблюдались только в январе, в остальное время численность фитопланктона не опускалась ниже отметки в млн. кл./л. Естественная динамика структуры численности фитопланктона существенно отличалась от картины, наблюдаемой на участке, подверженном влиянию сточных вод. На протяжении зимне-весеннего периода по численности доминировали мелкоклеточные цианобактерии, суммарный вклад которых в общую численность составлял от 6,5 до 99,5%, максимальный вклад цианобактерий отмечался в период с января по апрель. Доля диатомовых водорослей варьировала от долей процента до 60%, вклад диатомовых водорослей постепенно увеличивался с середины марта до начала мая, а в мае постепенно снижался, уступая место зеленым водорослям. Доля зеленых водорослей варьировала от долей процента до 80% и увеличивалась с наступлением вегетационного сезона, наибольший вклад зеленых водорослей в общую численность отмечен в мае.

В районе поступления сточных вод КСА в зимне-весенний период наблюдалось резкое обеднение видового состава по сравнению с фоновым створом и однонаправленное изменение структуры численности фитопланктона – существенное увеличение доли диатомовых водорослей, что говорит об упрощении структуры сообщества. В то же время в зимне-весенний период несмотря на отсутствие ледового покрова и благоприятный световой режим, на модельном створе Дзержинский под воздействием подогретых сточных вод КСА не происходило увеличения численности фитопланктона, напротив, численность водорослей была ниже, чем на фоновом створе и на протяжении фактически всего сезона не превышала отметку в 500 тыс. кл./л. Основная причина пониженных численностей – особенности видового состава (преимущественное развитие диатомовых водорослей, а не мелкоклеточных форм цианобактерий, как на фоновом створе). Также одна из возможных причин пониженной численности водорослей в зоне, расположенной ниже стоков КСА – разбавление речных вод очищенными сточными водами на фоне отсутствия поверхностного стока в зимний период.

Работа была выполнена с использованием приборно-технической базы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (тема № АААА-А16-116021660054-4) при финансовой поддержке РФФИ (Проект 16-34-00750).

Список литературы:

Кузьмин В.Г. Фитопланктон // Методика изучения биоценозов внутренних водоемов. М.: Наука, 1975. С. 73–87.

Суханова И.Н. Концентрирование фитопланктона в пробе // Современные методы количественной оценки распределения морского планктона. М.: Наука, 1983. С. 97–105.

ФЛУОРИМЕТРИЯ ХЛОРОФОЛЛА ФИТОПЛАНКТОНА И ДРУГИЕ МЕТОДЫ В МОНИТОРИНГЕ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ ДОНБАССА

С.В. Беспалова, С.М. Романчук, С.В. Чуфицкий[1)]

[1)] Государственное образовательное учреждение высшего профессионального образования «Донецкий национальный университет»,

ДНР, 83001, г. Донецк, ул. Университетская, д. 24, donnu.rector@mail.ru

Для Донбасса проблема обеспечения региона водными ресурсами, а также контроля за качеством воды представляет особую важность. Состояние на сегодняшний день водных источников и систем централизованного водоснабжения не может гарантировать требуемого качества питьевой воды.

Согласно многочисленным исследованиям, посвященным биомониторингу природных и искусственных сред, использование биоиндикаторов позволяет определить состояние среды, дает возможность быстро определить изменение степени воздействия различных факторов, в том числе и различного рода загрязнений (Андреев Д.Н., 2014, Беспалова С.В. и др., 2011). Важной отличительной особенностью биоиндикаторных организмов является возможность определения негативных факторов уже на начальных стадиях воздействия.

Значительная часть исследований в данной области направлена на развитие автоматизированных систем мониторинга, а также на совершенствование экспресс-методов, позволяющих за короткий промежуток времени довольно точно определить состояние биоиндикаторного организма, а также степень воздействия на него стресс-факторов. Одним из самых информативных экспресс-методов является метод флуориметрии, позволяющий не только определять количество биомассы фотосинтезирующего (фототрофного) биоиндикатора в исследуемом образце, но и оценить физиологическое состояние фотосинтетического аппарата биообъекта (Гольцев В.Н. и др., 2016, Лысенко В.Н. и др. 2013, Bespalova S.V. et. al., 2013). Интерпретация результатов измерений динамики активности фотосинтеза сложна, поскольку разные природные факторы могут оказывать влияние на параметры его активности большее, чем отдельный поллютант.

В ДонНУ разрабатываются основы технологии автоматизированного биомониторинга водной среды с использованием флуорометрии хлорофилла фитопланктона *in situ*. Разработан макет автоматической измерительной станции (АИС), которая содержит набор датчиков физико-химических параметров и флуорометрическую систему для измерения концентрации хлорофилла. Измерительная станция, центральный сервер (ЦС) и каналы передачи данных являются основой распределенной автоматизированной системы мониторинга водных ресурсов. В основу АИС положен импульсный проточный флуориметр, представляющий собой аналог флуориметра Phyto-PAM фирмы WALZ с возможностью записи кривых индукции флуоресценции.

Система предусматривает сохранение пробы для подробного лабораторного изучения в случае, если первоначальный анализ привел к превышению какого-либо параметра. В набор физико-химических датчиков входят измерители температуры воды, pH, мутности, электропроводности, концентрации растворенного кислорода, скорости течения

Разрабатывается специальное программное обеспечение со следующими компонентами:

1. Локальный компонент, который размещается непосредственно на АИС и обеспечивает автоматическое управление измерениями, сбор и первичную обработку данных. Он содержит специальный плагин для вычисления «индекса тревоги» (alarm

index) и соответственно оценки вероятности того, что зарегистрированное на АИС событие является нештатным. Метод позволяет частично автоматизировать принятие решений по нештатным ситуациям и сократить объем данных, непрерывно передаваемых с АИС на ЦС.

2. Серверный компонент, который размещается на ЦС, осуществляет сбор и систематизацию данных с удаленных АИС. При этом мониторная информация записывается в базу данных и анализируется с использованием индексов тревоги. При обнаружении нештатных ситуаций генерируются сообщения и запускаются процедуры реагирования.

3. Клиентский компонент, который обеспечивает удаленный доступ к системе мониторинга, конфигурацию, управление и работу с базами данных. Он должен иметь удобный пользовательский интерфейс, мониторная информация отображаться в графическом и табличном виде.

4. Модуль сопряжения с геоинформационной системой (ГИС).

Эта система позволит визуализировать долговременные изменения состояния водных ресурсов, выявить степень антропогенного воздействия на биогеоценоз; проводить анализ сезонной динамики фитоплактона, его видового состава и физико-химических показателей водной среды, необходимый для сравнения с результатами предыдущих исследований; оценивать развитие водной экосистемы, находящейся под сильным антропогенным воздействием.

Список литературы:

Андреев Д.Н. 2014. Биоиндикация состояния окружающей среды по относительным показателям флуоресценции хлорофилла // Вестник Московского государственного университета леса - Лесной вестник. № 5. С. 6-9.

Беспалова С. В., Горецький О. С., Глухов О. З., Злотін О. З., Максимович В. О., Говта М. В., Лялюк Н. М., Маркіна Т. Ю., Маслодудова К. М., Машталер О. В., Сафонов А. І., Федотов О. В.. 2011. Критерії оцінки екологічного стану середовища за порогами чутливості біоіндикаторів // Проблеми екології та охорони природи техногенного регіону. № 1 (11). С. 25-43.

Гольцев В.Н., Каладжи Х.М., Паунов М., Баба В., Хорачек Т., Мойски Я., Коцел Х., Аллахвердиев С.И. 2016. Использование переменной флуоресценции хлорофилла для оценки физиологического состояния фотосинтетического аппарата растений // Физиология растений. 2016. Т. 63. № 6. С. 881-907.

Лысенко В.С., Вардуни Т.В., Сойер В.Г., Краснов В.П. 2013. Флуоресценция хлорофилла растений как показатель экологического стресса: теоретические основы применения метода // Фундаментальные исследования. № 4-1. С. 112-120.

Bespalova S. V., Lyalyuk N. M., Afanassyev D. N. 2013. Algae chlorophyll fluorometry and other methods in monitoring of the water resources of a technogenically transformed region in eastern Ukraine // GISAP. Physics, mathematics and chemistry. № 1. P. 31-32.

ВЛИЯНИЕ МАЛОВОДНЫХ ПЕРИОДОВ НА ЭКОСИСТЕМЫ КРУПНЫХ РЕЧНЫХ БАССЕЙНОВ (НА ПРИМЕРЕ Р. ДОН)

В.П. Илич[1)], М.Б. Киреева[2)], А.В. Гончаров[3)]

МГУ имени М.В. Ломоносова,

РФ, 119991, г. Москва, Ленинские горы, д. 1

[1)] vladilich4@mail.ru [2)] kireeva_mb@mail.ru [3)] mama15333@mail.ru

Глобальные климатические изменения и возрастающая антропогенная нагрузка на водные объекты привели к изменению водного режима большинства рек нашей планеты. Это, в свою очередь, не могло не сказаться на условиях существования водных и пойменных экосистем. Данное исследование посвящено комплексному анализу возникшего в 2007-2016 гг. маловодья на р. Дон. В рамках работы проводился анализ влияния маловодья на гидрологические характеристики и экосистемы в целом, также на ихтиофауну в частности.

Бассейн р. Дон занимает площадь 422 тыс. км^2 , на которой в настоящий момент проживает около 29 млн. человек. Река и ее притоки являются одними из основных источников воды для населения. Также бассейн Дона издревле славился своим биоразнообразием и численностью организмов, образующих его водные и пойменные экосистемы. Однако в настоящее время из-за антропогенной нагрузки и климатических изменений эти показатели значительно снизились. Маловодный период 2007-2016 годов, не имеющий аналогов по продолжительности (М.Б. Киреева, 2013) за всю историю наблюдений в этом бассейне, может привести к катастрофическим последствиям.

Одним из инструментов, позволяющих оценить общее влияние водности на речные системы, является расчет экологического стока. В настоящий момент существует более 200 различных методик расчета. В данном исследовании выбор был сделан в пользу методики В.Г Дубининой (В.Г. Дубинина, 2008). Для оценки экологического стока определялся ряд параметров: исторический минимальный годовой сток, критический годовой сток (минимальный сток, необходимый для нормального функционирования водных экосистем), сток базового года (минимальный объем стока, при котором возможно максимальное допустимое изъятие) и объем допустимого изъятия. Полученные результаты показали, что для большинства лет в створе р. Дон – ст. Казанская характерен сток выше критического. Это говорит о то, что в данные года условия существования водных обитателей были удовлетворительны, а объемы водозабора могли равняться максимальному объему допустимого изъятия (1,4 км^3). В то же время, для 2011, 2014 и 2015 годов характерны значения годового стока ниже критического. Это привело к тому, что объем допустимого изъятия должен был быть снижен, водозабор должен был проводиться лишь для приоритетных водопользователей. Наиболее критичной ситуация была в 2015 году ($W_{доп.из.}$= 0,1 км^3). Кроме того, было проведено сравнение расчетных параметров, полученных с и без учета маловодья. Были получены следующие результаты:

- значение минимального исторического стока не зависят от учета маловодного периода
- значение критического стока снижается на 0,1 км^3 при учете маловодья
- значение стока базового года снижается на 0.2 км^3 при учете исследуемого маловодного периода

Вторым направлением изучения влияния маловодного периода на экосистемы было исследование связи гидрологических характеристик (расходов и уровней) с концентрацией фитопланктона и богатством ихтиофауны. Выбор именно этих групп организмов был неслучаен. С одной стороны фитопланктон и ихтиофауна являются противоположными звеньями цепи питания. Сопоставляя результаты, полученные для этих двух групп, можно попробовать сделать вывод о влиянии маловодья и на другие звенья цепи питания, а, следовательно, и на экосистемы в целом. Помимо этого разработаны методики оценки качества воды по содержанию фитопланктона. Это дает возможность не только оценить влияние маловодья на экосистемы, но и оценить влияние на качество воды. В тоже время при анализе состояния ихтиофауны использовались данные по сеголеткам, так как именно они отражают рыбного сообщества в данном конкретном году и условия для размножения.

Была выявлена довольно тесная (R^2 = 0,8) обратная экспоненциальная зависимость концентрации фитопланктона в реке Дон от расходов воды. Ее следствием стало увеличение средней концентрации фитопланктона с 0,83 г $м^{-3}$ за 2004-2006 года до 9,23 г $м^{-3}$ за период маловодья. Оценка качества воды по суммарной концентрации проводилась согласно шкале, предложенной И.С. Трифоновой (И.С. Трифонова, 1990). По ней, вода в Дону, еще в 2006 характеризующаяся как олиготрофная, за период маловодья стала соответствовать эвтрофному состоянию.

Состояние рыбных сообществ оценивалось по данным ежегодных замеров количества сеголетков в Цимлянском водохранилище (http://azniirkh.ru/). Основными факторами, влияющими на воспроизводящую способность различных видов рыб, были приняты уровни воды за нерестовый период (апрель и май). Верность данного предположения подтвердили графики связи, указывающие на тесную зависимость между данными величинами. В итоге, было выявлено значительное снижение суммарного количества сеголетков всех видов рыб за маловодный период. Так, если в предмаловодный период ежегодные данные значительно превышали 1000 шт. $замет^{-1}$ (например, в 2003 г. 1580 шт. $замет^{-1}$), то в 2015 они равнялись 400 шт. $замет^{-1}$. Схожие тенденции наблюдались и для большинства других родов. Однако, для некоторых представителей ихтиофауны выводы о снижении численности за 2007-2015 годы неверны. Так для леща корреляции численности с уровнями воды выявлено не было. При этом характерны ежегодные значительные колебания и в большую, и в меньшую стороны. Для судака, бычков и сазана и вовсе характерен значительный рост численности. Он вызван как биологическими, так и гидрологическими факторами.

Работа выполнена при поддержке гранта президента РФ МК-2331.2017.5

Список литературы:

Дубинина. В.Г. Методические указания по нормированию допустимого безвозвратного изъятия речного стока и установлению экологического стока (попуска). М.: ФГУ «Межведомственная ихтиологическая комиссия», 2008

Трифонова И.С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. JL: Наука, 1990. 179 с.

Сайт научно-исследовательского института рыбного хозяйства. URL: http://azniirkh.ru/

ВОДНЫЕ МАКРОФИТЫ – ОРГАНИЗМЫ-МОНИТОРЫ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ ОБСТАНОВКИ РЕГИОНА

А.Н. Камнев, М.В. Крупина

МГУ им. М.В. Ломоносова, биологический факультет

РФ, 119992 г. Москва, Ленинские горы 1, корп. 12

dr.kamnev@mail.ru, markrupina@yandex.ru

Одними из наиболее удобных организмов-мониторов в водной среде являются морские и пресноводные макрофиты - макроскопические водоросли и прибрежно-водные травы, изучением роли которых в биогеохимическом обмене азота и фосфора Чёрного моря ещё в 40-е годы 20 в. начал заниматься Д.А. Сабинин.

Все группы водорослей являются важнейшими продуцентами морей и пресноводных водоёмов, активно аккумулирующими и переносящими химические элементы в водной среде, препятствуют проникновению в водную среду веществ, в частности, поступающих с береговыми стоками.

Среди большого количества морских высших растений наиболее важными считаются морские травы (seagrasses), которые являются реальными гидрофитами и обитают в различных морях. Все морские травы принадлежат к классу однодольных (Lipiopsida), порядкам наядовых (Najadales) и частуховых (Alismatales).

Среди пресноводных высших растений это мохообразные (Bryophyta), включающие печёночные (Hepaticae) и листостебельные (Musci) мхи; плауновидные (Lycopodiophyta), представленные группой полушниковых (Isoetales); хвощевидные (Equisetophyta), наконец, это цветковые растения (Anthophyta), которые насчитывают большое количество видов, принадлежащих более чем к тридцати семействам. Наиболее известными из них являются ряска, кувшинка, стрелолист, водокрас, рогоз, камыш, тростник, любимые аквариумистами валлиснерия и «водяная чума» элодея.

Достаточно интересными объектами биогеохимического мониторинга являются высшие водные растения, растущие в устьях рек, впадающих в море. Эти растения, испытывая нагрузку с постоянным изменением солёности воды, также аккумулируют минеральные элементы, включая их в биохимические циклы.

На наш взгляд, из высших наземных водных макрофитов одним из наиболее удобных объектов для биогеохимического мониторинга черноморского побережья может быть использован тростник *Phragmitesaus tralis*(Cav.) Trin.exSteud, который растёт вдоль берегов малых рек и заиленных заливов самого моря.

Особенности концентрирования минеральных элементов водными макрофитами

Очень важной задачей биогеохимического мониторинга является оценка диапазона аккумулятивных возможностей объектов мониторов. Для того, чтобы правильно оценить биогеохимическую обстановку региона, исследователи обычно выбирают (в зависимости

от поставленной задачи) различные доминантные, но типичные представители морских макроводорослей или высших растений исследуемого района. Выбираются определённые типичные участки, в пределах которых достаточно удобно периодически (в разные климатические сезоны) отбирать пробы растительности, донных отложений, почвы и воды. Кроме того, в зависимости от возможностей лаборатории, могут быть использованы различные методы оценки минерального состава. Для этих целей чаще всего используют метод атомно-абсорбционной спектроскопии (ААС), метод рентгенофлуоресцентого анализа (РФА) или метод нейтронной активации (МНА).

Минеральные элементы по их среднему содержанию в талломах бурой водоросли цистозейры можно расположить в следующей убывающей последовательности: K> Ca> Br> Na> Fe> Mg> Ba> As> Mn> Zn> Ni> Rb> **Cu**> Cr> Co> Pb> U> Ce> La> Se> Sc> Cs> Sb> Th> Hg>Au.

Как видно, содержания одних и тех же минеральных элементов в одновозрастных водорослях в зависимости от различных факторов могут изменяться от 2 до 99 раз (в зависимости от элемента). Причиной таких колебаний может быть как изменяющаяся концентрация самого отдельного минерального элемента в воде, а также комплекса экологических факторов среды обитания, влияющего на накопление этого элемента растительным организмом, так и физиологическое состояние самого макрофита.

Из полученных данных видно, что минеральные элементы по их среднему содержанию в талломах зеленой водоросли *Cladophora sericea* можно расположить в следующей убывающей последовательности: Ca> K> Cl> Al> **S**> Fe> Na> Mg> Sr> Br> Ti> Mn> Ba> I> Zn> V> As> Ce> Rb> Cr> Ni> La> Co> Sc> Th> Hf> W> Mo> Nb> Sm> Cs> U> Yb> Se> Sb> Tm> Gd> Eu> Tb ≈ Ta> Au. Интересно отметить, что в отличие от цистозейры таких серьёзных изменений в соотношении максимальных и минимальных концентраций не наблюдается. Хотя для некоторых элементов, например, таких как Mn**,** Mo, Br диапазон концентраций может изменяться в 5-14 раз.

Полностью погруженном высшем растении – *Zostera marina* Linnaeus. :

в живых листьях – Ca>Mg>Na>K>Fe>Mn>Cu>Zn>Ni>Cd>Pb

в отмерших листьях – Ca>Na>K>Mg>Fe>Mn>Zn>Cu>Ni>Cd>Pb

в корнях – K ≈ Na>Ca>Mg>Fe>Mn>Zn>Cu>Ni>Pb>Cd

Соотношение max и min концентраций проанализированных нами минеральных элементов в *Zostera marina* колеблется незначительно – от 1,06 до 1,13 раз, что можно, как и в случае с *Cladophora sericea*, объяснить незначительной выборкой растений, более того собранных в одном месте и в одно время. Приводя в пример данные, полученные разными способами, мы хотели показать, что они могут существенно различаться, но для ряда задач могут быть вполне интересны.

В тростнике –*Phragmitesaus tralis*(Cav.) Trin.ExSteud.
Концентрации минеральных элементов в различных частях растения можно расположить в следующих рядах убывающих последовательностей:

в живых листьях – K >Ca >S >P >Mn>Fe >Sr>Zn >Cu >Ni >As >Pb>Cd

в отмерших листьях – K >Ca >S >P >Fe >Mn>Sr>Zn >Cu >Ni >As >Pb>Cd

в корнях – Ca >K >S >P >Fe >Mn>Sr>Zn >Cd >Ni >Cu >As >Pb

Содержание микроэлементов, полуметалла мышьяка и токсичных тяжёлых металлов, таких как Ni, Pb и Cd, выше всего в корнях растений. Например, содержания Fe в корнях по сравнению с листьями выше примерно в 9 раз, а Ni и Pb – более чем в 10 раз.

Полученные нами данные могут служить наглядным примером того, какие методы (в зависимости от экономических возможностей научных подразделений) могут быть использованы для оценки минерального состава водных фототрофов. Важно подчеркнуть, что при использовании различных методов, данные могут отличаться на 10-15%. Кроме того, представленные нами данные показывают, что даже минимальное изменение выборки может существенно влиять на оценку диапазона аккумулятивных возможностей растений. Для ряда задач это вполне допустимо, а для ряда – нет. Наконец, представленные нами результаты хорошо демонстрируют экологическое и видовое разнообразие физиологических механизмов накопления минеральных элементов из окружающей среды. Так, например, у полностью погруженных гидрофитов (как, например, у *Zostera marina*), листья также участвуют в поглощении минеральных элементов. И если их содержание в водной среде выше, чем в донных отложениях или находится в более удобной для поглощения форме, то концентрация этих элементов в листьях может быть значительно выше, чем в корневой системе.

Таким образом, все сказанное выше даёт представление том, что необходимо учитывать при постановке задач с использованием биогеохимического мониторинга.

ПАРАМЕТРИЗАЦИЯ СТОКА РЕК ЕТР ДЛЯ ОЦЕНКИ СТЕПЕНИ ТРАНСФОРМАЦИИ ВОДНОГО РЕЖИМА

Н.Н. Езерова [1], М.Б. Киреева [2], Н.Л. Фролова [3]
МГУ имени М.В. Ломоносова,

РФ, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1

[1]39tata91@mail.ru [2], kireeva_mb@mail.ru [3] frolova_nl@mail.ru

Данная работа посвящена комплексному изучению современных особенностей водного режима рек в условиях изменения климата. Основной задачей исследования является построение единой шкалы параметризации изменений различных характеристик стока. Итогом работы будут карты, отражающие изменения гидрологических характеристик на Европейской территории России за периоды до 1978 года и после него, а также единая комплексная карта, отражающая степень трансформации водного режима, в соответствии с разработанной классификацией. Выбор границ периодов обусловлен предшествующими наработками авторов (Джамалов и др., 2015). Задачами являются сбор данных по репрезентативным бассейнам, статистическая обработка и анализ многолетних колебаний характеристик водного режима, создание научно-методической базы особенностей внутригодового хода водного режима.

Исследования и классификации водного режима рек широко представлены в работах по гидрологическому районированию. Львович М.И. (1938) провёл разделение, исходя из источника питания и внутригодового распределения стока. В разработках Зайкова Б.Д. (1946), исходя из внутригодового распределения и учёта амплитуды средних максимальных расходов и некоторых других гидрологических характеристик, выделяется 12 типов водного режима. Для рек восточноевропейского типа согласно его классификации характерно 16-ти кратное превышение максимального расхода за половодье (нормированного на среднегодовой) над среднемеженным. Классификации Кузина П.С. (1960) и Евстигнеева В.М. (1990) наиболее полно описываются вариации водного режима рек и имеют большой пространственный масштаб. Кузин П.С. провёл генетическую классификацию, основанную на законе зональности географической среды, учитывая тип питания рек, время прохождения главной фазы водного режима, им был учтён тип рельефа и природные зоны (Федосеев, 2003). В работах Евстигнеева В.М., исходя из морфогенетических признаков водного режима, на карте «Водный режим рек СССР и сопредельных территорий» были показаны географические закономерности: широтной зональности, долготной дифференциации, высотной поясности и индивидуальности водного режима больших рек (Евстигнеев и др., 1990).

Согласно многочисленным исследованиям (Оценочный доклад..., 2008) за последние 30 лет для большинства крупных речных бассейнов сток был выше среднего многолетнего значения. Водный режим рек претерпел серьезные изменения, обусловленные в большей мере климатическими факторами, трансформированными под влиянием хозяйственной деятельности. Анализ метеорологических данных за последние десятилетия свидетельствует, что на Европейской территории России этот период был не только самым тёплым, но и самым влажным за время инструментальных наблюдений (Джамалов и др., 2015).

Гидрологическая информация, используемая в работе, представляет собой ряды среднемесячных величин расходов воды за период 1945–2013, а также максимальные суточные расходы и их даты в течение года за этот же период. На данный момент на каждый

из следующих крупнейших бассейнов Европейской территории России: Дона, Верхней и Нижней Волги, Камы, Оки и Северной территории – данная информация собрана по 20-30 постам с площадью бассейнов их створов в пределах 2 тыс. – 50 тыс. км^2 (градации средних рек по Кузину П.С.); таким образом, вся территория ЕТР освящена наблюдениями приблизительно на 200 створах.

Изучив особенности классификаций и гидрологического районирования и опираясь на заложенные в них принципы, авторы данной работы выделили ряд параметров, которые позволят провести районирование и показать пространственно-временные закономерности распределения изменений стока в зависимости от их значимости по гидрологическим и водно-хозяйственным критериям. Всего на данном этапе выбрано 17 параметров, они представлены в таблице 1.

Табл. 1. Выбранные параметры для схематизации изменений стока

Параметр	**Количество**
Слои стока, % за сезоны: весна, лето, осень, зима	4
Доля стока $D_{пол}$, $D_{л\text{-}о}$, $D_з$	3
Отношения $Q_{max(мес)}/Q_{ср.год}$ и $Q_{min(мес)}/Q_{ср.год}$	2
$N[Q_{max(мес)}]$, $N[Q_{min(мес)}]$ – номера месяцев	2
$Q_Б = \sum Q_{i,\ \%\ (при\ Q<Qср.год.)} + (12\text{-}n)Q_{ср.год.}$ или φ	1
$Q_{ср.\ (весна)}/Q_{ср.\ (лето)}$ и $Q_{ср.\ (весна)}/Q_{ср.\ (зима)}$	2
$Q_{max(сут)}$, $Q_{max(сут)}/Q_{ср.год}$, дата	3
Всего	***17***

В итоге проведенной работы было выявлено, что трансформация водного режима по-разному проявляется в различных природно-географических регионах. Наиболее существенно водный режим рек изменился на юге и западе Европейской территории России. Все большая доля стока в годовом проходит в течение паводочных периодов, частота возникновения которых увеличилась в разы, доля стока за половодье снизилась. Меньше всего трансформация водного режима выявляется в северных и восточных регионах, здесь изменения не столь масштабны и носят скорее характер тенденций[1].

[1]*Работа выполнена при поддержке гранта Российского научного фонда № 14-17-00155*

Список литературы:

Джамалов Р. Г., Фролова Н. Л., Рец Е. П., Бугров А. А. 2015. Особенности формирования современных ресурсов подземных вод Европейской части России. – Водные ресурсы, т. 42, №5, с. 457–466

Евстигнеев В. М., Зайцев А. А., Сваткова Т. Г., Чалов Р. С., Шенберг Н. В. 1990. Водный режим рек СССР. – Известия РАН. Вестн. Моск. Ун-та, №1, с. 10-16

Оценочный доклад об изменениях климата и их последствиях на территории Российской Федерации. 2008. – М.: Росгидромет, т.1, 227 с.

Федосеев И. А. 2003. История проблемы классификации и районирования вод суши СССР. – Под ред. Широковой В.А., Москва, 160 с.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ТАЯНИЯ В ГЛЯЦИАЛЬНО-НИВАЛЬНОЙ ЗОНЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ВКЛАДА ЛЕДНИКОВОГО ПИТАНИЯ В СТОК РЕК ВЫСОКОГОРИЙ

Е.В. Белозёров, Е.П. Рец, М.Б. Киреева
Московский государственный университет имени М.В. Ломоносова

Москва, Россия, Egora1000@Mail.ru

Ледники являются одной из основных составляющих запасов пресной воды на планете. В настоящий момент происходит практически повсеместная деградация оледенения, приводящая с одной стороны к увеличению стока высокогорной зоны, с другой – к сработке вековых запасов пресной воды. В данной работе рассматриваются изменения стока рек высокогорной зоны в связи с изменениями климата в республики Киргизстан на примере бассейна озера Иссык-Куль и бассейна реки Нарын.

В последнее время в странах Средней Азии наблюдается нехватка водных ресурсов. К 2000 году с 1957 года запасы воды в ледниках уменьшился на 25 % и по сей день продолжают уменьшаться. При этом, по статистике, только половина воды, расходуемой на орошение, доходит до полей. Важно заметить, что 90% используемой воды в регионе идет на нужды сельского хозяйства. Ведь большая часть обрабатываемых земель — это орошаемые земли (80%).

Цель данной работы проанализировать динамику климатических показателей, и проследить их влияние на сток рек высокогорной и предгорной зоны региона. Работа проводилась на трех масштабах исследования. Для начала был проведен пространственный анализ динамики климатических показателей и характеристик стока рек региона. Для этого были обобщены данные по расходам воды на гидрологических постах и данные с метеорологических станций, был проведен анализ существующих исследований по данному региону.

Согласно проведенным расчетам, на территории республики Киргизстан обнаруживается положительный тренд изменения основных гидрометеорологических величин. Повсеместно на территории происходит увеличение стока рек в летний период, в связи с увеличением температуры в регионе на 1-4 С° (рисунок 1) и ростом таяния ледников. Одновременно происходит увеличение осадков в летний и осенний сезоны года, в июне наблюдается максимум прироста (29%). Увеличение температуры по сравнению с годами до 1978 года произошло на 15-45%, осадков на 5-15%, на 10-50%, а в некоторых местах и больше чем в 2 раза.

Следующим уровнем обобщений был бассейновый. Для этого был выбран репрезентативный бассейн для западного Тянь-Шаня – бассейн реки Кызыл-Суу и ледник Карабаткак. Сток по сравнению с данными наблюдения до 1978 года увеличился на 25%, температура на 10% и осадки на 15%. Основное изменение стока выделяется в начале сезона таяния ледников и его конца. Так, в апреле и октябре произошли самые заметные изменения гидрометеорологических величин. Например, температура воздуха в октябре увеличилась на 153% по сравнению с данными до 1978 года. Это привело к увеличению среднего расхода в данном месяце на 50%, а минимального – на 87%.

Следующим этапом явилось подготовка входных данных для моделирования таяния ледника с целью дальнейшего анализа влияния динамики таяния на ледниковое питание рек. Для апробации модели используется репрезентативный ледник Карабаткак и ледник № 354. Отступление репрезентативного ледника Карабаткак за последние 50 лет составило 390

м. С годами скорость деградации ледника все растет, с 1967 по 1988 в год он отступал на 8,5 метров в год, после 1988 года уже на 10,5 метров в год. Моделирование таяния позволяет с помощью модели A-melt хорошо воспроизводит слои таяния, что в будущем позволит автоматизировать мониторинг абляции.

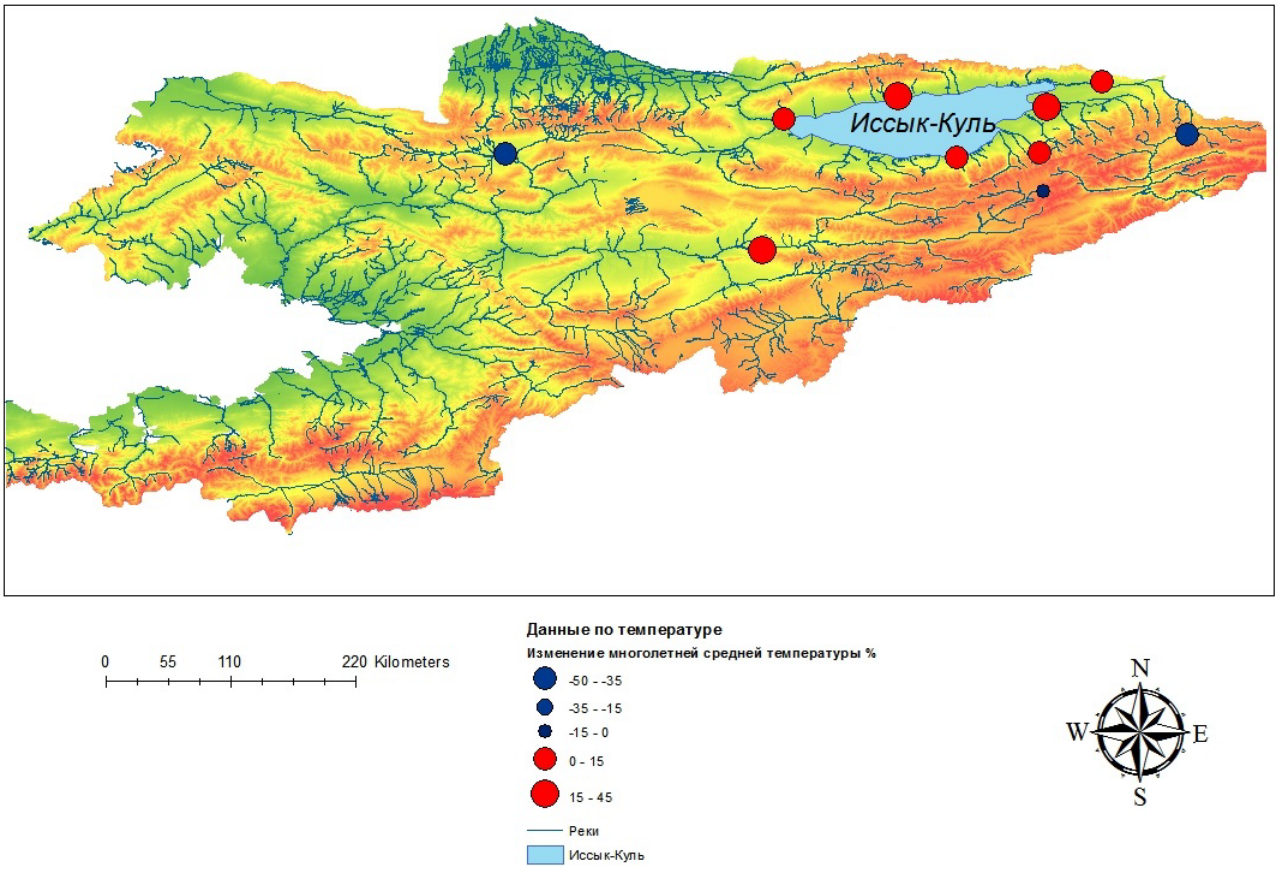


Рисунок 1 Картосхема изменений среднегодовой температуры воздуха (период до и после 1978 года)

[1]Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-35-60042

Список литературы:

Кузьмиченок В. А., Научно-технический отчет “Оценка возможной эволюции водоотдачи ледников и стока в Кыргызстане различной обеспеченности при прогнозируемых климатических изменениях”, 2011.

Савельев А.А., Токарев И.В., Балансовая гидрологическая модель бассейна реки Нарын и малых рек, питающих Токтогульское водохранилище, 2010.

Клащов В.М., Водноэнергетические проблемы в Центральной Азии: причины, трудности и подходы к разрешению, 2012.

Sorg A., Bolch T., Climate change impacts on glaciers and runoff in Tien Shan (Central Asia), 2012.

Sorg A., Huss M., The days of plenty might soon be over in glacierized Central Asian catchments, 2014.

Sorg A., Vosello B., Coping with changing water resources: The case of Syr Darya river basin in Central Asia, 2014.

ОЦЕНКА ИЗМЕНЕНИЙ ПАВОДОЧНОГО СТОКА РЕК НА ОСНОВЕ АВТОМАТИЗИРОВАННОГО АЛГОРИТМА РАСЧЛЕНЕНИЯ ГИДРОГРАФА

М.Б. Киреева [1], Е.Е. Рец [2] Н.Н. Езерова [3]

[1] МГУ имени М.В. Ломоносова,

РФ, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, kireeva_mb@mail.ru

[2] Институт Водных проблем РАН,

РФ, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3, retska@mail.ru

[3] МГУ имени М.В. Ломоносова,

РФ, 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, 39tata91@mail.ru

Реки Европейской территории России относятся к рекам с Восточно-Европейским типом водного режима. Для них свойственно прохождение более 50 % годового стока за период весеннего половодья. За последние 30 лет водный режим рек данной территории претерпел серьезные изменения, обусловленные в большей мере климатическими факторами (Джамалов и др., 2015). Фактически наблюдающаяся трансформация водного режима привела к перераспределению стока внутри его характерных фаз. Главной особенностью последних 30 лет стало увеличение паводочного стока и грунтовой составляющей питания рек.

Объективный анализ характеристик паводков является крайне сложной задачей, так как выделение паводков проводится на основе суточной информации о стоке и в большинстве случаев носит экспертный характер. Для решения поставленных задач необходимо было разработать автоматизированный алгоритм расчленения гидрографа стока, который, учитывая особенности каждой конкретной реки, правильно отделял на гидрографе подземную составляющую, весеннее половодье и дождевые паводки. В качестве основы была выбрана методика расчленения гидрографа Б.И. Куделина (Куделин, 1966).

Разработка программного кода адаптировалась к расчетам паводочного стока. Программа делит суточные расходы воды на водохозяйственные годы – каждый такой год считается от начала половодья текущего календарного года до начала половодья следующего. Для корректной работы программы важно верно выделить начало и конец половодья для каждого года, назначить граничные условия по сезонам и ввести условия правильного выделения паводков. Для математического описания индивидуальных особенностей вариации стока каждой реки были введены специальные калибруемые параметры. Таким образом, в программе на первоначальном этапе были введены 12 калибруемых параметров. На текущем этапе к ним были добавлены еще два, связанные с критическим значением времени выпадения осадков и их суммарного объема.

Методика калибровки состоит из нескольких последовательных этапов. Сначала необходимо задать те параметры, которые объективно известны. Чаще всего – это самый ранний и самый поздний месяцы, когда может начинаться половодье, номер месяца, когда начинается зимняя межень. Далее следует построить несколько гидрографов и попытаться задать временные рамки развития фаз половодья polkol(1), (2) и (3). Далее, не меняя остальные параметры, необходимо добиваться, чтобы программа проводила расчленение максимально близко к расчленению гидрографа по Б.И. Куделину. При возникновении ошибок расчленения, необходимо калибровать другие параметры. Самый главный параметр отвечающие за корректное выделение половодья по Б.И. Куделину – это grad, отвечающий за критические градиенты спада и подъема половодья и паводков. Остальные параметры являются вспомогательными, но они также определяют корректность

расчленения. Поэтому нужно стремиться найти такое решение, которое бы подходило по всем условиям. Для их предварительного определения и необходимо построить несколько типовых гидрографов по ряду наблюдений.

В целях усовершенствования разрабатываемой программы было принято решение о введении в неё дополнительных блоков, которые используют кривые спада для корректного отделения паводочных волн. Для этого в структуру программы в качестве эксперимента были добавлены метеорологические данные – реанализ «Daily NOAA-CIRES 20th Century Reanalysis V2» по осадкам и температуре. Программа GrWat при параметрах, заданных за период в 70 лет для каждого бассейна ETP качественно отделяет грунтовую составляющую, даже несмотря на изменения водного режима, произошедшие на рубеже 70-х и 80-х годов XX-го столетия (Рис. 1). Применяемая методика позволяла рассчитывать практически все характеристики водного режима, в том числе даты наступления и окончания половодья, его объёмы и соответственно, расходы, а также характеристики осенних паводков. Однако, начиная с конца 1970-х, участились паводки в летне-осеннюю межень, а особенно паводки на спаде половодья, где программа не всегда корректно стала отделять грунтовую составляющую. Возникли сложности с заданием единых параметров, отвечающих за расчленение гидрографа за каждый год.

В результате работы был получен вариант программного кода, корректно выделяющий не только фазы водного режима в течение водохозяйственного года, но и основные источники питания реки: грунтовое, талое и дождевое[1].

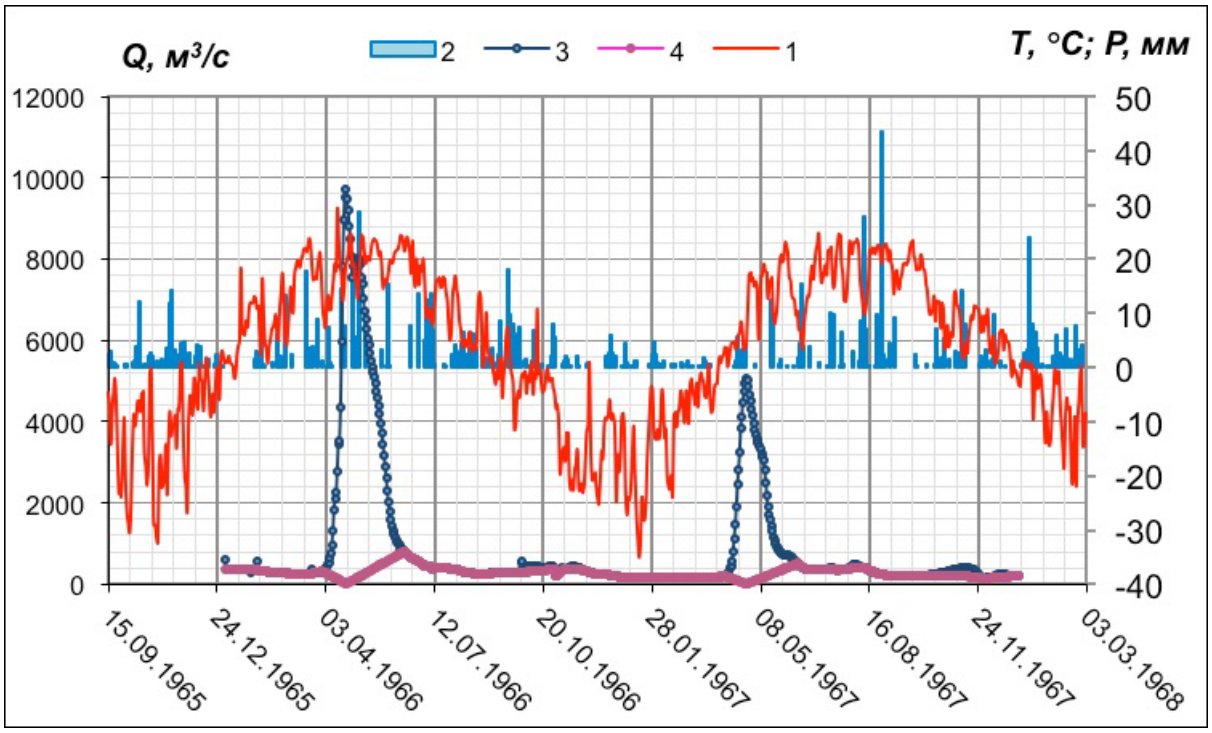


Рисунок 1 Комплексный график с выделением подземной составляющей, где 1 – температура воздуха, 2 – количество атмосферных осадков, 3 – суммарный сток, 4 – подземная составляющая стока

[1]*Работа выполнена при поддержке гранта РФФИ 16-35-60080*

Список литературы:

Джамалов Р. Г., Фролова Н. Л., Рец Е. П., Бугров А. А. 2015. Особенности формирования современных ресурсов подземных вод Европейской части России. – Водные ресурсы, т. 42, №5, с. 457–466

Куделин Б.И. Принципы региональной оценки естественных ресурсов подземных вод. М.: Издательство Московского университета, 1966 г. 345 с.

ИССЛЕДОВАНИЯ БИОДЕГРАДАЦИИ ГУМУСОВЫХ КИСЛОТ ПОД ДЕЙСТВИЕМ КУЛЬТУРЫ *PLEUROTUS PULMONARIUS* В УСЛОВИЯХ ПОГРУЖЕННОГО КУЛЬТИВИРОВАНИЯ В ЦЕЛЯХ ВЫЯВЛЕНИЯ КИНЕТИЧЕСКИХ ЗАКОНОМЕРНОСТЕЙ РАЗЛОЖЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА В ВОДНОЙ СРЕДЕ

Т.Н. Губернаторова[1)], *М.Н. Дину* [2)]

[1)] Институт водных проблем РАН,

РФ, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3, tatiana.ivp.ran@gmail.com

[2)] Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,

РФ, 119991, г. Москва, ул. Косыгина, д. 19, marinadinu999@gmail.com

В наши дни, антропогенная нагрузка на природные водные экосистемы внушительна и проблемы изучения кинетических особенностей и механизмов биотрансформации стойких природных органических веществ (ОВ) весьма актуальна. Одним из ярких примеров такого рода соединений являются трудноразлагаемые гумусовые вещества (ГВ), которые являются основным компонентом водного и почвенного гумуса, входят в состав донных отложений, торфа, бурых углей, компоста, канализационных стоков и ряда других источников.

Отличительной особенностью такого рода веществ является низкие скорости биоразложения, не достаточно или вовсе неизученные механизмы биодеградации, отсутствие четких представлений о кинетических закономерностях этих процессов.

Использование в экспериментальных исследованиях природных «живых» ГВ заведомо закладывает ряд методических этапов по выделению фракции ГВ из образца почвы и исследований физико-химических параметров выделенного образца для каждой серии экспериментов, в силу того, что каждый конкретный образец обладает своим уникальным набором характеристик. Система пробоподготовки почвы и выделения ГВ и фракций более детально описана в (Губернаторова, Дину, 2013).

При сотрудничестве с биологическим факультетом МГУ, на лабораторной базе кафедры микологи и альгологии, в период с февраля по август (включительно) 2016 года проведены экспериментальные исследования по изучению процессов трансформации стойкого ОВ в водной среде – на примере природных ГК под действием ферментных систем культуры *Pleurotus pulmonarius* в условиях погруженного культивирования. Использование «живой системы» заведомо закладывает ряд методологических трудностей при постановке эксперимента, что требует подбора, проработки и корректировки стандартных методик культивирования с учетом выбранного субстрата и культуры.

На основе анализа современной литературы семейство устричных Pleurotaceae наиболее часто используется в исследованиях посвященных изучению биодеструкции различных классов природных ОВ, промышленных отходов и прочих опасных токсикантов. Как правило, в исследованиях используют вид *Pleurotus ostreatus* или *Pleurotus pulmonarius.* Экспериментальное сравнение темпов роста биомасс перечисленных видов выявило, что для культивирования вида *Pleurotus pulmonarius* требуются меньшие время затраты, кроме

того для инициации более активного роста вида *Pleurotus ostreatus* требуется «термический шок», что методически усложняет эксперимент.

Так же сравнительный анализ при культивировании в лабораторных условиях, показал, что вид *Pleurotus pulmonarius* (вешенка легочная) отличается простотой получения инокулята, быстрым ростом (6-8суток), неприхотливостью в отношении источников питания, внешних условий культивирования (pH, температурный и кислородный режимы), устойчив к воздействию болезнетворных микроорганизмов и бактерий. Кроме того, данный вид, так же обладает способностью вырабатывать основные наиболее важные ферменты лигнолитического комплекса – не только наиболее действенные лигнинпероксидаза и марганецпероксидаза, но и пероксидазы широкого спектра действия (versatile peroxidases — VP).

Для решения главной задачи – выявления кинетических закономерностей и механизмов деструкции ГВ под действием окислительного ферментативного комплекса грибов в водной среде проведен ряд экспериментальных исследований 1-го этапа. А именно – отработана методика выделения, фракционирования и очистка ГВ и их фракций; на основе физико-химических исследований фракций ГК различных образцов почв произведен подбор оптимального субстрата ГК. Проведены экспериментальные исследования непосредственного влияния ферментов лигнолитического комплекса на субстрат ГК при прямом внесении, что позволило произвести оценку происходящих изменений в структуре ГК и оценить химическое влияние ферментов в период приближенный к условиям максимальной ферментативной активности культуры *Pleurotus pulmonarius.*

Отработана микробиологическая составляющая экспериментальных исследований 2-го этапа. Методика эксперимента описана в (Губернаторова, 2016). Произведен подбор, проработка и корректировка стандартных методик культивирования с учетом выбранного субстрата и культуры. Произведена постановка основного эксперимента по исследованию биодеградации ГК при участии культуры *Pleurotus pulmonarius* в условиях погруженного культивирования. Произведен пробоотбор и предварительная пробоподготовка. При сотрудничестве с ГЕОХИ РАН, производиться физико-химический анализ проб.

Полученные результаты анализа послужат для моделирования кинетических закономерностей биодеструкции ГК в водной среде, что в дальнейшем поможет оценить потенциал самоочищения водных экосистем и оптимизировать мониторинг водных объектов.

Список литературы:

Губернаторова Т.Н., Дину М.И. 2013. Изучение процессов биотрансформации стойкого органического вещества, определяющих потенциал самоочищения водной среды (на примере гумусовых соединений) – В сб.: Материалы Всероссийской научной конференции «Водная стихия: опасности, возможности прогнозирования, управления и предотвращения угроз». Новочеркасск.: ЛИК. – С. 303-309.

Губернаторова Т.Н. 2016. Исследование биодеградации гумусовых соединений при моделировании кинетики разложения органического вещества для оптимизации стратегии мониторинга водных экосистем. – В сборнике статей по итогам MLSD’2016 Изд.-во ФГБУН Института проблем управления им. В.А. Трапезникова РАН. (12 стр., в печати).

СПЕЦИАЛИЗИРОВАННАЯ ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА МОНИТОРИНГА ВНУТРЕННИХ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ

А.А. Донцов [1)], И.А. Суторихин [1),2)]

[1)] Институт водных и экологических проблем СО РАН,

РФ, 656038, Барнаул, ул. Молодежная, 1, alexdontsov@yandex.ru

[2)] Институт вычислительных технологий СО РАН,

РФ, 630090 Новосибирск, пр-т Академика Лаврентьева, 6, sia@iwep.ru

В работе представлены результаты разработки специализированной геоинформационной системы (ГИС) мониторинга внутренних водоёмов Сибири. В качестве информационной основы используются оптические и радарные данные дистанционного зондирования Земли, полученные с космических аппаратов Landsat-8, Sentinel-2 и Sentinel-1A/B. Показаны результаты применения данной системы в решении таких задач как: определение площади водоёмов, мониторинг динамики оледенения озёр и песчаных наносов (осерёдков).

Работу данной ГИС можно разделить на четыре основных этапа. На первом этапе происходит получение данных из открытых архивов спутниковой информации ESA (European Space Agency) и USGS (United States Geological Survey). Затем следует предварительная обработка, которая включает в себя, в случае с данными оптического диапазона, атмосферную коррекцию, коррекцию цвета, создание композитных изображений. Данные радиодиапазона проходят калибровку, фильтрацию спекл-шума и корректировку по местности. Для перехода от спутниковых снимков к количественной оценке водных объектов необходимо осуществить дешифрирование снимков, произвести классификацию интересующих объектов, изображенных на нем. И в дальнейшем установить количественные показатели выделенных объектов, в частности, площадные характеристики. Для осуществления этой процедуры в ГИС разработан специальный модуль, в котором присутствуют следующие алгоритмы классификации: K-means (классификация без обучения), Random Forest и Spectral Angle Mapper (классификация с обучением). На заключительном этапе полученные результаты обработки конвертируются в векторный формат GeoJSON или Shapefile и записываются базу данных, которая разработана с использованием NoSQL парадигмы, на основе СУБД MongoDB.

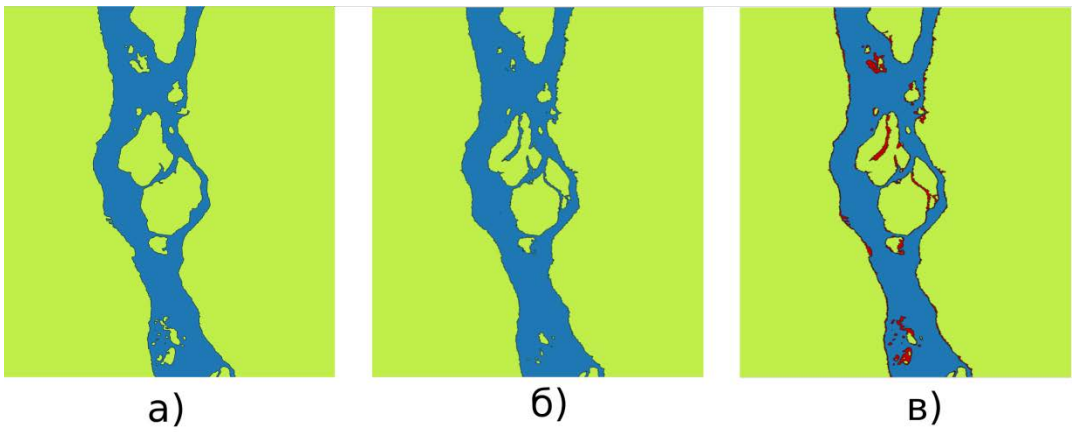


Рис.1. Результат определения изменения площади песчаных наносов

На рис.1. представлен результат определения изменения площади песчаных наносов (осередков) по данным КА Sentinel-1 на р. Обь, вблизи села Тальменка в период паводка 30.06.2016 (а) – 07.07.2016 (б). Показана динамика площади в указанный период (в). Обработка данных произведена при помощи алгоритма классификации Random Forest.

Данные спутникового мониторинга являются надежным и актуальным источником информации о состоянии водных объектов. Разрабатываемый программный комплекс с достаточной точностью может использоваться для широкого круга прикладных и фундаментальных задач гидрологии внутренних ресурсов.

Список литературы:

Донцов А.А., Суторихин И.А. Определение площади акватории озер по данным дистанционного зондирования Земли и ГИС-технологий. // Естественные и технические науки. — 2016. № 11 (101). С. 106-109.

Донцов А.А., Суторихин И.А. ГЕОИНФОРМАЦИОННАЯ СИСТЕМА ДЛЯ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ПЛОЩАДИ АКВАТОРИИ ОЗЁР. // ПОЛЗУНОВСКИЙ АЛЬМАНАХ. № — 2016. № 2. С. 93-95.

Донцов А.А., Волков Н.В., Лагутин А.А. Региональная геоинформационная система оперативного космического мониторинга // Журнал Сибирского федерального университета. Серия: Техника и технологии. — 2015. Т. 8. № 6. С. 763-768.

European Space Agency [Electronic resource]. — URL: https://scihub.copernicus.eu/dhus

United States Geological Survey [Electronic resource]. — URL: https://ers.cr.usgs.gov

ОСОБЕННОСТИ ИСПОЛЬЗОВАНИЯ В МОНИТОРИНГЕ ВОДНОЙ СРЕДЫ БИОСЕНСОРОВ НА ОСНОВЕ ИММОБИЛИЗОВАННЫХ КЛЕТОК МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

О.Б. Шавырина

Московский государственный университет им. М.В. Ломоносова,

Биологический факультет, кафедра гидробиологии

РФ 119991, Москва, ГСП-1, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, o_sha2013@mail.ru

В условиях возрастающего антропогенного загрязнения особую ценность приобретают экспресс-методы экомониторинга окружающей среды. Традиционные аналитические методы, применяемые для измерения содержания токсических веществ (спектроскопические, электрохимические, хроматографические, ядерный магнитный резонанс, масс-спектрометрия), обладают высокой селективностью и чувствительностью, что является их несомненным достоинством. Вместе с тем, они требуют дорогостоящего, громоздкого оборудования и не пригодны для полевых исследований. Кроме того, определение абсолютного содержания токсиканта в анализируемом образце не дает представления о его биодоступности и не позволяет адекватно оценить опасность ксенобиотика, поскольку токсичность вещества проявляется только при непосредственном его контакте с живым организмом и существенным образом зависит от условий окружающей среды (Шавырина, 2015).

Наиболее адекватной оценкой опасности токсиканта является комплексный анализ его воздействия на организмы различных систематических уровней (бактерии, простейшие, водоросли, ракообразные, рыбы), что и отражено в нормативных документах, регламентирующих процедуру биотестирования токсичных сред (Руководство…, 2002). Однако этот метод предполагает отбор дискретных проб и длительное исследование их в лабораторных условиях.

В целях экомониторинга природной среды в настоящее время разработаны различные типы биосенсоров, которые удобны для использования в полевых условиях. Они существенно повышают оперативность анализа и снижают его стоимость. Из всего многообразия биосенсоров, созданных с использованием биоматериала различного уровня организации, начиная с ферментных электродов до сенсоров на основе тканей высших животных, в мониторинге водной среды широко используются цельноклеточные (whole-cell) биосенсоры на основе клеток микроводорослей. С их помощью регистрируют *параметры флуоресценции хлорофилла как показатель состояния фотосинтетического аппарата клеток водорослей.* Благодаря таким сенсорам можно регистрировать ответную реакцию полноценных клеток водорослей - первичного звена трофических цепей водоемов - на качество воды, что особенно ценно для экомониторинга. Иммобилизация водорослей на плотных носителях (стеклянных пористых матрицах, в криогеле, силикагеле и др.) придает биосенсорам дополнительное эксплуатационное свойство - возможность использовть их в проточных системах в течение длительного времени, вплоть до 45-60 суток.

Однако биосенсоры с длительным периодом использования должны обладать (как и прочие, небиологические, детекторы) малой инерционностью, когда результаты предыдущего измерения не сказываются на результатах последующих измерений. Это особенно важно учитывать при контроле быстро протекающих процессов, где запаздывание показаний может привести к значительным погрешностям (Жуков, 1978). Возможность работы биосенсора в режиме реального времени весьма привлекательна для исследователей, но длительное непрерывное использование детектора не должно сказываться на его надежности и стабильности показаний. Однако в проточных системах каждый предыдущий контакт водорослей-детекторов с токсикантом модифицирует их реакцию на последующие воздействия за счет процессов адаптации и кумуляции, что может искажать данные о токсичности водной среды.

В лабораторных условиях показана высокая лабильность ответной реакции микроводорослей на воздействие токсикантов в зависимости возраста, плотности, условий среды (Гапочка, Шавырина. 2004; Шавырина, 2016). Кроме того, есть данные, что последовательная интоксикация малыми дозами может приводить как к сенсибилизации тест-объекта, так и к повышению его устойчивости к ксенобиотику в зависимости от условий интоксикации (Shavyrina et al., 2001).

Таким образом, биосенсоры на основе иммобилизованных клеток микроводорослей, несмотря на указанные выше особенности и отсутствие селективности, позволяют оценить общий уровень опасности исследуемой воды, а в сочетании с традиционными аналитическими методами и методами биотестирования позволяют сделать заключение о ее токсичности.

Список литературы:

Гапочка Л.Д., Шавырина О.Б. 2004. Формирование популяций микроводорослей и их устойчивость в условиях токсического воздействия. – Вестник Московского университета. Серия 16. Биология, №4, с. 22-28.

Жуков В.И. 1978. Служба техники безопасности на химическом заводе. М., Химия, 208 с.

Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. РЭФИА, НИА-Природа, М.; 2002.

Шавырина О.Б. 2015. К вопросу о терминологии в токсикологических исследованиях. – Международный журнал прикладных и фундаментальных исследований, № 12, с. 1142.

Шавырина О.Б. 2016**.** Рост культуры Sc. quadricauda в токсичной среде в зависимости от возраста и исходной плотности культуры. – Естественные и технические науки, № 2(92), с. 24-26.

Shavyrina, Gapochka, Azovskii. 2001. Development of tolerance for copper in cyanobacteria repeatedly exposed to its toxic effect. – Biology Bulletin, издательство MAIK Nauka-Interperiodica *(*Russian Federation*)*, том 28, № 2, с. 183-187. DOI

АССИМИЛЯЦИОННАЯ ЕМКОСТЬ ЭКОСИСТЕМ МОРСКИХ МЕЛКОВОДНЫХ АКВАТОРИЙ С РАЗЛИЧНЫМ УРОВНЕМ АНТРОПОГЕННОЙ НАГРУЗКИ КАК МЕТОД ОЦЕНКИ ИХ САМООЧИСТИТЕЛЬНОЙ СПОСОБНОСТИ

Е.А. Котельянец [1], И.В. Мезенцева [2], Е.Е. Совга [1]

[1)] ФГБУН Морской гидрофизический институт РАН

РФ, *299011* г.Севастополь, ул.Капитанская ,2 *E-mail: science-mhi@mail.ru*

[2)] ФГБУ Севастопольское отделение ГОИН им.Н.Н.Зубова. Россия, 299011 Севастополь, ул.Советская, д.61 *E-mail:* lab_sea_chem@mail.ru

Экологическое состояние морских прибрежных мелководных экосистем в результате активного использования их в хозяйственной деятельности в настоящее время определяется как критическое. Одним из путей его нормализации является оценка способности акваторий к самоочищению через расчет ассимиляционной емкости (АЕ) по отношению к конкретному (приоритетному) загрязняющему веществу (ЗВ).

Разработанная Ю.А. Израэлем и А.В. Цибань концепция АЕ, базирующаяся на результатах разносторонних океанологических исследований, была апробирована на экосистеме Балтийского моря для бенз(а)пирена, полихлорбифенилов и ряда токсичных металлов (Cu, Zn, Pb, Cd, Hg). (Израэль Ю.А., Цыбань А.В. 1989). АЕ, характеризующая способность морской экосистемы выдерживать добавление некоторого количества ЗВ без развития необратимых биологических последствий, имеет размерность потока вещества – массы вещества в единице объема, отнесенной к единице времени.

Для определения самоочистительной способности отдельных акваторий Севастопольской бухты использован алгоритм оценки АЕ, доработанный для морских акваторий подпадающих под многолетний государственный / ведомственный гидрохимический мониторинг (Совга Е.Е. и др.,2014).

С учетом результатов районирования бухты по уровню антропогенных нагрузок (Иванов В.А. и др., 2006), особенностей морфологического строения бухты (Стокозов Н.А., 2010) и особенностей гидродинамического режима отдельных ее акваторий осуществлен сравнительный анализ АЕ наиболее экологически неблагополучной части Севастопольской бухты (Южная бухта) с более чистой частью ее акватории, граничащей с открытым морем, по отношению к неорганическим формам азота, как приоритетным загрязняющим веществам в ливневых и муниципальных стоках.

Моделирование распространения ЗВ на акватории Южной бухты показало, что при типичных для водоема объемах поступления ливневых и канализационных стоков при ветрах северных румбов ЗВ будут накапливаться, ухудшая качество ее вод. Для остальных направлений ветра ЗВ будут выноситься ветровыми течениями за пределы акватории Южной бухты и при прекращении поступления канализационных стоков происходит относительно быстрое ее очищение.

Получены сравнительные оценки АЕ двух акваторий, показано, что при

равномерных плановых сбросах количество поступающего за год в акваторию Южной бухты неорганического азота не должно превышать для нитритов – 0,25 тонн, для нитратов – 30 тонн и для аммонийного азота – 7 тонн. Для акватории, примыкающей к открытому морю при приведенных выше ветровых ситуациях очистительная способность акватории (АЕ) имеет более высокие значения и составляет для нитритов – 7,4 тонны в год, для нитратов 880 тонн в год и для аммонийного азота 93 тонны в год. (см. Рис.)

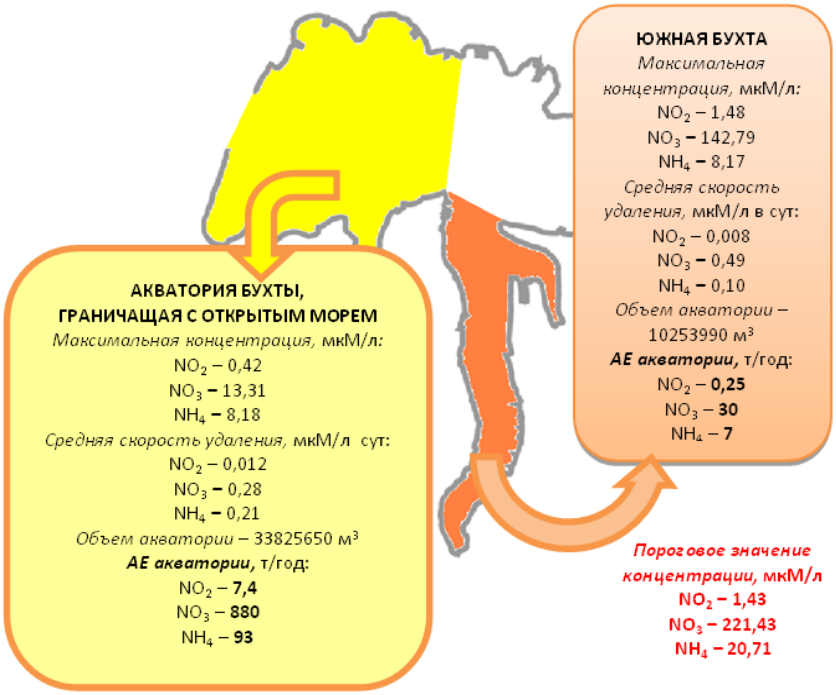


Рис**.** Балансовый метод расчета АЕ экосистем Севастопольской бухты с различным уровнем антропогенной нагрузки по отношению к неорганическим формам азота.

На основе полученных величин АЕ Южной бухты в работе приводится расчет экологического неблагополучия исследуемой акватории, который рассчитывается на основе АЕ по отношению к некоторым токсичным металлам (в нашем случае свинца), поскольку по неорганическим формам азота средние за период наблюдений значения содержания всех форм неорганического азота не превышали соответствующие ПДК, величины которых были использованы в качестве порогового значения.

Список литературы.

Израэль Ю.А., Цыбань А.В. Антропогенная экология океана.– М.: Гидрометеоиздат, 1989.– 528 с.

Совга Е.Е. ,Мезенцева И.В.,Хмара Т.В.,Слепчук К.А. О перспективах и возможностях оценки самоочистительной способности акватории Севастопольской бухты// В сб. Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа. Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика 2014, в.28, С.153-164..

Иванов В.А., Овсяный Е.И., Репетин Л.Н., Романов А.С., Игнатьева О.Г. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов / Препринт.– Севастополь: МГИ НАН Украины, 2006.– 90 с.

Стокозов Н.А. Морфометрические характеристики Севастопольской и Балаклавской бухт // Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа.– Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2010.– вып.23.– С.198-208.

Работа выполнена в рамках государственного задания ФГБУН МГИ по теме № 0827-2014-0010.

КОМПЛЕКСНАЯ ОЦЕНКА ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ БАССЕЙНА РЕКИ КАРЫ, ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ В РЕЗУЛЬТАТЕ ТРАНСПОРТИРОВКИ УГЛЕВОДОРОДОВ

Е.Н. Патова, А.С.Стенина, Л.Н. Тикушева, О.А. Лоскутова, М.Д. Сивков
Институт биологии Коми НЦ УрО РАН,

РФ, 167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д. 28, patova@ib.komisc.ru

Природные ландшафты европейского северо-востока России в последнее время испытывают увеличение антропогенных нагрузок, связанных с разработкой и транспортировкой энергетических ресурсов из районов Крайнего Севера в центральные части страны (Моисеенко, 2009). При этом дороги, газо- и нефтепроводы становятся основными промышленными объектами, которые оказывают воздействие на водные объекты Большеземельской тундры и Полярного Урала. Сведения о влиянии линейных сооружений на тундровые экосистемы единичны. Цель наших исследований – оценить состояние компонентов водных экосистем в зоне трассы газопровода «Бованенково-Ухта». Натурные исследования проводили летом 2011 и 2013 гг. Обследованы водные экосистемы вдоль линейных сооружений газопровода в бассейне р. Кара, ее притоков: рек Большая Лядгей-Яха, Нярма-Яха, а также оз. Коматы и безымянное термокарстовое озеро № 1. Оз. Коматы расположено в непосредственной близости от газопровода и грунтовой дороги, оз. № 1 находится рядом с компрессорной станцией газопровода, в него осуществляется сброс сточных вод. Отбор образцов (воды, донных отложений, водорослей, зообентоса) выполнен общепринятыми способами.

Водные экосистемы (реки, озера), расположенные вдоль дороги, испытывают заметные антропогенные нагрузки, связанные с эксплуатацией промышленных линейных сооружений. Возрастаю также и рекреационные нагрузки, связанные с незаконным ловом рыбы. Проведенный анализ показал, что водные объекты в зоне влияния газопровода в основном сохраняют свои природные особенности, однако при этом проявляется техногенное загрязнение вод и донных отложений нефтепродуктами, ртутью, тяжелыми металлами (Тикушева и др., 2012). Требуется контроль за содержанием указанных веществ. В местах пересечения рек газопроводами, мостовыми переходами происходит нарушение их гидрологического режима. При возведении опорных структур непосредственно в водном потоке изменяется морфология русла, увеличивается поступление в воду эрозионного материала с берегов, что создает условия для повышенной седиментации. Вследствие этого происходит трансформация естественных биотопов и разрушение среды обитания гидробионтов. Изменяется также характер течения ниже и выше стационарных переправ. Выше мостов происходит подпор воды, течение замедляется, грунты заиливаются. Наиболее показательно это происходит на р. Кара. Ниже мостовых переходов появляются многочисленные искусственные галечниковые острова, через которые пробиваются отдельные струи воды с высокой скоростью течения. В результате изменяется естественная структура и количественное развитие донного населения. Выше мостов на участках с замедленным течением в составе зообентоса наиболее многочисленны личинки двукрылых – хирономиды, составляющие 40-60% всей численности зообентоса. Ниже мостов доля личинок хирономид уменьшается, в водотоке с возрастанием скорости течения увеличивается численность других амфибиотических насекомых – поденок, веснянок, реже - мошек. Средняя биомасса зообентоса ниже мостов тоже, как правило, уменьшается. Наиболее показательно численность и биомасса зообентоса уменьшается на реках Большая Лядгей-Яха и Кара. Сокращение площади водного потока и количественных показателей развития бентоса ниже мостовых переходов приводят к ухудшению кормовой базы рыб.

В условиях загрязнения изменяется также состав и структура альгоценозов, в водоёмах исчезают экологически специализированные к чистым проточным водам виды. Аналогичные изменения структуры в антропогенно измененных условиях – сохранение видов широкого экологического и географического диапазона с утратой мало толерантных видов – отмечают и другие авторы (Моисеенко, 2009; Моисеенко, Шаров, 2010). Проявлением значительного и постоянного воздействия объектов инфраструктуры магистрального газопровода является развитие в водорослевых сообществах видов не характерных для чистых водоемов Большеземельской тундры и Полярного Урала.

Наиболее индикаторной группой среди низших растений являются диатомовые водоросли, которые широко применяются в мониторинге различных видов воздействия на природную среду. Их состав определяли в обрастаниях каменистых субстратов исследованных рек. Сообщества водорослей на разных участках рек отличались. Видовое богатство диатомовых было выше на фоновых участках рек Кара и Нярма-Яха по сравнению с участками ниже мостов, что свидетельствует об угнетающем влиянии загрязнения водной среды. На импактных участках этих рек, особенно Нярма-Яха, в донных отложениях отмечено повышенное содержание тяжелых металлов: цинка, свинца, меди, кадмия, ртути, а также мышьяка (Тикушева и др., 2012).

Соотношение групп видов-индикаторов условий трофности среди водорослей и зообентоса в водотоках указывает на поступление в воду эвтрофирующих веществ. На импактных участках возрастает также доля широко приспособленных видов, обитающих как в олиготрофных, так и в эвтрофных условиях. Анализ сапробиологических групп выявил снижение разнообразия и доли диатомовых-индикаторов чистых вод на импактных участках всех рек. В то же время в некоторых реках, особенно в р. Кара, увеличилась доля индикаторов слабого и сильного загрязнения воды легко окисляемыми органическими веществами. Рассчитанные индексы сапробности колеблются в реках от 1,85 до 2,03 (Тикушева и др., 2012), что характеризует воду исследованных рек как умеренно загрязненную, III класса качества.

Таким образом, нашими исследованиями установлено, что наибольшие нагрузки от эксплуатации линейных сооружений газопровода «Бованенково-Ухта» испытывают водные экосистемы, находящиеся в местах переправ через реки Кара, Большая Лядгей-Яха, а также оз. Коматы. Среди основных факторов воздействия на прилегающие к ней экосистемы рассматриваются пылевые выбросы, выбросы от автотранспорта, механическое нарушение русла рек. Наблюдаемые на сегодняшний день экологические риски водных экосистем, расположенных вдоль линейных сооружений газопровода «Бованенково-Ухта», могут быть сведены к прямым (уменьшение видового разнообразия гидробионтов; исчезновение чувствительных видов; накопление тяжелых металлов и нефтепродуктов водоемах и водотоках; изменение гидрологического режима и русла рек; заиление грунтов водотоков) и косвенным (загрязнение почвенного покрова; раннее таяние снега; удлинение периода вегетации; риск таяния мерзлоты; увеличение глубины протаивания активного слоя почвы; изменение стока грунтовых вод; изменение структуры и количественного развития донного населения и водорослевых комплексов).

Исследования выполнены при финансовой поддержке Программы УрО РАН "АРКТИКА" проект № 15-15-4-36.

Список литературы:

Моисеенко Т.И. 2009. Водная экотоксикология: Теоретические и прикладные аспекты. – М.: Наука, 400 с.

Моисеенко Т.И., Шаров А.Н. 2010. Трансформация водных экосистем больших озер при изменении антропогенной нагрузки. – Вест. Тюменского гос. унив., № 7, с. 51-57.

Тикушева Л.Н., Патова Е.Н., Стенина А.С. 2015. Изменение водных экосистем под влиянием строительства и эксплуатации газопровода «Бованенково-Ухта» (бассейн реки Кара, Полярный Урал и Большеземельская тундра). – Известия Коми научного центра УрО РАН, Вып. 2 (22), с. 25-30.

ИССЛЕДОВАНИЕ СОДЕРЖАНИЯ РАДИОНУКЛИДОВ В СЕЗОННОМ СНЕЖНОМ ПОКРОВЕ ЛЕДНИКОВ ТЯНЬ-ШАНЯ, РАДИОИЗОТОПНЫЙ МЕТОД РЕКОНСТРУКЦИИ ГОДОВЫХ СЛОЕВ ЛЕДНИКОВ

Ф.Ф. Файзрахманов

Южно-Уральский государственный университет.

ЦГиЭ №15 ФМБА России.

456775 , г. Снежинск Челябинской области, ул. 40лет Октября, 7, а/я 410. E-mail: FFF54@rambler.ru

Для Азиатского материка вода является одной из основ экономического развития многомиллионного населения, расселившегося на засушливых предгорных и равнинных территориях. Интенсивное освоение минеральных ресурсов высокогорной зоны Тянь-Шаня влечет за собой повышение запыленности атмосферы и поверхности ледников. Увеличение количества загрязняющих веществ, даже при сохранении современных климатических условий, повышает интенсивность таяния и деградацию оледенения. Химическая и радиационная загрязненность ледников является актуальной проблемой влияющей на экологическую ситуацию в предгорных и равнинных территориях Средней Азии и Казахстана.

Нами проведено исследование содержания радионуклидов в пробах сезонного снега на ряде ледников Центрального Тянь-Шаня, а также в многолетних снежно-фирновых отложениях ледника Григорьева, отобранных при работе экспедиций Института геологии НАН Киргизии, Института геологии РАН и РФЯЦ-ВНИИТФ в высокогорной зоне Тянь-Шаня. Измерения выполнены методами радиохимического анализа, полупроводниковой гамма-спектрометрии и жидкосцинтилляционной радиометрии.

Проведены измерения 15 проб сезонного снега на ледниках Джеруй, Голубина, Григорьева и Сары-Бет. Содержание трития в сезонном снежном покрове составляет от 25 Бк/кг до 37,5 Бк/кг; цезия –137 в содержится от 0,36 мБк/кг (купол ледника Григорьева) до 81 мБк/кг (ледник Григорьева, на высоте 4150 м над уровнем моря), среднее содержание 12 мБк/кг. При этом в некоторых пробах отобранных с ледников Голубина, Григорьева, Сары-Бет цезий-137 не обнаруживается.

Радионуклид естественного происхождения торий-232 содержится в сезонном снегу исследованных ледников от 3,6 мБк/кг (купол ледника Григорьева) до 83 мБк/кг (южный склон ледника Григорьева), среднее значение по всем ледникам 19 мБк/кг.

Загрязнение снежного покрова радием-226 меняется от 2 мБк/кг (ледник Сары-Бет) до 110 мБк/кг (ледник .Григорьева, на высоте 4350м.), среднее значение 18 мБк/кг.

Естественный радионуклид- уран-238 содержится в значительном количестве и меняется от 14 мБк/кг (ледник Джеруй) до 170 мБк/кг (южная кромка ледника Григорьева), среднее содержание в сезонном снежном покрове четырех ледников 145 мБк/кг.

Изотоп уран-235, содержится в количествах от 0.2 мБк/кг (ледник Сары-Бет) до 35 мБк/кг (ледник Григорьева, на высоте 4150 м), среднее содержание 7 мБк/кг. При этом, в пробах снега отобранных в сентябре (осенью) наблюдается существенное увеличение содержания урана-238 и урана-235, по сравнению с пробами которые были отобраны в конце весны - в начале лета. Удельная активность урана-238 в атмосферных осадках, как правило, находится в пределах от 0,25 до 37 мБк/кг, близкие к ним значения удельной активности проб 19 мБк/кг и 37 мБк/кг также были определены нами в сезонном снежном покрове.

Руководствуясь измеренными данными, можно предположить, что наличие техногенных радионуклидов H3 , Sr90 и Cs137 в пробах обусловлено, в основном, глобальными выпадениями из стратосферы.

Естественные радионуклиды также загрязняют снежный покров, особенно в летний период, по-видимому, за счет вторичного локального ветрового переноса с поверхности прилегающих к ледникам почв и горных пород,

Результаты измерений проб (кернов), отобранных на разных глубинах из скважины, пробуренной на куполе ледника Григорьева, позволили реконструировать зависимость глубины залегания выпадений снега от года выпадения, вплоть до 40-х годов 20 века (глубина ~22метра). Сущность радиоизотопного метода примененного для этих целей основывается на следующих соображениях. Характерным техногенным радионуклидом, обнаруженным в пробах, является осколок деления Cs137 с периодом полураспада 30,2 года. Источником радиоактивного Cs137 являются глобальные выпадения продуктов деления, как последствия испытаний ядерного оружия, так и глобальные аварийные выбросы атомных электростанций. На глубинах от 11 до 14 метров в толще ледника Григорьева наблюдается постепенное увеличение концентрации цезия-137 в пробах льда более чем в 10 раз, затем идет медленное уменьшение. Максимальное значение 1,1 Бк/кг наблюдается на глубине 13,3 метра, которая с известной долей вероятности, соответствует к 1963 году, году испытаний ядерных зарядов с максимальной мощностью. Как известно, в этом же 1963 году между ведущими ядерными державами был подписан договор о прекращении ядерных (термоядерных) испытаний в трех средах: на земле, в воде и в воздухе. И после 1963 года поступление изотопа цезия-137 в стратосферу практически прекратилось. Аналогичные закономерности наблюдаются также по содержанию в пробах (кернах) изотопа - Sr90, как известно, он является долгоживущим (период полураспада 29,1 года) продуктом деления урана и плутония используемого в ядерных зарядах. Кроме того, в этих же кернах снежно-фирновых проб толщи ледника Григорьева, предположительно 1963г, обнаруживаются максимальные концентрации компоненты термоядерного оружия H3.

Дальнейший анализ распределения активности Cs137 позволяет выделить, на фоне постепенного спада активности с уменьшением глубины залегания пробы, еще один пик концентрации Cs137 на глубине около 5,6 метра равный 0,6 Бк/кг. Это, скорее всего, связано с Чернобыльской аварией в апреле 1986 года. Такие же пики повышенной концентрации наблюдаются для изотопов Sr90 и H3 в этой глубине залегания льда. Что, также вероятно связано с Чернобыльской катастрофой, при которой в атмосферу были выброшены огромные количества как Sr90, так и H3.

Имея эти опорные точки, построена зависимость глубины залегания годовых слоев ледника от года его образования. Таким образом, выполнена реконструкция годовых слоев ледников горных массивов Тянь-Шаня, радиоизотопным методом вплоть до 1940-х годов, полученные данные удовлетворительно согласуется с известными методами.

Работа выполнена при финансовой поддержке проекта Международного научно-технологического центра № Кр-334.

СЕЗОННАЯ ДИНАМИКА МАКРОЗООБЕНТОСА СТАРИЦ Р. ПРА (ЮГО-ВОСТОК МЕЩЁРСКОЙ НИЗМЕННОСТИ)

И.Ю. Лычковская

Окский государственный природный биосферный заповедник

РФ, 391072, Рязанская обл., Спасский р-н., п. Брыкин Бор, heteroptera@yandex.ru

Сезонную динамику макрозообентоса стариц р. Пра (Алешина Лука, Большое Попово и Смолянка), расположенных на территории Окского заповедника, изучали в августе-октябре 2013 г. и апреле-октябре 2014-2016 гг. Ниже приводится описание пунктов наблюдения. Старица Алёшина Лука. Грунт представлен заиленным песком с растительными остатками, уклон берега 60-80°. У берега старица заросла макрофитами (осоки, кубышка желтая). Во все годы наблюдений к осени, в сравнении с летним периодом, обмеление было незначительным. Старица Большое Попово. Грунт – заиленный песок с растительными остатками, в прибрежной зоне заросли макрофитов (осоки, сабельник). Уклон берега 30-70°. Ежегодно к осени площадь водной поверхности сильно сокращается. Старица Смолянка. Грунт заиленный, местами представлен растительными остатками, берег пологий. К осени водоем мелеет незначительно.

Количественные пробы макрозообентоса были отобраны дночерпателем Экмана-Берджа с площадью захвата 1/100 м^2, по 6 подъемов на пробу (всего 65 проб). Камеральную обработку собранного материала проводили по стандартной методике, принятой в ИБВВ РАН (Методика …, 1975). Результаты статистически обрабатывали в программе Microsoft Excel. Состояние сообществ оценивали по следующим параметрам: общая численность (N, экз./м^2), общая биомасса (B, г/м^2), индекс видового разнообразия Шеннона (HN, бит; HB, бит).

Во всех обследованных старицах за период 2013-2016 гг. по численности доминировали олигохеты (94,9%), преимущественно *Lumbriculus variegatus* (O.F. Müller, 1773), и моллюски (48,0%). Основу биомассы составляли моллюски (64,8%). Во все годы отбора проб эти группы преобладали, только в 2015 году была отмечена значительно возросшая численность и биомасса стрекоз. Средняя численность макрозообентоса в обследованных водоёмах находилась в диапазоне 138,3-636,1 экз./м^2, биомассы −1,1-98,0 г/м^2. В старице Смолянка в 2015-2016 гг. наблюдалась небольшая биомасса бентоса при средней численности 3602 экз./м^2 и 483,1 экз./м^2, что можно объяснить преобладанием мелких моллюсков *Anisus sp.* и олигохет. В целом, состояние макрозообентоса в старицах Смолянка и Алёшина Лука оказалось лучше, чем в старице Большое Попово. При этом в разные годы бентосные сообщества показывали лучшее положение в разных водоемах: 2014 г. – в старице Алёшина Лука, 2015-2016 гг. – в старице Смолянка.

Состояние бентоса в старицах Большое Попово и Смолянка во все годы исследования к осени улучшалось. Это связано с ростом численности и видового разнообразия гидробионтов: моллюсков, олигохет, стрекоз, подёнок, жесткокрылых. Исключение составила старица Алешина Лука, где к осени в 2014-2015 гг. наблюдалось снижение численности беспозвоночных на 4,6% и 415% за счет снижения в пробах доли моллюсков.

В старице Алёшина Лука весной и осенью 2014-2016 гг. наблюдалось преобладание по численности Mollusca¸ в 2014 и 2016 гг. основу этой группы составили мелкие Gastropoda, поэтому доля биомассы этой группы была незначительной. Менее многочисленные ракообразные *Asellus aquaticus* (L., 1758) преобладали в биомассе весной и осенью 2014, 2016 гг. Осенью 2013 г. и летом 2014 г. наблюдались вспышки численности

подёнок (соответственно, 63,5% и 34,5% средней численности бентоса за сезон года). В период 2014-2016 гг. происходило увеличение значения индекса Шеннона по численности с весны до лета, затем его снижение к осени. Это можно объяснить ухудшением абиотических условий обитания донных организмов осенью в связи с высоким уровнем воды и наличия крутого берега.

Основу численности и биомассы старицы Большое Попово в 2014-2015 гг. во все сезоны составили моллюски, а осенью 2014 г. к ним присоединились малощетинковые черви (*Lumbriculus sp.*). Весной 2015 г. было отмечено большое количество ракообразных (*Asellus aquaticus, Gammarus sp.*), а весной 2016 года в пробах 34,8% численности гидробионтов составили подёнки (*Cloeon гр. dipterum, Caenis sp.*). Во все сезоны исследования от весны к осени наблюдалось возрастание видового разнообразия макрозообентоса.

В старице Смолянка из основных групп во всех сезонах 2014-2016 гг. существенную численность и биомассу составили моллюски. Летом и осенью 2013 г. численно преобладали олигохеты, по биомассе − моллюски. Индекс видового разнообразия Шеннона к осени незначительно понижался в 2013, 2015 и 2016 гг., или увеличивался (в 2014 г.) Минимальные значения индекса Шеннона по численности были 1,06, по биомассе – 0,2. Максимальные – 2,9 по численности и 1,3 по биомассе. Вероятно, значительная мозаичность грунта водоёма определяла резкое изменение состояния бентоса в разные годы.

Таким образом, старицы реки Пра в целом показывают сходную сезонную динамику с преобладанием моллюсков и повышением видового разнообразия к осени. Прослеживается оказываемое влияние на состояние макрозообентоса типа грунта водоёма и уклона берега.

Список литературы:

Методика изучения биогеоценозов внутренних водоёмов. 1975. – М.: Наука, С. 158-170.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ ДЕЛЬТЫ РЕКИ ВЕЛИКОЙ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ

Т.В. Дрозденко[1)], С.Г. Михалап [1)]

[1)] Псковский государственный университет,

РФ, 180000, г. Псков, пл. Ленина, д. 2, tboichuk@mail.ru, sgmikhalap@gmail.com

При мониторинговых исследованиях окружающей среды особое место занимают пресноводные экосистемы, наиболее чувствительные к процессам антропогенной трансформации и изменению климата (Liu et al., 2015).

Важная роль в водных экосистемах принадлежит фитопланктонным сообществам, которые участвуют в формировании потоков вещества и энергии, процессах самоочищения водоемов, служат пищевым ресурсом и одними из первых реагируют на начавшиеся в среде структурно-функциональные изменения (Шитиков и др., 2011).

Дельта р. Великой - природный комплекс, в котором происходит соединение и трансформация водных масс реки и водоприемного бассейна Псковско-Чудского озера. Дельта имеет огромный потенциал для образования первичной продукции, но систематически подвергается антропогенному воздействию. (Экологический мониторинг…, 2003).

Целью работы стало изучение экологического состояния дельты р. Великой по показателям фитопланктонных сообществ.

Работы проводили летом 2016 г. в дельте р. Великой на пяти станциях. Гидробиологический материал собирали пластиковым пробоотборником объемом 0,5 л с глубины 0,3-0,5 м. Пробы фиксировали 40%-ым раствором формалина до слабого запаха и обрабатывали по стандартной методике (Садчиков, 2003). Все организмы по возможности определяли до вида с использованием микроскопа Carl Zeiss Axio Lab. A1. Анализ сходства таксономического состава водорослей в точках отбора проводили с использованием индекса Серенсена-Чекановского (Шмидт, 1980). Для выделения экологических групп и уточнения эколого-географических характеристик водорослей использовали определители и данные из ряда монографий (Баринова, 2006; Судницына, 2012). Индекс сапробности рассчитывали по методу Пантле и Букка в модификации Сладечека (Макрушин, 1974).

Статистическая обработка и анализ данных были выполнены при помощи программ Statistica 8.0 и MO Excel.

При анализе региональной альгофлоры большое значение имеет таксономическая структура, являющаяся важной характеристикой сообществ (Комулайнен, 2004).

В ходе исследования фитопланктона дельты р. Великой было идентифицировано 165 видовых таксонов рангом ниже рода, относящихся к 8 отделам, 11 классам, 18 порядкам, 43 семействам, 90 родам. Распределение по отделам оказалось следующим: *Bacillariophyta* - 61 (37%), *Chlorophyta* - 56 (33,9%), *Cyanophyta* - 16 (9,7%), *Chrysophyta* - 10 (6,1%), *Euglenophyta* - 10 (6,1%), *Cryptophyta* - 5 (3%), *Dinophyta* - 5 (3%), *Xanthophyta* - 2 (1,2%) таксона. Желтозеленые водоросли были представлены только двумя видами из одного рода - *Tribonema affine* (G. S.West) G. S. West. и *Tribonema vulgare* Pasch.

Установлено, что 38 (88,4%) семейств принадлежит 3 отделам: зеленым (39,5%), диатомовым (34,9%) и сине-зеленым (14%) и включает 133 (80,6%) таксонов.

Доминирование данных отделов характерно для водоемов Северо-Западного региона (Трифонова, 1990).

Анализ сходства видового состава микроводорослей по станциям показал (табл. 1), что наибольшее число таксонов отмечено на ст. Вайменка (131), а наименьшее – на ст. Муровицы (65). На всех станциях доминировал диатомово-зеленый комплекс альгофлоры. На ст. Средняя не было обнаружено представителей отдела *Euglenophyta*, а на ст. Муровицы – *Euglenophyta* и *Xanthophyta*.

Таблица 1. Таксономического состав фитопланктона разных станций дельты реки Великой

Отделы	Станции									
	Вайменка		Большая Листовка		Средняя		Горки		Муровицы	
	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%	шт.	%
Bacillariophyta	52	39.7	24	30.0	31	37.3	34	41.5	24	36.9
Chlorophyta	47	35.9	23	28.7	28	33.7	27	32.9	22	33.8
Cyanophyta	12	9.2	9	11.2	10	12.1	6	7.3	4	6.2
Euglenophyta	5	3.8	8	10.0	0	0	1	1.2	0	0
Chrysophyta	8	6.1	6	7.5	6,1	7.2	5	6.1	6	9.2
Dinophyta	2	1.5	4	5.0	2	2.4	4	4.9	4	6.2
Cryptophyta	4	3.0	5	6.3	5,1	6.1	4	4.9	5	7.7
Xanthophyta	1	0.8	1	1.3	1	1.2	1	1.2	0	0
Итого	131	100	80	100	83	100	82	100	65	100

Наиболее высокая степень сходства видового состава водорослей с использованием индекса Серенсена-Чекановского была выявлена между альгофлорами ст. Горки и Муровицы (Кс-ч = 0,82), самая низкая – между ст. Вайменка и Б. Листовка (Кс-ч = 0,57). В целом, степень сходства между станциями была высокой. Общими для всех станций были 30 видов, большая часть из которых принадлежала к зеленым и диатомовым водорослям.

Эколого-географический анализ альгофлоры показал, что в дельте р. Великой преобладали космополитные формы (86,3%). По характеру местообитания большинство видов относилось к планктонным (43,6%) и планктонно-бентосным (34,6%) формам. По отношению к минерализации вод все встреченные виды являлись олигогалобами, из которых преобладали индифферентны (76,5%). По отношению к активной реакции среды доминировали индифферентны (47,9%) и алкалифилы (42,9%).

Сапробиологический анализ показал, что воды дельты р. Великой характеризуются как умеренно загрязненные и относятся к третьему классу качества (среднее значение индекса сапробности составило 2,1).

Список литературы:

Баринова С. С., Медведева А. Л., Анисимова О. В. Биоразнообразие водорослей-индикаторов окружающей среды. Тель-Авив, 2006. 498 с.

Комулайнен С. Ф. Экология фитоперифитона малых рек Восточной Фенноскандии. Петрозаводск, 2004. 182 с.

Макрушин А. В. Биологический анализ качества вод (Под ред. Г. Г. Винберга). Л.: ЗИН АНСССР. 1974. 30 с.

Садчиков А. П. Методы изучения пресноводного фитопланктона: методическое руководство. М: Изд-во «Университет и школа», 2003. 157 с.

Судницына Д. Н. Альгофлора водоемов Псковской области. Псков: ООО «ЛОГОС Плюс», 2012. 224 с.

Трифонова И. С. Экология и сукцессия озерного фитопланктона. Л., 1990. 184 с.

Шитиков В.К., Зинченко Т.Д., Розенберг Г.С. Макроэкология речных сообществ:концепции, методы, модели. Тольятти: Кассандра, 2011. 255 с.

Шмидт В. М. Статистические методы в сравнительной флористике. Л. 1980. 176 с.

Экологический мониторинг дельты реки Великой. Ч. I / Под ред. О. А. Лебедевой. Псков: ПГПИ, 2003. 156 с.

Junguo Liu, Giri Kattel, Hans Peter H. Arp, Hong Yang. Towards threshold-based management of freshwater ecosystems in the context of climate change // Ecological Modelling, Volume 318, 24 December 2015, Pages 265-274.

ФИТОТОКСИЧЕСКИЕ ХАРАКТЕРИСТИКИ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД МАЛЫХ РЕК ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ В УСЛОВИЯХ НИЗКОЙ ВОДНОСТИ

А.Ю. Куличенко

Федеральное государственное бюджетное водохозяйственное учреждение «Балтводхоз»,

РФ, 199004, г. Санкт-Петербург, Средний пр. В.О., д. 26, литер А, Б, au_kulichenko@mail.ru

Речная сеть Ленинградской области представлена тысячами малых рек. Аномально высокая для региона температура воздуха в весенне-летний период 2014-2015 гг. наряду с дефицитом осадков привели к изменению гидрологического режима и химического состава поверхностных вод вследствие падения водности. (Обзор…, 2016). Биотестирование на основе хемотаксической реакции инфузорий *Paramecium caudatum* Ehrenberg, 1833 широко применяется в мониторинговых исследованиях водоемов Ленинградской области, при этом определение токсичности вод для автотрофных организмов практически не проводится (Об экологической…, 2016).

В работе рассматриваются результаты оценки токсичности поверхностных (природных) вод малых рек Охта (верхнее течение), Селезневка и Серьга для представителей сообщества фитопланктона и макрофитов в 2014-2015 гг. Водосбор исследуемых участков рек Серьга и Селезневка представлен практически ненарушенными лесными массивами. Водосбор верхнего и, особенно, среднего течения р. Охта, напротив, испытывает значительное антропогенное влияние.

Для оценки токсического действия использованы оптическая плотность культуры протококковой водоросли хлорелла *Chlorella vulgaris* Beijer, 1890 (ПНДФ Т, 2014), морфологические показатели единичных растений (количество листецов и корней, длина и ширина листецов, максимальная длина корней) и репродуктивный потенциал популяции ряски турионообразующей *Lemna turionifera* Landolt, 1975 (Цаценко, Малюга, 1998). Выбор методик исследования обоснован высокой приборной обеспеченностью и степенью стандартизации процедуры анализа, а также широтой распространения в водоемах региона применяемых тест-организмов. Одновременно в поверхностных водах водотоков выполнено определение основных показателей химического состава.

Токсикологический анализ для адвентивного вида с высоким биотестовым потенциалом — *Lemna turionifera* — показал, что поверхностные воды всех исследуемых водотоков в 2014-2015 гг. не оказывали острого токсического действия на показатели морфологического строения листецов. Отклонение морфологических характеристик в контрольных и анализируемых пробах не превышало 50%. При этом наблюдалось токсическое влияние поверхностных вод верхнего течения р. Охта на ростовые характеристики корневой системы растений (отклонение – 47-105%). Расчет репродуктивного потенциала популяции позволил отметить, что умеренное влияние на популяционные характеристики макрофитов оказывают только воды верхнего течения р. Охта, характеризующиеся высокими концентрациями загрязняющих веществ.

Индекс токсичности поверхностных вод для хлореллы *Chlorella vulgaris*, рассчитанный по изменению оптической плотности, в основном, отличался значительной межгодовой и сезонной изменчивостью. Так, диапазон изменения индекса токсичности поверхностных вод р. Серьга в 2014-2015 гг. составлял от -81% (октябрь 2015 г.) до 14% (июнь 2014 г.), среднее значение индекса – -36%, что соответствует острому токсическому действию (ОТД). Всего ОТД для протококковых зеленых водорослей, выраженное в снижении

интенсивности роста культуры, проявляли 67% проб природных вод р. Серьга, варьирование индекса токсичности при этом составило от -35% до -81%.

Поверхностные воды р. Селезневка в 2014-2015 гг. также характеризовались вариабельностью индекса токсичности для представителей фитопланктона: от -87% до 14% , среднее значение - -28%. Доля проб природных вод с высокими отрицательными значениями индекса (-87% - -25%) составила 55%, что сопоставимо с результатами для р. Селезневка. В целом в период низкой водности оба водотока проявляли сходный характер изменения токсикологических характеристик для представителей фитопланктона. Полученные высокие отрицательные значения индекса токсичности для хлореллы вследствие снижения скорости роста культуры, для природных вод связаны, предположительно, не только с изменением естественного хода гидрологического режима, но и с особенностями их химического состава. Для культивирования тест-объекта применяют питательную среду Тамия с высоким (25-100 мг·дм$^{-3}$) содержанием биогенных элементов. Для поверхностных вод исследуемых водотоков характерны гораздо более меньшие содержания соединений азота и фосфора, которые и подавляют рост культуры по сравнению с контрольными образцами, выращиваемыми на питательной среде.

Для поверхностных вод верхнего течения р. Охта, испытывающих значительный антропогенный пресс, временная динамика индекса токсичности для представителей сообщества фитопланктона имела иной характер. Диапазон варьирования индекса токсичности составлял от -97 % (апрель 2015 г.) до 117 % (ноябрь 2014 г.), среднее значение индекса - -2 %, что отражало отсутствие ОТД для *Chlorella vulgaris*. Доля проб природных вод, оказывающих ОТД, для р. Охта составила 50%. Токсическое действие при этом проявлялось не только в снижении интенсивности роста культуры (30% проб), но и в его стимулировании (20% проб). Статистическая обработка результатов гидрохимического и токсикологического анализов поверхностных вод р. Охта показала, что в условиях низкой водности наличие и интенсивность токсического действия для автотрофных организмов, вероятнее всего, связано с дефицитом растворенного кислорода, высоким содержанием легкоокисляемых органических веществ ($БПК_5$), нитритов и фосфатов.

В 2014-2015 гг. поверхностные воды слабозагрязненных малых рек Ленинградской области (р. Серьга, р. Селезневка) проявляли сходный характер изменения токсикологических характеристик для представителей фитопланктона и макрофитов. Они не оказывали острого токсического действия на показатели морфологического строения листецов и величину репродуктивного потенциала ряски турионообразующей. Индекс токсичности поверхностных вод для хлореллы, рассчитанный по изменению оптической плотности, в основном отличался значительной межгодовой и сезонной изменчивостью. Полученные высокие отрицательные значения индекса, проявляющиеся в подавлении роста культуры, для природных вод связаны, с высокой долей вероятности, не только с изменением гидрологического режима, но и с невысоким естественным содержанием соединений азота и фосфора в природных водах.

Токсическое влияние загрязненных поверхностных вод верхнего течения р. Охта в период низкой водности проявлялось в виде снижения ростовых характеристик корневой системы ряски турионообразующей. Умеренное влияние также выявлено на популяционные характеристики представителей сообщества макрофитов. Временная динамика индекса токсичности для представителей сообщества фитопланктона имела иной характер по сравнению с результатами для слабозагрязненных природных вод. Токсическое действие поверхностных вод верхнего течения р. Охта проявлялось не только в снижении интенсивности роста культуры, но и в его стимулировании. В условиях низкой водности наличие и интенсивность токсического действия для автотрофных организмов, вероятнее

всего, связано с дефицитом растворенного кислорода, высоким содержанием легкоокисляемых органических веществ ($БПК_5$), нитритов и фосфатов.

Список литературы:

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2015 год. 2016 – М., Росгидромет, 223 с.

Состояние окружающей среды в Ленинградской области.2015 – С-Пб., Комитет по природным ресурсам Ленинградской области, 293 с.

Об экологической ситуации в Ленинградской области в 2015 году.2016 - С-Пб., Комитет по природным ресурсам Ленинградской области, 150 с.

ПНД Ф Т 14.1:2:3:4.10-04, Т 16.1:2:2.3:3.7-04 Методика измерений оптической плотности культуры водоросли хлорелла (*Chlorella vulgaris* Beijer) для определения токсичности питьевых, пресных природных и сточных вод, водных вытяжек из грунтов, почв, осадков сточных вод, отходов производства и потребления. 2014 – М., 36 с.

Цаценко Л.В., Малюга Н.Г. Чувствительность различных тестов на загрязнение воды тяжелыми металлами и пестицидами с использованием ряски малой. Lemna minor L.1998 – Экология, №5, с.407-409.

ГЕНЕТИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ГИДРОЭКОСИСТЕМ С ИСПОЛЬЗОВАНИЕМ МОДЕЛЬНОГО ТЕСТ-ОБЪЕКТА

Р.Э. Авалян, Э.А., Агаджанян, А.Л. Атоянц, Р.М. Арутюнян
Ереванский государственный университет, НИИ “Биология”,

Армения, 375025, г. Ереван, ул. Чаренца, д.8, биологический ф-т,

re_avalyan@mail.ru; a.atoyants@rambler.ru; genetik@ysu.am

За последнее время в связи с антропогенным и техногенным воздействием на пресноводные экосистемы возникает необходимость периодической оценки качества водной среды. Уникальный пресноводный водоем – оз. Севан, играет большую роль в народном хозяйстве Армении. В настоящее время загрязнение русла впадающих в озеро рек (28) промышленными и сельскохозяйственными отходами является важной причиной нарушения гидроэкосистемы и экологической обстановки в регионе (Акопян, 2004). Среди растительных тест-объектов, применяемых при биомониторинге, особо выделяются гетерозиготные клоны традесканции (клон 02), использование которых позволяет оценить индукцию мутаций под воздействием достаточно низких концентраций ксенобиотиков. Нашими многолетними исследованиями изучалась возможность использования растительной тест-системы традесканции (клон 02) в практике генетического мониторинга загрязнения окружающей среды (Агаджанян и др., 2015).

Целью настоящего исследования являлось биотестирование уровня генотоксичности водных проб оз. Севан с применением тест-системы волосков тычиночных нитей (ВТН) модельного тест-объекта клона 02 традесканции (тест Трад-ВТН).

Материалом исследования служили водные пробы (10) бассейна оз. Севан, взятые в исследуемых точках вблизи населенных пунктов: Чкаловка, Лчап, г.Гавар (река Гаварагет), Личк, Цовак (р. Масрик), Памбак, Шоржа, Драхтик, Цовагюх (р. Дзкнагет) и п-ов Севан. В изучаемых водных образцах определялась концентрация химических элементов и тяжелых металлов (Si, P, K, Ca, V, Co, Ni, Zn, Mo, Pb, Mn, Al, Fe, Cu и др.).

При проведении теста Трад-ВТН цветочные бутоны помещали в водные образцы в течение 18 ч при комнатной температуре в условиях теплицы ЕГУ. После восстановительного 7 дневного периода в течение 21–30 дней проводили ежедневный учет мутационных событий (розовых – РМС и бесцветных – БМС), а также – морфологических изменений в тычиночных нитях и цветках (невыжившие – НВ и разветвленные – РВ волоски и др.) по общепринятой методике (Ma et al., 1994). Для каждого варианта было проанализировано 18–22 тыс. тычиночных волосков в зависимости от водной пробы. В качестве контроля использовали дистиллированную воду.

Полученные результаты обрабатывали статистически с применением компьютерной программы Statgraphics Plus 2.1. Проводили корреляционный анализ между частотой мутационных изменений в ВТН и концентрацией химических элементов в исследуемых водных образцах.

Полученные результаты показали, что во всех опытных вариантах наблюдалось достоверное повышение частоты изученных соматических мутаций (РМС и БМС), а также морфологических нарушений типа НВ в ВТН по сравнению с контролем. Максимальный уровень рецессивных мутаций (РМС) наблюдался в водных вариантах из пробных точек –

Личк, Цовак и Цовагюх по сравнению с контрольным уровнем и другими пробами (рис.1). Наибольшая частота БМС наблюдалась в вариантах Чкаловка, Лчап и Гавар.

По уровню морфологических изменений в ВТН типа НВ наиболее отличались исследуемые пробы – Лчап, Цовак и Личк, что свидетельствует о повышенной тератогенной активности компонентов, содержащихся в исследуемых водных образцах, приводящих к нарушению выживания клеток ВТН традесканции. На основании проведенного корреляционного анализа выявлена достоверная положительная корреляция между частотой морфологических аномалий типа НВ и концентрацией находящихся в водных пробах химических элементов (K, Mg, Ca, As, Mo, Sb, Sr).

Полученные результаты показывают целесообразность применения тест-системы Трад-ВТН традесканции (клон 02) в системе генетического мониторинга in situ природных водных ресурсов (оз. Севан).

Список литературы:

Агаджанян Э.А., Авалян Р.Э., Атоянц А.Л., Симонян А.Э., Арутюнян Р.М. 2015.

Изучение генетических эффектов в природных экосистемах с применением растительного тест-объекта.– Труды по прикладной ботанике, генетике и селекции. т. 176, вып. 3, с. 346–356.

Акопян К.А. 2004. Антропогенная нагрузка на водные ресурсы и их безопасность.– В сб. матер. междун. конфер. РЭЦ Кавказ “Экологическая безопасность Кавказского региона”, вып.7. – с. 126–128.

Ma T. H., Cabrera G. L., Cebulska-Wasilevska A., Chen R., Loarca F., Vandenberg A L., Salamone M. F. 1994. Tradescantia stamen hair mutation bioassay. Mutation Research, vol. 310, № 2, p. 211– 220.

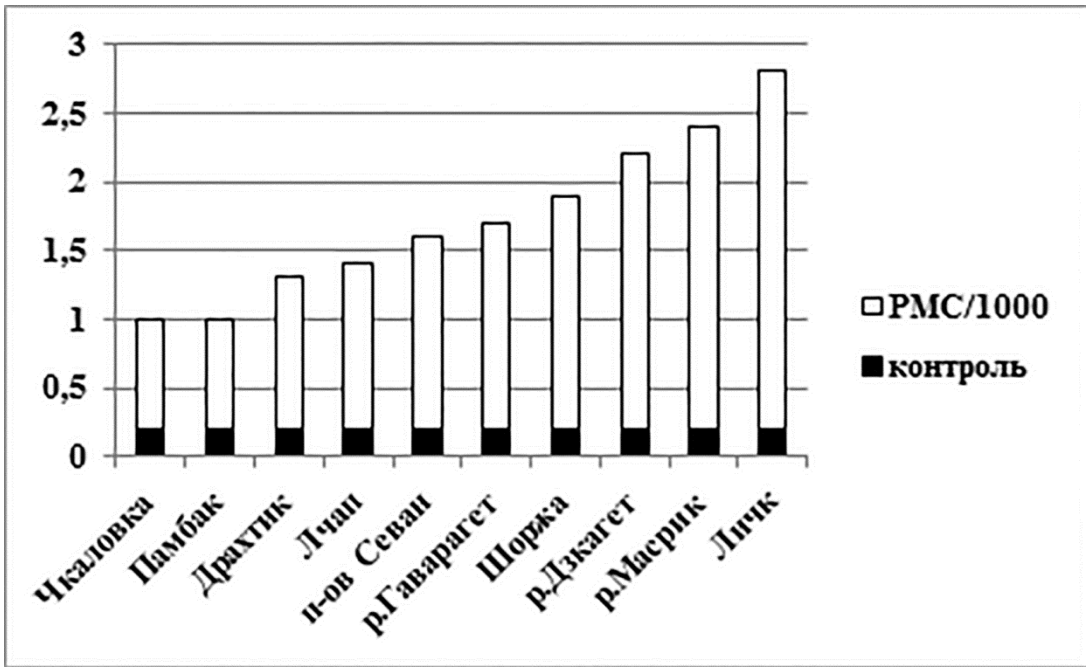


Рис. 1 Частота рецессивных соматических мутаций у традесканции (клон 02)

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ И РЕКОМЕНДАЦИИ ПО СОВЕРШЕСТВОВАНИЮ МОНИТОРИНГА ЭКОСИСТЕМЫ ОЗЕРА КЕНОН

П.В. Матафонов

Институт природных ресурсов, экологии и природных ресурсов,

РФ, 672014, г. Чита, ул. Недорезова, 16а, benthos@yandex.ru

Одной из задач Единой системы государственного экологического мониторинга согласно статье 63.1 Федерального закона об охране окружающей среды (Федеральный закон…, 2002) декларируются регулярные наблюдения за состоянием естественных экологических систем. В тоже время в ЕСГЭМ отсутствует подсистема мониторинга экологических систем - исключение сделано только для уникальной экологической системы озера Байкал. Такая ситуация создает высокие риски непредвиденного развития водных экосистем, имеющих важное социальное значение.

Путешествуя по России, известный немецкий ученый-энциклопедист П.С. Паллас проезжал в 1772 году в Забайкалье мимо «большого озера Кинона большими карасями и щуками изобильного» (Паллас, 1778). В те годы поблизости от озера было лишь маленькое поселение. В настоящее время озеро Кенон находится в черте административного центра Забайкальского края, города Читы, имеющего население более 300 тыс. человек. Вдоль озера проходит Транссибирская железнодорожная магистраль, территория вблизи озера застроена различными предприятиями и жилыми строениями. Существенное негативное воздействие на современный облик озера оказало его полувековое использование в качестве водоема охладителя городской ТЭЦ-1, что привело к изменению гидрохимического типа озера с карбонатного на сульфатный (Белякова и др., 2012). Постоянные сбросы сточных вод с ТЭЦ-1, багерной станции и гидрозолошлакоотвала стали основным фактором загрязнения озера тяжелыми металлами. Ореол наиболее высоких содержаний ряда химических элементов со значительным превышением ПДК по ряду загрязняющих веществ приурочен ТЭЦ-1 (Белякова и др., 2012). Остальная часть озера также характеризуется превышением ПДК по отдельным загрязняющим веществам. Несмотря на негативные процессы многие читинцы любят озеро Кенон.

Мониторинг отдельных компонентов на озере Кенон осуществляют Росводресурсы, Роспотребнадзор, Росрыболовство, Росгидромет, ТЭЦ-1 и тд. Оценка состояния экосистемы по ряду показателей, включая гидробиологические, дается Росгидрометом (ФГБУ «*Забайкальское УГМС») (*Доклад об экологической ситуации…, 2016*),* но только на основе данных по двум створам, выбор которых обусловлен местом сброса оборотных вод ТЭЦ-1. В остальной части озера, несмотря на превышение ПДК загрязняющими веществами, режимный мониторинг не осуществляется.

Существующая система мониторинга не дает целостного представления о состоянии экосистемы озера и упускает из внимания ряд угроз экосистеме и качеству вод озера. Так, в результате научных гидробиологических исследований выявлено поступление загрязняющих веществ в озеро с закачиваемыми для поддержания уровня озера водами реки Ингода. В саму реку сточные воды населенных пунктов поступают в 600 метрах вверх по течению от водозаборного канала озера Кенон. Другой из угроз экосистеме и качеству вод озера Кенон являются чужеродные виды. За прошедшие 100 лет в озеро в результате преднамеренной, часто необоснованной, или случайной интродукции было вселено около 12 чужеродных видов (Базарова и др., 2012). Среди них столь агрессивный вид растений, как элодея канадская. Следует отметить, что мониторинг чужеродных видов на озере Кенон не осуществляется.

Существует опасность негативных изменений в сообществах ключевых аборигенных видов и в результате реализации необоснованных хозяйственных и природоохранных проектов. Так, с осетрового садкового хозяйства ТЭЦ-1 в озеро поступало органическое вещество (Экология городского водоема, 1998). Вместе со ставшим бесконтрольным вселением сазана в озеро Кенон возможно проникновение еще одного опасного чужеродного вида – ротана (Горлачева, Горлачев, 2015). В настоящее время под лозунгом сохранения экосистемы озера Кенон в градостроительный план города Читы внесено предложение строительства дамбы в озере, которая бы разделила озеро на «чистую» и «грязную» секции (Стратегия территориального развития…, 2011). При этом не проводится оценка реального состояния всей экосистемы озера и возможного отрицательного воздействия строительства дамбы на ее компоненты, фактически игнорируется приоритет природоохранных мероприятий на водосборной территории.

В целях сохранения качества вод озера необходим экосистемный подход к разработке мероприятий по предотвращению дальнейшего загрязнения озера, сохранению и восстановлению его экосистемы. За основу создаваемой системы мониторинга может быть принята деятельность Росгидромета (ФГБУ «Забайкальское УГМС») и ее руководящие документы (Руководящий документ…, 2012), позволяющие оценивать состояние экосистемы. Наряду с этим необходима разработка Схемы комплексного освоения и охраны водных объектов бассейна озера Кенон. В ЕСГЭМ следует выделить подсистему мониторинга всех экологических систем.

Сохранение экосистемы озера Кенон имеет высокую социальную значимость, т.к. озеро остается популярным местом отдыха читинцев и гостей краевого центра, используется для рыбалки, рассматривается как перспективный объект для туризма и познавательных программ. Очевидно, что только при экосистемном подходе к мониторингу состояния и использованию компонентов озера Кенон можно получить наибольший экономический эффект от исторически сложившегося выгодного географического расположения города Читы на берегах озера.

Список литературы:

Базарова Б.Б., Горлачева Е.П., Матафонов П.В. Виды-вселенцы озера Кенон (Забайкальский край) - Российский Журнал биологических инвазий, № 3, 2012, с. 20-27.

Белякова Е.В., Итигилова М.Ц., Карпов В.В., Нагаев В.В., Флешлер В.И. Отчет по объекту «Оказание услуг по разработке программы по сохранению экосистемы озера Кенон (I этап)» в 2-х книгах. - Чита, ГУП «Забайкалгеомониторинг», 2012.

Горлачева Е.П., Афонин А.В., Михеев И.Е. Ихтиофауна и рыбохозяйственное значение оз. Кенон – В кн.: Экология городского водоема. – Новосибирск, Изд-во СО РАН, 1998, с. 170-189.

Доклад об экологической ситуации в Забайкальском крае за 2015 год. – Правительство Забайкальского края. – Чита, 2016.

Паллас П.С. Путешествие по разным провинциям Российского государства. Ч. 3. Половина первая. 1772 и 1773 годов. – СПб: Императорская Академии наук, 1788.

Руководящий документ РД 52.24.309-2011. Организация и проведение режимных наблюдений за состоянием и загрязнением поверхностных вод суши. Утв. Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды 25 октября 2011. Дата введения - 1 июня 2012 г.

Стратегия территориального планирования и градостроительного развития Забайкальского края с учетом условий особого периода 2009 – 2012 гг, Этап 4, Т. 1., Чита-Москва, 2011, 110 с.

Федеральный закон от 10 января 2002 г. N 7- ФЗ "Об охране окружающей среды" (в редакции 2016 г.).

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ДИАТОМОВЫХ ВОДОРОСЛЕЙ ДЛЯ ВЫЯВЛЕНИЯ АНТРОПОГЕННЫХ НАРУШЕНИЙ ЭКОСИСТЕМЫ Р. КАРЫ (НЕНЕЦКИЙ АВТОНОМНЫЙ ОКРУГ, РОССИЯ)

А.С. Стенина

Институт биологии Коми научного центра Уральского отделения РАН

РФ, 167982 г.Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д.28, stenina@ib.komisc.ru

Река Кара, одна из основных рек на европейском Северо-Востоке, протекает по Большеземельской тундре и впадает в Байдарацкую губу Карского моря. Экосистемы реки испытывают антропогенную нагрузку в результате строительства и эксплуатации газопровода «Бованенково – Ухта» и сооружений инфраструктуры на его трассе. Сведения о влиянии работ, связанных со строительством магистральных газопроводов на водотоки в Арктике и сопредельных районах Севера, до недавнего времени были единичны (Стенина, 1999). В связи с этим в июле 2013 г. было проведено комплексное обследование р. Кара в местах пересечения ее мостовыми переходами и трассой газопровода для оценки ее экологического состояния. Для определения качества воды наряду с другими методами (Тикушева и др., 2015) использованы диатомовые водоросли, чувствительные к изменениям условий среды.

Пробы обрастаний каменистых субстратов (эпилитон) отобраны Е.Н. Патовой общепринятыми способами в двух точках: 1) выше моста на фоновом участке реки, не нарушенном хозяйственной деятельностью, и 2) ниже моста на импактном участке, подверженном влиянию пылевых загрязнений и стоков. Диатомовые водоросли определены в постоянных препаратах, экологические характеристики установлены по литературным данным (Баринова и др., 2006). Проанализированы таксономическая, эколого-географическая и сапробиологическая структуры диатомовых комплексов реки в обследованных участках.

Важными показателями состояния водной экосистемы является изменение флористического богатства. На первом, фоновом участке реки выше моста диатомовые водоросли в эпилитоне были представлены 56 видами с разновидностями из 34 родов и 19 семейств. На импактном участке найдено 49 видов с внутривидовыми таксонами, относящихся к 28 родам и 16 семействам. При этом наблюдается не только уменьшение числа таксонов разного ранга, вызванное выпадением чувствительных к загрязнению видов, родов и семейств, но также изменяется таксономическое разнообразие, представляющее собой насыщенность родов и семейств видами. На фоновой станции насыщенность семейств видами с разновидностями составляла 2.9; насыщенность родов – 1.7; количество родов, приходящихся на одно семейство – 1.7. На импактной станции ниже моста таксономическое разнообразие не намного, но увеличилось (3.1, 1.8, 1.8 соответственно) за счет выпадения ряда таксонов высокого ранга и дополнения остальных семейств резистентными диатомовыми. Анализ таксономической структуры диатомовых комплексов эпилитона на двух станциях показал небольшие отличия. На обеих станциях наиболее разнообразно семейство *Fragilariaceae* (11 и 12 видов), представители которого характерны для мелководных заиленных экотопов, образовавшихся в результате нарушения гидрологического режима реки (Патова и др., 2016). На фоновой станции преобладают, кроме того, семейства *Naviculaceae* (7) и *Achnanthidiaceae* и *Gomphonemataceae* (по 5 таксонов). Импактная станция отличается меньшим числом видов семейства *Naviculaceae* (5) и несколько большим разнообразием *Bacillariaceae* и *Rhopalodiaceae* (по 5 таксонов). Семейство *Gomphonemataceae* одинаково разнообразно в обеих точках реки. Флористическое сходство станций значительно: коэффициент

Чекановского-Съеренсена равен 0.74 для видового состава и 0.62 для состава доминантов и субдоминантов.

Определяющее значение имеют группы видов-индикаторов. На фоновой станции преобладает по разнообразию род *Navicula*, на импактной – род *Nitzschia*, который в целом рассматривается как индикаторный на загрязнение. Есть отличия в наличии/отсутствии отдельных видов. Виды *Amphora libyca* Ehrenberg и *Gomphonema ventricosum* Gregory, отмеченные с обилием «нередко» на ст. 1, отсутствовали на ст. 2. Из галофобных, ксено- и олигосапробных видов на второй станции отсутствовали *Encyonema reichardtii* (Krammer) Mann, *Hannaea arcus* var. *recta* (Cleve) Foged, *Psammothidium subatomoides* (Hustedt) Bukhtiyarova et Round. Ниже моста заметно увеличивается обилие алкалифилов *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère и *Cocconeis placentula* Ehrenberg. Второй вид часто относят к галофилам. Значительно возрастает роль *Nitzschia palea* (Kützing) W. Smith – индикатора грязных вод, альфамезо-полисапроба, предпочитающего условия от мезотрофных до гиперэвтрофных с повышенным содержанием легко окисляемых органических веществ. Увеличивается также обилие альфамезосапроба *Nitzschia acicularis* (Kützing) W. Smith и бетамезосапроба *Cocconeis pediculus* Ehrenberg. Отмечены различия в суммарном обилии диатомовых на разных станциях. На фоновой станции реки оно в целом значительно выше (159 баллов), чем на импактной станции (119). То же касается обилия видов доминирующего комплекса: 84 балла против 56 соответственно.

Сообщества эпилитона в р. Кара слагаются в основном видами, характерными как для олиготрофных, так и для мезотрофных и эвтрофных вод. На фоновой станции преобладают галофильный, алкалифильный альфамезосапроб *Melosira varians* C. Agardh, лучше развивающийся в слабощелочных водах с повышенным содержанием электролитов и легко окисляемых органических веществ, и *Fragilaria capucina* Desmazieres, который характеризуется как индифферентный по отношению к содержанию pH и солей в воде, бетамезосапроб. Первый вид характерен для водотоков с эвтрофными условиями, второй может обитать в олиготрофных и мезотрофных водоемах. Ниже моста, кроме последнего вида, доминируют алкалифильный бетамезосапроб *Cocconeis placentula* Ehrenberg и алкалифил индифферентный к солености воды *Ulnaria ulna* (Nitzsch) Compère. Первый вид характерен для мезотрофных и эвтрофных вод, второй распространен и в олиготрофных водоемах. Выявлены особенности изменения эколого-географической структуры диатомовых комплексов. Установлено, что на импактной станции заметно возрастает доля галофильных видов: с16 до 22%, уменьшается доля аркто-альпийских диатомей с 18 до 12%, доля видов-космополитов с 71% увеличивается до 78%, т.е. происходит стирание зональных черт флоры диатомовых.

Список литературы:

Баринова С.С., Медведева Л.А., Анисимова О.В. 2006. Биоразнообразие водорослей–индикаторов окружающей среды. – Tel-Aviv, Pilies Studio, 498 pp.

Патова Е.Н, Кулюгина Е.Е, Стенина А.С., Лоскутова О.А, Тикушева Л.Н., Елсаков В.В. 2016. Изменение природных комплексов Большеземельской тундры и Полярного Урала в результате воздействия линейных сооружений газопровода "Бованенково-Ухта"». – Известия Коми научного центра УрО РАН, № 3, с. 54-60.

Стенина А.С. 1999. Использование диатомовых водорослей в ботаническом мониторинге состояния водных экосистем на трассе магистрального газопровода (Северный Урал). – Стратегические направления экологических исследований на Урале и экологическая политика. – Екатеринбург, с.51-52.

Тикушева Л.Н., Стенина А.С., Патова Е.Н. 2015. Изменение водных экосистем под влиянием строительства и эксплуатации газопровода «Бованенково-Ухта» (бассейн реки Кара, Полярный Урал и Большеземельская тундра) // Известия Коми научного центра УрО РАН, вып. 2 (22), с. 1-6.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проекта УрО РАН Фундаментальные исследования «Арктика». № № 15-15-4-36.

МАКРОЗООБЕНТОС РЕКИ НАЛЕДНЫЙ БАССЕЙНА РЕКИ АМУР (ХАБАРОВСКИЙ КРАЙ)

Н.М. Яворская

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,

РФ, 680000, г. Хабаровск, ул. Дикопольцева, д. 56, yavorskaya@ivep.as.khb.ru

В настоящее время в Хабаровском крае активно выполняются работы по прокладке газо- и нефтепроводов, которые затрагивают и экосистемы водотоков, в т.ч. и р. Наледный (басс. Нижнего Амура). Большинство рек бассейна Нижнего Амура относятся к высшей рыбохозяйственной категории и к первой, в которых происходит нерест и нагул лососевидных рыб. Для оценки степени нарушения речных экосистем в результате хозяйственной деятельности необходимо иметь представление об исходном состоянии экосистемы реки. Для этого необходимо создание «паспорта» чистой реки, где помимо гидрологических показателей, должны быть представлены данные о видовом разнообразии, биомассе бентоса, количественном соотношении групп бентоса и трофической структуре сообщества (Тиунова, 2007).

Цель работы – изучение структуры сообществ донных беспозвоночных р. Наледный и определение экологического состояния реки до строительства трассы нефтепровода.

Материал и методика

Река Наледный, длиной 12 км, является левым притоком р. Соороль (приток р. Цуркуль) и относится к «очень малым» рекам (2 категория) (Яворская, 2016). Работы выполнялись 7 июля 2010 г. в верхнем течении реки. Количественные бентосные пробы отбирались на перекатах с глубины 0,3 м бентометром Леванидова (площадь захвата 0,16 м^2) и фиксировались 4 % раствором формалина (Тиунова, 2003). Температура воды составила 9 °С. Грунт дна представлен разноразмерной галькой с примесью песка и детрита. При определении структуры сообществ использовалась классификация А.М. Чельцова-Бебутова в модификации В.Я. Леванидова (1977), по которой доминанты от общей плотности (N) или биомассы (B) составляют 15 % и более. Для оценки качества воды применялись индексы олигохетный и биотический Вудивисса.

Результаты и обсуждение

В бентосном сообществе р. Наледный насчитывается 14 групп донных беспозвоночных (табл. 1). По обоим количественным показателям доминировали Amphipoda (42,8 % и 88,4 %) и к ним по плотности присоединились Chironomidae (36,6 %). К субдоминантам по биомассе относились Trichoptera, по плотности их представляли Oligochaeta. В разряд второстепенных по биомассе вошли Chironomidae и Oligochaeta, по плотности – Ephemeroptera, Hydrachnidae, Simuliidae и Trichoptera.

Табл. 1. Средние значения плотности и биомассы и соотношения отдельных групп зообентоса (%) в р. Наледный, июль, 2010 г.

Группы	N, экз./м^2	N, %	B, г/м^2	B, %
Nematoda	18	0,2	0,00	+

Группы	N, экз./м^2	N, %	B, г/м^2	B, %
Oligochaeta	870	11,1	0,63	2,2
Hydrachnidae	126	1,6	0,03	0,1
Amphipoda	3363	42,8	25,12	88,4
Ephemeroptera	39	4,0	0,02	0,4
Coleoptera	27	0,3	0,01	+
Plecoptera	18	0,5	0,01	0,1
Trichoptera	15	1,0	0,32	5,7
Diptera прочие	36	0,5	0,03	0,1
Chironomidae	319	36,6	0,07	2,3
Ceratopoganidae	18	0,2	0,01	+
Nimphomyiidae	9	0,1	0,00	+
Simuliidae	81	1,0	0,18	0,7
Mollusca	9	0,1	0,01	+
Всего	231	100	0,84	100

Примечание: «+» – менее 0,1%.

Предварительный список фауны амфибиотических насекомых включает 24 вида из 23 родов 11 семейств, в т.ч. 9 видов и форм из сем. Chironomidae (*Constempellina* sp., *Cricotopus* gr. *tremulus*, *Eukiefferiella* gr. *brehmi*, *Orthocladius* gr. *rivicola*, *Parakiefferiella bathophila* (Kieffer, 1912), *Paramertiocnemus* sp., *Rheotanytarsus* sp., *Tvetenia* gr. *bavarica*, *Zavrelia* sp.), 7 видов из отряда Ephemeroptera (*Acentrella sibirica* (Kazlauskas, 1963), *Baetis* (*B.*) *fuscatus* Linnaeus, 1761, *Cinygmula* sp., *Epeorus* sp., *Ephemerella* sp., *Serratella ignita* (Poda, 1761), *S. setigera* (Bajkova, 1976), 2 вида из отряда Plecoptera (*Amphinemura* sp., *Arcynopteryx* sp.) и 5 видов и форм из отряда Trichoptera (*Agapetus* sp., *Dicosmoecus* sp., *Glossosoma intermedium* (Klapalek, 1892), *Micrasema* sp., *Rhyacophila* gr. *sibirica*) и один вид из сем. Nimphomyiidae (*Nymphomyia rohdendorfi* Makarchenko, 1979), которых относится к наиболее интересной находке (Яворская, Макарченко, 2015),

Анализ данных биоиндикации показал (олигохетный индекс – 11 %, биотический – 9 баллов), что воды р. Наледный соответствуют I и II классам качества («очень чистые» – «чистые») или ксено- и олигосапробной зонам.

Автор выражает искреннюю благодарность за организацию полевых исследований Г.В. Новомодному, Н.М. Панасенко, А.В. Шишаеву, Ю.С. Дьяченко (Хф ТИНРО, г. Хабаровск) и за помощь в определении видовой принадлежности амфибиотических насекомых Е.А. Макарченко, М.А. Макарченко, О.А. Орел, В.А. Тесленко, Т.М. Тиуновой, Т.С. Вшивковой (ФНЦ Биоразнообразия ДВО РАН, г. Владивосток),

Список литературы:

Леванидов В.Я. 1977. Биомасса и структура донных биоценозов реки Кедровой. – В кн.: Пресноводная фауна заповедника «Кедровая падь». Владивосток, ДВНЦ АН СССР. Т. 45 (148). с. 126-158.

Тиунова Т.М. 2003. Методы сбора и первичной обработки количественных проб. – В кн.: Методические рекомендации по сбору и определению зообентоса при гидробиологических исследованиях водотоков Дальнего Востока России: Методическое пособие. М., Изд-во ВНИРО. с. 5-13.

Тиунова Т.М. 2007. Динамика биомассы бентоса в экосистемах лососевых рек юга Дальнего Востока. – В кн.: Биологические ресурсы Дальнего Востока России: комплексный региональный проект ДВО РАН. М., Товарищество научных изданий КМК. с. 195-216.

Яворская Н.М., Макарченко Е.А. 2015. Новые данные по таксономии, распространению и биологии архаичных двукрылых *Nymphomyia rohdendorfi* Makarchenko, 1979 (Diptera, Nimphomyiidae). – Евразиатский энтомол. журнал. Т. 14, Вып. 6. с. 523-531.

Яворская Н.М. 2016. Структура зообентоса левобережных притоков Нижнего Амура (Хабаровский край). – Региональные проблемы. Т. 19, № 4. с. 40-45.

МИКРОБИОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОДЫ И ЛЬДА РЕКИ АМУР

Л.М. Кондратьева, Д.В. Андреева

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,

РФ, 680000, г. Хабаровск, ул. Дикопольцева, 56, kondratevalm@gmail.com

Неоднородность химического состава речного льда – интегральный результат целого комплекса фундаментальных факторов льдообразования, среди которых специфическая роль принадлежит микробным сообществам – криомикробоценозам (КМ). Они участвуют в деструкции автохтонных и аллохтонных органических веществ (ОВ), содержащихся в воде и взвеси, способствуют миграции биогенных элементов, влияют на изменение структуры биоценозов и выступают в качестве индикаторов антропогенного загрязнения водных экосистем (Кондратьева, 2010). Послойное исследование кернов льда позволяет проанализировать динамику качества воды в водных экосистемах в период ледостава, зафиксировать случаи аварийных поступлений токсичных веществ, вероятность их миграции и трансформации не только в водной среде, но и в толще льда.

Впервые биоиндикационная роль криомикробоценозов была показана при оценке характера загрязнения р. Амур в районе г. Хабаровска в период ледостава 2000-2001 гг. Были выявлены ярко выраженные ответные реакции микроорганизмов на комплексное воздействие различных факторов: биогенных (развитие водорослей в контактной зоне вода-лед) и абиогенных (присутствие во льдах токсичных примесей ОВ и тяжелых металлов). Высокая численность гетеротрофных бактерий (ГБ) была установлена у правого берега в зоне влияния стока р. Сунгари в слоях льда, где были сосредоточены ароматические углеводороды.

Трансграничное загрязнение р. Амур в период ледостава было доказано после техногенной аварии в Китае в 2005 г. Были установлены корреляционные связи между характером загрязнения воды и льда летучими ОВ и присутствием КМ (Кондратьева и др., 2011). Газохроматографические исследования расплавов льда, проведенные в 2012-2013 гг. показали, что по всему профилю реки (от левого берега к правому) во льдах присутствовал этилацетат (ЭА), его концентрация в подледной воде была значительно ниже, чем в расплавах льда. Максимальные концентрации ЭА были установлены в слоях льда из керна, отобранного на середине реки, где численность микроорганизмов была минимальной. На фоне высокой численности КМ, его концентрации были минимальными, возможно за счет его утилизации. ЭА может поступать в р. Амур со сточными водами промышленных предприятий работающих на территории Китая в бассейнах рек Сунгари и Уссури и с зимними сбросами Зейского и Бурейского водохранилищ, расположенных на левобережной территории РФ. Известно, что ЭА может быть продуктом трансформации растительных остатков, входящих в состав детрита водохранилищ.

В результате спектральных исследований расплавов льда р. Амур в марте 2014 г., максимальное содержание растворенных ОВ зарегистрировано в слое льда 70-117 см из керна, отобранного в 357 м от правого берега в районе г. Хабаровска. Согласно микробиологическим исследованиям, были выявлены существенные различия в численности отдельных физиологических групп микроорганизмов в кернах льда (таблица). Максимальная численность ГБ была установлена в слое льда 70-117 см в керне, отобранном в 357 м от правого берега, в котором присутствовали частицы детрита. В этом же слое льда была установлена максимальная численность сульфатредуцирующих (СРБ) и фенолрезистентных бактерий (ФРБ). Эти группы микроорганизмов используют для

биоиндикации загрязнения водных экосистем продуктами трансформации растительных остатков и ароматическими углеводородами.

В керне льда, отобранном у левого берега р. Амур некоторые слои также отличались высоким содержанием детрита, их расплавы были мутными и имели резкий химический запах. В этих слоях установлена высокая численность ГБ и присутствовали ФРБ. Исследования показали, что структура КМ отражает различный качественный состав ОВ, распределяющихся по поперечному профилю р. Амур в период формирования ледового покрова. Воль левого берега распространяются воды, подвергающиеся влиянию зимних сбросов с водохранилищ.

В воде, отобранной в марте 2014 г. у правого берега р. Амур в районе г. Хабаровска, как и во льду, численность планктонных СРБ была также очень высокой (3700 КОЕ/мл). Это может быть связано с круглогодичным поступлением в р. Амур недостаточно очищенных сточных вод г. Хабаровска и ОВ со стоком рек Уссури и Сунгари. В присутствии сульфатов и зимнем дефиците кислорода, существует риск образования токсичного сероводорода. Ранее было показано, что влияние стока р. Сунгари на качество амурской воды распространяется до г. Комсомольск-на-Амуре, где могут формироваться сероводородные зоны (Кондратьева и др., 2013).

Микробиологическая характеристика льда в марте 2014 г. в р. Амур у г. Хабаровска

Место отбора керна льда	Слой льда, см	ГБ, КОЕ/мл	СРБ, КОЕ/мл	ФРБ, КОЕ/мл
357 м от правого берега, глубина 4 м, толщина льда 1.4 м	0-40	480±180	178±19	нет
	41-50	2500±300	1033.3±152.7	40
	52-69	3200±200	2600±754.9	1840
	70-117	**68600 ±1400**	**25070±4000**	**2170**
	118-139	7200±700	338.7±37.8	70
20 м от левого берега, глубина 0.5 м, толщина льда 1.32 м	0-30	17600±4600	298.7±37.8	23
	31-45	10900±600	309.7±76.6	50
	46-60	19500±2300	564±61.6	280
	61-70	**38000±1700**	1167.6±65	250
	71-120	35500±4700	782.7±83.9	270
	121-132	8600±730	246.7±41.6	23

Таким образом, послойное исследование льда в конце зимы позволяет сделать ретроспективный анализ загрязнения речных экосистем в период формирования ледового покрова. В различных слоях льда присутствуют ОВ природного и антропогенного происхождения, а также продукты их микробиологической трансформации. Поэтому во время ледохода при таянии льда происходит вторичное загрязнение водной среды токсичными веществами различного генезиса, которые могут оказывать негативное воздействие на гидробионты.

В контактной зоне вода–лед и толще льда происходят сложные биохимические процессы, в которых принимают участие микробные сообщества, реагирующие на изменение качества воды в конкретный период времени. Благодаря их адаптационным возможностям можно выявить хроническое загрязнение водной среды токсичными органическими веществами.

Список литературы:

Кондратьева Л.М. Геоэкологические исследования речного льда // Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология. 2010. № 6. С. 511–520.

Кондратьева Л.М., Бардюк В.В., Жуков А.Г. Аккумуляция и трансформация токсичных веществ во льдах рек Амур и Сунгари после техногенной аварии в Китае в 2005 г. // Лед и снег. 2011. № 4. С.118-124.

Кондратьева Л.М., Андреева Д.В., Голубева Е.М. Влияние крупных притоков на биогеохимические процессы в реке Амур // География и природные ресурсы. 2013. № 2. С. 36–43.

ОЦЕНКА ТРОФНОСТИ НИЖНЕГО ДОНА ПО ДАННЫМ ДИСТАНЦИОННОГО ЗОНДИРОВАНИЯ

Б.Л. Сухоруков[1),2)], Н.В. Решетняк[1)], Г.Е. Ковалева[1),2)]

[1)]ФГБУ «Гидрохимический институт»

РФ, 344090, Г. Ростов-на-Дону, просп. Стачки, 198,bls-phys@yandex.ru

[2)]Институт водных проблем РАН, Южный отдел

РФ, 344090, Г. Ростов-на-Дону, просп. Стачки, 198,bls-phys@yandex.ru

Трофность водного объекта (ВО) определяется всей историей его развития, условиями функционирования и, в особенности, степенью вмешательства человека, «преобразованием» ВО и его экосистемы. Основные условия изменения экосистемы р. Дон связаны с созданием Цимлянского, в 50-х годах прошлого века, а затем –более мелких Константиновского и Николаевского гидроузлов. Возникает вопрос: можно ли в этих условиях экосистему Нижнего Дона считать единой или же отдельные участки между Цимлянским гидроузлом и Таганрогским заливом Азовского моря можно рассматривать как ряд отдельных экосистем. Это исключительно трудоемкая задача, если пытаться найти ее решение в рамках использования традиционных химико-биологических методов, требующих отбора проб и последующего определения большого числа химических и биологических показателей.

В настоящее время трофность в реке можно оценивать по концентрации хлорофилла ***a*** фитопланктона. Но изменчивость этого показателя как во времени, так и в пространстве на водотоках может быть достаточно велика и говорить о трофности ВО можно только в предположении известного радиуса экстраполяции этого показателя. Спектрометрическая же информация, в предельном случае спутниковая, дает возможность снять эту неопределенность. При использовании современной измерительной аппаратуры появилась возможность оценить состояние экосистемы и трофность Нижнего Дона по дистанционной спектрометрической информации видимого диапазона спектра с помощью метода, использующего в качестве критерия трофности форму спектра коэффициента спектральной яркости (СКСЯ) (Р 52.24.844-2016, Сухоруков и др., 2017). Этот критерий связан с концентрацией хлорофилла ***a*** фитопланктона, но более полно отражает состояние водной экосистемы и трофность ВО.

В работе представлены результаты дистанционной спектрометрической съемки Нижнего Дона, позволяющие оценить пространственную и временную изменчивость водной экосистемы.

Спектрометрические данные по Нижнему Дону, включая приплотинный плес Цимлянского водохранилища, получали с помощью спектрометра видимого диапазона длин волн от 389 до 850 нм со спектральным разрешением 1.8 нм. Дистанционную съемку на Цимлянском водохранилище и р. Дон от водохранилища до г. Ростов-на-Дону проводили с борта судна (с высоты около 3 м) в октябре. Съемку с мостового перехода через р. Дон (с высоты около 30 м) выполняли в течение вегетационного периода с апреля по октябрь 2011 г. с промежутком около двух недель. Всего было зарегистрировано более 500 СКСЯ.

Оценку пространственной изменчивости экосистемы Нижнего Дона по дистанционно измеряемым показателям выполняли по СКСЯ, полученным на следующих участках: приплотинный плес Цимлянского водохранилища («начало» экосистемы Нижнего Дона) – Николаевский гидроузел – Константиновский гидроузел – ниже впадения

р. Северский Донец – ниже г. Ростова-на-Дону. На каждом из этих участков регистрировали до 10 серий СКСЯ.

Временную изменчивость изучали по данным, полученным с мостового перехода ниже г. Ростова-на-Дону (15 серий СКСЯ).

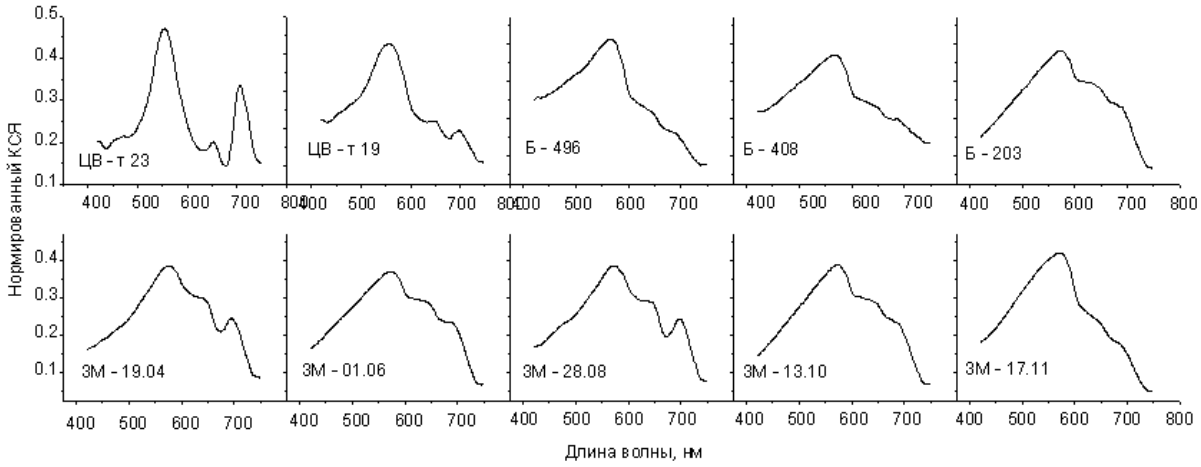


Рис. СКСЯ, полученные в 2011 г. 6 –9 октября в верхней ЦВ-т23 и нижней ЦВ-т19 частях приплотинного плеса Цимлянского вдхр. и вдоль фарватера реки до Николаевского гидроузла, Б496, ниже впадения р. Северский Донец, Б408 и ниже г. Ростова-на-Дону, Б203 (верхний ряд) и в течение вегетационного периода (указаны даты съемки) с мостового перехода, ЗМ, через р. Дон ниже г. Ростова на Дону (нижний ряд).

Сравнение нормированных СКСЯ, полученных с борта судна, Б203 (верхний ряд) и с мостового перехода ЗМ 13.10 (нижний ряд), показывает их полную тождественность и, следовательно, независимость результатов дистанционных спектрометрических измерений от высоты съемки в указанных пределах.

Анализ формы СКСЯ верхнего ряда показывает следующее. СКСЯ нижней части приплотинного плеса водохранилища, «начало» Нижнего Дона, в этот период соответствует условиям III или IV категории, и этот участок ВО относят к эвтрофному. СКСЯ верхней части – соответствует V категории, ЦВ-т23, и ВО в этой части относят к гиперэвтрофному. На всем протяжении от Цимлянского водохранилища до г. Ростова-на-Дону все СКСЯ Дона, Б-496, Б-408, Б-203 соответствуют условиям I категории и ВО, в соответствии с градациями трофности (Р 52.24.844-2016), ВО относят к олиготрофному,

Анализ формы СКСЯ нижнего ряда рисунка показывает, что р. Дон только кратковременно, в период наиболее активного цветения диатомовых, 19.04 и синезеленых 28.08, может быть отнесена к эвтрофному ВО, тогда как, начиная с апреля по июль и далее в сентябре-октябре р. Дон может быть отнесена к олиготрофно-мезотрофному ВО. В октябре-ноябре Нижний Дон становится олиготрофным.

Таким образом, используя данные дистанционной спектрометрической съемки, полученные в реальном времени, возможны следующие оценочные заключения. В целом, Нижний Дон относится к олиготрофно-мезотрофному ВО, хотя в определенные фазы вегетации наблюдаются тенденции его эвтрофирования. Зарегулированность реки за счет создания невысоких гидроузлов (Николаевский и Константиновский) не проявилась в

серьезном нарушении трофности на указанных участках. Но Цимлянское водохранилище перешло в стадию гиперэвтрофного ВО. Причины такого изменения заключаются в нарушении гидрологического режима ВО, в практическом отсутствии его проточности.

Список литературы:

Сухоруков Б. Л., Ковалева Г. Е., Новиков И. В. 2017. Оценка трофности водных объектов поданным дистанционной спектрометрии высокого разрешения видимого диапазона. – Водные ресурсы, том 44, № 1, с. 79–90

Р 52.24.844-2016 Оценка трофического статуса водных объектов по дистанционной спектрометрической информации видимого диапазона электромагнитного спектра.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЕ СОСТОЯНИЕ ОЗЁР СИБИРИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ГЕОХИМИЧЕСКОГО И ТРОФИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Н.В. Савченко[1)], В.А. Бакаев [2)], Л. А. Сайдакова [3)]

[1)] Новосибирский государственный аграрный университет, РФ, 630089, г. Новосибирск, ул. Богаткова, д. 266/2, savchenkonv52@mail.ru

[2)] Министерство образования и науки Новосибирской области, РФ, 630099, г. Новосибирск, ул. Красный проспект, д. 18, bakaev_dgn@mail.ru

[3)] Новосибирский институт повышения квалификации и переподготовки работников образования, РФ, г. Новосибирск, ул. Красный проспект, д. 2, lasaidakova@mail.ru

При оценке современного состояния и естественной направленности природных процессов в любом регионе и тем более при разработке прогноза их возможных изменений в первую очередь необходимо уделять внимание изучению наиболее распространенных и уязвимых звеньев природных экосистем и процессов, определяющих условия их существования. В Сибири к таковым следует отнести лимногеосистемы - самые характерные элементы всех ландшафтов региона – от субарктических на севере до степных на юге. Здесь сосредоточено около 2 млн. озёр, что составляет около 54% озерного фонда и 20% водноозерных акваторий материка Евразии. Для человека озёра имеют исключительное значение как объекты разносторонней хозяйственной деятельности, места отдыха и туризма, как центры оздоровительно-курортного и рыбного хозяйства и т. д. По мере развития производства и роста населения роль их постоянно будет возрастать. Однако за последние 40 лет озёрные водоёмы испытывают интенсивные антропогенные воздействия со стороны топливно-энергетического, лесохимического, транспортного и агропромышленного комплексов. Как следствие они утрачивают способность к самоочищению или самовосстановлению, а иногда неминуемо деградируют до полной потери ресурсно-рекреационного потенциала. В этой связи возрастает общественный и научный интерес к выявлению их функционального состояния, охране и рациональному использованию. В контексте выше сказанного, цель нашего исследования заключалась в том, чтобы показать фундаментально-прикладные возможности элементно-геохимического мониторинга озёр (в корреляции с трофическим) для установления их функционально-динамического состояния. Это, в свою очередь, позволяет оценивать не только степень экологической устойчивости озёрных экосистем к лимитирующим антропогенным и ландшафтным факторам окружающей среды, но и выявлять её пространственно-временные закономерности, а также дифференцировать перспективы хозяйственного использования водоёмов.

40-летние итоги геохимического и трофического мониторинга озёр, методология которого опубликована ранее (Савченко, 2012), позволили выявить следующие их пространственно-экологические особенности:

1. В регионах тундры и лесотундры современные термокарстовые озёра имеют крайне неустойчивые экосистемы, что сказывается на видовом разнообразии планктоновых и бентосных сообществ. Оно значительно беднее, чем в глубоководных озёрах ледниково-тектонического происхождения и в крупных пойменных водоёмах. Так, фитопланктон в первых представлен 30 – 56 видами против 105 – 127 во вторых, зоопланктон соответственно 5 – 8 и 19 – 36 видами, а простейшие соответственно 4 – 14 и 18 – 28 видами. Обе эти группы озёр различаются и по функциональным показателям гидробионтов, прежде всего по соотношению продукционно-деструкционных процессов. В бессточных термокарстовых, как правило, величина первичной продукции значительно превышает скорость деструкции органического вещества(ОВ), коэффициент отношения продукции вещества(Ф) к деструкции(Д) Ф/Д в абсолютном большинстве водоёмов больше 1. Следовательно, эти озёра способны к быстрому накоплению в толще воды ОВ,

создаваемом фитопланктоном, и более подвержены эвтрофированию при поступлении дополнительных биогенных элементов с водосборов. Напротив, крупные ледниковые и пойменные водоёмы обладают более сбалансированными экосистемами, так как в них доминируют деструкционные процессы над продук ционными (Ф/Д всегда меньше 1). Тем не менее, в зоне тундры и лесотундры все генетические типы озёр в той или иной степени экологически неустойчивы не только по трофическим, но и по элементно-геохимическим показателям: термокарстовые – в большей степени (активно накапливают ОВ, Fe, N, P, Ca, Mo, Ti, Mg, Li, Mn; Коэффициент динамической напряжённости($К_{ДН}$)= 10,2), а тектонические и пойменные – в меньшей (выносятся почти все элементы и ОВ; $К_{ДН}$= 0,002).

2. В лесоболотных районах наблюдается заметное усиление функционально-динамических процессов всех генетических типов озёр. Самыми устойчивыми экосистемами обладают озёра пойменного типа и крупные материковые водоёмы. Соотношение Ф/Д в них равно или приближено к единице. В элементно-геохимическом круговороте (аккумуляции и миграции) одновременно участвуют многие элементы (Mn, Ca, P, N, Zn, Cu, Pb, Ti, Mo, Cd, Ni, B, K), а $К_{ДН}$ изменяется от 0,96 до1,005. Слабоустойчивыми и неустойчивыми в лесоболотной зоне являются экосистемы озёр внутриболотного генезиса. Они имеют самый бедный видовой состав гидробионтов (зоопланктона от 10 до 16 видов, зообентоса – 3 – 7 видов) и весьма низкие показатели их продуктивности (соответственно 0,14 – 0,42 г/м^3 и 200 – 260 мг/м^2), коэффициент Ф/Д варьирует от 3,6 до 6,7. В водной толще и озёрных илах много накапливается ОВ, тяжёлых металлов (особенно железа) и азота. $К_{ДН}$ изменяется от 1,3 до 7,05.

3. Лесостепной и степной регионы Сибири, несмотря на максимальную антропогенную нагрузку на озёра, чрезмерную пестроту и комплексность химического состава их вод, илов и почв прилегающих водосборов, характеризуются наиболее позитивными показателями экологической устойчивости их экосистем. Высокой устойчивостью обладают экосистемы водоёмов суффозионно-просадочного происхождения проточно-сточного гидрологического типа, а также большинства озёр пойменного генезиса. Соотношение продукции и деструкции ОВ в них не превышает 1,07, а показатели продуктивности их гидробионтов имеют максимальные значения для всей Западной Сибири. В озёрных компонентах активно накапливаются As, S, F, Fe, Al, Ni, Zn, Ag и также активно выносятся Na, Li, Mg, K. В обоих процессах одновременно и активно участвуют N, V, Ca, B, Cu, Pb, Mo, иногда Hg и Cs. Примечательно, что за последние 25 лет, в связи со спадом сельскохозяйственного производства и масштабов его химизации и мелиорации, устойчивость большинства озёрных экосистем (в том числе и других генетических типов) заметно возросла.

4. Численность и биомасса некоторых видов зоопланктона всех генетических типов озёр Западной Сибири связана с изменчивостью содержания в воде макро- и микроэлементов. Так, в большинстве водоёмов с высоким содержанием хрома (до 0,0013 мг/л) отмечено более интенсивное развитие сообществ. При высоком содержании кальция (до 250 мг/л) – наоборот биомасса зоопланктона становилась ниже. При увеличении содержания меди и цинка (соответственно до 0,05 и 0,02 мг/л) увеличивается численность и биомасса Bosmina longirostris. С ростом концентрации меди отмечено повышение уровня развития Chydorus sphaericus. Железо и натрий при концентрациях более 0,2 и 470 мг/л, по-видимому, угнетающе действуют на этого зоопланктера: в 72-х озёрах Кулундинского района его численность и биомасса были заметно меньше, чем в 52 водоёмах с меньшими концентрациями указанных элементов.

Список литературы:

Савченко Н. В. Биогеохимический мониторинг лимногеосистем Западной Сибири и его основные итоги // Водные и экологические проблемы Сибири и Центральной Азии. Т.3. – Материалы Всероссийской научной конференции с международным участием. –Барнаул, 20-24 августа 2012г . – с. 106-111.

ФЕНОЛОГИЯ АЛЛЮВИАЛЬНЫХ ВИДОВ ИВ В УСЛОВИЯХ ДЕЛЬТЫ РЕКИ СЕВЕРНОЙ ДВИНЫ

А.С. Пахов

ФГБУ науки Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН

РФ 163000 г. Архангельск, ул.Садовая, 3, aleksander.pakhoff@yandex.ru

Фенологические наблюдения над живой природой могут быть использованы для оценки влияния климатических изменений на нее.

Представители рода Ива (*Salix* L.), являются широко распространенными древесными видами на территории Российской Федерации и наибольшее разнообразие их видов приурочено к умеренному климату северного полушария (Скворцов, 1968). Для наших исследований были отобраны три наиболее часто встречающиеся в районе г. Архангельска аллювиальных вида ив – ива трехтычинковая (*Salix triandra* L.), ива остролистная (*Salix acutifolia* Salisb.), и ива корзиночная (*Salix viminalis* L.).

Наблюдения над фенологическим развитием представленных видов ив проводилось в черте города Архангельска, на песчаном берегу реки Северная Двина (64˚ 31'36" с.ш., 40˚ 33'15" в.д.) по общепринятой методике наблюдений за сезонным развитием древесных растений (Булыгин, 1991). В качестве фенологических фаз развития были взяты: начало и конец цветения особей, а также начало и конец рассеивания семян. Фенологические наблюдения проводили в период с начала марта по конец июня 2015 года. Наблюдения проводили за двадцатью экземплярами каждого из исследованных видов ив.

Результаты проведенных наблюдений представлены в таблице 1.

Таблица 1 – Средние даты наступления фенологических фаз у исследованных видов ив

Вид ив	Начало цветения	Конец цветения	Начало рассеивания семян	Конец рассеивания семян
Ива остролистная	21.04	13.05	27.05	21.06
Ива корзиночная	03.05	23.05	06.06	24.06
Ива трехтычинковая	15.05	28.05	13.06	27.06

Как видно из представленных данных, каждый из изученных видов ив отличается сроками наступления фенологических фаз развития. Наиболее ранними сроками наступления перечисленных выше фенологических фаз отличается ива остролистная. Позже всех наступают эти фенологические фазы у ивы трехтычинковой, которая отстает в фенологическом развитии от первого вида в среднем на 15 – 20 дней. Промежуточное положение занимает ива корзиночная, которая в среднем начинает цвести и распространять свои семена на декаду позже чем ива остролистная.

Такое смещение наступления фенологических фаз у изученных видов ив согласуется с ранее проведенными исследованиями в Ленинградской области, а также в г. Саранске (Валягина-Малютина, 2004), что указывает на видовую индивидуальность фенологического развития видов ив. Причем сроки начала цветения ив в г. Архангельск примерно совпадают со сроками цветения этих же видов в Ленинградской области и в г. Саранске, а вот продолжительность цветения ив в г. Архангельске в среднем на неделю больше. (Валягина-Малютина, 2004), что может объясняться возвратами холодов в климатических условиях г. Архангельска.

Список литературы

Булыгин Н.Е. Дендрология. 2-ое издание, переработанное и дополненное. Л.: Агропромиздат. Ленинградское отделение, 1991. 352 с.

Валягина-Малютина Е.Т. Ивы европейской части России. Иллюстрированное пособие для работников лесного хозяйства. М.: Товарищество научных изданий КМК, 2004. 217 с.

Скворцов А.К. Ивы СССР. М.: Наука, 1968. 264 с.

СОВРЕМЕННОЕ СОСТОЯНИЕ ПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ОЗЕРА КЕНОН ПОД ВЛИЯНИЕМ АНТРОПОГЕННОГО ФАКТОРА

Н.А. Ташлыкова, Е.Ю. Афонина

Институт природных ресурсов экологии и криологии СО РАН

РФ, 672006, г. Чита, ул. Недорезова, 16а, NatTash2005@yandex.ru

На территории РФ более половины всех водоемов и водотоков располагаются в пределах урбанизированной территории. Водные объекты подобного типа являются важным климатообразующим компонентом городского ландшафта, играют важную рекреационную и эстетическую роль. Однако высокая антропогенная нагрузка со стороны города формирует напряженную геоэкологическую обстановку как в самом водном объекте, так и на прилегающей территории. Поэтому определение трофического статуса водоема – обязательное условие при любом антропогенном вмешательстве в деятельность водной экосистемы (Кривина, Тарасова, 2014).

Расположенное в черте города Читы (Забайкальский край) крупное бессточное озеро верхней части бассейна реки Амур – Кенон – подвержено сильному антропогенному воздействию. С 1967 г. оно эксплуатируется в качестве водоема-охладителя Читинской ТЭЦ-1; к нему примыкают селитебные и промышленные зоны города, транспортные коммуникации, сельскохозяйственные земли; оно окружено автомобильными дорогами, вдоль южного берега проходит транссибирская железнодорожная магистраль.

Показатели видовой структуры и развития планктона оз. Кенон в 2010-2015 гг. приведены в таблице. По результатам исследований выявлено, что основу фитопланктонного сообщества формируют: из зеленых – *Tetraëdron minimum (Tet.), Tetrastrum komarekii (Tet. kom.), Desmodesmus communis (Des.),* виды родов *Oocystis (Ooc.)* и *Chlamydomonas (Ch.)*, из диатомовых – *Asterionella formosa (Ast.), Lindavia comta (Lin.), Fragilaria radians (Fr.),* из синезеленых – *Snowella lacustris (Sn.), Jaaginema geminatum (Jaag.),* виды рода *Gloeocapsa (Gl.),* из золотистых – *Chrysococcus rufescens (Chr.),* из динофитовых – *Peridinium* sp. *(Per.), Ceratium hirundinella (Cer.).* Основу зоопланктона определяют: у коловраток – *Asplanchna priodonta (Asp.) Filinia longiseta (Fil.), Polyarthra remata (Pol.), Synchaeta stylata (Syn.), Keratella quadrata (Ker. qua.), K. cochlearis (Ker. coch.), Conochilus unicornis (Con.),* у ракообразных – *Mesocyclops leuckarti (Mes.), Neutrodiaptomus incongruence (Neu.), Cyclops vicinus (Cyc.), Thermocyclops crassus (Th.), Ceriodaphnia quadrangula (Cer.), Daphnia galeata (Dap.), Bosmina longirostris (Bos.).* В межгодовом плане отмечена тенденция в уменьшении роли синезеленых водорослей в летний период и в увеличении зеленых и динофитовых, что сказалось на сокращении средней и максимальной биомасс летне-осеннего комплекса фитопланктона (от 2,4 до 0,5 г $м^{-3}$). Снижение некоторых индикационных показателей зоопланктона свидетельствуют об увеличении количества хищных Cyclopoida и уменьшении – тонких фильтраторов (Cladocera, Calanoida). Средневзвешенная биомасса зоопланктона составляла 1,0-1,1 г $м^{-3}$. Значимых флуктуаций в разнообразии и обилии водорослей и беспозвоночных планктона в многолетнем ряду не выявлено. По средним значениям биомассы фитопланктона трофический статус водоема можно охарактеризовать как олиготрофный, по показателям зоопланктона переходным от олиготрофного к эвтрофному через мезоэвтрофный. По значениям индекса сапробности воды озера классифицируются как бета-мезосапробные и относятся к II-III классу, соответствуя условно чистым - умеренно загрязненным.

Список литературы:

Кривина Е.С., Тарасова Н.Г. Фитопланктон урбанизированного водоема (на примере оз. Восьмерка, г. Тольятти, Самарская область) I. Флористический анализ и эколого-географическая характеристика // Известия Самарского научного центра Российской академии наук. – 2014. – Т. 16. – № 5(5). – С. 1758-1764.

Таблица .Структурные показатели планктона оз. Кенон

Показатели	Фитопланктон						Зоопланктон					
	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2010	2011	2012	2013	2014	2015
Число видов	56	59	45	31	31	46	32	39	43	32	15	34
Численность * (ср./макс.)	332,3/ 573,2	142,3/ 479,2	145,7/ 531,2	17/20,7	152,3/ 221,4	76,6/321,3	126,41/ 175,73	120,82/ 206,9	200,09/ 308,37	89,5/ 178,63	88,47/ 116,28	101,21/ 155,41
Биомасса, г $м^{-3}$ (ср./макс.)	1019/ 2344,1	233,3/511	80/ 295,2	87,3/ 151,8	373/ 702,5	166,9/ 1040,1	1786,17/ 2871,32	1391,98/ 2868,5	1142,58/ 2473,26	771,42/ 2241,42	1158,58/ 1596,86	511,31/ 794,72
Доминирующие виды	*Lin., Ast., Ooc. Chr., Per., Des., Tet., Sn.*	*Tet., Sn., Lin., Gl., Ooc., Per., Tet. kom., Fr.*	*Ast., Ooc, Jaag.*	*Ast., Per., Lin., Tet.*	*Ooc, Ast., Lin., Per., Gl.*	*Ch., Lin., Chr., Ooc, Per., Cer.*	*Ker. coch., Asp., Dap., Cer., Cyc., Th*	*Con., Syn, Dap., Cer., Bos., Neu., Cyc, Th.*	*Con., Fil., Pol., Syn., Ker. qua., Dap., Cer., Bos., Neu., Mes., Th.*	*Pol., Syn., Ker. coh., Ker. qua., Cer, Bos., Cyc., Th.*	*Cer, Th.*	*Syn., Ker. qua., Cer., Bos, Cyc., Th*
Индекс Шенона (по численности), бит (ср./макс.)	2,79/3,20	2,93/3,24	1,06/ 1,95	1,74/ 2,81	1,28/2,72	1,8/2,94	2,74/2,9	2,56/ 2,86	2,54/2,92	2,33/2,64	2,34/2,39	1,98/2,03
Индекс Пиелу (по численности) (ср./макс.)	0,44/0,67	0,46/0,86	0,1/0,29	0,24 /0,4	0,11/0,36	0,26/0,48	0,79/0,84	0,72/ 0,82	0,73/0,84	0,62/0,76	0,68/0,74	0,57/0,59
Трофический статус (по средней биомассе)	мезо	олиго	олиго	олиго	олиго	олиго	олиго	олиго	олиго	мезо	мезо	эв
Индекс сапробности по численности (ср./макс.)	1,57/1,89	1,73/1,79	1,51/ 1,64	1,51/ 1,63	1,55/1,98	1,71/1,75	1,52/1,7	1,51/ 1,71	1,52/1,65	1,52/1,63	1,57/1,59	1,54/1,67
Зона сапробности	от *о-β* до *β-о*	от *β-о* до о-α	*β-о*	*β-о*	*β-о*	от *β-о* до о-α	*β-*	*β-*	*β-*	*β-*	*β-*	*β-*
Класс качества воды	II-III	III	II-III	II-III	II-III	III	III	III	III	III	III	III

* - численность фито- приведена в тыс.кл. $л^{-1}$, зоо- – в тыс. экз. $м^{-3}$. трофический статус: мезо – мезоэвтрофный, олиго – олигоэвтрофный, эв – эвтрофный

ФИЗИОЛОГО-БИОХИМИЧЕСКАЯ ИНДИКАЦИЯ ПОВРЕЖДЕНИЙ МОРСКИХ ОРГАНИЗМОВ ФЕНОЛЬНЫМИ СОЕДИНЕНИЯМИ

В.Е. Ерохин, А.П. Гордиенко

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН,

РФ, 299011, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2, veerokhin@gmail.com

Прибрежные морские биоценозы испытывают значительныеповреждения при различных загрязнениях. Характер указанных изменений довольно многообразен и зависит от целого ряда факторов. Наиболее часто для оценки влияния загрязняющих веществ контролируют рост культур и темпы деления клеток. Для исследования беспозвоночных животных и рыб обычно используют показатели выживаемости в диапазоне от пороговых до летальных концентраций.

Целью настоящего сообщения является обобщение полученных нами экспериментальных данных по исследованию закономерностей изменения основных показателей жизнедеятельности морских организмов. Эти результаты могут быть использованы для физиолого-биохимической индикации токсического воздействия на них фенольных соединений.

Влияние фенола исследовали на 8 альгологически чистых культурах микроводорослей *Pyrrophyta, Chrysophyta* и *Bacillariophyta,* взятых из коллекции отдела экологической физиологии водорослей Института биологии южных морей НАН Украины (ныне ФГБУН ИМБИ РАН). Культуры выращивали на фильтрованной и пастеризованной морской воде. В качестве модельных токсических загрязнителей использовали фенольные соединения (фенол, флороглюцин и гидрохинон) в концентрациях до 100 мг·л$^{-1}$.

Известно, что разные группы токсикантов вызывают значительные перестройки обмена веществ и физиолого-биохимических характеристик у организмов задолго до достижения летальных концентраций, что позволяет использовать почти все биохимические характеристики в качестве индикаторов для выявления токсического эффекта низких концентраций загрязняющих веществ.

По результатам наших исследований, при воздействии фенолов на микро- и макроводоросли показано, что чувствительными характеристиками являются показатели функционирования энергопроизводящего аппарата (содержание АТФ, пигментов, активность АТФ-азы и пероксидазы, интенсивность люминесценции окисленных флавопротеинов и восстановленных пиридиннуклеотидов и др.). Содержание белка практически не изменялось, поэтому эти величины использовали, наряду с сухой массой водорослей, для расчета относительных значений.

Исследовали динамику изменения энергетического обмена по потреблению кислорода и удельного содержания каротиноидов в тканях морских беспозвоночных в норме и при воздействии различных концентраций фенола. Эксперименты были выполнены на 11 массовых видах литоральных беспозвоночных, в том числе таксонов: **Annelida, Mollusca**, **Echinodermata и Arthropoda.**

Использовали электрохимические датчики для регистрации кислорода, экспериментальные камеры и двухканальный анализатор собственной разработки. Показано, что уровень энергетического обмена является хорошим индикатором интоксикации беспозвоночных в диапазоне предлетальных концентраций. Обнаружено наличие адаптивной реакции энергетической системы беспозвоночных при фенольной интоксикации. Установлено участие каротиноидной системы (функциональные каротиноиды) в процессе ответной реакции беспозвоночных при воздействии фенола.

Исследовали более 10 видов макроводорослей из различных таксономических групп. Устанавливаемые в экспериментах концентрации фенолов были близки к естественным, а в ряде случаев превышали ПДК. Для диагностики физиологического состояния макрофитов использовали стандартные биохимические, спектрофотометрические и спектрофлюорометрические методы.

Показано, что в исследованном диапазоне концентраций фенолов происходят нарушения нормального ритма работы пигментной системы макрофитов. Определены величины токсического эффекта, который характеризуется отклонением содержания пигментов в талломах макрофитов при интоксикации относительно контроля. Наиболее подвержены изменениям показатели функционирования энергопроизводящего аппарата

Выявлена корреляция между последовательностью расположения макрофитов в зависимости от содержания пигментов и наблюдаемой ярусностью макрофитов на литорали. Отмечено, что осушаемые на длительное время макрофиты верхней и средней литорали более устойчивы к фенолу, чем макрофиты, которые не осушаются при отливах.

Установлено, что величина токсического эффекта определяется как циркадным суточным ритмом фотосинтетической активности макрофитов, так и колебательным характером ответа пигментной системы. Основную роль в формировании отклика на повреждение играют концентрация и доза токсиканта, адаптационные способности макрофитов и гомеостаз пигментной системы. Выявлено, что интоксикация водорослей сопровождается адаптивной перестройкой метаболизма. В соавторстве с В.Н.Егоровым проведено исследование экспериментальных данных на эмпирической математической модели, содержащей дифференцирующее и колебательное звенья. Получено реализующее модель дифференциальное уравнение и по экспериментальным данным определены его параметры, что позволяет описывать главные гармоники колебаний изменения концентрации хлорофилла "а" в водорослях по отношению к контролю во времени при интоксикации различными концентрациями фенола.

Перспективным направлением является возможность оценки функциональной активности водорослей при фенольной интоксикации на основании соотношения интенсивностей люминесценции восстановленных пиридиннуклеотидов (НАД·Н и НАДФ·Н), которые обладают собственной люминесценцией в области 465 – 480 нм (I_{465}) и окисленных форм флавинмононуклеотида (ФМН) и флавинадениндинуклеотида (ФАД), обладающих люминесценцией в области 520 – 530 нм (I_{530}).

Ранее одним из авторов совместно с В.Н. Карнауховым был предложен безразмерный коэффициент ξ, с помощью которого можно было судить об изменении энергетического обмена клеток на его терминальной стадии и проводить объективную оценку адаптации энергопроизводящего аппарата макрофитов к воздействию фенолов:
$\xi = (I_{530} - 0.5I_{465}) \cdot I_{465}^{-1}$.

В дальнейшем, для целей мониторинга стали широко использовать индикаторы, отражающие соотношение фотоавтотрофной и гетеротрофной компонент системы энергообеспечения фотосинтезирующих клеток высших растений и некоторых водорослей. При этом использовали отношение интенсивности люминесценции хлорофилла в длине волны λ = 680 нм (I_{680}) к интенсивности люминесценции окисленных флавопротеинов митохондриальной (гетеротрофной) системы энергообеспечения в длине волны λ = 530 нм (I_{530}).

Для описания физиологического состояния клеток водорослей использовали соотношения интенсивности полос излучения хлорофилла в λ = 680 нм, фикоцианина в λ = 643 нм, фикоэритрина в λ = 572 нм и других люминесцирущих соединений. Люминесцентные методы индикации имеют ряд преимуществ перед другими физиолого – биохимическими индикаторами и заслуживают рекомендации по их применению для ранней диагностики интоксикации морских организмов фенолами.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНЫХ ВОД НА ВОДОЗАБОРАХ РЕСПУБЛИКИ БЕЛАРУСЬ

О.В. Шершнёв

УО «Гомельский государственный университет имени Ф. Скорины», РБ, 246019, г. Гомель, ул. Советская, 104, gomelgeo@yandex.ru

На территории Республики Беларуси мониторинг подземных вод осуществляется на 97 гидрогеологических постах, посредством 349 наблюдательных скважин, плотность размещения которых составляет в среднем 2 скважины на 1000 км^2. В то же время, за период 2006-2015 гг. количество гидрогеологических постов и режимных скважин сократилось. При этом если число гидрогеологических постов уменьшилось всего на 5, то количество наблюдательных гидрогеологических скважин сократилось на 29% (Национальная система…, 2016).

Режимные наблюдения за водозабором, изменением уровня, температурой и качеством подземных вод в нарушенных эксплуатацией условиях в Республике Беларусь проводятся на 54 групповых водозаборах 21 города и включают 464 наблюдательных скважин.

По состоянию на 2014 г. в Беларуси общий отбор пресных подземных вод на водозаборах с утвержденными запасами составил 1415,92 тыс.м^3/сут или 20% от разведанных эксплуатационных запасов, что указывает на относительно невысокую степень их использования. При этом на водозаборах ряда городов, как правило, промышленных и областных центров степень использования эксплуатационных запасов возрастает до 30–50%. Так для водоснабжения г. Минска использование подземных вод составляет 51% от величины утвержденных эксплуатационных запасов. На водозаборах гг. Витебска и Бреста эта величина составляет 30%, г. Гродно – 34%, гг. Гомеля и Могилева – 32%, г. Новополоцка – 46% (Состояние…, 2015).

В целом снижение уровня подземных вод основных эксплуатируемых водоносных горизонтов и комплексов в пределах участков водозаборов не превышает расчетных величин допустимых понижений, принятых при оценке эксплуатационных запасов подземных вод, что указывает на обеспеченность водозабора в пределах утвержденных запасов подземных вод. На многих водозаборах проявляется тенденция к повышению уровней подземных вод, что связано с уменьшением величины водозабора за последние 10 лет эксплуатации более чем в 2 раза (Состояние…, 2015, Васнева, 2013).

Однако сосредоточенный отбор подземных вод в районе городских водозаборов нередко приводит к формированию депрессионных воронок. Как правило, это относится к групповым водозаборам областных центров, когда вокруг отдельных групповых водозаборов образуются локальные депрессионные воронки, которые затем объединяются в общую депрессию, с радиусами от нескольких до десятков километров (табл.).

Природные факторы обусловили распространение на территории страны подземных вод с повышенным или пониженным содержанием определенных химических элементов, концентрация которых в воде не соответствует требованиям СанПиН 10-124 РБ 99 (СанПиН, 2000). Это высокое содержание железа, дефицит фтора, йода и некоторых других элементов (селена, молибдена, цинка и др.), низкое общее солесодержание, не соответствующее оптимуму (200-500 мг/дм^3) для питьевых вод. Так, например, в Белорусском Полесье до 90-95% артезианских скважин эксплуатируют воду с содержанием железа, превышающим ПДК. Здесь же на междуречьях Ствиги и Уборти, Случи и Птичи, Цны и Лани и некоторых других рек на значительных территориях распространены

ультрапресные воды с минерализацией от 15-20 до 80-90 мг/дм^3 (Кудельский и др., 2015, Кудельский, Пашкевич, 2014).

На большинстве эксплуатируемых водозаборов, как правило, отмечается несоответствие требованиям по органолептическим показателям (мутность, цветность) и жесткости (общей), а также нередко повышенному содержанию бария, окиси кремния и бора (табл.). При этом на водозаборах, где не в полной мере соблюдаются санитарные нормы (неудовлетворительное состояние зон санитарной охраны, застроенная городская территория, наличие промышленных предприятий, сельскохозяйственных комплексов и др.), кроме того, прослеживается загрязнение подземных вод азотом аммонийным, нитратами и др.

Табл. Изменение режимов подземных вод в нарушенных эксплуатацией условиях на действующих городских водозаборах

Водозаборы городов (областных центров)	Гидродинамический режим		Гидрохимический режим		
	Формирование депрессионных воронок		Показатель и его превышение ПДК (раз)		
	Радиус, км	Понижение, м	Жесткость, мг-экв/дм^3	Мутность, мг/дм^3	Цветность, град
Минск	20	20	0,0-1,4	1,1-1,3	0,0-3,3
Брест	5-8	2-25	0,0-0,0	0,0-1,4	0,0-4,2
Витебск	2-5	2,8-15	1,1-1,4	0,0-1,3	0,0-1,2
Гомель	5,5-11,5	30	0,0-0,0	0,0-16,6	0,0-1,5
Гродно	25	30	0,0-0,0	1,1-9	0,0-0,0
Могилев	2-4	4,1-22,2	0,0-3,2	1,1-10,5	0,0-1,3

Несмотря на обеспечение населения Республики Беларусь питьевой водой в целом удовлетворительного качества и в необходимом объеме анализ научных публикаций указывает на существование ряда проблем, среди которых наиболее приоритетными для решения являются:

– переоценка ресурсного потенциала и эксплуатационных запасов питьевых подземных вод на участках открытых месторождений и действующих водозаборов с учетом реальных потребностей в воде, изменением качества и количества подземных вод в процессе эксплуатации, в том числе в связи с изменяющимся климатом и экологических условий;

– организация зон санитарной охраны на водозаборах, не имеющих этих зон и обеспечение надлежащего санитарно-технического состояния самих водозаборов и прилегающих к ним территорий;

– осуществление мероприятий по ликвидации водозаборных скважин, утративших по техническим и экологическим причинам свое назначение;

– обновление артезианскими скважинами существующих водозаборов или организация новых водозаборов пресных подземных вод с учетом экологической обстановки в областях их питания и влияния групповых водозаборов на гидродинамический режим.

Список литературы:

Васнева О.В. 2013. Факторы формирования химического состава пресных подземных вод Минской агломерации. – Природные ресурсы, № 2, с. 30-40.

Кудельский А.В., Пашкевич В.И., Коробейников Б.И. 2015. Проблемы добычи и использования пресных подземных вод Беларуси. – Природные ресурсы, № 2, с. 51-66.

Кудельский А.В., Пашкевич В.И. 2014. Региональная гидрогеология и геохимия подземных вод Беларуси. – Минск, Беларуская навука, 271 с.

Национальная система мониторинга окружающей среды Республики Беларусь: результаты наблюдений, 2015 г. 2016. – Минск, «БелНИЦ «Экология», 355 с.

СанПиН 10–124 РБ 99 Питьевая вода. Гигиенические требования к качеству воды централизованных систем питьевого водоснабжения. Контроль качества. Минск, 2000.

Состояние природной среды Беларуси. 2015. – Минск, 347 с.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОЗЕРА КЕНОН (НА ПРИМЕРЕ РЫБНОГО СООБЩЕСТВА)

Е.П. Горлачева

Институт природных ресурсов экологии и криологии СО РАН

РФ, 672014, г. Чита, ул. Недорезова 16А, gorl_iht@mail.ru

Проблема сохранения водных экосистем является одной из важных проблем современности. Особенно это касается водных экосистем с сильным антропогенным воздействием, к которым относится оз. Кенон

Озеро Кенон находится в центральной части Читино-Ингодинской межгорной впадины. Длина водоема 5,7 км, средняя ширина 2,8 км, наибольшая глубина 6,8 км, средняя 4,4 м, площадь зеркала 16 км^2, объем водных масс около 70 млн. м^3 . В озеро впадает река Кадалинка с запада и ручей Ивановский с севера. Река Кадалинка берет начало в отрогах Яблонового хребта и также как другие рассматриваемые объекты относится к водным экосистемам Амурского бассейна Тихоокеанского стока.

На водосборной площади рек и озера Кенон расположены жилые массивы, городская санкционированная свалка, рекреационные зоны, очистные сооружения, гаражные кооперативы, городской водозабор, различные промышленные базы, предприятия железной дороги.

На основе полученных материалов и проведенного анализа можно сделать вывод, что современное состояние ихтиоценоза оз. Кенон и его изменения произошли в результате работ по интродукции и акклиматизации, а также теплового загрязнения и влияния антропогенных факторов. Изменения в рыбном сообществе и факторы, определяющие этот процесс можно представить в виде следующей схемы

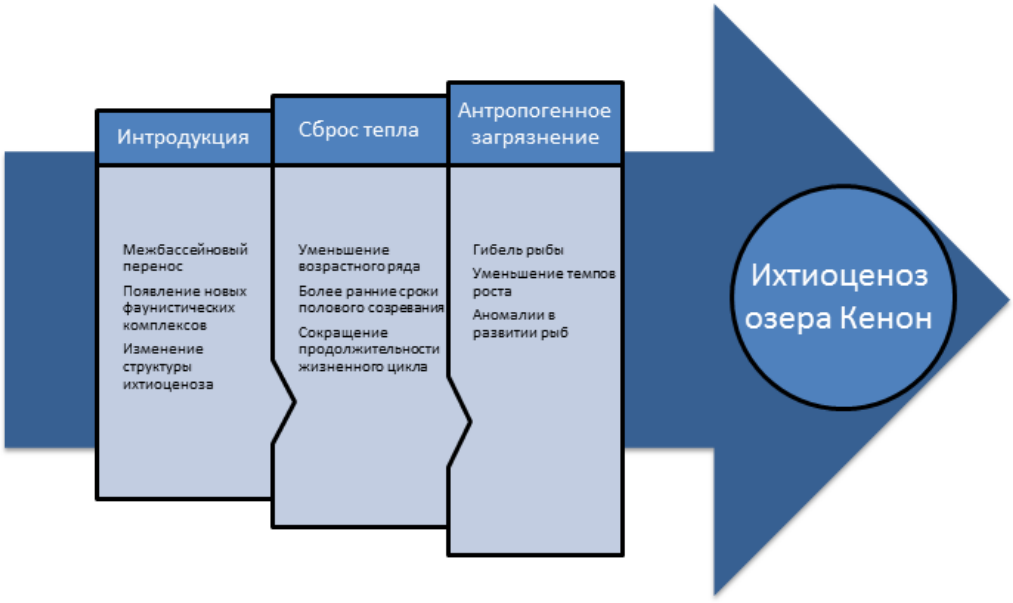


Рисунок. Схема трансформации рыбного сообщества озера Кенон.

Многолетние наблюдения за рыбным сообществом оз. Кенон показали, что в озере отмечены нарушения функционирования рыбного населения. У рыб отмечаются признаки деградации на различных уровнях организации. В рыбном сообществе отмечается омоложение популяции окуня, за счет снижения продолжительности жизни, неравномерность возрастной структуры, более раннее половое созревание особей, резорбция икры, изменение темпов роста.

Изменения, происходящие в рыбном сообществе, и связанные с тем или иным видом антропогенного воздействия, можно разбить на несколько этапов.

Первый этап связан с вселением окуня, который появился здесь в 1919. С этого момента ихтиофауна озера претерпела значительные изменения. После вселения окуня из состава исчезли 3 вида гольянов, и до настоящего времени их численность не восстановлена. В последующие годы сюда вселялись сазан, карась. Видовое разнообразие рыб изменялось как в сторону увеличения числа видов, так и их уменьшения

Второй этап связан со строительством и эксплуатацией ГРЭС, что привело к дополнительному поступлению тепла, изменению минерализации и т.д. В ихтиоценозе изменилась возрастная структура окуня, значительно сократился возрастной ряд. Если в 1966 году он был представлен 1-18 возрастными группами, то в настоящее время рыбы старше 6+ в уловах не встречаются или, отмечаются очень редко. В начале 60-х годов возрастная структура носила равномерный характер, в настоящее время отмечается резкое уменьшение рыб старших возрастов. Это может быть обусловлено, как неконтролируемым выловом рыбы, так и усилившейся антропогенной нагрузкой.

Изменение температурного режима оз. Кенон как водоема-охладителя отразилось и на некоторых сторонах биологии рыб. В водоемах Забайкальского края нерест окуня в водоемах с естественным температурным режимом наблюдается в последней декаде мая, начале июня. В оз. Кенон нерест окуня происходит в более ранние сроки в конце апреля начале мая. В уловах в нерестовый период отмечаются особи окуня не отметавшие икру. Наряду с дополнительным поступлением тепла, причиной резорбции икры является разрушение основных нерестилищ, расположенных в М. Кеноне, где было возведено здание самой станции. В связи с чем, окунь вынужден откладывать икру на несвойственных для него субстратах. Также в оз. Кенон произошли изменения трофической структуры (Gorlacheva, 2015).. В целом уменьшилась доля рыб с хищным типом питания, и увеличилось количество рыб эврифагов

Третий этап связан с современными исследованиями, когда наблюдается загрязнение его водного и воздушного бассейна. Эксплуатация электростанции работающей на твердом топливе дает огромное количество отходов в виде золы и шлака. Также в водоеме отмечается накопление тяжелых металлов (Kuklin). Известно, что в условиях загрязнения водоемов у рыб возрастает встречаемость аномалий в строении и развитии воспроизводительной системы, внешних морфологических признаков, в строении отдельных органов жабр, печени.

В целом результаты исследований рыбного сообщества оз. Кенон позволяют сделать заключение, что рыбы как высшее звено водных экосистем на урбанизированных территориях, могут использоваться для целей мониторинга и биоиндикации, и отражают степень деградации тех или иных экосистем.

Работы выполнена в рамках проекта ФНИ IX.137.1.1.

Список литературы:

Gorlacheva E.P. Ichthyocenoses caratterizzazione trofici alcuni laghi Chitines-Ingodinsky depressione.Italian Science Review. 2015; 8(29). PP. 40-49.

Kuklin A.P., Tsybekmitova G..T., Gorlacheva E.P., Bazarova B.B., Afonin A.V. The Ecosystem of Lake Kenon : Past and Present (Transbaikal Territory, Russia) Chinese Journal of Oceanology and Limnology. 2016. Т. 34. № 3. С. 507-516

Секция Б2: мониторинг качества морских и пресных вод



МНОГОЛЕТНИЕ ИССЛЕДОВАНИЯ УГЛЕВОДОРОДОВ В МОРЯХ РОССИИ

И.А. Немировская
Институт океанологии им. П.П.Ширшова РАН,
РФ, 117997, г. Москва, Нахимовский пр., 36, nemir@ocean.ru

Современная система экологического мониторинга нефтяных загрязняющих веществ из-за сложности анализа основана на определении содержания УВ, которые зачастую называют нефтяными (НУ). С целью идентификации источников и происхождения углеводородов (УВ) проведены исследования их миграционных форм в экосистемах российских морей: Балтийского, Черного, Каспийского, Белого и Карского. Многообразие источников УВ не позволяет однозначно трактовать обнаруженные в различных морских объектах концентрации. Нефтяные углеводороды, попадающие в моря антропогенным путем, становятся таким же экологическим фактором, как та их часть, которая постоянно существует в морях в ходе естественных биогеохимических процессов. Поэтому одна из главных задач было выявление углеводородных фоновых уровней для пелагических и прибрежных морских вод, а также критериев, дающих возможность достаточно надежно определять их происхождение. При этом нужно учитывать и то, что эти фоновые уровни в значительной степени определяются методологией анализа УВ: способом выделения, и методом определения различных углеводородных классов. Для получения надежных и сопоставимых данных были использованы арбитражные методы, применяемые в нашей стране (особенно в системе Роскомгидромета) – ИК-спектрофотометрия, флуоресценция, различные хроматографические методы. При анализе УВ разброс результатов в значительной степени определяется разнообразием применяемых методов отбора проб, а также использованием многочисленных схем экстракции УВ и их определения.

К числу общих выводов, вытекающих из всей совокупности полученных данных, следует отнести, прежде всего, признание того, что поведение УВ определяется общими геохимическими закономерностями распределения вещества в морях, т.е. циркумконтинентальной, климатической, вертикальной зональностями. Биологическое продуцирования УВ в морях носит глобальный характер. Суммарный поток биогенных УВ в водах Мирового океана (около 12 млн. т год$^{-1}$) значительно превышает количество их ежегодного их поступления из антропогенных источников (1.3 млн. т год$^{-1}$, без учета больших аварийных разливов). Поэтому распределение антропогенных УВ происходит на устойчивом природном фоне. Надежная идентификация источников происхождения УВ до сих пор остается одной из наиболее трудных химико-аналитических задач. Вероятность ошибок при интерпретации результатов мониторинга особенно велика при множественности источников загрязнения или на поздних стадиях нефтяных разливов, когда нефть сильно трансформируется. Зачастую влияние антропогенных УВ считается более опасным, чем существует на самом деле. Трансформация УВ приводит к тому, что анализируется усредненный состав, который не соответствуют первоначальному нефтяному. Отличие наших исследований заключается в том, что при определении УВ, кроме молекулярных маркеров в их составе, использую их соотношения с другими органическими соединениями.

Анализ УВ (содержание и состав алифатических УВ и полициклических ароматических – ПАУ) в водах и донных осадках морей показал, что повышенные уровни нефтяного загрязнения характерны в основном для мелководной прибрежной зоны вблизи городов портов гаваней. Наиболее значительные и резкие изменения свойств как природных, так и биогенных УВ происходит в геохимических барьерных зонах, приуроченных к границам раздела: вода–атмосфера (поверхностный микрослой), снег–лед и лед–вода, вода–донные осадки, река–море, слой «скачка» плотности. При этом гидрофобные УВ преимущественно сорбируются взвесью; более гидрофильные низкомолекулярные полиарены (<4 колец)

переходят в водную фазу. Латеральное и вертикальное распределение УВ обусловлено гидробиологическими и геохимическими процессами в каждом конкретном районе. Непосредственная связь между распределением концентраций взвеси и УВ наблюдалась лишь в отдельных случаях и при природном их образовании. Поступление нефтяных УВ нарушает эти связи. Активные процессы трансформации ОВ в толще воды и на границе вода–дно приводят к тому, что в составе алканов взвеси и донных осадков доминировали природные компоненты. Поступающие нефтяные и пирогенные УВ фиксируются в основном в составе ПАУ. Динамика концентраций УВ зависит от хозяйственной деятельности в прибрежной зоне. Например, в акватории Большого Сочи окончание строительства олимпийских объектов привело к уменьшению потоков загрязняющих веществ, и снижению концентраций взвеси почти в 3 раза. При этом содержание УВ в поверхностных водах уменьшилось в среднем с 61 мкг $л^{-1}$ (2013 г.) до 39 мкг $л^{-1}$ в 2014 г. и до 25 мкг $л^{-1}$ (2015 г.).

Нефтяные УВ, выносимые реками, оседают в основном в области смешения речных вод с морскими. Здесь происходит трансформация и выпадение как антропогенных, так и природных соединений. «Потери» в концентрациях алифатических УВ могут достигать 60–80 %. В основном это высокомолекулярные алифатические УВ и ПАУ, в том числе и бенз(а)пирен. По мере удаления от таких районов в сторону открытого моря количество антропогенных УВ уменьшается до величин, регистрация которых становится невозможной на фоне естественной динамики природных процессов. Градиент концентраций УВ в области река–море в значительной степени определяется величиной речного стока, соленостью морских вод, гидрологическими особенностями эстуарных зон. Нефтяные УВ, поступающие с речным стоком, как правило, не попадают в открытые района моря и мнение о том, что основное загрязнение несут реки явно преувеличено.

Аккумулирование УВ происходит в донных осадках, особенно прибрежных, где их концентрации превышали фоновые в пересчете на сухую массу, и в составе $C_{орг}$. Фоновые концентрации УВ в донных осадках –10 мкг $г^{-1}$ для песчанистых и 50 мкг $г^{-1}$ для илистых отложений. При этом в составе $C_{орг}$ их доля $\leq$ 1%. Увеличение концентраций УВ (в пересчете на сухую массу и в составе $C_{орг}$) происходит в осадках загрязненных нефтепродуктами, особенно в зоне лавинной седиментации. Нефтяные УВ повышают в воде и осадках уровень УВ, создавая тем самым современный углеводородный фон.

В акваториях эксплуатируемых месторождений в Балтийском, Каспийском, морях не установлено увеличение содержания УВ в воде и осадках. Динамика концентраций УВ обусловлена естественными природными процессами (флюидными потоками из толщи осадков, обрастанием платформ). Мониторинг нефтяных пленок из космоса подтвердил, что их скопление в основном происходит на судоходных путях.

Исходя из результатов многочисленных исследований последствий нефтяных разливов в разных регионах, можно констатировать, что в зависимости от типа и конкретных условий разливов, масштаб воздействий в прибрежной зоне морей может варьировать от локального до субрегионального. Экологические эффекты проявляются в основном в форме обратимых или слабо обратимых стрессов для популяций морских птиц, млекопитающих и донных организмов. Для их восстановления потребуется время от одного сезона до нескольких лет. При разливах (без выноса нефти на берег) какие-либо заметные долговременные последствия для пелагических сообществ практически исключены. Вся пелагиаль российских морей и основная часть прибрежных вод находятся в настоящее время в области безвредных концентраций УВ.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант № 17-05-00356); Президиума РАН (программа № 3), и госзадания 0149-2014-0038 «Геолого-геохимические исследования.

ПРОБЛЕМЫ ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА НЕКОНТРОЛИРУЕМЫХ ИСТОЧНИКОВ ЗАГРЯЗНЕНИЯ НА ВОДОСБОРАХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

Н.В. Кирпичникова

Институт водных проблем РАН
nkirp@list.ru
119333 Москва, ул. Губкина

Проблема идентификации источников загрязнения на водосборах является одной из основных и наиболее трудной при обосновании общей антропогенной нагрузки на водные объекты. До 90-х годов прошлого столетия иформационной базой для решения подобных задач являлась государственная система контроля Росгидромета, Санэпидемнадзора и Бассейновых управлений, это:

- постворные наблюдения на реках и водохранилищах с отбором проб воды и определением гидрохимических показателей (один раз в месяц);
- контрольные отборы проб воды в выпусках сточных вод предприятий, городов и населенных пунктов (один раз в декаду).

В среднемесячных и среднегодовых распределениях можно было примерно представлять динамику качества воды в водоемах и реках, в меженный период обосновывать относительное воздействие контролируемых стоков. Проведенный анализ многолетних данных выявил недостатки государственной системы контроля: отсутствие информации в характерные гидрологические сезоны – половодье и паводки, особенно, на их ветви подъема.

Организация специальных экспедиционных работ на основных притоках Иваньковского водохранилища (Волжский источник водоснабжения г. Москвы) с ежедневным отбором проб воды выявила систематические экстремальные «всплески» концентраций гидрохимических веществ антропогенного характера в начальной фазе половодья: тяжелые металлы, нефтепродукты, хлориды, сульфаты, биогенные элементы. Т.е. на фоне поступления огромного количества маломинерализованной талой и дождевой воды в водоем наблюдался смыв огромого количества загрязняющих веществ с водосбора (Кирпичникова, 2000).

Для идентификации неконтролируемых источников загрязнения был разработан специальный мониторинг для следующих фрагментов водосбора Иваньковского водохранилища: территории городов, промышленные площадки, сельскохозяйственные территории. Отбор проб воды в городах и промышленных зонах проводился в разной дискретности от 15 мин. до 2 раз в сутки в течение периода снеготаяния и от 10 мин. до 30 мин. в период интенсивных дождей в теплый период года.

На первом этапе для представления наиболее репрезентативных площадок городов и промышленных зон наблюдениями были охвачены многие объекты с отбором проб воды 3-5 раз в период снеготаяния. Далее для организации детальных экспериментов собиралась подробная информация для 2-х городов (с организованной ливневой канализацией – г. Тверь, и при ее отсутствии - г. Конаково) и 9-ти промышленных площадок, имеющих ливневую канализацию.

При выборе репрезентативных участков ливневой канализации рассматривалась вся городская сеть г. Тверь, из 38 выпусков были выбраны 5, представляющие наиболее характерные части города. При отсутвии ливневой канализации рассматривалась вся городская территория с характерными уклонами, определялась временная ручейковая сеть и устьевые створы наблюдений.

Период снеготаяния выбирался с целью информативности водного стока, т.е. главным критерием являлась возможность фиксирования расходов воды и концентраций загрязняющих веществ в течение продолжительного периода снеготаяния в городе.

Территория г. Тверь кроме фрагментов с твердым покрытием и высоким коэффициентом стока, включает в себя многообразные участки парков, скверов и т.д. с открытой почвой и низким коэффициентом стока. При выпадении жидких осадков с небольшой интенсивностью поверхностный сток слабо выражен.

Основной сложностью проведения наблюдений в пределах рассматриваемого фрагмента является неравномерный температурный ход во время снеготаяния, который полностью определяет динамику водного стока: минусовая тепература в ночные часы «тормозит» начало стока пр медленном нарастании температуры воздеха, но формирует максимальные пики расходов воды в дневные часы, и более сглаженный температурный ход влияет и на суточную динамику водного стока со слабо выраженными пиками.

Такой подход организации мониторинга позволяет оценить общий объем водного стока и массовые значения загрязняющих веществ с последующим определением модулей поверхностного смыва с единицы площади (Кирпичникова, 2015).

Параллельно с экспериментами на выпусках ливневой канализации в течение нескольких лет для г. Тверь были организованы ежедневные отборы воды в створах выше и ниже города. Моделирование гидрологического процесса и временная динамика концентраций в створах позволили идентифицировать импульсный смыв загрязняющих веществ с территории г. Тверь и сопоставить с общим контролируемым поступлением промышленных и хазяйственно- бытовых сточных вод.

Для примера: в средний по водности год общая масса нефтепродуктов, поступающая с территории города с талым стоком в течение 15 дней составляет около 200 тонн. По госотчетности 2 ТП-водход в 1988 г. контролируемое поступление со всего водосбора составляло 128 тонн/год, к концу 2000-х годов – 12 тонн/год.

Эксперименты на промышленных площадках проводились весной в снеготаяние и летом во время интенсивных дождей. В период последних осадки фиксировались локально на площадке выбранного объекта плювиографом с целью получения абсолютно достоверной информации как суммы осадков, т.к. и их интенсивности. Измерения водного стока проводились в оголовках выпусков ливневой канализации конкретного предприятия. В начале дождя отбор проб воды проводился через каждые 5-10 мин., с уменьшением интенсивности осадков – через 15-20 мин. Далее проводился расчет массовых расходов загрязняющих веществ и определялись модули поверхностного смыва с единицы площади. Для примера: поверхностный сток по взвешенным веществам и нефтепродуктов с промплощадки Конаковской ГРЭС (38 га) многократно превышал их массовые значения в сточных подогретых вод.

Для сельскохозяйственных территорий выбирались малые притоки и временная ручейковая сеть, на водосборах которых располагались животноводческие фермы, склады минеральных и органических удобрений, удобряемые пашни. Для всего бассейна Иваньковского водохранилища собиралась соответствующая статистическая информация. Измерения проводились в период снеготаяния в нескольких створах притоков по стандартным гидрологическим методикам с отбором проб воды 2 раза в сутки на пике подъема половодья и 1 раз в сутки на пике спада. Далее также рассчитывались модули поверхностного смыва для биогенных элементов.

В последние десятилетия определился новый источник загрязнения непосредственно на берегу водоемов – коттеджно-дачная застройка. Для его идентификации был разработан специальный мониторинг в двух направлениях: постворные наблюдения на водохранилище и экологический мониторинг непосредственно в береговой зоне шириной 1 км на участке Иваньковского водохранилища 12 км (Гордин, 2006). В результате во время интенсивных ливней были получены данные о резком возрастании концентраций биогенных элементов, $БПК_5$, хлоридов в створах ниже застроенных береговых зон. Далее с использованием топографических карт и космоснимков во временной динамике 1978-2009 г. были проведены площадные оценки

застройки берегов по следующим дифференцированием: деревни, пансионаты, дачные товарищества. Максимально застроена в настоящее время 100 метровая зона от уреза воды.

Таким образом, для идентификации неконтролируемых источников загрязнения необходим специальный мониторинг для каждого фрагмента водосбора. Дальнейшее сопоставление с массой загрязнений, поступающих от контролируемых источников может быть основой для разработки бассейновых водоохранных мероприятий.

Список литературы

Кирпичникова Н.В. Неконтролируемые источники загрязнения// В кн. «Иваньковское водохранилище. Современное состояние и проблемы охраны», М., Наука, 2000. С. 36-62.

Кирпичникова Н.В. Роль диффузных источников загрязнения в формировании качества воды водных объектов. Методы расчета и ранжирования. Мат. науч. конф. «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод». Часть 1. Ростов-на-Дону, 8-10 сентября 2015 г. С. 114-119.

Гордин И.В, Кирпичникова Н.В., Куприянова Е.И., Харитонов В.А. Мониторинг застройки водоохранных зон. Сб. докладов науч.-практ. конф. «Водоохранные зоны: опыт практического применения и целесообразность развития», Москва. 2006. С.19-26.

БИОХИМИЧЕСКИЙ МЕТОД ОЦЕНКИ ХРОНИЧЕСКОГО И АВАРИЙНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВ И ДОННЫХ ОТЛОЖЕНИЙ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ

Р.В. Галиулин [1], Р.А. Галиулина [1], В.Н. Башкин [2]

[1] Институт фундаментальных проблем биологии РАН,
РФ, 142290, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2,
galiulin-rauf@rambler.ru
[2] Институт физико-химических и биологических проблем почвоведения РАН,
РФ, 142290, Московская область, г. Пущино, ул. Институтская, д. 2

Известно, что при техногенезе тяжелые металлы попадают на почвенный покров в форме газопылевых выбросов и атмосферных осадков. Загрязнение поверхностной воды и донных отложений тяжелыми металлами происходит в форме промышленных сточных вод, а также стоков, выщелачивающих техногенные образования (отвалы и терриконы забалансовых руд, минерализованных пород, шлако- и золоотвалы), локализованные в бассейнах рек. При этом тяжелые металлы в названных формах могут поступать в окружающую среду хронически, постоянно, а также при авариях, «залпом», приводя наземные и водные экосистемы в «шоковое» состояние. В условиях хронического и аварийного загрязнения окружающей среды тяжелыми металлами важно осуществлять контроль этих явлений в почвах и донных отложениях как основных депонирующих средах соответственно наземных и водных экосистем. Это необходимо для оценки экологической ситуации на территориях с высокой техногенной нагрузкой и оперативного принятия соответствующих профилактических и ремедиационных мер. К числу подобных территорий можно отнести Челябинск, характеризующийся значительной концентрацией объектов черной и цветной металлургии, машиностроения и энергетики в пределах границ города. В состав водной экосистемы Челябинска входят река Миасс, служащая приемником промышленных и хозяйственно-бытовых сточных вод на участке ниже города, а также озера, загрязняемые сбросами расположенных вблизи предприятий.

Цель настоящей работы состояла в оценке хронического и аварийного загрязнения тяжелыми металлами прибрежных почв и речных донных отложений территории Челябинска посредством биохимического анализа, то есть определения активности ферментов каталазы, дегидрогеназы и целлюлазы, продуцируемых микроорганизмами.

На первом этапе исследования отбирали усредненные образцы почв и донных отложений из слоя 0-15 см по ходу течения реки Миасс последовательно на 2-х участках в Центральном и Металлургическом районах Челябинска с целью оценки хронического загрязнения тяжелыми металлами этих компонентов окружающей среды. Анализ содержания 9 тяжелых металлов (Cu, Co, Ni, Zn, Pb, Cd, Cr, Mo и Hg) в образцах проводили методом атомно-абсорбционной спектрофотометрии. Затем в образцах почв и донных отложений, инкубируемых в термостате в чашках Петри при влажности 70% от полной влагоемкости и температуре 30°C, определяли активность каталазы, дегидрогеназы и целлюлазы в динамике, соответственно газометрическим, спектрофотометрическим и аппликационным методами, а также общую численность микроорганизмов.

На втором этапе исследования имитировали аварийное поступление меди, никеля и свинца как отдельно, так и в виде их смеси, путем внесения в образцы почв и донных отложений водных растворов солей - $CuSO_4$, $NiCl_2 \cdot 6H_2O$ и $Pb(NO_3)_2$ в дозах 100 и 500 мг/кг по иону металла. Образцы почв и донных отложений, как и на первом этапе, инкубировали в чашках Петри при тех же гидротермических условиях с анализом активности каталазы и дегидрогеназы в динамике вышеуказанными методами.

Как оказалось содержание различных тяжелых металлов, как в почвах, так и донных отложениях возрастало по ходу течения реки Миасс от Центрального к Металлургическому району Челябинска. Так, содержание Cu; Co; Ni; Zn; Pb; Cd; Cr; Mo и Hg в почвах

повышалось соответственно в 2.4; 1.7; 1.8; 3.0; 4.6; 41.4; 2.3; 1.9 и 4.4 раза, а в донных отложениях – 6.4; 2.0; 1.6; 18.8; 12.0; 183.8; 4.5; 14.7 и 20.2 раза. Если в почве Центрального района содержание цинка превышало его ориентировочно допустимую концентрацию, ОДК (для нейтральной суглинистой почвы - 220 мг/кг) в 2.1 раза, то в почве Металлургического района уже в 6.2 раза, а содержание кадмия было соответственно в 2.5 раза ниже и 16.4 раза выше ОДК (2 мг/кг). При этом в Металлургическом районе нагрузка тяжелых металлов была больше на донные отложения, чем на почву, как результат их доминирующего поступления в окружающую среду промышленными сточными водами.

Между тем активность исследованных ферментов – каталазы, дегидрогеназы и целлюлазы почв и донных отложений повышалась по ходу течения р. Миасс с возрастанием содержания в них тяжелых металлов. При этом активность каталазы и дегидрогеназы, как ферментов из класса оксидоредуктаз была больше и контрастно реагировала на возрастание содержания тяжелых металлов в почвах, а активность целлюлазы, как фермента из класса гидролаз - на возрастание содержания металлов в донных отложениях. Микробиологический анализ показал увеличение численности клеток по ходу течения р. Миасс на целый порядок, то есть в почвах от $1.0x10^8$ до $1.8x10^9$ кл./г, а в донных отложениях от $7.2x10^5$ до $5.9x10^6$ кл./г. Это свидетельствует об адаптации микроорганизмов к хроническому загрязнению тяжелыми металлами в обнаруженных концентрациях, путем естественного отбора резистентных форм, что требует определенной затраты времени и выражается в увеличении, так называемой лаг-фазы (задержка размножения). В ходе адаптации микроорганизмов к тяжелым металлам замедляются чувствительные к их действию процессы, но усиливаются процессы, направленные на снижение токсичности металлов.

Противоположная картина в изменении активности ферментов складывалась при имитации аварийного загрязнения почв и донных отложений такими тяжелыми металлами как никель и медь. Так, отмечалась четко выраженная тенденция возрастания ингибирования активности каталазы с повышением дозы никеля (от 100 до 500 мг/кг), как в почвах, так и донных отложениях. К концу инкубирования (на 20 сут) активность фермента в почве относительно контрольного варианта ингибировалась под воздействием никеля и смеси меди, никеля и свинца в максимальной дозе (по 500 мг/кг) в почве соответственно на 16.1 и 19.4%, а в донных отложениях - на 23.1 и 25.0%. Воздействие свинца, вносимого в форме азотнокислой соли на активность каталазы, особенно почвы было стимулирующим в самом начале инкубирования (на 5 сут), как проявление анионного эффекта, вследствие поступления легкодоступного источника азота для микроорганизмов. Однако в отличие от каталазы активность дегидрогеназы реагировала на аварийное загрязнение медью, а также смесью меди, никеля и свинца. Отмечалась четко выраженная тенденция возрастания ингибирующего эффекта активности дегидрогеназы с повышением дозы меди (от 100 до 500 мг/кг). При этом ингибирование активности этого фермента в почве и донных отложениях медью и смесью меди, никеля и свинца при максимальной дозе было значительнее - соответственно на 50 и 56%, 43.3 и 60.1% к концу инкубирования. Как и в случае каталазы в начале инкубирования отмечался стимулирующий эффект азотнокислого свинца на активность дегидрогеназы, на этот раз в донных отложениях. В целом снижение активности ферментов под действием аварийного загрязнения никелем и медью почвы и донных отложений объясняется как прямым ингибированием каталитической активности каталазы и дегидрогеназы, так и задержкой их синтеза микроорганизмами при подавлении роста последних. Неоднозначное воздействие никеля и меди на активность каталазы и дегидрогеназы позволяет сделать заключение об этих металлах как специфических ингибиторах данных ферментов, участвующих в различных биохимических реакциях.

СЕРОВОДОРОД В ЧЕРНОМ МОРЕ И СОЛНЕЧНАЯ АКТИВНОСТЬ

А.В. Холопцев, А.И. Рябинин

Севастопольское отделение ФГБУ «Государственный океанографический институт имени Н. Н. Зубова».

РФ, 299053, Севастополь, ул. Советская, 61, kholoptsev@mail.ru

Сероводород (далее H_2S), который присутствует в глубинных водах Черного моря, играет существенную роль в функционировании всей его экосистемы. Поэтому выявление особенностей и механизмов влияния на происходящие изменения концентраций в них этого вещества, которое оказывают различные природные факторы, является актуальной проблемой гидрохимии, физической географии и экологии.

Наибольший интерес решение рассматриваемой проблемы представляет в отношении факторов, которые являются глобальными и в силу этого, способны оказывать аналогичное влияние на изменчивость гидрохимических полей в любых других регионах Мирового океана. Одним из глобальных факторов, значимо влияющих на многие процессы в биосфере, является солнечная активность. Наличие значимой отрицательной корреляции межгодовых изменений на горизонте 150м значений средней концентрации H_2S в Черном море, которые оценены за зимние сезоны 1961-1991 гг., а также совпадающих с ними по времени вариаций чисел Вольфа, впервые установлено А. И. Рябининым и В. Н. Кравцом в 1989 году. Теми же авторами выдвинута гипотеза, согласно которой солнечная активность способна существенно влиять на состояние сероводородной зоны Черного моря [Рябинин А. И., Кравец В.Н.(1989)]. Вместе с тем механизм, обуславливающий подобное влияние выявлен не был.

Вследствие распада СССР научная программа, в соответствии с которой ежегодно и в каждый сезон осуществлялся мониторинг сероводородной зоны, с 1992 года была свернута, несмотря на то, что к этому времени было установлено, что концентрации H_2S Черного мор на всех горизонтах в 1961-1991 гг. возрастали. Не возобновлены эти исследования и ныне, несмотря на то, что дальнейшее увеличение объема сероводородной зоны представляет существенную опасность не только для экосистемы Черного моря, но и для населения его побережий. В результате вопрос о существовании причинной связи изменений состояния сероводородной зоны Черного моря, с солнечной активностью, остался открытым. Последнее не позволяет использовать результаты ее мониторинга при моделировании этих изменений, которое ныне является единственным методом их изучения. Целью данной работы является выявление механизма, благодаря которому солнечная активность способна влиять на изменения концентраций H_2S в Черном море.

Выдвинута гипотеза, согласно которой причинная связь солнечной активности, а также межгодовых изменений концентраций H_2S в водах Черного моря обусловлена следующим многоступенчатым механизмом:

- солнечная активность порождает изменения характеристик солнечного ветра, а также спектра коротковолновых и длинноволновых составляющих солнечной радиации;

-вследствие Форбуш-эффекта эти изменения вызывают противоположные по фазе вариации средней оптической плотности облачности и над районами Черного моря;

- эти вариации порождают изменения средних потоков суммарной солнечной радиации, поступающих в экосистему Черного моря и частично потребляемой фотосинтезирующими организмами (в основном фитопланктоном);

- результатом этого являются совпадающие по фазе с солнечной активностью вариации средней концентрации растворенного кислорода (O_2) в эвфотическом слое моря;

- в районах Черного моря, через которые проходят мезомасштабные антициклонические вихри, происходит погружение вод, содержащих растворенный O_2 к С-слою [Овчинников И. М..(1990)];

- в таких районах возникают вариации реакционных потоков O_2, который участвует в окислении H_2S в С -слое сероводородной зоны, совпадающие по фазе с солнечной активностью, что и порождает противофазные изменений концентраций H_2S.

Поскольку необходимым условием функционирования подобного механизма в некотором районе моря является погружение вод его поверхностного слоя в глубину, обеспечиваемое им влияние солнечной активности на сероводородную зону Черного моря может проявляться только в районах, где существуют мезомасштабные антициклонические вихри. В районах Западной и Восточной части моря, расположенных в центрах циклонических вихрей, где данный механизм действовать не может, связь солнечной активности и концентраций H_2S в любых слоях Черного моря проявляться не должна. Для проверки адекватности выдвинутой гипотезы как фактический материал, использованы временные ряды изменений средних концентраций O_2 на горизонте 25м и H_2S на стандартных горизонтах в районах, где в 1961- 1991 гг. рядом научных организаций СССР осуществлялся систематический гидрохимический мониторинг Черного моря. Учитывая значения суммарной погрешности определения концентраций H_2S в тех или иных слоях моря [Рябинин А. И., Кравец В.Н.(1989)], изменения этого показателя анализировались на горизонте 150м, где отношение их амплитуды к уровню этой погрешности являлось максимальным. Как индексы, которые отражают состояние солнечной активности, использованы числа Вольфа, а также поток солнечного радиоизлучения на длине волны 10,7 см.. Их временные ряды, а также информация о состоянии облачности над различными районами моря за тот же период, получены из Интернета. Для выявления связей между рассматриваемыми процессами использован метод корреляционного анализа. Ненулевые тренды, которые присутствуют в их временных рядах, предварительно скомпенсированы. Это позволило при оценке значимости изучаемых связей применить критерий Стьюдента.

С достоверностью не ниже 95% установлено, что в любых районах Черного моря и в любые сезоны изменения концентраций растворенного O_2 на горизонте 25 и солнечная активность связаны между собой значимо (корреляция положительна). Значимая отрицательная корреляция изменений концентраций H_2S на горизонте 150м и солнечной активности выявлена в лишь для Ялтинско - Алуштинского и других районов Черного моря, где существуют мезомасштабные антициклонические вихри. Это подтверждает адекватность гипотезы Рябинина-Кравца, а также выдвинутой гипотезы и позволяет прогнозировать на первую половину XXI века дальнейший подъем верхней границы сероводородной зоны, вследствие чего ее систематический мониторинг необходимо возобновить.

Список литературы:

Рябинин А. И., Кравец В.Н Современное состояние сероводородной зоны Черного моря (1960-1986 гг.)/ Москва, Гидрометеоиздат. - 1989. - 298 С.

Овчинников И.М. Антициклоническая завихренность течений в прибрежной зоне Чёрного моря./И. М. Овчинников, В. Б. Титов //ДАН СССР. 1990. Т.314. №5. 1236-1239.

ИЗМЕНЕНИЕ КАЧЕСТВА ВОДЫ ВЕРХНЕЙ ОБИ (НА ПРИМЕРЕ НОВОСИБИРСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА) В РАЗЛИЧНЫЕ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЕ ПЕРИОДЫ

В.М. Савкин, С.Я. Двуреченская

Институт водных и экологических проблем СО РАН, Новосибирский филиал
РФ, 630090, г. Новосибирск, Морской проспект, 2, к.417,
savkin@iwep.nsc.ru, dvur@iwep.nsc.ru,

Особенность бассейна Верхней Оби в начале XXI века состоит в том, что становятся наиболее характерны маловодные периоды, а многоводные проявляются значительно реже. В связи с этим использованию водных ресурсов Новосибирского водохранилища, проблемам качества воды в условиях маловодья уделяется повышенное внимание (Савкин, Двуреченская, 2015). Новосибирское водохранилище осуществляет сезонное неглубокое регулирование стока. Средний годовой сток Оби в створе ГЭС 52 км^3. Основной приток к водохранилищу на 94-96 % происходит за счет стока основной реки, т.е. суммарного стока рек Бия и Катунь. Доля боковой приточности с собственного водосбора Новосибирского водохранилища составляет 4% или около 2 км^3 от общего притока. В различные по водности годы соотношение полезного объема и годового стока изменяется от 12 до 6%, в зависимости от величины его колебаний. Объем весеннего половодья может достигать 32 км^3 и более. Кроме понижения величин годовой водности, отмечается также тенденция снижения водности отдельных сезонов, особенно весны (Савкин, 2015). Особенности изменения гидрологического режима водохранилища в многолетнем аспекте влияют на формирование водных экосистем, процессы эвтрофирования водоема, его биопродуктивность, гидрохимический режим и качество воды в отдельные годы и сезоны. Наблюдается уменьшение коэффициентов водообмена в водохранилище за весенние сезоны и в целом за год. Так, среднегодовой коэффициент водообмена составляет 6,43 при среднемноголетнем – 6,62, а изменение коэффициентов водообмена в весенние сезоны от 3,03 до 3,11. Уменьшение коэффициентов водообмена может приводить к накоплению загрязняющих веществ в водах водохранилища (Савкин, Двуреченская и др., 2003).

В настоящее время при оценке качества воды по гидрохимическим показателям используется методика, разработанная ГХИ (РД 52.24.643 — 2002, 2003). За основу принимается комбинаторный индекс загрязненности воды (КИЗВ) и удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ), учитывающие число случаев и кратность превышения нормативных значений в течение конкретного периода. Оценка качества воды водохранилищ по этим показателям не отражает истинную картину загрязненности воды, т.к. эти показатели не дают возможности разделить вклад природной и антропогенной составляющих. Более корректно сопоставление концентраций химических веществ с региональными фоновыми значениями. На примере Новосибирского водохранилища нами показана необходимость учета региональных фоновых концентраций химических веществ. Предложены методики определения класса качества воды с использованием ЦПКВ (целевые показатели качества воды), принятые в качестве региональных фоновых концентраций (Двуреченская, Булычева, 2015). С применением этой методики проведен анализ качества воды Новосибирского водохранилища для лет различной водности и для различных гидрологических сезонов: весеннее половодье и летняя межень. Были выбраны годы различной водности: 2009г. — средней водности, 2012г. — экстремально маловодный и 2014г. — многоводный. Наиболее высокий водообмен в водохранилище за 2014 г (в том числе в сравнении с многолетними величинами) наблюдался в июне, июле, августе: 1,42, 1,04 и 0,61 соответственно. Этот период времени характеризовался и повышенными сбросами в нижний бьеф объёмов дождевого паводка рек Горного Алтая.

В годы различной водности класс качества воды различен. Наиболее высокие значения показателя класса (наиболее грязные воды) наблюдаются по большей части акватории водохранилища в многоводном 2014г.

По гидрологическим сезонам (табл.1). Для входного створа г.Камень-на–Оби наблюдается существенное различие в качестве воды во время весеннего половодья и летней межени для многоводного и маловодного годов. Исключением является лишь средневодный 2009г., когда качество воды практически не зависит от гидрологического сезона. Для нижнего бьефа качество воды незначительно зависит от водности года и гидрологического сезона. Эти результаты можно объяснить тем, что в верхней части водохранилища качество воды определяется, в основном, стоком р.Обь, в на остальной акватории и в нижнем бьефе все большую роль играют внутриводоемные процессы.

Таблица 1. Сопоставление интегральных показателей и класса качества воды в разные по водности годы и гидрологические сезоны[1)]

Период наблюдения	Створ наблюдения	Удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ); класс качества вод
2014г. весна	вдх. р-н г.Камень-на-Оби	3,08; 4«а» грязная
2014г. летняя межень	вдх. р-н г.Камень-на-Оби	1,14; 2 слабо загрязненная
2014г.весна	р.Обь, Нижний бъеф	1,36; 2 слабо загрязненная
2014г. летняя межень	р.Обь, Нижний бъеф	1,61; 2 слабо загрязненная
2012г. весна	вдх. р-н г.Камень-на-Оби	2,05; 3«а» загрязненная
2012г. летняя межень	вдх. р-н г.Камень-на-Оби	1,49; 2 слабо загрязненная
2012г.весна	р.Обь, Нижний бъеф	2,29; 3«а» загрязненная
2012г.летняя межень	р.Обь, Нижний бъеф	2,11; 3«а» загрязненная
2009г. весна	вдх. р-н г.Камень-на-Оби	1,43; 2 слабо загрязненная
2009г. летняя межень	вдх. р-н г.Камень-на-Оби	1,68; 2 слабо загрязненная
2009г. весна	р.Обь, Нижний бъеф	2,51;3«б» очень загрязненная
2009г. летняя межень	р.Обь, Нижний бъеф	1,43; 2 слабо загрязненная

1)данные получены совместно с Т.М.Булычевой (ФГУ ВерхнеОбьрегионводхоз)

Список литературы:

Двуреченская С.Я., Булычева Т.М. 2015. К вопросу о методических подходах к определению качества воды по интегральным показателям (на примере Новосибирского водохранилища). — Вода: химия и экология. №10. с. 32-37.

РД 52.24.643 — 2002. 2003. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеоиздат,. 49 с.

Савкин В.М., Двуреченская С.Я., Орлова Г.А., Булычева Т.М. 2003. Формирование гидролого-гидрохимического режима Верхней Оби на участке Новосибирского водохранилища в условиях изменения природно-техногенной ситуации. — Сибирский экологический журнал, т.10. в.2. с.171-179.

Савкин В.М., Двуреченская С.Я. 2015. Роль Новосибирского водохранилища в регулировании стока Верхней Оби и формирование качества воды. — В кн.: Сб. научных трудов Всероссийской научной конференции «Научное обеспечение реализации Водной стратегии РФ на перспективу до 2020 г.» т. 1. — Петрозаводск, Карельский научный центр РАН, с. 201-206.

Савкин В.М. 2015. Влияние Новосибирского водохранилища на трансформацию половодий и паводков экстремальной водности. — В кн.:Труды Международной научно-практической конференции «Современные проблемы водохранилищ и их водосборов». т.1 Гидро-и геодинамические процессы управление водными ресурсами. — Пермь, Перм. гос. ун-т. с 128-132.

ИЗУЧЕНИЕ РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЙОДА И НЕКОТОРЫХ ДРУГИХ ХИМИЧЕСКИХ ЭЛЕМЕНТОВ В ПРИРОДНЫХ ВОДАХ АНТРОПОГЕННО-НАРУШЕННЫХ ТЕРРИТОРИЙ РОССИИ И БЕЛОРУССИИ

Л.И. Колмыкова, Е.М. Коробова, В.Ю. Березкин
Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского РАН,
РФ, 119991, г. Москва, ул. Косыгина, 19, kmila9999@gmail.com

Ряд регионов, пострадавших от аварии на ЧАЭС (26 апреля 1986 г.), является дефицитным по содержанию йода в окружающей среде. Несмотря на подчиненное значение питьевых вод в обеспечении организма указанным микроэлементом, существует ряд исследований, в которых выявлена связь между уровнями галогена в природных водах и частотой проявления йоддефицитных заболеваний (Салихов и др., 2014; Balasuriya et al., 1992). Известно, что дефицит стабильного йода в организме определяет распределение и включение в тиреоидную ткань щитовидной железы радиойода. В связи с этим, можно предположить, что природные, в том числе питьевые воды, формирующиеся в геохимически различных условиях водовмещающих пород и отличающиеся разным гидрохимическим составом и содержанием галогена, могли оказать влияние на поступление в организм и поглощение щитовидной железой радиоактивного изотопа йода в районах, подвергшихся антропогенному загрязнению радиойодом, поступающим в окружающую среду в результате аварий на предприятиях ядерного топливного цикла.

Целью проводимых исследований было изучение особенностей поведения йода и некоторых других химических элементов в природных водах Брянской и Гомельской областей, в первую очередь подвижности и фиксации микроэлемента в различных гидрогеохимических условиях.

Полевой этап исследования (2015-2016 гг.) включал в себя отбор водных проб в пластиковые емкости объемом 400 мл по стандартной методике (ГОСТ Р 51592-2000) и определение основных лабильных показателей in situ с помощью портативных комплектов HANNA (pH, Eh, электропроводность и температура) в каждой точке опробования. Во время лабораторного этапа был выполнен анализ общего химического состава отобранного водного материала посредством АЭС-ИСП, спектрофотометрии и потенциометрического метода с использованием ионоселективных электородов, а так же установлен йодный состав вод с помощью ускоренного кинетического роданидно-нитритного метода (Проскурякова и др., 1973).

Содержание йодид-ионов в природных водах Брянской области находилось в диапазоне значений от 1.7 до 44.11 мкг $л^{-1}$, при этом величина медианы концентрации составила 5.8 мкг $л^{-1}$ (n=85). В ходе анализа было выявлено относительное обогащение галогеном природных вод, вмещающие породы которых представлены четвертичными отложениями (медиана 6.4 мкг $л^{-1}$, при n=38), по сравнению с водами глубоких водоносных горизонтов (породы палеогена 5.5 мкг $л^{-1}$, при n=11; породы верхнего мела 5.7 мкг $л^{-1}$, при n=34; породы верхнего девона 6 мкг $л^{-1}$, при n=2) (табл.1). Установлено, что для поверхностных и грунтовых вод характерны наибольшие уровни содержания катионов Ca^{2+}, Mg^{2+}, K^{+} и Na^{+}, которые способствуют удержанию и накоплению йода в растворе (Кашин, 1987; Коробова и др., 2014). Анализ распределения ряда микрокомпонентов жидкой фазы вод, оксиды и гидроксиды которых являются основными минеральными сорбентами йода (Fe, Mn), не выявил статистически значимых корреляций между концентрациями этих элементов в водах разных гидрогеологических комплексов, при этом наибольшие уровни железа отмечены в глубоких артезианских водах (породы палеогена 0.7 мг $л^{-1}$, при n=11, породы верхнего мела 1.2 мг $л^{-1}$, при n=33, породы верхнего девона 0.13 мг $л^{-1}$, при n=2).

Табл. 1. Распределение стабильного йода в природных водах разных гидрогеологических горизонтов

Гидрогеологический горизонт	Содержание йода, мкг $л^{-1}$			
	минимум	максимум	среднее	медиана
Четвертичный (озерно-аллювиальный, московско-днепровский ярусы)	1.7	44.1	9.3	6.4
Палеогеновый (бучакско-сумский ярус)	2.5	8.7	5.1	5.5
Верхнемеловой (альбский, маастрихт-туронский и туронский ярусы)	3.01	18.5	6.6	5.7
Верхнедевонский (франский и франско-фаменский ярус)	2.9	9.1	6	6

Содержание йодид-ионов в пробах природных вод, отобранных в Гомельской области, флуктуировало в пределах от 3.37 до 9.9 мкг $л^{-1}$, при медианном значении равном 6.02 мкг $л^{-1}$ (n=12). Практически все водоносные горизонты обследованных населенных пунктов залегают в четвертичных отложениях, за исключением одного случая, где проба характеризует воды палеогенового водоносного комплекса (концентрация йода 5.48 мкг $л^{-1}$).

В ходе исследования подтверждена низкая обеспеченность питьевых вод пограничных территорий Брянской и Гомельской областей йодом (менее нижнего предела физиологически оптимального интервала 10 мкг $л^{-1}$), что, в свою очередь, может провоцировать возникновение йод-дефицитных заболеваний и создавать дополнительный риск, в случае поступления в окружающую среду радиоактивных аналогов этого микроэлемента.

Список литературы

ГОСТ Р 51592-2000 «Вода. Общие требования к отбору проб».

Кашин В.К. 1987. Биогеохимия, фитофизиология и агрохимия йода Л.: Наука, 261 с.

Коробова Е.М., Рыженко Б.Н., Черкасова Е.В., Седых Э.М., Корсакова Н.В., Данилова В.Н., Хушвахтова С.Д., Березкин В.Ю. 2014. К вопросу о формах нахождения йода и селена в природных водах и их концентрирование на ландшафтно-геохимических барьерах.- Геохимия, № 6, с. 554-568.

Проскурякова Г.Ф., Швейкина Р.В., Никитина О.В. 1973. Способ определения йода в почве, воде, растениях, молоке и крови. -Тез. Докл. 2-го Всес. Симпоз. По методам определения микроэлементов в природных объектах. Самарканд, с. 43-44.

Салихов Ш.К., Яхияев М.А., С.Г. Луганова, М.Г. Атаев, З.В. Курбанова, К.А. Алиметова. 2014. Эндемический зоб в Дагестане как результат дефицита йода и селена в объектах ее биосферы. -Вестник ТГУ, т.19, №5, с. 1729-1732.

Balasuriya S., Perera P. A. J., K. B. Herath, S. L. Katugampola, and M. A. Fernando. 1992. Role of iodine content of drinking water in the etiology of goitre in Sri Lanka. -The Ceylon Journal of Medical Science, vol.35, p. 45-51.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ МОДЕЛИ PEARL ДЛЯ ФОРМИРОВАНИЯ ПЕРЕЧНЯ ПЕСТИЦИДОВ, ПОДЛЕЖАЩИХ КОНТРОЛЮ В ГРУНТОВЫХ ВОДАХ

В.Н. Колупаева
ФГБНУ ВНИИ фитопатологии, РФ, 143050, р. п. Большие Вяземы,

ул. Институт, стр. 5, v.kolupaeva@vniif.ru

Применение пестицидов в РФ растет с каждым годом. Помимо ожидаемого эффекта защиты от вредителей, болезней и сорняков, применение пестицидов нередко приводит к загрязнению окружающей среды, в частности, грунтовых вод. Во многих странах работают программы по мониторингу пестицидов в подземных водах, результаты которых свидетельствуют об обнаружении остатков ксенобиотиков. В Российской Федерации экологический мониторинг пестицидов (почва, поверхностные и грунтовые воды) осуществляет Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды (Росгидромет). Ежегодно по результатам мониторинга публикуется сборник, но количество проб грунтовых вод является недостаточным для того, чтобы оценить масштабы загрязнения подземных вод пестицидами в России. Перечень контролируемых пестицидов в 2014 году включал 20 наименований (Мониторинг пестицидов …, 2015), из них только три действующих вещества разрешены к использованию в РФ в настоящее время. В 2015 году принято Распоряжение правительства РФ N 1316-р, определяющее перечень загрязняющих веществ, подлежащих регулированию в области охраны окружающей среды (Об утверждении перечня …, 2015), в который вошли пестициды из группы стойких органических загрязнителей, триазиновые гербициды, 2,4-Д, трифлуралин, карбофос, каптан, фозалон, ТХАН. В список для водных объектов не попали бентазон, МЦПА, клопиралид, имидаклоприд, которые чаще всего обнаруживают в грунтовых водах в других странах. В настоящее время требуется разработать критерии и процедуру формирования перечня пестицидов, подлежащих мониторингу в грунтовых водах.

Целью данной работы было рассчитать прогнозные концентрации в грунтовых водах 180 пестицидов, применяемых в РФ, используя модель PEARL и стандартные сценарии входных данных; выделить 3 класса по риску миграции; оценить риск неблагоприятных последствий от применения пестицидов для млекопитающих и водных организмов; определить список пестицидов, подлежащих мониторингу в грунтовых водах.

Объекты и методы

В качестве источника информации о свойствах пестицидов и показателях токсичности для водных организмов использовали базу PPDB, о регламентах применения – Каталог пестицидов и агрохимикатов, о величинах ПДК – гигиенические нормативы. Модель PEARL рассчитывает потоки воды в почве согласно закону Дарси и уравнению Ричардса, основную гидрофизическую характеристику - по уравнению Ван-Генухтена, перемещение пестицида в почве - конвективно-дисперсионным уравнением (Tiktak A. et al., 2000). Стандартные сценарии входных данных представляют собой совокупность климатических, почвенных и агрономических условий, характеризующих определенный сельскохозяйственный регион и являющийся набором входных данных математической модели (Колупаева В.Н., Горбатов В.С., 2015). Для расчетов был выбран сценарий Москва, как один из наиболее уязвимых с точки зрения миграции пестицидов. При проведении

расчетов полагали, что пестициды вносят в почву путем опрыскивания (без культуры) в максимальной рекомендованной дозе ежегодно в течение 20-ти лет. В результате моделирования определяли средневзвешенные годовые концентрации пестицидов в стоке грунтовых вод на глубине 1 м за 20 лет, которые представляют 90% персентиль уязвимости всех возможных почвенных и погодных ситуаций и означают, что в 90% случаев реальная концентрация в стоке будет ниже прогнозной.

Результаты и обсуждение

Список пестицидов, подлежащих мониторингу, должен формироваться в первую очередь на основании их экологической и токсикологической оценки. Для оценки миграционного риска рассчитывали концентрации пестицидов в стоке грунтовых вод с помощью математической модели PEARL, которая используется в ЕС и РФ при регистрации пестицидов. Было выделено 3 класса пестицидов по риску миграции. Согласно прогнозу, миграционный риск оценен, как высокий – прогнозная концентрация $\geq$10 мкг $л^{-1}$ – для 19 пестицидов (таблица 1); умеренный – $\geq$ 0,1 мкг $л^{-1}$ и $<$ 10 мкг $л^{-1}$ – для 47 соединений, низкий – $<$ 0,1 мкг $л^{-1}$ – для 114 веществ.

При оценке риска для млекопитающих сравнивали прогнозные концентрации пестицидов в грунтовых водах ($С_{гв}$) с ПДК для вод питьевого назначения: $R=С_{гв}/ПДК<1$ – риск высокий, $1\leq R<10$ – риск умеренный (таблица 1), $R \geq 10$ – риск низкий. Риск для водных организмов оценивали, рассчитывая отношение $R=С_{гв}/LC_{50}$(NOEC) (таблица 1).

Таким образом, предлагается включить в список 40 пестицидов, характеризующихся: а) высоким уровнем миграционного риска, прогнозные концентрации которых выше 10 мкг $л^{-1}$; б) высоким и умеренным риском для млекопитающих; в) высоким риском для водных организмов. Следующим этапом работы должна быть коррекция полученного списка с учетом объемов использования этих пестицидов в РФ и результатов мониторинга в грунтовых водах в других странах.

Таблица 1. Формирование списка пестицидов, подлежащих мониторингу в грунтовых водах

	Высокий риск миграции (прогнозная	Высокий (R<1) и умеренный (1<R<10) риск для	Высокий риск для водных	Подлежат монито-рингу
Гербициды,	8	14(8)	5(3)	19
Фунгициды,	8	16(7)	3(1)	16
Инсектициды,	3	4(2)	2(0)	5
Всего, шт.	**19*****	34(**17**)	10(**4**)	**40**

* – в скобках – количество без учета пестицидов, характеризующихся высоким риском миграции (не вошедшие в столбец 1);

** – в скобках – количество без учета пестицидов с высоким риском миграции и высоким и умеренным риском для млекопитающих (не вошедшие в столбцы 1-2);

*** – жирным шрифтом выделено количество пестицидов, вошедших в список (19+17+4=40 шт.)

Список литературы

Ежегодник «Мониторинг пестицидов в объектах природной системы РФ в 2014 году». 2015. – ФГБУ НПО «Тайфун», Обнинск, 74 с.

Колупаева В.Н., Горбатов В.С. 2015. Моделирование миграции пестицидов в грунтовые воды с помощью модели PEARL и стандартных сценариев регионов России. - Сборник трудов VI Международной научно-практической конференции «Актуальные проблемы исследования окружающей среды». Сумы, с. 161-166.

Российская Федерация. Законы. Правительство. 2015. «Об утверждении перечня загрязняющих веществ, в отношении которых применяются меры государственного регулирования в области охраны окружающей среды» [Электронный ресурс]: Распоряжение правительства РФ N 1316-р от 8 июля 2015 г. – Справочно-правовая система «Гарант» (дата обращения: 20.01.2017).

Tiktak, A., van den Berg, F., Boesten, J.J.T.I., Leistra, M., van der Linden, A.M.A. and van Kraalingen, D. 2000. Pesticide Emission at Regional and Local scales: Pearl version 1.1. – User Manual. RIVM report 711401008, Alterra report 29, 144 p.

ЛЕКАРСТВЕННОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПРИРОДНЫХ ВОД СУШИ: МЕТОДЫ И ПОДХОДЫ К ОЦЕНКЕ ОПАСНОСТИ

М.А. Чиганова

ФГБУН Институт водных проблем Российской академии наук,
РФ, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3, mblshok@mail.ru

Традиционно при оценке качества вод не достаточное внимание уделяется органической составляющей загрязнения. При этом отдельной проблемой является оценка попадания лекарственных веществ в водную среду. Предпосылками лекарственного загрязнения вод являются масштабы фармацевтического рынка в мире, темпы и объемы производства и потребления лекарств в медицине и ветеринарии, отсутствие во многих странах норм и правил обращения с лекарственными отходами и стоками, отсутствие нормирования содержания лекарств в окружающей среде.

В реках и озерах, в которые поступают сточные воды, лекарственные вещества часто обнаруживаются в концентрациях от 0.1 до 1.0 мкг $л^{-1}$. Тем не менее, максимальные концентрации в густонаселенных районах или в водных объектах ниже спуска очищенных сточных вод может быть значительно выше. Минимальные концентрации лекарств в природных водах из числа обнаруженных составляют доли нг $л^{-1}$. при этом в многочисленных исследованиях доказано негативное влияние лекарственных веществ на живые организмы и на экосистемы в целом.

В России работы по изучению лекарственного загрязнения вод начались в 2009 г. Институтом водных проблем РАН. В результате была разработана и апробирована методика определения лекарств в воде и оценки их опасности для человека и гидробионтов, включающая использование различных баз данных и компьютерных программ прогноза токсичности.

В целом, существует большое число различных документов, представляющих собой опубликованные печатные материалы и электронные базы данных, где представлены сведения о видах биологической активности и токсичности различных веществ, величинах предельно допустимых концентраций или, по крайней мере, представлены списки особо опасных токсических веществ.

Методы компьютерного прогноза позволяют оценивать биологическую активность соединений на основе анализа взаимосвязей «структура—активность» с использованием обучающей выборки. Такой метод реализован, в частности, в компьютерной программе PASS, которая позволяет прогнозировать одновременно множество различных видов биологической активности (БА). Детальное описание представления в программе информация о БА, алгоритма оценки спектра БА, подготовки обучающей и тестовых выборок, оценки точности прогноза и интерпретации полученных результатов прогноза можно найти в публикации. Современная версия компьютерной программы PASS 2014 прогнозирует 7157 активностей на основе данных о 959801 соединений. Средняя точность предсказания, рассчитанная по методу исключения по одному, составляет 94.1 % (Filimonov et al., 2008; Filimonov et al., 2014).

Методы на основе обучающей выборки позволяют также прогнозировать дозы веществ, вызывающих летальный исход у определенной доли тестируемых живых объектов. Программа GUSAR, реализующая такой подход, представляет собой инструмент для создания моделей на основе количественных взаимосвязей «структура-активность». Химическая структура вещества в GUSAR, как и в программе PASS, представлена дескрипторами, используемыми в программе PASS, и дескрипторами биологической активности, которые основаны на результатах прогнозирования в программе PASS (Lagunin et al., 2011).

По результатам исследования в водных объектах – источниках питьевого водоснабжения Москвы было обнаружено 47 лекарственных препаратов, 38 метаболита

других известных лекарств, 11 вспомогательных веществ лекарственных форм и 5 веществ, входящих в состав витаминных комплексов и БАД. Диапазон концентраций выявленных лекарств в водных пробах от 2 нг $л^{-1}$ до 0.32 $мгл^{-1}$. Для всех обнаруженных веществ была оценена побочная токсичность и/или их биологическая опасность. В целом разработанная методика является универсальным инструментом и может быть применена к оценке качества вод любого водного объекта.

Кроме того, была предложена методика составления программы исследования лекарственного загрязнения водных объектов и выбора оптимальных схем анализа, которая позволяет более эффективно проводить периодический контроль за приоритетными загрязняющими веществами. Для проведения регулярного контроля за качеством вод при лекарственном загрязнении необходимо применять более доступные и быстрые методы анализа, среди которых можно выделить иммунохимические, направленные на обнаружение конкретных веществ.

В сложившейся ситуации должен быть выработан многосторонний подход, направленный на предотвращение, сокращение и управление лекарственными препаратами, поступающими в окружающую среду. При этом данные меры не должны быть реализованы в ущерб эффективности и доступности медицины. Для выполнения действующих мер необходимы скоординированные действия различных участников, в том числе научного сообщества, национальных правительств, межправительственных организаций, фармацевтических компаний, водоканалов, специалистов здравоохранения, ветеринаров и фермеров и т.д.

В последнее время сформировано понятие «экологически стойкие фармацевтические загрязнители» (Environmentally Persistent Pharmaceutical Pollutants). Проблема лекарственного загрязнения окружающей среды в последние годы обсуждается на международных конференциях и рабочих встречах, в которых принимают участие не только члены научного сообщества, но и представители природоохранных ведомств и различных международных организаций, таких как Всемирная организация здравоохранения, Продовольственная и сельскохозяйственная организация ООН, Всемирная организация охраны здоровья животных, Организация экономического сотрудничества и развития и т.д. Такие встречи должны подтолкнуть мировое сообщество к подготовке нормативных документов, регламентирующих обращение с лекарствами, попавшими в окружающую среду.

Разработка алгоритма программы исследования лекарственного загрязнения водных объектов и выбора оптимальных схем анализа выполнена в рамках работ по гранту Российского научного фонда (проект №14-17-00672).

Список литературы

3. Filimonov D.A. Probabilistic approach in activity prediction / D.A.Filimonov, V.V. Poroikov // Chemoinformatics Approaches to Virtual Screening. Cambridge (UK): RSC Publishing. 2008. P. 182-216.

4. Filimonov, D.A. Prediction of the biological activity spectra of organic compounds using the pass online web resource / D.A. Filimonov, A.A. Lagunin, T.A. Gloriozova, A.V. Rudik, D.S. Druzhilovskii, P.V. Pogodin, V.V. Poroikov // Chemistry of Heterocyclic Compounds, 2014. V. 50 (3).P. 444-457.

5. Lagunin A. QSAR modelling of rat acute toxicity on the basis of PASS prediction / A. Lagunin, A. Zakharov, D. Filimonov, V. Poroikov // Molecular informatics, 2011. V. 30. P. 241-250.

ПРОБЛЕМЫ ДИАГНОЗА И ПРОГНОЗА СОСТОЯНИЯ И ИЗМЕНЕНИЙ ЭКОСИСТЕМ ВНУТРЕННИХ ВОДОЕМОВ ПРИ КЛИМАТИЧЕСКИХ И АНТРОПОГЕННЫХ ВОЗДЕЙСТВИЯХ

Н.Н. Филатов

Институт водных проблем Севера КарНЦ РАН
Петрозаводск, Россия, nfilatov@rambler.ru

Ключевые слова: озера, море, водные ресурсы, экосистемы, климат, эвтрофирование, моделирование, мониторинг, базы знаний, экспертные системы, клеточные автоматы.

Первая часть доклада посвящена обзору современного состояния математического моделирования экосистем внутренних водоемов, включающих точечные, линейные, пространственные (2–D,3-D) модели гидродинамических, гидрохимических и гидробиологических процессов. Кроме традиционных моделей, использующих математический аппарат численного решения дифференциальных уравнений, рассматриваются возможности использование методов теории искусственного интеллекта: искусственных нейронных сети, логико-лингвистические и когнитивные модели. На основе математического аппарата нечеткой логики разработаны экспертные системы как инструмент управления для оценивания водных и биологических ресурсов озер, их охраны и рационального использования. Предложен подход с использованием клеточных автоматов для описания динамики экосистем водоемов, позволяющих описать синергетику процессов в сложной экосистеме озера (Меншуткин, Филатов, 2016).

Вторая часть доклада посвящена перспективам развития моделирования экосистем озер и использованию моделей для решения задач сохранения водных ресурсов. Рассматривается использование моделирования для оценки ассимиляционного потенциала. Включение в модель не только процесса эксплуатации природных ресурсов озера, но и процессов мониторинга и изучения экосистем, позволяет оценить роль фундаментальных научных исследований в решении практических вопросов. Предложенные модели экологических систем рассматриваются на примере Белого моря, крупных озер, таких как Ладожское, Онежское, а также малых озер. Предложенные разработки важны для решения задач мониторинга, при разработке стратегии управления экосистемами с целью сохранения качества воды и получения максимальной экономической выгоды от использования природных ресурсов водоемов.

ОЦЕНКА АССИМИЛИРУЮЩЕГО ПОТЕНЦИАЛА КРУПНОГО ВОДОХРАНИЛИЩА (НА ПРИМЕРЕ Р. КАМЫ И КАМСКОГО ВОДОХРАНИЛИЩА) ПРИ РЕГУЛИРУЕМОМ ОТВЕДЕНИИ СТОЧНЫХ ВОД

Е.В. Веницианов[1)], А.П. Лепихин [2)], Т.Н. Губернаторова[1)], А.В. Богомолов[2)]

[1)] Институт водных проблем РАН,
РФ, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3, eugeny.venitsianov@gmail.com, tatiana.ivp.ran@gmail.com

[2)] Горный институт Уральского отделения РАН,
РФ, 614007, г. Пермь, ул. Сибирская, д. 78-а, lepihin49@mail.ru, whitewing85@mail.ru

Предприятие ПАО «Уралкалий» является крупнейшим производителем калийных удобрений в РФ. Используется технология водного выщелачивания, при которой формируются большие объемы высокоминерализованных, нетоксичных стоков, большая часть которых аккумулируется в природных и искусственных водоемах, из которых через систему малых рек происходит их сброс в крупные водные объекты. Приоритетными загрязняющими веществами являются калий, натрий, хлориды и общая минерализация. Представляется, что организация регулируемого отведения стока, когда объемы сбрасываемых вод коррелируют с расходом воды в водном объекте – приемнике сточных вод, может повысить объемы отводимых стоков при условии соблюдении нормативов качества.

Были рассчитаны характерные фоновые концентрации указанных загрязняющих веществ (ЗВ) с использованием данных Пермского ЦГМС и ПАО «Уралкалий».

Ассимилирующий потенциал мы определяем как массу приоритетных загрязняющих веществ, при которой в контрольном створе выполняется условие:

$$C_{сбi}/C_{ПДКi} \le 1 \qquad (1)$$

где $C_{сбi}$ – концентрация i-го загрязняющего вещества в контрольном створе при сбросе, а $C_{ПДКi}$ – региональный норматив сброса этого вещества. Для расчета поля скоростей и концентраций при поступлении сточных вод в Камское водохранилище использовалась комбинированная схема, построенная на основе сопряжения моделей в 1D, 2D, 3D постановке.

Выполненный анализ позволил надежно оценить ассимилирующий потенциал основного водного объекта – приемника сточных вод в масштабах Соликамско-Березниковского промузла – р. Камы (Камского водохранилища). Ассимилирующая способность р. Камы (Камского водохранилища) была рассчитана в нескольких вариантах:

- как годовая сумма ЗВ по массе для лет разной гидрологической обеспеченности;
- для суток – как потенциальные объемы загрязняющих веществ, которые р. Кама может принять за сутки по данным наблюденных гидрохимических проб и расходов воды в день отбора пробы, в зависимости от обеспеченности среднесуточного расхода воды;
- по месяцам в течение года;
- в период весеннего половодья.

Расчет «суточный» ассимилирующей способности соответствует жесткому регулированию в зависимости от гидрологического и гидрохимического режима водотока-приемника в строгом соответствии с условием (1) в контрольном створе.

Расчет ассимилирующей способности по месяцам производился в рамках сброса с некоторым постоянным расходом в течение месяца. Он ориентирован на минимальный месячный расход с обеспеченностью 95% за рассматриваемый месяц. Аналогично можно рассчитать ассимилирующую способность для любого периода времени T, задавая среднемесячный расход за этот период.

Аналогично производится расчет ассимилирующей способности для случая организации регулируемого сброса, если сброс ЗВ происходит только в период весеннего половодья. Этот тип регулирования не требует строгого слежения за водностью водотока-

приемника в течение всех месяцев года, а устанавливаемая продолжительность сброса равна продолжительности весеннего половодья.

Сравнение результатов при различных условиях регулирования показали, что максимальная ассимилирующая емкость обеспечивается при «жестком» ежесуточном регулировании. Такой способ требует организации весьма совершенной регулирующей системы и надежной системы гидрологического и гидрохимического мониторинга в непрерывном режиме. Более простой способ, основанный на средних значениях водности и качества сточных вод за некоторый периода времени *T*, менее эффективен. Для контроля соблюдения условия (1) необходим непрерывный гидрохимический контроль в контрольном створе на водохранилище. Этот автоматизированный пост мониторинга несложно организовать, так как для измерения общей минерализации существуют недорогие и надежные датчики. Разработаны и автоматизированные посты с системой телекоммуникационной связи.

При организации регулируемого сброса высокоминерализованных сточных вод ПАО «Уралкалий» в зависимости от гидрологического и гидрохимического режима водотоков-приёмников можно значительно полнее использовать их ассимилирующий потенциал без проведения каких-либо других водоохранных мероприятий. При этом существенно снижаются максимальные пики концентрации загрязняющих веществ, наблюдающиеся при минимальных расходах водотоков-приемников при нерегулируемом сбросе.

На основе полученных результатов представляется возможным произвести корректировку допустимых значений НДС для отдельных водовыпусков в зависимости от гидрологического режима водотоков-приемников и конструктивных особенностей водовыпусков для приоритетных загрязняющих веществ.

Список литературы:

Эколого-экономическое обоснование целесообразности регулируемого сброса для ПАО «Уралкалий». 2016. – Отчет НИР по договору № 1623/2016/51 от 06.05.2016г. с ПАО «Уралкалий» – 277 с.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ МАКРОФИТАМИ В РЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ

В.М. Хромов, С.С. Выбоч, М.В. Крупина, А.Г. Уваров
119991, Москва, Ленинские горы, 1, стр.12, mgu-gidro@yandex.ru

В системе биологического мониторинга состояния водных объектов одной из групп загрязняющих веществ являются тяжелые металлы (ТМ), которые даже при очень малых концентрациях являются токсичными([Никаноров, Жулидов, 1991]. Поэтому возникают проблемы их определения. . В настоящее время очень актуален вопрос поиска и создания новых методов оценки содержания ТМ в водных экосистемах, которые должны быть оперативными и давать достоверную информацию . Одним из показателей загрязнения воды является уровень накопления ТМ высшими водными растениями (Хромов, 2006; Venkatesha Raju et al., 2013; Yasar et al., 2013). Способность водных макрофитов накапливать преимущественно растворенные в воде металлы и удерживать их в течение продолжительного времени в своих тканях позволяет исследователям рекомендовать их в качестве организмов-биоиндикаторов загрязнения водных экосистем. Помимо самих тканей макрофитов качестве дополнительного индикатора возможно использовать эпифитовзвесь, осаждённую на макрофитах [Янин, 1995]. Эпифитовзвесь также аккумулирует ТМ и способствует их доставке внутрь водного макрофита, на котором она осаждена.Однако зависимость между уровнем накопления ТМ в эпифитовзвеси и в макрофитах различается. Показано, что эпифитовзвесь способна увеличивать в макрофите концентрацию Co, Cu, Cd, Pb. Однако для Zn, Ni и Cr не выявлено увеличения концетрации в растении при наличие на нём эпифитовзвеси [Уваров, 2015].

Проведены исследования по накоплению девяти ТМ (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, Co, Fe, Mn) семью погруженными макрофитами: Рдест блестящий *Potamogeton lucens* L.P., гребенчатый *Stuckenia pectinata* (L.) Börner P. пронзённолистный *Potamogeton perfoliatus* L., Р.Фриза *Potamogeton friesii* Rupr.,Уруть мутовчатая *Myriophyllum verticillatum* L., Элодея канадская *Elodea canadensis* Michx., Роголистник погружённый *Ceratophyllum demersum* L. и воздушно-водным макрофитом -Телорез алоэвидный *Stratiotes aloides* L. в реках Московской и Ярославской областях. Сравнительный анализ уровня накопления ТМ во всех собранных макрофитах показывает следующий накопительный ряд: Mn > Fe > Zn > Cu > Pb > Co > Ni > Cr > Cd. Сравнение коэффициентов накопления показывает, что наиболее интенсивно разные металлы могут накапливаться следующими макрофитами: Cu – рдест пронзённолистный; Zn – элодея канадская; Pb – рдест гребенчатый, элодея канадская; Cd – рдест пронзённолистный, роголистник погружённый; Ni, Cr, Co, Fe, Mn – роголистник погружённый; По накопительной способности разных видов макрофитов можно выделить прежде всего роголистник погружённый, для которого отмечена максимальная концентрация шести ТМ: Cd, Ni, Cr, Co, Fe, Mn; для элодеи канадской отмечены максимальные коэффициенты накопления Zn и Pb. Максимальный коэффициент накопления Cu наблюдается у рдеста гребенчатого. Накопительный ряд для эпифитовзвеси: Fe > Mn > Zn > Pb > Cu > Ni > Co > Cr > Cd.

Сравнение коэффициентов накопления показывает, что наиболее интенсивно металлы могут накапливаться эпифитовзвесью следующих растений: Cu – роголистник погружённый, элодея канадская; Zn, Pb – элодея канадская; Cd – роголистник погружённый; Ni – уруть мутовчатая, роголистник погружённый; Cr – роголистник погружённый, уруть мутовчатая; Co – роголистник погружённый, рдест гребенчатый; Fe – элодея канадская, роголистник погружённый; Mn – уруть мутовчатая, роголистник погружённый. Наибольшей накопительной способностью ТМ обладает эпифитовзвесь на роголистнике погружённом, для неё отмечена максимальная концентрация ТМ: Cu, Cd, Ni, Cr, Co, Fe, Mn. Второе и третье места по этому показателю занимают эпифитовзвесь элодеи

канадской: Cu, Zn, Pb, Fe; и урути мутовчатой: Ni, Cr, Mn. По уровню накопления ТМ макрофитами и эпифитовзвесью наблюдается высокая степень соответствия, однако различное положение в рядах занимают Pb и Co. Между содержанием ТМ в макрофитах и их эпифитовзвеси отмечена положительная корреляция. При этом, максимальная корреляция наблюдается для Fe, Ni, Zn (r = 0,7 – 0,8), а минимальная – для Cd (r = 0,15). Сравнение концентраций ТМ в макрофитах и в эпифитовзвеси, формирующейся на них, показывает, что концентрация ТМ в эпифитозвеси может в 3-12 раз превышать концентрацию ТМ в макрофитах. Наблюдая более высокие концентрации ТМ в эпифитовзвеси, на первый взгляд можно сделать вывод о том, что именно эпифитовзвесь может служить более представительным показателем степени загрязнения водных объектов ТМ. Однако, в разных условиях обитания на одних и тех же макрофитах эпифитовзвесь формируется неодинаково. Например, в условиях заводи реки эпифитовзвесь будет интенсивнее оседать на поверхности макрофитов, чем на русловом участке реки. Поэтому концентрация ТМ в макрофите в данном случае будет более представительной для оценки содержания их в воде. Однако, это положение требует более детальных дополнительных исследований. Следует отметить, что при использовании макрофитов для биоиндикации ТМ необходимо учитывать их видовую специфичность в накоплении ТМ.

Список литературы:

Никаноров А.М., Жулидов А.В. 1991. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах.- Л. Гидрометеоиздат. 312 с.

Уваров А.Г. 2015. Оценка степени загрязнения тяжелыми металлами реки Москвы и возможность использования макрофитов рода Potamogeton для биомониторинга тяжелых металлов в реке. - Известия Самарского научного центра РАН .т.17, №6, с.150-158.

Хромов В.М. 2006. Макрофиты – биоиндикаторы тяжелых металлов в реках.- В сб.Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем.Тез.докладов межд. конференции.- Спб.с.156-157.

Янин Е.П.1995. Тяжелые металлы в эпифитовзвеси - индикаторы техногенного загрязнения рек // Разведка и охрана недр, № 6, с. 27-28.

Venkatesha Raju K., Somashekar R.K., Prakash K.L. 2013. Biomonitoring of Metals in Freshwater Macrophytes fnd dentic Organisms. Inter.J.of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, v.2, N9, P.4661-4670.

Yasar A.,Khan M., Tabinda A.B., Hayyat M.U.,Zaheer A. 2013. Percentage Uptake of heavy Metals of different macrophytes in stagnant and flowing textile effluent. J.of Animal&Plant Science, 23(6) . p.1709-1713.

ОЦЕНКА КАЧЕСТВА ВОДЫ В РЕКАХ ПО ПОКАЗАТЕЛЯМ ФИТОПЛАНКАТОНА

Н.Е. Лихачева, Н.А. Шидловская, Н.В. Карташева, В.М. Хромов
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова
РФ,119991, Москва, Ленинские горы,1, стр.12, mgu- gidro@yandex.ru

Реки характеризуются высокой степенью пространственной и временной неоднородности гидролого-гидрохимических и гидробиологических показателей. Это создает большие сложности в системе гидробиологического мониторинга состояния речных систем.
Фитопланктон в настоящее время широко используется как показатель состояния речных систем и качества воды в них. Тем не менее, остается много вопросов, которые понижают эффективность оценки качества речных вод. Одной из проблем является высокая степень пространственно-временной изменчивости структурных параметров фитопланктонного сообщества, которые используются как индикаторы степени загрязнения воды (Малашенков,2008;Хромов и др.,2010; Ростанец и др.,2011). Естественный «фон изменчивости» фитопланктона в реках может приводит к неправильным результатам оценки качества воды в реках. Исследования годовой динамики фитопланктона в реке Москве, проведенные в районе Звенигородской биологической станции, показали высокую степень временной изменчивости количественных и качественных характеристик (рис.1).
Для годовой динамики фитопланктона отмечены водоросли восьми отделов: Ochrophyta, Euglenophyta, Dynophyta, Cryptophyta, Cyanophyta, Bacillariophyta, Charophyta, Chlorophyta. Видовое богатство фитопланктона реки определяют зеленые и диатомовые водоросли, а также цианобактерии. Они доминируют по числу видов, а также по численности. Как отмечалось ранее, для реки Москвы характерно три пика массового развития фитопланктона- весенний, летний и летне-осенний.

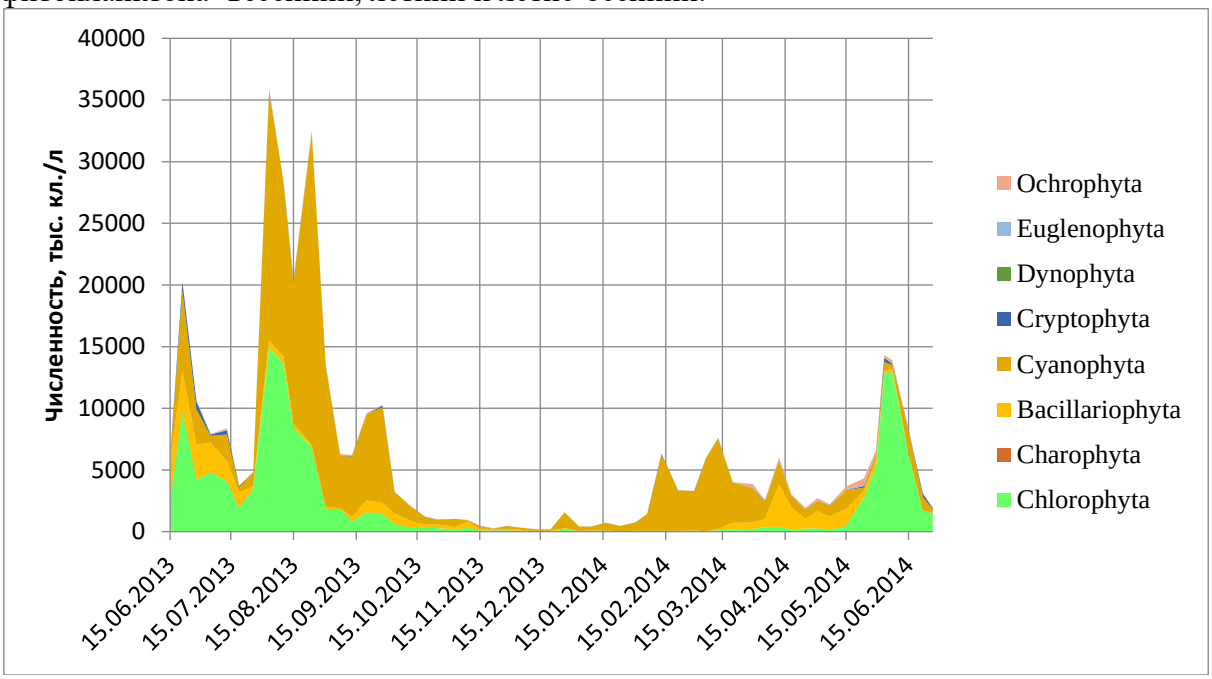


Рис.1. Вклад отделов в общую численность фитопланктона

Наши исследования в течение года показали, что массовое развитие фитопланктона в реке Москве наблюдается уже в феврале-апреле и обусловлено высокой численностью цианобактерий. Следует отметить, что обычно массовое развитие цианобактерий связано с достаточно высокими температурами воды. Это, в частности, наблюдается в летний период (июнь-август), а также в летне-осенний период (рис.1). Массовое развитие цианобактерий в зимний период отмечалось в нижнем течении реки – ниже города Москвы, при

повышенной температуре воды – около 8ºС (Ростанец,2011). В нашем случае массовое развитие цианобактерий наблюдалось при температуре 2-3ºС.

В летний и летне-осенний периоды помимо цианобактерий отмечено массовое развитие диатомовых и зеленых водорослей. Развитие диатомовых водорослей наблюдается практически в течение всего года (рис.1).

Рассматривая особенности развития фитопланктона в реке Москве в течение разных периодов года и сопоставляя их с аналогичными исследованиями других авторов (Ростанец,2011; Ростанец, Малашенков,2011) следует отметить, временная динамика качественного и количественного фитопланктона может существенно различаться. Это заставляет задуматься над интерпретацией получаемых данных для оценки качества воды по биоиндикаторным видам водорослей. Поэтому в системе гидробиологического мониторинга рек использование видов-биоиндикаторов фитопланктона для оценки качества вод следует проводить с учетом их естественной временной изменчивости.

Список литературы:

Малашенков Д.В.2008. Сравнительный анализ методов оценки качества воды по структурным характеристикам фитопланктона.-Мат-лы Межд.научн.конф. «Современные проблемы альгологии».- Ростов-на-Дону.с.229-232.

Ростанец Д.В. 2011. Пространственно-временная структура фитопланктона нижнего течения реки Москвы.- Автореф.дисс.канд.биол.наук.М.МГУ.Биол.ф-т.26 с.

Ростанец Д.В., Малашенков Д.В., Недосекин А.Г. 2011. Сравнительная характеристика фитопланктона реки Москвы выше и ниже города Москвы. – «Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем».-Тезисы докладов 2-й Межд.конференции.- Спб.с.140.

Хромов В.М., Недосекин А.Г., Малашенков Д.В., Ростанец Д.В., Карташева Н.В. 2010. Гидробиологическое обследование реки Москвы в районе Звенигородской биологической станции им.С.Н.Скадовского - Тр-ды Звенигородской биологической станции им. С..Н.Скадовского.т.5.М.Гриф.с.180-183.

ДИНАМИКА СТРУКТУРЫ РЕЧНЫХ ФИТОПЛАНКТОННЫХ СООБЩЕСТВ ПОД ВЛИЯНИЕМ БИОЛОГИЧЕСКИ-ОЧИЩЕННЫХ СТОЧНЫХ ВОД В РАЙОНЕ МОСКОВСКОГО МЕГАПОЛИСА

Л.В. Разумовский, Н.М. Щеголькова, В.Л. Разумовский

Институт водных проблем РАН
РФ, 199333 Москва, ул. Губкина, 3, lazy-lion@mail.ru

Проблема прогнозирования возможных негативных изменений в результате комплексного загрязнения речных вод, является приоритетным направлением в области природопользования и охраны окружающей среды. Как в планетарном, так и в региональном масштабе, гидрологическая среда является системой, которая мобильно реагирует на подобное воздействие. К наиболее чувствительным системам относятся все речные системы, в том числе используемые для водоснабжения городов.

В свою очередь, в любой подобной системе можно вычленить отдельные звенья, которые наиболее показательно регистрируют смену природных и антропогенных событий. В эту категорию, безусловно, входят фитопланктонные сообщества, поскольку они являются структурообразующей группой для большинства речных систем.

Река Москва является зарегулированным водоемом, который испытывает многокомпонентное антропогенное воздействие различного масштаба и генезиса (Государственный доклад ..., 2001, 2003). Вместе с тем, она является источником водоснабжения и объектом активного рекреационного использования для города с одноименным названием. Поэтому исследования, связанные с качеством речных вод всегда актуальны и востребованы.

Рядом исследователей было показано, что для рек характерна горизонтальная континуальная зональность организации их экосистем (Vannote et al, 1980; Богатов, 1994; Алимов, 2001). В естественных речных экосистемах наблюдаются более или менее плавные изменения их структурно-функциональной организации от истоков к устью, которые определяются градиентами физических и биологических факторов: снижением скорости течения воды, увеличением доли автохтонных и снижением поступления аллохтонных органических веществ, уменьшением доли крупных и увеличением доли мелких фракций органического вещества. Концепция речного континуума (КРК) основана на теории энергетического равновесия и предлагает продольное речное зонирование с использованием отношений продукции организмов разных трофических групп (Vannote et al., 1980). Для зарегулированных рек, в которых велика роль сточных вод, нет единой теории об изменении структурно-функциональной организации рек под действием этого фактора (Щеголькова, Веницианов, 2011). Исследовать изменение структуры фитопланктонного сообщества, происходящее под действием биологически очищенных стоков – основная задача данного исследования.

В результате проведенных исследований был изучен таксономический состав фитопланктонных сообществ р. Москва в черте мегаполиса (2006-2012 гг.) и выделены закономерности поэтапной пространственной трансформации структуры речного фитопланктона.

Структуру и объем первичного материала составили 355 интегральных проб, отобранных с 2006 по 2012 год с 7 створов Москвы-реки. Отбор проб проводился с нескольких горизонтов, а результаты подсчета усреднялись. Отбор проб, подсчет и идентификация состава фитопланктонных ассоциаций проводился по стандартным методикам (Руководство…, 1992). Всего было идентифицировано более 900 таксонов низшего ранга.

Исследования трансформаций фитопланктонных комплексов проводился методом графического анализа (Разумовский, Моисеенко, 2009, Разумовский, 2012).

Общий сценарий пространственно-временной трансформации фитопланктонного сообщества в черте мегаполиса можно описать следующим образом: в районе Тушино сформировавшееся фитопланктонное сообщество имеет достаточно устойчивые параметры. В дальнейшем, под воздействием загрязненных диффузионных стоков в районе Перервы, фитопланктонное сообщество подвергается существенному деструктурированию. Его целостность частично восстанавливается после поступления очищенных вод из Куряновских очистных сооружений (КОС). Однако, следует отметить, что фитопланктооные комплексы КОС сами не обладают единой целостной структурой. Поэтому их воздействие имеет двойственный характер. Далее, в результате поэтапного формирования доминирующей и сопутствующей группы видов на участке Братеево – Беседы – Заозерье происходит сокращение видового разнообразия и стабилизация фитопланктонных сообществ.

Результаты проделанных исследований позволяют сделать следующие выводы:

1. В черте города антропогенное воздействие на речные воды существенно преобладают над процессами естественной природной трансформации фитопланктонных сообществ.

2. Нарушение таксономической структуры фитопланктонных сообществ в равной степени выражено как при негативном воздействии со стороны загрязненных диффузионных стоков, так и при воздействии со стороны очищенных вод поступающих в Реку Москва.

3. В последнем случае происходит смешение фитопланктонных сообществ, сформировавшихся в зоне очистных сооружений, с природными речными сообществами, что приводит к избыточному видовому разнообразию и дестабилизации таксономической структуры в фитопланктонных сообществах.

4. В дальнейшем происходит естественное уменьшение таксономического разнообразия за счет доминирования видов наиболее адаптированных к природным гидрологическим условиям, что выражается в процессах естественной трансформации структурирования фитопланктонных сообществ.

5. Из природных процессов выраженное воздействие (негативного характера) было установлено только для аномально-высоких летних температур в 2010 году.

Список литературы:

Алимов А.Ф. Элементы теории функционирования водных экосистем. СПб: Наука, 2001. 147 с.

Богатов В.В. Экология речных сообществ Дальнего Востока. Владивосток: Дальнаука, 1994. 218с.

Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Московской области в 2000 году». М.: НИА-Природа, 2001. 114 с.

Государственный доклад «О состоянии окружающей природной среды Московской области в 2002 году». М.: НИА-Природа, 2003. 314 с.

Разумовский Л.В. Оценка трансформации озерных экосистем методом диатомового анализа. М.: ГЕОС, 2012. 200 с.

Разумовский Л.В., Моисеенко Т. И. Оценка пространственно-временных трансформаций озерных экосистем методом диатомового анализа // Докл. РАН. 2009. Т. 429. №2. С 274-277.

Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем / Ред. В.А. Абакумов. СПб.: Гидрометеоиздат, 1992. 320 с.

Щеголькова Н.М., Веницианов Е.В. Охрана загрязненной реки: интенсификация самоочищения и оптимизация водоотведения. М.: РАСХН, 2011. 388 с.

Vannote R.L., Minshall G.W., Cummins K.W., Sedell J.R., Cushing C.E. The river continuum concept // Can. J. Fish. Aquat. Sci. 1980.Vol. 37. № 1. P. 130-137.

ХРОМАТО-МАСС-СПЕКТРОМЕТРИЧЕСКОЕ ИССЛЕДОВАНИЕ СОСТАВА ОРГАНИЧЕСКИХ КОМПОНЕНТОВ ВОДЫ Р. АМУР ЗА ПЕРИОД 2007-2016 ГОДЫ

Е.М. Шостова,[1)] А.П. Неудачин[1)], В.Л. Рапопорт [2)]

[1)]Дальневосточный государственный университет путей сообщения,
РФ, 680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, д. 47, derzkaya@inbox.ru

[2)]КГКУ «Управление по делам ГОЧС и ПБ Хабаровского края», Краевой центр экологического мониторинга и прогнозирования ЧС,
РФ, 680042, г. Хабаровск, ул. Тихоокеанская, д. 155А, analit.lab@mail.ru

Согласно Плану действий по реализации Договора о добрососедстве, дружбе и сотрудничестве между РФ и КНР в перечень определяемых веществ и показателей совместного российско-китайского мониторингакачества воды вошли: ПО, ХПК, $БПК_5$, фенолы, нефтепродукты, АПАВ, дихлорфенол, трихлорфенол, ДДТ, ДДЕ, 2,4-Д,Линдан (гексахлорциклогексан), бензол, этилбензол, изопропилбензол, трихлорбензол, нитробензол, хлорбензол, гексахлорбензол, толуол, ксилолы, хлороформ. Вместо АПАВ, изопропилбензола, хлорбензола, трихлорбензола, нитробензола в 2009 г. добавились: полихлорированные бифенилы, атразин, ацетохлор, а в 2010 г. –дибутилфталат.

В воде Амура тогда было идентифицировано 32 вещества.[1,2].Это – углеводороды (ненасыщенные и ароматические), фенолы (в том числе хлорированные), сложные эфиры (в частности группа фталатов), жирные кислоты, ацетохлор. Из этих веществ12 присутствуют в национальных и международных перечнях вредных веществ, подлежащих определению в природных водах[3].

В 2010г. хлорированные фенолы были обнаружены на водозаборе Хабаровска. По ходатайству МПР края губернатору провинции Хэйлунцзян было направлено письмо губернатора Хабаровского края с предложением срочно провести совместный мониторинг в районе устья р. Сунгари. По результатам мониторинга превышения ПДК по хлорфенолам были обнаружены вблизи китайского берега. Вскоре производство пестицидов на предприятии в г.Дзямусы было прекращено и предприятие ликвидировано [4].

Если, до 2010г. наиболее важными загрязнителями воды, являлись хлорированные фенолы, производные 2,4-D кислоты и нефтепродукты, то впоследствии эти компоненты в мере утратили доминантное значение среди загрязнителей. Вместе с тем, они присутствуют во всех пробах воды в течение всего периода наблюдений. На контрольных створах г. Хабаровска для фенола и п-крезола наблюдаются превышения ПДКвр (до 2-х раз).Выявление источников, загрязняющих воду этими компонентами затруднено тем обстоятельством, что они могут поступать в воду, как с промышленными, так и с бытовыми сточными водами. Кроме того, эти компоненты могут образовываться в самом Амуре, при цветении воды в припойменныхозёрах [4]. По этим причинам, оценка доли фенолов и крезолов того или иного происхождения в воде представляет собой серьёзную научную задачу. Мы считаем, что работу по определению фенола и п-крезола в воде следует продолжить ещё и потому, что получаемые данные представляют и практический интерес. Во-первых, эти компоненты присутствуют в международных перечнях опасных загрязнителей воды [3,4], во-вторых, для них довольно часто отмечается превышение значений ПДК, и,в-третьих, концентрация этих компонентов в воде является одним из индикаторов общей загрязнённости воды Амура.

В сентябре 2015г. в воде Амура появился бензилбутилфталат. С этого времени, на всех хроматограммах воды доминантными пиками выходят: диизобутилфталат, дибутилфталат, бензилбутилфталат и бис(2-этилгексил)фталат. Эпизодически на хроматограммах присутствуют пики и других гомологов. По обобщённым данным МПРкрая в 2011 году максимальные превышения по вышеуказанному показателю в створе 1– «р. Амур –с. Амурзет» составляли 5 ПДК, в створе 2–«р. Амур – с. Нижнеленинское» – 3 ПДК, в створе 3–«р. Уссури – с. Казакевичево» – 10 ПДК. Эти превышения наблюдались в зимне-весенний период. Аналогичная ситуация наблюдалась и в 2012 году – превышения

достигали от 1 до 5 ПДК по всем створам.В 2013 году ситуация ухудшилась и превышения в зимне-весенний период в створе 1 достигали 23 ПДК, в створе 2– 21 ПДК, а в створе 3– 28 ПДК.В 2014 году превышения фиксировались в створе 1 максимально до 35 ПДК на всех этапах наблюдения. В створах 2и 3 превышения фиксировались на всех этапах, не считая весеннего, и достигали 22 и 10 ПДК соответственно.В 2015 году наблюдения на российско-китайских створах проводились только в зимний и летний периоды. В зимний период превышения зафиксированы российской стороной во всех створах и составляли от 1 до 7 ПДК.В летний период превышения фиксировались дважды китайской стороной в контрольном створе 2 и составляли 4 и 7 ПДК соответственно.

Сравнение показателей указывает на то, что фоновый створ 1, а также контрольный створ 2, подвержены загрязнению дибутилфталатом превышающему ПДК. Из этого можно заключить, что данный загрязнитель переносится как из регионов Среднего Амура, так и с водами р. Сунгари.

Среди опасных техногенных загрязнителей амурской воды, в летний период, появляются пестициды это: ацетохлор, атразин, изопротиолан (фудиолан),бентазон (базагран). Эти пестициды ежегодно обнаруживали в воде с 2008г. С 2012г. к ним добавились: бутахлор и претилохлор. Наиболее важными из приведённых пестицидов являются ацетохлор и атразин, так как они имеют наименьшее значение ПДК.

Резюмируя доложенное следует отметить следующее:

1. Содержание вредных органических веществ в воде Амура многократно уменьшилось в период с 2006 по 2011годы в первую очередь благодаря мерам предпринятым китайской стороной в тот период в бассейне р. Сунгари.

2. С 2011г. прогресс в направлении улучшения качества воды Амура (по содержанию в ней органических веществ) пошёл на спад. К настоящему времени по такому показателю, как содержание фталатов в воде, наблюдается ухудшение обстановки.

3.Чтобы не допустить ухудшения качества воды необходимо работу по российско-китайскому мониторингу строить на опережение, чтобы не допустить развития процессов загрязнения воды в будущем, в частности пестицидами. Для этого необходимо точно определить показатели для российско-китайского мониторинга амурской воды.

4. При выборе показателей мониторинга, следует учитывать международный опыт, в частности: перечни вредных веществ, подлежащих обязательному определению в поверхностных водах.

5.Хромато-масс-спектрометрия является ключевым методом при исследовании органических соединений поверхностных вод, так как позволяет получать количественные и качественные данные о весьма большом числе вредных органических веществ. Аппаратурное оснащение позволяет обеим сторонам выполнять и обмениваться данными по хромато-масс-спектрометрическому мониторингу проб Амура.

5. Сложившаяся к настоящему времени система российско-китайского мониторинга помогает мобилизовать хозяйствующие субъекты обеих сторон к соблюдению природоохранных требований и недопущения загрязнения водных объектов.

Список литературы:

1. Рапопорт В.Л. Отчёт о выполнении работ по научно-техническому проекту. Идентификация веществ, определяющих неприятный запах Амурской воды и рыбы. Хабаровск – Институт тектоники и геофизики ДВО РАН, 2004.

2. Рапопорт В.Л., Кондратьева Л.М. Загрязнение р. Амур антропогенными и природными веществами. Сибирский экологический журнал, № 3(2008), с. 485-496.

3. HEWlETT PACCARD Анализ воды. Органические примеси, с. 10-15.

4. Рапопорт В.Л., Жиркова Ю.Д. 2010. Трансграничное загрязнение воды Амура хлорированными фенолами. Материалы 10-й международной научно-практической конференции (г. Комсомольск-на-Амуре, Россия, 20-21 мая 2010 г.).

МЕТОДОЛОГИЯ ДЛЯ ИДЕНТИФИКАЦИИ ИСТОЧНИКОВ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРСКОЙ СРЕДЫ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Е.В. Островская[1)], Е.В. Колмыков[2)], А.А. Курапов[3)]

[1)] Каспийский морской научно-исследовательский центр,
РФ, 414045, г. Астрахань, ул. Ширяева, д. 14, eostrovskaya@mail.ru

[2)] ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть»,
РФ, 414000, г. Астрахань, ул. Адмиралтейская, д. 1, evgeny.kolmykov@mail.ru

[3)] Каспийский филиал Института океанологии РАН,
РФ, 414056, г. Астрахань, ул. Савушкина, д. 6, kaspy@bk.ru

Идентификация происхождения углеводородов на морских акваториях, подобных Каспийскому морю, – это сложная задача из-за наличия многочисленных антропогенных и природных источников. Последние включают нефтяные и газовые сипы на морском дне (Bezrodnykh et al., 2013), а также поступление в морскую среду углеводородов, продуцируемых биотой, которой чрезвычайно богата именно северная мелководная часть Каспийского моря. Разложение биотой автохтонной и аллохтонной органики также приводит к выделению углеводородов (Немировская, 2013). Поскольку нефтяные и биогенные углеводороды присутствуют обычно совместно, поиск и использование критериев их индикации обычно предлагается основывать на выявлении тонких различий их химического состава (Никаноров, Страдомская, 2008). К сожалению, использование только химических методов не дает полного ответа на вопрос об источнике загрязнения морской среды, поскольку даже с применением различных индексов и маркеров может лишь констатировать наличие УВ разного происхождения (Yunker et al., 2002). Если в портовых или прибрежных акваториях разлив нефти можно быстро обнаружить, и провести вполне успешно идентификацию источника при использовании, например, «Инструкции по идентификации источника загрязнения водного объекта нефтью» (1994) или более современных методов «фингерпринтинга» (Wang, Fingas, 2003), то для открытых акваторий это практически невозможно из-за быстрого разрушения нефтяного пятна в морской среде. К тому же, химические методы бессильны отличить техногенный разлив нефти с платформы или танкера (особенно, если он небольшой) от выброса той же самой нефти из природного источника – сипа. Таким образом, можно констатировать отсутствие надежной методологии идентификации происхождения углеводородного загрязнения на акваториях морей, подобно Каспийскому морю, с высоким природным углеводородным фоном и комплексной антропогенной нагрузкой.

Между тем в такой методологии остро нуждается нефтяная отрасль на Каспии, прежде всего для проведения мероприятий по снижению воздействия нефтедобычи на морскую среду. В настоящее время оценка таких воздействий ведется, прежде всего, по отклонению данных о содержании углеводородов и других загрязняющих веществ в морской среде от их фоновых показателей. Однако до сих пор специалисты не пришли к единому мнению о том, что же считать фоном, отсутствует утвержденная методика определения фоновых характеристик. Исследования показывают, что методические подходы, обычно используемые для водных объектов при расчете фоновых величин, не подходят для открытых акваторий морей в силу их гидролого-гидрохимических особенностей (высокой пространственной неоднородности и временной изменчивости). Например, проведенные по поручению ООО «ЛУКОЙЛ-Нижневолжскнефть» в 2014-2015 гг. исследования показали, что, в отсутствие аварийных разливов нефти с принадлежащих компании морских нефтяных платформ, основными источниками углеводородного загрязнения акватории ее лицензионных участков на Северном Каспии являются волжский сток (около 55%), биогенные источники (около 37%) и сбросы с судов (более 8%). Именно они, по сути, и формируют фон концентраций углеводородов в этом районе.

В этих условиях неопределённости при идентификации источников нефтяного загрязнения на практике предлагается использовать следующий подход:

1. провести инвентаризацию топлива и нефтепродуктов, используемых всеми судами и платформами компании, для определения их состава и основных маркеров углеводородных соединений, составить карту «принтов/паттернов» всех возможных вариантов по методу «фингерпринтинга»;

2. в период проведения спутникового мониторинга при обнаружении нефтяных пленок производить отбор проб воды и донных отложений для определения основных маркеров разлива с целью идентификации виновника;

3. установить вблизи объектов обустройства месторождений стационарные донные биостанции (разработка Каспийского филиала ИО РАН) для контроля хронического нефтяного загрязнения и верификации данных идентификации, отбор и химический анализ биологических образцов проводить по методу «фингерпринтинга».

В настоящее время в компании ведется отработка и внедрение в практику процедуры идентификации нефтяных углеводородов с целью выявления и устранения источников загрязнения морской среды.

Список литературы:

Инструкция по идентификации источника загрязнения водного объекта нефтью (утв. Приказом МПР от 02.08.1994 № 241 «Об утверждении инструкции по идентификации источника загрязнения водного объекта нефтью»). 1994. – М., 84 с.

Немировская И.А. 2013. Нефть в океане (загрязнение и природные потоки). – Москва: Научный мир, 432 с.

Никаноров А.М., Страдомская А.Г. 2008. Проблемы нефтяного загрязнения пресноводных экосистем. – Ростов-на-Дону: Изд-во «НОК», 222 с.

Bezrodnykh Yu.P., Deliya S.V., Lavrushin V.Yu., Yunin E.A., Poshibaev V.V., Pokrovskii B.G. 2013. Gas seeps in the North Caspian water area. Lithology and Mineral Resources, vol. 48(5), p. 373–383.

Wang Z., Fingas M.F. 2003. Development of oil hydrocarbon fingerprinting and identification techniques. Marine Pollution Bulletin, vol. 47(3), p. 423–452.

Yunker M.B., Macdonald R.W., Vingarzan R., Mitchell R.H., Goyette D., Sylvestre S. 2002. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. Organic Geochemistry, vol. 33, p. 489–515.

ЗАГРЯЗНЕННОСТЬ ХЛОРОРГАНИЧЕСКИМИ КСЕНОБИОТИКАМИ КОМПОНЕНТОВ ЭКОСИСТЕМЫ ШЕЛЬФА КРЫМА (ПО ДАННЫМ ЭКСПЕДИЦИОННЫХ ИССЛЕДОВАНИЙ 2014 И 2016 ГГ. НА НИС «ПРОФЕССОР ВОДЯНИЦКИЙ»)

Л.В. Малахова [1)], Т.В. Малахова [1)], Д.Б. Евтушенко [1)], А.А. Коротков [1)], В.Ю. Проскурнин[1)], И.Г. Сидоров [1)]

[1)] ФГБУН Институт морских биологических исследований имени А.О. Ковалевского РАН

РФ, 299011, г. Севастополь, пр. Нахимова, д. 2, malakh2003@list.ru

Черное море, как внутренний водоем, испытывает серьезное антропогенное воздействие от речного стока, промышленных, бытовых и сельскохозяйственных стоков, отходов водного транспорта, а также от атмосферных осадков и захоронений в районах дампинга, с которыми в акваторию поступают различные загрязнители. К группе наиболее опасных контаминантов морской среды, имеющих исключительно антропогенное происхождение, относятся хлорорганические соединения (ХОС), в число которых входят такие устаревшие хлорорганические пестициды (ХОП), как γ-ГХЦГ, п,п'-ДДТ и его метаболиты п,п'-ДДЭ и п,п'-ДДД и полихлорированные бифенилы (ПХБ), насчитывающие 209 конгенеров, разных по токсичности и рассеянности в окружающей среде. В прибрежные воды Крыма ХОС попадают из многочисленных источников. В связи с низкой растворимостью в воде и способностью к адгезии они сорбируются на взвешенных частицах, с которыми оседают в донные отложения, накапливаются в них и длительное время не подвергаются изменениям, в силу своей высокой устойчивости к деградации в условиях окружающей среды. В число вторичных источников загрязнения водных масс входит повторная эмиссия ранее отложившихся ХОС из донных отложений.

Ранние работы по изучению загрязнения ХОС компонентов морской среды прибрежных районов Крыма показали, что ХОС в конце 20-го – начале 21 веков были распространены повсеместно в воде, в крупных формах гидробионтов и в донных отложениях (Малахова, 2012). Региональные отличия в пространственном распределении как ПХБ, так и ДДТ определялись в первую очередь наличием источников их поступления в морскую среду. Так, в марте-апреле 1999 г. в поверхностном слое воды прикрымского района концентрация ПХБ изменялась от 3 до 37 нг $л^{-1}$, среднее значение составило 15 нг $л^{-1}$, в придонном слое – от 3 до 39 и 18 нг $л^{-1}$ соответственно. Максимальное количество ПХБ в поверхностном и придонном горизонтах было обнаружено в районе оголовка водовыброса г. Ялты. А в 2010 г. средняя концентрация ПХБ в тех же районах снизилась и составила в среднем 1.34 нг $л^{-1}$, ΣДДТ −2.06 нг $л^{-1}$ (Klimova et al., 2014). Такое снижение содержания ХОС может быть связано как с уменьшением поступления загрязнителей в водную среду, так и с её очищением от ранее поступивших ХОС. Кроме этого, градиент концентрации в основном направлен в сторону прибрежных районов. В открытых участках моря эффект разбавления поступающего загрязнения приводит к тому, что содержание ХОС в воде оказывается ниже аналитических возможностей используемых приборов.

Для оценки экологического состояния прикрымского района Черного моря в отношении ХОС в современный период были проведены исследования воды, гидробионтов и донных отложений в 77, 83, 86 и 90 рейсах НИС «Профессор Водяницкий» в различные сезоны 2014 и 2016 гг. ХОС в компонентах морской среды определяли газохроматографическим методом на хроматографах с ДЭЗ и капиллярными колонками. В пробах определяли шесть индикаторных конгенеров ПХБ: 28, 52, 101, 138, 153, 180 (наименования конгенеров даны по номенклатуре IUPAC).

Результаты показали, что во всех компонентах прикрымских морских экосистем и в настоящее время обнаруживаются ХОС. В сентябре 2014 г. в 77 рейсе было определено содержание ХОС в воде поверхностного и придонного горизонтов в восточной части Чёрного моря. Содержание конгенеров ПХБ и соединений группы ДДТ в поверхностном

слое воды изменялось в интервалах 0.05-0.89 и 0.07-0.58 нг $л^{-1}$ соответственно. В придонном горизонте в сероводородной толще воды на глубине 1500 м обнаружены ХОС в концентрациях, превышающих их содержание в поверхностных водах: концентрация конгенеров ПХБ, составляла в среднем 5.70 нг $л^{-1}$ и концентрация ДДТ и ДДЭ - 2.21 нг $л^{-1}$.

Концентрация индивидуальных ХОС в поверхностном слое воды прибрежных районов черноморской акватории Крыма, в зимний период 21.01.-02.02.2016 г. (83 рейс), составляла десятые и сотые доли нанограмма на литр, а в открытых районах моря содержание многих ХОС было ниже чувствительности метода. В сумме концентрация шести конгенеров ПХБ была выше ($С_{\sum ПХБ6среднее}$ = 2.66 нг $л^{-1}$) по сравнению с $С_{\sum ДДТ,}$ которая составила в среднем 0.30 нг $л^{-1}$. Максимальные концентрации ПХБ 138, 153 и 180 определены в прикерченском районе, минимальные - в поверхностном слое воды на глубоководной станции с глубиной 1040 м. В 83 рейсе на всех станциях был обнаружен ДДЭ, концентрация которого изменялась от 0.07 до 0.55 нг $л^{-1}$. Другой метаболит ДДТ – ДДД был обнаружен на трех станциях, где его концентрация изменялась от 0.03 до 0.15 нг $л^{-1}$, а исходный пестицид ДДТ – только на двух станциях, в воде которых его содержание составляло 0.31 и 0.10 нг $л^{-1}$. Отношение ДДТ/ДДЭ показывает относительное время пребывания исходного пестицида в системе. В наших исследованиях отсутствие ДДТ на семи станциях показывает на давнее поступление ДДТ в водные массы, поскольку было показано, что в окислительных условиях ДДТ может деградировать в течение одного месяца (Eberhardt et al., 1971).

В зимний сезон 2016 г. пространственное распределение ХОС указывало на их поступление в открытые районы акватории Крыма, как с береговыми стоками и атмосферными выпадениями, так и с основным черноморским течением.

В поверхностном слое донных отложений в тех же районах на глубинах от 11 до 1040 м концентрация ИХОС изменялась в диапазоне 0.45 – 2.76 нг $г^{-1}$ сухой массы. Градиент повышения концентрации ИХОС в донных отложениях был направлен к берегу.

Впервые по данным 83 и 86 рейсов определено, что в открытых районах моря, где в воде многие ХОС не обнаруживаются, индикаторными видами по загрязненности ХОС могут быть мезопланктонные организмы. $С_{ПХБ}$ в мезопланктоне изменялась в диапазоне от 3.3 до 32.0 нг $г^{-1}$ сухой массы, также в пробах обнаружены такие ХОП, как γ-ГХЦГ и ДДД, которые в воде не определялись. Содержание в мезопланктоне ХОП было ниже примерно на порядок значений, чем ПХБ, что свидетельствовало о преобладании в исследованных районах промышленного загрязнения. $С_{ДДЭ}$ превышала в среднем в три раза $С_{ДДД}$. Коэффициенты накопления ХОС в мезопланктоне изменялись в пределах $7 \cdot 10^3 – 2 \cdot 10^4$.

По данным 90-го рейса в июне 2016 г. ПХБ в воде южных районов Азовского моря не обнаружены, но найдены γ-ГХЦГ и пестициды группы ДДТ. В прибрежных черноморских районах Крыма в районе Алушты и Судака концентрация ХОП была меньше предела аналитической чувствительности прибора, а содержание ПХБ изменялось от 0.06 до 0.61 нг $л^{-1}$. По-видимому, в Черном и Азовском морях существуют различные источники поступления поллютантов в прибрежные районы Крыма.

Список литературы:

Малахова Л.В. Современный уровень загрязненности хлорорганическими соединениями донных отложений украинского шельфа Черного моря - Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа: Сб. науч. тр.- Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика, 2012, вып. 26, с. 64-73.

Eberhardt L., Meeks R.L., Peterle T.J. Food chain model for DDT kinetics in a fresh water marsh - Nature (Lond.), 1971, 230, p. 60-62.

Klimova T. N., Vdodovich I. V., Zagorodnaya Yu. A., Ignat'ev S. M., Malakhova L.V., Dotsenko V. S. Ichthyoplankton in the Plankton Community of the Crimean Peninsula Shelf Zone (Black Sea) in July 2010 // Journal of Ichthyology.- 2014.- 54, № 6.- P. 409–421.

ДЛИТЕЛЬНОСТЬ АДАПТАЦИИ ТЕСТ-КУЛЬТУР К ЛАБОРАТОРНЫМ УСЛОВИЯМ КАК ФАКТОР, ВЛИЯЮЩИЙ НА РЕЗУЛЬТАТЫ БИОТЕСТИРОВАНИЯ

Е.В. Оганесова[2,3], О.В. Воробьева[1,2], Д.М. Гершкович[1]

[1] ФГБОУ Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова, РФ, 119234, г. Москва, ул. Ленинские горы, д. 1, стр. 12, papirus451@yandex.ru

[2] ФГБНУ Всероссийский научно-исследовательский институт рыбного хозяйства и океанографии, РФ, 107140 Москва, ул. Верхняя Красносельская, д.17, olvorobieva@rambler.ru

[3] ООО «Центр экопестицидных исследований», РФ, 103220 Москва, ул. Башиловская, д.1, стр. 1, toxic_fish@mail.ru

Стандартизация условий проведения токсикологических исследований на сегодняшний день остается актуальной задачей. В связи с выявленными ранее различиями морфо-функциональных показателей и чувствительности к действию тяжелых металлов лабораторных культур ракообразных одного вида (Воробьева, Гершкович, 2015, Воробьева и др., 2016), целью работы стало сравнение токсикочувствительности тест-культур рыб и планктонных ракообразных, имеющих разный срок адаптации к условиям лаборатории.

В качестве тест-объектов были использованы три линии пресноводных рыб *Poecilia reticulata* Peters и две линии ветвистоусых ракообразных *Daphnia pulex* Leydig как стандартные тест-объекты, рекомендованные для биотестирования (ГОСТ 32473-2013…, 2014; Methods…, 2002). В ходе исследования сравнивали чувствительность двух гибридных и одной дикой линии *P. reticulata* после адаптации к лабораторным условиям в течение 10 и 20 суток. Линия 1 была получена из московской аквариумной культуры, линия 2 – из культуры немецкого разведения «Black» и линия 3 – из р. Москвы в районе выхода вод с очистных сооружений «Южное Бутово». Определяли полулетальную концентрацию ($ЛК_{50}$) по выживаемости полученной в условиях лаборатории молоди рыб в возрасте 1-2 суток за 96 часов при воздействии бихромата калия (Руководство…, 2002). Линии *D. pulex* были получены из одного природного источника и адаптированы к условиям лаборатории в течение 4 и 15 месяцев, что соответствует 9 (F_9) и 33 (F_{33}) поколениям. Для сравнительной оценки чувствительности культур определяли токсичность бихромата калия в острых (24 часа) и хронических (21 сутки) экспериментах.

Таблица 1. Полулетальные концентрации ($ЛК_{50}$) бихромата калия на *Poecilia reticulata* и *Daphnia pulex* при различных сроках адаптации

Исследуемые параметры	*Poecilia reticulata*		
	Линия 1	Линия 2	Линия 3
$ЛК_{50}$ за 96 часов после 10-суточной адаптации, мг*л$^{-1}$	49	57	45
$ЛК_{50}$ за 96 часов после 20-суточной адаптации, мг*л$^{-1}$	50	55	38
	Daphnia pulex		
	F_9	F_{33}	
$ЛК_{50}$ за 24 часа, мг*л$^{-1}$	1.62	0.86	
$ЛК_{50}$ за 21 день, мг*л$^{-1}$	0.36	0.10	

Согласно данным, представленным в табл. 1, для лабораторных линий рыб (1 и 2) статистически значимых отличий в чувствительности к стандартному токсиканту в зависимости от срока адаптации выявлено не было, что говорит о стабильности чувствительности лабораторных культур *P. reticulata*. У линии 3, полученной из природного источника, $ЛК_{50}^{96}$ для молоди рыб снизилась на 15% при продлении срока адаптации родительских особей с 10 до 20 суток. В ходе исследования общая смертность рыб в исходных популяциях линий 1 и 2 не превышала 8%, а для дикой линии рыб составляла до 48%. Таким образом, продолжительность периода адаптации для рыб, взятых из

природных источников должна быть выше, чем для рыб из лабораторных линий, и составлять более 20 суток, рекомендованных методическими указаниями.

Различной оказалась и чувствительность дафний к действию бихромата калия в зависимости от срока адаптации. Культура, длительное время адаптированная к условиям лаборатории F_{33}, показала большую чувствительность к действию токсиканта, чем F_9, что проявилось как в остром, так и в хроническом эксперименте. По показателям выживаемости и плодовитости при наблюдении в течение 21 суток обе культуры проявили чувствительность к наименьшей из исследованных концентраций 0.01 мг*л$^{-1}$. Изменение размеров тела к 21 суткам выявило эффект воздействия токсиканта у культуры F_{33} при воздействии всех исследованных концентраций (0.01, 0.03 и 0.1 мг*л$^{-1}$), у культуры F_9 - при концентрациях 0.01 и 0.03 мг*л$^{-1}$. При сравнении морфо-функциональных параметров двух линий *D. pulex* были выявлены статистически значимые различия между культурами в контрольных наблюдениях. Так, особи из культуры F_{33} обладали большими размерами тела и трофической активностью по сравнению с F_9, тогда как разница в плодовитости оказалась статистически незначимой.

Несмотря на стандартизацию внешних факторов среды обитания, морфо-функциональные показатели ракообразных в лабораторной культуре характеризуются значительной вариабельностью (Воробьева и др., 2013), которая может быть объяснена как изменением неконтролируемых фенологических факторов, так и генетически запрограммированным изменением физиологического состояния культур ракообразных. Проведение подобных исследований с двумя линиями *Ceriodaphnia affinis* Lilljeborg, полученных из разных источников и культивировавшихся в условиях лаборатории на протяжении различного времени, дало сходные результаты (Воробьева, Гершкович, 2015). Поскольку обе культуры *D. pulex* были взяты из одного источника, что снижает вероятность существенных генетических различий, полученные данные позволяют сделать вывод о возможном влиянии на чувствительность и морфо-функциональные параметры организмов времени адаптации к лабораторным условиям. Повышение чувствительности к бихромату калия с увеличением срока адаптации у линии *P. reticulata*, полученной из природного источника, также свидетельствует о наличии прямой зависимости между этими параметрами. Таким образом, следует рекомендовать для проведения токсикологических исследований использование наиболее чувствительных линий ракообразных и рыб, адаптированных к лабораторным условиям в течение длительного времени.

Список литературы:

Воробьева О.В., Гершкович Д.М. 2015. Изменение трофической активности ветвистоусых ракообразных как показатель токсического действия // Механизмы устойчивости и адаптации биологических систем к природным и техногенным факторам: сборник материалов Всероссийской научной конференции. Киров: ООО "ВЕСИ". С. 48–51.

Воробьева О.В., Гершкович Д.М., Оганесова Е.В. 2016. Сравнительная чувствительность лабораторных культур *Daphnia pulex* в зависимости от срока адаптации к лабораторным условиям // Экология родного края: проблемы и пути решения: Сб. материалов Всероссийской научно-практ. конференции с международным участием. Книга 1. (28–29 апреля 2016 г.). Киров: Изд-во ООО «Радуга-ПРЕСС», 2016. с. 390-393.

Воробьева О.В., Филенко О.Ф., Исакова Е.Ф. 2013. Изменения плодовитости лабораторной культуры *Daphnia magna* // Перспективы науки. № 9. С. 11–14.

ГОСТ 32473-2013 Методы испытаний химической продукции, представляющей опасность для окружающей среды. Определение острой токсичности для рыб. М.: Стандартинформ. 2014. 11 с.

Руководство по определению методом биотестирования токсичности вод, донных отложений, загрязняющих веществ и буровых растворов. М., РЭФИА, НИА-Природа. 2002.

Methods for Measuring the Acute Toxicity of Effluents and Receiving Waters to Freshwater and Marine Organisms // U.S. EPA .2002. P. l-275.

ЦИАНОБАКТЕРИИ В БИОЛОГИЧЕСКОМ МОНИТОРИНГЕ КАЧЕСТВА ПРИРОДНЫХ ВОД

В.И.Капков, В.М.Хромов
Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова

119991, Москва, Ленинские горы,1 стр.12, chelena45@mail.ru

Проблема чистой воды, как среды обитания гидробионтов, формирующих качество важнейшего природного ресурса, относится к числу наиболее актуальных проблем современности. В водных экосистемах фототрофные планктонные организмы играют главную роль в формировании качества природной воды. Это, в первую очередь, относится к равнинным водохранилищам питьевого назначения с большой антропогенной нагрузкой на экосистемы. В последние годы в водохранилищах умеренной зоны наблюдается существенные изменения в сукцессии организмов планктона, которые выражаются в появлении, кроме весеннего и осеннего, летнего максимума фитопланктона за счет массового развития планктонных цианобактерий (Капков и др., 1996; Корнева, 2009).

В водоемах умеренной зоны массовое развитие планктонных цианобактерий, вызывающих «цветение» воды в общих чертах повторяется из года в год. В летнем комплексе фитопланктона последовательно доминируют цианобактерии родов *Anabaena, Aphanizomenon и Microcystis.* Обычно это теплолюбивые организмы, с относительно высокой скоростью деления клеток, устойчивые к поеданию организмами зоопланктона из-за слизистых чехлов, с большим запасом фосфора в клетках и потенциальной способностью увеличивать рост популяции за счет покоящих вегетативных спор.

Анализ наших наблюдений «цветения» воды в Можайском водохранилище и Canyon Ferry Lake на реке Миссури (шт. Монтана, США) показал, что сроки массового развития цианобактерий в значительной степени зависят от типа погоды. В годы когда на длительное время устанавливается теплая сухая безветренная погода, «цветение» воды было наиболее ярко выражено. Во время «цветения» воды многие цианобактерии выделяют метаболиты с высокой биологической активностью. Вторичные метаболиты цианобактерий, выделяемые в воду в результате автолиза клеток, являются токсичными для организмов зоопланктона, рыб и млекопитающих. Известно более двенадцати токсинов, относящихся к разным классам соединений, которые обнаруживаются в среде во время «цветения» воды. Наибольшую опасность для теплокровных представляют метаболиты белковой природы гепатотоксины: анатоксины (*Anabaena, Aphanizomenon, Planktothrix)* микроцистины (*Anabaena, Microcystis, Plaktothrix),* цитотоксин *(Aphanizomenon, Cylindrospermum)* нейротоксины сакситолсин (*Anabaena, Aphanizomenon, Cylindrospermopsis, Lyngbya),* многие из них обладают канцерогенными свойствами (Apeldorn et al.,2007).

С экологической точки зрения чрезвычайно важно знать стадии развития популяций цианобактерий, на которой синтезируются и выделяются те или иные токсичные метаболиты, так же как и внутренние и внешние факторы, регулирующие их синтез в клетке. Важнейшим триггером, запускающим гетерогенные сукцессии цианобактерий в водоемах умеренной зоны, является температура воды. Массовое развитие цианобактерий рода *Anabaena* начинается при температуре воды 14-16˚С. В это время проростки длиной 200-300 нм поднимаются в эуфотическую зону, распадаются на подвижные фрагменты по 5-10 клеток и начинается первая фаза «цветения». С повышением температуры воды до 20-

22˚С начинается вторая фаза и в планктоне наблюдается доминирование *Aphanizomtnon flos-aquae* , которое длится в течение нескольких недель. Дальнейший прогрев воды до 22-25˚ стимулирует рост и «цветение» разных форм *Microcystis aeruginosa,* которое продолжается вплоть до осени, когда начинается массовое развитие цианобактерии *Planctothrix sp*.

Региональные и глобальные климатические изменения и рост температуры воды, влияние антропогенных факторов, увеличивают как частоту токсичных «цветений», так и способствует появлению в водоемах умеренной зоны «южных» вселенцев подобных *Cylindrospermopsis raciborskii* (Briand et al.,2004).

Выделяемые при смене фаз «цветения» метаболиты каждого доминирующего вида цианобактерий регулируют рост собственной популяции, ингибируя развитие партнеров по сообществу. Вторичные метаболиты в водной среде претерпевают существенные изменения: одни трансформируются в более токсичные соединения, другие деградируют под действием бактерий рода *Pseudomonas*, третьи длительное время сохраняют активность в окружающей среде. Таким образом, при проведении биологического мониторинга качества природных вод требуются системные исследования, включающие контроль температуры воды, от которой зависят сроки и фазы «цветения»; определение биомассы токсигенного вида цианобактерий, определяющей уровень выделяемых метаболитов; соотношение живых и деградированных клеток в популяции доминирующего вида, свидетельствующее о стадии развития «цветения» и, наконец, измерение концентрации опасных вторичных метаболитов с нейротоксичными и гепатотоксичными свойствами для прогноза экологических последствий «цветения» воды.

Список литературы:

Капков В.И., Александер Г., Александер М.,1996. «Цветение» воды синезелёными водорослями в Каньон Ферри Лейк. - Эколого-физиологические исследования водорослей и их значение для оценки состояние природных вод. Ярославль.44-45.

Корнева Л.Г. 2009.Формирование фитопланктона водоемов бассейна Волги под влиянием природных и антропогенных факторов. -Автореф. дисс. докт. биол. наук. Ин-т озероведения. СПб. 48 с.

Лихачева Н.Е., Капков В.И.,2006. Микроскопическая альгофлора водоемов - Практическая гидробиология (Ред. Федоров В.Д., Капков В.И.). М. «ПИМ».с.72-164.

Apeldorn M.E., Egmond H.P., Speifers G.J., Bakker G.J.,2007. Toxins of Cyanobacteria - Mol. Nutr. Food Res. v.51. p.7-60.

Briand J-F.,Leboulanger Ch., Humbert J-F.2004.Cylindrospermum raciborskii invasion at mid-latitudes:selection,wide physiological tolerance, or global warming. - J.Phycol.,40.p.231-238.

Pearl H.W., Huisman J.,2009. Climate change: a catalyst for global expansion of harmful cyanobacteria blooms. - Environ. Microb. Raports,1(1), p.27-37.

ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННО-ВРЕМЕННОЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ВЗВЕШЕННОГО ОРГАНИЧЕСКОГО ФОСФОРА В СЕВЕРО-ЗАПАДНОЙ ЧАСТИ ЧЕРНОГО МОРЯ

А.С. Кукушкин[1)], А.В. Пархоменко [2)]

[1]) Морской гидрофизический институт РАН,

РФ, 299011, г. Севастополь, ул. Капитанская, 2, kukushkinas@mail.ru

2) Институт морских биологических исследований им. А.О. Ковалевского РАН,

РФ, 299011, г. Севастополь, пр. Нахимова, 2, parkhomenko.al@yandex.ua

Исследования взвешенного органического фосфора в северо-западной части Черного моря (СЗЧМ) представляют особый интерес, поскольку эта часть моря в наибольшей степени (по сравнению с другими районами моря) подвержена антропогенному загрязнению. Кроме того, результаты этих исследований позволяют на качественно новом уровне прогнозировать возможные изменения продуктивности вод под воздействием естественных и антропогенных факторов.

Цель работы состояла в оценке сезонного пространственного распределения содержания малоизученного компонента взвешенного органического вещества – взвешенного органического фосфора ($P_{ВОВ}$), внутригодовой и сезонной межгодовой его изменчивости в поверхностном слое и в зоне фотосинтеза в различных районах СЗЧМ.

В работе использовали концентрации взвешенного органического фосфора ($P_{ВОВ}$), углерода ($C_{ВОВ}$), азота ($N_{ВОВ}$) и хлорофилла “a” (хл “a”), полученные в СЗЧМ с 1979 по 1995 гг. в 33-х научных экспедициях на 266 станциях. Кроме того, были использованы архивные данные по биомассе фитопланктона, температуры и солености морской воды и объемам стока Дуная. Немногочисленные измеренные данные по содержанию $P_{ВОВ}$, которые определялись сжиганием взвеси на стекловолокнистых фильтрах GF/F в плаве кислых солей, были дополнены рассчитанными его значениями (в периоды отсутствия наблюдений) по регрессионным уравнениям и данным по содержанию хлорофилла“a” (хл “a”), $C_{ВОВ}$ и $N_{ВОВ}$. Различие измеренных и рассчитанных концентраций $P_{ВОВ}$ в зимний период в среднем не превышало 10%, а весенне-осенний период оно находилось в пределах 10–25%. Это позволило впервые выявить особенности пространственного распределения концентрации $P_{ВОВ}$ в поверхностном слое и в зоне фотосинтеза, а также получить статистические оценки сезонных ее изменений (таблица).

Результаты проведенных исследований показали хорошее совпадение сезонных пространственных распределений $P_{ВОВ}$ в поверхностном слое и в зоне фотосинтеза. Повышенные концентрации $P_{ВОВ}$ в годовом цикле и максимальные его значения в весенний период отмечались в районе постоянного влияния рек (таблица). В центральном районе в этот период были получены низкие величины его концентрации, поскольку трансформация речных вод в основном проходила в границах западного района. В летне-осенний период масштаб распространения обогащенных биогенными элементами трансформированных вод в центральном районе был связан как с интенсивностью половодья, так и с часто наблюдаемой в СЗЧМ антициклонической циркуляцией водных масс, обусловленной благоприятной ветровой ситуацией. Это, с одной стороны, способствовало активному развитию фитопланктона и увеличению его биомассы, а с другой – увеличению содержания $P_{ВОВ}$ и $C_{ВОВ}$. Характер сезонных пространственных распределений $P_{ВОВ}$ совпадал с распределениями $C_{ВОВ}$, $N_{ВОВ}$ и хл “a”. Из анализа атомарных отношений C/P и C/N и C/хл“a” следует, что в районах постоянного влияния речного стока, в наибольшей степени

подверженных антропогенному влиянию, в весенне-летний период увеличивалась не только биомасса фитопланктона, но и содержание детрита, что могло быть связано с повышением объема речного стока и, как следствие, с возрастающим поступлением в СЗЧМ аллохтонного ВОВ.

Внутригодовая изменчивость содержания $P_{ВОВ}$ в западном районе характеризовалась двухвершинной кривой, на которой отмечались два максимума. Первый – в апреле, второй (слабо выраженный) – в сентябре. В центральном районе внутригодовая изменчивость содержания $P_{ВОВ}$ в целом имела аналогичный характер. В зимне-весенний период наблюдались относительно небольшие величины этого показателя, а в летне-осенний период проявлялись его максимумы (июль – октябрь). Для внутригодовой изменчивости содержания $P_{ВОВ}$, $C_{ВОВ}$, хл “a” и биомассы фитопланктона в западном и центральном районах СЗЧМ характерным были минимальные величины этих показателей и слабое развитие фитопланктона в период с ноября по январь. Внутригодовое изменение содержания $P_{ВОВ}$ в целом согласовывалось с изменчивостью структурных показателей фитопланктона (биомассы и хл “a”), что указывает на его ключевую роль в образовании и изменчивости $P_{ВОВ}$.

Таблица. Сезонные изменения одновременно измеренных концентраций компонентов ВОВ в поверхностном слое (ПС) и в зоне фотосинтеза (ФС) в различных районах СЗЧМ

Сезон	Слой	N/n	$C_{ВОВ}$, мг-ат$C \cdot м^{-3}$	$N_{ВОВ}$, мг-ат$N \cdot м^{-3}$	$P_{ВОВ} \cdot 10^{-2}$, мг-ат$P \cdot м^{-3}$	$C_{ХЛ}$, мг$\cdot м^{-3}$	C:N:P	C/хл“a”
Западный район								
Зима	ПС	9	12.4 ± 6.9	1.64 ± 1.05	4.5 ± 3.4	1.53 ± 0.62	106:14:0.38	118 ± 57
	ФС	8/28	9.8 ± 3.3	1.3 ± 0.49	3.4 ± 1.1	1.35 ± 0.92	106:14:0.37	123 ± 47
Весна	ПС	6	81.3 ± 116.9	13.74 ± 18.75	40.0 ± 56.0	0.87 ± 0.8	106:17.9:0.52	628 ± 426
	ФС	4/22	58.3 ± 73.6	10.0 ± 11.0	29.0 ± 33.0	0.7 ± 0.33	106:18.2:0.53	378 ± 208
Лето	ПС	4	64.0 ± 25.0	9.93 ± 2.58	24.0 ± 11.7	2.04 ± 1.28	106:16.4:0.4	375 ± 154
	ФС	4/13	55.5 ± 15.1	9.18 ± 4.03	22.6 ± 8.6	2.91 ± 1.36	106:17.5:0.43	229 ± 74
Осень	ПС	2	10.0 ± 2.0	1.7 ± 0.7	3.8 ± 1.5	1.25 ± 0.1	106: 18:0.4	100 ± 29
	ФС	2/4	9.4 ± 1.7	1.4 ± 0.2	3.0 ± 0.8	1.34 ± 0.02	106:15.2:0.34	85 ± 17
Центральный район								
Зима	ПС	13	7.8 ± 2.2	1.0 ± 0.41	2.5 ± 0.7	0.67 ± 0.19	106:13.6:0.34	140 ± 68
	ФС	9/59	8.2 ± 2.6	0.96 ± 0.3	2.5 ± 0.6	0.67 ± 0.18	106:12.4:0.32	147 ± 51
Весна	ПС	12	13.3 ± 5.9	1.87 ± 0.77	5.2 ± 2.6	0.51 ± 0.39	106:14.9:0.4	313 ± 219
	ФС	12/90	9.4 ± 3.4	1.46 ± 0.61	3.9 ± 1.4	0.59 ± 0.32	106:16.5:0.44	191 ± 162
Лето	ПС	5	19.4 ± 3.9	3.41 ± 1.28	7.4 ± 1.7	0.42 ± 0.32	106:18.6:0.4	554 ± 351
	ФС	5/22	22.6 ± 8.4	3.37 ± 1.43	8.1 ± 3.0	0.49 ± 0.14	106:15.8:0.38	553 ± 207
Осень	ПС	5	11.0 ± 2.6	1.62 ± 0.36	3.1 ± 0.5	0.27 ± 0.09	106:15.6:0.3	489 ± 235
	ФС	2/15	12.9	1.87	4.4	0.25 ± 0.05	106:15.4:0.36	619 ± 55

Примечание. N – количество экспедиций, n – количество станций

Многолетний ряд данных по содержанию P_{BOB} был дополнен его значениями, рассчитанными по спутниковой информации о концентрации хл “а” (радиометр CZCS, 1979–1986 гг. и SeaWiFS, 1998–2010 гг.), что позволило получить наиболее полную картину ее многолетней изменчивости. Для оценки межгодовых изменений содержания P_{BOB} использовали значения аномалий объемов стока Дуная и температуры воздуха. Согласно полученным данным, в межгодовой изменчивости концентрации P_{BOB} можно выделить три основных периода: 1978–1985 гг., 1985–1993 гг. и 1994–2010 гг.

В зимне-весенний период межгодовые изменения P_{BOB} в западном районе в основном связаны с объемом речного стока и температурой воздуха (суровостью зим), а в центральном районе – температурой воздуха. В летне-осенний период межгодовые его изменения в западном районе зависели от температуры воздуха (в период наблюдений и в предшествующие периоды). В центральном районе на межгодовую изменчивость P_{BOB} заметное влияние оказывало поступление трансформированных вод и масштаб их распространения, зависящий от характера циркуляции вод в СЗЧМ.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ УГЛЕВОДОРОДАМИ МОРСКОЙ СРЕДЫ МЕЛКОВОДНОЙ ЗОНЫ СЕВЕРНОГО КАСПИЯ

Е.В. Островская[1)], Н.В. Попова [2)]

[1)] Каспийский морской научно-исследовательский центр,
РФ, 414045, г. Астрахань, ул. Ширяева, д. 14, eostrovskaya@mail.ru

[2)] Каспийская нефтяная компания,
РФ, 414014, г. Астрахань, проспект Губернатора Гужвина, д. 10, popovanv@caspoil.com

Лицензионные участки Каспийской нефтяной компании (КНК) расположены в мелководной зоне западной части Северного Каспия. Этот район имеет сложные гидрологические и гидрохимические условия, поскольку подвержен значительному влиянию волжского стока, с которым в море поступают большие объемы взвешенных и растворенных веществ, в том числе загрязняющих (Устьевая область Волги, 1998). Глубины в этом районе составляют 1-5 м (при уровне моря -28,0 м БС), а соленость меняется от 0,3 до 7‰.

За период 2001-2016 гг. на акватории лицензионных участков было пробурено три поисково-разведочных скважины, воздействие которых на морскую среду было признано государственной экологической экспертизой кратковременным и локальным. В рамках производственного экологического мониторинга для КНК экспедиционные исследования загрязненности углеводородами (УВ) этой акватории ведутся с 2001 г. два раза в год. За 15 лет было отобрано и обработано на содержание УВ и полиароматических углеводородов (ПАУ) 1418 проб воды (с поверхностного и придонного горизонтов) и 709 проб донных отложений (поверхностный 5-сантиметровый слой). Отбор и химический анализ проб проводись по аттестованным методикам. Здесь надо отметить, что, к сожалению, за 15 лет методики анализа применялись разные, и это существенно повлияло на однородность измерений.

Основной целью данной работы является анализ динамики многолетних изменений содержания углеводородов в воде и донных осадках мелководной зоны Северного Каспия в районе расположения лицензионного участка КНК, а также оценка методологии, используемой компанией для проведения производственного экологического мониторинга.

Результаты определения концентраций углеводородов приведены в табл. 1.

Табл. Содержание углеводородов в воде и донных отложениях акватории лицензионных участков Каспийской нефтяной компании, 2001-2016 гг.

Вещество	Вода (УВ – мкг $л^{-1}$, ПАУ – нг $л^{-1}$)		Донные отложения (УВ – мг $кг^{-1}$, ПАУ – мкг $кг^{-1}$)	
	среднее*	диапазон	среднее	диапазон
Сумма УВ	38,0/34,7	<1,0-427	8,0	0,05-58,0
Сумма ПАУ	33,0/28,0	<1,0-685,8	20,4	<1,0-506
Нафталин	13,8/14,3	<50-621	6,8	<0,03-29,2
Бенз/а/пирен	<1,0		0,18	<0,01-30,1

* Примечание: в числителе – значение концентрации в поверхностном слое, в знаменателе – в придонном

Эти данные показывают невысокий уровень загрязненности акватории УВ и ПАУ, хотя отмечаются отдельные высокие значения, что вполне соответствует данным других исследователей (Немировская, Бреховских, 2008; Tolosa et al., 2004). Повышенные величины суммарного содержания УВ в воде и осадках в исследуемый период были характерны для более мелководных распресненных районов акватории. Это, по-видимому, указывает, что основной фон УВ здесь формируется веществами, поступающими с волжским стоком.

Следует упомянуть, что смена методики определения УВ с флюоресцентного на ИК-спектрометрию в последние годы привела к нарушению однородности рядов измерений,

поскольку, как известно, эти методы включают в анализ различные группы углеводородных соединений (Немировская, 2004).

Расчет молекулярных маркеров ПАУ (Peters et al., 2005; Yunker et al., 2002) для донных осадков позволил установить их нефтяное, терригенное и пирогенное происхождение, о чем также упоминалось в других исследованиях (Немировская, 2016).

В заключение отметим следующее. Содержание УВ в воде и донных отложениях на акватории лицензионных участков КНК отличается высокой пространственно-временной изменчивостью, связанной, в первую очередь, с их расположением в зоне геохимического барьера (смешения речных и морских вод). УВ осадков этого района имеют смешанный генезис, однако большая их часть - нефтяного происхождения. Основными источниками УВ в настоящее время на данной акватории являются волжский сток, который приносит уже трансформированные УВ, и сбросы нефтепродуктов или загрязненных ими вод с судов, с которыми на акваторию поступают свежие нефтяные УВ.

С методологической точки зрения, следует рекомендовать компании добавить в сетку станций производственного экологического мониторинга станции в точках выхода основных каналов для оценки выноса УВ с речным стоком. Кроме того, рекомендуется при проведении мониторинга придерживаться одних и тех же методов химического анализа проб для сохранения однородности измерений.

Список литературы:

Немировская И.А. 2004. Углеводороды в океане (снег–лед–вода–взвесь–донные осадки). – М.: Научный мир, 328 с.

Немировская И.А. 2016. Углеводороды в современных осадках Каспийского моря. – Водные ресурсы, №1, с. 60 –69.

Немировская И.А., Бреховских В.Ф. 2008. Генезис углеводородов во взвеси и донных осадках северного шельфа Каспийского моря.– Океанология, т. 48, №1, с. 48-58.

Устьевая область Волги: гидролого-морфологические процессы, режим загрязняющих веществ и влияние колебаний уровня Каспийского моря. 1998. – М.: ГЕОС, с. 163-203.

Peters K.E., Walters C.C., Moldowan J.M. 2005. The biomarker guide. – Cambridge University Press, pp. 58-63.

Tolosa I., de Mora S., Sheikholeslami M. R., Villeneuve J. P., Bartocci J., Cattini C. 2004. Aliphatic and aromatic hydrocarbons in coastal Caspian Sea sediments. Marine Pollution Bulletin, vol. 48, p. 44-60.

Yunker M.B., Macdonald R.W., Vingarzan R., Mitchell R.H., Goyette D., Sylvestre S. 2002. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH SOURCE AND COMPOSITION. ORGANIC GEOCHEMISTRY, VOL. 33, P. 489–515.

РАСЧЕТ ВОЗМОЖНЫХ ЗОН ЗАГРЯЗНЕНИЯ В Р. КАМЕ (КАМСКОМ ВОДОХРАНИЛИЩЕ) И Р. ЯЙВЕ В ЗАВИСИМОСТИ ОТ ГИДРОЛОГИЧЕСКИХ УСЛОВИЙ И КОНСТРУКТИВНЫХ ОСОБЕННОСТЕЙ ВОДОВЫПУСКОВ, ФОРМИРУЕМЫХ ПРИ ОТВЕДЕНИИ В НИХ СТОЧНЫХ ВОД

А.П. Лепихин[1)], Е.В. Вениционов[2)], А.В. Богомолов[1)], Т.Н. Губернаторова[2)]

[1)] Горный институт Уральского отделения РАН,
РФ, 614007, г. Пермь, ул. Сибирская, д. 78-а, lepihin49@mail.ru, whitewing85@mail.ru

[2)] Институт водных проблем РАН,
РФ, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3, eugeny.venitsianov@gmail.com, tatiana.ivp.ran@gmail.com

Для анализа конструктивных решений по организации рассеивающих водовыпусков и по их оптимальному размещению, принципиальное значение имеет наличие эффективных инструментов оценки возможных зон загрязнения, создаваемых в водных объектах при различных гидрологических условиях и при различных режимах сбросов сточных вод (СВ). Из-за отсутствия возможности проведения натурных экспериментов и принципиальных ограничений в проведении лабораторных исследований в качестве основных оценок в работе (Эколого-экономическое обоснование… 2016) принимались результаты, полученные на основе вычислительного эксперимента. Он был реализован на основе сопряжения гидродинамических моделей в 1D, 2D и 3D постановках.

Были просчитаны сценарии распространения концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) в случае организации отведения сточных вод через рассеивающий водовыпуск. Расчеты показали, что при организации рассеивающего водовыпуска существенно сокращаются размеры локальных зон повышенного загрязнения. Предотвращение образования локальных зон повышенного загрязнения происходит при организации регулируемого рассеивающего водовыпуска.

Однако типовые, стандартные решения по организации рассеивающих водовыпусков ориентированы на СВ с нейтральной или близкой к ней плавучестью. В то же время поведение «тяжелых» стоков с высокими показателями минерализации из-за их высокой плотности в водных объектах принципиально отличается от СВ с нейтральной плавучестью. Необходимо использовать методы учета смешения СВ с высокой минерализацией в зоне их выпуска в водный объект с использованием 3D моделирования, благодаря чему была решена важная задача – оценка влияния на распределение концентраций примеси по глубине потока от таких параметров, как скорость выпуска высокоминерализованных СВ, диаметр выпускного отверстия, концентрации ЗВ в СВ и расположения (поверхностного или придонного) водовыпуска. Для этих целей в расчетах использовались максимальные (375 г/л) и характерные концентрации (150 г/л), согласно материалам ЗАО «ВНИИ Галургии», фактически наблюдаемые в верхних горизонтах отстойника СВ предприятия ПАО «Уралкалий».

Рассчитаны потенциально возможные зоны загрязнения в водных объектах – приемниках сточных вод – р. Каме (Камском водохранилище) и р. Яйве с использованием сопряженных одно-, двух- и трехмерных гидродинамических моделей.

Зоны загрязнения при распространении сбрасываемых ЗВ вниз по р. Каме от мест сбросов рассчитаны с использованием 2D-моделирования, концентрации ЗВ в сточных водах при этом взяты фактические, совпадающие с отчетными по форме 2-ТП водхоз. Места расположения водовыпусков соответствуют реально существующим и проектируемым.

Для расчета зон загрязнения р. Камы, было рассмотрено 4 места поступления ЗВ со сточными и дренажными водами от основных шламохранилищ рудников СКРУ-1,2,3 и БКПРУ-2,3,4 ПАО «Уралкалий».

I. Устье р. Усолки, по которой идет в р. Каму загрязнение от сточных вод, сбрасываемых существующим выпуском от шламохранилища рудника СКРУ-3. Рассеивающий выпуск здесь отсутствует. Концентрации ЗВ на устье р. Усолки рассчитывались с учетом разбавления СВ водами р. Усолки от места их выпуска до устья. Этот выход сточных вод по р. Усолке в р. Каму необходимо учитывать, так как он меняет фоновые концентрации для расположенных ниже по течению Камы выпусков. Для периодов половодья и паводков, когда расходы в р. Усолке превышают среднемноголетние, за счет разбавления СВ для приоритетных загрязняющих веществ: минерализации, калия, натрия и хлоридов – от устья р. Усолка вниз по р. Кама превышения $ПДК_{р/х}$ нет. В период межени такие зоны есть, хотя их размеры не превышают 100 м, за счет сильного разбавления в р. Каме, т.е. нарушения нормативов тоже нет.

II. Существующий объединенный выпуск непосредственно в р. Каму от шламохранилищ рудников СКРУ-1 и СКРУ-2 – выпуск № О1. При расчете взяты реальные концентрации и существующий выпуск, но в работе (Эколого-экономическое обоснование… 2016) он просчитан как рассеивающий. На текущий момент выпуск № О1 является точечным и для сравнения, результаты расчетов показали, что он дает существенное загрязнение р. Камы.

Если же выпуск № О1 рассматривать в качестве рассеивающего, то он дает зону загрязнения, в 3-10 раз меньшую, чем таковой как он есть на текущий момент. Отсутствует зона с превышением $ПДК_{р/х}$ по р. Каме для минерализации.

Зоны загрязнения с превышением $ПДК_{р/х}$ по указанным приоритетным ЗВ исчезнут при использовании регулируемого сброса и рассеивающего водовыпуска одновременно.

III. Место загрязнения р. Камы – от существующего рассеивающего выпуска ООО «Промстоки», в котором присутствуют стоки пруда-отстойника рассолов, которые поступают через шламохранилище рудника БКПРУ-4 ПАО «Уралкалий».

IV. Место загрязнения р. Камы – от планируемого рассеивающего выпуска в районе д. Огурдино. Этот планируемый выпуск расположен недалеко от устья р. Ленвы, и на него перенесены реальные характеристики существующих выпусков сточных вод в р. Ленву от шламохранилищ рудников БКПРУ-2 и БКПРУ-3.

Таким образом, результаты расчетов показали, что при среднемноголетних расходах в р. Каме зон загрязнения с концентрациями выше $ПДК_{р/х}$ от сбросов СВ ПАО «Уралкалий» на настоящий момент нет даже для нерегулируемого сброса и в отсутствии рассеивающего водовыпуска. При минимальных среднемесячных расходах года 95% обеспеченности даже использование рассеивающего водовыпуска без регулирования сбросов не спасает от появления зон загрязнения, как на объединенном выпуске № О1, так и на выпуске ООО «Промстоки». И только регулирование с одновременным использованием рассеивающего водовыпуска позволяет избежать возникновения зон загрязнения в р. Каме и Камском водохранилище, что собственно и служит экологическим обоснованием регулируемого сброса.

Список литературы:

Эколого-экономическое обоснование целесообразности регулируемого сброса для ПАО «Уралкалий». 2016. – Отчет НИР по договору № 1623/2016/51 от 06.05.2016г. с ПАО «Уралкалий» – 277с.

ОСОБЕННОСТИ НАКОПЛЕНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ МАКРОФИТАМИ В РЕЧНЫХ УСЛОВИЯХ

В.М.Хромов, С.С.Выбоч, М.В.Крупина, А.Г.Уваров

119991,Москва, Ленинские горы, 1, стр.12, mgu-gidro@yandex.ru

В системе биологического мониторинга состояния водных объектов одной из групп загрязняющих веществ являются тяжелые металлы (ТМ), которые даже при очень малых концентрациях являются токсичными([Никаноров, Жулидов, 1991]. Поэтому возникают проблемы их определения. . В настоящее время очень актуален вопрос поиска и создания новых методов оценки содержания ТМ в водных экосистемах, которые должны быть оперативными и давать достоверную информацию . Одним из показателей загрязнения воды является уровень накопления ТМ высшими водными растениями (Хромов, 2006; Venkatesha Raju et al., 2013; Yasar et al., 2013). Способность водных макрофитов накапливать преимущественно растворенные в воде металлы и удерживать их в течение продолжительного времени в своих тканях позволяет исследователям рекомендовать их в качестве организмов-биоиндикаторов загрязнения водных экосистем. Помимо самих тканей макрофитов качестве дополнительного индикатора возможно использовать эпифитовзвесь, осаждённую на макрофитах [Янин, 1995]. Эпифитовзвесь также аккумулирует ТМ и способствует их доставке внутрь водного макрофита, на котором она осаждена.Однако зависимость между уровнем накопления ТМ в эпифитовзвеси и в макрофитах различается. Показано, что эпифитовзвесь способна увеличивать в макрофите концентрацию Co, Cu, Cd, Pb. Однако для Zn, Ni и Cr не выявлено увеличения концетрации в растении при наличие на нём эпифитовзвеси [Уваров, 2015].

Проведены исследования по накоплению девяти ТМ (Cu, Zn, Pb, Cd, Ni, Cr, Co, Fe, Mn) семью погруженными макрофитами: Рдест блестящий *Potamogeton lucens* L.P., гребенчатый *Stuckenia pectinata* (L.) Börner P. пронзённолистный *Potamogeton perfoliatus* L., Р.Фриза *Potamogeton friesii* Rupr.,Уруть мутовчатая *Myriophyllum verticillatum* L., Элодея канадская *Elodea canadensis* Michx., Роголистник погружённый *Ceratophyllum demersum* L. и воздушно-водным макрофитом -Телорез алоэвидный *Stratiotes aloides* L. в реках Московской и Ярославской областях.
Сравнительный анализ уровня накопления ТМ во всех собранных макрофитах показывает следующий накопительный ряд: Mn > Fe > Zn > Cu > Pb > Co > Ni > Cr > Cd. Сравнение коэффициентов накопления показывает, что наиболее интенсивно разные металлы могут накапливаться следующими макрофитами: Cu – рдест пронзённолистный; Zn – элодея канадская; Pb – рдест гребенчатый, элодея канадская; Cd – рдест пронзённолистный, роголистник погружённый; Ni, Cr, Co, Fe, Mn – роголистник погружённый;
По накопительной способности разных видов макрофитов можно выделить прежде всего роголистник погружённый, для которого отмечена максимальная концентрация шести ТМ: Cd, Ni, Cr, Co, Fe, Mn; для элодеи канадской отмечены максимальные коэффициенты накопления Zn и Pb. Максимальный коэффициент накопления Cu наблюдается у рдеста гребенчатого.

Накопительный ряд для эпифитовзвеси: Fe > Mn > Zn > Pb > Cu > Ni > Co > Cr > Cd.

Сравнение коэффициентов накопления показывает, что наиболее интенсивно металлы могут накапливаться эпифитовзвесью следующих растений: Cu – роголистник погружённый, элодея канадская; Zn, Pb – элодея канадская; Cd – роголистник погружённый; Ni – уруть мутовчатая, роголистник погружённый; Cr – роголистник погружённый, уруть мутовчатая; Co – роголистник погружённый, рдест гребенчатый; Fe –

элодея канадская, роголистник погружённый; Mn – уруть мутовчатая, роголистник погружённый. Наибольшей накопительной способностью ТМ обладает эпифитовзвесь на роголистнике погружённом, для неё отмечена максимальная концентрация ТМ: Cu, Cd, Ni, Cr, Co, Fe, Mn. Второе и третье места по этому показателю занимают эпифитовзвесь элодеи канадской: Cu, Zn, Pb, Fe; и урути мутовчатой: Ni, Cr, Mn. По уровню накопления ТМ макрофитами и эпифитовзвесью наблюдается высокая степень соответствия, однако различное положение в рядах занимают Pb и Co.

Между содержанием ТМ в макрофитах и их эпифитовзвеси отмечена положительная корреляция. При этом, максимальная корреляция наблюдается для Fe, Ni, Zn (r = 0,7 – 0,8), а минимальная – для Cd (r = 0,15). Сравнение концентраций ТМ в макрофитах и в эпифитовзвеси, формирующейся на них, показывает, что концентрация ТМ в эпифитозвеси может в 3-12 раз превышать концентрацию ТМ в макрофитах. Наблюдая более высокие концентрации ТМ в эпифитовзвеси, на первый взгляд можно сделать вывод о том, что именно эпифитовзвесь может служить более представительным показателем степени загрязнения водных объектов ТМ. Однако, в разных условиях обитания на одних и тех же макрофитах эпифитовзвесь формируется неодинаково. Например, в условиях заводи реки эпифитовзвесь будет интенсивнее оседать на поверхности макрофитов, чем на русловом участке реки. Поэтому концентрация ТМ в макрофите в данном случае будет более представительной для оценки содержания их в воде. Однако, это положение требует более детальных дополнительных исследований. Следует отметить, что при использовании макрофитов для биоиндикации ТМ необходимо учитывать их видовую специфичность в накоплении ТМ.

Список литературы:

Никаноров А.М., Жулидов А.В. 1991. Биомониторинг металлов в пресноводных экосистемах.- Л. Гидрометеоиздат. 312 с.

Уваров А.Г. 2015. Оценка степени загрязнения тяжелыми металлами реки Москвы и возможность использования макрофитов рода Potamogeton для биомониторинга тяжелых металлов в реке. - Известия Самарского научного центра РАН .т.17, №6, с.150-158.

Хромов В.М. 2006. Макрофиты – биоиндикаторы тяжелых металлов в реках.- В сб.Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем.Тез.докладов межд. конференции.- Спб.с.156-157.

Янин Е.П.1995. Тяжелые металлы в эпифитовзвеси - индикаторы техногенного загрязнения рек // Разведка и охрана недр, № 6, с. 27-28.

Venkatesha Raju K., Somashekar R.K., Prakash K.L. 2013. Biomonitoring of Metals in Freshwater Macrophytes fnd dentic Organisms. Inter.J.of Innovative Research in Science, Engineering and Technology, v.2, N9, P.4661-4670.

Yasar A.,Khan M., Tabinda A.B., Hayyat M.U.,Zaheer A. 2013. Percentage Uptake of heavy Metals of different macrophytes in stagnant and flowing textile effluent. J.of Animal&Plant Science, 23(6) . p.1709-1713.

МЕТОДИКА ИСПОЛЬЗОВАНИЯ ДОННЫХ МАКРОФИТОВ ДЛЯ КОНТРОЛЯ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В ВОДОЕМАХ ЛЮБОГО ТИПА.

М.В.Крупина

МГУ им. М.В. Ломоносова, Биологический факультет, кафедра гидробиологии.

РФ, 119992 г. Москва, Ленинские горы, МГУ, корпус 12, markrupina@yandex.ru

Антропогенное загрязнение среды приводит к повышению концентраций некоторых элементов в живых организмах, что вызывает токсические эффекты. Одна из наиболее опасных групп загрязнителей – тяжелые металлы (**тм**), и их распространение имеет глобальный характер. С середины 70-х годов 20 века разрабатываются различные программы контроля уровня загрязнения водной среды. Однако наличие различных типов водоемов – пресноводных (проточных и стоячих, полупроточных), прибрежно-морских акваторий, лиманов и т.д., а также разнообразие гидробионтов, не дает возможность применять единую методику определения степени загрязнения водоема и принимать меры по охране среды обитания всей совокупности биологических объектов в водоеме. Наши многолетние работы по теме биологического мониторинга загрязнения водной среды **тм** позволили создать определенный алгоритм, применимый к любому типу естественных и искусственных водоемов, кроме удаленных от берега морских и океанических акваторий. Основой методики являются макрофиты - водоросли и водные высшие растения. Эти водные растения составляют основу первичной продукции и пресноводных и прибрежно–морских экосистем. Макрофиты соответствуют всем критериям, предъявляемым организмам-мониторам: ***массовость, широкая распространенность, доступность сбора*** (Бурдин и др.,1980). Экспериментальные исследования показали зависимость содержания **тм** в макрофитах от концентрации металлов в воде. Выявлено наличие двух одновременно протекающих процессов – поступление металлов в водоросль, пропорционально их концентрации в воде и выведение металлов. В естественных условиях содержание металлов в водорослях представляет собой баланс между этими процессами на данный момент времени (Крупина, 2001). Использование макрофитов в целях мониторинга любого водоема является удобным и надежным методом. Программа мониторинга водоема состоит из 3-х этапов. Каждый этап достаточно трудоемкий, возможно потребуется привлечение специалиста для сбора и определения таксономической принадлежности водной растительности, подбор научной литературы по биологии выбранного объекта, но в дальнейшем работы значительно упрощаются. 1- этап. Из всех видов макрофитов водоема следует отобрать наиболее широко распространенные по всей акватории, часто встречающиеся, доступные для сбора (произрастающие от 0 до 1,5 м глубины), учитывая сезонность произрастания. Если их цикл развития меньше года, то следует соотносить это со временем отбора проб. Желательно отобрать от 5 до 15 видов растений, соответствующих критериям, в количестве, достаточном для формирования пробы. Все виды должны быть собраны с одного местообитания одновременно. Для выбора монитора для Черного моря нами было проанализировано 30 видов морских макрофитов из одного местообитания (Бурдин и др., 1982). Диапазон концентраций **тм** и средние значения в 30 массовых видов макрофитов Карадагской биостанции 1983 г. (мкг/г сухого веса):Mn 6-285/64; Cu 5-35/14; Zn 14-230/36; Fe 77-2070/317; Pb 2-30/10; Ni 1- 100/12. Содержание **тм** в водорослях колеблется в 7 – 100 раз и показывает видоспецифичность накопления элементов, что обуславливается физиолого-биохимическими особенностями каждого вида. Нами не обнаружена взаимосвязь накопления с таксономической принадлежностью. Следует проанализировать содержание **тм** во всех отобранных 5-15 видах растений. Если планируется многократный мониторинг водоема (в месяц, в сезон, в год или через

несколько лет), то следует тщательно отнестись к методике подготовки проб и измерениям. Желательно использовать более стабильный метод озоления проб и обеспечить определение металлов единым методом на определенном приборе, что уменьшает методическую ошибку. 2-м этапом становится анализ полученных результатов измерения концентраций **тм** в различных видах макрофитов. Для контроля уровня загрязнения должны быть использованы виды водных растений с хорошо изученными характеристиками накопления всех измеряемых **тм**. Следует провести сравнительный анализ содержания всех исследуемых **тм** во всех отобранных видах макрофитов. Виды макрофитов пропорционально накапливающие все металлы, могут быть использованы в качестве организмов-мониторов для данного водоема. Можно использовать один вид, но учитывая влияние экологических факторов (температура, освещенность и др.) на накопление металлов различными видами макрофитов, лучше выбрать 2-3 монитора и использовать средние значения концентраций. 3-й этап состоит в детальном изучении выбранных для целей мониторинга объектов. Важно узнать биологию выбранных мониторов. Например, рекомендованный нами организм-монитор для Черного моря бурая водоросль *Cystoseira crinita* представляет собой таллом, состоящий из многолетнего ствола (до 20 лет) и ветвей, цикл развития которых 5-7 месяцев. В зависимости от сезона, весовые соотношения многолетней и сезонной части таллома меняются, что влияет на суммарное содержание металлов в талломе. Кроме того, для растений характерны сезонные изменения интенсивности метаболических процессов и это влияет на уровень содержания **тм**. Концентрации металлов в макрофитах разного возраста с одного местообитания заметно отличаются. Для целей мониторинга следует использовать растения одного возраста. Макрофиты представлены большим разнообразием морфологических форм, различным анатомическим строением. Содержание некоторых металлов заметно отличается в различных частях таллома одного растения. Для мониторинга следует использовать целые талломы макрофитных водорослей с низкой степенью дифференцирования тканей и определенные части растений с высокой степенью дифференцирования. Например, у морских трав выявлены значительные различия содержания металлов в стеблях и корневищах (Бурдин и др., 1987). В результате изучения биологии выбранного организма-монитора будет определено время (сезон) отбора проб для анализа и качество самой пробы – целые растения одного возраста, или определенные части растений. Следует также учитывать размеры растения при формировании пробы – проба должна состоять min из 3 растений или частей разных растений, таким образом, получаются усредненные результаты. Выполнив 3 этапа работы, мы подбираем наиболее подходящий организм-монитор для конкретного водоема. Дальнейшая работа по контролю уровня загрязнения будет заключаться в отборе проб в зависимости от поставленных задач: контролировать локальный уровень загрязнения водоема, определять места поступления загрязнителей, проводить сезонные и многолетние наблюдения.

Список литературы:

Бурдин К.С., Гусев М.В.. Крупина М.В., Савельев И.Б. 1980. Изучение возможностей использования макроводоросли Cystoseira crinita в качестве организма-монитора загрязнения Черного моря тяжелыми металлами. Вестн. Моск. ун-та. Сер. 16, Биология, № 3. С. 3-10.

Крупина М.В. Регуляция металлов макрофитами. 2001.В сб.: Водные экосистемы и организмы-3, вып.5. Изд. МАКС Пресс. Москва.

Бурдин К.С., Гавриленко Е.Е., Золотухина Е.Ю., Камнев А.Н., Крупина М.В., Любимов М.В., Медведева Г.Б., Сизов А.Д. 1987. Изучение макрофитов морей СССР как объектов биомониторинга морской среды и источников ценных органических соединений. В сб.: Конф. МГУ по проблемам Мирового океана, секция биология. Изд. МГУ. Москва.

ДИНАМИКА СОДЕРЖАНИЯ АПАВ В РЕКЕ МОСКВЕ КАК ПОКАЗАТЕЛЬ УРОВНЯ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ

К.П. Хазанова, А.Ю. Акулова

МГУ имени М.В. Ломоносова,

119234, Россия, Москва, Ленинские горы, д. 1, стр. 12, Биологический факультет МГУ, avilon.9@yandex.ru

При изучении антропогенного воздействия на биосистемы и поиске закономерностей изменения структуры сообществ в ответ на техногенные воздействия различного характера и интенсивности необходимо не только исследовать структуру биоценозов, но и оценивать уровень нагрузки. Как правило, оценка степени воздействия проводится по комплексу физико-химических параметров. Поскольку не выделено единых интегральных показателей, при проведении химического анализа вод необходимо анализировать отдельные показатели, число которых для получения репрезентативных данных может быть очень велико. Это удлиняет время и трудоемкость анализа, а главное, существенно увеличивает его стоимость. В связи с этим при проведении работы по изучению закономерностей изменения структуры сообщества бентосных диатомовых водорослей р. Москвы в градиенте техногенной нагрузки была поставлена задача выделить ограниченное число химических показателей, анализ динамики которых позволял бы оценить уровень воздействия. В качестве одного из таких показателей была выбрана концентрация АПАВ, входящих в состав синтетических моющих средств, косметических препаратов, интенсивно использующихся в промышленности, нефтепереработке, медицине, теплоэнергетике.

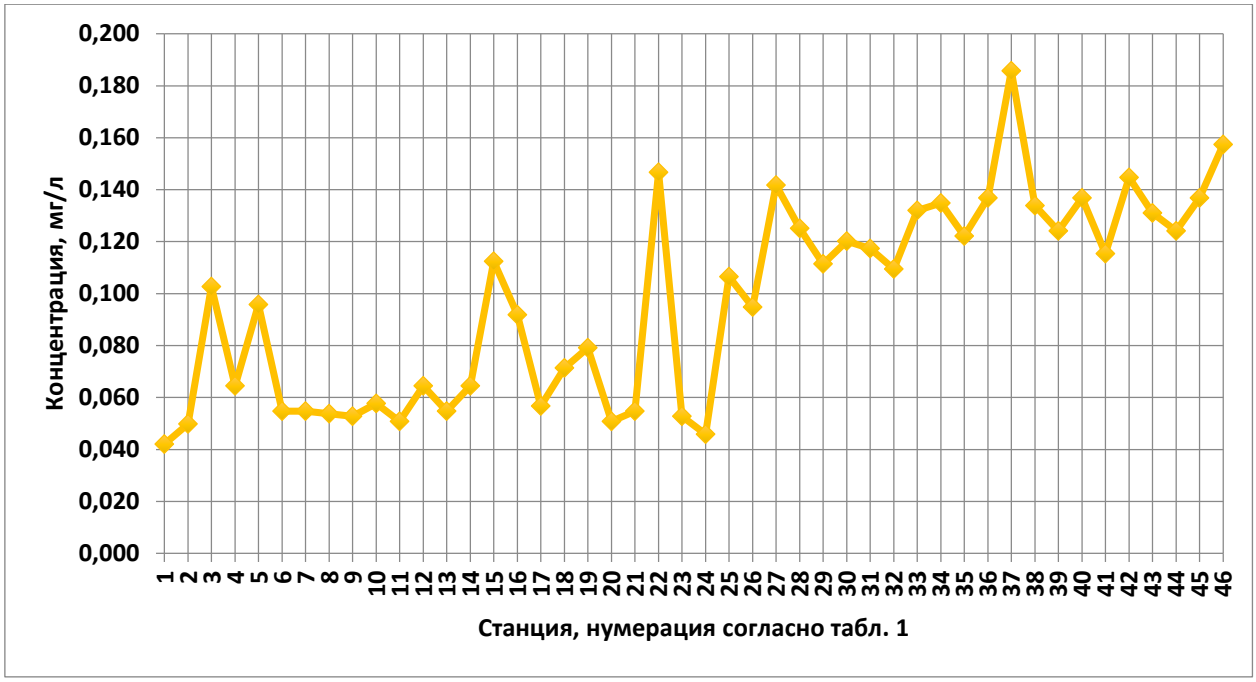
Динамику содержания АПАВ по тракту р. Москвы изучали в июле, августе и сентябре 2016 г. Пробы воды отбирали в соответствии с ГОСТ 31861-2012, содержание АПАВ определяли согласно ПНД Ф 14.1:2:4.15-95. Полный список станций отбора проб приведен в табл. 1. В июле пробы отбирали на станциях 1-46, в августе и сентябре – на станциях 16-46. Уровень техногенного воздействия также оценивали по данным рекогносцировочных наблюдений, сведениям госдокладов о состоянии окружающей среды Московской области.

Табл. 1. Список станций отбора проб на р. Москве.

№	Станция	№	Станция	№	Станция
1	Нижний бьеф Можайского водохранилища	16	Выше РВС	32	Ниже гидроузла Андреевка
		17	Ниже РВС	33	д. Заозерье
2	Выше г. Можайска	18	р-н Строгино	34	Ниже Пехорки
3	Ниже г. Можайска	19	Ниже канала им. Москвы	35	г. Жуковский
4	Выше р. Ведомка	20	Карамышевская наб.	36	Выше гидроузла Софьино
5	Ниже р. Ведомка	21	р-н Мневники	37	Ниже гидроузла Софьино

6	Выше р. Руза	22	Воробьевы горы	38	г. Бронницы
7	Ниже р. Руза	23	Выше Яузы	39	Выше гидроузла Фаустово
8	д. Тучково	24	Ниже Яузы	40	Ниже гидроузла Фаустово
9	Выше р. Сетунь	25	р-н Печатники	41	Выше спрямления у д. Маришкино
10	Ниже р. Сетунь	26	Выше выпусков КСА		
11	Выше г. Звенигород	27	Ниже впусков КСА	42	Выше г. Воскресенск
12	Ниже г. Звенигород	28	р-н Братеево	43	Ниже г. Воскресенск
13	Выше р. Истра	29	с. Беседы	44	Выше гидроузла Северка
14	Ниже р. Истра	30	г. Дзержинский	45	Ниже гидроузла Северка
15	с. Ильинское	31	Выше гидроузла Андреевка	46	г. Коломна

Концентрация АПАВ в водах р. Москвы в пересчете на додецилсульфат натрия в июле изменялась от 0,042 до 0,186 мг/л. Динамика содержания АПАВ по тракту реки в июле приведена на рис. 1. Скачкообразное увеличение содержания АПАВ отмечено ниже г. Можайска, ниже впадения р. Ведомка, в районе с. Ильинское, в районе Воробьевых гор, ниже выпусков КСА и ЛСА, в районе Софьинского гидроузла, в районе г. Воскресенск и г. Коломна. В целом, реку можно разделить на 2 участка по концентрации АПАВ – участок от станции 1 до станции 24 (среднее содержание АПАВ 0,068 мг/л) и участок от станции 25 до станции 46 (среднее содержание АПАВ 0,129 мг/л). Концентрация АПАВ в августе изменялась от 0,07 до 0,16 мг/л, в сентябре от 0,075 до 0,21 мг/л. Динамика содержания АПАВ в целом была стабильной, увеличение концентрации АПАВ в большинстве случаев совпадало с зонами повышенных концентраций, отмеченными в июле.



Динамика содержания АПАВ (в пересчете на додецилсульфат натрия) в июле 2016 г.

Динамика содержания АПАВ отражает несколько типов техногенной нагрузки – централизованное поступление хозяйственно-бытовых сточных вод (район г. Можайск, выпуски КСА и ЛСА, стоки г. Воскресенск), локальное нецентрализованное поступление бытовых стоков (с. Ильинское, район Софьинского гидроузла – интенсивно используются местным населением для рекреационных целей, мытья автотранспорта и даже для стирки) и рекреационная нагрузка, связанная с поступлением бытовых стоков и использованием моющих средств (порт в районе устья реки, прогулочный водный транспорт в районе Воробьевых гор). Таким образом, данные по содержанию АПАВ можно использовать в качестве индикационного показателя для нескольких типов техногенного воздействия при изучении изменения структуры сообщества диатомовых водорослей, однако в комплексе с другой информацией, в частности данными рекогносцировочной оценки о характере водопользования на конкретном участке водного объекта.

Работа была выполнена с использованием приборно-технической базы Московского государственного университета имени М.В. Ломоносова (тема № АААА-А16-116021660054-4) при финансовой поддержке РФФИ (Проект 16-34-00485).

Список литературы:

ГОСТ 31861-2012. Вода. Общие требования к отбору проб.

ПНД Ф 14.1:2:4.15-95. Количественный химический анализ вод. Методика измерений массовой концентрации анионных поверхностно-активных веществ в питьевых, поверхностных и сточных водах экстракционно-фотометрическим методом.

МОНИТОРИНГ ГИДРОХИМИЧЕСКИХ ХАРАКТЕРИСТИК СЕВАСТОПОЛЬСКОЙ БУХТЫ

Н.А. Орехова
Морской гидрофизический институт РАН,
РФ, 2990118, г. Севастополь, ул. Капитанская, д. 2, natalia.orekhova@mhi-ras.ru

Севастопольская бухта представляет собой полузамкнутую акваторию с ограниченным водообменом, за исключением редких сильных сгонно-нагонных штормовых течений северо-западного направления в зимний период. В вершине бухта принимает воды реки Черной, сток которой обеспечивает поступление биогенных и загрязняющих веществ (объем которых сопоставим с их поступлением при сбросах хозяйственно-бытовых сточных вод), значительных количеств органических и минеральных веществ.

Бухта относится к числу морских акваторий, которые подвержены постоянному антропогенному влиянию: здесь активно функционируют морская производственная и транспортная инфраструктуры. Аварийные канализационные и ливневые стоки, остатки топлива и горюче-смазочных материалов являются дополнительными источниками поступления различных загрязняющих веществ, биогенных элементов, и органического вещества в ее воды. Перечисленные источники способствуют ухудшению экологических характеристик вод бухты, а также накоплению в донных отложениях органического углерода и тяжелых металлов, и, как следствие, «вторичному» загрязнению вод.

Ежеквартальный мониторинг гидрохимических характеристик вод Севастопольской бухты проводится в Морском гидрофизическом институте с 1998 г. по настоящее время. Пробы воды отбираются с поверхностного и придонного горизонтов по сетке, состоящей из 36 станций, охватывающих участки с различной степенью антропогенной нагрузки.

В береговой лаборатории выполняются анализы проб воды на следующие показатели: растворенный кислород, кремнекислота, общий фосфор, фосфаты, нитриты, нитраты, аммоний, величина pH, щелочность. Анализ производится в день отбора проб.

Полученный временной ряд гидрохимических характеристик показал, что распределение основных гидрохимических параметров в воде Севастопольской бухты характеризуется значительной пространственной и временной изменчивостью.

По изменению концентрации кислорода и биогенных элементов (неорганических форм азота) были выделены наиболее экологически неблагоприятные районы. К их числу относится б. Южная – в этом районе наблюдаются максимальные концентрации нитратов и нитритов (более 100 и 1 мкМ, соответственно), что обусловлено, в первую очередь, расположением здесь судоремонтных площадей и стоянки судов, в куте бухты – дополнительным источником биогенных элементов (аварийный сброс канализационных или ливневых вод). В районе Инкермана и ТЭЦ также наблюдаются высокое содержание биогенных элементов и снижение концентрации кислорода. Так в сентябре 2009 г в этом районе на глубине 19.5 м было зафиксировано отсутствие кислорода и впервые был аналитически обнаружен сероводород в концентрации 37 мкМ.

Анализ данных показал, что максимальные концентрации биогенных элементов (нитратов, нитритов, фосфатов) наблюдались в период 2001 – 2004 гг.

Определение pH и щелочности позволило рассчитать компоненты карбонатной системы вод Севастопольской бухты и оценить их динамику. Максимальные изменения характеристик карбонатной системы наблюдались в поверхностном слое (увеличение концентрации диоксида углерода на 20%, гидрокарбонат-ионов – на 4% и снижение концентрации карбонат-ионов на 17%, при этом содержание общего растворенного неорганического углерода увеличилось незначительно – на 2%), преимущественно в летний период. Это, вероятно, обусловлено тем, что на этот период приходится максимальная

антропогенная нагрузка на воды бухты, также снижается влияние гидродинамических факторов и наблюдается ярко выраженная стратификация вод.

По многолетним изменениям компонентов карбонатной системы можно сделать вывод, что увеличение общего растворенного неорганического углерода (TCO_2) в 1998 – 2015 гг. не является статистически значимым и составляет ~2%. Это может означать, что к настоящему времени экосистема бухты пока еще способна к «самовосстановлению». Однако существенное увеличение концентрации диоксида углерода и, соответственно, его парциального давления (pCO_2) в придонном и поверхностном слоях бухты (до 20%) за изучаемый период свидетельствуют о негативных изменениях, приводящих к трансформации природного цикла углерода, характерного для прибрежных экосистем.

Работа выполнена в рамках программы государственного задания по теме 0827-2014-0010 «Комплексные междисциплинарные исследования океанологических процессов, определяющих функционирование и эволюцию экосистем Черного и Азовского морей, на основе современных методов контроля состояния морской среды и гридтехнологий» (шифр « Фундаментальная океанология») и проектов РФФИ №16-35-60006 мол_дк_а «Многолетние изменения характеристик цикла углерода Севастопольской бухты».

РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕРИТОРИИ БАССЕЙНА ОКИ ПО СТЕПЕНИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ РЕЧНЫХ ВОД

Ю.С. Гришанова[2)], *О.С. Решетняк*[1,2)]
[1)] ФГБУ «Гидрохимический институт» Росгидромета,
РФ, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, д. 198, info@gidrohim.com
[2)] Институт Наук о Земле ЮФУ,
РФ, 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, д. 40, osreshetnyak@sfedu.ru

Проблема качественного и количественного истощения водных ресурсов вследствие загрязнения водотоков и интенсивного водопотребления стала особенно актуальной в последние десятилетия. Сброс сточных вод различных промышленных предприятий ухудшает не только качество воды рек, но и приводит к трансформации их экологического состояния (Никаноров и др., 2012). Достаточно остро эта проблема стоит для высоко урбанизированных и густонаселенных территорий, к которым относится Окский бассейн.

Водотоки на территории бассейна подвергаются антропогенному воздействию за счет хозяйственно-бытовых стоков городов и промышленных сбросов предприятий. При этом качество воды по длине реки Ока меняется от 3-го («загрязненная») до 5-го класса («экстремально грязная»), наиболее загрязненным является среднее течение реки в пределах Московской области, а характерными загрязняющими веществами являются соединения меди, азот нитритный и органические вещества (Решетняк и др., 2015). А поскольку загрязнение воды реки может иметь серьезные последствия для человека (ухудшение здоровья населения при использовании загрязненной воды) и биоты (деградация гидробиоценозов), исследования, направленные на оценку изменчивости качества воды в бассейне реки Ока особенно актуальны. В связи с этим, целью данной работы является оценка изменчивости качества воды в пределах бассейна реки Ока и районирование территории по степени загрязненности речных вод.

Исследование проведено на основе многолетней (2005-2015 гг.) гидрохимической информации Государственной системы наблюдения (ГСН) Росгидромета. Рассмотрены данные в створах наблюдений по длине реки Ока и ее наиболее крупных притоков – рр. Зуша, Упа, Жиздра, Угра, Протва, Осетр, Москва, Проня, Мокша, Цна, Теша, Клязьма (всего 42 пункта наблюдений). Для оценки степени загрязненности речных вод использован удельный комбинаторный индекс загрязненности воды (УКИЗВ), который позволяет оценить качество воды по широкому перечню химических веществ (РД 52.24.643, 2002). Анализ информации показал, что качество воды в бассейне реки Ока варьирует в широком диапазоне от 2-го («слабо загрязненная») до 5-го класса («экстремально грязная»). Минимальное значение УКИЗВ было зафиксировано на участке р. Проня в пгт. Серебрянь (2009 г.), максимальное – р. Клязьма в г. Щелково (2013 г.).

Районирование территории проведено методом бальной оценки с использованием показателя УКИЗВ (диапазонов и среднемноголетних значений) и градаций напряженности экологической ситуации на территории. Для каждого пункта наблюдений взяты диапазоны значений данного показателя за период 2005-2015 гг. и рассчитаны средне многолетние значения. Пункты наблюдений сгруппированы по их расположению в границах областей и найдены средне многолетние значение УКИЗВ для каждого субъекта. Общий диапазон значений УКИЗВ во всех пунктах наблюдений был разбит на пять диапазонов (каждому из которых присваивался балл от 1 до 5). Градации (диапазоны) изменения степени загрязненности воды сопоставлены со шкалой оценки напряженности экологической обстановки. Это и стало основой для районирования территории бассейна.

На рисунке представлено районирование бассейна реки Ока по степени загрязненности речных вод методом бальной оценки по среднемноголетним значениям УКИЗВ для каждого пункта наблюдений и для области в целом.

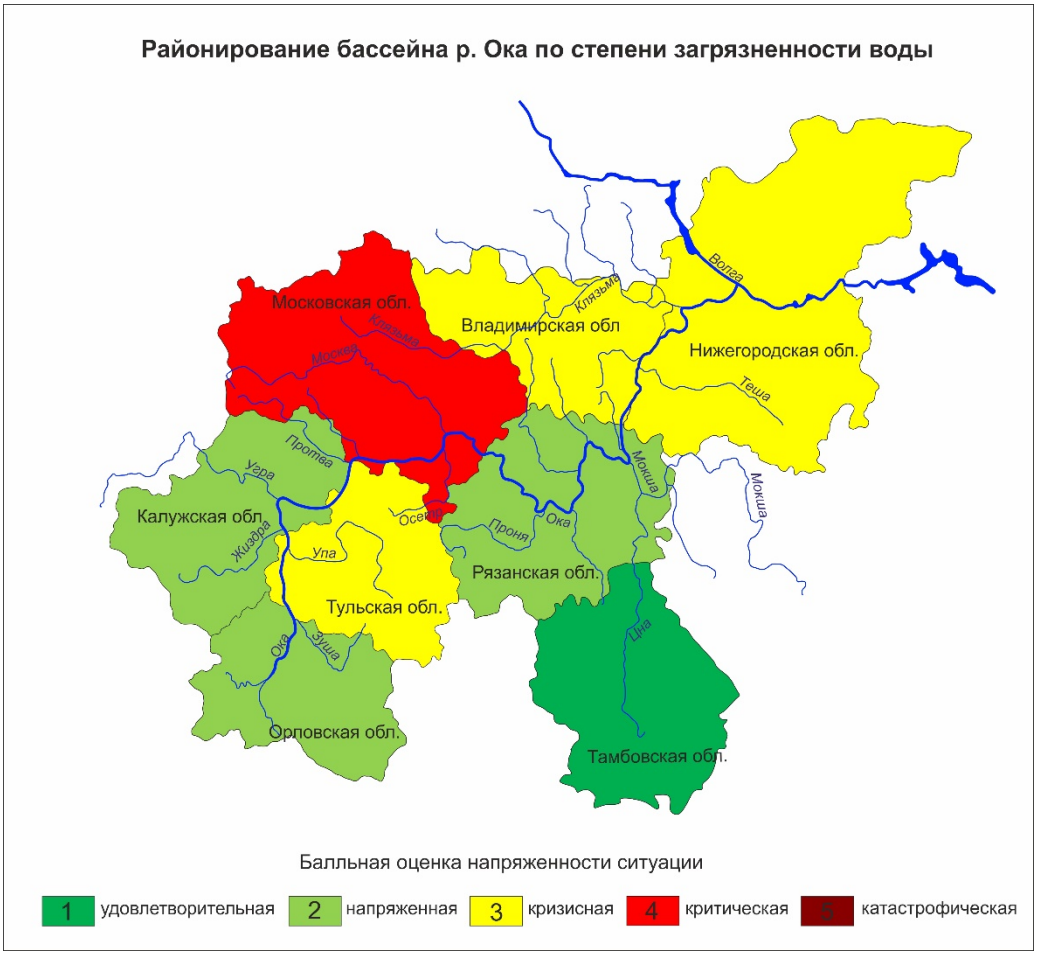


Рис. Карта-схема районирования бассейна реки Ока по степени загрязненности речных вод

По результатам районирования бассейна Оки можно отметить, что состояние поверхностных вод на данной территории варьируется от «удовлетворительного» до «критического». Четкой пространственной закономерности в изменении степени загрязненности воды по течению рек не наблюдается. Наименее загрязненным является верхний участок р. Цна, протекающий по территории Тамбовской области. Наиболее напряженная обстановка сложилась в Московской области, на территории которой протекают наиболее загрязненные реки Протва, Москва и Клязьма. Полученные данные могут быть использованы при разработке водоохранных мероприятий, направленных на улучшение качества воды и восстановление водных экосистем бассейна реки Ока.

Список литературы:

Никаноров А.М., Брызгало В.А., Решетняк О.С. 2012. Реки России в условиях чрезвычайных экологических ситуаций. – Ростов-н/Д: Изд-во «НОК». – 308 с.

РД 52.24.643-2002. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Ростов-н/Д: ФГБУ «ГХИ». – 32 с.

Решетняк О.С., Лямперт Н.А., Гришанова Ю.С. 2015. Пространственная изменчивость химического состава и качества воды р. Ока // Материалы научной конференции с международным участием «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод». Часть 2.– Ростов-на-Дону. С. 278-282.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ МОРЕЙ УГЛЕВОДОРОДАМИ В РАЙОНЕ УСТЬЕВ АРКТИЧЕСКИХ РЕК (СЕВЕРНАЯ ДВИНА И ЛЕНА) ВО ВЗВЕСИ И ДОННЫХ ОСАДКАХ.

З.Ю. Реджепова, И.А. Немировская
Институт океанологии им. П.П. Ширшова РАН

РФ, 117997, г. Москва, Нахимовский пр. 36, rejepowa@yandex.ru, nemir@ocean.ru

Российская Арктика становится основным ресурсным регионом нашей страны. Начальные извлекаемые ресурсы нефти и газа континентального арктического шельфа в пересчете на нефть сейчас оцениваются в диапазоне от 90 до 100 млрд. тонн, что соответствует 20-25% общемировых запасов углеводородов (УВ) (Немировская, 2013). Перспективы ухудшения состояния морских экосистем, связанные с индустриализацией побережья и предполагаемой масштабной добычей нефти предопределяет актуальность и необходимость разностороннего исследования нефтяных загрязняющих веществ в Арктических морях (АМАР, 2007).

В данной работе приведены результаты исследования алифатических углеводородов (АУВ) во взвеси в поверхностном слое воды и донных осадках, полученных в устьевых областях Северной Двины и Лены в конце лета 2015 г.

Определение проводили методами, принятыми при анализе нефтяных и природных соединений: АУВ - методом ИК-спекгрофотометрии, $С_{орг}$ - сухого сожжения, взвесь - гравиметрически, состав взвеси - с помощью сканирующего электронного микроскопа, хлорофилл *a* - флуоримегрическим методом.

Ранее считалось, что решающий вклад в суммарное поступление нефтяных УВ в моря Арктики принадлежит речному стоку (Диагностический анализ…, 2011). Собственно, согласно полученным данным, наибольшая изменчивость концентраций АУВ и их максимальные значения относятся к устьевым областям рек. Геохимический барьер река─море (маргинальный фильтр) играет важнейшую роль в судьбе речного стока, т.к. около 93% взвешенных веществ речного стока и около 40% растворенных накапливается на этой границе (Лисицын, 2014).

При смешении речных вод с морскими с увеличением солености происходило уменьшение концентраций взвешенных АУВ, синхронное с содержанием липидов и взвеси. В устье Северной Двины по направлению к Белому морю содержание АУВ уменьшалось в 2.3 раза от 32 до 69 мкг $л^{-1}$ (2011 г.) (Немировская, 2015) и в 5 раз от 161 до 29 мкг $л^{-1}$ (2015 г.). Наиболее высокие концентраций АУВ летом 2015 г, выше ПДК для нефтяных УВ - 50 мкг $л^{-1}$, наблюдались с начала разреза до солености 18.4 psu. При изменении солености от 0.5 до 1.4 psu (в гравитационной области маргинального фильтра) содержание АУВ уменьшалось в 1.8 раз. В коллоидно-дисперсной области из-за процессов флоккуляции и коагуляции происходило дальнейшее снижение концентраций органических соединений (ОС). Далее по разрезу содержание АУВ понижалось синхронно с взвесью и хлорофиллом *a.* С просветлением воды в мористой части разреза улучшалась их освещенность, что приводило к увеличению концентраций хлорофилла *a.*

На разрезе р. Лена – море Лаптевых концентрации АУВ во взвеси изменялись в меньшем диапазоне, чем устье Северной Двины: 42.7–4.4 мкг $л^{-1}$. При солености около 2 psu в эстуариях обычно возникает так называемая «иловая пробка» - участки с аномально высокими содержаниями взвеси (Лисицын, 2014). Поэтому в начале разреза на станции 5216 наблюдаются максимальные значения содержания взвеси, липидов и УВ (рис. 1).

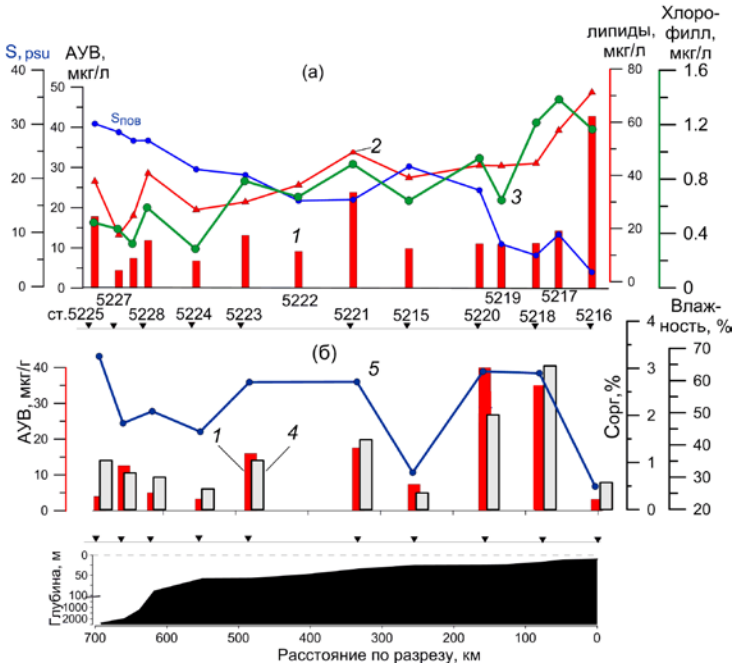


Рис. 1. Распределение на разрезе р. Лена - море Лаптевых в 2015г: в поверхностных водах во взвеси (а) ─ АУВ (1), липидов (2), хлорофилла (3) и солености и в донных осадках (б) ─ АУВ (1), Сорг (4) и влажности (5) .

Далее по разрезу с увеличением солености содержание АУВ уменьшалось, а потом изменялись в меньшей мере. Концентрирование АУВ в донных осадках, как и в поверхностных водах, происходит в коллоидно-дисперсной области маргинального фильтра станций 5218-5220.

В морских донных осадках фоновые концентрации АУВ обычно ниже 50 мкг $г^{-1}$ в илистых и 10 мкг $г^{-1}$ в песчанистых, а их доля в составе $С_{орг} \leq 1\%$ (Немировская, 2013).

Их наибольшая концентрация достигала в поверхностном слое осадков 39.9 мкг $г^{-1}$ в алевро-пелитовых илах (ст. 5220), при этом доля АУВ в составе $С_{орг}$ составила всего 0.17%. Следовательно, содержания АУВ донных осадках на данном разрезе оказались фоновыми. В пелагиаль моря Лаптевых поступают сравнительно чистые воды.

Таким образом, можно заключить, что маргинальные фильтры рек справляются с поступающими загрязнениями. Отсюда следует, что реки не являются основным источником нефтяного загрязнения шельфа арктических морей.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант 14–05–00223), программы фундаментальных исследований Президиума РАН №3 "Биогеохимические исследования…". и гос. задания 0149-2014-0038 "Геолого-геохимические исследования…"

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Диагностический анализ состояния окружающей среды арктической зоны Российской Федерации (расширенное резюме) М.: Научн. мир, 2011. 124 с.

2. *Лисицын А.П.* Современные представления об осадкообразовании в океанах и морях. Океан как природный самописец взаимодействия геосфер земли. Мировой океан Т.2. М.: Науч. мир, 2014. С. 331–571

3. *Немировская И.А.* Нефть в океане (загрязнение и природные потоки). М.: Научный мир. 2013, 432 с.

4. *Немировская И.А., Травкина А.В., Трубкин И.П.* Углеводороды в водах и донных осадках Белого моря // Проблемы Арктики и Антарктики, 2015, № 3 (105), С. 77-89

5. AMAP (Arctic Monitoring and Assessment Programme). Persistent organic pollution in the Arctic. –Oslo: AMAP, 2007. – Chapter 4. – 87 p.

ВЛИЯНИЕ ПАШЕННОГО ЗЕМЛЕДЕЛИЯ НА ГИДРОХИМИЧЕСКИЙ СТОК ГОРНЫХ РЕК

Ю.Б. Кирста[1,2], А.В. Пузанов[1]

[1] Институт водных и экологических проблем СО РАН,

РФ, 656038, г. Барнаул, ул. Молодежная, д. 1, kirsta@iwep.ru, puzanov@iwep.ru

[2] Алтайский государственный технический университет им. И.И. Ползунова,

РФ, 656038, г. Барнаул, просп. Ленина, д. 46, kirsta@iwep.ru

Исследования и мониторинг биогеохимических циклов в геосистемах речных бассейнов требует разработки соответствующих математических моделей. Модели позволяют количественно характеризовать динамику гидрологических и гидрохимических процессов в бассейнах и успешно решать возникающие проблемы рационального водопользования. При этом они должны адекватно учитывать воздействие на указанные процессы и природных, и антропогенных факторов. Такая задача резко осложняется для горных территорий вследствие их сложного орографического строения и не менее сложной пространственно-временной структуры климатических полей. Ее решение возможно на основе системного подхода к анализу сложноорганизованных природных систем. Этот подход можно также назвать геосистемно-бассейновым, так как рассматриваемые геосистемные процессы идут в пределах границ речных бассейнов.

На примере 34-х средних и малых рек Алтае-Саянской горной страны с помощью системно-аналитического моделирования (Кирста Ю., Кирста Б., 2014) нами разработаны балансовые модели семи компонентов гидрохимического стока: минеральных форм азота (NO_2^-, NO_3^-, NH_4^+), фосфатов (PO_4^{3-}), ионов (растворенного вещества или минерализации воды), общего растворенного железа (Fe), взвешенного вещества (Kirsta, Puzanov, 2016). Модели описывают сезонную и многолетнюю динамику стока указанных веществ для каждой реки по данным о ландшафтной структуре и орографии речных бассейнов, пахотных площадях, среднемесячных температурах воздуха и месячных осадках. Рассмотрены четыре гидрологических периода/сезона: первый (зимняя межень, XII-III мес.), второй (весенне-летнее половодье, IV-VI), третий (летняя межень, VII-VIII), четвертый (осенняя межень с возможными паводками при сильных дождях, IX-XI). Для учета ландшафтной структуры речных бассейнов выделены 13 типологических групп геосистем (ландшафтов). Рассчитанные критерии $RSR < 0.60$ (RMSE-Standard deviation Ratio) и $NSE=(1–RSR^2) > 0.65$ (Nash-Sutcliffe model Efficiency coefficient) (Moriasi et al., 2007; Koch, Cherie, 2013) означают хорошее и очень хорошее качество моделей.

Уравнения гидрохимического стока в моделях имеют вид:

для первого гидрологического сезона –

$$\text{Сток} = \sum_k a_k Q_k^i H(c_1, c_1, 1, 1, c_2, c_3, P) H(c_4, c_4, 1, 1, c_5, c_6, K^i) + bq^i + dS^i Q^i, \quad (1а)$$

для второго, третьего и четвертого гидрологических сезонов –

$$\text{Сток} = \sum_k a_k Q_k^i H(c_1, c_1, 1, 1, c_2, c_3, P) H(c_4, c_4, 1, 1, c_5, c_6, K^i) + bq^i + d\sqrt{S^i} Q^i, \quad (1б)$$

где P – обобщенные по территории Алтае-Саянской горной страны нормированные осадки за IX-XI месяцы предшествующего года для 1-го сезона или за IV-VI, VII-VIII, IX-XI месяцы для 2, 3, 4-го сезонов соответственно (Кирста, 2011); a_k – параметры, отвечающие постоянной среднесезонной концентрации вещества в расчетном водном стоке Q_k^i, формируемом k-й группой геосистем в бассейне i за счет осадков P (Kirsta, Puzanov, 2016), k=1÷13, i=1÷34; b – параметр, сопоставляемый с постоянной среднесезонной концентрацией вещества в расчетном приходящем (или уходящем) среднесезонном подземном водном стоке q^i, который формируется в бассейне i почвенно-грунтовыми водами и водами зон трещиноватых пород; K^i – средний поперечный уклон бассейна i, рассчитываемый по картографическим данным как тангенс угла наклона склонов относительно горизонтали; H – кусочно-линейная функция (Кирста Ю., Кирста Б., 2014); $c_{1\div6}$ – параметры, отражающие влияние на сток вещества осадков P и уклона K^i; d – параметр, характеризующий увеличение концентрации вещества от каждого процента площади S^i в расчетном водном стоке Q^i; S^i – площадь пахотных земель, выражаемая в процентах от площади бассейна i.

Для первого гидрологического сезона (зимняя межень) в (1а) найдена прямо пропорциональная зависимость компонентов гидрохимического стока от площади пахотных земель. Она обусловлена проникновением растворенных веществ в почвенно-грунтовые воды по всей площади пашни при практическом отсутствии поверхностного и внутрипочвенного водных стоков. Для остальных сезонов в (1б) формируемая пашней часть гидрохимического стока оказалась пропорциональной квадратному корню от площади пахотных земель, то есть их линейному масштабу. Такая зависимость объясняется наличием в эти сезоны поверхностного и внутрипочвенного склоновых стоков воды, смывающих вещества в реку по сути с нижней границы пашни. Для разработанных моделей оценена также степень влияния пашни на сток веществ (табл. 1).

Табл. 1. Чувствительность гидрохимического стока к вариациям площадей пашни, %*

Гидрологические сезоны	Компоненты гидрохимического стока						
	NO_2^-	NO_3^-	NH_4^+	PO_4^{3-}	Ионы	Fe	Взвешенное вещ-во
Первый	4	2	0.1	4	12	~0	1
Второй	5	0	5	16	33	21	20
Третий	0.3	0	0	16	7	~0	9
Четвертый	3	0	0	16	9	~0	4

* Выражена как вклад (%) имеющихся вариаций площадей пашни в дисперсию (100%) наблюдаемых значений у конкретного компонента гидрохимического стока.

Используя (1а, 1б) и чувствительность компонентов гидрохимического стока к изменениям пахотных площадей (табл. 1), несложно оценить степень антропогенных нарушений биогеохимических циклов в речных бассейнах. Тем самым разработанные модели позволяют осуществлять мониторинг этих циклов и эффективно регулировать качество речных вод в Алтае-Саянской горной стране через соответствующее управление землепользованием. Модели с заново выбранными ландшафтами и обновленными параметрами могут быть, очевидно, применены и к другим горным территориям.

Список литературы

Кирста Ю.Б. 2011. Пространственное обобщение климатических характеристик для горных территорий. Мир науки, культуры, образования, № 3(28), с. 330-337.

Кирста Ю.Б., Кирста Б.Ю. 2014. Информационно-физический закон построения эволюционных систем. Системно-аналитическое моделирование экосистем. – Барнаул, Изд-во Алт. гос. ун-та, 283 с.

Kirsta Yu.B., Puzanov A.V. 2016. System-analytical modeling of water quality for mountain river runoff – Водный форум БРИКС: Международная научно-практическая конференция, Москва, 29–30 сент. 2016 г. – Доступно на сайте http://bricswater.org/data/2016/10/20/1107835601/%D0%A1%D0%B5%D0%BA%D1%86%D0%B8%D1%8F%204_%20%D0%A6%D0%B5%D0%BB%D1%8B%D0%B9.pdf

Koch·M., Cherie N. 2013. SWAT-modeling of the impact of future climate change on the hydrology and the water resources in the upper Blue Nile river basin, Ethiopia. In: Proceedings of the 6th International Conference on Water Resources and Environment Research. ICWRER 2013, Koblenz, Germany, June 3-7, 2013, p. 428-523.

Moriasi D.N., Arnold J.G., Van Liew M.W., Bingner R.L., Harmel R.D., Veith T.L. 2007. Model evaluation guidelines for systematic quantification of accuracy in watershed simulation. Transactions of the ASABE, vol. 50(3), p. 885-900.

МОНИТОРИНГ ФИНСКОГО ЗАЛИВА БАЛТИЙСКОГО МОРЯ: ВЛИЯНИЕ АНТРОПОГЕННЫХ ФАКТОРОВ НА БИОГЕОХИМИЧЕСКИЕ ПРОЦЕССЫ В ПРИБРЕЖНОЙ ЗОНЕ

Ю.М. Поляк, Ю.И.Губелит, Т.Д.Шигаева, В.А.Кудрявцева, Л.Г.Бакина
ФГБУН "Научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН",
РФ, 197110, г. Санкт-Петербург, ул. Корпусная, д.18, yuliapolyak@mail.ru

Побережье восточной части Финского залива Балтийского моря представляет собой один из наиболее густонаселенных и высокоразвитых районов с высокой концентрацией промышленности, интенсивным сельским хозяйством, крупнейшими в Европе нефтеналивными терминалами. Высокий уровень антропогенной нагрузки является причиной загрязнения, как восточной части Финского залива, так и всего Балтийского моря (Gubelit et al., 2016). Основная часть поллютантов аккумулируется в донных отложениях, создавая вторичное загрязнение, и вызывая экологические последствия и биологические эффекты.

В формировании качества воды в водных объектах, испытывающих антропогенную нагрузку, особое значение имеет активность микроорганизмов. Деятельность микроорганизмов определяет интенсивность и направленность биогеохимических процессов, протекающих в загрязненных экосистемах (Madson, 2005). Загрязняющие вещества, накапливаясь в донных отложениях, оказывают на микроорганизмы негативное воздействие, которое проявляется в сукцессии микробных популяций, изменении уровня их ферментативной активности. Целью настоящих исследований являлось изучение микробиологических процессов, протекающих в донных отложениях прибрежной зоны восточной части Финского залива, и оценка нарушений, вызванных загрязнением тяжелыми металлами, нефтью и нефтепродуктами.

Экспедиционные исследования проводили в 2012-2016 гг. в летний период на 13 станциях наблюдения от Приморска на северном побережье до Лужской губы на южном побережье залива (Рис. 1). Мониторинг основных характеристик донных отложений прибрежной зоны включал в себя комплексные натурные исследования физических и химических свойств донных отложений, загрязненность их тяжелыми металлами (ТМ) и нефтепродуктами (НП), изучение подвижности тяжелых металлов, исследование бентосных микробоценозов, анализ ферментативной активности микробного сообщества.

Верхний слой донных отложений был представлен преимущественно песчаными фракциями с незначительным содержанием глинистых частиц. Градиент солености отражал распространение пресных вод р. Невы в сторону моря и варьировал в диапазоне от 0.1 до 3.2 г $л^{-1}$. На ряде станций наблюдения были зарегистрированы отрицательные значения окислительно-восстановительного потенциала донных отложений, достигающие -80 мВ. Анализ уровня загрязнения донных отложений тяжелыми металлами и нефтепродуктами показал, что концентрация НП в донных отложениях достигает 110 мг $кг^{-1}$, концентрация меди, цинка, свинца и кадмия – 67, 172, 92 и 0.3 мг $кг^{-1}$, соответственно. Медь и свинец вносят основной вклад в загрязнение залива. В Приморске концентрация меди превышала ПДК более чем в 3 раза. В донных отложениях Приморска было выявлено максимальное содержание наиболее опасных с экологической точки зрения подвижных форм ТМ.

Подвижные формы металлов, способны высвобождаться из донных отложений и накапливаться живыми организмами. Факторы биоконцентрации ТМ водорослями *Cladophora glomerata*, широко распространенными в Балтийском море возбудителями «зеленых приливов», достигали 22 000 л $кг^{-1}$. В местах массовых скоплений водорослевой биомассы происходило дополнительное накопление металлов в донных отложениях, обусловленное возникающей гипоксией и выходом металлов из разлагающейся биомассы водорослей.

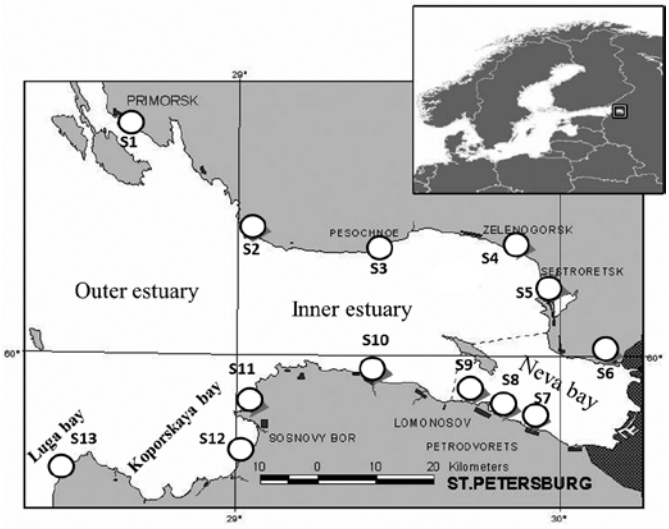


Рис. 1. Карта восточной части Финского залива и расположение станций наблюдения

Общая численность гетеротрофных бактерий в образцах донных отложений заметно варьировала как в северной, так и в южной части побережья, и составляла от 10^5 до 10^7 КОЕ $г^{-1}$. В большинстве исследованных образцов были обнаружены микроорганизмы толерантные к тяжелым металлам. На ряде станций наблюдения была выявлена высокая численность углеводород-окисляющих бактерий, способных использовать нефтяные углеводороды, как источник углерода и энергии. Корреляционный анализ выявил прямую зависимость между содержанием ТМ и относительной численностью Ме-толерантых бактерий (в % к общему числу гетертрофов), а также, между концентрацией НП и относительной численностью УВ-окисляющих бактерий. Активное развитие в загрязненных донных отложениях микроорганизмов специфических групп указывает на адаптацию микробиоты к антропогенному воздействию.

Гетеротрофные бактерии синтезируют ферменты, необходимые для деградации и трансформации полимеров и органических соединений, что определяет их важнейшую роль в регулировании биогеохимических циклов в водных экосистемах. Статистический анализ выявил тесную связь ферментативной активности донных отложений не только с природными факторами (гранулометрическим составом, содержанием органического вещества, Eh), но и с антропогенными - концентрацией тяжелых металлов (меди, свинца) и нефтепродуктов. Корреляция с металлами была отрицательной, в то время как между нефтепродуктами и ферментами была обнаружена положительная корреляция. Высокий уровень корреляции отражает взаимодействие между поллютантами и микроорганизмами, которое проявляется в форме токсического действия металлов на микробиоту донных отложений и активного развития УВ-окисляющих бактерий.

Таким образом, выявленные различия в активности микробиоты донных отложений определяются влиянием как природных, так и антропогенных факторов. Несмотря на адаптацию части микробного сообщества к антропогенному воздействию, ферментативная активность донных отложений, загрязненных тяжелыми металлами, снижается, что свидетельствует о замедлении скорости трансформации органического вещества и снижении интенсивности биогеохимических процессов.

Список литературы:

Gubelit Y., Polyak Y., Dembska G., Pazikowska-Sapota G., Zegarowski L. et al. 2016. Nutrient and metal pollution of the eastern Gulf of Finland coastline: sediments, macroalgae, microbiota. Science of the Total Environment, vol. 550, p. 806-819.

Madsen E. L. 2005. Identifying microorganisms responsible for ecologically significant biogeochemical processes. Nature Reviews Microbiology, vol. 3(5), p. 439-446.

РЕЗУЛЬТАТЫ ГОСУДАРСТВЕННОГО НАУЧНО-ТЕХНИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ЗАРГЯЗНЕНИЯ ПЕСТИЦИДАМИ ПРЕСНЫХ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД КРЫМА ЕГО ПРИБРЕЖНЫХ ЧЕРНОМОРСКИХ ВОД (СЕВАСТОПОЛЬСКАЯ БУХТА, ЯЛТИНСКИЙ ЗАЛИВ) В ПЕРИОД КОНЦА XX ВЕКА

А.И. Рябинин, Н.П. Клименко, С.А. Боброва

Севастопольское отделение федерального государственного бюджетного учреждения
«Государственный океанографический институт им.Н.Н.Зубова»
РФ, 299011, г. Севастополь, ул. Советская, 61, npklimenko@yandex.ru

Загрязнение природных вод органическими ксенобиотиками являлась одной из наиболее актуальных проблем 20-го века. Причиной столь высокого внимания к проблеме загрязнения объектов окружающей среды хлорогранических пестицидами является не только их повышенная устойчивость в природных средах, но и обнаруженная и доказанная их канцерогенность. Несмотря на полный запрет использования этих веществ в сельском хозяйстве, их остаточные количества обнаруживались в пробах воды в 70-х и 80-х годах прошлого столетия и продолжают обнаруживаться и в наши дни. Результаты мониторинга, проведенного в XX веке (до 1995 г.) наиболее полно изложены в монографии (А.И. Симонов, 1996). Программа мониторинга реализовывалась (ОГСНК) по 8-ми показателям загрязнения α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, алдрин, ГПХ, ДДТ, ДДЭ, ДДД, ПХБ. Средняя квадратичная погрешность газо-хроматографического анализа при этом составлял 10 – 15 %, а нижний предел определения для указанных величин соответственно составлял (в нг·дм$^{-3}$): 1.1; 1.1; 1.1; 1.1; 3.3; 3.8; 3.2 и 20. И было установлено этим мониторингом следующий уровень загрязнения указанных регионов Черного моря и его прибрежных районов.

Севастопольская бухта. Ее воды в период 1975 – 1990 гг. содержали систематически величины отношений максимальной годовой концентрации к средним годовым концентрациям в поверхностных водах γ-ГХЦГ и ПХБ (нг·дм$^{-3}$): 88 / 19 (1976 г.) – 0 / 0 (1985 г.) – 5.0 / 2.5 (1990 г.) и 87 / 20 (1985 г.) – до 20 / 20 (1990 г.). В 1991 г. содержание обоих пестицидов определено соответственно 13 и 32 нг·дм$^{-3}$, а в 1992 г. воды содержали максимально 8.0 нг·дм$^{-3}$ γ-ГХЦГ, а до 20 нг·дм$^{-3}$ ПХБ. В 1993 г. воды бухты содержали ДДТ (до 3.8 нг·дм$^{-3}$), а также γ-ГХЦГ (до 6.0 нг·дм$^{-3}$) и ПХБ (до 120 нг·дм$^{-3}$). В 1994 г. содержание γ-ГХЦГ и ПХБ так же находилось в водах бухты и в более высоких концентрациях (по средним значениям 13 и 6.0 нг·дм$^{-3}$), а α-ГХЦГ – до 13 нг·дм$^{-3}$. В 1995 г. воды бухты содержали (γ-ГХЦГ до 5.1; ГПХ до 5.6; ГХБ до 3.2; ПХБ до 45; ДДЭ до 1.0 нг·дм$^{-3}$).

Ялтинский залив (открытая зона и припортовый район). Ее воды в период 1983 – 1990 гг. были загрязнены γ-ГХЦГ, а припортовый район также был загрязнен ΣДДТ. Отношение максимальных концентраций в открытой зоне для γ-ГХЦГ, к концентрациям γ-ГХЦГ в припортовом районе, а так же отношение величин (нг·дм$^{-3}$): 1983 г. – 6.0 / 100 / –; 1984 г. – 7.0 / 60 / 0; 1985 г. – 0 /5.0 / 0; 1986 г. – 7.0 / 23 / 9.0; 1987 г. – 2.0 / 90 / 9.0; 1988 – 1.0 / 21 / 0; 1989 г. – <1.0 / 5.0 / 0; 1989 г. – <1.0 / 5.0 / 0; 1990 г. – <1.0 / 1.0 /26. В 1991 г. на акватории Ялтинского порта наблюдались средние и максимальные концентрации γ-ГХЦГ от <1.0 – 1.0 нг·дм$^{-3}$, ДДТ и его метаболитов от от <1.0 – 28 нг·дм$^{-3}$. В 1992 г. в этой зоне содержались γ-ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ и ДДД до 2.4; 2.3; 4.0 и 3.1 нг·дм$^{-3}$. В 1993 г. максимальные концентрации достигали величин 58 нг·дм$^{-3}$ γ-ГХЦГ и 2.0 нг·дм$^{-3}$ ДДТ при среднем значении 1.0 нг·дм$^{-3}$. В 1994 г. – содержание γ-ГХЦГ достигало 9.4 нг·дм$^{-3}$, а ДДТ с метаболитами <1.4 нг·дм$^{-3}$. В 1995 г. – содержание в водах моря у п. Ялта составляло величины: γ-ГХЦГ – 7.7 нг·дм$^{-3}$; ДДТ – 5.8 нг·дм$^{-3}$; ДДД – 15.8 нг·дм$^{-3}$; ДДЭ – 17 нг·дм$^{-3}$.

Воды р. Днепр. Известно, что речной сток является основным источником поступления пестицидов в Черное море. Оценочный годовой приток с водой р. Днепр в Крым и Черное море ниже приводится для γ-ГХЦГ и ПХБ (кг): в 1983 г. 940 и 490; в 1984

г. 31 и 20; в 1985 г. 22 и –; в 1986 г. 8.4 и 1200; в 1987 г. 19 и –; в 1988 г. 168 и 490; в 1989 г. 36 и –; 1990 г. 13 и –; в 1991 г. 31 и 310.

В период 1992 – 1999 гг. было выполнено определение содержания остаточных количеств хлорорганических пестицидов в пробах вод Чернореченского водохранилища, Инкерманского и Орловского водозаборов, р. Бельбек. В табл. 1 представлены результаты исследования содержания хлорорганических пестицидов.

Табл. 1. Содержание хлорорганических пестицидов (нг·дм$^{-3}$) в пресных водах Крыма в 1998 и 1999 гг.

Район исследования	α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ	ГХБ	ГПХ	ДДЭ	ДДД	ДДТ	ПХБ
Чернореченское водохранилище	5.9	2.2	3.3	1.1	0	0	0	5.0
Инкерманский водозабор	1.0	4.2	2.2	3.8	0	0	0	6.0
ГУПС «Водоканал»	0	0.5	0.8	0.9	0	0	0	0
Орловский водозабор	0.8	0.8	0.6	0.8	0	0	0	0
р. Бельбек, п. В. Садовое	29	7.3	–	43	3.0	2.0	0	32
р. Бельбек, г. Бахчисарай	6.8	7.2	–	12	20	28	0	84
р. Бельбек, ниже ВИРа	2.8	2.4	–	9.7	11	4.0	0	34
р. Бельбек, завод № 54	1.4	2.3	15	18	7.5	2.0	0	20

Анализ представленных результатов свидетельствует о значимости задачи мониторинга хлорорганических пестицидов в природных водах Крыма.

Список литературы:

А.И. Симонов, А.И. Рябинин. 1996. Современное состояние загрязнения вод Черного моря. – В кн.: Гидрометеорология и гидрохимия морей СССР. Том IV. Черное море. Вып. 3. – Севастополь: ЭКОСИ – Гидрофизика, 230 с.

ТРАНСФОРМАЦИЯ СТОКА МИНЕРАЛЬНЫХ ФОРМ АЗОТА В ВОДАХ СРЕДНЕГО АМУРА В ЗИМНЮЮ МЕЖЕНЬ 2005-2016 ГГ.

В.П. Шестеркин, Н.М. Шестеркина

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
РФ, 680000, г. Хабаровск, ул. Дикопольцева, д. 56, *shesterkin@ivep.as.khb.ru*

Активизация хозяйственной деятельности в китайской части бассейна Среднего Амура привела к изменению характера и интенсивности природопользования, способствовала загрязнению вод китайской части Амура аммонийным и нитритным азотом (Шестеркин, Шестеркина, 2001). Большое внимание проблема качества воды Среднего Амура привлекла после крупной аварии на химкомбинате г. Цзилинь (КНР) в ноябре 2005 г., которая вызвала поступление в речную сеть Амура 100 тонн загрязняющих веществ. Исследования в это время свидетельствовали о высоком, впервые отмечаемом за все годы мониторинга, содержании нитратного азота в китайской части реки (1.5–1.9 мг $Nдм^{-3}$). В российской части Амура концентрация нитратного азота находилась в пределах 0.1–0.2 мг $Nдм^{-3}$.

Большие различия наблюдались в содержании аммонийного азота. В российской части Амура концентрации изменялись в пределах 0.2–0.4 мг $Nдм^{-3}$, в китайской части – 1.1–1.5 мг $N/дм^{-3}$ (Шестеркин и др., 2007). Высокие концентрации аммонийного азота в правобережной части реки у с. Нижнеленинское отмечались и ранее (Шестеркин, Шестеркина, 2003), что указывало на хроническое загрязнение вод р. Сунгари аммонийным азотом.

Гидрохимические работы в марте 2006 г. в районе с. Нижнеленинское свидетельствовали об отсутствии существенных различий в распределении содержания аммонийного и нитритного азота по сравнению с предыдущими годами (Шестеркин, Шестеркина, 2009). Если в российской части Амура их концентрации были ниже ПДК, то в китайской части достигали 6.0 и 2.5 ПДК соответственно. Повышенным было содержание нитратного азота (до 0.79 мг $Nдм^{-3}$). По сравнению с декабрем 2005 г. различия в распределении по ширине для аммонийного и нитритного азота стали выше в 5,5 и 6.0 раз соответственно, для нитратного ниже – в 7.7 раза. Данные изменения в их содержании в течение ледостава могли быть обусловлены снижением водности р. Сунгари из-за увеличения сбросов воды из водохранилищ в ноябре.

В последующие годы правительством Китая были проведены мероприятия по улучшению качества речных вод: закрыты отдельные предприятия, построены очистные сооружения для снижения сбросов загрязняющих веществ.

Исследования в 2007–2015 гг. в районе с. Нижнеленинское свидетельствуют о существенном улучшении качества вод Амура. Не отмечалось загрязнение нитритным азотом, постепенно снижалось содержание аммонийного азота. В 2011–2013 гг. его концентрация не превышала 1.2 мг $Nдм^{-3}$, т.е. по сравнению с 2006–2008 гг. уменьшилась в 2,4 раза. Наиболее низкое содержание аммонийного азота отмечалось в 2015 г. при равномерном, впервые за все годы наблюдений, распределении по ширине Амура (рис.). По сравнению с 2006 г. концентрация снизилась в 12 раз.

Содержание нитратного азота постепенно стало повышаться, достигнув максимума в 2013 г. (рис.). В последующие годы оно снизилось, в настоящее время мало отличается от значений в 2002 и 2011–2012 годах.

В районе Хабаровска улучшение качества воды отмечалось на фоне возросшей водности Амура вследствие зарегулирования р. Бурея. Если в зимнюю межень 2005–2007 гг. сбросы воды из Бурейского водохранилища в среднем составляли 461 $м^3с^{-1}$, то в 2012–2014 гг. – 719 $м^3с^{-1}$.

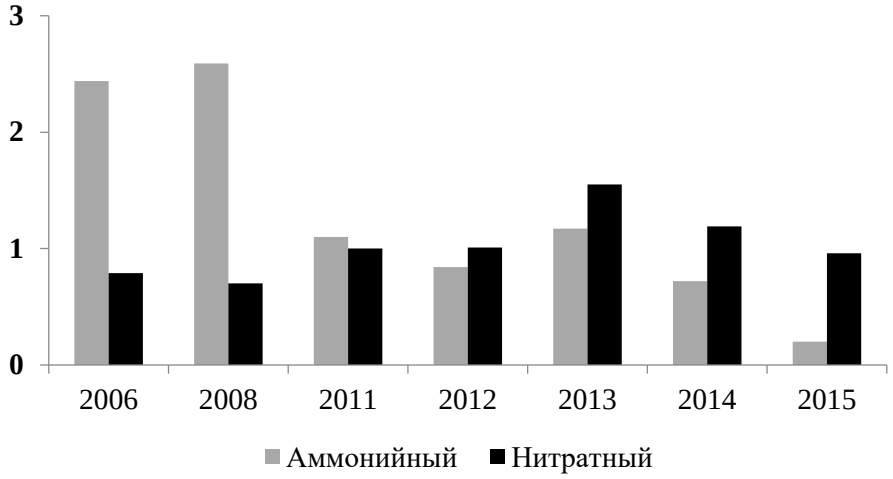


Рис. Содержание аммонийного и нитратного азота (мг $N дм^{-3}$) в воде китайской части р. Амур у с. Нижнеленинское в зимнюю межень 2006-2016 гг.

Наибольшие изменения отмечались в поведении аммонийного и нитратного азота. Содержание первого зимой 2003−2005 гг. составляло в среднем 0.60 мг $N дм^{-3}$, 2009−2011 гг. – 0.45 мг $N дм^{-3}$, в 2013−2015 гг. – 0.25 мг $N дм^{-3}$. Загрязнение воды аммонийным азотом в последние годы если и было, то незначительное, причем на середине Амура.

Содержание нитратного азота возросло и в 2014-2015 гг. было в 1.6 раза выше, чем в 2006−2008 годах. Наибольшие концентрации (до 1.0 мг $N дм^{-3}$) отмечались в январе 2014 г. после исторического наводнения. Изменилась структура минеральных форм азота. В 2006−2008 и 2011 гг., также как и ранее (Шестеркин, Шестеркина, 2014), в их стоке преобладала восстановленная форма, после 2012 г. – окисленная (рис.)

Таким образом, в китайской части Амура ниже устья р. Сунгари не стало отмечаться загрязнения воды нитритным азотом, с 2015 г. − аммонийным азотом. Концентрации аммонийного азота снизились в 12 раз. В структуре минеральных форм содержание нитратного азота стало доминировать над аммонийным. В створе Хабаровска в 2013−2015 гг. установлено снижение содержания аммонийного азота в 2.4 раза, повышение концентрации нитратного азота в 2.5 раза по сравнению с 2003−2005 гг.

Список литературы

Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Трансграничное загрязнение Амура биогенными веществами. В кн: География на рубеже веков/Мат. XI науч. конф. Иркутск. 2001. С. 184.

Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Особенности качества воды р. Сунгари. − Геоэкология, инженерная геология, гидрогеология, геокриология. 2009. № 1. с. 50– 53.

Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М., Форина Ю.А., Ри Т.Д. Трансграничное загрязнение Амура в зимнюю межень 2005–2006 гг. − География и природные ресурсы. 2007. № 2. с. 40–44.

Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Многолетняя изменчивость стока нитратного и нитритного азота в р. Амур у Хабаровска. − Водные ресурсы. 2014. т. 41. № 4. с. 412-418.

Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Содержание аммонийного азота в воде среднего Амура в зимнюю межень. − География и природные ресурсы. 2003. № 2. с. 93-97.

МНОГОЛЕТНЯЯ ДИНАМИКА ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА ВОД ТАЕЖНЫХ РЕК СИХОТЭ-АЛИНЯ ПОСЛЕ КАТАСТРОФИЧЕСКИХ ПОЖАРОВ

В.П. Шестеркин, Н.М. Шестеркина

Институт водных и экологических проблем ДВО РАН,
РФ, 680000, г. Хабаровск, ул. Дикопольцева, д. 56, *shesterkin@ivep.as.khb.ru*

В Хабаровском крае лесные пожары возникают почти каждый год, причем один раз в 22 года (1954, 1976 и 1998 гг.) достигают катастрофических размеров. Наиболее значительным был пожар 1998 г., когда появились гари на площади 2,0 млн. га.

Пожары оказывают большое влияние на состояние атмосферы, увеличивая в ней содержание растворенных веществ. Поэтому с атмосферными осадками, выпадающими во время задымления воздуха, а также из золы и обугленных растительных остатков в речную сеть дополнительно поступают растворенные вещества.

Исследования проводились в 1999–2016 гг. в бассейне р. Анюй, где в 1998 г. пожарами было пройдено 187 тыс. га. Изучение химического состава вод осуществлялось в период открытого русла (4-6 раз за год) на 3-х участках: фоновом (I участок), пройденном верховыми (II участок) и валежными пожарами (III участок).

В бассейне р. Анюй минерализация вод малых рек, дренирующих не тронутые огнем лесные массивы обычно ниже 40 мгдм$^{-3}$. Содержание основных ионов варьирует в узких пределах. Исключение составляет сульфатный ион, концентрация которого изменяется более широко из-за атмосферного переноса окислов серы из других районов: в 1999–2003 гг. среднегодовое содержание составляло 3,5 мг/дм^3, в 2004 и 2009 гг. после больших пожаров в 2003 и 2007–2009 гг. возросло в 1,8 раза.

Атмосферным переносом вызвано повышенное содержание нитратного азота, которое в водах изученных рек было в 4 раза выше, чем в воде рек восточного склона северного Сихотэ-Алиня (Форина, Шестеркин, 2010). За счет атмосферного переноса отмечаются межгодовые различия концентраций нитратов в воде исследуемых рек. В 2004-2005 гг. увеличение составило 1,7 раза по сравнению с 1999-2000 гг.

Содержание минерального фосфора и аммонийного азота низкое, незначительное повышение отмечается весной, снижение – в летне-осеннюю межень.

В водах рек, дренирующих появившиеся после пожаров гари, происходят большие изменения химического состава, вызванные влиянием зольных веществ и обугленных растительных остатков. Наибольшее количество этих веществ появилось на гарях после валежных пожаров, растительных остатков – после верховых пожаров.

В водах рек II участка, по сравнению с фоновым участком, в 1999–2004 гг. минерализация была выше из-за небольшого повышения содержания ионов кальция, сульфатного и нитратного. В 1999 г. для кальция превышение составило 1,4 раза, в 2003 г. – 1,2 раза, что свидетельствует о длительном его поступлении из золы. Начиная с 2004 г. эти различия сглаживаются. Повышенное содержание сульфат-иона могло быть вызвано сорбцией окислов серы обугленной древесиной (Шестеркин, Шестеркина, 2002, 2016).

Верховые пожары вызывают повышение концентрации нитратного азота. Максимальное его содержание (1.8 мг Nдм$^{-3}$) отмечалось осенью 2003 г. По сравнению с 1999 г. среднегодовое значение было выше в 1,5 раза (рис.). На атмосферный перенос указывает динамика его содержания в воде р. Куптурку, в которой после пожара 2003 г., среднегодовая концентрация выросла в 1,7 раза. Поэтому содержание нитратного азота в

водах исследуемых рек оставалось повышенным в течение всего мониторинга, постепенно снижалось из-за потребления подростом. Наименьшие его значения и сглаживание различий в содержании между участками отмечались в дождливые 2009–2011 годы.

Среди биогенных элементов наиболее кратковременное воздействие пожары оказали на содержание аммонийного азота (Шестеркин, Шестеркина, 2002). В 1999 г. его

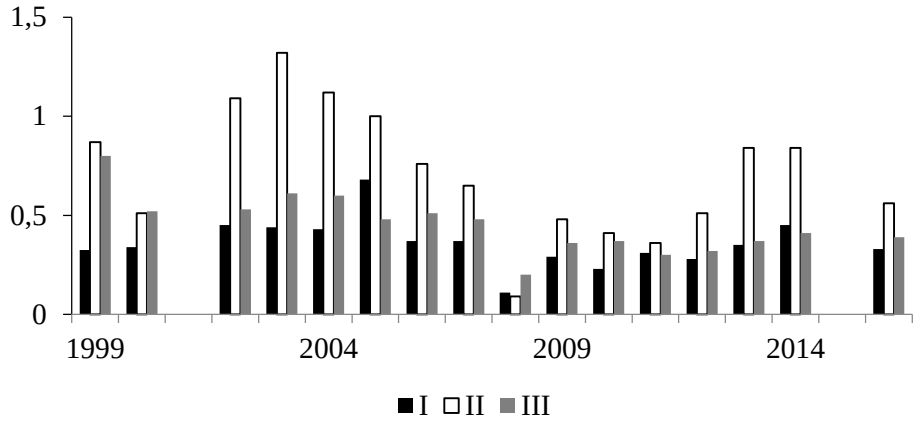


Рис. Содержание нитратного азота (мг $N дм^{-3}$) в воде рек на разных участках бассейна р. Анюй в 1999–2016 гг.

концентрации в водах рек достигали 0.47 мг $N дм^{-3}$, снижаясь в дальнейшем за счет нитрификации и потребления растительностью. В 2000–2012 гг. сезонное повышение концентраций до 0.35 мг $N дм^{-3}$ отмечалось весной, в остальные месяцы не превышали 0.07 мг $N дм^{-3}$ (Шестеркин, Шестеркина, 2016), в 2013–2014 гг. были ниже 0.05 мг N $дм^{-3}$.

В водах рек III участка влияние пожаров проявилось в повышении содержания кальция и гидрокарбонатного ионов на 4-ый год мониторинга.

Концентрация нитратного азота в водах рек III участка в течение всего мониторинга, кроме 2000 г., была ниже, по сравнению с ручьями II участка. Наибольшие различия в содержании отмечались в 2002–2005 и 2013–2014 гг. при высоких его концентрациях в водах рек II участка (рис.). Многолетняя динамика содержания нитратного азота в воде рек III участка характеризуется максимальной (до 1.3 мг $N дм^{-3}$) концентрацией в 1999 г., последующим снижением до 0.53 мг $N дм^{-3}$ в 2000 и 2002 гг. и повышением из-за пожаров в 2003 г. В 2004-2012 гг. его содержание постепенно снижается.

Содержание фосфора в воде рек III участка было выше, по сравнению с фоновым участком. Повышенные концентрации сохранялись в течение длительного периода. В первый после пожарный год концентрации минерального фосфора в среднем были выше в 2 раза, во второй год − в 1,4 раза (Форина и др., 2013), постепенно снижаясь до фоновых значений на 10–12-й после пожарный год

Проведенные исследования свидетельствуют о длительном выносе растворенных веществ с гарей, большом влиянии атмосферного переноса из других охваченных пожарами районов Приамурья на химический состав вод таежных рек. Наибольшее влияние лесные пожары оказывают на содержание зольных веществ и нитратного азота.

Список литературы

Форина Ю.А., Шестеркин В.П. Особенности химического состава речных вод восточного макросклона северного Сихотэ-Алиня. – География и природные ресурсы. 2010. №. 3. с. 81–87.

Форина Ю.А., Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Фосфор в воде рек северного Сихотэ-Алиня. – Тихоокеанская геология. 2013. т. 32. № 1. с. 116−119.

Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Влияние крупных лесных пожаров на гидрохимический режим таежных рек Приамурья. – География и природные ресурсы. 2002. № 2. с. 47−52.

Шестеркин В.П., Шестеркина Н.М. Влияние катастрофических лесных пожаров на химический состав воды рек бассейна р. Анюй (Северный Сихотэ-Алинь). – Вестник СВНЦ ДВО РАН. 2016. № 3. с. 47−54.

МОДЕЛИРОВАНИЕ КАЧЕСТВО ВОДЫ БАССЕЙН РЕК РАЗДАН И СЕВДЖУР МЕТОДОМ IDW СИСТЕМЫ ГИС

Л.А. Маргарян, А. А. Арутюнян, Э.Г. Пирумян, Г.П. Пирумян

Центр экологической безопасности, Ереванский государственный университет
РА, 0025, г. Ереван, ул. Алека Манукяна 1, liana_margaryan@yahoo.com

Устойчивое управление водными ресурсами на национальном, бассейновом уровне и на уровне фермерских хозяйств, а также повышения осведомленности о рациональном использовании водных ресурсов являются приоритетными экологическими целями для каждого государства (Daniel, Eelco, 2005). Орошаемое земледелие является одной из ведущих отраслей экономики в Армении. Только 63% из пахотных земель страны, основная часть которых в Араратской равнине, составляют посевные площади сельскохозяйственных культур, для орошения которых используются воды рек бассейна Раздан и Севджур (НСС РА, 2015). Водоразделы этих рек расположены в центральной, густонаселенной части страны, тем самым подвергаясь интенсивному загрязнению муниципальными и техногенными сточными водами (Чилингарян и др., 2002). Из-за наличия высокой антропогенной нагрузки в точке забора воды для орошения полей Араратской равнины воды рек значительно загрязнены высоким содержанием ионов аммония, нитритов, сульфатов, тяжелыми металлами и т.п., что ограничивает или вовсе делает их непригодной для использования. Таким образом, возникает необходимость оценить качество воды и определить степень ограничения водопользования этих рек для орошения (Маргарян, 2015).

С этой целью, нами было исследовано и моделировано качество воды рек бассейна Раздан и Севджур, используя геоинформационные системы (ГИС), базируясь на оценки качества воды и методе пространственного анализа с обратными расстояниями взвешенной интерполяции (IDW) (Зейлер, 1999).

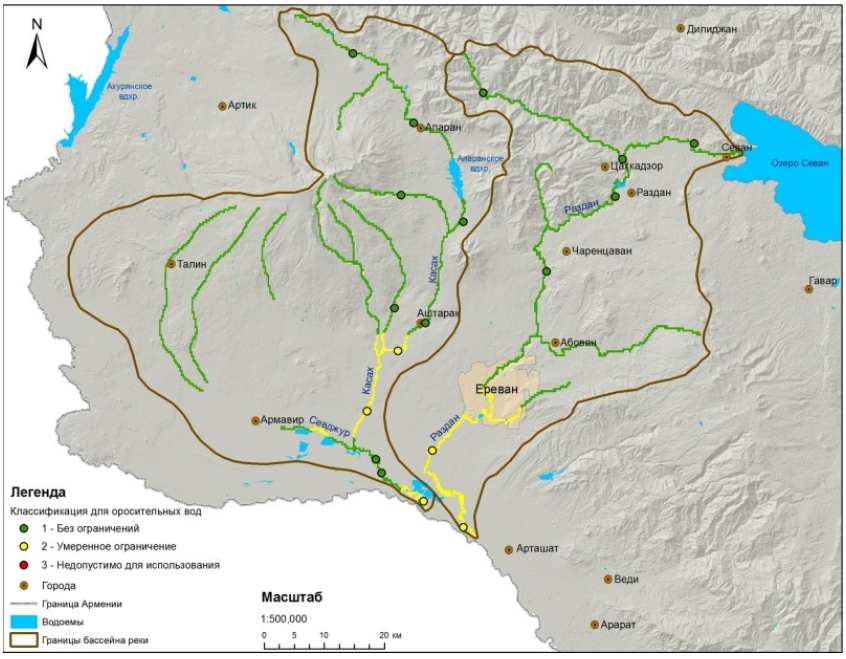


Рисунок 1. Модельная карта оценки качества воды рек бассейна Раздан и Севджур для использования в ирригации

Гидрохимические исследования качества воды проводились для рек Раздан, Мармарик (бассейн реки Раздан) и Севджур, Касах, Гехарот и Ахверд (бассейн реки Севджур) в 18 пунктах наблудения Армэкомониторинга РА (Армэкомониторинг, 2003) за 2011-2015гг.. В отобранных пробах воды определялись следующие гидрохимические

показатели: O_2, pH, $БПК_5$, ХПК, $N\text{-}NO_2^-$, $N\text{-}NO_3^-$, $N\text{-}NH_4^+$, SO_4^{2-}, Cl^-, HCO_3^-, минерализация, Na, K, Mg, Ca (Фомин, 2000). Отбор проб, консервирование и измерение параметров проводились согласно ISO и EPA стандартам (Фомин, 2000).

Качество орошаемой воды оценивалась в соответствии нормам и требованиям ФАО (Ayser, 1994): определялась доля адсорбированного натрия (SAR), Na%, индекс водопроницаемости, качество орошаемой воды классифицировалась на три группы (без ограничений, умеренное ограничения, недопустимо для использования).

Для моделирования и анализа полученных данных качества воды был использован метод интерполяции IDW (Inverse Distance Weighted) в программе ArcGIS. С помощью этого метода определялось качество воды по всему течению рек с использованием линейно-взвешенной комбинации значений из поднабора опорных точек (данные качества воды в пунктах наблюдений). Метод позволил также моделировать качество воды малых притоков, а также временных притоков главных рек, для которых отсутствовали гидрохимические данные.

Полученные данные моделирования приведены на рисунке 1.

По оценочным данным моделирования малые притоки и верхние течения рек бассейнов Раздан и Севджур без каких либо ограничений полностью допустимы для использования в целях орошения. Использование вод нижних стоков рек рекомендуется ограничить по мере необходимости из-за высокой антропогенной нагрузки больших населенных пунктов, таких как города Ереван и Вагаршапат. Воды этой части рек могут быть использованы для орошения при ограниченном употреблении с минимальным использованием.

Список литературы:

Daniel P. Loucks, Eelco Van Beek, 2005. Water Resources Systems Planning and Management. Italy, UNESCO, 690p.

Чилингарян Л.А., Мнацаканян Б.П., Агабабян К.А., Токмаджян О.В. 2002. Гидрография рек и озер Армении. Ереван: Агропресс, 50с.

Маргарян Л.А. 2015. Оценка качества воды реки Раздан и ее притоков с целью использоваяния для орошения. Экологическая химия, т.24 (вып.4), 219-225с.

Фомин Г.С. 2000. Вода: контроль химической, бактериальной и радиационной безопастности по международным стандартам. М.: Изд-во Энциклопедический справочник, 370с.

Ayser R.S., Westcot D.W. 1994. Water quality for agriculture. FAO and UN, Italy, http://www.fao.org/docrep/003/t0234e/t0234e00.htm

Армэкомониторинг. 2003. Наблюдательные пункты качества и количества воды в Армении. Министерство охраны природы Республики Армения, Е.: Агенство гидрометеорологии и мониторинга окружающей среды, 20с.

НСС РА. 2015. Окружающая среда и природные ресурсы Республики Армения в 2014 году. Статистический сборник. Ереван: Национальная статистическая служба РА, 168с.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ОСАДКОВ СТОЧНЫХ ВОД НА ВОДНЫЕ ОБЪЕКТЫ

О.А. Глебова [1)]

[1)] Вологодский государственный университет,
РФ, 160000, г. Вологда, ул. Ленина, 15, oaglebushek@mail.ru

На очистных сооружениях канализации (ОСК) средних и крупных городов каждый день образуется около 1-10 % осадков сточных вод от объема всех поступающих стоков. В зависимости от качества сбрасываемых стоков состав осадков может быть разнообразным, он имеет, как правило, влажность 99,4 - 99,8 %, а твердая часть представлена веществами органического (70-90%) и минерального происхождения (10-30%). При утилизации в ходе их обработки возникает много трудностей, связанных с эксплуатацией сооружений, кроме того требуются существенные экономические и энергетические затраты. Предотвращение негативного воздействия на прилегающую к ОСК территорию и водный объект, в который осуществляется сброс очищенных стоков – одна из основных задач, которую ставят перед собой экологи и эксперты в области ЖКХ.

При традиционной схеме очистки сточных вод обработка осадков происходит в последовательными несколькими методами: уплотнение (сгущение); стабилизация; обезвоживание (механическое либо в естественных условиях); сушка и сжигание.

Последний метод распространен в США, Германии, Японии и др. В нашей стране первый завод по сжиганию осадка был построен в 1997 году на Центральной станции аэрации, а в 2007 году были введены в эксплуатацию заводы на Северной станции аэрации и Юго-Западных очистных сооружениях г. Санкт-Петербурга.

Первая стадия обработки осадков сточных вод проводится в специальных сооружениях – илоуплотнителях, гидроциклонах и т.п.. Влажность уплотненного осадка снижается в зависимости от выбранного типа устройства и составляет порядка 97-98 %. На этом этапе также возникает много проблем, одной из которых наиболее распространенная – загнивание осадка, которое способствует ухудшению свойств осадка и появлению неприятного гнилостного запаха на прилегающей территории, загрязнения иловой воды продуктами гниения.

Стабилизация осадка необходима для минерализации органических веществ, обезвреживанию осадка от микроорганизмов, способствующих развитию гниения и появлению характерных для этого процесса запахов. В результате стабилизации изменяются физико-химические свойства, что значительно повышает эффект снижения влажности на следующем этапе обработки осадков сточных вод.

Осадки, образующиеся на очистных сооружениях, имеют низкую водоотдачу, большое удельное сопротивление. При механическом обезвоживании на различных установках (центрифуги, фильтр-прессы, вакуум-прессы, сгустители) для интенсификации выделения гигроскопической влаги применяются реагенты – флокулянты, реже коагулянты, способные изменять структуру осадка, образуя укрупненные твердые вещества. Тем самым снижается энергия связи твердых частиц и связывающей воды.

По сравнению с механическим обезвоживанием сушка на иловых площадках имеет достаточно низкий эффект водоотдачи осадка. Главным преимуществом таких сооружений является простая технология и эксплуатация. В настоящее время используются иловые площадки как естественного обезвоживания, так и площадки интенсивного обезвоживания за счет усовершенствования (искусственное дренажирование, подогрев осадка, вакуумирование дренажной системы). Хотя иловые площадки запроектированы на хорошо фильтруемых грунтах, при их перегрузке в связи с аварийными случаями, возможно инфильтрация иловой воды в грунтовые воды и в водный объект, куда сбрасывается очищенная сточная вода.

Хранение осадков сточных вод на иловых площадках сопровождается экологическими рисками загрязнения поверхностных и подземных вод. То есть, существующие традиционные технологии не отвечают современным экологическим и техническим требованиям, не позволяют использовать энергетический и ресурсный потенциал отходов.

На диаграмме 1 приведена зависимость воздействия различных способов обработки осадков на водный объект (по данным Лобовикова А. О., Завизион Ю. В.)



Диаграмма 1 - Сравнение технологий утилизации осадков сточных вод

При анализе негативного воздействия на водные объекты разных этапов обработки осадков сточных вод выяснилось, что наибольший вред наносит компостирование и депонирование.

Повышение цен и ужесточение требований по предельным допустимым значениям концентраций некоторых загрязняющих веществ, значительно увеличили стоимость эксплуатационных затрат при обработке осадков. Поэтому появляется необходимость в поиске решений по выбору самого выгодного в экономическом плане решения. Как один из вариантов – это подбор оптимальной дозы реагента, т.е. такой, когда при меньших затратах реагента параметры и свойства осадка будут обеспечивать нормальный режим работы сооружений.

Так на примере очистных сооружений города Вологды проводились опыты для выбора оптимизированной дозы используемых на объекте флокулянтов марки Praestol (используется на водопроводных станциях для водопроводного осадка) и Zetag (используется в настоящий момент в цехе механического обезвоживания). Выявлялась зависимость дозы флокулянтов от таких параметров, как температура осадка, значение pH, влажность, зольность, скорость фильтрата, качество фугата и отделение сфлокулированного осадка от поверхности фильтра. Экспериментальные исследования проводились в лаборатории в максимально приближенных к реальным условиях. По результатам экспериментов выявилась следующая закономерность: почти по всем проверяемым параметрам, а, особенно, скорости фильтрации лучшие результаты были с флокулянтом Zetag с расчетной дозой 1 - 2 кг/т сухого вещества при рекомендуемых дозах от 2-7 кг/т сухого вещества. Следовательно, подбор дозы существенно влияет на расход реагента, а, значит, и экономит затраты предприятия.

При подборе оптимальной рабочей дозы реагента при механическом обезвоживании, значительно снижается вероятность перегрузки иловых площадок, вследствие чего, снижается экологический риск загрязнения водного объекта.

Список литературы:

Туровский И.С. 1988. Обработка осадков сточных вод - 3-е изд., перераб. и доп. – М., Стройиздат, 256 с.: ил.

Лобовиков А. О., Завизион Ю. В. 2013.Эколого-экономическая эффективность использования наилучших доступных технологий утилизации осадков сточных вод. - Экономика природопользования (50) УЭкС, 2/2013, с38.

ВЫЯВЛЕНИЕ ИСТОЧНИКА ПОСТУПЛЕНИЯ ПАУ В ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ ОЗЕРА БАЙКАЛ

В.Е. Котова[1,2], Ю.А. Андреев[1,2], М.С. Черновьянц[2]

[1] Гидрохимический институт,

РФ, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, д. 198, Valentina.E.Kotova@gmail.com, y.andreev@gidrohim.com

[2] Южный федеральный университет,

РФ, 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Р. Зорге, д. 7, chernov@sfedu.ru

Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) являются объектом пристального внимания экологов уже многие годы. Они представляют собой органические соединения, в состав которых входит два и более конденсированных бензольных кольца. Среди множества идентифицированных ПАУ выделяют группу из 16 приоритетных соединений: нафталин (Naph), аценафтилен (Acn), аценафтен (Ace), флуорен (Fl), фенантрен (Phe), антрацен (An), флуорантен (Flu), пирен (Py), бенз[a]антрацен (B[a]A), хризен (Chry), бенз[b]флуорантен (B[b]F), бенз[k]флуорантен (B[k]F), бензо[a]пирен (B[a]P), индено[1,2,3-cd]пирен (In[cd]P), дибенз[a,h]антрацен (DB[a,h]A), бенз[g,h,i]перилен (B[g,h,i]P) – что объясняется наличием у них мутагенных и канцерогенных свойств (Ноллет, 2012).

Источники поступления ПАУ в окружающую среду достаточно многочисленны и имеют как природный, так и антропогенный характер. Особый интерес представляет разделение источников происхождения ПАУ на пирогенные (лесные пожары, извержения вулканов и другие термические геологические процессы, а также сжигание мусора, отопление жилых помещений с использованием дров, угля и нефтепродуктов, табачный дым, выхлопные газы любого вида транспорта) и петрогенные (связанную с нефтяным загрязнением). Главная причина изучения этой группы веществ в природных объектах – способность к накоплению: благодаря своей липофильной природе, ПАУ плохо растворимы в воде, они сорбируются взвешенными веществами, оседают на дно водоёмов и накапливаются в донных отложениях, откуда включаются в пищевые цепи, а также могут стать причиной вторичного загрязнения воды.

Содержание полициклических ароматических углеводородов в воде нормируется, и для некоторых из них установлены предельно допустимые концентрации: 10 мкг $дм^{-3}$ для нафталина и 5 нг $дм^{-3}$ для бенз[a]пирена в питьевой воде; 10 мкг $дм^{-3}$ для нафталина и 10 нг $дм^{-3}$ для бенз[a]пирена в воде хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования и 4 мкг $дм^{-3}$ для нафталина в воде рыбохозяйственного значения. Для оценки загрязнения донных отложений используют «берлинские», «бранденбургские» и «голландские листы» (Neue Niederlandische Liste., 1993), поскольку содержание загрязняющих веществ в донных отложениях российскими нормативными документами не регламентируется. Так допустимой концентрацией суммарного количества ПАУ в донных отложениях (и почве) является 1 нг $г^{-1}$ сухого вещества, а содержанием, требующим вмешательства, – 40 нг $г^{-1}$ сухого остатка (с.о.).

Поскольку ПАУ обладают канцерогенными свойствами и нормативы ПДК достаточно низки, то измерение их содержания в любых объектах представляет собой сочетание сложных аналитических процедур. Определение ПАУ в донных отложениях включает извлечение их из матрицы твердого образца, очистку, отделение от мешающих веществ при помощи колоночной хроматографии на силикагеле и концентрирование конечного экстракта перед хроматографическим анализом (Котова и др., 2016).

Предложенная схема применена для определения ПАУ в донных отложениях, отобранных из озера Байкал в 2013-2015 гг. Массовые доли определяемых соединений составили: 0.1-22 нг $г^{-1}$ с.о. для бензо[a]пирена и 57-883 нг $г^{-1}$ с.о. для суммы ПАУ. Полученные результаты послужили основой для определения источника поступления

полициклических ароматических углеводородов в озеро Байкал. Оценку проводили по отношениям концентраций индикаторных ПАУ (Yunker et al., 2002). В табл. 1 приведены соотношения концентраций ПАУ для различных источников их поступления и условные обозначения каждого.

Табл 1. Характеристики источников поступления ПАУ

№	Отношение ПАУ	Петрогенный источник (▲)	Смешанный источник (◢◁)	Пирогенный источник (☼)	
				Горение нефтепродуктов	Горение древесины, угля, травы
1	An/(An+Phe)	< 0.1	-	> 0.1	
2	Flu/(Flu+Py)	< 0.4	-	0.4 ÷ 0.5	> 0.5
3	B[a]A/(B[a]A+Chry)	< 0.2	0.2 ÷ 0.35	> 0.35	
4	In[cd]P/(In[cd]P+B[g,h,i]P)	< 0.2	-	0.2 ÷ 0.5	> 0.5
5	(Flu+Py)/(Chry+Phe)	< 0.5	-	> 0.5	
6	Flu/Py	< 0.4	-	> 0.4	

По указанным отношениям произведены расчеты и определены источники поступления ПАУ для всех отобранных проб. На рис. 1 представлены отдельные станции наблюдения в изученных районах, наиболее отличающиеся по природе ПАУ (номер обозначает точку отбора проб донных отложений в системе Росгидромета; символы источника загрязнения выстроены в порядке упоминания критериев в табл. 1).

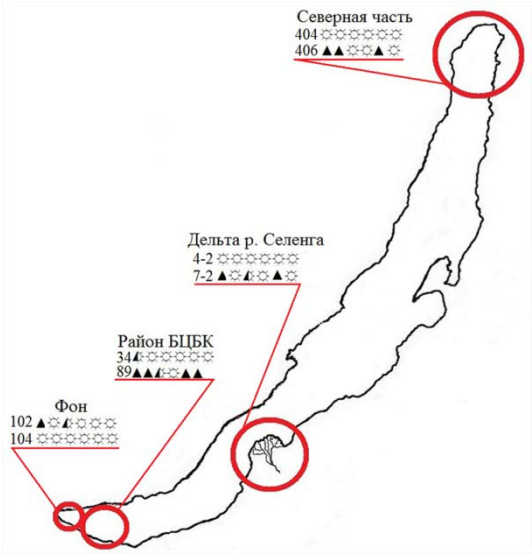


Рис. 1. Схема расположения точек отбора на озере Байкал с указанием источников поступления ПАУ для некоторых из них

Результаты исследования выявили максимальный вклад ПАУ пирогенного происхождения (продуктов сгорания древесины, угля и травы) в водную среду озера Байкал. Наибольшее содержание ПАУ разной природы отмечено в зоне бывшего БЦБК, где сбрасывают сточные воды города; в районе, считающимся фоновым, а также в северной части озера и у дельты р. Селенги преобладают соединения пирогенной природы, что связано с ежегодными лесными пожарами.

Список литературы:

Котова В.Е., Андреев Ю.А., Черновьянц М.С. 2016. Хроматографическое изучение компонентного состава нефтепродуктов в донных отложениях. – Сорбционные и хроматографические процессы. т. 16 (6), с. 885-892.

Ноллет Л.М.Л. 2012. Анализ воды. Справочник: пер. с англ. 2-го изд.; под ред. Васильевой И.А., Пролетарской Е.Л. – Санкт-Петербург, ЦОП «Профессия», 920 с.

Neue Niederlandische Liste. 1993. Altlasten Spektrum 3/95.

Yunker M.B., Macdonald R.W. et al. 2002. PAHs in the Fraser River basin: a critical appraisal of PAH ratios as indicators of PAH source and composition. Organic Geochemistry. vol. 33. p. 489-515.

НЕЙТРОННО-АКТИВАЦИОННЫЙ МНОГОЭЛЕМЕНТНЫЙ МОНИТОРИНГ ИСТОЧНИКОВ ПИТЬЕВЫХ ВОД В РЕГИОНЕ Г. СЕВАСТОПОЛЯ (1992-2010 ГГ.)

А.И. Рябинин, С.А. Боброва, Ю.А. Мальченко, Л.В. Салтыкова

Севастопольское отделение федерального государственного бюджетного учреждения «Государственный океанографический институт им.Н.Н.Зубова»
РФ, 299011, г. Севастополь, ул. Советская, 61, mvr121@yandex.ru

Развитие промышленных, сельскохозяйственных, туристических и рекреационных ресурсов Крымского ФО и Севастополя, главным образом, тормозится отсутствием запасов пресной воды, способных в долгосрочной перспективе обеспечить устойчивое развитие региона. Помимо этого, большинство источников питьевого водоснабжения обладают достаточно низкими потребительскими характеристиками, обусловленными различными причинами. Так, для поверхностных источников водоснабжения главной причиной низкого качества воды является то, что их водосборный бассейн находится в зонах с интенсивной техногенной нагрузкой. Это в полной мере относится к основному источнику водоснабжения Севастополя – Чернореченскому водохранилищу и р.Черной в водоохранной зоне которых расположены сельскохозяйственные и промышленные объекты, воды которых существенно влияют на качество источников питьевого водоснабжения. Для подземных вод, помимо описанных проблем, характерно также ухудшение качества связанное с их засолением. Главной причиной этого является превышение максимального дебета источников, большинство из которых имеют небольшие глубины залегания и добываются посредством открытой серии каптажей. Указанные причины являются основными, определяющими низкое качество вод по макро- и микроэлементному составу, определяющее необходимость проведения регулярного мониторинга его вод по широкому спектру макро- и микрокомпонентов.

В 1992 – 2003, 2009, 2010 гг. по заказу ГУП «Водоканал» г. Севастополя в Лаборатории химии СО ФГБУ «ГОИН», совместно со специалистами ГУП «Водоканал» г. Севастополя (Артеменко, 2005) были отобраны пробы вод Чернореченского водохранилища, а также большого количества источников питьевого водоснабжения, расположенных на территории Севастополя и питьевых вод на различных стадиях водоподготовки и перед подачей их для нужд питьевого водоснабжения. Схема расположения точек забора воды представлена на рис. 1. В 2009 и 2010 гг. произведен отбор проб вод из подземных источников водоснабжения (Рябинин, 2011) в с. Родниковское (скв.), м. Фиолент (скв. № 5750), г. Инкерман (скв.), п. Любимовка (скв. № 5758), п. Орловка (скв.), п. Андреевка (скв.), р-н р. Бельбек (скв. № 5754), с. Терновка (скв. № 5748), п. Солнечный (скв. № 5583), с. Вишневое (скв. № 5571), с/х П. Осипенко (скв. № 5574), с. Фронтовое (скв. № 5613), с.

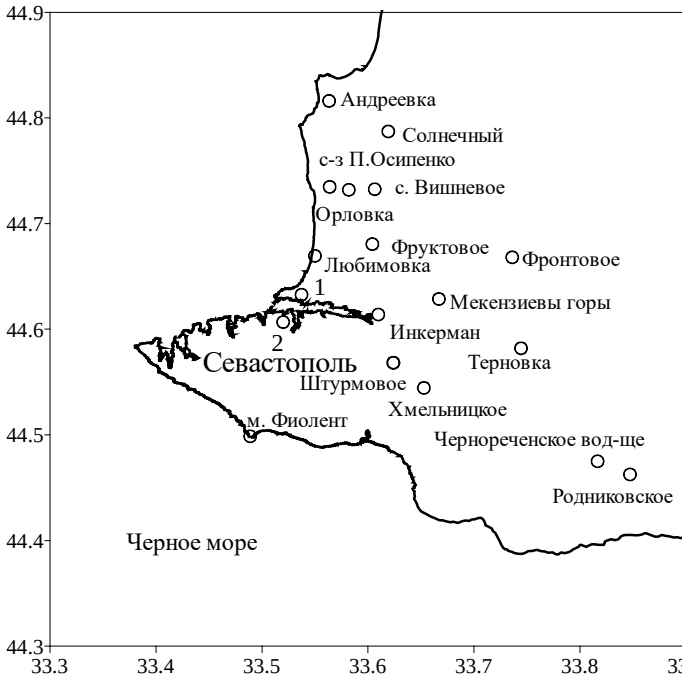


Рис. 1. Схема расположения точек забора воды
Примечание. 1– ул. Народных Ополченцев, 8; 2– ул. Адмирала Октябрьского, 4

Хмельницкое (скв. № 5590), а также в ГУ № 3 (с. Штурмовое), ГУ № 10 (Мекензиевы горы), ГУ № 20 (Фиолентовское шоссе) и в точках контроля располагающихся на улицах Народных Ополченцев, 8 (Северная сторона) и Адмирала Октябрьского, 4 (Южная сторона, центр города).

Пробы подготовлены по методике, для их анализа нейтронно-активационными и рентгенорадиометрическим методами на содержание комплекса элементов (Na, K, Rb, Cs, Cu, Ag, Au, Ca, Sr, Ba, Zn, Cd, Hg, Sc, La, Ce, Nd, Sm, Eu, Tb, Yb, Lu, Th, U, Hf, Ta, As, Sb, Cr, Se, Mo, W, Mn, Br, Fe, Co, Ni) с целью оценить качество вод. Анализ проб этих вод был выполнен в Лаборатории активационного анализа в Институте ядерной физики АН Узбекистана. Аналогичная ядерно-физическая работа с использованием ядерного реактора в ИЯФ АН Узбекистана выполнялась СО ГОИН и ранее.

В поверхностных водах Чернореченского водохранилища в период 1992 – 2003, 2009, 2010 гг. средние концентрации Au, Sc, Th, Hf были меньше 0.01 мкг·дм$^{-3}$, концентрации Na, K, Cu, Mg, Sr, Ba, Zn, Mn, Br, Fe, Ni превышали 1.0 мкг·дм$^{-3}$, от 1.9 (Cu) до 1565 (Na) мкг·дм$^{-3}$. Анализ межгодовой изменчивости содержания элементов в пробах поверхностных вод позволяет выделить ряд элементов, характеризующихся высокой динамичностью. Так, концентрации Au, Sr, Sc, La, Th, U, Mo, Sb, Cr изменялись в диапазоне 2 – 3 математических порядков. Для остальных элементов эта величина намного ниже или динамика отсутствует. Сравнение средних концентраций микроэлементов в водохранилище с величинами кларков этих элементов в поверхностных водах суши показывает, что концентрации только Ag, Sr, Sm, Eu, Tb, Mo превышают кларки этих элементов.

В подземных источниках водоснабжения в 2009 и 2010 гг. минимальные средние величины концентрации наблюдались у Sc, Cs, Au, Lu, Yb – менее 0.01 мкг·дм$^{-3}$, концентрации Na, K, Cu, Mg, Sr, Ba, Zn, U, Cr, Mo, Se, Mn, Br, Fe, Ni были выше 1.0 мкг·дм$^{-3}$, от 1.2 (Mo) до 48288 (Na) мкг·дм$^{-3}$. К наиболее динамичным можно отнести Na, K, Cu, Ag, Zn, U, Mo, Sb, Mn, Fe, содержание которых изменялось в пределах 2 – 3 математических порядков. В сопоставимый период 2009 и 2010 гг. концентрации Na, K, Rb, Cu, Mg, Ba, Sr, Zn, Lu, U, Se, Br в подземных источниках были значительно выше, чем в Чернореченском водохранилище. Этой особенностью объясняется и повышенные концентрации элементов в пробе воды на ул. Народных Ополченцев, где водоснабжение осуществляется из подземных источников.

Минимальные суммарные величины концентрации элементов наблюдались для вод источников на м. Фиолент и в с. Родниковское – менее 10 мг·дм$^{-3}$. Максимальные – для источников расположенных в районе западного побережья Севастопольского района (пп. Бельбек, Любимовка, Орловка, с/х П. Осипенко) и на границе Бахчисарайского района (пп. Терновка, Вишневое) – более 90 мг·дм$^{-3}$.

Список литературы:

Артеменко В.М. и др. 2005. Гидрохимический режим и микроэлементный состав вод Чернореченского водохранилища в 1991-2004 гг. – В сб. научн. тр.: Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон и комплексное использование ресурсов шельфа, вып. 12. – НАН Украины, МГИ, ОФ ИНБЮМ. – Севастополь, с. 129-148.

А.И. Рябинин и др. 2011. Исследование элементного состава воды подземных источников централизованного хозяйственно-питьевого водоснабжения г. Севастополя и питьевой воды. – Материалы X Научной конференции «Ломоносовские чтения» 2011 года и X Международной научной конференции студентов, аспирантов и молодых ученых «Ломоносов-2011» – Севастополь: Филиал МГУ в г. Севастополе – с. 49.

ОСНОВНЫЕ ТЕНДЕНЦИИ ИЗМЕНЧИВОСТИ КОНЦЕНТРАЦИЙ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В РЕЧНЫХ ВОДАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

О.С. Решетняк, Л.С. Косменко, А.О. Даниленко, М.Ю. Кондакова

ФГБУ «Гидрохимический институт»,
РФ, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198, l.kosmenko@gidrohim.com

Европейская территория России (ЕТР) характеризуется широким биоклиматическим диапазоном – от арктической пустыни и тундры до полупустынь и пустынь. Такая сложность строения территории обусловливает необходимость учета региональных особенностей функционирования водных объектов. При этом каждой средней и крупной реке, а нередко и отдельному участку водотока, свойственны свои особенные условия формирования химического состава воды, что предопределяет высокую изменчивость компонентного состава речных вод. На фоне пространственной неоднородности значений концентраций химических веществ не меньший интерес представляет изучение многолетних тенденций изменчивости их содержания в речных водах.

Решение данного вопроса и исследование в целом проведено на основе многолетней гидрохимической информации Государственной системы наблюдений (ГСН) Росгидромета за состоянием и загрязнением окружающей среды в части поверхностных вод суши. В исходный массив данных включена информация о химическом составе воды по более, чем 200 водотокам ЕТР, находящимся в различных природно-климатических условиях, и по 15 гидрохимическим показателям за период с 1985 по 2015 гг.

Важным этапом анализа временных рядов гидрохимических данных является исследование закономерностей трансформации компонентного состава водной среды, то есть обнаружение и характеристика основной тенденции содержания исследуемого компонента в воде. Появление основной тенденции в продолжительном временном ряду гидрохимических данных может быть обусловлено действием ряда факторов, неоднородных по силе и направлению воздействия. Условно все факторы можно разделить на глобальные, вызывающие однонаправленные изменения на обширных территориях, и локальные, действующие на отдельные водные объекты или небольшие группы территориально близко расположенных водных объектов.

Для оценки основных тенденций изменчивости содержания химических веществ в речных водах ЕТР использован корреляционный анализ. Количественная оценка основных тенденций временной изменчивости значений концентраций за 30-летний период проведена с использованием рангового коэффициента корреляции Кендалла, характеризующего меру линейной связи между датой отбора и концентрацией вещества в пробе. Применение непараметрического рангового коэффициента корреляции обусловлено тем, что исследуемые выборки гидрохимических данных не подчиняются гауссовому распределению. Для расчетов ранговых коэффициентов корреляции и уровня доверительной вероятности, при котором эти коэффициенты могут считаться статистически значимыми, использован программный пакет Statistica v. 6.1.

Распределение и общий характер тенденций изменчивости концентраций химических веществ в водной среде исследуемых рек ЕТР за период с 1985 по 2015 год представлен на рисунке, где наглядно показана разнонаправленность изменчивости по отдельным показателям. Доля водных объектов или их участков, для которых характерна убывающая тенденция изменения медианных годовых значений концентраций отдельных химических веществ меняется от 6 (гидрокарбонаты) до 69 % (нефтепродукты), возрастающая – от 11 (ионы магния) до 38 % (гидрокарбонаты), с отсутствием выраженного направления тенденции – от 15 (нефтепродукты) до 62 % (ионы кальция).

Преобладание статистически значимых возрастающих и убывающих тенденций изменчивости концентраций обнаружено практически для всех исследуемых химических

веществ, кроме ионов магния, кальция и гидрокарбонатов, по которым в более, чем половине случаях выявлено отсутствие статистически значимых изменений (57, 62 и 56 %, соответственно). При этом за 30-летний период исследований по таким показателям, как магний, хлориды, сульфаты, ионы аммония, $БПК_5$, нефтепродукты, соединения меди для рек ЕТР преимущественно характерны убывающие тенденции, а по содержанию в водной среде ионов кальция, гидрокарбонат-ионов – возрастающие.

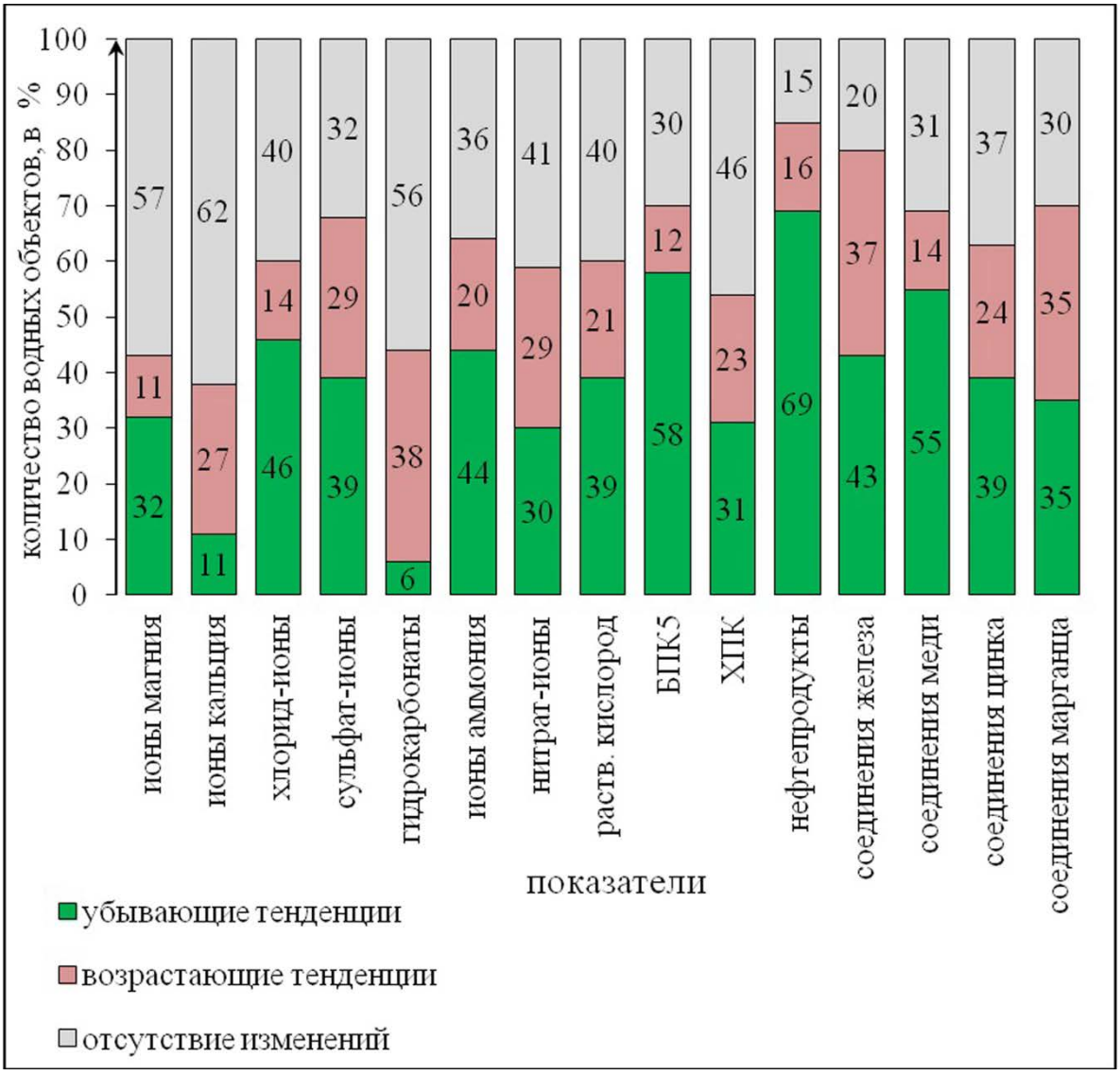


Рис. Распределение основных тенденций изменчивости концентраций химических веществ в речных водах ЕТР

В заключении хотелось бы отметить, что выявление основных тенденций изменчивости концентраций химических веществ в поверхностных водах имеет важное прикладное значение и может быть в дальнейшем использовано при решении таких актуальных вопросов, как разработка региональных критериев оценки современного качества воды и состояния водных экосистем, выявление участков рек с повышенным или пониженным содержанием отдельных химических веществ, прогнозирование изменчивости химического состава речных вод и разработка экологически обоснованных водоохранных мероприятий, направленных на сохранение и восстановление естественного функционирования речных экосистем.

ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННОГО ВОЗДЕЙСТВИЯ НА КАЧЕСТВО ВОДЫ Р. БЕЛОЙ (РЕСПУБЛИКА БАШКОРТОСТАН) ПО МНОГОЛЕТНИМ ДАННЫМ ГИДРОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

Т.Б. Фащевская

Институт водных проблем РАН,

РФ, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д.3, tf.ugatu@yandex.ru

Река Белая является главным водотоком Республики Башкортостан (РБ) – одного из экономически развитых регионов России. Река используется для питьевого, промышленного и сельскохозяйственного водоснабжения, рыбохозяйственного водопользования, а также является основным приемником сточных вод промышленности и жилищно-коммунального хозяйства. До 90% загрязняющих веществ (ЗВ) в составе сточных вод от декларируемых источников сбрасывается в р. Белую с территории крупных промышленных центров РБ – городов Уфа и Стерлитамак.

Хозяйственная деятельность в регионе ведется со времен горнозаводского освоения Урала, однако ее интенсивность, и, соответственно, антропогенное воздействие на водные объекты характеризуются большой временно́й изменчивостью. Бурными темпами промышленность РБ начала развиваться в годы индустриализации. Открытие в 1932 г. Ишимбайского месторождения нефти и эвакуация в республику в 1941-1945 гг. предприятий химической промышленности способствовали ее дальнейшему экономическому развитию. К концу 1960-х гг. вводится в эксплуатацию бо́льшая часть функционирующих в настоящее время производственных объектов. В это же время интенсивными темпами развивается сельскохозяйственное производство. После распада СССР в 1991 г. многие предприятия закрываются, а объемы промышленного и сельскохозяйственного производства значительно снижаются (Красногорская и др., 2006).

Для объективной оценки антропогенного воздействия на качество речной воды необходимо сравнение его состояния в естественных природных и условиях антропогенного воздействия. В настоящее время трудно оценить качество воды р. Белой без учета антропогенного воздействия, т.к. систематические наблюдения за ее гидрохимическим составом стали проводиться с 1938 г., когда на водосборе уже велась хозяйственная деятельность. Поэтому в работе проводится сравнение качества воды в периоды с различным уровнем антропогенного воздействия на р. Белую.

Для исследования использовались данные гидрохимического мониторинга Башкирского УГМС за период с 1938 г. по 2007 г. в створах городов Стерлитамак и Уфа по показателям: общая минерализация, хлориды, сульфаты, азот нитритный, азот нитратный, железо общее. Выбор показателей обусловлен наличием данных регулярных наблюдений за весь исследуемый период и содержанием аналогичных ЗВ в сточных водах, сбрасываемых в р. Белую. Перечисленные ЗВ изменяют органолептические свойства воды, делают ее малопригодной для технических целей, оказывают токсическое воздействие на человека и обитающих в воде гидробионтов.

Выполнены расчеты среднегодовых значений показателей качества воды и анализ статистической однородности их рядов за 1938-2007 гг. (Анализ…, 1985). По результатам анализа выделены статистически однородные временные периоды, в пределах которых содержание каждого из исследуемых ЗВ в речной воде стационарно. На основе определения границ статистически однородных временных периодов содержания в речной воде хлоридов установлена динамика антропогенного воздействия на р. Белую. Выбор хлоридов в качестве индикатора обусловлен их консервативными свойствами (Красинцева, 1977). Определены временные периоды, отличающиеся уровнем антропогенного воздействия: 1938-1950 гг. – период «малого» воздействия; 1951-1968 гг. - переходный период с неустановившимся характером воздействия; 1969-2007 гг. – период «интенсивного» воздействия (Красногорская и др., 2006).

За статистически однородные временные периоды выполнен расчет среднемноголетних и средних значений показателей качества воды за различные фазы водного режима реки. Проведено сравнение рассчитанных значений показателей качества с соответствующими значениями ПДК и выполнена оценка связи между гидрохимическими и характеристиками водности реки в периоды «малого» и «интенсивного» антропогенного воздействия на р. Белую.

Расчеты показали, что в период «малого» антропогенного воздействия качество речной воды по содержанию хлоридов, сульфатов, азота нитритного, азота нитратного и величине общей минерализации отвечает требованиям, предъявляемым к водотокам рыбохозяйственного, хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Среднемноголетнее содержание железа незначительно превышает ПДК для рыбохозяйственного водопользования. Качество речной воды в этот период определяется, в основном, природными факторами, так как внутригодовые изменения химического состава воды аналогичны наблюдаемым в естественных условиях. В соответствии с физико-химическими процессами, происходящими на водосборе, периодическим преобладанием в питании реки вод различных генетических категорий или жизненными циклами гидробионтов происходит закономерное увеличение или уменьшение содержания исследуемых ЗВ в воде р. Белой в различные фазы ее водного режима (Фащевская, Попова, 2015; Фащевская, 2016). Существует тесная корреляционная связь между гидрохимическими и характеристиками водности реки (R=0.68-0.94).

В период «интенсивного» антропогенного воздействия среднемноголетнее содержание ЗВ в речной воде повышается (хлоридов до 7.3 раза, сульфатов до 1.6 раза, нитратов, нитритов и железа - более чем в 3 раза). Концентрации хлоридов в створе г. Стерлитамака во все фазы водного режима превышают концентрации сульфатов. Качество воды в этот период определяется, в основном, антропогенными факторами, так как внутригодовые изменения ее химического состава отличаются от происходящих в естественных условиях. Увеличение и уменьшение содержания ЗВ в речной воде происходит в любые фазы водного режима, а не в характерные для естественных условий (Фащевская, 2017). Корреляционная связь между гидрохимическими и характеристиками водности является слабой (R=0.03-0.64). В этот период регистрируется большое количество случаев, когда значения показателей качества воды превышают уровни ПДК для различных видов водопользования (главные ионы, соединения азота, железо), а также уровни высокого загрязнения (азот нитритный, железо). С середины-конца 1990-х годов к 2007 году качество воды р. Белой по исследуемым показателям улучшается и становится пригодным для рыбохозяйственного водопользования. Среднее многолетнее содержание железа в речной воде становится таким же, как и в период «малого» антропогенного воздействия.

Работа выполнена при финансовой поддержке РФФИ (грант №15-05-09022).

Список литературы:

Анализ однородности рядов речного стока 1985. Рекомендации. – Минск, ЦНИИКИВР, 40 с.

Красинцева В.В. 1977. Формирование минерального состава речных вод. – М., Наука, 176 с.

Красногорская Н.Н., Фащевская Т.Б., Рогозина Т.А. 2006. Оценка качества водных объектов в условиях антропогенного воздействия. – Уфа, Изд-во УГАТУ, 278 с.

Фащевская Т.Б. 2016. Природные и антропогенные факторы содержания железа в водотоках (на примере р. Белой): Материалы VI Всероссийского симпозиума с международным участием «Минералогия и геохимия ландшафта горнорудных территорий». – Улан-Удэ, Изд-во БНЦ СО РАН, с.345-348.

Фащевская Т.Б., Мотовилов Ю.Г., Шадиянова Н.Б. 2017. Пространственно-временные закономерности изменений концентраций соединений азота в водотоках Республики Башкортостан. – Водные ресурсы, том 44, №1, с.63-73.

Фащевская Т.Б., Попова Н.О. 2015. Влияние хозяйственной деятельности на водосборе р. Белой на формирование стока биогенных веществ. «Биогеохимия техногенеза и современные проблемы геохимической экологии»: Труды IX Международной биогеохимической школы (в двух томах). – Барнаул, т.1, с.280-283.

ХАРАКТЕРИСТИКА ГИДРОХИМИЧЕСКИХ АНОМАЛИЙ В БАССЕЙНАХ КРУПНЫХ РЕК ЕТР

М.Ю. Кондакова, Л.С. Косменко, А.О. Даниленко, О.С. Решетняк

ФГБУ «Гидрохимический институт»,
РФ, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр.Стачки, 198, vesna-dm@mail.ru

Гидрохимическая аномалия - участок гидрохимического поля какого-либо компонента, группы компонентов или общей минерализации вод, характеризующийся повышенными или пониженными значениями по сравнению с окружающим фоном (Словарь по геологии нефти и газа, 1988). Гидрохимические аномалии по своему генезису могут быть естественными, образование которых вызвано действием геологических процессов, и искусственными (техногенными или техногенно-смешанными), связанными с деятельностью человека (Шевченко, 2005).

Цель работы - выявление гидрохимических аномалий концентраций химических веществ в водах бассейнов крупных рек Европейской территории России (ЕТР) с учетом специфики природно-территориальных комплексов, а также антропогенного воздействия.

Исследование проведено на основе многолетней (1985-2015 гг.) режимной гидрохимической информации государственной системы наблюдений (ГСН) Росгидромета о содержании главных ионов (магния, кальция, хлоридов, сульфатов, гидрокарбонатов), биогенных (азота аммонийного, нитратного) и органических веществ (легко- и трудноокисляемых органических веществ (ЛООВ и ТООВ, соответственно), нефтепродуктов (НФ)), соединений тяжелых металлов (железа, меди, цинка и марганца) в воде 261 участка рек.

При выборе участков рек для исследования учитывалось разнообразие природных условий формирования речных вод и уровня антропогенного воздействия, принадлежность водного объекта к бассейнам крупных рек (рр. Печора, Северная Двина, Мезень, Волга, Ока, Клязьма, Москва, Истра, Дон, Кубань), расположенных в различных физико-географических провинциях ЕТР.

Аномальность для фоновых концентраций определялась как величина, отличающаяся от среднего значения содержания вещества в провинции не менее, чем на 2 стандартных отклонения (Криночкин, 2011). Если содержание вещества превышало фоновое, аномалии классифицировались как положительные; если ниже фоновых – отрицательные.

Важным моментом в характеристике гидрохимической аномалии было установление её характера (генеза) – техногенного или природного. Для этого проводилась оценка тенденций изменчивости концентраций химических веществ в воде за многолетний период.

Без антропогенной нагрузки или действия глобальных факторов компонентный состав водных объектов, очевидно, должен быть устойчив во времени. Поэтому стабильно высокие или низкие уровни того или иного вещества в воде некоторых из выбранных участков водотоков без каких-либо статистически значимых тенденций за 30-летний период говорят о вероятно природном (естественном) характере выявленных здесь аномалий.

Однако, в ряде водных объектах были обнаружены те или иные статистически значимые тенденции изменения содержания химических веществ, которые могли быть тесно связаны с прямой или косвенной антропогенной нагрузкой. В этом случае выявленные гидрохимические аномалии характеризовались как техногенно-смешанные.

Если гидрохимическая аномалия сопровождалась возрастающим трендом содержания загрязняющих веществ (что может быть тесно связано с увеличением прямой или косвенной антропогенной нагрузки на данный участок водного объекта), то данную

аномалию классифицировали как техногенно-смешанную формирующуюся. Убывающий тренд при наличии техногенно-смешанной гидрохимической аномалии, вероятно, также связан с антропогенным воздействием, но не с ростом нагрузки а, напротив, её снижением (убывающая аномалия).

Статистическая обработка гидрохимической информации по выявлению гидрохимических аномалий проводилась для всех исследуемых участков водных объектов по каждому из указанных выше химических веществ. Из 261 участка водных объектов гидрохимические аномалии были установлены на 113 из них. На каждом из этих участков количество выявленных аномалий варьировало от 1 до 6. Одна аномалия (только по одному из исследуемых гидрохимических показателей) отмечена в 59 пунктах (52 %), по 2 аномалии - в 33 пунктах (29 %), по 3 – в 7 пунктах (6 %), по 4 – в 11 пунктах (10 %), по 5 и более аномалий – в 3 пунктах (3%).

Результаты анализа массива данных позволили выявить 208 гидрохимических аномалий, составивших 5.7 % от общего числа фоновых концентраций. Установлено, что аномальные значения характерны для всех исследуемых химических веществ.

Ранжированный в соответствие с количеством аномалий ряд гидрохимических показателей имеет следующий вид: $SO_4^{38\ (случаев)}$, Ca^{22}, (Cl, NO_3)^{18}, (NH_4)^{16}, Fe^{15}, (ТООВ)^{13}, (Mg, HCO_3, Cu)^{11}, (НФ)^{10}, (Zn, Mn)^{9}, (ЛООВ)^{7}.

Можно отметить, что по своему происхождению в речных водах на территории ЕТР преобладают гидрохимические аномалии техногенно-смешанного типа – 53%. Причем можно отчетливо проследить влияние антропогенного воздействия на пространственное распределение гидрохимических аномалий. В направлении с севера на юг наблюдаются тенденции увеличения доли техногенно-смешанных аномалий, и, соответственно, уменьшения доли аномалий естественного происхождения, что можно связать с интенсификацией антропогенного воздействия на реки, в частности более мощным развитием промышленности и сельского хозяйства к югу нашей страны.

Среди гидрохимических аномалий техногенно-смешанного происхождения по своей направленности отмечается рост формирующихся аномалий к югу от средней полосы России, что также может свидетельствовать об усилении антропогенного влияния (прямого или косвенного) на водотоки, и увеличении содержания некоторых загрязняющих веществ.

Список литературы:

Криночкин Л.А. 2011. Прогнозная оценка территории России по региональным аномальным геохимическим полям: автореферат дис. ... доктора геолого-минералогических наук: Москва. 46 с.

Словарь по геологии нефти и газа. 1988. – Л.: Недра, 679 с.

Шевченко А.О. 2005. О формировании гипогенных гидрогеохимических аномалий соединений азота. http://masters.donntu.org/2005/ggeo/basantseva/ library/publ5.htm (дата обращения 23.09.2016).

ШИРОТНАЯ ЗОНАЛЬНОСТЬ В РАСПРЕДЕЛЕНИИ КОНЦЕНТРАЦИЙ СОЕДИНЕНИЙ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В РЕЧНЫХ ВОДАХ ЕВРОПЕЙСКОЙ ТЕРРИТОРИИ РОССИИ

А.О. Даниленко, Л.С. Косменко, М.Ю. Кондакова, О.С. Решетняк
ФГБУ «Гидрохимический институт»,
РФ, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198, l.kosmenko@gidrohim.com

Важными компонентами химического состава речной воды являются соединения тяжелых металлов. Они принимают активное участие в химических и биологических процессах, протекающих в водной среде, а также крайне медленно покидают биогеохимические циклы (Никаноров и др., 1988).

Известное в гидрохимии представление о том, что качественный состав речной воды зависит от физико-географических условий, находит свое отражение в формировании на Европейской территории России (ЕТР) крупных, отличающихся друг от друга областей с относительно однородными концентрациями различных химических веществ. В связи с этим, целью данной работы стало изучение проявления широтной зональности в пространственном распределении на ЕТР соединений некоторых тяжелых металлов - железа, меди и цинка.

ЕТР в силу своего географического положения характеризуется разнообразным спектром широтных зон, внутри которых выделяются территории, сходные с точки зрения факторов формирования компонентного состава природных вод - физико-географические провинции. Использование провинции как природно-территориальной единицы позволило сгруппировать речные экосистемы ЕТР по особенностям зонального типа ландшафтов, в которых они расположены (для группировки использованы границы провинций, приведенные на сайте Геопортала МГУ www.geogr.msu.ru:8082/FGR/).

Реки ЕТР, включенные в исследование, протекают в пределах 32 провинций на территории следующих географических областей: тундровой и лесотундровой, таёжной, области смешанных лесов, лесостепной, степной и полупустынной. Исследования проведены на базе информации государственного мониторинга состояния и загрязнения поверхностных вод суши с 1985-2015 гг. на 261 участке для соединений железа, на 255 - для соединений меди, на 210 - для соединений цинка.

При использовании в качестве шага группировки данных стандартное отклонение выборки медианных концентраций соединений тяжелых металлов за 30-летний период были разбиты на несколько интервалов (не более 5), условно обозначенные как «минимальный», «низкий», «средний», «повышенный» и «высокий». Физико-географическая провинция соответствует какому-либо из названных интервалов, если по величине медианной концентрации соединений того или иного металла ему принадлежит не менее 50 % расположенных в провинции исследованных участков рек.

Закономерности влияния геохимической обстановки на пространственное распределение соединений тяжелых металлов в речных водах ЕТР также были изучены на основе анализа тесноты связи между данными о медианных концентрациях и о географических координатах пунктов отбора проб (широта и долгота). Оценка тесноты связи дана по непараметрическому коэффициенту корреляции Спирмена (r). Трактовка тесноты связи: $r \geq 0.75$ –сильная; $0.50 \leq r < 0.75$ –средняя; $0.25 \leq r < 0.50$ –слабая; $r<0.25$ не обсуждается (очень слабая).

Медианные концентрации соединений железа на ЕТР колеблются от 0.01 до 1.87 мг $дм^{-3}$, в целом снижаясь с севера на юг (статистически значимая положительная связь умеренной силы между медианами и широтной координатой r=0.51). Вопреки закономерностям широтной зональности, «минимальные» концентрации соединений железа (до 0.19 мг $дм^{-3}$) наблюдаются в водных объектах самых северных провинций Кольского полуострова, но все же значительно большие пространства они занимают в южной и центральной части ЕТР. К северу от этой области лежат территории,

характеризующиеся «низким» уровнем соединений железа (от 0.19 до 0.36 мг дм$^{-3}$), ограниченные переделами Ветлужско-Унжинской, Вятско-Камской, Верхне-Волжской, Прибалтийской и Карельской провинций. Европейский Север характеризуется «средними» медианными концентрациями соединений железа (от 0.36 до 0.53 мг дм$^{-3}$), а «повышенные» (от 0.53 до 0.70 мг дм$^{-3}$) и высокие (более 0.70 мг дм$^{-3}$) концентрации свойственны единичным водным объектам, являясь, по всей видимости, гидрохимическими аномалиями (например, в р. Пра в Мещерской провинции).

Медианные концентрации соединений меди в реках ЕТР наблюдаются от минимальных пределов их обнаружения до 9 мкг/дм^3 (р. Кубань, ст-ца Ладожская). Общая тенденция изменения с севера на юг не выявлена, однако отмечается слабая отрицательная связь с долготной координатой (r= -0.36), что характеризует некоторое снижение концентраций меди от западных границ ЕТР в сторону Уральских гор. «Минимальные» концентрации соединений меди (до 1.2 мг дм$^{-3}$) в водах отмечены в водных объектах Днепровско-Деснинской, Среднерусской и Окско-Донской провинций. Наибольшее число провинций относятся к числу территорий с «низким» (от 1.2 до 2.4 мг дм$^{-3}$) и «средним» (от 2.4 до 3.6 мг дм$^{-3}$) содержанием соединений меди в водной среде их рек. «Повышенные» уровни медианных концентраций соединений меди (от 3.6 до 4.8 мг дм$^{-3}$) имеют водные объекты Смоленско-Московской и Мещерской провинций. В крайних южных провинциях участки р. Кубань имеют наивысшие медианные концентрации соединений меди на ЕТР (более 4.8 мг дм$^{-3}$).

Изменчивость содержания соединений цинка в водах рек ЕТР характеризуется размахом от пределов их обнаружения до 33.3 мг дм$^{-3}$ (р. Пеза, д. Сафоново). Общая тенденция изменения уровня соединений цинка ни с севера на юг, ни с запада на восток не выявлена. «Минимальным» уровнем содержания соединений цинка (до 7.1 мг дм$^{-3}$) в водах рек характеризуются водные объекты большинства провинций ЕТР. В центральной части Смоленско-Московская, Мещерская и Северо-Приволжская провинции формируют неширокую полосу территорий с низкими концентрациями цинка в водной среде (от 7.1 до 14.2 мг дм$^{-3}$). Такими же уровнями характеризуются и Тиманская и Черноземельская провинции. «Средними» уровнями соединений цинка в речных водах (от 14.2 до 21.4 мг дм$^{-3}$) характеризуются водные объекты Малоземельско-Большеземельской, Мезенско- и Онежско- Двинской провинций. В центре этой области средних концентраций находится Пинего-Мезенская провинция с «повышенными» медианными концентрациями цинка в водной среде (от 21.4 до 28.4 мг дм$^{-3}$).

Таким образом, закономерности широтной зональности, хорошо заметные, например, в пространственном распределении главных ионов (Перельман, 1982), нарушаются для некоторых соединений тяжелых металлов. Можно предполагать, что отступление от ключевых природных закономерностей связано с антропогенным влиянием. Технофильность железа ниже, чем у других металлов в связи с его высоким кларком. Одним из наиболее распространенных загрязнителей окружающей среды является цинк, поступление которого от техногенных источников в 7-8 раз больше, чем от природных. Медь также является одним из важнейших поллютантов. По сравнению с другими элементами её глобальный баланс считается одним из наиболее сильно измененных техногенезом (Перельман, Касимов, 1999).

Список литературы:

Никаноров А.М., Лапин И.А., Геков В.Ф., Жулидов А.В., Красюков В.Н., Дубова Н.А., Едигарова И.А. 1988. Расчет буферной емкости пресноводных экосистем к тяжелым металлам. В сб. науч. тр. «Экологическое нормирование и моделирование антропогенного воздействия на водные экосистемы». Вып.1. Л., Гидрометеоиздат. С. 70.

Перельман А.И. 1982. Геохимия природных вод. – М.: «Наука», 154 с.

Перельман А.И., Касимов Н.С. 1999. Геохимия ландшафта. Учебник. – М.: Изд-во МГУ, 610 с.

ЭЛЕМЕНТЫ БИОГЕОХИМИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОЗЕРА БАЙКАЛ

С.А.Резников

ФГБУ «Гидрохимический институт».РФ.344090.г.Ростов-на-Дону,пр.Стачки,198.
s.reznikov@gidrohim.com

В комплексном мониторинге, проводимом Росгидрометом на оз. Байкал биогеохимическая его составляющая значительно менее задействована в общую систему наблюдений на озере. Донные биоценозы в природной среде озере впервые стали изучаться с 2011 г. В макрозообентосе и в прибрежных обрастаниях стали исследовать накопление ПАУ параллельно с изучением накопления последних в донных отложениях.

Исследованиям были подвергнуты участки озера наиболее сильно подверженных антропогенному воздействию: район сброса городских коммунальных сточных вод г. Байкальск (ранее сброс сточных вод БЦБК), зона воздействия на озеро железнодорожной трассы БАМ в северной части озера и аванделта р. Селенга. Следует заметить, что донные гидробионты отличаются большей устойчивостью в видовом составе и в его площадной распространенности, чем биоценозы водной толщи. Макрозообентос обладает наиболее высокой степенью накопления СОЗ.

Уровень накопления полиаренов у различных групп макрозообентоса может изменяться в зависимости от места расположения биотопа, определенной направленности потока загрязняющих веществ под влиянием локальных течений, глубиной отбора биопроб и др. Обычно максимальные концентрации полиаренов в макрозобентосе больших водоемов отмечаются в наиболее загрязненных участках дна, где постоянно наблюдается высокий уровень поступления ПАУ в донные отложения, т. е. отмечается прямая корреляция.(А.М.Никаноров, А.Г.Страдомская ,2008) .В макрозообентосе на озере анализировались следующие доминирующие группы беспозвоночных : олигохеты, амфиподы, единично - хирономиды и двустворчатые моллюски.

Анализ накопления ПАУ бентосными организмами раздельно для каждого их вида в работе не проводился, поэтому содержание полиаренов в пробах определяли, используя их общее количество (валовая проба). Для химического анализа объем валовой пробы макрозообентоса в донных отложениях накапливался до необходимой навески и не пересчитывался на площадь, как это делается в гидробиологической практике. Литолого-геохимические исследования проводили в двухсантиметровом слое донных отложений, макрозообентос отбирался из пяти-семисантиметровой толщи донных отложений. Физико-химические методы определения ПАУ в донных отложениях и макрозообентосе озера подробно описаны в (С.А.Резников, Р.А.Аджиев,2015).

Данные многолетних биогеохимических исследований (43 пробы макрозообентоса) на озере позволили получить информации об особенностях качественного и количественного накопления ПАУ в различных районах озера. Табл. 1. Так, максимальные содержания бенз(а)пирена отмеченные в 2015 г в районе бывшего БЦБК превышают аналогичны определения на других полигонах почти в 10 раз.

Следует выделить принципиально важный вывод из проведенных исследованиях: в системе биогеохимического мониторинга состояния экосистемы оз.Байкал необходимо учитывать факт отсутствия прямой зависимости между уровнем загрязнения ПАУ в макрозообентосе от их содержаний в донных отложений , что необходимо рассматривать, как характерную особенность загрязнения природной среды оз.Байкал.

В 2014 – 2015 гг. впервые в комплексном мониторинге озера было проведено изучение содержание ПАУ в макрофитах (обрастания) ведущих прикрепленный образ жизни на гравийно-галечном материале в прибрежной мелководной зоне в районе бывшего БЦБК. Доминирующим видом в биотопе полигона является нитчатая водоросль улотрекс, которая образует поля из тины зеленого цвета. Было изучено 7 проб улотрекса.

В компонентном составе ПАУ в макрофитах обнаружен тот же набор полиаренов, что и в донных отложениях и макрозообентосе. Среднее содержание ПАУ в макрофитах составило 22,5 нг/г с.в. при диапозоне значений 10,3-41,0 нг/г с.в., канцерогенные полиарены 9,3 нг/г с.в при диапазоне значений 3,7-25,4 нг/г с.в.(сухого вещества). Макрофиты являются также источником поступления канцерогенов в донные отложения озера. Табл. 1.

Мелководные макрофиты относительно больше аккумулируют ПАУ, чем более глубоководный макрозообентос. Последнее связано как с прилипанием загрязняющих веществ к стеблям и листьям водных растений, дальнейшему накоплению их в слоевище водорослей , а также за счет непосредственной фильтрации из водной толщи озера. По данным (А.П.Ильницкий и др.,1977) уровень концентрирование канцерогенного бенз(а)пирена различными видами растениями пресноводных водоемов одного и того водоема в промышленном районе практически одинаков. Поэтому макрофиты в данном случае улотрекс, можно в определенной мере считать достаточно удобным тест-объектом при оценки загрязнения прибрежных водорослей полиаренами и другими СОЗ. Все макрофиты в литоральной зоне озера являются однолетними растениями, поэтому каждый год они могут по-разному накапливать загрязняющие вещества, тем самым указывая на различный уровень антропогенного воздействия на конкретном участке озера.

Таблица 1.

Среднее содержание ПАУ и канцерогенных аренов в макрозообентосе оз. Байкал в 2011-2015 гг. нг/г с.в. (числитель-диапазон значений, знаменатель-среднее значение, в скобках среднее содержание канцерогенных аренов в макрозообентосе**).**

Полигоны/годы	2011г.	2012 г.	2014 г.	2015 г.
Бывший БЦБК	9,6-180,6 54,0 (13,9)	19,7-52,0 38,1(5,7)	Не опр.	5,9-21,3 13,6 (7,5)
Количество проб	11	6	0	10
Авандельта р.Селенга	40,1-103,0 62,9(8,1)	Не опр.	2,5-16,0 8,8(1,2)	Не опр.
Количество проб	4	0	5	0
Район БАМ	Не опр.	Не опр.	4,7-28,9 12,4(1,3)	Не опр.
Количество проб	0	0	7	0

Данные об уровне загрязненности макрозообентоса и прибрежных обрастаний канцерогенными ПАУ повышают экологическую значимость мониторинга природной

среды оз. Байкал, что представляет собой значительный вклад в развитие системы наблюдений на озере Байкал и делают ее более информативной

Список литературы:

А.М.Никаноров, А.Г.Страдомская « Проблемы нефтяного загрязнения пресноводных экосистем». Ростов/Дон,2008. «НОК». 222с.

С.А.Резников, Р.А.Аджиев «Стойкие органические загрязнители в донных отложениях на авандельте р.Селенга». //Вода : химия и экология. №9.2015. С.41-48.

А.П.Ильницкий, Ж.Л.Лембик, Л.Г.Соленова, Л.М.Шабад « О распределении канцерогенных углеводородов в пресноводных водоемах».Труды расширенного пленума комитета по канцерогенным веществам «Канцерогенные вещества в окружающей среде», ноябрь,1977 г. г.Обнинск.М.Гидрометеоиздат,1979 г.Стр.48-53.

ВНУТРИГОДОВЫЕ МНОГОЛЕТНИЕ ИЗМЕНЕНИЯ КОНЦЕНТРАЦИИ ФТОРИДОВ В Р.БЕЛАЯ, ОЗЁРАХ БОЛЬШОЙ ВУДЪЯВР И ИМАНДРА

Н.С. Тамбиева, О.А. Михайленко

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Гидрохимический институт», РФ, 344090, г. Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198, o.mikhayllenko@gmail.com

Недостаточная осведомленность о природе и масштабах загрязненности объектов окружающей среды фторидами может привести к недооценке опасности их воздействия на людей, животных, сельскохозяйственные культуры, растительный покров. Избыток фторидов в воде оказывает негативное воздействие на многие системы организма человека, прежде всего костную и центральную нервную системы. Большие концентрации фторидов могут вызвать тяжелые заболевания: онкологию, нарушение работы почек, фосфорно-кальциевого обмена (Гапонюк, 1983; Савенко В.С. и др. 2014).

Содержание фторидов в природных водах нормируется. Предельно допустимая концентрация (ПДК) для водных объектов рыбохозяйственного назначения составляет 0,75 мг/дм^3, для водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового назначения от 0,75 до 1,5 мг/дм^3 в зависимости от региона (ГН 2.1.5.1315-2003).

Приоритетность соединений фтора как загрязняющих веществ определяется прежде всего их химической и биологической активностью; сам фтор настолько активен, что в свободном состоянии в природе не встречается. Он взаимодействует практически со всеми элементами, образуя фтористые соединения от легкорастворимых до нерастворимых. Важной особенностью фтора является склонность к комплексообразованию, например, с алюминием, железом, кремнеем, кальцием, магнием, бором. Все это не только усложняет химический анализ, но и затрудняет исследование миграционных путей фторидов (Гапонюк, 1983).

К естественным источникам поступления фтора в природные воды относятся выщелачивание фторсодержащих минералов, например криолит, флюорит, фторапатит. Антропогенное загрязнение водных объектов фтором обусловлено выносом со сточными водами ряда промышленных (химического, металлургического, горноперерабатывающих, стекольного, керамического и др.) и сельскохозяйственных производств.

К одному из напряженных регионов по загрязненности фторидами относится Кольский полуостров. Оценка содержания фторидов проведена по многолетним усредненным данным в р. Белая и озёрах Б. Вудъявр и Имандра (Кольский полуостров, г. Аппатиты).

Оз. Б. Вудъявр и р. Белая находятся в зоне влияния горнодобывающего и перерабатывающего предприятия АО «Апатит». В процессе добычи и обогащения апатито-нефелиновой руды эти водные объекты загрязняются фторидами шахтных, рудничных и промышленных сточных вод основных цехов предприятия. Р. Белая вытекает из оз. Б. Вудъявр и, кроме того, принимает фильтрационные и сточные воды хвостохранилища обогатительной фабрики.

Сравнение усредненных многолетних концентраций фторидов в воде оз. Б. Вудъявр и р. Белая, представленным Мурманским УГМС по результатам мониторинга (рис.1), показало, что в период с мая по октябрь их значения отличаются незначительно, а в период ледостава, с ноября по апрель, в р. Белая наблюдается значительное их увеличение. Внутригодовые колебания концентраций фторидов в природных водах, не подверженных антропогенному загрязнению обычно не велики. Но в р. Белая, подпитываемой загрязненными грунтовыми водами в период ледостава, средняя концентрация составляет 4 мг/дм^3, а в отдельные годы (1991 и 1993 гг.) концентрация фторидов достигала 12-16 мг/дм^3. В оз. Б. Вудъявр наиболее высокие концентрации составили 3 мг/дм^3.

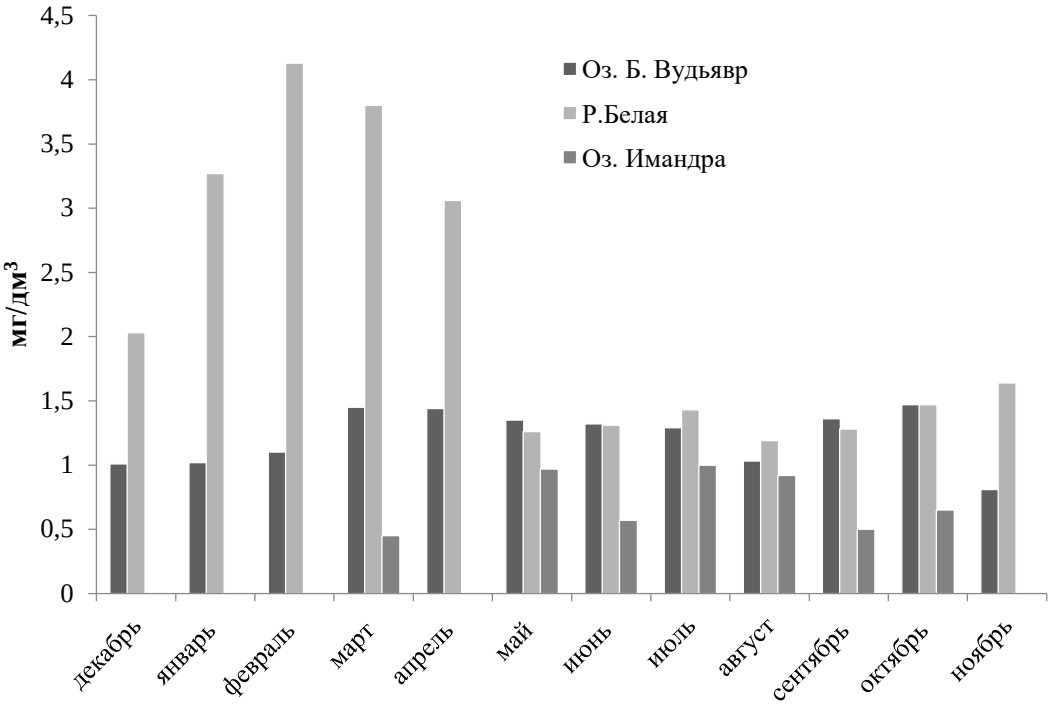


Рис. 1 Усредненные многолетние колебания концентрации фторидов в исследуемых объектах

Наблюдения за содержанием фторидов в водах оз. Б. Вудъявр и р. Белая проводились с 1990 по 2000 гг. ежемесячно, но в последние годы в период ледостава данные практически отсутствуют.

Загрязненные фторидами воды р. Белая поступают в оз. Имандра. Наблюдения за концентрациями фторидов в этом озере проводились только в марте месяце и с мая по октябрь в период с 2001 по 2015 гг. Высокие концентрации были отмечены в июле и августе всего наблюдаемого периода, а наибольшее значение 4,4 мг/дм^3 было выявлено в 2001 г.

Учитывая высокую вероятность загрязнения оз. Имандра фторидами со стоком р. Белая целесообразно проводить наблюдения не только в летние месяцы, но и в период ледостава.

Список литературы:

Гапонюк Э.И. 1983.Степень и экологические последствия фторидного загрязнения. – Гидрометеорология, серия: контроль загрязнения природной среды, обзорная информация. – Обнинск. 55 с.

ГН 2.1.5.1315-2003.Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Савенко В.С., Зезин Д.Ю., Савенко А.В. 2014. Фтор в поверхностных и грунтовых водах бассейна среднего течения р. Клязьмы. – Водные ресурсы, т. 41, с. 544-552

МИГРАЦИОННАЯ СПОСОБНОСТЬ МЕТАЛОВ В СИСТЕМЕ «ВОДА-ДОННЫЕ ОТЛОЖЕНИЯ» (НА ПРИМЕРЕ РЕК БАССЕЙНА ТУЗЛОВА)

В.Н Решетняк, О.С. Решетняк

Институт Наук о Земле Южного федерального университета,
РФ, 344090, г. Ростов-на-Дону, ул. Зорге, д. 40, vnresh3@gmail.com

Донные отложения (ДО) играют существенную роль в формировании качества речных вод, выступая в качестве природных сорбентов, накапливающих большую часть токсичных и загрязняющих веществ. Это способствует очищению водной среды. Однако, при определенных условиях эти вещества вновь могут переходить в водную толщу, вызывая ее вторичное загрязнение (Решетняк, Закруткин, 2016). Донные осадки перестали быть фактором только улучшения качества речных вод за счет процессов осаждения и сорбции в них поллютантов. Концентрации металлов в ДО на порядок, а иногда и на несколько порядков могут превышать их содержание в водной толще, и тогда они становятся потенциальным источником вторичного загрязнения водных экосистем.

Миграция металлов в системе «вода – ДО» зависит от многих факторов, таких как дефицит растворенного кислорода на границе контакта ДО и воды, значение pH, гранулометрический состав донных осадков, природа элемента (металла), концентрация растворенного органического вещества и минерализация воды (Решетняк, Закруткин, 2016). Существенную роль также играют гидродинамические процессы в водоеме и гидрометеорологические условия.

Оценка миграционной способности металлов проведена по данным эксперимента, представленного в работе (Решетняк, Закруткин, 2016) и позволяющего оценить возможность вторичного загрязнения металлами речных вод в бассейне реки Тузлов. Объектами исследования служили образцы ДО и речной воды двух типов в бассейне Тузлова. Речная вода 1 (р. Большой Несветай) характеризуется наименьшей для бассейна минерализацией воды и речная вода 2 (р. Аюта) – наибольшей. Полученные ранее результаты показали, что обменные процессы в исследуемых системах «речная вода – ДО» протекают достаточно быстро и полное взаимодействие происходит в течение 1 часа. Донные отложения на исследуемых участках рек бассейна Тузлова могут являться источником вторичного загрязнения водной толщи соединениями марганца, железа, меди и лития.

Миграционную способность металлов из воды в ДО можно оценить с помощью коэффициента распределения (Gueguen et al., 2000):

$$Lg\ K_{распр} = [M_{до}]/[M_{вода}],$$

где $Lg\ K_{распр}$ – коэффициент распределения; $[M_{до}]$ – содержание металла в ДО, мг/кг; $[M_{вода}]$ – содержание металла в воде, мг $дм^{-3}$.

Чем больше значение коэффициента распределения, тем интенсивнее протекает процесс миграции металла из воды в ДО за счет осаждения, сорбции или хемосорбции металла донными осадками.

Результаты расчета коэффициентов распределения для изучаемых нами систем «речная вода 1 – ДО» и «речная вода 2 – ДО» представлены на рисунке. За точку отсчета и для сравнения использованы коэффициенты распределения металлов в системе «дистиллированная вода – ДО». Наиболее интенсивные процессы осаждения металла в ДО характерны для железа (среднее значение $LgK_{распр} = 5.0$) и хрома (4.6), средний характер миграции наблюдается для меди (3.7), цинка (3.5) и марганца (3.2). Для стронция и лития средние значения коэффициентов распределения минимальны ($LgK_{распр} = 2.1$ и $LgK_{распр} = 2.35$, соответственно), что свидетельствует о возможности протекания и обратного миграционного процесса – перехода металла из донных отложений в воду.

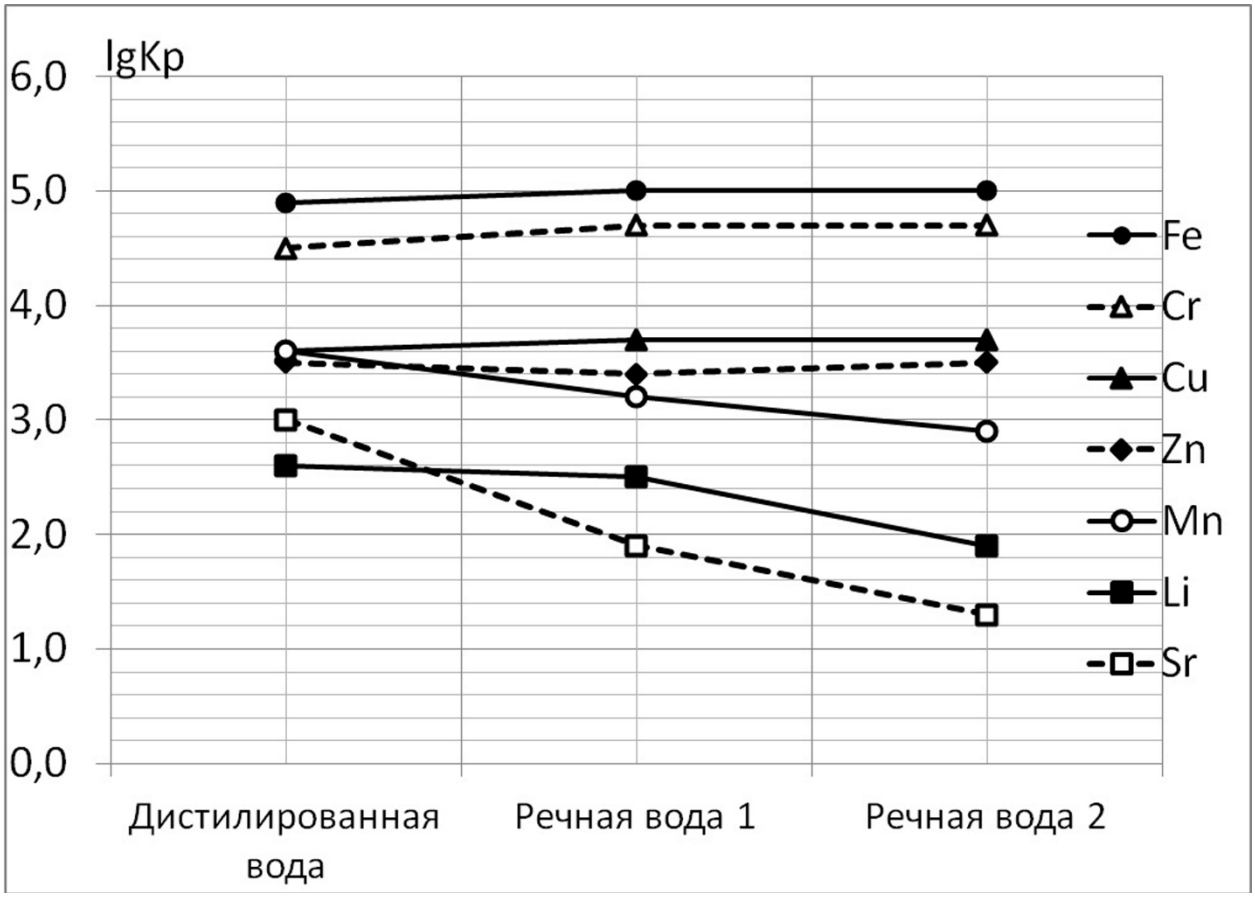


Рис. Коэффициенты распределения ($LgK_{распр}$) металлов в исследуемых системах «вода – ДО» после взаимодействия

Рассматриваемые металлы по-разному ведут себя в речных водах различной минерализации. Выделяются две группы металлов: первая – железо, хром, медь и цинк, коэффициенты распределения которых практически не зависят от минерализации воды, и вторая – марганец, литий и стронций, для которых характерно уменьшение показателя при увеличении минерализации воды. То есть в более минерализованных речных водах уменьшается интенсивность процесса осаждения марганца, лития и стронция и усиливается степень перехода металла из донных отложений в воду. Это еще раз подтверждает ранее выявленную закономерность, что ДО в бассейне Тузлова могут являться источником вторичного загрязнения рек отдельными металлами (особенно, марганцем и литием).

Изучение миграционных процессов в системе «вода – ДО» позволяет, с одной стороны, оценить роль донных отложений в самоочищении водных экосистем, а с другой, вероятность вторичного загрязнения водной толщи при изменении гидродинамических условий в водоеме. Полученные результаты могут быть использованы при комплексной оценке уровня загрязнения водных экосистем, выявлении техногенных илов в районах с развитой угольной промышленностью и разработке водоохранных мероприятий по снижению загрязнения речных вод в пределах техногенно нарушенных территорий.

Список литературы:

Решетняк О.С., Закруткин В.Е. 2016. Донные отложения как источник вторичного загрязнения речных вод металлами (по данным лабораторного эксперимента) // Известия Высших учебных заведений. Северо-Кавказский регион. Серия: Естественные науки, № 4. С.102-109.

Gueguen C., Dominik J., pardos., Benninghoff C. and Thomas R.L. 2000. Partition of metals in the Vistula River and in effluents from sewage treatment plants in the region of Cracow // Lakes & Reservoirs: Research and management, № 5, pp. 59-66.

ТЯЖЕЛЫЕ МЕТАЛЛЫ В ПОВЕРХНОСТНЫХ И ПОДЗЕМНЫХ ВОДАХ ГОРНОРУДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

З.Б. Бактыбаева, Р.А. Сулейманов, Т.К. Валеев, Р.А. Даукаев, Н.Р. Рахматуллин
Уфимский научно-исследовательский институт медицины труда и экологии человека,
РФ, 450106, г. Уфа, ул. Степана Кувыкина, д. 94, baktybaeva@mail.ru

В Зауралье Республике Башкортостан (РБ) сосредоточена значительная часть сырьевой базы цветной металлургии Урала. Действующие и отработанные объекты горнопромышленного комплекса являются источниками загрязнения поверхностных и подземных вод тяжелыми металлами (ТМ), которые по степени опасности уступают лишь пестицидам и диоксинам. Опасность ТМ и их соединений определяется тем, что они не подвергаются химическому разложению, способны мигрировать по пищевым цепям и накапливаться в организме человека, оказывая негативное влияние даже в незначительных концентрациях. При избыточном поступлении в организм ТМ могут проявлять мутагенные, тератогенные и канцерогенные свойства (Авцын и др., 1991; Скальный, 2004; Adriano, 2001; Jaishankar et al., 2014).

Загрязнению природных вод тяжелыми металлами в значительной степени способствуют сбросы в водоемы и на рельеф местности неочищенных или недостаточно очищенных стоков горнорудной промышленности. Так, в 2015 г. в поверхностные водные объекты Зауралья РБ было сброшено недостаточно очищенных сточных вод ОАО «Белорецкий металлургический комбинат» – 9.62 млн. $м^3$, ОАО «Учалинский горно-обогатительный комбинат» – 4.05 млн. $м^3$, АО «Сибайский горно-обогатительный комбинат» – 1.72 млн. $м^3$, ООО «Башкирская медь» – 1.53 млн. $м^3$, ОАО «Башкирское шахто-проходческое управление» – 0.21 млн. $м^3$. При этом сброс загрязняющих веществ в водоемы составил 23.44 тыс. т (Государственный доклад…, 2016).

Было установлено, что содержание ТМ в воде рек Зауралья РБ в створах ниже сбросов стоков горнопромышленных объектов многократно повышается. При этом элементный состав загрязнения отвечает рудной специализации разрабатываемого месторождения. Наибольший удельный вклад в общую загрязненность водоемов вносят марганец, железо, цинк, медь и кадмий. Выявленные превышения нормативов как для водных объектов рыбохозяйственного значения, так и хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования свидетельствуют о потенциальной опасности водоемов состоянию здоровья населения, проживающего в районах добычи и переработки горнорудного сырья (Бактыбаева и др., 2016).

Значительное и продолжительное загрязнение водоемов высокоминерализованными стоками влияет и на состояние водной и прибрежно-водной растительности. Полученные данные свидетельствуют о снижении α- и β-разнообразия растительных сообществ, проективного покрытия, высоты травостоя и показателей надземной фитомассы (Baktybaeva et al., 2011).

В регионе для питьевых целей чаще используются подземные воды. В связи с чем, нами был проведен анализ проб подземных водоисточников. При этом особое внимание уделялось нецентрализованным источникам водоснабжения (скважины, колодцы, родники). Как показали результаты анализа, к числу приоритетных ТМ, загрязняющих питьевую воду, относятся железо и марганец. При расчете вклада отдельных загрязняющих веществ в общую загрязненность хозяйственно-питьевых вод населенных пунктов установлено, что наиболее значимыми в условиях как централизованного, так и децентрализованного водоснабжения являются железо, марганец, кадмий, шестивалентный хром, никель, стронций. На горнорудных территориях экологическая ситуация осложняется наложением техногенного загрязнения металлами на общий повышенный геохимический фон их содержания в окружающей среде, обусловленный рудной минерализацией.

Необходима более детальная оценка эколого-гигиенической обстановки в регионе с последующим построением медико-экологического прогноза и разработкой рациональных экономических и природоохранных решений для обеспечения безопасного водопользования населения горнорудных территорий.

Список литературы:

Авцын А.П., Жаворонков А.А., Риш М.А., Строчкова Л.С. 1991. Микроэлементозы человека. Этиология, классификация, органопатология. – М., Медицина, 485 с.

Бактыбаева З.Б., Сулейманов Р.А., Ямалов С.М., Кулагин А.А., Валеев Т.К., Рахматуллин Н.Р. 2016. Оценка содержания и миграции тяжелых металлов в компонентах речных экосистем горнорудных территорий Республики Башкортостан. Гигиена и санитария, т. 95, № 9, с. 822–827. DOI: 10.18821/0016-9900-2016-95-9-822-827.

Государственный доклад «О состоянии природных ресурсов и окружающей среды Республики Башкортостан в 2015 году». 2016. – Уфа, Министерство природопользования и экологии Республики Башкортостан, 310 с.

Скальный А.В. 2004. Химические элементы в физиологии и экологии человека. – М., Издательский дом «ОНИКС 21 век», Мир, 216 с.

Adriano D.C. 2001. Trace Elements in Terrestrial Environments: Biogeochemistry, Bioavailability, and Risks of Metals. – New York, Springer-Verlag, 867 pp.

Baktybaeva Z.B., Yamalov S.M., Suyundukov Ya.T. 2011. Effect of Heavy Metal Pollution on Plant Communities of the Tanalyk River, the Bashkir Transural Region. Russian Journal of Ecology, vol, 42, No. 5, pp. 378–381. DOI: 10.1134/S1067413611040047.

Jaishankar M., Tseten T., Anbalagan N., Mathew B.B., Beeregowda K.N. 2014. Toxicity, mechanism and health effects of some heavy metals. Interdiscip Toxicol, vol. 7(2), p. 60–72.

ОЦЕНКА ДИНАМИКИ КАЧЕСТВА ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД ЯМАЛО-НЕНЕЦКОГО АВТОНОМНОГО ОКРУГА

Е.Е. Лобченко, Л.И. Минина, И.П. Ничипорова, Н.Ю. Лавренко

ФГБУ «Гидрохимический институт»

РФ, 344090, Ростов-на-Дону, просп. Стачки, 198, ghi@novoch.ru

Ямало-Ненецкий автономный округ – составная часть Арктической зоны РФ, охватывающая нижнее течение р. Обь, бассейны рек Надым, Пур, Таз, входящие в нефтегазоносные районы Уральского Федерального округа.

Формирование химического состава воды этих водных объектов происходит под влиянием большого количества болот, обуславливающих высокое естественное содержание органических веществ, в том числе гуминовых кислот, соединений металлов и др. (Ресурсы поверхностных вод…, 1973). Основные экологические проблемы водных объектов этого региона связаны с наличием нефтегазодобывающих предприятий, в большинстве не имеющих эффективных в достаточной степени очистных сооружений.

Проведённый анализ гидрохимических данных, полученных государственной сетью наблюдений Росгидромета в течение 2000–2015 гг. в пунктах, расположенных на водных объектах территории Ямало-Ненецкого округа показал, что поверхностные воды стабильно характеризуются высоким уровнем загрязненности – 4 класс «грязная» и «очень грязная» вода (РД 52.24.643-2002…, 2003). В отдельные годы качество воды в створах рек Надым (выше промзоны), Пур (пгт Уренгой, п. Самбург), Пяку-Пур (пгт Тарко-Сале), Седэ-Яха (г. Н.Уренгой), Таз, (п. Красноселькуп), на участке Оби п. Горки–г. Салехард, Полуй (г. Салехард) было крайне низким и оценивалось 5 классом качества, вода характеризовалась как «экстремально грязная».

Наиболее характерными загрязняющими веществами являлись органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), нефтепродукты, фенолы, соединения железа, меди, марганца, цинка, аммонийный азот, концентрации которых стабильно превышали предельно допустимые (рис.1). Количество критических показателей в воде водных объектов колебалось от 2 до 5, в основном, это были соединения железа, марганца, нефтепродукты, иногда добавлялись соединения цинка и растворенный в воде кислород (Ежегодник «Качество поверхностных вод…, 2016).

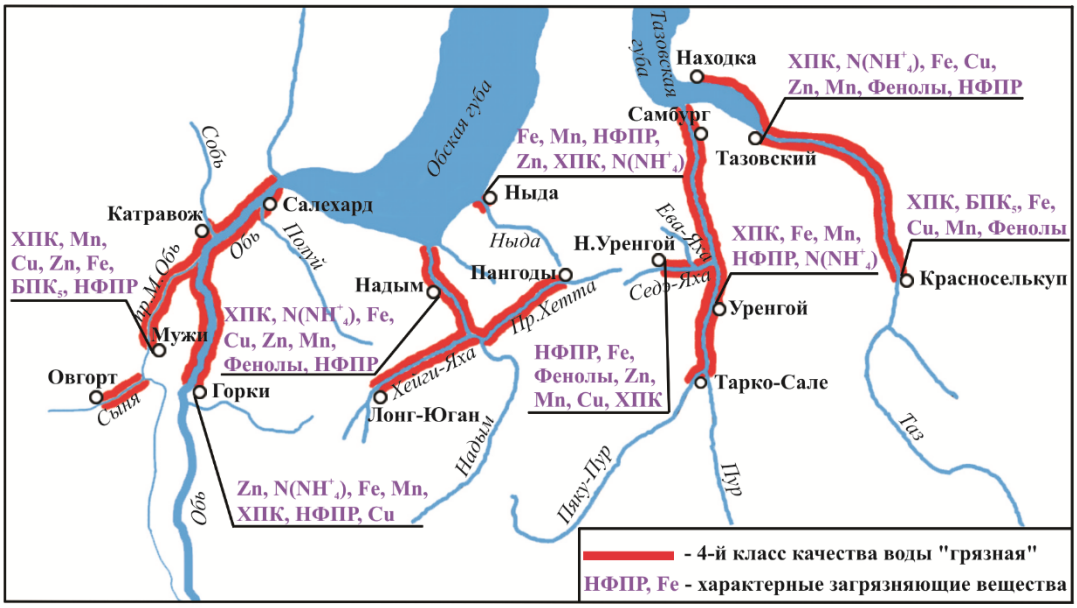


Рис.1 Качество поверхностных вод Ямало-Ненецкого автономного округа

В нижнем течении р. Обь и ее притоках рр. Сыня, Собь, Полуй среднегодовые концентрации в воде органических веществ (по ХПК и $БПК_5$), аммонийного азота изменялись в пределах 1-4 ПДК.

В течении рассматриваемого периода содержание нефтепродуктов в воде рек в среднем за год изменялось в широком диапазоне от 1 до 32 ПДК, наибольшие разовые концентрации в воде р. Надым (2005 г.), р. Пур, пгт Уренгой, р. Полуй, р. Обь в районе г. Салехард (2006 г.), р. Таз, п. Красноселькуп (2009 г.) достигали экстремально высоких значений 49-61 ПДК.

Стабильно высокое содержание соединений железа и марганца, обусловленное значительной заболоченностью водоразделов отмечалось во всех водных объектах Ямало-Ненецкого автономного округа в среднем в пределах 4-38 и 3-63 ПДК соответственно. Экстремально высокий уровень загрязненности воды соединениями железа наблюдался в: 2009 г - р. Правая Хетта, в черте пгт Пангоды (90 ПДК); р. Таз, п. Красноселькуп (71 ПДК), 2010 г. - р. Пур, п. Самбург (176 ПДК). Максимальную нагрузку соединениями марганца испытывали бассейны рек Полуй (96 ПДК – 2009 г.), Хейги-Яха (79 ПДК – 2012 г.), Пур, (118 ПДК – 2014 г., пгт Уренгой), Тазовская губа (192 ПДК - 2010 г.).

Степень загрязненности рек соединениями меди различна в среднем от 1 до 8 ПДК, реже до 10-14 ПДК. В отдельные годы, превышающие экстремально высокий уровень загрязненности разовые концентрации достигали 56-100 ПДК.

Техногенное влияние на водные объекты сказалось на превышающих в среднем за год в 2-12, но не более чем в 20 раз предельно допустимые концентрации соединений цинка. В рассматриваемых реках в разные годы регистрировали высокий, экстремально высокий и близкий к нему случаи загрязненности воды соединениями цинка: р. Пяку-Пур - 20 ПДК, р. Обь г. Салехард - 47 ПДК, р. Сыня - 38 ПДК, р. Правая Хетта, ниже пгт Пангоды - 91 ПДК.

В системе государственного мониторинга поверхностных вод важной составляющей частью является мониторинг загрязнения водных объектов на территории Российской Арктики. Анализ многолетней гидрохимической информации показал, на современном

этапе большая часть поверхностных вод Арктической зоны РФ характеризуется удовлетворительным 3 классом качества. Вместе с тем, следует отметить высокий уровень загрязненности воды в многолетнем плане на территории Ямало-Ненецкого автономного округа – рек Надым, Пур, Таз, приустьевых участков Оби (п. Горки – г. Салехард), обусловленный возрастанием антропогенного влияния нефтегазодобывающих комплексов (Ежегодник «Качество поверхностных вод…, 2016). Экологические последствия чрезвычайных техногенных ситуаций, расположение водных объектов на территории многолетнемерзлых пород, уменьшение способности речных экосистем к самоочищению, накопление в болотных почвах, широко распространенных в этом регионе, химических веществ (естественного и антропогенного происхождения), увеличивают потенциальную возможность вторичного загрязнения, ведут к необратимым изменениям в окружающей среде, в том числе в поверхностных водах Ямало-Ненецкого автономного округа.

Список литературы:

Ежегодник «Качество поверхностных вод Российской Федерации в 2015 г.» Воронеж: ООО «Издат-Принт». 2016. С. 412-415

РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеоиздат. 2003. 49 с.

Ресурсы поверхностных вод СССР / Под ред. Водогрецкого В.Е. – Л.: Гидрометеоиздат, 1973. Т.15. вып. 3. С.28-31, 319-321.

РЕГИОНАЛЬНЫЕ ОСОБЕННОСТИ РЕЧНОГО СТОКА БИОГЕННЫХ ЭЛЕМЕНТОВ И ОРГАНИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ В БАССЕЙНАХ ТИХООКЕАНСКИХ МОРЕЙ

М.П. Смирнов, А.А. Ковалев, Н.М. Мельникова, Е.М. Ковалева

Гидрохимический институт
РФ, 344090, г Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198, info@gidrohim.com

В бассейне Тихого океана в 1981 – 2015 гг. реками вынесено в среднем ежегодно от 1/6 до 1/4 различных биогенных элементов (БЭ) и органических веществ (ОВ), транспортированных с территории России. Основные региональные особенности структуры речного стока БЭ и ОВ в бассейне Тихого океана следующие:

- второй по количеству среднемноголетний сток соединений БЭ и ОВ после бассейна Северного Ледовитого океана (12 – 24% от их стока с территории России);
- значительный вынос легкоокисляемых фракций ОВ реками равнинных таежно-лесных районов (39 – 43%), реками гор с лесо-луговыми (41%), тундрово-таежными (50%), тундрово-арктическими (62%) типами вертикальной поясности;
- многократное преобладание стока реками бескислородных соединений азота над окисленными в бассейнах морей Берингова, Охотского; только в стоке минерального азота реками Камчатка и Поронай окисленные формы превышали неокисленные;
- сток общего железа реками, как и в Арктическом бассейне, гораздо выше выноса нитратного азота (от 2 раз до порядка); в бассейнах Атлантических и Каспийского морей, напротив, сток нитратного азота больше выноса общего железа впятеро и вдвое;
- развитые положительные естественные и природно-техногенные аномалии стока аммонийного, нитратного, нитритного азота, общего железа, ОВ, минерального и общего фосфора, образующие сложный комплекс аномалий массопереноса в южной освоенной части Тихоокеанского бассейна;
- резкое увеличение положительных антропогенных и природно-техногенных аномалий стока соединений минерального азота, минерального и общего фосфора в среднем и нижнем течении р. Амур вследствие интенсивно нараставшего трансграничного переноса большого количества загрязняющих веществ р. Сунгари с северо-восточной территории Китая;
- отрицательные естественные аномалии стока нитритного азота в северной части Тихоокеанского бассейна;
- уникальный гидрохимический сток р. Камчатка в вулканическом регионе, отличающийся очень высоким среднемноголетним выносом кремния (270 тыс. т), значительно превосходящим сток этого элемента многими гумидными реками; редким, даже во влажных районах АТР, высоким преобладанием выноса нитратного азота над аммонийным (в 4 с лишним раза); максимальным в стране отношением стока $Si/N_{мин}$ (более 80), многократно превышающим аналогичные показатели всех рек; наибольшим отношением стока $Si/Fe_{общ}$ (около 30); минимальными в РФ отношениями стока $N_{мин}/P_{мин}$ (более 2.0) и ОВ/БЭ (0.6);
- за многолетний период р. Амур занимала второе место по стоку аммонийного азота, минерального и общего фосфора (после р. Обь), нитратного азота (за р. Волга), в последнем рассматриваемом пятилетии вышла на ведущую позицию, превосходя р. Волга втрое, четвертое – по выносу ОВ (после рек Енисей, Обь, Лена);
- техногенная слагаемая стока нитратного азота, составлявшая в различные пятилетние периоды 29 – 91% всего выноса, по сравнению с 1981 – 1985 гг. увеличилась реками Амур, Анадырь многократно, Тауй – в 1.3 раза; антропогенная составляющая стока минерального и общего фосфора, изменявшаяся от 34% до 87%, возросла реками Анадырь впятеро (за изученные периоды), р. Амур – вдвое (в 2000-е гг.), в 2011 – 2015 гг.

сократилась; техногенная слагаемая стока ОВ, колебавшаяся от 22% до 48% всего стока аквагумуса, повысилась вдвое.

Вследствие общности природных и экономических факторов формирования основные показатели материкового стока в бассейнах Северного Ледовитого (статья в публикуемом сборнике №143 «Вопросы географии») и Тихого океанов идентичны.

В 1981 – 2015 гг. в Северном Ледовитом и Тихоокеанском бассейнах в среднем ежегодно реками вынесено от 53% до 96% БЭ и ОВ от рассчитанного стока с территории России.

Среднемноголетний массоперенос в этих океанических бассейнах, отличающийся по количеству и структуре от бассейнов Атлантических и Каспийского морей, одинаково характеризуется многократным превышением неокисленных соединений азота над окисленными, общего железа против нитратного азота, высоким выносом легкоокисляемых фракций (от 39% до 62% стока всего ОВ), наличием отрицательных естественных аномалий переноса нитритного азота, развитием положительных естественных и природно-техногенных аномалий экспорта ОВ, неокисленных и окисленных форм азота, соединений фосфора, железа, кремния, образующие сложные комплексы аномалий материкового стока.

Главные реки Тихоокеанского и Арктического бассейнов – Амур, Енисей, Обь, Лена, занимали лидирующие позиции в стране по стоку БЭ и ОВ. Эти реки, в особенности Амур и Обь, вследствие уникальной заболоченности водосборов очень сходны по формированию положительных естественных и природно-техногенных аномалий стока аммонийного, нитритного, нитратного азота, минерального и общего фосфора, ОВ, соединений железа, проблемам экологии (Воронов, 2005; Махинов, 2002; Смирнов, 1994, 2015, 2016).

По сравнению с бассейнами Атлантического океана и Каспийского моря антропогенные слагаемые стока нитратного азота, минерального и общего фосфора, ОВ сформированы в Тихоокеанском и Арктическом бассейнах позже во времени, в наиболее освоенных районах, не имеют пространственно сомкнутых ареалов, доли их в общем выносе ингредиентов существенно ниже. Техногенные компоненты стока веществ реками на Азиатской территории менее устойчивы, чем в Европейской части; в этом огромную роль играют более позднее хозяйственное освоение, обширность водосборных бассейнов, более высокая водность рек, меньшая заселенность, сырьевая ориентация экономики.

По факторам формирования, количественным и структурным характеристикам сток растворенных веществ реками бассейнов Тихого и Северного Ледовитого океанов, Атлантического океана и Каспийского моря резко различается: противоположными отношениями стока N_{NH4}^{+}/N_{NO3}^{-}, $N_{мин}/P_{мин}$, $N_{NO3}^{-}/Fe_{общ}$, $P_{мин}/P_{общ}$, ОВ/БЭ, что свидетельствует о коренных различиях генезиса и структуры материкового массопереноса в регионах этих двух групп океанических бассейнов.

Список литературы:

Воронов Б.А. 2005. Экокризис в бассейне Амура. – Сибирь и Восток России, № 1–2 (14–15), с. 60 – 70.

Махинов А. Н. 2002. Россия и Китай на Амуре – проблема экологии. – Сибирь и Восток России, № 1–2 (9), с. 68 – 73.

Смирнов М.П. 1994. Оценка стока биогенных элементов и его антропогенной составляющей в моря Северного Ледовитого и Тихого океанов. – Гидрохимические материалы, т. 113, с. 121 – 137.

Смирнов М.П. 2015. Органические вещества и минерализация речных вод России, СНГ, Балтии. – Ростов-на-Дону, НОК, 360 с.

Смирнов М.П. 2016. Природный и антропогенный сток биогенных элементов и органических веществ с территории России. – Ростов-на-Дону, НОК, 132 с.

ОЦЕНКА ТЕНДЕНЦИЙ МНОГОЛЕТНЕЙ ИЗМЕНЧИВОСТИ ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОД НА УЧАСТКЕ ГРАНИЦЫ РФ С КАЗАХСТАНОМ

В.П. Емельянова, Е.Е. Лобченко, Л.И. Минина, Н.Ю. Лавренко, А.С. Гордиенко
Гидрохимический институт

РФ, 344090, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198, ghi@novoch.ru

С целью идентификации на участке границы РФ с Казахстаном тенденций многолетней изменчивости качества трансграничных вод осуществлялась их оценка с использованием: показателей комплексной оценки загрязненности воды (РД 52.24.643-2002…, 2003) и объемов загрязненного водного стока (Караушев А.В. и др., 1981) по приоритетным для трансграничных створов гидрохимическим показателям. Информационной базой послужили данные режимных наблюдений государственной наблюдательной сети с 1999 по 2013 гг., охватывающие и монговодные, и маловодные периоды. По результатам анализа обработанных таким образом данных за 15-летний период выявлены в разных водных объектах совокупности изменений загрязненности отдельными веществами разной направленности.

Наихудшим для этого участка границы и достаточно стабильным качеством воды выделялись р. Тобол в черте с. Звериноголовское и р. Уй у с. Усть-Уйское. В начале периода вода р. Тобол (1999-2001 гг.) и р. Уй (1999-2003 гг.) характеризовалась как «очень» и «экстремально грязная». В последующие годы отмечалась некоторая их стабилизация в диапазоне «грязных» вод (рис. 1).

Для р. Уй характерно снижение в 2013 г. объемов водного стока, загрязненного нефтепродуктами до 32 % и азотом нитритным до 17 %, соединениями цинка – рост до 83 %. Преобладала стабилизация концентраций в воде и объемов водного стока, загрязненного соединениями марганца и меди (рис. 1 е)).

Начиная с 2001 г. стабильно высоким оставался водный сток р. Тобол, загрязненный сульфатами (73-100 %), соединениями меди (89-100 %), марганца (96-100 %), железа (83-100 %) с некоторым снижением до 64 и 52 % в 2011 и 2013 гг., снизился – аммонийным азотом (рис. 1 а)).

Отчетливо прослеживается по многолетним данным положительная динамика загрязненности воды р. Иртыш в трансграничном створе с. Татарка от категории «грязная» в 1999-2006 гг. до «загрязненной» начиная с 2007 г. до конца периода. На рис. 1 б) показано интенсивное снижение объемов водного стока, загрязненного соединениями металлов и аммонийным азотом. Уменьшился также в многолетнем плане объем водного стока р. Иртыш, загрязненного нитритным азотом и нефтепродуктами.

Достаточно стабильной оставалась с 1999 по 2013 гг. загрязненность воды р. Илек выше п. Веселый, которая в большинстве лет оценивалась как «грязная», в отдельные годы как «загрязненная». Слабой изменчивостью здесь характеризовалась загрязненность воды органическими веществами (по ХПК и $БПК_5$), сульфатами, хлоридами, соединениями меди, хрома шестивалентного. Объем водного стока, загрязненного соединениями меди в многолетнем плане возрос и в 2007-2013 гг. составлял 92-100 %, хромом шестивалентным существенно снизился к концу 15-летнего периода (рис. 1 в)).

Более сложная направленность многолетней изменчивости загрязненности воды характерна для р. Большой Узень ниже г. Новокузнецк и р. Малый Узень у с. Малый Узень. Вода р. Большой Узень характеризовалась в основном как «очень загрязненная» или «грязная» и несколько снижалась в период с 2006 по 2009 гг. Для реки характерна стабильная загрязненность воды органическими веществами (по ХПК). По большинству загрязняющих веществ в этом створе проявляется значительная в многолетнем плане изменчивость продолжительности, объемов водного стока при незначительном колебании уровней концентраций в воде по большинству загрязняющих веществ (рис. 1 г)).

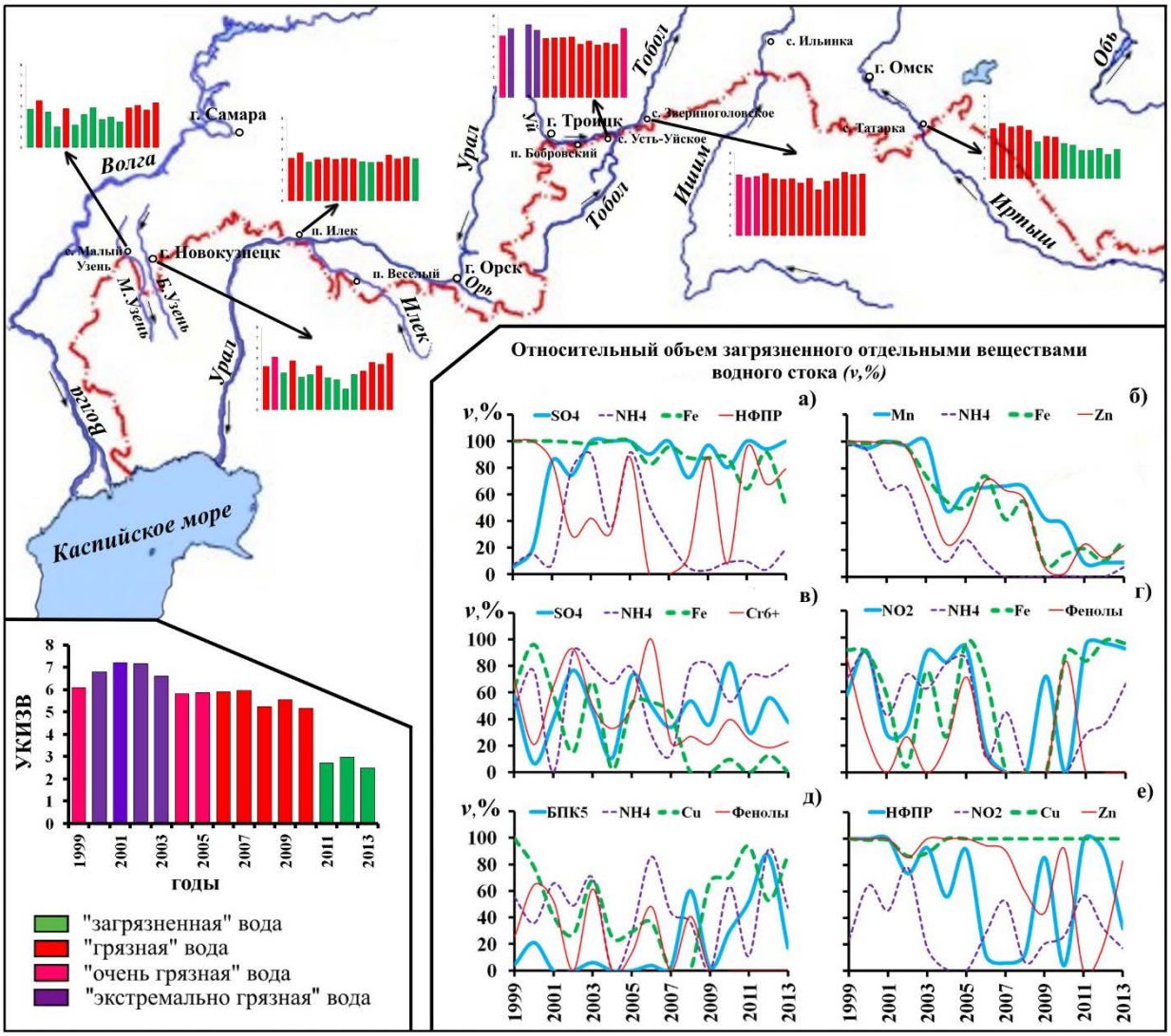


Рис.1 Относительный объем загрязненного отдельными веществами водного стока (*v*,%): а) р. Тобол, с. Звериноголовское; б) р. Иртыш, с. Татарка; в) р. Илек, п. Илек; г) р. Большой Узень, г. Новокузнецк; д) р. Малый Узень, с. Малый Узень; е) р. Уй, с. Усть-Уйское

Вода р. Малый Узень большую часть многолетнего периода характеризовалась как «загрязненная», перейдя с 2010 г. в разряд «грязных» и оставаясь в этой категории до конца периода.

Такой характер изменчивости степени загрязненности воды отдельными веществами определялся в значительной мере тенденциями изменений режима содержания в воде и водного стока, загрязненного легкоокисляемыми органическими веществами, азотом аммонийным и нитритным (рис. 1д). Например, в течение 15 лет объем водного стока р. Малый Узень в трансграничном створе с. Малый Узень изменялся от нулевых и близких к нему значений в 2001-2005 гг. до 52-87 % в 2011-2012 гг.

Список литературы:

Караушев А.В., Скакальский Б.Г., Шварцман А.Я. Методические основы оценки антропогенного воздействия на качество поверхностных вод//Л.: Гидрометеоиздат, 1981, 175 с.

РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям. СПб.: Гидрометеоиздат. 2003. 49 с.

ДИНАМИКА ЗАГРЯЗНЕННОСТИ ВОДЫ Р. ИЛЕК НА УЧАСТКЕ ГРАНИЦЫ РФ С КАЗАХСТАНОМ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ ТРАНСГРАНИЧНОГО МОНИТОРИНГА

В.П. Емельянова, Т.В. Рогозина
Гидрохимический институт,
РФ, 346428, г. Новочеркасск, ул. Московская 61, ghi@novoch.ru

Река Илек протекает по территории Казахстана и РФ. Пункт трансграничных наблюдений организован в 1 км выше п. Веселый и 3-х км выше гидропоста в 1960 г.

По комплексной оценке вода р. Илек в створе 1 км выше п. Веселый в большинстве лет оценивалась как «грязная». Степень загрязненности воды несколько снижалась в 2001, 2005, 2007-2008 гг. и вода переходила в категорию «очень загрязненная».

Для учета в процедуре выявления динамики загрязненности воды р. Илек различными химическими веществами показателей изменчивости водного стока проведена совмещенная гидролого-гидрохимическая обработка первичной информации и рассчитаны показатели продолжительности (τ, %) и объемов (ν, %) водного стока, загрязненного тем или иным веществом (Караушев А.В. и др., 1981), обобщенных оценочных баллов по каждому ингредиенту ($S_{обij}$) (РД 52.24.643-2002…, 2003). Дальнейшая обработка рассчитанных характеристик учитывала значимость, которую тот или иной показатель качества воды вносил в общую степень загрязненности, что достигалось установлением соотношения значений УКИЗВ и $S_{обij}$ на единой оценочной шкале.

Анализ полученных данных показал, что в створе 1 км выше п. Веселый вариабельность загрязненности воды р. Илек различными химическими веществами в многолетнем плане существенно различалась. С 1993 по 2013 гг. наблюдалась загрязненность воды среднего уровня азотом нитритным, относительные объемы загрязненного водного стока которым колебались в течение 15 лет в узком диапазоне от 79 до 100 %, что свидетельствует о стабильном характере этого вида загрязнения (рис. 1а)). В 2012-2013 гг. уровень загрязненности воды р. Илек у п. Веселый азотом нитритным был максимальным за весь период и соответствовал критическому уровню загрязнения. Характер загрязненности азотом аммонийным был более динамичен. Периоды загрязненности азотом аммонийным не только среднего, но и низкого уровней за 15 лет перемежались. Относительные объемы загрязненности водного стока при этом колебались достаточно резко от отсутствия загрязненности в 2001 г. и низких значений 13-28 % в 2006-2007 гг. до 72-91 % в большинстве лет.

Иначе проявлялась динамика загрязненности воды соединениями меди и хрома шестивалентного (рис. 1б)). Уровень загрязненности соединениями меди с 1999 по 2013 гг. практически не менялся и характеризовался как переходный от низкого к среднему. Однако объемы загрязненного водного стока в первой половине периода, колеблясь от года к году в пределах 24 % (2001 г.) – 93 % (2004 г.) имели четко выраженную тенденцию к росту. Начиная с 2007 г. до конца периода отмечалась их стабилизация в относительном выражении в пределах 92-100 %. Одновременно прослеживалась положительная тенденция снижения загрязненности воды р. Илек соединениями хрома шестивалентного. Как продолжительность, так и объемы водного стока, скачкообразно колеблясь в ту или иную сторону, год от года уменьшались от 52-97 % и 21-93 % соответственно в первые пять лет до 39-69 % и 19-40 % в 2009-2013 гг. Уровень загрязненности воды соединениями хрома шестивалентного при этом с 1999 по 2013 гг. менялся незначительно и характеризовался как средний, близкий к низкому.

Оставалась невысокой и неустойчивой в 1993-2013 гг. загрязненность воды нефтепродуктами, объем водного стока которыми колебался от отсутствия в ряде лет до 27 и 47 % в 1999 и 2006 гг. (рис. 1в)). Уровень концентраций нефтепродуктов был стабильно низким. В 2013 г. наблюдался резкий рост содержания в воде нефтепродуктов и объема загрязненного ими водного стока, который достиг 100 %. В 1999-2002 и 2005-2009 гг в

трансграничном створе выше п. Веселый в воде р. Илек обнаруживали загрязненность воды п,п'-ДДТ, которыми были загрязнены в разные годы от 3,0 до 43 % водного стока. В 2003, 2004 и последние 4 года п,п'-ДДТ в воде не обнаруживали.

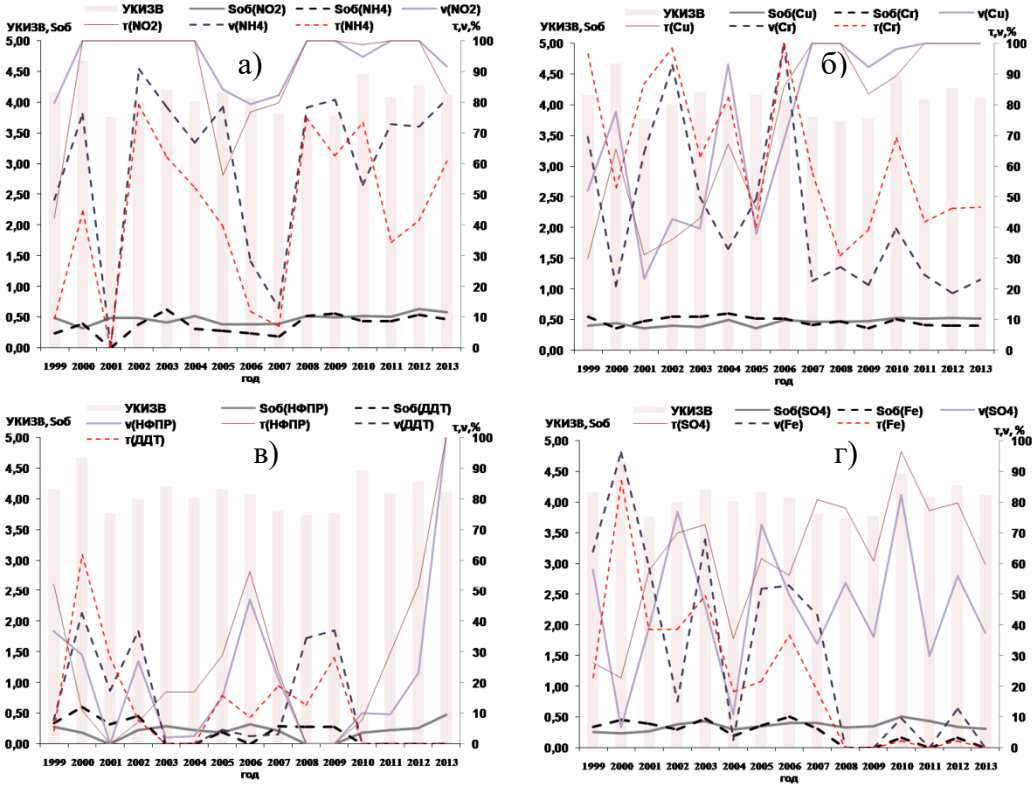


Рисунок 1 – Динамика загрязненности воды р. Илек в трансграничном створе 1 км выше п. Веселый: а) азотом нитритным и аммонийным; б) соединениями меди и хрома шестивалентного; в) нефтепродуктами и п,п' – ДДТ; г) сульфатами и соединениями железа

Прослеживалась тенденция роста продолжительности и объемов водного стока, загрязненного сульфатами от 23-28 % и 7-58 % в 1999-2000 гг. до 60-80 % и 38-56 % в 2012-2013 гг. Уровень загрязненности воды сульфатами варьировал в многолетнем плане в диапазоне низких концентраций (рис. 1г)). Загрязненность воды р. Илек соединениями железа имела четкую направленность к снижению как по уровню наблюдаемых концентраций, так и по водности загрязненного ими стока (рис. 1 г)). Значения относительных показателей продолжительности и объемов загрязненного соединениями железа водного стока снизились от 23-87 % и 64-96 % в 1999-2000 гг. до 0-2 % и 0-13 % в 2012-2013 гг. Наблюдается также тенденция снижения содержания в воде р. Илек в трансграничном створе выше п. Веселый соединений железа до соответствия нормативным требованиям.

Проведенный анализ загрязненности воды трансграничных водных объектов на участке границы РФ и РК в целом свидетельствует о целесообразности комплексных подходов к оценке их загрязненности при выявлении тенденций их изменения во времени.

Список литературы:

Караушев А.В., Скакальский Б.Г., Шварцман А.Я. Методические основы оценки антропогенного воздействия на качество поверхностных вод//Л.: Гидрометеоиздат, 1981, 175с.

РД 52.24.643-2002. Методические указания. Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям. Спб.: Гидрометеоиздат. 2003. 49 с.

РАСТИТЕЛЬНОГО ПОКРОВА НА ОСНОВЕ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСА

И. Гечайте[1)], В. Мачулите[1),2)]

[1)] Литовская *служба гидрометеорологии при Министерстве* окружающей среды
Литва, 09300, г. Вильнюс, ул. Руднес д. 6, indre.gecaite@meteo.lt
[2)] Институт наук о Земле, факультет химии и наук о Земле, Вильнюсский университет
Литва, 03101, г. Вильнюс, ул. М.К. Чурленио, д. 21, viktorija.maciulyte@meteo.lt

Целью данной работы является оценка возможности применять спутниковые данные для мониторинга состояния растительного покрова в восточной части Балтийского региона (55–60 с.ш. - 20–30 в.д.). Данный регион находится в зоне избыточного увлажнения, но к сожалению, в условиях изменения климата угроза засух может увеличиваться, соответственно увеличивается и потребность качественного мониторинга состояния растительного покрова. Различные вида растительности засуху переносят неодинаково. По этой причине в данной работе выделено 5 основных типов растительного покрова: хвойные леса, широколистные леса, болота, пастбища и пахотная земля.

Нужно подчеркнуть, что мониторинг, а соответственно и анализ, состояния растительного покрова используя только метеорологические параметры, полученные из наземных метеостанций, является ненадежными. Таким образом, возникает необходимость интеграции продуктов дистанционного зондирования. В данном случае спутниковые снимки используются для оценки состояния различных параметров растений, которые, в свою очередь, часто связаны с преобладающими погодными условиями. Они позволяют одновременно повысить точность и сократить сроки получения достоверной информации (Лиджиева и др., 2012). Методы оценки состояния растительности со спутника, основаны на том, что различные типы земной поверхности отражают различные длины волн. При анализе спектра электромагнитных волн созданы различные индексы, например, вегетационные индексы. Они являются ценными не только в диагностике дефицита влаги или засухи, но и оценивая состояние растительности, количества биомассы, продуктивности растений и использования водных ресурсов (Jackson, Huete, 1991). В данной работе в качестве оценки состояния растительности выбран индекс NDVI (нормированный разностный вегетационный индекс). Данные были полученные из системы NOAA STAR-NESDIS, представляющей глобальные и региональные данные состояния растительного покрова. Значения NDVI в базе данных вычисляется с использованием длины волн, полученных с помощью очень высокого разрешения радиометра AVHRR полярно-орбитального спутника NOAA.

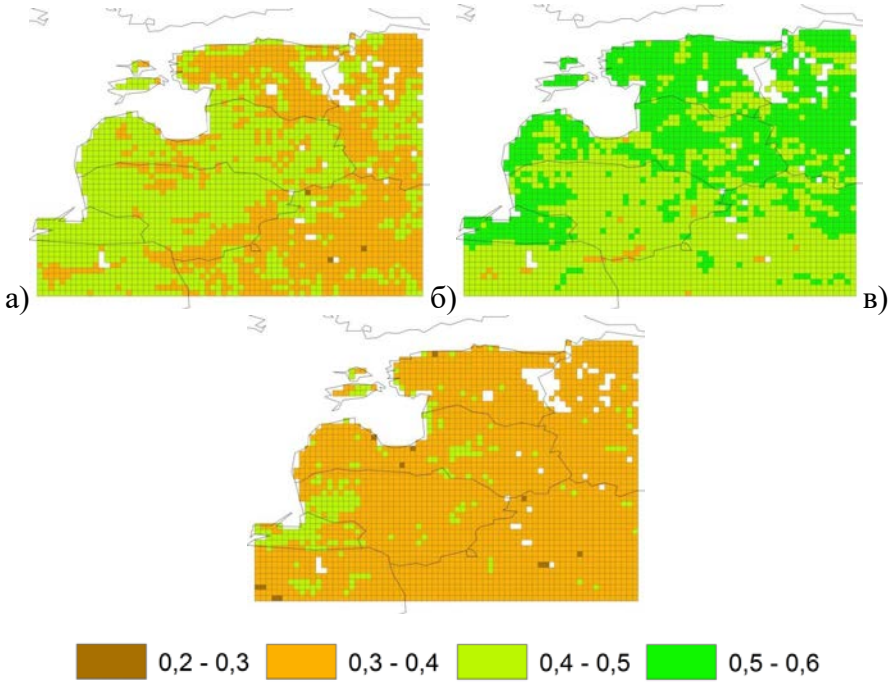


Рис. 1. Распределение NDVI в а) мае, б) июле, в) сентябре 1982–2014 гг.

На рис.1 представлено распределение среднего значения климатического индекса растительности NDVI в Балтийском регионе за 1982–2014 гг. в мае, июле и сентябре. Установлено, что в среднем NDVI колеблется от 0.37 в сентябре (в среднем по всей территории) до 0.49 в июне, июле. Месячные значения меняются от минимальных 0.24 (сентябрь) до максимальных 0.60 (июль). Как оказалось, значения NDVI сильно зависят от расстояния до моря и формы рельефа. Самые низкие значения замечены в районах, где относительная высота больше, а также в южных регионах, которые находятся дальше от Балтийского моря.

Что касается различных типов растительного покрова, расчеты показали, что самый ранний срок (в начале июня, 23 неделя), когда растительный покров достигает свое лучшее состояние, обнаружен в пастбищах, а через неделю - в пахотной земле и хвойных лесах. Растительный покров широколиственных лесов и болот достигает своих максимальных значений еще позднее, в среднем на 2–3 недели.

Известно, что количественные и качественные данные растительного покрова зависит от температуры поверхности земли, влажности почвы, содержания водяного пара, аккумуляции осадков и атмосферного загрязнения (Kumar et al., 2016). В работе было установлено, что весной избыточное количество осадков, особенно снега, определяет плохое состояние растительного покрова (в май месяце). Похожая ситуация и во время первых двух месяцев лета: больше осадков - NDVI значения ниже. Данная тенденция особенно подтверждается в северной части территории. В конце лета (август) ситуация другая: в это время большое значение имеет суммарное количество осадков в течение последних трех месяцев - дефицит осадок в прямую связан с низкими значениями NDVI. Также замечено, что самой высокой NDVI неустойчивостью характеризуется хвойные леса и болота (разница между самыми ранними и поздними датами максимумов состоит, соответственно, 13 и 10 недель).

В работе проанализирована многолетняя динамика значений вегетационного индекса NDVI для растительного покрова в восточном Балтийском регионе в период 1982–2014 гг. Анализ показал, что интеграция спутниковых данных в единую систему позволяет расширить знания о состоянии растительного покрова, создать более точную информационную базу данных для управления агроклиматичскими рисками и расширяет возможности развития прогностической модели. Исследования показывают (Менжулин и

др., 2008), что спутниковые данные с разрешением 16×16 километров, уже дают возможность построить достаточно надежные модели, которые существенно превосходят по точности статистические схемы, базирующиеся на данных наземных измерений по существующей сети метеостанций.

Список литературы:

Лиджиева Н. Ц. , Уланова С. С. , Федорова Н. Л. 2012. Опыт применения индекса вегетации (NDVI) для определения биологической продуктивности фитоценозов аридной зоны на примере региона Черные Земли. – Известия Саратовского университета, т. 12, сер. Химия. Биология. Экология, вып. 2, с. 94–96.

Менжулин Г. В. , Петерсон Г. Н., Шамшурина Н. В. 2008. Методика построения статистических моделей аномалий урожайности , базирующаяся на данных спутникового зондирования. – Вестник Санкт-петербургского университета, сер.7, вып. 4, с. 86–98.

Jackson R. D., Huete A. R. 1991. Interpreting vegetation indices. Preventive Veterinary Medicine. – 11, p. 185–200.

Kumar S., Siingh D., Singh R. P. Singh A. K. 2016. The influence of meteorological parameters and atmospheric pollutants on lightning, rainfall, and normalized difference vegetation index in the Indo-Gangetic Plain. International Journal of Remote Sensing, 37:1, 53–77.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ МОДЕЛИ ДЛЯ ОЦЕНКИ КАЧЕСТВА ВОД ПОЛУЗАМКНУТЫХ ВОДОЕМОВ

К.А. Слепчук, Т.В. Хмара
Морской гидрофизический институт РАН
РФ, 299011, г. Севастополь, ул. Капитанская 2, skira@mhi-ras.ru, xmara@mhi-ras.ru

Загрязнение прибрежной полосы моря от различных источников (хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды, морской транспорт, речной сток, ливневые воды, стекающие с населенных, промышленных и сельскохозяйственных территорий и пр.) часто приводят к необратимым воздействиям на морскую среду и представляют большую опасность для здоровья людей при использовании акватории в целях рекреации. При этом без исследования гидрологического и гидрохимического режимов прибрежных вод изучить поведение загрязняющих веществ и влияния различных источников загрязнения на экологическое состояние морской среды не представляется возможным.

Под качеством морской воды будем подразумевать характеристику ее состава и свойств, которая определяет круговорот веществ, биопродуктивность, структуру и закономерности функционирования морской экосистемы, ее экологическое состояние и пригодность для различных типов водопользования (Иванов, Тучковенко, 2006).

Чтобы контролировать качество водной среды, необходимо использовать математические модели. Созданию математической модели, как правило, предшествует экологический мониторинг исследуемой экосистемы и целый ряд специализированных экспериментов для оценки интенсивности связей между компонентами экосистемы (Иванов и др, 2006).

Для оценки интенсивности связей между компонентами экосистемы требуются натурные наблюдения из различных областей знаний, которые выполняются на основе различных методик с разной точностью и дискретностью. Не всегда эти натурные наблюдения выполнены в достаточном количестве в разных точках пространства. Применение математического моделирования позволяет не только восполнить пробелы в точках отсутствия натурных данных, но и осуществить модельную оценку состояния экосистемы в условиях изменчивости ее компонентов.

Для прогноза динамики экологических параметров использовалась модель качества вод MECCA (Model for Estuarine and Coastal Circulation Assessment) (Hess, 1989).

В соответствии с принципами осреднения, модель может иметь различную пространственно-временную разрешающую способность. Калибровка и эксплуатация трехмерной прогностической модели водной экосистемы предъявляет высокие требования к вычислительным возможностям ЭВМ и требует значительных затрат машинного времени и времени исследователя. Поэтому на начальном этапе используется одномерный (с разрешением по вертикальной координате) вариант, где все данные осреднены в одной точке при средней глубине водоема.

В связи с достаточно большими расхождениями в данных, рассчитанных по модели, и натурных данных был применен оптимизационный метод Хука-Дживса. Это метод прямого поиска минимума функционала, состоящий из последовательности шагов исследующего поиска вокруг базисной точки, за которой в случае успеха следует поиск по образцу (Банди, 1988). В уравнения блока эвтрофикации модели включены параметры (удельные скорости химико-биологических процессов) и коэффициенты в эмпирических уравнениях, описывающих изменчивость значений этих параметров в зависимости от характеристик среды и внешних факторов. Далее, варьируя эти параметры в рамках возможного диапазона их изменчивости, проводится попытка достижения максимального соответствия модельных результатов и данных наблюдений, используя минимизацию суммы квадратов отклонений данных, рассчитанных по модели, и натурных данных. Установленные при калибровке значения параметров биогеохимического блока могут быть

использованы в качестве исходных при использовании трехмерного варианта модели качества вод.

При построении численной модели водной экосистемы трехмерное пространство, как правило, делится на ячейки (боксы), соответствующие сеточным боксам гидродинамического блока. Полагается, что внутри бокса элементы экосистемы связаны только локальными потоками вещества и энергии, в то время как перемещение вещества и энергии между ячейками осуществляется в результате гидродинамического переноса. Собственные активные движения отдельных биологических компонентов экосистемы (например, рыб) в модели, как правило, не учитываются.

Гидродинамический блок модели качества вод оснащен блоком усвоения гидрометеорологической информации на границах расчетной области и позволяет воспроизводить пространственно-временную изменчивость уровня моря, термохалинной структуры вод, полей консервативной примеси, трехмерного поля течений и интенсивности турбулентного обмена на временных отрезках от нескольких суток до годового цикла в акваториях морского шельфа со сложными морфологическими и гидрологическими характеристиками.

Модель MECCA использовалась для расчета гидродинамических параметров вод Севастопольской бухты (Слепчук, Хмара, 2016). Результаты моделирования согласуются с теоретическими представлениями об особенностях протекания моделируемых процессов на исследуемых акваториях, данными мониторинговых наблюдений и данными других исследований.

Работа выполнена в рамках государственного задания по теме 0827-2014-0010 «Комплексные междисциплинарные исследования океанологических процессов, определяющих функционирование и эволюцию экосистем Черного и Азовского морей, на основе современных методов контроля состояния морской среды и гридтехнологий».

Список литературы:

Банди Б. 1988. Методы оптимизации. Вводный курс: Пер. с англ. – М.: Радио и связь. – 128 с.

Иванов В.А., Тучковенко Ю.С. 2006. Прикладное математическое моделирование качества вод шельфовых морских экосистем. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. – 368 с.

Иванов В.А., Овсяный Е.И., Репетин Л.Н., Романов А.С., Игнатьева О.Г. 2006. Гидролого-гидрохимический режим Севастопольской бухты и его изменения под воздействием климатических и антропогенных факторов. – Севастополь: ЭКОСИ-Гидрофизика. — 90 с.

Слепчук К.А. Хмара Т.В. 2016. Использование модели качества вод для описания экологического состояния полузамкнутых водоемов (на примере Севастопольской бухты). - Экологическая безопасность прибрежной и шельфовой зон моря, №4, с. 50-57.

Hess K.W. MECCA Programs documentation: Technical Report / NOAA. – NESDIS 46. – Washington, D.C., 1989.-97 p.

КАЧЕСТВЕННАЯ ИНФОРМАЦИЯ О СОСТОЯНИИ ВОДНЫХ РЕСУРСОВ С УЧЕТОМ ВЫСШИХ ВОДНЫХ РАСТЕНИЙ

Ш.Х. Тавашав, М.Г. Хуррамов
соискатели кафедры «Химическая технология»

Каршинский инженерно-экономический институт - Узбекистан

Введение. Анализ последних исследований и публикаций научно-технической информации показывает, что биоиндикация является актуальным и перспективным направлением современной науки и технологии, так как позволяет не только тестировать наличие в окружающей среде отдельных химических веществ и соединений, но и оценить интенсивность повреждающего действия комплекса данных техногенных факторов на состояние природных экосистем.

Высшие водные растения (ВВР) являются неотъемлемым среда образующим компонентом водных экосистем. Видовой состав и распределение гидрофитов в водоеме от экологических условий, среди которых наиболее важны такие, химический состав водной массы, кислотность, прозрачность и минерализация.

Целью нашего исследования является изучение изменчивости морфо-физиологических показателей растений семейства (Brassicales) и на основе информационной системы, развития нового подхода к правильному и быстрому выбору обобщающей технологии для очистки сточных вод.

Основная часть: в качестве тест – объектов для исследований были выбраны три вида ВВР принадлежащих к различным экологическим группам: семейство (Brassicales), род (Nasturtium), порядка (Brassicaceae).



Рис. Общий вид растения

Изучали загрязнения коллектора “Бабай-арык” (Шахрисябзкий район) проведены анализы качества воды в 8 створах, по длине 11 км, отобранной в течение одних суток в летний период. Зимой коллектор не замерзает.

В коллектор поступает поверхностный сток жилого массива и ряд промышленных предприятий. При этом наблюдается резкое повышение значение $БПК_5$, взвешенных веществ и снижение концентрации растворенного кислорода (табл.). По результатам анализов, что загрязнение коллектора неравномерно по течению.

Показатель качества воды коллектора “Бабай-арык”

№	Показатели	Единица измерения	Количества
1	Температура	^0C	28,0
2	Запах (при 20^0C)	балл	4
3	Взвешенные вещества	мг/л	200,0
4	Сухой остаток	мг/л	840,0
5	Растворенный кислород	мг/л	0,2
6	Зольность сухого остатка	%	55,0
7	Прозрачность	см	22
8	$БПК_5$	мг/л	10,4
9	pH		8,5
10	Азот аммонийный	мг/л	22,0
11	Сульфаты	мг/л	167,8
12	Жиры	мг/л	160,0
13	Фосфаты	мг/л	4,0
14	Осадок от объема воды за 2 часа отстаивания	%	2,5

Наши наблюдения показали, что по всей длине коллектора развиваются заросли жеруха (Nasturtium), местами он занимает все русло. Занимают до 30% площади коллектора, с плотностью 15-20 растений на $1м^2$. Местами он занимает все русло.

Экспериментальные исследования показали, что растения холодостойкое, в зимнее время побеги зимуют под снегом, вегетативные процессы в теплее сточных водах продолжается до 12 месяцев в год. Стебли лежачие или приподнимающиеся растения достигает до 1,5м; корни до 0,35м; погружает в воду. Очень быстро развивается, следовательно, потребляет большое количество питательных веществ изымая их из воды. ВВР с тонкими длинными корнями образуют развитый каркас, дополнительно скрепляющий почву и толстыми в почве образуют микропор. Также отличаются стойкостью к внешним воздействиям и обладают декоративными свойствами. После отмирание плавучие отдельные маленькие листья ВВР не оседают на дно коллектора, вторичное загрязнения у них отсутствует.

Таким образом, в результате исследований установлено, что наиболее благоприятным фактором для формирования хорошего качество воды в коллекторе достаточным водообмене, является зарастание акватории до 40-45% , при биомассе растений до 1,8кг воздушно-сухого вещества на 1м^2 зарослей.

Высокая способность этот полупогруженный вид ВВР, обусловливают их использование в системе мониторинга и контроля, за состоянием окружающей среды. Как биоиндикатор удобен еще и тем, что действие загрязнителей воды можно изучать одновременно на большом числе растений при небольшой площади. Привлекательны также и весьма короткие сроки эксперимента.

РЕЗУЛЬТАТЫ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА ОГРАНИЧЕННО-ЛЕТУЧИХ ОРГАНИЧЕСКИХ СОЕДИНЕНИЙ РАЗЛИЧНОЙ ПРИРОДЫ В ВОДЕ Р. УФЫ ЗА ПЕРИОД 2000-2014 ГГ.

А.Р. Холова [1)], Е.В. Вагнер [1)], М.Ю. Вождаева [1)], Е.А. Кантор [2)], Н.В. Труханова [1)], И.А.Мельницкий [1)]

[1)]Муниципальное унитарное предприятие «Уфаводоканал»,
РФ, 450098, г. Уфа, ул. Российская, д. 157/2, vozhdaeva@mail.ru
[2)]Уфимский государственный нефтяной технический университет,
РФ, 450062, г. Уфа, ул. Космонавтов, д. 1, Евгений Кантор evgkantor@mail.ru

Возрастающее антропогенное воздействие на источники пресной воды, и как следствие истощение водных ресурсов являются проблемами мирового масштаба. Пути поступления загрязнителей, в том числе органической природы, в водоисточники многообразны: со сточными водами предприятий, в результате эмиссии из воздуха, почвы, промышленных зон, зон захоронений промышленных отходов, в результате трансграничных переносов, загрязнение водоносных пластов вследствие снижения герметичности технологических объектов и др. причины. Длительное воздействие комплекса загрязнителей приводят к резкому снижению способности водоемов к самоочищению, запускаются процессы их антропогенного эвтрофирования. Последнее в свою очередь сказывается на эффективности подготовки воды для целей питьевого водопользования. Таким образом, проведение долговременных мониторинговых наблюдений за качеством природной и питьевой воды с целью выявления трендов в изменении содержания основных классов загрязнителей является актуальной задачей.

Объектами исследования выбраны ограниченно-летучие органические соединения (ОЛОС) в природной и питьевой воде г. Уфы – крупного промышленного центра нефтехимической и нефтеперерабатывающей отрасли. ОЛОС извлекались из воды хлористым метиленом и после концентрирования экстракта анализировались методом хромато-масс-спектрометрии с использованием аттестованных методик измерения (МП УВК 1.89-2014, ФР 1.31.2010.08835; МП УВК 1.109-2014, ФР 1.31.2015.20194). В настоящей работе приведены данные по мониторингу состояния р. Уфы, отобранной в створе водозабора поверхностного типа, и питьевой воды указанного водозабора.

Многолетние мониторинговые исследования воды р. Уфы показали, что основными группами ОЛОС, выделенными из речной воды, являются фталаты, алкилбензолы, карбоновые кислоты жирного ряда, органические кислородсодержащие соединения (сложные эфиры карбоновых кислот, спирты, кетоны, альдегиды), алканы нормального строения, изо-, циклоалканы, ненасыщенные углеводороды, азотсодержащие соединения.

Сопоставительный анализ ОЛОС в суммарных концентратах примесей из проб речной воды, отобранных в 1999–2000гг. и в 2004–2005гг, практически постоянен. Содержание таких соединений как алканы, альдегиды, карбоновые кислоты, эфиры монокарбоновых ароматических кислот, фталаты по числу соединений и фракционному составу находятся на одном уровне. Это свидетельствует о том, что за рассматриваемый 5-летний период у реки сохранялась большая способность к самоочищению, и в регионе водосбора реки новых значимых источников внешнего антропогенного загрязнения не появилось.

В последние годы наблюдается снижение содержания основных классов ОЛОС техногенной природы в речной воде (фталатов, алкилбензолов, алканов) и возрастание ОЛОС преимущественно не техногенной природы – цикло-, изоалканов, непредельных углеводородов, карбоновых кислот, кислород- и азотсодержащих соединений, предположительно являющихся продуктами процессов биоразложения природных органических веществ. Таким образом, происходит перераспределение доли ОЛОС

техногенного и природного происхождения в общем составе ОЛОС речной воды: в 2005 г. в воде р. Уфы доля ОЛОС техногенной природы составляла 63 % от общей суммы ОЛОС, доля ОЛОС природного происхождения– 37 %, в 2012 г. –10 и 90 % соответственно. Полученные данные связаны с совокупностью изменений, происходившими с р. Уфой. За рассматриваемый период р. Уфа перестала быть судоходной, обмелела, наблюдались малоснежные зимы, малоинтенсивные паводки или их отсутствие, в результате чего не происходило разбавления речной воды, постепенно обогащаемой автохтонными продуктами биораспада природного органического вещества.

С использованием математического метода анализа временных рядов при обработке многолетних аналитических данных появляется возможность выявления детерминированной (тренд-циклической и сезонной) и случайной составляющих полученных рядов. На рис. 1 для примера приведены изменения тренд-циклической компоненты временных рядов содержания карбоновых кислот и н-алканов в воде р.Уфы за период 2007-2014гг. Как видно из приведенных данных, тренд содержания карбоновых кислот увеличивается при одновременном снижении общего содержания н-алканов. Подобное распределение получено и для ОЛОС техногенной природы других классов (фталатов, алкилбензолов), что подтверждает сделанные выше выводы о снижении доли содержания ОЛОС техногенной природы по сравнению с ОЛОС не техногенной природы.

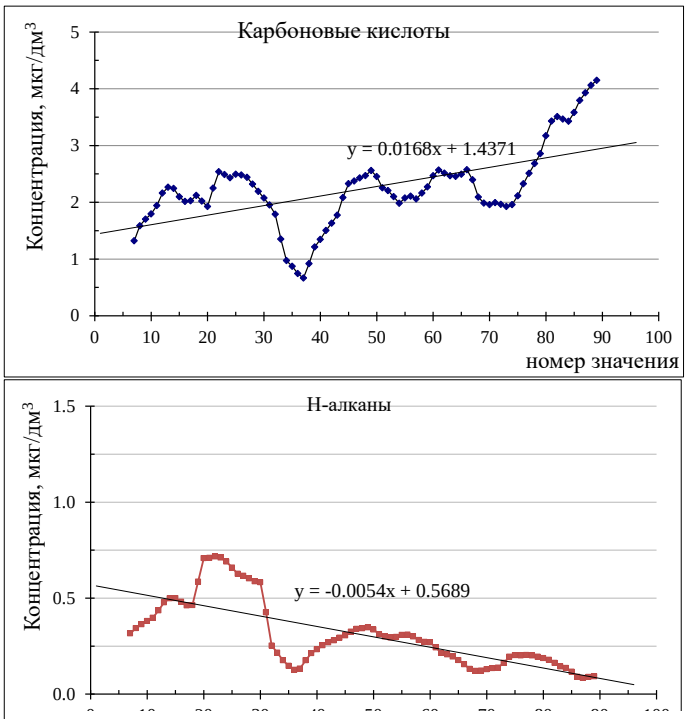


Рис.1 Детерминированная составляющая временных рядов содержания карбоновых кислот и н-алканов в воде р.Уфы за период 2007-2014гг.

Проведенная сезонная декомпозиция временных рядов показала, что вклад детерминированной составляющей, отражающей влияние долговременных факторов для н-алканов составил 13,6 %, для карбоновых кислот – 28,8 %. Сезонная составляющая оказывает незначительное влияние на содержание исследуемых органических соединений и составляет 7 %. При этом вклад случайной составляющей значительный как в ряду содержания н-алканов (73,9 %), так и в ряду содержания карбоновых кислот (64,3 %).

В последние годы выявлена тенденция к некоторому изменению и в составе доминирующих видов фитопланктона в воде р. Уфа. В весеннее время наряду с ростом Diatoma доминируют мелкие центрические водоросли из класса Coscinodiscophyceae. Подобная ситуация свидетельствует о некотором переходе речных сообществ от олиготрофно-эвтрофной сукцессии речного фитопланктона к мезотрофной, причиной которого является эвтрофирование водоема. Величины показателей химического потребления кислорода, перманганатной окисляемости, оптической плотности при 254 нм за рассматриваемый период имеет тенденцию к некоторому увеличению.

Таким образом, проведенный мониторинг качества воды р. Уфы за 2000-2014 гг. позволил выявить ряд тенденций в изменении качественного и количественного соотношения ОЛОС техногенного и не техногенного происхождения в сторону увеличения последних.

Секция Б3: региональное загрязнение природных сред



РЕГИОНАЛЬНЫЕ ФОНОВЫЕ КОНЦЕНТРАЦИИ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В СИСТЕМЕ МОНИТОРИНГА ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РЕСПУБЛИКЕ ТАТАРСТАН

Д.В. Иванов

Институт проблем экологии и недропользования АН РТ,
РФ, 420087, г. Казань, ул. Даурская, д. 28, water-rf@mail.ru

Сложившаяся система оценки качества природных сред в Российской Федерации, базирующаяся на результатах экоаналитического мониторинга и контроля, в определенной мере дуалистична. Эта дуалистичность, на наш взгляд, заключается, в возможности использования при оценке экологического состояния (уровня загрязнения) отдельных компонентов окружающей среды различных нормативных величин, а именно предельно (ориентировочно) допустимых и фоновых концентраций. Следует, правда, отметить, что руководящие документы, регламентирующие процедуру применения тех или иных показателей сравнения (ПДК, ОДК или фон), предлагают использование геохимического фона только при отсутствии нормативно утвержденных концентраций. В качестве примера можно привести «Методику исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды» (2010), которая допускает использование различных нормативов качества окружающей среды (ПДК и ОДК), а при отсутствии установленного норматива – «…значения концентрации этого химического вещества сопредельной территории аналогичного целевого назначения и вида использования, не испытывающей негативного воздействия от данного вида нарушения», т.е., по сути, местного фона. Очевидно, что здесь идет речь только о веществах природного происхождения, и в первую очередь о тяжелых металлах (ТМ). Именно эта группа веществ подлежит приоритетному контролю содержания в почвах, а также в природных водах и атмосферном воздухе. К сожалению, указанная методика не отвечает на вопрос об алгоритме совместного использования всех трех групп значений (ПДК, ОДК, фон) в случае полиэлементного загрязнения почв. Примерно аналогичная ситуация складывается и при установлении уровня загрязнения почв, а также донных отложений поверхностных водных объектов нефтепродуктами.

Опыт разработки региональных нормативов качества природных сред, имеющийся в Республике Татарстан (РТ), свидетельствует об экологической и экономической эффективности применения фоновых конецнтраций в природоохранной практике. Так, Министерством экологии и природных ресурсов РТ был разработан порядок установления региональных нормативов качества почв и инициированы исследования по установлению региональных нормативов фонового содержания ТМ в почвах (Порядок …, 2013). В 2015 году научно обоснованные нормативы для восьми металлов (Cd, Pb, Cu, Co, Ni, Zn, Cr, Mn) были утверждены соответствующим приказом (Региональные …, 2015), что создало правовую основу их практического применения при расчетах уровня загрязнения почв и экологического ущерба на региональном уровне. В совокупности с действующими нормативами допустимого остаточного содержания нефти и продуктов ее трансформации в почвах после проведения рекультивационных и иных восстановительных работ (ДОСНП), фоновые нормативы содержания в почвах ТМ в настоящее время обеспечивают природоохранные органы республики и другие службы, ответственные за мониторинг и контроль качества почв, реальным механизмом для определения уровня химического загрязнения.

Из других природных сред, которые являются объектами государственного мониторинга и для которых не разработаны федеральные нормативы содержания загрязняющих веществ, следует отметить донные отложения. Случаи химического загрязнения донных отложений как главного депонирующего компонента водных экосистем не единичны, однако адекватная оценка уровня накопления в них поллютантов вновь упирается в отсутствие нормативов. Специалистами Института проблем экологии и

недропользования АН РТ на основе многолетних исследований были предложены нормативы фонового содержания ТМ в донных отложения озер и водохранилищ РТ (Иванов, 2007; Иванов и др., 2010) (табл.)

Таблица. Фоновое содержание ТМ в поверхностных (0-5 см) и стратифицированных донных отложениях озер и водохранилищ РТ, мг/кг

Донные отложения	Cd	Pb	Co	Cu	Ni	Zn	Cr	Mn
Озера								
Поверхностные	0.41	14.7	7.9	23.2	35.6	61.5	23.9	396.3
Стратифицированные	0.53	18.3	11.2	24.0	41.5	74.7	28.9	374.4
Водохранилища								
Поверхностные	0.53	13.7	11.9	22.5	51.6	52.2	36.8	892.2
Стратифицированные	0.65	14.9	13.4	26.7	54.4	63.3	41.2	809.3

Возможность их практического применения в целях государственного мониторинга и экологического контроля в настоящий момент ограничена отсутствием регламентирующих документов на федеральном уровне. Утвержденные в 2014 году Минприроды России «Методические указания по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов» при оценке загрязненности донных отложений ориентируют нас на использование фоновых концентраций органических и неорганических загрязняющих веществ. В этой связи хотелось бы понимать, что, опираясь на данное методическое руководство, регионы вправе разрабатывать и утверждать региональные показатели среднего содержания загрязняющих веществ в донных отложениях. Их появление позволит поднять на качественно новый уровень существующую систему наблюдений за состоянием водных объектов и избегать субъективности в оценках реального уровня загрязнения.

Список литературы:

Иванов Д.В. Развитие фациального подхода к геохимическим исследованиям аллювиальных отложений.- Современные проблемы геохимии, геологии и поисков месторождений полезных ископаемых. Матер. междунар. научной конф., посв. 100-летию со дня рождения К.И.Лукашева.- Минск, Издательский центр БГУ, 2007.- с. 58-60.

Иванов Д.В., Зиганшин И.И., Осмелкин Е.В. Региональные фоновые концентрации металлов в донных отложениях озер Республики Татарстан. – Учен. зап. Казан. гос. ун-та. Сер. Естеств. науки.- 2010.- Т.152, кн.1.- с. 185-191.

Методика исчисления размера вреда, причиненного почвам как объекту охраны окружающей среды. Утв. Приказом Минприроды России от 8.07.2010 г. № 238.

Методические указания по осуществлению государственного мониторинга водных объектов в части организации и проведения наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в донных отложениях водных объектов. Утв. Приказом Минприроды России от 24.02.2014 № 112.

Региональные нормативы «Фоновое содержание тяжелых металлов в почвах Республики Татарстан». Утв. приказом Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан от 30.12.2015 г. №1134-п.

Порядок установления Министерством экологии и природных ресурсов Республики Татарстан региональных нормативов качества почв. Утв. приказом Министерства экологии и природных ресурсов Республики Татарстан от 10.07.2013 г. №382-п.

МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ПОЧВ КРИОЛИТОЗОНЫ В УСЛОВИЯХ НЕФТЯНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Ю.С. Глязнецова, И.Н. Зуева, С.Х. Лифшиц, О.Н. Чалая

Институт проблем нефти и газа СО РАН,
РФ, 677980, г. Якутск, ул. Октябрьская, 1, geochemlab@ipng.ysn.ru

Эксплуатация нефтепроводов в условиях криолитозоны может сопровождаться разливами, утечками, а иногда и крупномасштабными авариями. При попадании в почву нефть сорбируется почвогрунтами, при этом смешиваясь с нативным органическим веществом почв, что ведет к изменению природного фона вплоть до формирования аномальных поверхностных геохимических полей техногенного генезиса. Характер распределения нефтяных компонентов в почвах зависит от ряда факторов, основными из которых являются: морфологические, структурные, вещественные и генетические особенности конкретного почвенного профиля, его положение в системе геохимических сопряжений ландшафтных фаций, количества и состава поступившей нефти, времени, прошедшего с момента загрязнения (Пиковский, 1993). Основными особенностями природных экосистем Крайнего Севера, определяющими условия распространения и деструкции нефтезагрязнений, является наличие вечной мерзлоты. Скорость деструкции нефти в условиях криолитозоны значительно ниже, чем в регионах с благоприятными климатическими условиями, что определяет более низкую способность мерзлотных почв к самоочищению и способствует сохранению нефтезагрязнения на долгие годы.

Со временем при трансформации нефтезагрязнения в почве уменьшается содержание углеводородных фракций и увеличивается количество асфальтово-смолистых компонентов, которые являются устойчивыми соединениями, малодоступными для микроорганизмов, процесс их деградации идет крайне медленно, иногда десятки лет (Оборин и др., 2008). Знание стадий трансформации нефти позволяет определить давность загрязнения и сроки восстановления почв, повысить эффективность мониторинга за загрязнением среды. Исследование трансформации нефти возможно благодаря многолетнему мониторингу территорий, подвергшихся нефтяному загрязнению. Это необходимо для понимания механизмов самоочищения и восстановления почв.

Талаканское НГКМ является одним из основных месторождений Якутии по добыче нефти. До поставки нефти с месторождения за пределы республики по трубопроводной системе «Восточная Сибирь - Тихий океан», нефть доставлялась до потребителей по временному нефтепроводу «Талакан-Витим». 25 мая 2006 г. на данном нефтепроводе произошла авария, в результате которой десятки тонн нефти попали в окружающую среду, исходная концентрация нефти в почвах достигала 850 г кг-1.

На рисунке 1 показано среднее остаточное содержание нефтепродуктов (НП) в почвах по годам наблюдений. При общей тенденции к снижению концентрации НП наблюдаются отклонения как в большую, так и в меньшую стороны. За первые 2 года содержание НП снизилось практически в 2 раза – на данном этапе нефть в почве преобразуется в основном за счет физико-химического разрушения, дегазации, растворения, ультрафиолетовой деструкции. Происходит миграция разлитой нефти, рассеяние её компонентов в почвенном пространстве по поверхности и на глубину. Учитывая, что участок исследования находится на открытом склоне в устье ручья, можно предположить высокую скорость миграции нефтезагрязнения с потоками ежегодных паводковых, талых и дождевых вод. Микробиологические процессы деструкции на данном этапе еще подавлены, но постепенно начинает возрастать их активность. В последующие годы в деградации нефтезагрязнения наряду с физико-химическими процессами начинает активизироваться деятельность почвенных углеводородокисляющих микроорганизмов,

остаточное содержание НП с 2007-2008 гг. по сравнению с 2009-2010 гг. заметно снижается от 48 до 19 г кг-1.

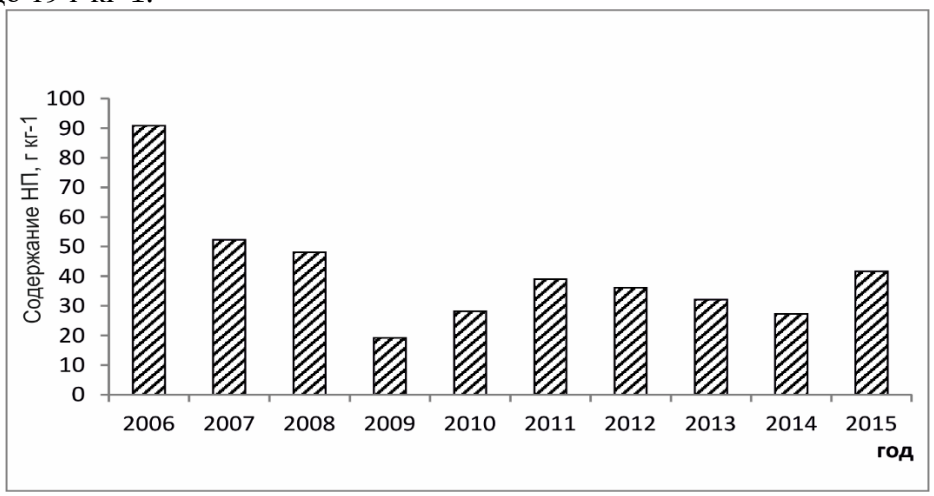


Рис. 1. Динамика изменения среднего остаточного содержания нефти в почвах.

Дальнейшее увеличение остаточного содержания в последующие 2011-2015 годы может быть обусловлено миграцией нефти из нижележащих почвенных горизонтов, в которых происходило накопление нефти. На глубине над мерзлым слоем нефтезагрязнение менее доступно для процессов деградации, из-за недостаточности ультрафиолета, кислорода, необходимого для почвенных микроорганизмов, участвующих в деструкции нефти. В то время как в поверхностных слоях почвы вследствие лучшей их аэрации и прогреваемости деструкция протекает намного быстрее.

С 2011 г. по 2015 г. остаточное содержание НП оставалось практически на одном уровне. Это может быть связано с тем, что в результате новообразования и накопления в почве асфальтово-смолистых компонентов нефтезагрязнение стало менее подвижным и малодоступным для трансформации.

При общей тенденции к снижению уровень загрязнения остается высоким, среднее остаточное содержание НП в 2015г. составило 42 г кг-1. Все отмеченные изменения в содержании НП и составе нефтезагрязнения, свидетельствуют о постепенно протекающих процессах трансформации нефтезагрязнения. Однако скорость этих процессов в условиях криолитозоны очень мала.

Анализ результатов десятилетнего мониторинга в районе нефтепровода «Талакан-Витим» показал, что остаточное нефтезагрязнение носит устойчивый характер, т.е. самовосстановление почв идет медленно. Наблюдается миграция загрязнения как в латеральном, так и вертикальном направлениях. В почве накапливаются асфальтово-смолистые компоненты, деградация которых протекает намного медленнее, чем углеводородных компонентов. Высокие значения остаточного содержания НП указывают на формирование аномальных углеводородных полей техногенного генезиса, что свидетельствует о необходимости продолжения мониторинга нарушенных нефтезагрязнением территорий, а также о целесообразности проведения восстановительных работ.

Список литературы:

Оборин А.А., Хмурчик В.Т, Иларионов С. А., Маркарова М.Ю., Назаров А.В. 2008. Нефтезагрязненные биоценозы (процессы образования, научные основы восстановления, медико-экологические проблемы): монография. УрО РАН; Перм. гос. ун-т; Перм. гос. техн. ун-т. - Пермь, 2008. -511с.

Пиковский Ю.И. 1993. Природные и техногенные потоки углеводородов в окружающей среде. – М.: Изд-во МГУ, 208 с.

НЕОРГАНИЧЕСКИЙ АЗОТ В АТМОСФЕРНЫХ ОСАДКАХ Г.СЕВАСТОПОЛЯ: ИСТОЧНИКИ, ИЗМЕНЧИВОСТЬ И ВЛИЯНИЕ НА ПОВЕРХНОСТНЫЙ СЛОЙ ПРИБРЕЖНЫХ РАЙОНОВ ЧЕРНОГО МОРЯ

А.В. Вареник [1, 2)]

[1)] Морской гидрофизический институт РАН, РФ, 299011, г.Севастополь, ул. Капитанская, 2, alla_chaykina@mail.ru

[2)] Севастопольское отделение ФГБУ «Государственный океанологический институт им. Н.Н. Зубова», РФ, 299011, г.Севастополь, ул. Советская, 61

Прибрежные районы являются областью взаимодействия человека с морем, а значит, и зоной повышенной антропогенной нагрузки на окружающую среду. Поэтому проблема контроля поступления различных веществ в прибрежные акватории весьма актуальна.

Атмосфера является существенным источником биогенного азота: выхлопные газы, продукты сжигания топлива и развитие транспортных перевозок являются основными источниками выбросов оксида азота, около 90% выбросов аммония даёт сельское хозяйство.

Отбор проб атмосферных осадков был организован в г. Севастополь на Павловском мысе (Морская гидрометеорологическая станция (МГС) «Севастополь», рис.1). Пробы атмосферных осадков отбирались за каждый случай выпадения дождя или снега в осадкосборник, открывающийся только на время выпадения осадков. В 2015 году для изучения вклада сухих выпадений в содержание биогенных и загрязняющих веществ в осадках был установлен постоянно открытый осадкосборник.



Рисунок 1 - Расположение станции отбора проб атмосферных осадков.

Всего за период 2014-2016 гг. было обработано 265 проб, из них 61 % случаев в холодный период, и 39 % – в теплый. При этом обработанные пробы составили 81% от общего количества случаев выпадения осадков в данном пункте наблюдения. Не обрабатывались осадки, количество которых не позволяло провести химический анализ.

Данные о концентрации неорганического азота в пробах были обработаны методами математической статистики, опираясь на требования Руководящего документа

[Руководство по контролю загрязнения атмосферы: РД 52.04.186-89. — [Действующий с 1991-07-01] — М.,1991.].

За исследуемый период максимальное содержание неорганического азота (5,76 мгNдм$^{-3}$) было определено в пробе осадков за 07.08.2016 г, минимальное (0,41 мгN дм$^{-3}$) – за 11.10.2015 г. для закрытого осадкосборника. Для открытого осадкосборника величины составили 5,06 мгN дм$^{-3}$ и 0,49 мгN дм$^{-3}$ соответственно и были определены в пробах за 23.10.2016 г. и 19.06.2015 г.

Вклад сухих выпадений в общее содержание неорганического азота в пробах в среднем составил 21%, что согласуется с литературными данными.

Основными соединениями азота, присутствующими в атмосферных осадках, являются нитратный и аммонийный азот. Процентное соотношение NH_4:NO_3:NO_2 в пробах атмосферных осадков составило 45:53:2. Такое низкое содержание нитритов, по-видимому, объясняется тем, что они являются промежуточным продуктом окисления аммония до нитратов.

Также рассматривалась зависимость содержания неорганического азота в атмосферных осадках от условий их формирования, т.е. от метеоусловий, предшествовавших выпадению осадков, а также от количества выпавших осадков. В результате было определено, что содержание неорганического азота обратно пропорционально количеству выпавших осадков, что может объясняться эффектом разбавления проб при увеличении количества осадков. Скорость ветра также оказывает существенное влияние на изменение концентрации азота в пробах – содержание неорганического азота максимально при штиле и возрастает при скоростях ветра 5-7 м/с.

Изменение содержания неорганического азота в атмосферных осадках от направления ветра для 2015 и 2016 гг. существенно различается. Так, в 2015 г. содержание азота было максимальным при ЮЗ и ВЮВ направлениях ветра, т.е. со стороны суши. Однако в 2016 г. наблюдалась противоположная картина – максимум содержания азота наблюдался в осадках, выпадавших при СВ направлении ветра, т.е. непосредственно со стороны Севастопольской бухты, в которой в настоящее время постоянно находятся суда ЧФФ.

Помимо этого, повышенные величины неорганического азота в осадках, приносимых СВ ветрами, могут объясняться деятельностью зернового терминала «Авлита». Через морской терминал «Авлиты» идет перевалка зерновых, выращенных крымскими агропредприятиями. Зерно отгружается как для доставки в порты материковой части России, так и на экспорт. При перевалке зерновых культур в атмосферу в виде пыли попадают удобрения (в том числе и нитрогруппы), которыми обрабатывалось зерно. Затем атмосферные осадки вымывают эти соединения из атмосферы.

Поток неорганического азота с атмосферными осадками в 2014 и 2015 гг. был примерно одинаковым и составил 230 и 233 мгN м$^{-2}$. В 2016 г. поступление азота возросло по сравнению с предыдущими годами в 1,4 раза и составило 327 мгN м$^{-2}$ при примерно одинаковом годовом количестве выпавших осадков. Такое увеличение неорганического азота в осадках может объясняться существенным увеличением количества автомобильного транспорта в городе, выхлопы которого содержат соединения азота.

Соотношение содержания неорганического азота и неорганического фосфора во влажных атмосферных выпадениях (N:P) было равно 87, что значительно выше соотношения Рэдфилда для морских экосистем. Следовательно, поступление атмосферных

выпадений может приводить к дисбалансу соотношения N:P, а, значит, и соотношения C:N в поверхностном слое Черного моря.

Работа выполнена в рамках программ государственного задания МГИ РАН по теме 0827-2014-0010 «Комплексные междисциплинарные исследования океанологических процессов, определяющих функционирование и эволюцию экосистем Черного и Азовского морей, на основе современных методов контроля состояния морской среды и гридтехнологий» (шифр «Фундаментальная океанология») и СО ГОИН по теме 1.4.3.8. «Оценка и прогноз изменения состояния природных экосистем под воздействием трансграничного загрязнения атмосферного воздуха».

ИЗМЕНЕНИЕ СОДЕРЖАНИЯ ПРИОРИТЕТНЫХ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АТМОСФЕРЕ РЕГИОНОВ РОССИИ ПО РЕЗУЛЬТАТАМ КОМПЛЕКСНОГО ФОНОВОГО МОНИТОРИНГА

Е.С. Конькова[1)], Л.В.Бурцева[1)]

[1)] Институт глобального климата и экологии,

РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, e.konkova.igce@gmail.com

В конце XX века было привлечено внимание к проблеме содержания тяжелых металлов в различных средах. С этого времени начали приниматься решения, направленные на снижение эмиссия ТМ. Вследствие выполнения требований различных международных документов и принятия нормативов, изменились уровни содержания ТМ в воздухе и изменились основные их источники (Pacyna et. al., 2009). Проблема загрязнения тяжелыми металлами носит как локальный, так и региональный характер.

В настоящей работе представлены результаты анализа данных о содержании приоритетных ТМ в атмосферном воздухе, полученных в долгопериодных систематических наблюдениях на фоновой территории – на станции в Приокско-Террасном Биосферном заповеднике, работающей по программе комплексного фонового мониторинга. Отбор проб атмосферного воздуха проводится на ацетилцеллюлозные фильтры Петрянова, время экспозиции – сутки. Измерение содержания ТМ выполняются методом атомно - абсорбционной спектроскопии с предварительным озолением и кислотным растворением фильтров (РД 52.04.186-89). Основными металлами, представляющими интерес, являются свинец и кадмий (UNECE website).

В ходе работы были построены тренды в период с 2002 по 2014 год по методологии последнего международного отчета программы ЕМЕП (EMEP Status Report 2/2016; Вебсайт – энциклопедия Норвежского метеорологического института). Было проведено усреднение значений в течение месяца и использовалась рекомендуемая программа обработки данных, разработанная MSC-East. Данная программа выделяет отдельно сезонную составляющую (seasonalvariations) и основную часть тренда (Maincomp.). Так же параметром, который может использоваться для характеристики тренда, предоставляемый программой, является изменение за весь период (totalreduction). Этот параметр характеризует разницу между концентрациями в начале исследуемого периода и в конце (Вебсайт – энциклопедия Норвежского метеорологического института).

Полученные тренды имели явно растущий характер для обоих исследуемых металлов по результатам расчетов данной программы, как по данным о значениях основной составляющей тренда, так и по общему изменению за период. Параметр totalreduction за период 2002-2014 для свинца составил более 150%, а для кадмия более 80% роста.

В работе, для выявления возможных причин такого роста и для выявления периодов появления артефактов, были рассчитаны коэффициенты корреляции исследуемых тяжелых металлов между собой и с общей пыль. (TSP), соединения серы (SO_2 и SO_4^{2-}) и азота (NO_2). Эти вещества были выбраны в связи с их источниками, которыми, в том числе, являются сжигание топлива и (в случае TSP) ветровое поднятие почвы (Pacyna et. al., 2009; EMEP Status Report 1/2016).

Такой выбор показателя был сделан из предположения, что корреляции свинца и кадмия и веществ, выбранных для сравнения, могут быть высокими в случае наличия локального источника (поскольку с удалением от источника в связи с различиями в физико-химических свойствах коэффициент корреляции будет уменьшаться) или о естественном происхождении частиц, в составе которых находятся исследуемые металлы (при высоком уровне корреляции с TSP). Анализ проводился с использованием расчета корреляций для

индивидуальных значений за каждый календарный год с 2007 г и каждый теплый (с апреля по сентябрь, включительно) и холодный сезон (с октября по март, включительно).

Статистическая значимость корреляции (репрезентативности выборки) характеризовалась *p*-уровень, для анализа использовались корреляции с p- уровнем менее 0,05 (т.е. с вероятностью 5% и меньше, что найденная в выборке связь между переменными является лишь случайной особенностью данной выборки) (Электронный учебник по статистике).

Согласно результатам расчетов коэффициенты корреляции в разные сезоны и в целом за год могут отличаться, иногда достаточно сильно, что должно свидетельствовать о различном сочетании источников этих ТМ в воздухе в данные периоды.

В большинстве случаев в теплый сезон не наблюдалось корреляций между ТМ и SO_2, NO_2 TSP, что может свидетельствовать о дальности переноса и антропогенном происхождении аэрозольной фракции, в составе которой поступают исследуемые ТМ на территорию ПТБЗ. Однако, в один из теплых сезонов, со значимыми коэффициентами корреляции для обоих ТМ с другими веществами, включал период аномальной жары, повышенным количеством лесных пожаров и горением торфяников в МО. Этот фактор, по - видимому, был преобладающим (горение). Возможно, в других случаях, когда наблюдалась значимая корреляция, действовали подобные источники.

Статистически значимая корреляция между ТМ и SO_2,NO_2 отмечалась во многих холодных сезонах. Это свидетельствует о возможном появление дополнительных локальных источников, связанных со сжиганием топлива для отопления..

В дальнейшем планируется траекторный анализ для более точного выявления источников и объяснения характера трендов содержания данных ТМ в воздухе.

Список литературы:

Вебсайт – энциклопедия Норвежского метеорологического института, раздел «EMEP experts and TFMM wiki page» URL: https://wiki.met.no/emep/emep-experts/start

РД 52.04.186-89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы. М 1991

Электронный учебник по статистике URL: http://statsoft.ru/home/textbook/default.htm

EMEP Status Report 1/2016 "Transboundary particulate matter, photo-oxidants, acidifying and eutrophying components" Joint MSC-W & CCC & CEIP Report

EMEP Status Report 2/2016 "Assessment of heavy metals transboundary pollution, progress in model development and mercury research" Joint MSC-E & CCC Report

Pacyna J. M., Pacyna E.G., Aas W. Changes of emissions and atmospheric deposition of mercury, lead, and cadmium. Atmospheric Environment 43 (2009) 117-127

UNECE website. Раздел «Protocol on Heavy Metals» URL: http://www.unece.org/env/lrtap/hm_h1.html

МОНИТОРИНГ И ВЫЯВЛЕНИЕ ПРИОРИТЕТНЫХ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В МАЛЫХ РЕКАХ Г. МОСКВЫ

И.О. Тихонова[1)]

[1)] РХТУ им. Д.И. Менделеева,

РФ, 125047, г. Москва, Миусская пл., д. 9, iriti-may@yandex.ru

Представлены результаты многолетнего мониторинга (с 2006 года) малых рек г. Москвы, расположенных в районах города с различной антропогенной нагрузкой – Лось, Котловка, Коршуниха, Чертановка, Городня, Нищенка, Бусинка, Таракановка.

Установлено, что качество воды в изучаемых малых реках изменялось от класса 3б «очень загрязненная» (реки Лось и Котловка) до класса качества 5 «экстремально грязная» (р. Таракановка). Приоритетными загрязняющими веществами (ЗВ) являлись тяжелые металлы - Fe, Cu и Zn.

Поскольку донные отложения, как наиболее консервативный компонент водных объектов, содержат информацию о загрязненности и особенностях водосборного бассейна, то их использовали в качестве интегрального индикатора для выявления состава, интенсивности и масштаба техногенного загрязнения. Опробование донных отложений проводили согласно в тех же створах пробоотбора, что и отбор проб воды.

Основными тяжелыми металлами (ТМ) в донных отложениях всех исследованных рек являлись Cu, Zn, Cd и Sr, что подтверждено расчетом техногенных геохимических ассоциаций.

В качестве показателя содержания общего количества органических соединений в донных отложениях малых рек использовали содержание экстрагируемых органических соединений (ЭОС). Полученные данные свидетельствуют о симбатности содержания ЭОС и нефтепродуктов (НП), т. е. органическое загрязнение донных отложений рек обусловлено в основном именно нефтепродуктами, поступающими с неорганизованным поверхностным стоком от автосервисов, гаражных кооперативов и автостоянок. Наиболее загрязнены органическими соединениями донные отложения р. Бусинка и р. Нищенка, что объясняется значительным антропогенным воздействием на бассейны рек, их низким самоочистительным потенциалом, а также хорошей сорбирующей способностью донных отложений.

Для определения состава органической составляющей донных отложений проведена идентификация проб методами ИК-спектроскопии, высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ) и газовой хроматографии с масс-спектрометрическим окончанием (ГХ-МС).

Показано, что в донных отложениях всех исследованных малых рек присутствует смесь предельных и непредельных углеводородов с кремнийорганическими соединениями в различном соотношении, а состав и структура органической составляющей донных отложений не имеют больших отличий для различных рек. Выявленные кремнийорганические соединения, использующиеся в качестве синтетических масел и смазочных материалов, имеют антропогенное происхождение и попадают в реки с территорий гаражных кооперативов и автостоянок.

В результате идентификации полиароматических углеводородов (ПАУ) методом ВЭЖХ показано, что преобладающими ПАУ в донных отложениях малых рек г. Москвы являются флуорантен и бенз(b)флуорантен, а также бенз(g,h,i)перилен. Источником ПАУ является поступление ПАУ из городской атмосферы в результате их конденсации и оседания в зонах выброса с частицами сажи и пыли.

Для дополнительной идентификации возможных органических соединений в донных отложениях был использован метод ГХ-МС, который показал, что приоритетными ЗВ в донных отложениях являются углеводороды (что подтверждается и данными ИК-спектрометрии), адипинаты и фталаты.

С целью подтверждения гипотезы о комплексном загрязнении донных отложений органическими соединениями и тяжелыми металлами, поступающими в малые реки с неорганизованным поверхностным стоком, а также для установления взаимосвязей между содержанием в донных отложениях ТМ, ЭОС и НП выполнен корреляционный анализ методом Спирмена как непараметрическим методом, не зависящим от закона распределения исследуемых величин.

Основным источником загрязнения малых рек г.Москвы является поверхностный сток с территорий водосборных бассейнов.

ЧТО ТАКОЕ ФОН С ТОЧКИ ЗРЕНИЯ ЭКОЛОГИИ?

С.К. Монахов

Каспийский морской научно-исследовательский центр
РФ,414045, г. Астрахань, ул. Ширяева, 14, *kaspmniz@mail.ru*

Слово «фон» как научный термин используется не только экологией, но и другими науками, а в самой экологии – в различных значениях, тем самым вопрос, поставленный в названии доклада, вполне оправдан.

В самом общем значении фон – это пространственное окружение рассматриваемого объекта, контрастирующее с ним и придающее ему особенность, самостоятельность. Вместо пространственного может выступать временное окружение, – если объекту, привлекшему наше внимание, свойственны переходы из одного состояния в другое, то фоном для каждого последующего может быть любое из предыдущих.

Природный фон – это природные системы, а антропогенный фон – это искусственная среда, составляющие окружение рассматриваемого объекта и контрастирующие с ним. Кроме них можно выделить еще особый фон, в качестве которого выступают отдельные компоненты окружающей среды, например, радиационный фон или фоновая концентрация вещества.

Цель наших исследований состояла в расчленении понятия фоновой концентрации загрязняющих веществ (ЗВ) на несколько однокоренных, но различных по содержанию понятий. Необходимость в этом возникла в связи с применением данного понятия не только при нормировании выбросов и сбросов ЗВ (как это было ранее), но также для нормирования качества окружающей среды, оценки уровня ее загрязненности и идентификации источников загрязнения. Пример последнего мы также приведем в докладе. Следует отметить, что понятие фоновой концентрации ЗВ рассматривается в нем применительно к морской воде и отчасти к поверхностным водам суши.

При сбросе сточных вод в водоем создаваемая ими концентрация ЗВ в сумме с фоновой концентрацией не должна превышать ПДК в контрольном створе при любых внешних условиях, – это одно из основных водоохранных требований. С целью его соблюдения фоновая концентрация назначается из числа повышенных значений, – в поверхностных водах суши это верхний предел доверительного интервала среднего значения, рассчитанного при неблагоприятных условиях для рассевания ЗВ в воде (РД 52.24.622-2001 Методические указания…), в морских водах – это просто среднее значение, рассчитанное при неблагоприятных условиях (это следует из методического письма ФГБУ «ГОИН», руководящий документ по расчету фоновой концентрации ЗВ в морской воде отсутствует). «Чем выше, тем лучше», – в этом суть подхода к определению фоновой концентрации, предназначенной для расчета нормативов допустимых сбросов ЗВ в водные объекты.

Для охраны вод рыбохозяйственных водоемов, как среды обитания водных биологических ресурсов, устанавливаются ПДК, более жесткие, чем санитарные нормы и вообще подход к определению данных ПДК прямо противоположен подходу к определению фоновой концентрации, – «чем ниже, тем лучше», – вот его суть. В методических указаниях по разработке нормативов ПДК для рыбохозяйственных водоемов данный подход кратко, но емко сформулирован как «определение наиболее слабого звена, для которого максимальная недействующая концентрация вещества оказалась наименьшей».

С целью охраны водных объектов в настоящее время наряду с нормативами допустимых сбросов (НДС) устанавливаются нормативы допустимого воздействия (НДВ), в т.ч. нормативы для привноса химических и взвешенных веществ. В методике по расчету НДВ (Методические указания…, 2007) вводится понятие регионального естественного (условно естественного) гидрохимического фона, под которым понимается «значение

показателей качества воды, сформировавшееся под влиянием природных факторов, характерных для конкретного региона, не являющееся вредным для сложившихся экологических систем». При этом региональный фон, в случае, если он превышает ПДК, сам может быть принят в качестве региональной ПДК. И все бы хорошо, только для расчета регионального фона рекомендуется использовать ту же методику, которая применяется для определения фоновой концентрации, предназначенной для расчета НДС (по принципу «чем выше, тем лучше»). Тем самым, открывается возможность для резкого повышения ПДК и, соответственно, увеличения объема допустимых сбросов ЗВ.

Для решения этой проблемы мы предлагаем предпринять следующие шаги: 1) гидрохимический фон, применяемый для расчета НДВ и НДС именовать специальным; 2) фон, применяемый для расчета НДВ, именовать специальным региональным фоном; 3) фон, применяемый для расчета НДС, именовать специальным местным фоном; 4) разработать отдельную методику для расчета специального регионального фона. При разработке этой методики по нашему мнению можно ограничиться гидрохимическими показателями. Например, за специальный региональный фон можно принять нижний предел доверительного интервала среднего значения, рассчитанного при самых благоприятных условиях (для рассевания ЗВ в воде)

Специальный фон в силу его предназначения и специфичности подходов, которые используются для его расчета, по нашему мнению нельзя использовать для решения других задач в области мониторинга водных объектов, а именно для оценки их загрязненности и для идентификации источников загрязнения. Для этих целей предлагается использовать общий гидрохимический фон, который также быть региональным и местным. Кроме того общий гидрохимический фон по нашему мнению следует подразделить на исторический и современный. Для расчета общего гидрохимического фона рекомендуется использовать медиану, а не средне значение, поскольку медиана более устойчива к выбросам на концах ряда.

Для расчета современного гидрохимического фона предлагается использовать пятилетний массив данных по водоему в целом или его части, охватывающий различные сезоны года. Для расчета исторического гидрохимического фона следует использовать данные за период продолжительностью не менее 5 лет, предшествующий современному. Аналогичным образом рассчитывается местный современный и, если есть необходимые данные, местный исторический гидрохимический фон, но акватория, принимаемая для этих расчетов, ограничивается районом, находящимся в хозяйственном пользовании.

Подход к идентификации источников загрязнения, основанный на сравнительном анализе различных видов общего гидрохимического фона, мы называем эколого-геохимическим. В условиях высокой химической неоднородности водной среды часто требуются доказательства того, что именно данный объект, а не какой-либо другой, является источником загрязнения. К одному из таких доказательств можно отнести превышение средней концентрации ЗВ в зоне возможного воздействия данного объекта одновременно над историческим региональным, современным региональным и местным гидрохимическим фоном, – данный метод мы называем «методом трех фонов».

Обобщая сказанное, отметим, что в целях охраны, мониторинга и оценки загрязнения водных объектов понятие гидрохимический фон должно быть разделено на шесть понятий: специальный региональный фон, специальный местный фон: общий исторический региональный фон, общий современный региональный фон, общий исторический местный фон и общий современный местный фон.

Список литературы:

Методические указания по разработке нормативов допустимого воздействия на водные объекты, утверждены приказом МПР РФ №328 от от 12.12.2007 г.

РД 52.24.622-2001 Методические указания. Проведение расчетов фоновых концентраций химических веществ в воде водотоков

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ПОДЗЕМНОГО ЯДЕРНОГО ВЗРЫВА (ПЯВ) «РИФТ-3», ПРОИЗВЕДЕННОГО В ИРКУТСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Мясников, Н.Н. Дундуков, М.Н. Овчинникова
АО «Уранего», e-mail sosna3@irk.ru

Radioecological monitoring underground nuclear explosions (UNE) "Rift 3" produced in IRKUTSK REGION

Myasnikov A.A., Dundukoa N.N., Ovchinnikov M.N.
JSC "Uranus", e-mail sosna3@irk.ru

Аннотация. Подземный ядерный взрыв в мирных целях под кодовым названием «Рифт-3» был произведён 31 июля 1982 года вблизи с. Борохал Иркутской области. Ядерный взрыв «Рифт-3» осуществлён в скважине на глубине 860 метров. Мощность ядерного устройства «Рифт-3» составляет 8.5 кт ТЭ. В момент взрыва произошло истечение радиоактивных инертных газов, что подтверждается результатами эколого-радиационных исследований почв, подземных вод, срезов деревьев, а местное население при этом получило высокую дозу облучения, что отразилось на их здоровье, а также и на здоровье их детей.

Ключевые слова: подземный ядерный взрыв, радиационно-экологическая обстановка, «Рифт-3», экологорадиационное опробование, радон, уран, торий, калий, стронций-90,цезий-137.

Annotation. Underground nuclear explosions for peaceful purposes under the code name "Rift 3" was made July 31, 1982 near the village. Borohal Irkutsk region. Nuclear explosion "Rift 3" Implemented in the well at a depth of 860 meters. The power of a nuclear device "Rift 3" is 8.5 kt TE. At the time of the explosion was the expiration of radioactive inert gases, which is confirmed by the results of ecological and radiological studies of soils, groundwater, cuts of trees, and the local population at the same time received a high dose of radiation, which is reflected in their health and also the health of their children.

Keywords: underground nuclear explosion, radiation-ecological situation, "Rift 3" ekologo¬radiatsionnoe testing, radon, uranium, thorium, potassium, strontium-90, cesium-137.

На территории Иркутской области радиационному контролю подлежат объекты повышенной радиационной опасности. К таким объектам на территории Иркутской области относятся места проведения подземных ядерных взрывов (ПЯВ) в мирных целях «Рифт-3» и «Метеорит-4», представляющих потенциальную опасность возможного радиоактивного загрязнения окружающей природной среды и негативного влияния на здоровье населения.

Вблизи участка Всемирного природного наследия - оз. Байкал - в 1982 году был произведён ПЯВ «Рифт-3». Взрыв выполнен в скважине на глубине 860 метров. Мощность взорванного ядерного устройства составила 8.5 кт ТЭ (Ядерные испытания, 1997). На расстоянии 160 км от места взрыва в г. Иркутске он был зарегистрирован как землетрясение силой 3 балла. Целью осуществлённого взрыва являлось глубинное сейсмическое зондирование земной коры для выявления геологических структур, перспективных для поисков и разведки месторождений полезных ископаемых, в частности нефти и газа.

В геолого-тектоническом отношении место заложения скважины для объекта «Рифт-3» приурочено к зоне четко прослеживаемых тектонических нарушений (разломов), которые могли быть хорошими «проводниками» для распространения радиоактивных продуктов ядерного взрыва.

Целью выполненных эколого-радиационных исследований являлась оценка степени радиоактивного загрязнения окружающей среды района проведения подземного ядерного взрыва «Рифт-3» и оценка риска для здоровья населения, проживающего в этих районах.

С момента проведения взрыва и до настоящего времени объект «Рифт-3» в мониторинговом режиме обследовался многократно (1991-2011 гг., Мясников и др. 2012). В комплекс мониторинговых исследований входили экспедиционные натурные наблюдения, включающие радиоэкологическое опробование подземных и поверхностных вод (стронций-90, цезий-137, плутоний-239, 240, европий-154); почв, донных отложений, древесины и коры деревьев (уран, торий, калий-40, цезий-137); сельскохозяйственной продукции (молоко, сметана, творог), дикоросов (грибы, ягоды, рыба-цезий-137); костей животных (крупного рогатого скота - стронций-90), а также измерение дозы (МД) гамма-излучения (мкР/час).

Лабораторно-аналитические исследования всех отобранных проб на радионуклиды (ЕРН+ТРН) осуществлены в аттестованных лабораториях в строгом соответствии с требованиями, принятыми для научной программы «Семипалатинский полигон - Алтай». Анализ всех радиоэкологических проб выполнен в базовой аналитической лаборатории данной программы - аккредитованном Аналитическом центре ОИГГМ СО РАН (Новосибирск).

Определение содержаний радионуклидов цезия-137, урана, тория, калия-40 выполнено на низкофоновой гамма-спектрометрической установке, порог чувствительности для цезия-137 составляет 1 Бк/кг. Определение стронция-90 в сухих остатках водных проб осуществлено радиохимическим методом, порог чувствительности равен 1 Бк/кг. Анализ почвенных проб на плутоний-239, 240 выполнен в Лаборатории регионального экологического Центра ГКСН Красноярского края, порог чувствительности - 0,04 Бк/кг. Определение урана в водных пробах проведено лазерно-люминесцентным методом на приборе «Ангара» в химико-аналитической лаборатории ГП «Сосновгеология», тритий измерялся в лаборатории изотопии и геохронологии Института Земной коры СО РАН (Иркутск). В качестве маркёра радиоактивного загрязнения окружающей природной среды и уровня радиационного воздействия, как в России, так и за рубежом используется цезий-137 техногенный долгоживущий радионуклид с периодом полураспада 30.2 лет, образующийся только при ядерных взрывах, относительно устойчивый в почвах и относительно легко определяемый существующими аналитическими методами. В России нормируемым показателем является плотность выпадения (запас) цезия-137 на почве, характеризующим современное радиационное состояние территории и служащим основой для реконструкции накопленных доз облучения. Дополнительно при оценке уровня радиоактивного загрязнения от ядерных взрывов используются данные о концентрации в почвах других долгоживущих техногенных радионуклидов, прежде всего стронций-90 и плутоний-239, 240; превышение плотности выпадения стронция-90 и плутония-239, 240 по сравнению с глобальным фоном (величина глобального фона стронция-90 составляет 30 mKu/км^2, плутония-239, 240 - 0,5 Бк/кг) в 2-5 раза следует рассматривать как признак локального выпадения от проведения ядерных взрывов, в том числе и подземных. Территория за пределами зоны влияния ПЯВ «Рифт-3» характеризуется фоновыми значениями плотности выпадения цезия-137 равными 30-40 mKu/км^2, что соответствует первоначальной плотности осадка цезия-137 на самом объекте «Рифт-3» до взрыва составляющей 32 mKu/км^2. установленной в почве, законсервированной под экраном бурового шлама.

По мере приближения к объекту исследования на расстояние 15-20 м плотность осадка радиоцезия-137 возрастает до 80 mKu/км^2. В соответствии с преобладающим направлением дувшего в день взрыва (31 июля 1982 г.) ветра (восточного), на расстояние 12 км, через населенные пункты Борохал и Горхон протягивается цепочка пунктов опробования с высоким уровнем загрязнения почв цезием-137 - 80-100 mKu/км^2, стронцием-90 до 57 mKu/км^2 и плутонием до 2,4 Бк/кг. Вблизи пос. Борохал загрязнение пашен радиоцезием-137 достигает величины 89 mKu/км^2. при этом следует иметь ввиду, что вспашка является эффективным методом дезактивации радиационно-загрязнённых территорий.

Эколого-радиационными исследованиями почвенных разрезов в районе места взрыва «Рифт-3» и в окрестностях ближайших к нему населенных пунктов Хандагай, Горхон, Борохал установлены аномальные плотности загрязнения почв цезием-137, достигающие значений 65-105 mKu/км, что в 1,25-2,1 раза превышает уровень глобального фона равного 50 mKu/км^2. Вблизи пос. Борохал, на расстоянии 5 км от устья скважины объекта «Рифт-3», в почвах выявлены радионуклиды - плутоний-239, 240, концентрации которых составляют 2,4 Бк/кг, что в 5 раз превышают уровень глобального фона, отвечающего значению 0,5 Бк/кг.

Донные отложения ручья Синта - правого притока р. Обусы, протекающего рядом с объектом «Рифт-3», характеризуются низкими содержаниями цезия-137 (1,9-12,4 Бк/кг) при региональном фоне равном 10 Бк/кг, а в поверхностных водах радиоцезий-137 отсутствует.

В подземных же водах действующих водозаборных скважин, находящихся в ближайших к «Рифт-3» населённых пунктах Борохал, Горхон, Обуса и районного центра с. Оса выявлены незначительные концентрации радиостронция-90 в пределах 0,14-0,45 Бк/дм^3 (Мясников и др., 2009).

Зафиксированные в подземных водах концентрации стронция-90 даже в небольших количествах, следует рассматривать как признак начавшегося поступления техногенных радионуклидов из взрывной камеры в гидрогеологическую среду. Этот факт является важным критерием оценки влияния ядерного взрыва на окружающую среду.

Также, пробы воды всех исследованных скважин и подземных родников содержат высокие значения урана, превышающие в 1,3-4,0 раза их фоновые значения.

Радиографическими исследованиями срезов сосны из района объекта «Рифт-3» установлено, что в срезе сосны, растущей в 1 км западнее непосредственно от места проведения ядерного взрыва, в годовом кольце 1982 г. (1982 г. - год проведения взрыва) фиксируется максимум накопления делящихся элементов, в 2,5 раза превышающих фон, существовавший в 1943-1963 гг. (Рихванов Л.П. и др., 2002 г.).

В пробах костей крупного рогатого скота, взятых в пос. Горхон, обнаружен стронций-90 в количестве 38 Бк/кг, в 6 раз превышающий фон (5,8 Бк/кг).

Наиболее информативными природными средами при оценке влияния ПЯВ «Рифт-3» на окружающую среду являются подземные воды, древесина (сосна), почвы и кости домашних животных. Выполненные натурные эколого-радиационные исследования показали высокую информационную ценность опробованных подземных вод, а также их важность в оценке радиационной обстановки на водных объектах, используемых местным населением.

Выполненные мониторинговые наблюдения сопровождались медико-эпидемиологическими обследованиями населения Осинского района Иркутской области (Мясников, Черкашина, 2007).

Проведенный ядерный взрыв оказал негативное влияние и на здоровье населения Осинского района, на территории которого находится объект «Рифт-3». Через несколько лет после проведения ядерного взрыва от жителей близлежащих населённых пунктов начали поступать жалобы на резкое ухудшение здоровья, что подтверждалось и данными районной больницы. Потери здоровья жителей Осинского района исследовались в рамках межакадемического интеграционного проекта «Изучение современного техногенного загрязнения Байкальского региона и медико-генетическая оценка отдалённых последствий радиационного воздействия на его коренное население».

По данным многолетней официальной статистики общая заболеваемость населения Осинского района значительно возросла к 2003 г. по сравнению с 1952. 1963, 1972 гг.

За пятьдесят лет, с 1952 по 2003 гг., заболеваемость населения увеличилась в 4,9 раза. При исследовании заболеваемости по классам болезней выявлено, что первые два места по значимости во всех поселках Осинского района занимают эндокринные расстройства и нарушения обмена веществ, а также патология костно-мышечной системы. В п.п. Горхон и Борохал установлен высокий уровень врожденных аномалий, причем у

девочек зарегистрирована самая высокая их распространенность. Наиболее выраженное увеличение нарушений здоровья установлено у детей, родившихся в 1984- 1986 гг., т.е. через 2-4 года после проведения взрыва. итоге выполненных комплексных эколого-радиационных и медицинских исследований получены данные, свидетельствующие о явном радиационном воздействии подземного ядерного взрыва «Рифт-3» на здоровье населения и окружающую природную среду Осинского района Иркутской области.

Также следует учесть, что полученные радиационно-экологические и медицинские материалы могут быть использованы Администрацией Осинского района в целях реализации конституционных прав населения, проживающего в данном районе, на объективную информацию о радиоэкологической и медико-демографической обстановке мест проживания и получение материальных компенсаций от Правительства РФ за причиненный ущерб их здоровью от радиационного воздействия проведенного ядерного взрыва «Рифт-3».

Значимость выполненных радиоэкологических и медицинских исследований возросла и приобрела актуальность в связи с принятым Правительством РФ Постановлением №588 от 22.09.2003 г. о финансировании Федеральной программы по радиоэкологической реабилитации территорий и когорт населения, пострадавших от ядерных испытаний, за счет использования средств, поступивших в Федеральный бюджет за ввоз на территорию Российской Федерации отработанного ядерного топлива.

Считаем, что опыт и методика проведенных в Осинском районе работ по изучению объекта «Рифт-3», могут быть использованы при обследовании влияния на окружающую природную среду и здоровье населения подземного ядерного взрыва «Метеорит-4», проведенного в 1977 г. на территории Усть-Кутского района Иркутской области.

Список литературы:

Мясников А.А., Долгих В.В., Черкашина А.Г. 2009. Результаты радиоэкологических исследований территории подземного ядерного взрыва «Рифт-3» и оценка риска для здоровья населения Осинского района Иркутской области. Материалы III международной конференции «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека. Томск, с. 395-398.

Мясников А.А., Дундуков Н.Н., Коршунов Л.Г., Ткаченко И.М. 2012. Радиационно-экологическая обстановка места проведения подземного ядерного взрыва «Рифт-3». Разведка и охрана недр. № 7, М., с. 53-57.

Мясников А.А., Черкашина А.Г. 2007. Радиоэкология: экологическая хроника исследования объекта радиационной опасности подземного ядерного взрыва «Рифт-3» и состояние здоровья населения в Осинском районе Иркутской области. Инженерная экология. № 6, М., с. 21-34.

Мясников А.А., Черкашина А.Г., Колесникова Л.И. 2006. Состояние здоровья населения Осинского района Иркутской области, подвергшегося радиационному воздействию подземного ядерного взрыва «Рифт-3». V съезд по радиационным исследованиям, Т.1. М., с.127.

Рихванов Л.П., Архангельская Т.А., Несветайло В.В. 2002. Изучение уровня и динамики накопления делящихся радионуклидов в годовых кольцах деревьев. Геохимия. № 11. М., с. 1238-1245.

Ядерные испытания СССР. 1997. М., Изд. АТ. 241 с.

СТРУКТУРНЫЕ ОСОБЕННОСТИ ПРОСТРАНСТВЕННОГО РАСПРЕДЕЛЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 В ЭЛЕМЕНТАРНЫХ ЛАНДШАФТНО-ГЕОХИМИЧЕСКИХ СИСТЕМАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

Е.М. Коробова [1], С.Л. Романов [2], С.С. Киров [3], В.Ю. Берёзкин [1], В.С. Баранчуков [1]

[1] ГЕОХИ РАН,
РФ, 119991, г. Москва, ул. Косыгина, д. 19, korobova@geokhi.ru, victor76@list.ru
[2] *УП «Геоинформационные системы»*,
Беларусь, 220012, Минск, улица Сурганова, 6, 501, romanov_s_l@mail.ru
[3] ИГКЭ Роскомгидромета и РАН,
РФ, 107258, Москва, ул. Глебовская, 20Б, *s_kirov@rambler.ru*

Изучение закономерностей пространственного распределения химических элементов в педосфере является одним из важнейших и в то же время наименее изученных разделов современной геохимии. С 2005 года, на территории Брянской области, в пределах тестовой площадки «Вышков-2» ведутся работы, связанные с использованием Cs-137 (результат чернобыльских выпадений) в качестве маркера процессов миграции вещества в пределах элементарных ландшафтно-геохимических систем (ЭЛГС) типа «вершина-склон-замыкающее понижение» (Романов С.Л. и др., 2011; Коробова Е.М. и др., 2013; Коробова Е.М. и др., 2016; Korobova E.M., Romanov S.L., 2009; Korobova E.M., Romanov S.L., 2011). Было установлено, что в условиях лесных суходольных ЭЛГС с большими перепадами высот основной запас радиоцезия повсеместно находится в верхнем 7-10 см слое почвы, а его латеральное распределение характеризуется наличием весьма сложной, но закономерно организованной структуры полицентрического типа (Korobova E.M., Romanov S.L., 2009). Одновременно, было выяснено, что на сопредельном, практически горизонтальном участке заболоченной поймы р. Ипуть основной запас Cs-137 рассредоточен уже в 20-см слое почвы, а наличие существенной гетерогенности поля загрязнения в этом случае способно обеспечиваться незначительными перепадами высот, фиксируемыми на уровне первых десятков сантиметров (Коробова Е.М. и др., 2013).

Проведенные работы направлены в основном на изучение связи параметров рельефа с закономерностями распределения радиоактивного маркера (Cs-137) в почвах сопряжённых ЭЛГС [5]. Был проверен ряд гипотез, относящихся к характеру первичного выпадения радионуклидов и специфике их последующем перераспределения.

Материалы и методы. В 2013 г. на продолжении профиля «ЛГС-2009» была заложена площадка «TR-2013» со сторонами 10 на 24 метра, которая, позиционировалась на переходе от поймы к суходолу и была геодезический привязана к площадке «Вышков-2». Измерение активности радиоцезия проводились по сетке 2 х 2 м полевым гамма-спектрометром Violinist III, снабженным сцинтилляционным коллимированным детектором (кристалл NaI[Tl] диаметром 2.5 дюйма (63.5 мм)) (Романов С.Л. и др., 2011).

Для оценки характера вертикальной неоднородности и верификации предшествующих полевых измерений в 27-ти точках были отобраны ненарушенные керны почв до глубины 40 см. Содержание в них Cs-137 определялось послойно с шагом 2 см до глубины 20 см и с шагом 5 см до глубины 40 см. Точки отбора кернов 2015 года (17 штук) были расположены на площадке крестообразно, а 2016 году (10 штук) — отбор был повторен вдоль верхней (суходольной) и нижней (заболоченная пойма) сторон данной площадки.

Определение Cs-137 в образцах было лабораторно осуществлено на гамма-спектрометре Canberra с детектором из сверхчистого германия. Обработка данных и построение графиков выполнялась в программе MS Excel, а окончательное представление полученных результатов в виде 3-х мерных картографических поверхностей осуществлялось с помощью программ Surfer-11 и Voxler-3.3.

Результаты исследований и их обсуждение:

Было установлено, что наибольшее количество Cs-137 содержится в верхних горизонтах почв песчаной террасы (до 20.5 кБк/кг), а общий запас радионуклида в слое 40 см в среднем составил там 804 кБк/м^2, в то время как наименьшее количество было зафиксировано в очёсе иловато-болотных почв поймы р. Ипуть (4.5 кБк/кг) при среднем запасе в слое 40 см 327 кБк/м^2. Таким образом, в пределах исследуемой ЭЛГС смена условий миграции от элювиальных к супераквальным сопровождалось закономерно резким (более чем 2.5-кратным на протяжении 15-20 м) уменьшением общего содержания Cs-137 в направлении от суходола к пойме (Коробова Е.М. и др., 2013; Коробова Е.М. и др., 2016). По результатам работ была наглядно продемонстрирована значительная роль увлажненности и, соответственно, микрорельефа в вертикальном и латеральном распределении запаса Cs-137 в почве, что в целом подтверждает выявленные ранее общие закономерности.

Литература

Коробова Е.М., Романов С.Л., Берёзкин В.Ю. Особенности пространственного распределения Cs-137, K-40 и стабильного йода в почвах супераквальных ландшафтов поймы р. Ипуть. Материалы IV международной конференции «Радиоактивность и радиактивные элементы в среде обитания человека». Томск: STT, 2013. с. 140-145.

Коробова Е.М., Романов С.Л., Киров С.С., Берёзкин В.Ю., Баранчуков В.С. Пространственное распределение Cs-137 в элементарных ландшафтно-геохимических системах долины р. Ипуть (Брянская область). Материалы V международной конференции «Радиоактивность и радиоактивные элементы в среде обитания человека». Томск: STT, 2016. с. 345-349.

Романов С.Л., Коробова Е.М., Самсонов В.Л. Опыт применения модернизированного прибора VIOLINIST-III в полевых радиоэкологических исследованиях. "Ядерные измерительно-информационные технологии", 2011, Т. 3, №39, с. 56-61.

Korobova E.M., Romanov S.L. A Chernobyl ^{137}Cs contamination study as an example for the spatial structure of geochemical fields and modeling of the geochemical field Chemometrics and Intelligent Laboratory Systems, 2009, N 99, pp. 1–8.

Korobova E. and Romanov S., Experience of mapping spatial structure of Cs-137 in natural landscape and patterns of its distribution in soil toposequence. Journal of Geochemical Exploration, 2011, 109, 1-3, pp. 139-145.

РАСЧЕТ РАДИАЦИОННЫХ РИСКОВ ПРИ ЛЕСНЫХ ПОЖАРАХ В ЗОНАХ РАДИОАКТИВНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

А.А. Дворник, Н.В. Шамаль, С.О. Гапоненко, Е.А. Клементьева, Р.А. Король, А.В. Бардюкова, А.М. Дворник

[1)] Институт радиобиологии НАН Беларуси,
РБ, 246007, г. Гомель, ул. Федюнинского, д. 4, aadvornik@yandex.ru

[2)] Гомельский государственный университет им. Ф.Скорины,
РБ, 246019, г. Гомель, ул. Советская, 104, amdvornik@yandex.ru

Введение. Стабильность экологической ситуации на загрязненных радионуклидами территориях периодически существенно нарушается вследствие возникновения и распространения пожаров. Основная угроза таких чрезвычайных ситуаций – это потенциальная утечка радионуклидов во время пожаров, их перенос (включая трансграничный) и формирование вторичного радиоактивного загрязнения сопряженных территорий. По данным Регионального Восточноевропейского центра мониторинга пожаров (REEFMC) в период с 1993 по 2013 гг. на территории Чернобыльской зоны отчуждения произошло более 1147 природных пожаров (Zibtsev et al., 2015).

По информации, приведенной в некоторых публикациях (Библин и др., 2013; Evangeliou et al., 2014) существует множество подходов в оценке радиационных рисков. Так, при оценки смертельных рисков от радиационно-индуцированного рака у населения и персонала при крупных лесных пожарах в зоне радиоактивного загрязнения использовалась LNT-модель (Linear no-threshold model) (Evangeliou et al., 2014). Модель используется для описания кривых выживаемости и количественной оценки радиационного поражения и основана на линейной зависимости доза-эффект.

В настоящее время в Республике Беларусь риски радиационного воздействия определяются согласно норм радиационной безопасности (НРБ-2013): (СанПиН от 28.12.2012 № 213). Задачей настоящей работы является комплексная оценка радиационных рисков для участников пожаротушения и населения близлежащих районов при крупных лесных пожарах в зонах радиоактивного загрязнения в зависимости от плотности загрязнения.

Материалы и методы. При расчетах радиационных рисков для участников пожаротушения и населения при чрезвычайных ситуациях, вызванных лесными пожарами на загрязненных радионуклидами территориях, нами использовались данные пирологических экспериментов (Дворник, 2015), а также результаты определения эффективных доз внешнего и внутреннего облучения. Суть метода оценки эффективной дозы внешнего облучения заключался в оценке мощности дозы от трех условных блоков: почвы, древесины и кроны. Эффективная доза внутреннего облучения за счет ингаляционного поступления радионуклидов с дымовыми аэрозолями определялась их удельной активностью. Более подробно использованная методика расчета доз описана в (Дворник, 2016). Эффективная доза внешнего облучения от дымового облака (радионуклидов в дымовом шлейфе) нами не учитывалась, из-за пренебрежительно малого вклада в общую дозу облучения.

Суть предлагаемого подхода заключается в учете оценок индивидуального риска при чрезвычайных ситуациях при расчете радиационных рисков для участников пожаротушения и населения.

Результаты и выводы. В ходе проведенных исследований нами были рассчитаны дозовые нагрузки на участников пожаротушения и население в результате лесных пожаров. Установлено, что контрольный уровень ингаляционной дозы облучения для пожарных может быть превышен при тушении пожара в лесных насаждениях с плотностью радиоактивного загрязнения по ^{137}Cs 600 кБк м$^{-2}$ и выше. В тоже время расчеты показали, что превышение контрольного уровня ингаляционной дозы облучения населения возможен

при возникновении пожара в лесных насаждениях с плотностью радиоактивного загрязнения по ^{137}Cs 1480 кБк м$^{-2}$ и выше. Однако вероятность пребывания гражданского населения в зоне радиоактивного загрязнения с таким уровнем крайне мала.

Величина радиационного риска для участников пожаротушения и населения может формироваться за счет многих факторов. Плотность радиоактивного загрязнения территории опосредованно влияет на радиационный риск (рис.1). Для населения существенным фактором является также расстояние от источника пожара: чем больше расстояние, тем ниже величина радиационного риска.

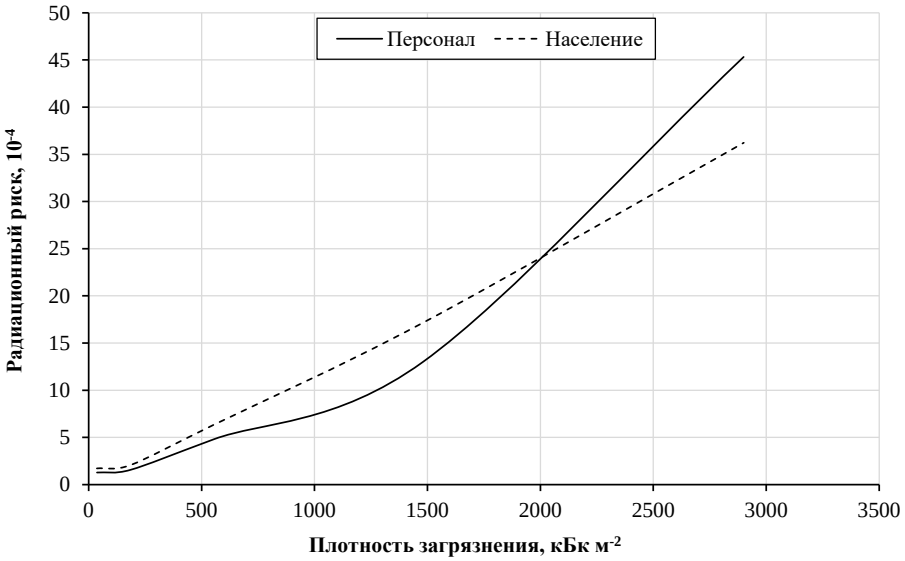


Рис. 1. Изменение величин радиационных рисков для участников пожаротушения и населения при различных значениях плотности загрязнения

Расчеты показали, что в пределах радиуса действия лесного пожара радиационный риск участников пожаротушения не превышает пределов индивидуального риска, обозначенного в НРБ-2013 ($1 \cdot 10^{-3}$). Превышение нормативов возможно при значениях плотности радиоактивного загрязнения свыше 1480 кБк м$^{-2}$. Радиационный риск населения повышается при различных значениях плотности радиоактивного загрязнения. Однако сам факт присутствия гражданского населения в зоне действия чрезвычайной ситуации маловероятен. С увеличением расстояния от очага лесного пожара величина радиационного риска для населения существенно снижается.

Список литературы:

Библин А.М., Зыкова И.А., Королева Т.М., Николаевич М.С. 2013. Методологические подходы к оценке риска для здоровья в гигиенических исследованиях. – Радиационная гигиена. т. 6, № 2. с. 31-38.

Дворник А.А., Дворник А.М. 2015. Радиационная опасность продуктов сгорания горючих компонентов лесных фитоценозов. – Экологический вестник. Научно-практический журнал. № 1 (31). с. 31-37.

Дворник А.А., Дворник А.М., Гапоненко С.О., Король Р.А. 2016. Радиоактивное загрязнение воздуха в результате лесных пожаров и его опасность для здоровья человека. – Радиация и риск. № 2. с. 100-108.

Evangeliou N. 2014 Wildfires in Chernobyl-contaminated forests and risks to the population and the environment: A new nuclear disaster about to happen? Environment International. vol. 73. p. 346-358.

Zibtsev S.V. 2015. Fires in nuclear forests: silent threats to the environment and human security. Unasylva: an intern. journal of forestry and forest industries, vol. 66, p. 40-51.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ ПОЧВ ПРИРОДНО-АРХИТЕКТУРНОГО КОМПЛЕКСА МУЗЕЯ «НОВЫЙ ИЕРУСАЛИМ»

В.Ю. Вертянкина [1)], *В.М. Колесникова* [2)]

[1)] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, victoria_vert@mail.ru

[2)] Московский Государственный Университет им. М. В. Ломоносова, факультет почвоведения, РФ,119991, Москва, Ленинские горы, д.1, v.m.kolesnikova@mail.ru

Увеличение площадей урбанизированных территорий приводит к загрязнению компонентов биосферы. Почва является своеобразным связующим звеном между атмосферой, гидросферой и живым веществом и аккумулирует в себе все загрязнители, поступающие на ее поверхность (Кабата-Пендиас, Пендиас, 1989). Особенностью загрязнения пойменных ландшафтов является гидрогенная аккумуляция тяжелых металлов в почвах (Водяницкий и др., 2012).

Природно – архитектурный ландшафт Ново-Иерусалимского монастыря создавался по инициативе Патриарха Никона в XVII веке в излучине реки Истры. В настоящее время эта парковая территория, примыкающая к стенам монастыря, является местом отдыха для посетителей объекта культурного наследия федерального значения. Планируются работы по сохранению композиционной связи природного ландшафта с ансамблем монастыря и восстановлению элементов ландшафтного дизайна.

Почвенно-экологические исследования проводились на территории природно – архитектурного комплекса в период 2012-2014 гг. В качестве объектов исследования были выбраны ключевые участки, относящиеся к различным геоморфологическим позициям долины реки Истры внутри стен Ново-Иерусалимского монастыря и на прилегающих к нему территориях. Определение подвижных форм соединений тяжелых металлов, извлекаемых из почвы ацетатно-аммонийным буфером с pH 4,8, проводилось в образцах, отобранных из антропогенно-преобразованных и естественных аллювиальных почв комплекса. Измерение концентрации ТМ в вытяжках проводили методом масс-спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой на приборе ICP-MS 7500a. В антропогенно-преобразованных почвах (дерново-карбонатные урбистратифицированные почвы, урбиагростратозем дерновый), сформировавшихся на техногенных отложениях внутри стен монастыря, содержание цинка и свинца достигает ПДК (что может быть связано с использованием привозного грунта при создании газонов). Значительно выделяются по степени загрязнения дерново-карбонатные почвы на техногенных отложениях у кладбища XVII века: отмечено превышение ПДК по содержанию никеля в верхних горизонтах, меди в горизонте RY и цинка в горизонте Ad. Особенно высоко содержание в этой почве свинца, в горизонте RY его концентрация значительно превышает ПДК. Загрязнение почв, видимо, носит локальный характер и связано с составом подстилающих техногенных отложений, содержащих строительный мусор и фрагменты изразцов, кроме того, сказались широкомасштабные реставрационные работы, проводившиеся в последние годы. Во всех естественных аллювиальных почвах поймы содержание тяжелых металлов находится в пределах ПДК.

Список литературы:

Водяницкий Ю. Н., Ладонин Д. В., Савичев А. Т. 2012 Загрязнение почв тяжелыми металлами. – М., МГУ, 304 с.

Кабата-Пендиас А., Пендиас Х. 1989 Микроэлементы в почвах и растениях. – М., Мир, 439 с.

ЗАГРЯЗНЕНИЕ ВОЗДУХА В МОСКВЕ И ЕГО ИЗМЕНЕНИЯ ЗА ПОСЛЕДНИЕ 60 ЛЕТ

М.А. Локощенко[1)], А.В. Трифанова[2)]

[1)] Московский государственный университет имени М.В.Ломоносова,
географический факультет, кафедра метеорологии и климатологии,
РФ, 119991, Москва, Ленгоры, МГУ, loko@geogr.msu.su

[2)] Государственный университет «Дубна», кафедра экологии и наук о Земле,
РФ, 141980, Московская область, г. Дубна, ул. Университетская, д. 19, triav@yandex.ru

Регулярные измерения состава воздуха были начаты в Москве в середине 1950-х гг. санитарно-эпидемиологической службой Минздрава СССР. По-видимому, первым стационарным постом был пост в МГУ, действовавший с 1955 по 1988 гг. Впоследствии он стал совместным постом СЭС, ЦВГМО и МГУ. В 1966 г. была также создана сеть стационарных постов ЦВГМО (ныне – Центрального УГМС), действующая и поныне.

Нами исследованы долговременные изменения состава воздуха в Москве по данным трёх старейших стационарных постов: МГУ (№ 13), ВДНХ (№ 1) и Балчуг (№ 2). Два из них находятся в жилых районах с неплотной застройкой и высокой степенью озеленения и, таким образом, характеризуют городские фоновые условия. Третий пост (Балчуг) расположен в центральной части города с плотной застройкой, вблизи крупных автомобильных дорог и ТЭЦ. Обсуждаются результаты измерений приземного содержания четырёх примесей: двуокиси серы, окиси углерода, двуокиси азота и сажевых взвешенных частиц. Проведённый анализ показал, что накопленные ряды данных не полностью сравнимы вследствие изменений приборной базы (замены в 1980-х гг. поглотительных приборов на сорбционные трубки и внедрения автоматических газоанализаторов), а также изменений частоты и времени отбора проб на отдельных постах. Как следствие, ряды данных (особенно – SO_2 и CO) являются кусочно-однородными, и полученные значения сравнимы между собой лишь на отдельных промежутках времени.

Тем не менее, в целом за последние 60 лет очевидно резкое уменьшение двуокиси серы (Локощенко и др., 2008) и сажи в воздушном бассейне столицы. Так, например, начиная с конца 1960-х гг., приземное содержание сажевых частиц резко уменьшилось и в МГУ, и на Балчуге (рис. 1). Основными причинами этого служат закрытие в черте города

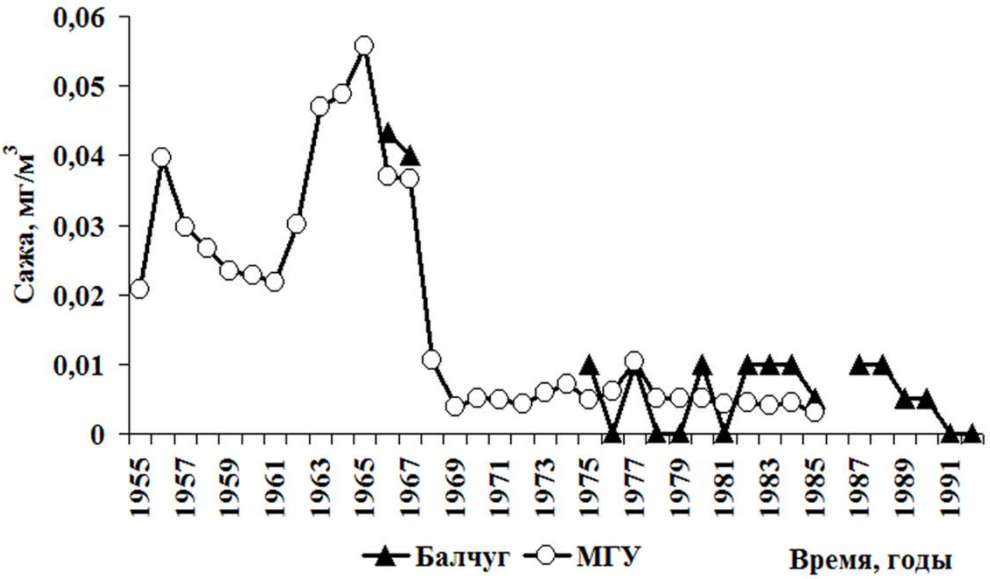


Рис. 1. Многолетняя динамика приземного содержания сажи в Москве за период с 1955 по 1992 гг.

в 1960-х и 1970-х гг. малых котельных, снос деревень с печным отоплением и переход городского отопления на использование газового топлива. Впоследствии, вплоть до начала

1990-х гг., уровни сажи оставались стабильно низкими – не более 0,01 мг/м^3 в среднем за год.

Заметим, что сажевые (углеродсодержащие) взвешенные частицы являются единственным загрязнителем, методика измерений которого не менялась. Начиная уже с 1950-х гг., содержание сажи оценивалось по степени почернения специальных мембранных фильтров диаметром пор 0,85 мкм путём их сравнения с эталонными шкалами. Таким образом, накопленные ряды данных о саже в целом однородны. К сожалению, эти измерения не удалось полностью стандартизовать, и впоследствии на сети ЦВГМО они были прекращены (на посту Балчуг – в 1992 году, на последнем в столице посту № 33 «улица Подбельского» – в ноябре 2000 года).

Окись углерода также характеризуется уменьшением ее приземного содержания в центре города (на посту Балчуг), начиная с середины 1980-х гг.

Обсуждаются и многолетние изменения NO_2 в атмосфере Москвы.

Для выявления закономерностей периодичности в рядах данных использовался спектральный анализ. Его результаты демонстрируют статистически значимый максимум спектральной плотности, связанный с годовым ходом, а также заметную межгодовую изменчивость приземного содержания отдельных атмосферных примесей. Отметим, что для анализа были использованы отдельные периоды рядов данных (среднемесячных значений содержания SO_2, NO_2, CO и сажи), соответствующие интервалам времени не менее 4-5 лет. Годовой ход явно прослеживается на всех постах наблюдений в рядах NO_2 и приблизительно в половине случаев в рядах SO_2.

Работа выполнена при частичной поддержке РНФ, проект № 16–17–10275. Авторы благодарят Т.Б.Трифиленкову и других сотрудников Центрального УГМС за большую помощь.

Список литературы:

Локощенко М.А., Еланский Н.Ф., Маляшова В.П., Трифанова А.В. Динамика приземного содержания двуокиси серы в Москве. Оптика атмосферы и океана, 2008, т. 21, № 5, с.441-449.

НОВЫЕ ДАННЫЕ ЭКОЛОГО-ГЕОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ МУРИНСКОГО ПАРКА (Г. САНКТ-ПЕТЕРБУРГ)

А.П. Навинкин[1], И.И. Подлипский [2]

[1] Кафедра экологической геологии Института наук о Земле СПбГУ,
РФ, 199178, г. Санкт-Петербург, В.О. 10-я линия, д. 33-35, barneygibson@yandex.ru

[2] Кафедра экологической геологии Института наук о Земле СПбГУ,
РФ, 199178, г. Санкт-Петербург, В.О. 10-я линия, д. 33-35, primass@inbox.ru

Кафедрой экологической геологии проводится исследование территории Муринского парка с конца весны 2016 г. Результаты первого полевого этапа были представлены на конференциях (Навинкин и др., 2016, Навинкин, Подлипский, 2016). На данный момент (осень и зима 2016 г.) проведено четыре полевых этапа на территории 2-х очередей Муринского парка и Муринского ручья.

Методика проведенных исследований. На обследуемом участке был произведен отбор почво-грунтов, береговых отложений, донных отложений с целью рентгенофлуоресцентного анализа на содержание тяжелых металлов. Количество точек опробования всех четырёх этапов – 201 шт (почвы – 151, береговые отложения – 49, донные отложения - 1), осталось два полевых этапа и 28 проб.

Отбор проб почв производился методом «конверта», а донных/береговых отложений точечным методом. Глубина отбора точечных проб 0-20 см массой до 0,2 кг.

Собранные пробы высушиваются до воздушно-сухого состояния в сушильном шкафу. Для подготовки проб к элементному анализу необходимо размельчить высушенные пробы, выбрать включения и новообразования. Далее, пробу растирают в ступке и просеивают через сито.

Кроме того, для интегральной характеристики загрязнённости Муринского ручья применялось пять биотических индексов: биотический индекс Вудивисса или биотический индекс реки Трент, индекс Бэкка, индекс Бика, индекс Гуднайт-Уитлея и индекс Майера. Были выбраны наиболее благоприятные индексы (рис. 1), которыми оказались индекс Майера (ИМ) и индекс Вудивисс (TBI). Метод Майера основан на том, что различные группы водных беспозвоночных приурочены к водоемам с определенной степенью загрязненности. Биотический индекс (БИ) Вудивисса отражает состояние водной экосистемы по зообентосу в баллах от 10 до 1 (табл.1).

Табл. Оценка качества воды

Качество воды	**Класс чистоты воды**	**Индекс Майера (ИМ)**	**Индекс Вудивисса (TBI)**
Очень чистая	1	22>	9-10
Чистая	2	17-21	7-8
Слабо загрязненная	3	11-16	5-6
Загрязненная	4	<11	3-4
Грязная	5		0-2

Так как на данный период времени не все пробы прошли полный цикл подготовки (157 проб находится на стадии анализа, 44 пробы - на стадии пробоподготовки, 28 проб не отобраны), делать выводы и публиковать какие-либо результаты невозможно.

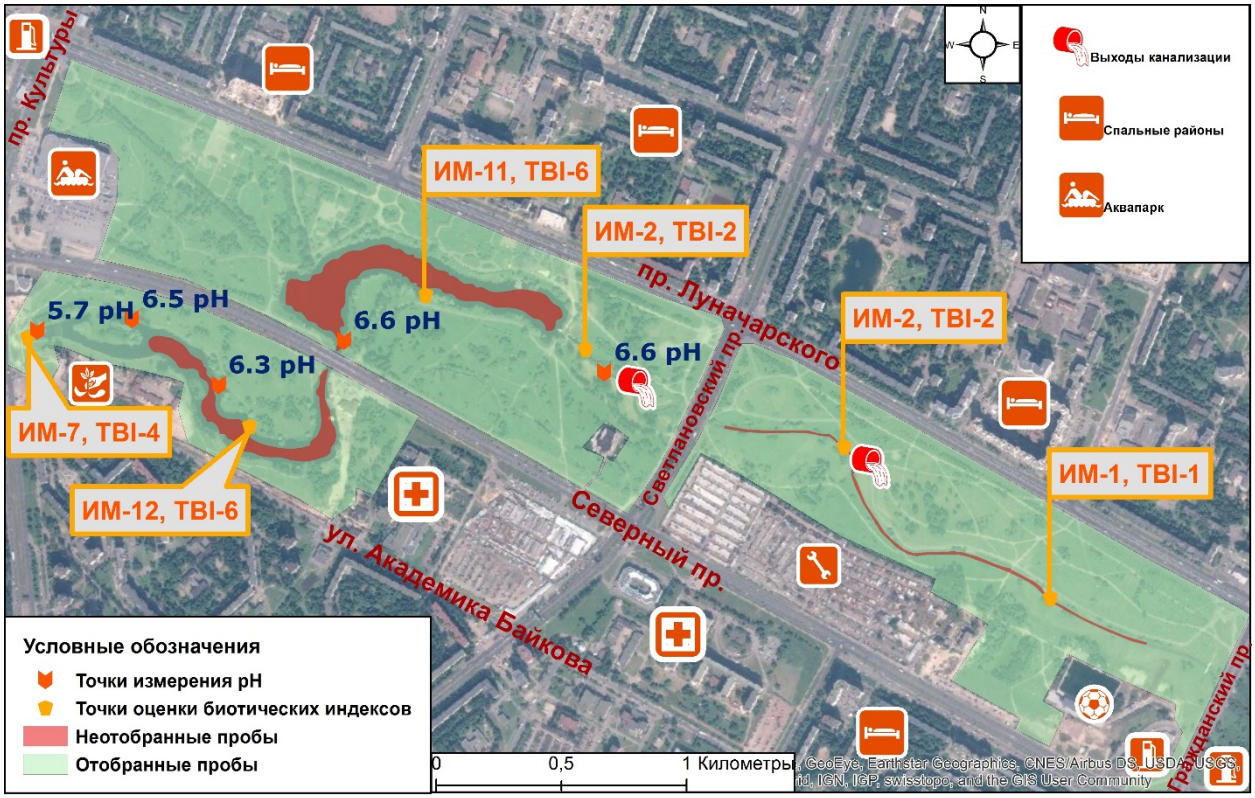


Рис. Интегрированная карта обследования территории Муринского парка и Муринского ручья с потенциальными источниками загрязнения (оранжевым цветом – бензоколонки, больницы, гаражи, садово-парковое хозяйство, спортивный центр)

Работа по данному объекту продолжается: в феврале и марте планируется проведение пятого и шестого полевых этапов с отбором донных и береговых отложений, с отбором воды, бурением скважин и геоботаническим описание селитебной территории.

Список литературы:

Навинкин А.П., Подлипский И.И., Зеленковский П.С. 2016. Результаты проведённого экологического обследования части территории Муринского парка (ограниченной Тихорецким и Северным пр., а также ул. Академика Байкова). – Материалы XXVII молодёжной научной школы-конференции, посвященной памяти члена-корреспондента АН СССР К.О. Кратца и академика РАН Ф.П. Митрофанова «Актуальные проблемы геологии, геофизики и геоэкологии северо-запада России». – Апатиты, с. 180-184;

Навинкин А.П., Подлипский И.И. 2016. Эколого-геологическая оценка Муринского парка (г. Санкт-Петербург). – Материалы XVI межвузовской молодежной научной конференции «Экологические проблемы недропользования». - СПб.: Изд-во СПбГУ, с. 297-299.

ОЦЕНКА СУХИХ ВЫПАДЕНИЙ СЕРЫ И АЗОТА ИЗ АТМОСФЕРЫ В ПРИОКСКО-ТЕРРАСНОМ БИОСФЕНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ

Д.Д. Покровский

РХТУ им. Д.И. Менделеева,
РФ, 125047 Москва, Миусская пл., д.9, mailforwk3@gmail.com

Проблемы, вызванные выпадением кислотных осадков из атмосферы, привлекли внимание научного сообщества еще в середине 20-го столетия, но данная тема не утратила своей актуальности и по сегодняшний день. Широко известно негативное воздействие кислотных выпадений на окружающую среду в целом, проявления данной проблемы и эффекты воздействия кислотных агентов атмосферных осадков можно найти везде – безжизненные озера, разрушенные памятники истории, и высохшие леса.

Основная проблема в вопросах загрязнения атмосферы – масштабность воздействия поллютантов в связи с дальним, и, в том числе, трансграничным переносом, что усложняет контроль выпадения и осаждения загрязняющих веществ, ведь все страны одновременно являются экспортерами своих выбросов, и импортерами чужих.

Существующие на данный момент международные программы мониторинга и наблюдений за трансграничным переносом атмосферного загрязнения не имеют прямых инструментов воздействия на выбросы, но всесторонне изучают и освещают ситуацию по их распространению и воздействиям, что дает основу для дальнейшего определения и проработки мер по снижению загрязнения окружающей среды в форме международных протоколов, опираясь на которые различные международные программы (ЕМЕП, ЕАНЕТ и др.) ведут деятельность по наблюдению, контролю и прогнозированию эмиссии загрязняющий веществ (таких как оксиды серы и азота, тяжелые металлы, CO_3).

Одна из наиболее известных международных программ – Совместная программа наблюдений и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе (далее, ЕМЕП), нацелена в первую очередь на измерение региональных выпадений загрязняющих веществ, т.е. в тех местах, где локальное воздействие человека минимально. Результаты наблюдений станций, удаленных от городов, автомобильных дорог и различных предприятий, помогают в полной мере оценить влияние трансграничного переноса, что позволяет оценивать тренды и прогнозировать ситуацию в будущем.

На территории Российской Федерации расположены 4 станции атмосферного мониторинга, которые проводят работу по программе ЕМЕП. Одна из станций, Данки, расположенная в природном биосферном заповеднике – строгом резервате. В данной работе рассматриваются и используются результаты наблюдений, проводимых на этой станции. Ведется рассмотрение загрязнения такими веществами, как окисленные формы серы и окисленные и восстановленные формы азота. Основной целью представлялось оценить уровень современных выпадений загрязняющий веществ из атмосферы в сравнении с результатами моделирования Метеорологического синтезирующего центра «Запад» программы ЕМЕП за прошедшие годы, и, оценить долю сухих выпадений в общих выпадениях на подстилающую поверхность (в том числе сравнение с данными, полученными в результате других работ, проводимых за последние 20 лет на данную тематику на данной территории).

В результатах представлены оценки величины потока сухих выпадений оксидов серы и азота из атмосферы на подстилающую поверхность, рассчитанные для периода с октября 2014 года по сентябрь 2015 года, величина общего выпадения оксидов серы и азота из атмосферы за данный период, выводы сравнение полученных результатов с данными моделей уровнями критических нагрузок, известными для данного региона. В будущем, работы будут продолжены за счет расширения временных рамок исследований (3-6-9 лет), что поможет более полно понять изменяющуюся ситуацию с дальним и трансграничным

переносом на территории центрального региона России, и, также, оценить загрязнение окружающей среды вдали от источников антропогенной деятельности.

Список литературы:

Кислотные осадки / Гинзбург А.С., Додонова А.А., Рябошапко А.Г. [и др.]. – М.: Квинта плюс, 2004. – 16 с.

Тиль Шпрангер, Максимилиан Пош, Жан-Пол Хеттелинг. Конвенция ЕЭК ООН по трансграничному загрязнению воздуха на большие расстояния. – М.: ЕЭК ООН, 2004. – 293 с.

ЕМЕП стратегия мониторинга и план мероприятий / М.: ЕЭК ООН, 2009. – 10 с.

ПОДХОДЫ К ОРГАНИЗАЦИИ МОНИТОРИНГА ПОДЗЕМНЫХ ВОД В РАЙОНАХ РАСПОЛОЖЕНИЯ АЭС

А.П. Белоусова
ФГБУН Институт водных проблем РАН,
РФ, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3, anabel@iwp.ru

Авария на Чернобыльской атомной станции (ЧАЭС) произошла 30 лет назад в апреле 1986 г., и случилась она в основном в результате так называемого «человеческого фактора», и привела к катастрофическим последствиям для некоторых территорий европейской части России. Авария на атомной станции «Фукусима 1» в Японии произошла в марте 2011 г. предположительно, в результате ошибки в проектировании станции (станция устояла при землетрясении, но не выдержала воздействия цунами).

При разработке первоначальной концепции мониторинга гидросферы (МГС) в 1988-1989 гг. (Белоусова и др.,1992), после аварии на Чернобыльской атомной станции еще не был разработан единый подход к организации его структуры. В 2002 г. был принят Федеральный Закон РФ «Об охране окружающей среды» (от 10 января 2002 г. № 7-ФЗ), в котором дано определение мониторинга: «Мониторинг окружающей среды (экологический мониторинг) – комплексная система наблюдений за состоянием окружающей среды, оценки и прогноза изменений состояния окружающей среды под воздействием природных и антропогенных факторов». В первоначальную концепцию МГС с учетом Федерального Закона была введена дополнительная подсистема оценок (Белоусова, 2015). В настоящих исследованиях, используя большой опыт автора по оценке защищенности и уязвимости подземных вод к загрязнению радионуклидами на территориях пострадавших от аварии на ЧАЭС (Белоусова, 2005), внесены дополнения в структуру подсистем оценок и прогноза.

Автором на основе системного подхода выбрана следующая структура МГС: вход в систему — исходная информация о текущем состоянии системы; система МГС, состоящая из трех подсистем — наблюдений, оценок и прогноза; выход из системы — мероприятия по улучшению природно-технической обстановки.

Исходная информация *(вход в систему МГС)* должна обеспечить функционирование подсистем наблюдений и прогноза.

По рекомендациям МАГАТЭ (Выбор…,1979), мониторинг должен осуществляться за 2—3 года до строительства АЭС. Отправной пункт мониторинга — обоснование выбора площадки АЭС согласно требованиям МАГАТЭ и Министерства атомной энергетики (Основные…, 1989). Вокруг АЭС создаются три зоны мониторинга: зона строгого режима; санитарно-защитная зона радиусом 2,5—3,0 км; зона наблюдений, при проектировании должна быть в радиусе —30 км, но может разделяться и на две: 30 - и 100-километровую.

Система мониторинга гидросферы состоит из трех подсистем:

Подсистема наблюдений. Наблюдательная сеть должна иметь три уровня. Проектирование наблюдательной сети должно осуществляться в два этапа: проектирование идеальной наблюдательной сети и оптимизации наблюдательной сети — создание реальной сети с учетом экономических и технических ограничений.

Подсистема оценок является связующим звеном между подсистемами наблюдений и прогноза. Подсистема оценок включает в себя блоки исходной, динамической и оперативной информации, с помощью которых устанавливаются индикаторы и индексы устойчивости состояния компонентов окружающей среды и подземной гидросферы в частности, проводится оценка опасности, рисков и ущербов компонентам окружающей среды.

Учитывая многолетний опыт автора в области изучения опасности загрязнения подземных вод радионуклидами на территориях Российской Федерации, пострадавших от загрязнения чернобыльскими радионуклидами, следует использовать для оценки этой

опасности методику оценки защищенности подземных вод от загрязнения радионуклидами, разработанную автором (Белоусова, 2005).

Подсистема прогноза представляет собой автоматизированную информационную структуру, состоящую из банка данных, блока постоянно действующей модели (ПДМ) и блока прогноза.

Банк данных состоит из подблоков: исходной информации, оперативной информации, программного обеспечения для обработки исходной и оперативной информации, программного обеспечения для построения комплекта карт, хранения карт.

На стадии ТЭО целесообразно проведение предварительной прогнозной оценки опасности загрязнения подземных вод радионуклидами. Для этого следует использовать довольно простой способ такой прогнозной оценки, каковым является оценка защищенности подземных вод от загрязнения (Белоусова, 2005).

Блок ПДМ целесообразно создавать в структуре автоматизированной информационной базы. ПДМ позволяет сразу после поступления оперативной информации об изменении условий среды, увидеть ее на модели, а также получить прогнозную (на различные заданные сроки) картину влияния данного воздействия в целом на объект исследований.

Экологические прогнозы выполняются для следующих условий: прогноз изменения экологической обстановки под влиянием конкретного воздействия в процессе эксплуатации АЭС; при изменении либо природных (аномальных) (Учет…, 1983, Учет…,1986), либо техногенных факторов, но не за счет АЭС (Основные…, 1986), или для случившейся аварии на АЭС и ее объектах (на водохранилище-охладителе, могильнике и т.д.); прогноз изменения экологической обстановки под влиянием возможной аварийной ситуации на АЭС с целью разработки мероприятий по улучшению экологической обстановки.

Прогноз должен выполняться для следующих типов аварий: малой, большой, максимальной и запроектной.

Выход из системы мониторинга представляет собой блок разработки мероприятий в системе управления, улучшающих экологическую обстановку в зонах мониторинга под влиянием природных и антропогенных негативных факторов и явлений.

Список литературы:

Белоусова А.П., Захарова Т.В., Швец В.М. 1992. Мониторинг гидросферы в районах расположения АЭС. - Водные ресурсы, , № 3, с. 127-134.

Белоусова А.П. 2015. Мониторинг подземных вод в районах расположения АЭС. - Разведка и охрана недр, № 4, с. 65-71.

Белоусова А.П. 2005. Ресурсы подземных вод и их защищенность от загрязнения в бассейне реки Днепр и отдельных его областях: Российская территория. -М., ЛЕНАНД, 168 с.

Выбор площадок. Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-С5. Вена, 1979, 111с.

Основные требования по составу и объему изысканий и исследований при выборе пункта и площадки АС. 1986.- М., Мин-во атом. энергетики, 210 с.

Основные требования по составу изысканий и исследований при выборе пункта и площадки АС. 1989. - М., Мин-во атом. энергетики, 250 с.

Учет чрезвычайных ситуаций, возникающих в результате деятельности человека, при выборе площадок для АЭС. Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-3С-55. Вена, 1983, 102 с.

Учет экстремальных метеорологических явлений при выборе площадок АЭС. Руководство МАГАТЭ по безопасности № 50-5С-511А. Вена, 1986, 109 с.

ТРАНСФОРМАЦИЯ ПОЛЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ЦЕЗИЯ-137 В АГРОЛАНДШАФТАХ БРЯНСКОЙ ОБЛАСТИ

В.Г. Линник[1,3], А.В.Соколов[1,2], И.В. Мироненко[3], Н.И. Волкова[3]

[1]Институт геохимии и аналитической химии им. В.И. Вернадского,
РФ, 119991, г.Москва, ул. Косыгина, д.19, linnik@geokhi.ru
[2]*Институт проблем передачи информации* им. А.А. Харкевича,
РФ, 127051, г. Москва, Большой Каретный **переулок, д.19 стр. 1,**
alexander.v.sokolov@gmail.com
[3]МГУ имени М.В. Ломоносова, Географический факультет,
РФ, 119991, г.Москва, ГСП-1, Ленинские горы, iya_mironenko@mail.ru

Радиационный мониторинг проводится для контроля состояния окружающей среды, выявления источников поступления радионуклидов, оценки ионизирующего излучения на объекты биосферы с целью разработки предложений и рекомендаций по безопасному ведению хозяйственной деятельности и проживанию населения.

В результате аварии на ЧАЭС в 1986 г. радиоактивному загрязнению подверглись обширные территории СССР. С первых дней после аварии специалисты Госкомгидромета проводили радиационный мониторинг как наземными методами, так и методом аэро-гамма-съемки (Израэль и др., 2012).

Обобщение всех данных о пространственном распределении радионуклидов выполнялось при составлении карт радиационного загрязнения, а затем Атласа радиоактивного загрязнения территории РФ под методическим руководством специалистов Госкомгидромета. Для всех следов радиоактивных выпадений была выявлена неоднородность плотности загрязнения, связанная с атмосферными факторами формирования первичного поля радиоактивного загрязнения (Израэль и др., 2012).

По данным аэрогаммасъемки (АГ), проведенной в Брянской области в 1993 г. НПО «Аэрогеофизика» с разрешением 100х100 м, максимальные уровни загрязнения ^{137}Cs (свыше 40 Ки км$^{-2}$) наблюдались в западной части области. Отдельные «цезиевые» пятна имели размеры до 10-20 км, их образование было обусловлено интенсивностью выпавших осадков («мокрые» выпадения). «Сухие» выпадения происходили без осадков в результате гравитационного осаждения радиоактивных аэрозолей, уровни радиоактивного загрязнения были существенно ниже 40 Ки км$^{-2}$, однако даже в этих условиях сформировалось достаточно сложное по своей структуре поле загрязнения ^{137}Cs. Причиной многомасштабности радионуклидного поля загрязнения в Брянской области при «сухих» выпадениях могла быть различная шероховатость подстилающей поверхности (Линник и др., 2016), особенно в случае ландшафтов ополья (частично предполесских), где наблюдается чередование возвышенных открытых распаханных участках с фрагментами залесенных участков.

В после аварийные годы за счет эрозионных процессов наблюдалась трансформация исходного поля загрязнения ^{137}Cs. Подробные исследования трансформации поля загрязнения ^{137}Cs в различных ландшафтных условиях Брянской области в результате латерального переноса были рассмотрены в работах (Квасникова и др., 2005; 2006; Линник и др., 2016).

В качестве модельного объекта исследования влияния ландшафтных факторов на трансформацию первичного поля загрязнения ^{137}Cs и его осаждения на биогеохимических барьерах выбран участок долины р.Коста и р.Костицы размером 15,6х9,8 км в бассейне р.Судость (рис.1).

Обращает внимание сложная конфигурация трансформируемого поля загрязнения ^{137}Cs (рис.1). По интенсивности латеральной миграции выделены две зоны: 1)зона

максимального смыва и транзита (серый цвет); 2)темным цветом отмечены зоны аккумуляции ^{137}Cs.

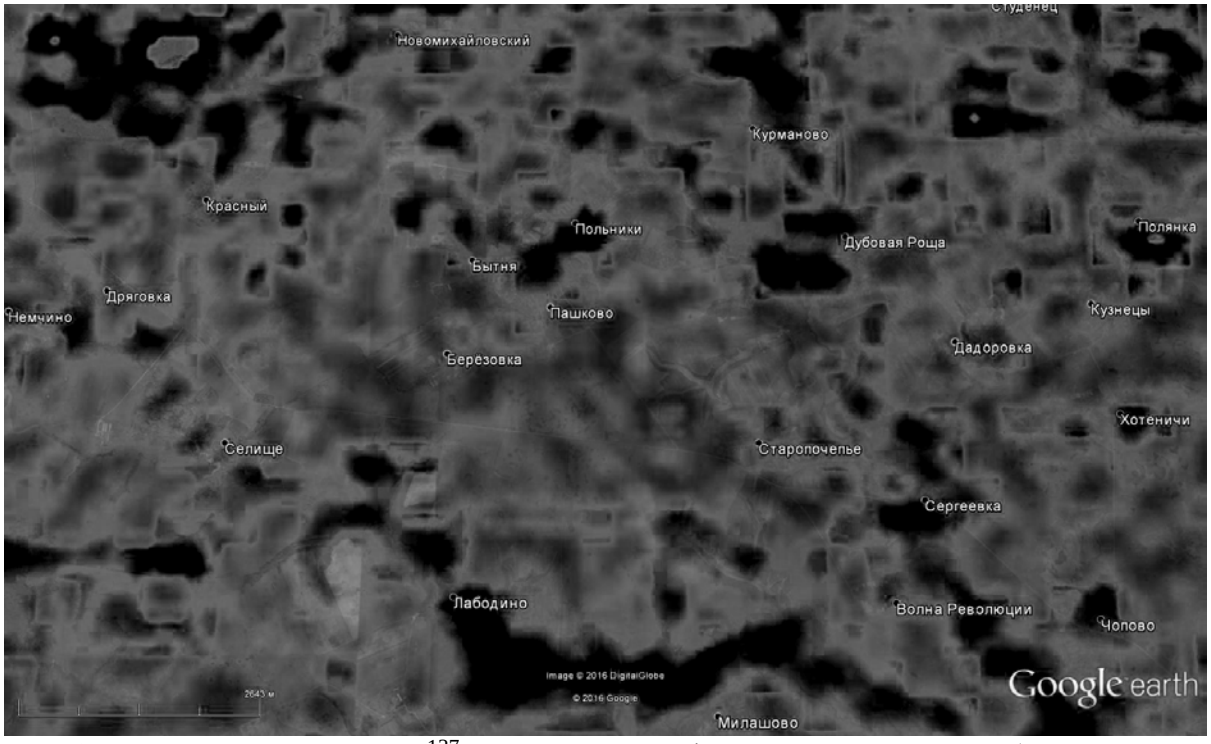


Рис.1. Структура загрязнения ^{137}Cs в агроландшафтах Брянского ополья (диапазон загрязнения: 0,01 -0,85 Ки км$^{-2}$)

На водораздельном участке в ее северо-западной части видны отдельные слабо трансформированные «пятна» ^{137}Cs с плотностью загрязнения выше 0,4-0,5 Ки км$^{-2}$. Однако в целом на водоразделе преобладают участки с более низкой плотностью загрязнения ^{137}Cs (менее 0,25-0,3 Ки км^{2}) – это участки пашни, на которой наблюдается интенсивный снос ^{137}Cs за счет эрозионных процессов. Максимальная плотность загрязнения ^{137}Cs (от 0,45 до 0,85 Ки км$^{-2}$) наблюдается в нижних частях склонов, балочной сети и долинах рек (зона аккумуляции).

Работа выполнена при финансовой поддержке Российского фонда фундаментальных исследований, грант № 15-07-07428 и 16-05-00915.

Список литературы:

Израэль Ю.А., Квасникова Е.В., Линник В.Г. 2012. Радиоактивное загрязнение территории России. В кн.: Изменение природной среды в XX веке. М.: МОЛНИЕТ, с. 202-220.

Квасникова Е.В., Жукова О.М., Борисенко Е.Н., Симонов А.Е., Травникова И.Г., Кравцова О.С. 2006. Самоочищение почв от ^{137}Cs в Брянском Полесье под действием ландшафтных факторов. - Известия РАН. Серия географическая, №4, с. 99-107.

Квасникова Е.В., Жукова О.М., Стукин Е.Д., Борисенко Е.Н., Самонов А.Е. 2005. Роль ландшафтных факторов в изменении поля радиоактивного загрязнения ^{137}Cs в Брянском Полесье. - Метеорология и гидрология, № 6, с. 83-91.

Линник В.Г., Соколов А.В., Соколов П.В. 2016. Многомасштабность уровней загрязнения Cs-137 ландшафтов Брянской области (по данным аэрогаммасъемки). Труды научно-практической конференции «Радиоактивность после ядерных взрывов и аварий: последствия и пути преодоления». ФГБПУ «НПО Тайфун». Изд-во Нижний Новгород. с. 267-297.

МОНИТОРИНГ ХИМИЧЕСКОГО СОСТАВА СНЕЖНОГО ПОКРОВА НА ТЕРРИТОРИИ РФ (1990-2015): РЕЗУЛЬТАТЫ И ПРОБЛЕМЫ

В.А. Ветров [1], Д.А., Манзон[1)], В.В. Кузовкин[1)]

[1)] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, otdel11.igce@mail.ru

Снежный покров может быть использован не только для определения уровней загрязнения атмосферных осадков, но и для решения более сложных геофизических задач, например, доли выбросов загрязняющих веществ, увлекаемой в дальний и локальный перенос (Жигаловская и др., 1979; Назаров и др., 1976). Мониторинг химического состава снежного покрова (ХССП) был организован в начале 1980-х г.г. на базе существовавшей в то время снегомерной сети (Василенко и др.). Создание системы мониторинга ХССП позволило впервые в мировой практике получить детальную картину загрязнения снежного покрова на обширных территориях и её изменений во времени (Ветров и др., 2015; Ветров и др., 2016-1).

Сеть мониторинга ХССП на территории РФ в 2016 г. включала 528 пунктов наблюдений (ПН), из них на ЕТР – 268, на АТР – 260. Площадь, контролируемая каждым ПН, составляет от 5000–6500 км^2/ПН (Сахалинское, Мурманское УГМС) до 85000–102000 км^2/ПН (Северо-Кавказское, Якутское, Чукотское УГМС). В настоящее время в пробах снежного покрова, отбираемых в конце зимнего периода каждого года наблюдений, определяются кислотность (**pH**) и концентрации макроионов гидрохимического состава – SO_4^{2-}, NO_3^-, Cl^-, HCO_3^-, NH_4^+, Na^+, K^+, Ca_2^+, Mg_2^+. По результатам наблюдений строятся карты-схемы показателя **pH** в снежном покрове и интенсивность атмосферных выпадений серы $\mathbf{P_S}$ и азота $\mathbf{P_N}$ (кг/км^2·мес.) на всей территории РФ в зимний период (Ветров и др., 2015)
.

По нашим данным, в период 2000-2015 г.г. на территории страны наблюдались зоны с разной степенью отклонения pH снежного покрова относительно нормы для незагрязненных атмосферных осадков - **pH** ≈ 5,6. Кислотность влагозапаса в снежном покрове в эти годы на большей части территории страны характеризовалась как нейтральная либо слабощелочная (Ветров и др., 2016-1; Ветров и др., 2017).

По данным мониторинга ХССП значительная часть территории России в зимний период 2012-2015 г.г. была подвержена воздействию фоновых и близких к фоновым потоков серы - $\mathbf{P_S}$ < 20 кг/км^2·мес. При этом интенсивные ($\mathbf{P_S}$ > 40 кг/км^2·мес) потоки серы наблюдались на больших площадях юга и востока ЕТС, Урала, центральных регионов Сибири, в некоторых областях Восточной Сибири и Дальнего Востока. В этот же период более половины площади ЕТР было подвержено воздействию потоков азота с интенсивностью $\mathbf{P_N}$ > 15 кг/км^2·мес. Практически на всей ЕТР присутствуют области с экстремальными уровнями $\mathbf{P_N}$ > 80 кг/км^2·мес., приуроченные, в основном, к промышленным регионам. На большей части АТР в этот период наблюдались фоновые выпадения азота $\mathbf{P_N}$ < 14 кг/км^2·мес. (Ветров и др., 2016-1)

В табл. 1 приведены результаты определения показателей $\mathbf{P_S}$ и $\mathbf{P_N}$, полученных на разных сетях мониторинга ХССП и химического состава атмосферных осадков (ХСО). Среднегодовые значения $\mathbf{P_S}$ по данным наблюдений ХСО в федеральных округах в 2014 г. не соответствуют соответствующим данным мониторинга ХССП. При этом минимальные средние (по площади региона) значения $\mathbf{P_S}$ на ЕТР и АТР по данным мониторинга ХССП за 2014 г. (1-5 кг/км^2·мес.) оказываются заметно ниже соответствующих минимальных значений $\mathbf{P_S}$ на станциях фонового мониторинга (6-14 кг/км^2·мес.). На ЕТР оценки средних (по площади регионов) значений интенсивности потоков азота $\mathbf{P_N}$ по данным мониторинга ХССП были намного ниже оценок $\mathbf{P_N}$, полученных на сетях мониторинга ХСО. На АТР диапазоны значений $\mathbf{P_N}$ по данным наблюдений ХССП и ХСО на станциях фонового мониторинга в 2014 г. практически совпадают, а среднегодовые значения $\mathbf{P_N}$ по данным

наблюдений за ХСО в федеральных округах не соответствуют данным мониторинга ХССП и фонового мониторинга.

Таблица 1 Интенсивность выпадений серы $\mathbf{P_S}$ и азота $\mathbf{P_N}$ по данным наблюдений на сетях мониторинга ХССП и ХСО

Данные наблюдений		**P_S,** кг/(км^2·мес.)	**P_N,** кг/(км^2·мес.)
ЕТР	2014 г. Сеть ХССП[1]: **P_S** – 38 рег. **P_N** – 36 рег.	1-95	7 - 31
	2015 г. Сеть ХССП[1]: **P_S** – 42 рег. **P_N** – 41 рег.	2 – 262	2 - 127
	2014 г. 5 станций фонового мониторинга (ХСО)[2]	14-66	17 - 62
	2014 г. 5 федеральных округов (ХСО)[2]	52-73	32 - 88
АТР	2014 г. Сеть ХССП[1]: **P_S** – 30 рег.; **P_N** – 28 рег.	5-133	2 – 55
	2015 г. Сеть ХССП[1]: **P_S** – 27 рег.; **P_N** – 27 рег.	2 – 151	3 – 116
	2014 г. 5 станций фонового мониторинга (ХСО)[2]	6 - 76	3 - 42
	2014 г. 3 федеральных округа (ХСО)[2]	57-120	32 - 44

[1] Для сети ХССП – средние по регионам в 2014, 2015 г.г.

[2] Для сетей ХСО (станции фонового мониторинга и сеть станций мониторинга ХСО в федеральных округах) – среднегодовые за 2014 г.

Анализ динамики изменения во времени показателя pH, а также интенсивности выпадения серы $\mathbf{P_S}$ и азота $\mathbf{P_N}$ за период 1990-2015 гг., показывал, что на большей части РФ (~ 90%) не было выявлено отчётливой динамики изменения со временем **pH**, $\mathbf{P_S}$ и $\mathbf{P_N}$..

Основные проблемы мониторинга ХССП лежат в области научного обоснования методологии мониторинга (концепция: цели, задачи, сеть, информационные потоки и т.п.) и модернизации нормативно-методического обеспечения. В числе наиболее актуальных рассматривается задача согласования методологий наблюдений на сетях мониторинга ХССП и ХСО с целью оптимизации программ наблюдений по критериям информативности для решения задач управления качеством окружающей среды (Ветров и др., 2016-2).

Список литературы.

Василенко В.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д. Мониторинг загрязнения снежного покрова // Л.: Гидрометеоиздат, 1985, 180 с.

Ветров В.А., Кузовкин В.В., Манзон Д.А. Кислотность атмосферных осадков и выпадение серы и азота на территории Российской федерации по данным мониторинга химического состава снежного покрова // Ж.: Метеорология и Гидрология, № 10, 2015, с. 44-53

Ветров В.А., Кузовкин В.В, Манзон Д.А. Загрязнение и закисление снежного покрова на территории Российской Федерации по данным сети наблюдений // *В кн.:* Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2015 г. - Росгидромет, М., 2016-1, с. 58-60.

Ветров В.А., Кузовкин В.В, Манзон Д.А. Способ оптимизации сети мониторинга химического состава снежного покрова на примере о. Сахалин // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. XXVII, № 1, М., 2016-2, с. 109 -123.

Ветров В.А., Кузовкин В.В, Манзон Д.А. Изменение кислотности снежного покрова и выпадений серы и азота в материковой части арктической зоны России в 1990–2015 гг. // Вопросы географии №143, «Исследования полярных регионов», 2017 *(в печати)*

Жигаловская Т.Н., Назаров И.М., Фридман Ш.Д., Ренне О.С. Снеговые съёмки на службе контроля загрязнения окружающей среды — М., Гидрометеоиздат, 1979, 11 с.

Назаров И.М., Ренне О.С., Фридман Ш.Д. и др. Снежный покров как индикатор загрязнения атмосферы // Труды Института физики и математики АН Литовской ССР - Вильнюс, 1976, вып. 3, с 7-12.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ В СЛОЕВИЩАХ ЛИШАЙНИКА HYPOGYMNIA PHYSODES ИЗ РЕКРЕАЦИОННЫХ ЗОН Г. ТВЕРИ

П.Ю. Зудина[1)], А.Ф. Мейсурова[2)]

Тверской государственный университет,РФ, 170002, Тверь, пр-т Чайковского, д. 70,

[1)]polina.zudina@mail.ru, [2)]alexandrauraz@mail.ru

Город Тверь (1931-1990 Калинин) – административный центр Тверской области, является крупным промышленным, научным и культурным центром. Он расположен в Центральном экономическом районе РФ. Его площадь составляет 152,2 км^2. Население - 454,1 тыс. жителей. Территориально город разделен на 4 района: Центральный, Московский, Пролетарский, Заволжский (Пушай, 2003). Тверь не относится к городам с очень большой степенью загрязнений (Региональные экологические…, 2015). Однако расположенные на территории города машиностроительные, химические и энергетические производства, а также предприятия по производству различных строительных материалов оказывают существенное влияние на состояние окружающей среды, определяя качество жизни и здоровья населения. В связи с тем, что лишайники являются чувствительными к изменению химического состава воздуха, в 2002-2005 гг. в г. Твери были лихеноиндикационные исследования (Мейсурова, Дементьева, 2003). Позднее исследования были дополнены Фурье-ИК спектральными исследованиями лишайников города Твери (Мейсурова, Нотов, 2012). Начато изучение содержания металлов в лишайниках из ООПТ города (Кутикова, Мейсурова, 2016) Исследования содержания металлов в рекреационных зонах (РЗ) города не проводили. В этой связи актуальны исследования по оценке содержания металлов лишайниках из разных РЗ.

Цель работы - оценка содержания металлов в слоевищах лишайника *Hypogymnia physodes* из РЗ г. Твери с помощью атомно-эмиссионного анализа с индуктивно связанной плазмой (АЭС–ИСП–анализ). В задачи работы входило: определение сети пунктов наблюдения; отбор проб лишайников; проведение АЭС–ИСП–анализа содержания металлов в отобранных пробах, оценка полученных результатов.

Объектом исследования служили *Hypogymnia physodes*. Сбор образцов осуществляли в 2016 г. в летний период. Для отбора образцов в г. Твери определили 13 пунктов наблюдений (ПН), расположенные в разных районах города. При выборе ПН учитывали расположение промышленных предприятий, а также крупных автомагистралей с интенсивным движением автотранспорта. В лабораторных условиях по стандартной методике проводили АЭС–ИСП–анализ образцов *Hypogymnia physodes* из ПН 1 – 13 (Методика выполнения…, 2015).

В результате АЭС–ИСП–анализа образцов *Hypogymnia physodes* из ПН 1 – 13 были получены следующие результаты. Всего в образцах лишайников было обнаружено 18 элементов в ПН 1 – 13 (Al , As, Cd, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sb, Sn, Sr, Ti, V, W, Zn). Количественный анализ содержания выявленных металлов в образцах показал, что концентрация 15 (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Li, Mo, Pb, Sb, Sr, Ti, V, W, Zn.) выше фоновых значений. Наибольшее число металлов (Al, As, Cr, Cu, Fe, Li, Mo, Pb, Sb, Ti, V, W, Zn), содержание которых выше фона, обнаружено в образцах из Заволжского района (ПН 9); наименьшее (Al, Cd, Fe, Li, Pb, Sb, V) - в Московском районе (ПН 10).

Значения концентраций выявленных металлов в образцах Заволжского района выше фоновых в 1,3 – 5,7 раза. Отметим, что в этом районе располагается крупное машиностроительное предприятие – ОАО «Тверской вагоностроительный завод». Дополнительным источником загрязнения среды металлами могут выступать предприятия химической промышленности (ООО «Тиокол» и ПВС Композит), а также близкое расположение федеральной автодороги «Россия» М10 Москва – Санкт-Петербург с

интенсивным движением автотранспорта, в том числе тяжелого грузового (Дабахов и др., 2005).

Уровень содержания металлов в лишайниках из Центрального и Пролетарского районов города существенно ниже. Значения концентраций металлов, концентрации которых выше фона, ниже по сравнению с Заволжским р-ном и превышают фоновые показатели не более чем в 2,4 раза. Уровень загрязнения металлами формируется, скорее всего, за счет поступления в воздух выхлопных газов от большого количества городского автотранспорта и с близлежащей крупной федеральной автодороги М-10, а также в процессе сжигания топлива на ТЭЦ (Холопов, 2003; Дабахов и др., 2005; Матвеенко и др., 2008).

В образцах Московского района города число металлов, концентрация которых выше фона несущественное. Незначительными являются также превышения значений фоновых концентраций выявленных металлов – не более чем в 1,39 раза.

Таким образом, в образцах *Hypogymnia physodes* из РЗ разных районов города обнаружены 18 металлов. Концентрация 15 элементов (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Li, Mo, Pb, Sb, Sr, Ti, V, W, Zn) выше фоновых значений. Наибольшее число металлов, концентрация которых выше фона, выявлено в образцах Заволжского района г. Твери. Основными источниками загрязнения металлами выступают предприятия машиностроения, а также транспорт. Целесообразно проведение мероприятий природоохранного характера в этом районе города.

Список литературы

Уразбахтина (Мейсурова) А.Ф., Дементьева С.М. 2003. Эпифитная лихенофлора города Твери и Калининского района Тверской области / Материалы науч. конф. студентов и аспирантов 16 апр. 2003 г. Тверь: Твер. гос. ун-т. с. 62-67.

Холопов, Ю. 2003. А. Тяжелые металлы как фактор экологической опасности / Методические указания к самостоятельной работе по экологии. Самара, 16с.

Пушай, Е.С. 2003. Стратегия развития зеленых зон Твери с целью улучшения качества жизни горожан. Тверь. М.: Е.С. Пушай, М.В. Шувалова, А.В. Тюсов, Ю.В. Наумцев, А.С. Сорокин, 88 с.

Дабахов М.В., Дабахова Е.В., Титова В.И. 2005. Экотоксикология и проблемы нормирования / Нижегородская гос. с.-х. академия. – Н. Новгород: Изд-во ВВАГС, 165 с.

Методика выполнения измерений содержания металлов в твердых объектах методом спектрометрии с индуктивно – связанной плазмой ПНД Ф 16.1:2.3:3.11-98. М: Государственный комитет Российской федерации по охране окружающей среды, Москва, 2005. 31 с.

Т. И. Матвеенко, М. А. Молчанова, И. Б. Теренина. 2008. Тяжелые металлы в почвенном покрове зоны влияния ТЭЦ - 3 // Вестн. ТОГУ Сер. Технические науки. № 1 (8).

Мейсурова А.Ф., Нотов А.А. 2012. Оценка состояния атмосферы в г. Твери с помощью Фурье-ИК спектрального анализа *Hypogymnia physodes* // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. Вып. 27, № 23. С. 129–143

Кутикова А.О., Мейсурова А.Ф. 2016. Содержание металлов в лишайниках из особо охраняемых природных территорий города Твери // Вестн. ТвГУ. Сер. Химия. № 1. с. 152–158.

Государственный доклад о состоянии и об охране окружающей среды в Тверской области в 2015 году. М.: Министерство природных ресурсов и экологии, 2016. 149 с.

Региональные экологические проблемы Тверской области [Электронный ресурс] // Режим доступа: http://www.rightecology.ru/riecos-510-1.html (дата обращения: 20.12.2016)

ОЦЕНКА КОНЦЕНТРАЦИЙ И НАГРУЗОК СОЕДИНЕНИЙ СЕРЫ И АЗОТА НА ТЕРРИТОРИИ ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО ПРИРОДНОГО БИОСФЕРНОГО ЗАПОВЕДНИКА

И.М. Брускина

Институт глобального климата и экологии,

РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б; bruskina.irina@mail.ru

Измерения состава атмосферных осадков на станции «Лесной заповедник» в рамках программа мониторинга и оценки дальнего атмосферного переноса загрязняющих веществ в Европе (сокращенно – ЕМЕП) начались с июня 2000 года. Станция «Лесной заповедник» размещена на территории Центрально-Лесного государственного природного биосферного заповедника, не подвержена локальному загрязнению, и характеризует региональное загрязнение воздуха и осадков. Программа ЕМЕП предполагает мониторинг загрязняющих веществ в газовой фазе атмосферного воздуха, в твердой фазе аэрозольного вещества и в атмосферных осадках. В России программа станций ЕМЕП ориентирована, прежде всего, на решение проблемы закисления окружающей среды, т.е. приоритетными являются кислотообразующие соединения серы и азота, а также нейтрализующие вещества.

На станции «Лесной заповедник» наблюдения проводились дискретно с суточной продолжительностью отбора проб атмосферных осадков и еженедельным отбором проб атмосферного аэрозоля и диоксида серы. Отобранные за истекшие сутки пробы хранились на станции в холодильнике, а затем пересылались в национальную аналитическую лабораторию ЕМЕП. Подобная схема работы позволяет минимизировать возможные погрешности мониторинга. В табл. 1 представлены средние значения pH атмосферных осадков за период 2005-2015 гг. Здесь же дано частотное распределение среднесуточных значений величин pH. Данные таблицы показывают, что атмосферные осадки следует отнести в целом к разряду слабокислых и нейтральных. Наиболее вероятно выпадение осадков в диапазоне pH от 5 до 6. Вероятность выпадения осадков с высокой кислотностью весьма мала.

Таблица 1. Выпадения с осадками соединений серы и азота, средние значения pH атмосферных осадков и частотное распределение величин pH на станции «Лесной заповедник»

Период наблюдений	**Выпадения серы и азота с осадками, г/м^{2}год**		**Среднее pH**	**Количество суточных проб в диапазоне pH, %**				
	S	**N**		**<4**	**4 – 5**	**5 – 6**	**6 – 7**	**>7**
2005	0.33	0.54	5.18	1	32	37	28	2
2006	0.25	0.38	5.01	0.2	33.1	43.4	22.1	1.2
2007	0.74	0.66	5.21	0	8	37	55	0
2008	0.35	0.49	5.21	0	20	51	28,8	0,2
2009	0.32	0.49	5.26	0	17	65	17	1
2010	0.20	0.49	5.43	0	9	68	22	1
2011	0.27	0.41	5.18	0	13	65	22	1
2012	0,27	0.57	5.00	0	45	51	4	0
2013	0.23	0.41	5.09	0	38	53	9	0
2014	0.24	0.42	5.16	0	21	76	3	0
2015	0.21	0.44	5,.0	0	8	64	27	1

Следует отметить, что на протяжении последних 25 лет произошли заметные изменения в химическом составе осадков. Величины выпадений серы и азота существенно снизились. Изменилось и частотное распределение pH выпадающих осадков: пиковое

значение сместилось из диапазона 4<pH<5 в диапазон 5<pH<6. В последние годы крайне редко регистрируются экстремально высокие значения кислотности с pH осадков ниже 4.

Кроме ионного состава, значения кислотности осадков зависят от количества выпадающей влаги, другими словами, от степени разбавления вымываемых осадками загрязняющих веществ. Определенное значение имеет и сезонная неравномерность выбросов в атмосферу загрязняющих веществ. Например, количество в атмосфере окисленных серы и азота во многом определяется действием отопительных систем в холодный период года, тогда как аммонийный азот в большей степени поступает в атмосферу в теплый период года.

Величины концентраций и выпадений основных ионов с осадками не постоянны также год от года. В одной точке пространства долгопериодные вариации определяются неравномерностью выпадений самих осадков, а также изменениями величин выбросов загрязняющих веществ. На рис. 1 показаны среднегодовые значения мокрых выпадений серы и азота из атмосферы с осадками. Проведен линейный тренд для всего периода наблюдений на данной станции. Из рисунка следует, что вариации год от года относительно велики, однако это не мешает увидеть явные закономерные изменения выпадений в течение ряда лет. Можно констатировать, что за период наблюдений величины выпадений серы и азота уменьшились и последние годы практически не меняются. Незначительные тренды вполне могут быть объяснены незначительностью статистического материала при высокой межгодовой вариабельности значений.

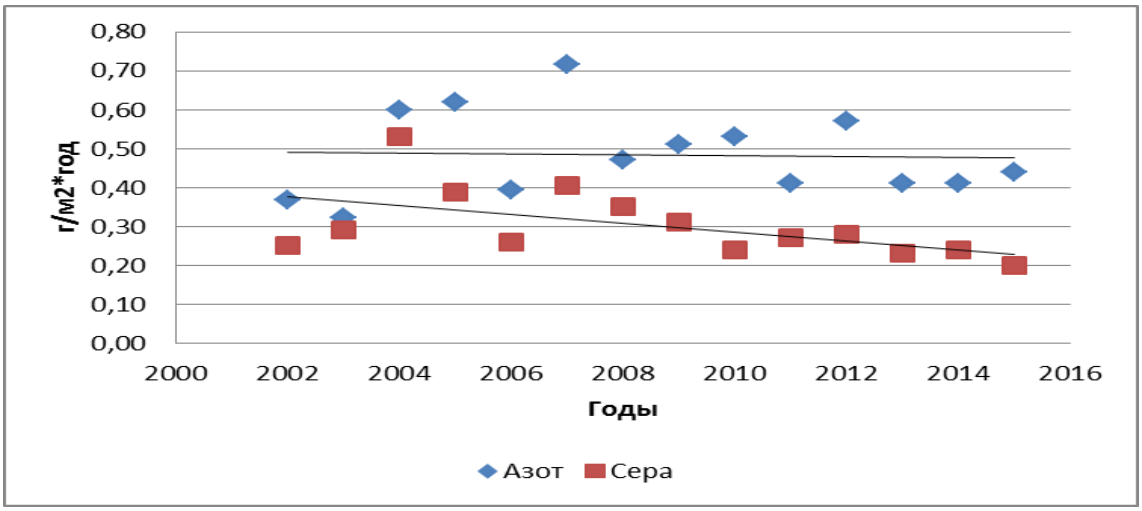


Рисунок 1. Среднегодовые выпадения сульфатной серы (г**S**/м^2/год) и суммы нитратного и аммонийного азота из атмосферы с осадками (г**N**/м^2/год) из атмосферы с осадками

Выводы

Наблюдения, выполненные на российской станции мониторинга программы ЕМЕП «Лесной заповедник», показали, что атмосферные осадки, выпадающие над ЕТР, относятся к слабокислым. Отдельные дожди со значениями pH ниже 4 не изменяют общей картины. На протяжении последних лет концентрации азота в осадках растут. Сравнение измеренных значений выпадений серы с критическими нагрузками показало, что критические уровни не достигаются. Выпадения азота уже в настоящее время достигли принятых критических значений и продолжают расти.

СРАВНЕНИЕ РЕЗУЛЬТАТОВ МОДЕЛИРОВАНИЯ РЕГИОНАЛЬНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРЫ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ С ДАННЫМИ СЕТИ КОМПЛЕКСНОГО ФОНОВОГО МОНИТОРИНГА

О.А. Рыбакова
РХТУ им. Д.И. Менделеева,
РФ, 125047 Москва, Миусская пл., д.9, olga.rybakova1991@gmail.com

Конвенция о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния (LRTAP) служит основой для развития международного сотрудничества по борьбе с загрязнением воздуха и способствует мерам, направленным на ограничение и сокращение воздействия загрязнения воздуха на людей и окружающую среду (UNECE homepage).

В рамках конвенции действует Метеорологический синтезирующий центр «Восток» (МСЦ-В), основной функцией которого является исследование и моделирование дальнего переноса тяжелых металлов (ТМ) и стойких органических загрязнителей (СОЗ) (Официальный сайт метеорологического синтезирующего центра – Восток). Так как важным свойством модели является адекватность воспроизведения реальных процессов, наблюдения на станциях сети комплексного фонового мониторинга (КФМ) используются для верификации моделей и оценки степени правильности результатов, получаемых при моделировании.

В работе проводится сравнение результатов моделирования содержания свинца и кадмия в атмосфере, подготовленных в МСЦ-В, с данными, полученными на станциях комплексного фонового мониторинга.

На первом этапе работы проведено сравнение среднегодовых данных из результатов моделирования МСЦ-В, находящихся в открытом доступе (Официальный сайт метеорологического синтезирующего центра – Восток), для ячеек, в которых находятся станции КФМ, с осредненными за год данными о содержании ТМ на сети комплексного фонового мониторинга для выявления общего различия между данными наблюдений и модельными результатами (Официальный сайт программы EMEP).

На следующем этапе мы сравнивали осредненные за месяц данные мониторинга с результатами моделирования по месяцам за 2010-2012 гг. с целью выявления возможных периодов (сезонов), когда разница наиболее значительна.

По итогам анализа были выделены группы периодов, в которые модель показывает результаты разной достоверности по сравнению с измеренными. Для более глубокого сравнения рекомендовано организовать специальный проект по улучшению входной информации и параметризации моделей для территории России на принципах Case study (Ильин и др., 2016).

Acknowledgment: Травников Олег, Ильин Илья, Конькова Елизавета

Список литературы:

Оценки уровней загрязнения свинцом территории Беларуси с высоким пространственным разрешением: МСЦ-В/НАН Беларуси Технический отчет 4/2006 / И.С. Ильин, М.О. Варыгина, С.В. Какарека. 2016.

UNECE homepage Официальный сайт Европейской экономической комиссии ООН URL: https://www.unece.org/info/ece-homepage.html

Официальный сайт метеорологического синтезирующего центра – Восток URL: http://www.msceast.org/

Официальный сайт программы EMEP, Раздел «grid description» URL: http://www.emep.int/grid/griddescr.html

СОДЕРЖАНИЕ МЕТАЛЛОВ В ЛИШАЙНИКЕ HYPOGYMNIA PHYSODES АНТРОПОГЕННО-ТРАНСФОРМИРОВАННЫХ И ПРИРОДНЫХ ТЕРРИТОРИЙ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

А.О. Кутикова А.Ф. Мейсурова, А.А. Нотов

ФГБОУ ВО «Тверской государственный университет», РФ, 170100, г. Тверь, ул. Желябова, д.33, alexandrauraz@mail.ru

Эпифитные лишайники являются хорошими индикаторами загрязнения окружающей среды различными поллютантами. Благодаря высокой аккумулятивной способности они могут накапливать поллютанты разной химической природы, в том числе металлы. Это свойство лишайников позволяет судить о качестве окружающей среды (Неверова, 2009). Данные о содержании металлов в лишайниках с территорий, которые трансформированы в разной степени, различаются. Обычно в лишайниках из природных экосистем встречаются низкие концентрации металлов, в то время как, в урбоэкосистемах содержание металлов в слоевищах выше нормативных характеристик. Сопоставление данных о содержании металлов в лишайниках из антропогенно-трансформированных и природных экосистем, позволяет оценить динамику загрязнения среды, определить источник загрязнения, характер воздействия поллютантов на живые системы. В этой связи, **целью** работы явилось: проведение анализа содержания металлов в лишайниках природных и селитебных территорий Тверской области. В **задачи** работы входило: определение природных и селитебных территорий для сбора материала лишайников в них; оценка содержание металлов в лишайниках этих территорий с помощью метода атомно-эмиссионной спектрометрии с индуктивно-связанной плазмой (АЭС-ИСП); анализ уровня содержания металлов в лишайниках изученных территорий.

Исследования проводились в весенне-летние периоды 2015–2016 гг. В качестве природных территорий выбрали Торопецкий, Осташковский и Андреапольский районы Тверской области, так как они в малой степени антропогенно нагружены и характеризуются менее развитой промышленной инфраструктурой, которая включает, в основном, строительство, сельское хозяйство, производство электроэнергии, легкую и обрабатывающую промышленность (Паспорт Андреапольского…, паспорт Торопецкого…, паспорт Осташковского…, 2012). В значительной степени антропогенно-трасформированной является территория административного центра Тверской области – г. Тверь, где сосредоточено большинство промышленных предприятий разных отраслей, в том числе тяжелого машиностроения, химической, энергетической и других отраслей (Паспорт. Тверская…, 2015). Сбор лишайников в г. Твери проводили на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) (Березовая, Первомайская, Комсомольская и Бобачевская рощи). На природных территориях - в районных городах (Торопец, Андреаполь, Осташков и окрестностях близлежащих деревень. Общее число пунктов наблюдений (ПН) материала составило 36: на природных территориях – 20; селитебной – 16. Объект исследования - образцы лишайника *Hypogymnia physodes*. Определение содержания металлов проводили по стандартной методике с помощью атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно связанной плазмой iCAP 6300 Duo (Thermo Scientific, USA). Полученные данные сравнивали со значениями ОДК, ПДК металлов в почве, а также фоновыми значениями в лишайнике Hypogymnia physodes из ЦЛГПБЗ (Гигиенические нормативы…,1998, 2006, 2009; Мейсурова, Нотов, 2015). Для выявления различий использовали непараметрический критерий Стьюдента. Статистическая обработка данных проводилась с использованием программы STATISTICA 6.0.

С помощью АЭС-ИСП анализа в образцах лишайника селитебной территории выявили 16 (Al, As, Cd, Co, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Ti, V, Zn, Zr), в природных – 17 (Al, As, Cd, Cr, Cu, Fe, Ga, Li, Mn, Mo, Pb, Sn, Sr, Ti, V, W, Zn). Больше всего металлов выявлено в образцах из Бобачевской рощи (16 металлов) и Осташковского и Торопецкого районов (по

17 металлов). Количественный анализ показал, что значения концентраций имеют широкий диапазон варьирования.

Выделены группы 4 металлов относительно их абсолютного содержания в образцах: элементы повышенной концентрации (Al, Fe, Mn, Sr, V, Zn), средней (Cu, Ni, Pb, Ti, Cr), низкой (As, Cd, Co, Li, Mo, Sn, W, Zr), очень низкой концентрации (Ga).

Количественный анализ содержания металлов в пробах показал, что средние концентрации первой группы элементов завышены у алюминия (793,35 мг/кг) и железа (1183,09 мг/кг) из антропогенно-трансформированных территорий (фоновое значение для алюминия по тверскому региону 394,41 мг/кг, ОДК для железа 1000 мг/кг, содержание цинка (107,08 мг/кг) из этих же территорий приближено к ОДК (ОДК по цинку 110 мг/кг). Во второй группе превышение наблюдается лишь у одного элемента – титана. В природной зоне оно составляет 21,6 мг/л, в городской – 48,43 мг/кг, что в 3 раза больше нормирования (фоновое значение титана для региона – 16,12 мг/кг). Средние значения третьей группы завышены у мышьяка (2,25 мг/кг) на природных территориях, хоть и близки к ОДК (ОДК по мышьяку 2 мг/кг). Средние концентрации остальных металлов всех трех групп находятся в пределах допустимых значений.

Валовые значения этих же металлов завышают нормативы: в первой группе - по алюминию в ПН 4,7 природных территорий и абсолютно во всех пунктах селитебной зоны, за исключением ПН 19; по железу в ПН 4,13 природной зоны и в ПН 18, 21-28, 32-36 селитебной зоны; по цинку – в ПН 7,13,15 природной территории, в ПН 18 – 21,32,33 городской. Валовое содержание во второй группе отклонено от нормы у титана и варьирует от 17,68 мг/кг – 78,52 мг/кг в ПН 4,6,7,13 природных зон и абсолютно во всех ПН селитебной местности. Валовые концентрации с превышением в третьей группе наблюдаются у трех металлов – мышьяка в ПН 4-7, 12-15 в природных территориях и в ПН 22,26,28-29,31 на селитебных; кадмия на селитебных в ПН 19,21 и 26; олова на природной территории в ПН 4,7,10. Не зарегистрированы превышения валовых значений у Mn, V, Cu, Ni, Pb, Co, Mo. Нет данных по ОДК, ПДК и фоновых значениях по Тверскому региону у таких металлов как Sr, Cr, Li, W, Zr.

К четвертой группе отнесен металл с самой низкой выявленной концентрацией – галлий (0,08 – 0,76 мг/кг). Обнаружен лишь на природной территории, сведения об ОДК, ПДК или фоновые значения по данному элементу не регламентированы.

Предположительно источниками эмиссии данных металлов могут быть предприятия машиностроения, металлообработки, а также химическая промышленность и транспорт.

Было установлено, что статистически значимые различия по содержанию металлов в лишайнике *Hypogymnia physodes* выявлены по Al, Cd, Cu, Fe, Ga, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, W, Zn, Zr ($p < 0{,}01$). У таких металлов, как As, Co, Cr, Li, Mn, Mo, V таких различий не обнаружено. Это может свидетельствовать о том, что лишайники антропогенно-трансформированных территорий накапливают больше металлов, чем лишайники природных зон. Наши модельные территории являются хорошим примером. Такие различия могут быть связаны, прежде всего, с разной отраслевой направленностью хозяйственной инфраструктуры районов исследуемых территорий.

Таким образом, в образцах лишайника *Hypogymnia physodes* из природных районов выявлено 17 металлов; на селитебной территории – 16. Больше всего металлов обнаружено в образцах из Бобачевской рощи, Осташковского и Торопецкого районов. Средние значения имеют превышения нормативных характеристик у алюминия, мышьяка, железа и титана, причем, в основном, в селитебной зоне. Валовые концентрации варьируют в широком спектре. Они завышены у алюминия, мышьяка, железа, титана, цинка как в природных так и городских зонах; олово только в природных, а кадмий в селитебных. Также выявлены статистически значимые различия в концентрациях сопоставимых территорий. Они характерны для Al, Cd, Cu, Fe, Ga, Ni, Pb, Sn, Sr, Ti, W, Zn, Zr. Это говорит о разной степени антропогенной нагрузки.

Список литературы:

ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.infosait.ru/norma_doc/46/46714/ (Дата обращения: 17.01.2017);

ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://snipov.net/c_4655_snip_55917 (Дата обращения: 17.01.2017);

ГН 2.1.5.689-98 Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. [Электронный ресурс]. Режим доступа: http://www.gosthelp.ru/text/GN21568998Predelnodopusti.html (Дата обращения: 17.01.2017);

Мейсурова, А.Ф., Нотов, А.А. 2015. Физико-химический анализ индикаторных видов лишайников как компонентов фонового мониторинга заповедных территорий: журн. прикладной спектроскопии. - Т. 82, № 6. С. 928–935;

Неверова О.А. 2009, Применение фитоиндикации в оценке загрязнения окружающей среды. - Институт экологии человека СО РАН, Кемерово, с.1 – 11;

Паспорт Андреапольского района Тверской области в сфере АПК. 2012, - ГКУ ТО «Центр развития АПК Тверской области». С. 5 – 12;

Паспорт Осташковского района Тверской области в сфере АПК. 2012, - ГКУ ТО «Центр развития АПК Тверской области». С. 5 – 12;

Паспорт Торопецкого района Тверской области в сфере АПК. 2012, - ГКУ ТО «Центр развития АПК Тверской области». С. 5 – 12;

Паспорт. Тверская область, 2015. Министерство промышленности и торговли Российской Федерации, М. – с.4 – 6.

СОВРЕМЕННЫЕ УРОВНИ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В АТМОСФЕРЕ РАЗЛИЧНЫХ ФОНОВЫХ ТЕРРИТОРИЙ

Т.Т. Бунь[1)], Е.С.Конькова [2)]

[1)] РХТУ им. Д.И. Менделеева,
РФ, 125047 Москва, Миусская пл., д.9, t.bun@list.ru

[2)] Институт глобального климата и экологии,
РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, e.konkova.igce@gmail.com

В работе рассматривается содержание приоритетных тяжелых металлов – свинца и кадмия в атмосферном воздухе. Эти металлы внесены международными программами и организациями в списки приоритетных загрязнителей окружающей среды. В России мониторинг их содержания проводится на сети станций комплексного фонового мониторинга (КФМ). Информация, получаемая системно на постоянной основе на фоновых станциях, является базовой для определения уровней загрязнения геофизических сред и экосистем, типичных для регионов (Громов и др., 2015).

Для оценки загрязнения по данным наблюдений в некоторых публикациях рассматривалось содержание ТМ с различным усреднением по времени. Например, в анализе данных Бурцевой Л.В. и др. (2016) используются усредненные за многолетний период значения. В ежегодных обзорах фонового состояния окружающей среды, публикуемых ИГКЭ (Обзор, 2015), проводится сравнение усредненных за год значений. В данной работе был выбран иной подход: для уменьшения влияния аномалий изменчивости при анализе данных рассматриваются уровни содержания тяжелых металлов в атмосферном воздухе с осреднением за 3 года, но при этом остается возможность оценки текущего состояния.

Для оценки содержания тяжелых металлов в предыдущие годы и сравнения с современным состоянием использовались данные, полученные на станциях комплексного фонового мониторинга за три трёхлетних периода: 2001-2003 гг., 2007-2009 гг. и 2013-2015 гг. В статье представлены результаты оценки изменения уровней концентраций свинца и кадмия в атмосферном воздухе на территории Приокско-Террасного биосферного заповедника.

ОЦЕНКА ЭКОЛОГИЧЕСКОГО РИСКА КАК ИНСТРУМЕНТ ПРОГНОЗИРОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЭКОСИСТЕМЫ, СОПРЯЖЕННОЙ С ХРАНИЛИЩЕМ РАДИОАКТИВНЫХ ОТХОДОВ

Б.И. Сынзыныс[1)], Г.В. Лаврентьева[1,2)], О.А. Мирзеабасов[1)], Р.Р. Шошина[1)], О.А. Момот[1,3)], А.А. Удалова[1,3,4)]

1)Институт атомной энергетики-филиал Национального Исследовательского Ядерного Университета МИФИ, Обнинск, Студгородок-1, synzynys@obninsk.ru

2) Калужский филиал МГТУ им Н.Э. Баумана, Калуга, ул. Баженова, КФ МГТУ им. Н.Э. Баумана, lavrentyeva_g@list.ru

3) Национальный Исследовательский Ядерный Университет МИФИ, Москва, Каширское ш., 31., oudalova@iate.obninsk.ru

4) Всероссийский НИИ радиологии и агроэкологии, Обнинск, Киевское шоссе, oudalova@iate.obninsk.ru

Радионуклиды техногенного происхождения (например, Sr90), включаясь в биогеохимические циклы, в определенной степени влияют на устойчивость экосистем и целостность обитающих в них популяций (Бахвалов и соавт., 2012). Устойчивость сохраняется до тех пор, пока доза облучения не достигнет некоторого критического уровня, выше которого перспектива существования отдельных популяций прогнозируется в негативном контексте. Это справедливо как при загрязнении токсичными металлами, так и радионуклидами, мигрирующими в силу химического сродства с биогенными элементами по пищевым цепочкам и поражающие своим излучением их чувствительные компоненты. Популяция через «порог дозы облучения входит в зону риска» и актуальной задачей является определение мощности дозы облучения, при которой риск исчезновения популяции начинает превышать приемлемую величину (Крышев, Сазыкина, 2013; Удалова и соавт., 2013).

Целью данной работы является определение порогового значения мощности дозы облучения при изменении ряда биологических показателей моллюсков рода Bradybaena fruticum, обитающих на территории регионального исторического приповерхностного хранилища радиоактивных отходов (РАО), и оценка на этой основе величины экологического риска для популяции данных моллюсков.

Объектом исследования служила популяция кустарниковой улитки *Bradybaena F.*, в составе пищевой цепи «дерново-подзолистая почва – крапива двудомная *Urtica dioica* – улитка кустарниковая *Bradybaena fruticum*», функционирующей в экосистеме, где находится хранилище РАО. В результате разгерметизации одной из емкостей хранилища в почво-грунте сформировался неконтролируемый источник поступления Sr-90 в компоненты сухопутной экосистемы. При этом радиоактивное загрязнение поверхностного слоя почвы Sr-90 отличается некоторой пятнистостью (удельная активность радионуклида в почвах достигает величин от 15 до 2300 Бк $кг^{-1}$ почвы) (Lavrentyeva et al., 2014).

Методология оценки экологического риска представлена в виде 5 модулей (Сынзыныс и соавт., 2014): 1) выбор экосистемы-рецептора: накопления и миграции Sr-90; 2) выявление референтного вида – кустарниковой улитки в биоценозе «почва-крапива-моллюск»; 3) расчёт критической для моллюска мощности дозы бета-излучения радиоактивного стронция и коэффициента накопления Sr-90 раковинами из почвы. Для сравнения с собственными данными при расчете риска использовали в качестве критической дозы облучения 87.6 мГр $год^{-1}$, которая рекомендована в международных документах (Удалова и соавт., 2014); 4) оценка риска по доли площади экосистемы с превышением критической мощности дозы бета-облучения по каждому выбранному показателю жизнедеятельности моллюсков; 5) выявление различного рода неопределенностей, которые могли повлиять на конечный результат. На этапах оценки

риска и статистической обработки экспериментальных данных применяли расчетные технологии из программного пакета R-Development.

Результаты работы представлены выраженными в процентах показателями риска (вероятности) негативного развития исследуемой популяции моллюсков в лесной экосистеме на ближайшие 50-100 лет. При использовании в виде критической для моллюсков мощности дозы, равной 87.6 мГр год$^{-1}$, величина риска неблагоприятного развития событий для популяции кустарниковой улитки составляет 61%. При выборе в качестве критического значения мощности дозы 18.2 мГр год$^{-1}$, как показателя значительного изменения коэффициента накопления Sr-90 в раковины моллюсков из почвы, значение риска равно 91%.

Полученные результаты свидетельствуют, что уже при малых, особенно для моллюсков (ЛД 50 равно 150 000 мГр) дозах облучения происходят существенные изменения. При расчете риска это выливается в значительные показатели, которые заметно превышают приемлемое для экологического риска значение, равное 5%. Представленные данные также отражают большие неопределенности, которые обусловлены многими причинами: как субъективного характера (выбор площади экосистемы), так и объективного свойства (выбор того или иного показателя жизнедеятельности моллюсков). Тем не менее регламентация в выборе чувствительных к облучению показателей жизнедеятельности моллюсков несомненно позволит использовать этот вид организмов в качестве референтного при нормировании действия облучения на биоту.

Список литературы:

Бахвалов А.В., Лаврентьева Г.В., Сынзыныс Б.И. 2012. Биогеохимическое поведение Sr90 в наземных и водных экосистемах// Биосфера. Т.4. №2. С.206-216.

Данилин И.А., Сынзыныс Б.И., Козьмин Г.В., Ротт Г.М. 2002. Экспериментальное обоснование нового метода биотестирования пресноводных водоёмов по содержанию белков-металлотионинов в органах и тканях пресноводных моллюсков // Экология. №5. С.397-400.

Козьмин Г.В., Сынзыныс Б.И., Васильева А.Н., Бахвалов А.В. 2012. Ядерное наследие. Радиационно-экологическая оценка Обнинского регионального хранилища РАО // Вестник РАЕН. №4. С.46-51.

Крышев И.И., Сазыкина Т.Г. 2013. Радиационная безопасность окружающей среды: необходимость гармонизации российских и международных нормативно-методических документов с учетом требований федерального законодательства и новых международных основных норм безопасности ОНБ-2011 // Радиация и риск. Т.22. №1. С.47-61.

Сынзыныс Б.И., Мирзеабасов О.А., Лаврентьева Г.В., Шошина Р.Р., Момот О.А. 2014. Оценка радиационного экологического риска и её неопределённость для биоценоза регионального хранилища радиоактивных отходов // Радиация и риск. Т.23. №4. С.43-54.

Удалова А.А., Гераськин С.А., Алексахин Р.М., Ковалёв Е.М. 2013. Современные подходы к оценке радиационного воздействия на окружающую среду // Медицинская радиология и радиационная безопасность. Т.58. №4. С.23-33.

Lavrentyeva G.V., Mirzeabasov O.A., Synzynys B.I. 2014. Ecological risk assessment for the terrestial ecosystem under chronic radioactive pollution // Int. J.Environ.Res. v.8(4). P.961-970.

РАЗРАБОТКА ТЕХНОЛОГИИ ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ НЕФТЕШЛАМА НПЗ «ЗУНГ КУАТ» (ВЬЕТНАМ) С ПОЛУЧЕНИЕМ ЭКОЛОГИЧЕСКИ БЕЗОПАСНОГО ПРОДУКТА

Т.Л.А. Чан [1)], Д.О. Сидоренко [1)]

[1)] РГУ нефти и газа (НИУ) имени И.М. Губкина
РФ, 119991, г. Москва, Ленинский проспект, 65, longan2210@gmail.com

Нефтеперерабатывающий завод «Зунг Куат» Республики Вьетнам был запущен в эксплуатацию в 2009 году. Мощность производства – 6,5 млн тонн в год. Ежегодно количество образовавшегося нефтешлама составляет примерно 125-800 тонн. Нефтешламы - устойчивые тройные системы, содержащие воду, углеводороды и механические примеси, являются наиболее опасными загрязнителями природной среды; вместе с тем, это ценное вторичное сырье, которое может быть использовано в различных отраслях промышленности.

Анализируя накопления и характеристики нефтешлама на НПЗ «Зунг Куат», рассматривая возможные способы утилизации и обезвреживания, мы выбрали одно из самых перспективных направлений – реагентное капсулирование. Были определены фазовый состав, показатели состава и свойств углеводородной части, класс опасности, а также оптимальное соотношение нефтешлам : негашеная известь : зола уноса. Отработана рецептура приготовления асфальтобетонной смеси для дорожного строительства с использованием продукта утилизации нефтешлама в качестве минерального порошка.

Результаты анализа свойств асфальтобетона доказывают его соответствие требованиям, предъявляемым к асфальтобетонным смесям по стандартам TCVN 8819-2011 и TCVN 8820-2011 Республики Вьетнам. По результатам анализа сделаны выводы о возможности переработки, а также предложена схема комплексной технологии переработки с получением товарных продуктов.

Список литературы:

Мещеряков С.В., Сидоренко Д.О., Зайцев Н.К. 2010. Подходы к разделению нефтезаводских шламов. Методика химического анализа шламов и нефтяных остатков // Защита окружающей среды в нефтегазовом комплексе. No1. - с. 24-28.

Шпербер Д.Р. 2014. Разработка ресурсосберегающих технологий переработки нефтешлама: дис. ... канд. техн. наук.: 03.02.08. Краснодар,. 154 с.

Хоанг Т. Н. 2011. Фахрутдинов Р.З., Перспективы добычи и переработки нефти в Социалистической Республике Вьетнам, «Вестник Казанского технологического университета», Казань, № 10/2011, с.187-190

Приказ МПР РФ от 04 декабря 2014 г. N 536 Об утверждении критериев отнесения отходов к I – V классам опасности по степени негативного воздействия на окружающую среду

Логунова Ю.В. 2009. Совершенствование технологии и оборудования для обезвреживания нефтезагрязненных материалов методом реагентного капсулирования.: дис. ... канд. техн. наук.: 03.00.16. Омск, 147 с.

Mahmoud S. 2004. Novel technology for sustainable petroleum oily sludge management: Bio-neutralization by indigenous fungal-bacterial co-cultures. A Masters Degree submitted to the Department of Building, Civil and Environmental Engineering at Concordia University, Montreal, Quebec, Canada.

БИОМОНИТОРИНГ И ЕГО ЗНАЧЕНИЕ ДЛЯ ОЦЕНКИ ТЕХНОГЕННОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ

Д.О. Душкова, А.Г. Горецкая, А.В. Евсеев
Московский Государственный университет им. М.В.Ломоносова
г.Москва, Россия

Биомониторинг является важнейшей составляющей комплексной системы слежения за качеством окружающей природной среды. В отличие от воды и атмосферного воздуха, которые выступают в роли миграционных сред, растения являются наиболее объективными и стабильными индикаторами техногенного загрязнения геосистем. Они четко отражают эмиссию загрязняющих веществ и их фактическое накопление в растениях-мониторах. Биомониторинг получил в последние годы значительное распространение в связи с эффективным использованием методов биоиндикации при оценке состояния и изменения свойств окружающей природной среды в условиях техногенного воздействия.

На основании многолетнего опыта, накопленного в ходе преподавания авторами на Географическом факультете МГУ ряда дисциплин («Основы биондикации и биомониторинг», «Геоэкологический мониторинг» и «Методы полевых и лабораторных исследований» и др.), проведения полевой учебно-научной практики студентов МГУ в различных районах России, а также во время научно-исследовательской работы по ряду проектов нами анализируются различные методы биомониторинга (Горецкая, Евсеев, 2016; Горецкая, 2013). Их основная цель – определение содержания тяжелых металлов и других поллютантов в растениях различных геосистем, анализ особенностей использования растений как объекта изучения при оценке состояния окружающей среды и проведении мониторинговых исследований в районах с высокой степенью антропогенной нагрузки.

Исследуется возможность применения современных методов биоиндикации при проведении геоэкологического мониторинга окружающей среды. Основное внимание уделено биомониторингу с использованием методов фитоиндикации (с применением в качестве индикатора высших растений), лихеноиндикации (лишайников) и бриоиндикации (мхов). Это позволяет оценить характер накопления и аккумуляции тяжелых металлов в растениях-мониторах: высшие растения, лишайники, мхи (Евсеев, 2010).

В рамках научно-исследовательских работ по ряду проектов РФФИ нами проводились полевые наблюдения по изучению состояния окружающей природной среды; выявление участков повышенной экологической опасности; разработка и внедрение ГИС-технологий для сбора, хранения, обработки, анализа и прогноза изменений данных мониторинга окружающей среды; выработка стратегий для природоохранных мероприятий и планов по социально-экологической реабилитации техногенно нарушенных районов.

Одной из главных задач мониторинга как информационной системы наблюдения, анализа и прогнозирования состояния окружающей природной среды является обеспечение экологической безопасности и сохранение оптимальных условий для жизнедеятельности населения. Мониторинг состояния растительного покрова не ограничивается только лишь регулярным наблюдением за химическим загрязнением растительности и определением концентрации химических веществ в растениях-мониторах. Имеется большой перечень других видов деградации растительного покрова, которые также являются объектами биомониторинга. Среди основных направлений биомониторинга значительно большее внимание уделяется фитомониторингу. Часто фитомониторинг проводят параллельно с почвенным, на близко расположенных площадках. На растения одновременно оказывают влияние газовая составляющая выбросов и загрязненная почва. Прямое действие аэротехногенных аэрозолей на растения начинается с момента контакта и сорбции их наземными органами. Отдельно выделяют и особый вид мониторинга, в котором в качестве основного индикатора выступает здоровье человека (Душкова, Евсеев, 2011).

Различные виды растений по-разному реагируют на загрязнение атмосферы. Выделяют две основные группы растений: растения-индикаторы и растения-мониторы. Растение-индикатор – это растение, у которого признаки повреждения, морфологические изменения и ряд биопоказателей появляются при воздействии на него одного или нескольких токсикантов. В результате воздействия у растений может измениться скорость роста, созревания, возникнуть ухудшение цветения, образования плодов и семян и, в конечном счете, снизиться продуктивность и урожайность. Растительные и животные организмы, включая человека, проживающие на загрязненных территориях, становятся подверженными различным заболеваниям. Так, у растений развиваются хлороз, некроз, суховершинность и суховеточность. Растение-монитор – пассивно и безбарьерно накапливает поллютанты, вплоть до гибели и может количественно отражать аэротехногенный поток.

В результате проведенных исследований выявлено, что атмосферный воздух ряда городов и промышленных районов испытывает значительные нагрузки разнообразных техногенных выбросов и насыщен веществами сложного химического состава. Для раздельного определения концентраций определенных токсикантов целесообразно применять растения-индикаторы, обладающие повышенной чувствительностью к одному или нескольким ингредиентам. Было выявлено, что наиболее перспективными являются следующие виды мхов: *Sphagnum spp., Dicranum scoparium, Dicranum polisetum, Hylocomium splendes, Hypnum cupressiforme*; и лишайников: *Hypodinomia physodes, Cladonia rungeferinu, Xantoria pariebina, Lecanora conizazoides, Usnea filpendula*.

При активном мониторинге исследуются лишайники, которые собраны в фоновых районах. Позднее возможно их использование как в качестве аккумулятивных, так и в качестве сенсативных индикаторов. Было выявлено, что с точки зрения оперативности, пассивный мониторинг более удобен, т.к. при этом изучается не один вид лишайников, а вообще лихенофлора конкретного региона (Горецкая, Евсеев, 2016).

Среди преимуществ метода лихеноиндикации следует отметить тот факт, что лишайники являются хорошими аккумуляторами содержащихся в воздухе тяжелых металлов. В частности, тяжелые металлы, осевшие на поверхность растений, можно подвергнуть физическому или химическому анализу. Лишайники можно использовать для определения закономерностей выбросов загрязнителей и для выделения местонахождения источников загрязнения. Однако данный метод имеет и ряд недостатков: к примеру, восприимчивость лишайников к воздействию диоксида серы, фтористому водороду и некоторым другим загрязняющим веществам позволяет использовать их только как индикаторы, т.к. при высоких концентрациях растения гибнут и пр. В случае, когда использование лишайников в качестве индикаторов невозможно, применяют метод бриоиндикации с использованием различных видов мхов. Удобство использования бриоиндикации заключается в том, что низшие растения имеют широкое распространение, часто образуя ковровые покрытия, тем самым подвергаясь воздействию выпавших на земную поверхность осадков, твердых частиц, аэрозолей. Еще одно их преимущество состоит в их долголетии (они позволяют наблюдать за динамикой на протяжении 20-50 лет) и круглогодичности жизненного цикла. В результате был составлен ряд карт, представляющих собой картографическое обеспечение мониторинговых исследований районов интенсивного загрязнения. Таким образом, биоиндикаторы позволяют составить пространственную картину накопления поллютантов как в целом по региону, так и на его отдельных территориях.

Литература:

1. Горецкая А. Г. Биондикация // Региональная физическая география в новом столетии. — Вып. 7. — Мн.: БГУ-БГПУ, 2013. — С. 245–250.

2. Горецкая А. Г., Евсеев А. В. Биоиндикационные аспекты в учебных курсах // Экология речных бассейнов: Труды 8-й Междунар. науч.-практ. конф. / Под общ. ред. проф. Т.А. Трифоновой. — Аркаим Владимир, 2016. — С. 419–423.
3. Душкова Д. О., Евсеев А. В. Экология и здоровье человека: региональные исследования на европейском Севере России. Географический факультет МГУ Москва, 2011.
4. Евсеев А. В. Геоэкологический мониторинг. - Географический факультет МГУ Москва, 2010.

ИСПОЛЬЗОВАНИЕ ALLIUM-ТЕСТА ДЛЯ ОЦЕНКИ ЦИТОТОКСИЧНОСТИ ПОЧВ, ПОДВЕРГШИХСЯ РАДИАЦИОННОМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ

А.Н. Хох

Научно-практический центр государственного комитета судебных экспертиз Республики Беларусь,
РБ, 220073, г. Минск, ул. Кальварийская, д. 43, 1ann1hoh@gmail.com

Экологическая обстановка, которая сложилась в настоящее время на территории Республики Беларусь, требует не только постоянного контроля, но и переоценки последствий воздействия радиационного загрязнения на природные объекты с учетом новых научных знаний.

Клетки апикальной меристемы высших растений по чувствительности и реакциям на ионизирующее излучение схожи с клетками млекопитающих (Паушева, 1988). Этот факт позволяет моделировать эффекты воздействия радиации на живые организмы, а также выявлять степень нагрузки на окружающую среду.

Целью настоящего исследования явилась оценка радиационной нагрузки на урбанизированные территории с помощью растительных тест-систем.

Объект исследования – почвы, испытывающие на себе различное по интенсивности радиационное воздействие.

Почвенные пробы отбирались по стандартной методике (ГОСТ 17.4.3.01, 1983) на территории г. Хойники Гомельской области (радиационный фон – 0.25 мкЗв/ч). В качестве условно чистого контроля взяты почвенные образцы из Государственного природоохранного учреждения «Березинский биосферный заповедник» (ББЗ) (радиационный фон – 0.08 мкЗв/ч).

Предмет исследования – цитогенетический статус клеток меристемы проростков семян лука репчатого (*Allium cepa* L., сорт «Stuttgarter Riesen»).

Allium-тест проводился следующим образом: семена лука в количестве 50 штук для каждого варианта в 4-кратной повторности проращивались в чашках Петри на фильтровальной бумаге, смоченной вытяжкой исследуемых почв. Использованная методика эксперимента обладает рядом преимуществ. Так, при культивировании на почвенных экстрактах максимальное число клеток апикальной меристемы растения контактирует с вытяжкой, что позволяет при проведении цитогенетического анализа выявить наибольшее число патологий митоза, опосредованное действием конкретно взятой пробы (Kovalchuk [et al.], 1998).

Общую цитоксичность почв оценивали по их способности влиять на величину энергии прорастания (ЭП) и митотического индекса (МИ) корневой меристемы. Рассчитанные значения ЭП и МИ представлены в табл. 1.

Табл. 1 Значения величины митотического индекса

Место отбора почв	МИ	Неопределенность	ЭП	Неопределенность
г. Хойники	0.021	±0.004	0.25	±0.04
ББЗ	0.089	±0.003	0.91	±0.05

Из табл. 1 видно, что энергия прорастания семян *Allium cepa* L. на водных вытяжках почв г. Хойники характеризуется низким значением, что может являться показателем высокой степени радиационной нагрузки, в то время как для ББЗ характерен максимальный уровень величины ЭП. Анализ активности пролиферации клеток корневой меристемы показал, что в пробах из г. Хойники наблюдается слабая пролиферативная активность (низкие значения МИ), что может свидетельствовать о возможных токсических эффектах действия радиационного загрязнения на геном высших растений. В Березинском заповеднике был зафиксирован высокий митотический индекс, т.е. наблюдалось увеличение доли клеток на всех стадиях митоза. Это можно объяснить тем, что данная территория не пострадала от аварии на Чернобыльской АЭС и в настоящее

время подвергается минимальным стрессовым воздействиям, которые обуславливают скорее стимулирующий, чем подавляющий эффект на митотическую активность.

Сравнительный анализ полученных значений ЭП и МИ свидетельствует, что их результаты хотя и не повторяют друг друга, но общая тенденция динамики по исследованным объектам в целом очень близка.

Мутагенную активность определяли по частоте аберрантных ана-телофаз в первом митозе в корневой меристеме лука. Анализ спектра аберраций проводили согласно общепринятым требованиям (Бочков и др., 1972).

Так, в процессе проращивания семян *Allium cepa* L. на почвенных вытяжках из г. Хойники были зафиксированы различные формы нарушений нарушения нормального деления клеток, такие как формирование мостов, одиночных и двойных фрагментов, опережение или отставание хромосом при расхождении, а также наличие микроядер в клетках. Наиболее распространенным типом аберраций во всех изученных образцах являлись опережения (0.702±0.022, %) и отставания хромосом (0.618±0.021) (рис. 1).

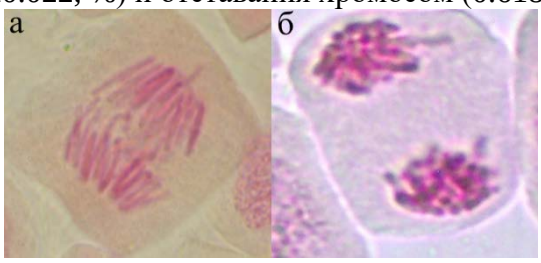


Рис.1 а) Опережение хромосом; б) Отставание хромосом

Необходимо отметить, что именно эти геномные мутации, связанные с нарушением веретена деления, характерны для химического и радиационного мутагенеза (Al-Sabti, 1999).

В то же время для проб из Березинского биосферного заповедника была обнаружена незначительная доля хромосомных аберраций типа «мост» (0.028±0.009), других типов аберрантных клеток обнаружено не было, что подтверждает отсутствие в почве соответствующих вытяжек радиационного компонента.

Таким образом, суммируя полученные в процессе работы данные можно сделать вывод о том, что Allium-тест отражает уровень радиационной нагрузки на окружающую среду и позволяет быстро и эффективно установить характер такого воздействия. Однако следует отметить, что адекватную оценку качества природной среды и допустимых уровней радиационного воздействия на экосистемы можно получить только при совместном использовании биологических и физико-химических методов поскольку, применяя только методы биотестирования, невозможно учесть весь комплекс действующих негативных факторов, а также синергические и антагонистические эффекты их взаимодействия.

Список литературы:

Паушева З. П. Практикум по цитологии растений / З. П. Паушева. – М. : Агропромиздат, 1988. – 272 с

Охрана природы. Почвы. Общие требования к отбору проб почв: ГОСТ 17.4.3.01–83. – Введ. 21.12.1983. – М. : Гос. комитет СССР по стандартам.

Бочков Н. П., Демин Ю. С., Лучник Н. В. Классификация и методы учета хромосомных аберраций в соматических клетках // Генетика. – 1972. –Т. 8, № 5. – С. 133-141.

Kovalchuk O. et al. The Allium cepa chromosome aberration test reliably measures genotoxicity of soils of inhabited areas in the Ukraine contaminated by the Chernobyl accident //Mutation Research/Genetic Toxicology and Environmental Mutagenesis. – 1998. – Т. 415. – №. 1. – С. 47-57.

Al-Sabti K. Allium test for air and water borne pollution control / K. Al-Sabti, // Cytobios. – 1999. –V. 58. – № 233. – P. 71-78.

ОЦЕНКА УРОВНЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СНЕЖНОГО ПОКРОВА ГОРОДА МОСКВЫ ПРИ ПРИМЕНЕНИИ ПРОТИВОГОЛОЛЁДНЫХ РЕАГЕНТОВ

О.Е. Дрябжинский

Российский Государственный Социальный Университет, РФ, 129226 г. Москва, ул. Вильгельма Пика, дом 4, стр.1, electric11234@gmail.com

В больших городах, где сосредоточены огромные массы людей, промышленные предприятия и транспорт, возникает качественно новая среда обитания. Ей присущ высокий уровень загрязнения[1].

При условии расположения мегаполиса в северных широтах, его экологические проблемы существенно усложняются по причине возникновения необходимости обеспечения функционирования в особых условиях зимнего периода при отрицательных температурах окружающей среды.

Исходя из погодно-климатических условий, в РФ необходимой составляющей зимнего содержания дорог, магистралей и других объектов дорожного хозяйства является использование противогололёдных реагентов (ПГР), негативное воздействие которых на компоненты природной среды в городе носит систематический характер.

Мониторинг загрязнения снежного покрова при применении ПГР проводили в условиях 2015 - 2016 гг., в период наибольшего накопления общего запаса воды в снеговом покрове на участках, расположенных на территории ЮЗАО города Москвы.

В образцах снега анализировали такие показатели как содержание ионов хлора, калия, кальция, магния, натрия, они являются основными компонентами ПГР и способны оказывать негативное влияние на окружающую среду.

В качестве фоновых выбраны участки с наименьшим содержанием исследуемых элементов в снеговой воде.

Как показали результаты исследований, содержание элементов в зависимости от мест отбора снега существенно варьировало, что обусловлено как интенсивностью применяемых ПГР, так и неравномерностью их внесения.

В целом, рассматривая средние содержания изучаемых элементов ПГР в верхнем слое снегового покрова, можно констатировать высокий уровень загрязнения снеговой воды особенно на участках наиболее приближённых к дороге

На участках наиболее приближенных к дороге как в условиях 2015, так и 2016 гг. отмечена концентрация, достигающая соответственно по хлору – 8100 и 8940; кальцию – 990 и 664; натрию – 6000 и 4610 мг/дм^3, что не только превышало фоновые значения, но и ПДК для воды в 23 и 26 раз(ПДК к-б = 350 мг/дм^3), кальция в 5,5 и 3,7(ПДК р-х = 180 мг/дм^3), натрия в 30 и 23 раза(ПДК к-б = 200 мг/дм^3) соответственно[7, 8].

Таким образом, при применении ПГР на территориях прилегающих непосредственно к месту их внесения создаётся чрезвычайно опасная ситуация, особенно по загрязнению снеговой воды хлором, кальцием, натрием, что может вызвать загрязнение сопредельных сред – почвы и грунтовой воды.

Список использованной литературы

Оценка воздействия на окружающую среду (ОВОС).Технология зимней уборки проезжей части магистралей, улиц, проездов и площадей (объектов дорожного хозяйства г. Москвы) с применением противогололёдных реагентов (на зимние периоды 2012 гг. и далее). Москва, 2012.136 с.

Василенко В.Н. Мониторинг засоления снежного покрова / В.Н. Василенко, И.Н. Назаров, Ш.Б. Фридман. – Л.:Гидрометеоиздат, 1985. 182с.

Воронцова А.В. Особенности поведения поллютантовв снеговом покрове Санкт-Петербурга и их влияние на городскую среду:дис. …канд. геогр. наук: 25.00.36/ Воронцова Анна Владиславовна. – Санкт-Петербург, 2013.119 с.

Никифорова Е.М. Мониторинг засоления снега и почв восточного округа Москвы противогололёдными смесями / Никифорова Е.М., Кошелева Н.Е., Власов Д.В. // Фундаментальные исследования №11.-2014. С. 340-347

Руководство по контролю загрязнения атмосферы. РД 52.04.186-89 Госкомгидромет СССР и Минздрав СССР. М.:1991, 693 с.

Дмитренко В.П. Экологический мониторинг техносферы: Учебное пособие. – 2-е изд., испр.Дмитренко В.П., Сотникова Е.В., Черняев А.В. – СПб.: Издательство «Лань», 2014. 368 с.

Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в воде водных объектов зозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования. Гигиенические нормативы ГН 2.1.5.1315-03 [Электронный ресурс]. – Режим доступа: http://www. Dioxin.ru/doc/gn2.1.5.1315-03.htm

Предельно-допустимые концентрации веществ в водных объектах [Электронный ресурс] / Правительство Москвы Департамент природопользования и охраны окружающей среды города Москвы ГПБУ «Мосэкомониторинг». – Режим доступа: http://www.mosecom.ru/water/pdk/

МОНИТОРИНГ СОДЕРЖАНИЯ ТЯЖЁЛЫХ МЕТАЛЛОВ И МЫШЬЯКА В ПОЧВАХ ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

А.А. Бабкина

Российский государственный социальный университет

РФ, 129226 г. Москва, ул. Вильгельма Пика, д. 4, строение 1, alexashka2506@mail.ru

Ведение хозяйственной деятельности и получение сельскохозяйственной продукции, соответствующей санитарно-гигиеническим нормативам, невозможно без изучения особенностей поведения токсичных элементов в почве. В связи с этим, в настоящее время особенно актуальными являются исследования по эколого-токсикологической оценке почв (Зубкова В.М. и др., 2016).

Целью работы явилась оценка эколого-геохимического и эколого-токсикологического состояния почв земель сельскохозяйственного назначения Тверской области.

В качестве объекта исследования выбраны почвы шести сельскохозяйственных предприятий Тверской области: колхоз «Им. Ильича» (Бежецкий район), СПК «Авангард» (Вышневолоцкий район), ФГУП ОПХ «Сахарово» и совхоз «Романовский» (Калининский район), совхоз «Колледж» (Бологовский район), СПК «Родина» (Калязинский район), зафиксированные в работе как варианты опыта I, II, III, IV, V, VI соответственно.

Исследования осуществляли в период в мае-июне 2015 года. Отбор почвенных проб проводили из пахотного слоя почвы, согласно ГОСТ 17.4.4.02-84. Во всех образцах определяли содержание подвижных форм меди, цинк, кадмия, свинца, никеля, хрома трехвалентного, ртути и мышьяка. Исследование проведено на базе лаборатории ФГБУ ГЦАС «Тверской» методами атомно-абсорбционной спектрометрии и фотометрически.

Для эколого-геохимической оценки состояния почвенного покрова использовали коэффициент концентрации Кс, для характеристики воздействия загрязнения использован суммарный показатель загрязнения Zc, для определения экологически опасных уровней концентраций тяжелых металлов рассчитан коэффициент опасности почв Ко (Хабаров В.А., 2003). Результаты представлены в табл.1.

Эколого-геохимическая оценка почв свидетельствуют об отсутствии загрязнения почв исследуемых участков тяжелыми металлами. Суммарный показатель загрязнения варьировал в пределах от 3,03 до 10,24.

Коэффициент опасности, рассчитанный для тяжелых металлов и характеризующий эколого-токсикологическое состояние почв, в большинстве вариантов находился на уровне 1-10% от ПДК. Однако содержание мышьяка либо достигало ПДК (I,III,IV участки), либо превышало значение 0,5 ПДК.

Таким образом, исследуемые почвы земель сельскохозяйственного назначения Тверской области являются чистыми по содержанию тяжелых металлов, но нуждаются в выявлении источников загрязнения мышьяком и в дополнительном обследовании на содержание этого элемента.

Табл.1. Результаты определения концентраций тяжелых металлов и мышьяка в пахотном слое (мг/кг) и расчет санитарно-гигиенических и эколого-геохимических показателей.

Вари-анты опыта	Показа-тели	Определяемый элемент								Zc
		Cu	Zn	Cd	Pb	Ni	Cr	Hg	As	
I	C	0,11	0,77	0,02	1,10	0,11	0,09	0,03	1,88	6,5
	Ко	0,00	0,01	0,04	0,03	0,01	0,02	0,01	0,94	

	Кс	1,22	2,57	1,00	1,26	1,83	1,29	2,55	1,81	
II	С	0,09	0,75	0,05	0,92	0,11	0,12	0,02	1,04	
	Ко	0,00	0,01	0,10	0,03	0,01	0,02	0,01	0,52	6,5
	Кс	1,00	2,50	2,50	1,06	1,83	1,71	1,91	1,00	
III	С	0,11	0,49	0,04	0,87	0,14	0,10	0,02	1,85	
	Ко	0,00	0,01	0,08	0,03	0,01	0,02	0,01	0,93	6,4
	Кс	1,22	1,63	2,00	1,00	2,33	1,43	2,00	1,78	
IV	С	0,15	0,99	0,06	0,92	0,17	0,10	0,02	1,85	
	Ко	0,01	0,02	0,12	0,03	0,01	0,02	0,01	0,93	10,3
	Кс	1,67	3,30	3,00	1,06	2,83	1,43	2,18	1,78	
V	С	0,15	0,30	0,02	0,99	0,14	0,07	0,01	1,55	
	Ко	0,01	0,01	0,04	0,03	0,01	0,01	0,01	0,78	3,6
	Кс	1,67	1,00	1,00	1,14	2,33	1,00	1,00	1,49	
VI	С	0,09	0,48	0,02	1,06	0,06	0,10	0,02	1,20	
	Ко	0,00	0,01	0,04	0,03	0,00	0,02	0,01	0,60	3,0
	Кс	1,00	1,60	1,00	1,22	1,00	1,43	1,64	1,15	
ПДК (ОДК)		33,0	55,0	0,50	32,00	20,00	6,00	2,10	2,00	

Список литературы:

1. Зубкова В.М., Белозубова Н.Ю., Малашенков А.А., Ханипова Э.Р. Формирование циклов химических элементов Льном-долгунцом при различных уровнях азотного питания. "Современная наука: актуальные проблемы теории и практики", Серия «Естественные и Технические науки» № СЕНТЯБРЬ-ОКТЯБРЬ , 2016, С.7-13.
2. Хабаров В.А. Комплексная геоэкологическая оценка урбанизированных территорий в условиях техногенеза [Текст]: автореф. дис. на соиск. учен. степ. д. г. н. (25.00.36) / Хабаров, Владимир Александрович; ГУЗ. – Москва, 2003. – 26 с.

СОДЕРЖАНИЕ ТЯЖЕЛЫХ МЕТАЛЛОВ В КОМПОНЕНТАХ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ СТЕРЛИТАМАКСКОГО РАЙОНА РЕСПУБЛИКИ БАШКОРТОСТАН

Э.Р. Ханипова

Российский государственный социальный университет,
РФ, 129226, г. Москва, ул. Вильгельма Пика, д.4., стр.1, emolinka@mail.ru

Одними из приоритетных загрязнителей атмосферного воздуха, почвы и воды в глобальном, региональном масштабе и в условиях городской среды считаются тяжелые металлы, что, в значительной мере, связано их биологической активностью (Будников, 2000). Тяжелые металлы, обладая разносторонними эффектами вредного влияния на организм, устойчивы в окружающей среде, способны накапливаться в тканях живых организмов и передаваться от низших звеньев пищевой цепи к высшим, что делает опасным для человека их присутствие в объектах среды обитания даже в низких концентрациях (Давыдова, Тагаев, 2002).

Эта проблема весьма актуальна и в Республике Башкортостан – регионе со своеобразными природно-климатическими условиями и развитой промышленностью. Особенно важным является изучение трансформации тяжелых металлов в агропромышленных районах Башкортостана, где производят продукцию растениеводства и животноводства, непосредственно используемую в питании человека. К одному из таких районов относится Стерлитамакский район, характеризующийся напряженной экологической ситуацией.

На территории города Стерлитамак, являющегося административным центром района расположены крупные предприятия химической и нефтеперерабатывающей промышленности, машиностроения, предприятия стройиндустрии, завод минеральных удобрений.

Цель исследования заключалась в изучении накопления тяжелых металлов в компонентах окружающей среды и закономерностей миграции их в агробиоценозах Стерлитамакского района Республики Башкортостан.

Для выявления закономерностей распределения тяжелых металлов территория агропромышленного района была условно разделена на 3 зоны, выбранные с учетом их удаленности от крупного промышленного центра.

Разноудаленность территорий совхозов от промышленных предприятий г. Стерлитамака, экранирующий эффект холмов, находящихся между ними, обусловили наибольшую суммарную загрязненность снега (в 1.1 и 2.4 раза) и увеличение кислотности снеговой воды (на 1.23 и 1.46 единицы pH) на территории 1-ой зоны по сравнению с территориями 2-ой и 3-ей зоны соответственно.

Содержание валовых форм тяжелых металлов во всех исследованных пробах не превышает значений ПДК и ОДК по исследуемым элементам, но существенно выше их фоновых значений: по Cd в 3.3 – 4.5; Ni – 1.9 – 2.1; Pb – 1.8 – 2.0; Fe – 1.3 – 1.6 раза. Для 1-ой зоны имеет место накопления в почве Cu, Mn, Cr, Fe.

Средний уровень содержания валовых форм Cd, Pb, Cr, Zn в почве приусадебных участков в 1,1 – 1,6 раза превышает концентрацию аналогичных элементов в почве отобранной с производственных участков.

В питьевой воде не выявлено превышений санитарно-гигиенических нормативов ни по одному металлу.

Во всех пробах воды обнаружено превышение гигиенических требований по жесткости.

Анализ общей накопительной способности изучаемых тяжелых металлов растениями в среднем по всем зонам в пересчете на сухую массу позволяет расположить растения в следующий убывающий ряд, мг/кг: капуста (156) > свекла (95) > морковь (94) >картофель (60).

Выявлены положительные сильные связи (r = 0,70 – 0,87) между содержанием тяжелых металлов в почве и растениях: для Pb, Cd, Cu – в свекле; Cd – в моркови.

Полученные данные свидетельствуют о том, что овощная продукция не является безопасной для человека по содержанию тяжелых металлов: из 260 исследованных образцов растений превышены ПДК по Cr в 110 образцах, по Cd – в 30 образцах, по Zn – в 10 образцах.

В пробах молока обнаружены тяжелые металлы в концентрациях, превышающих ПДК по Pb в 1-ой зоне в 2.6 раза; во 2-ой и 3-ей зонах в 1.5 раза.

Анализ химического состава сельскохозяйственных растений, выращиваемых на изучаемых почвах, позволил выявить достоверные положительные сильные связи для свинца, кадмия, меди в почве и растениях. Это вызывает необходимость подбора растений и сортов, устойчивых к повышенным концентрациям тяжелых металлов в почве.

В отдельных случаях для улучшения качества жизни и здоровья населения необходимо перепрофилирование сельскохозяйственного производства на возделывание кормовых и технических растений, а также продолжение изучения элементного состава всех звеньев трофической цепи и закономерностей распределения элементов в агробиоценозах.

Учитывая сложившуюся ситуацию, необходимо рекомендовать постоянный мониторинг как состояния компонентов окружающей среды, так и производимой сельскохозяйственной продукции (Ханипова, 2016).

Список литературы:

Будников Г.К. 2000. Тяжелые металлы в экологическом мониторинге водных систем . – Соросовский образовательный журнал, №5, с. 23-29.

Давыдова С.Л., Тагаев В.И. 2002. Тяжелые металлы как супертоксиканты XXI века. – Учебное пособие.– М.: РУДН, 140 с.

Ханипова Э.Р. 2016. Состояние компонентов окружающей среды и качества сельскохозяйственной продукции в условиях повышения антропогенной нагрузки. – В кн.: XXIII Международная научная конференция студентов, аспирантов и молодых ученых «ЛОМОНОСОВ-2016». – М., МАКС Пресс, с. 139-140.

ОЦЕНКА СОВРЕМЕННОГО СОСТОЯНИЯ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ СЕВЕРНЫХ ГИПОАРКТИЧЕСКИХ ТУНДР ВОСТОЧНО-ЕВРОПЕЙСКОГО СЕКТОРА АРКТИКИ

Е.М. Лаптева, Е.В. Шамрикова, Д.А. Каверин, А.В. Пастухов, Ю.В. Холопов

Институт биологии Коми НЦ УрО РАН, 167982, г. Сыктывкар, ул. Коммунистическая, д.28, lapteva@ib.komisc.ru; shamrik@ib.komisc.ru

В настоящее время природные экосистемы Арктики активно используются для добычи углеводородного сырья и его комплексной переработки. В условиях возможного изменения климата требуется повышенное внимание к оценке современного состояния тундровых экосистем и возможного изменения их основных компонентов (почв, растительности) под влиянием антропогенного воздействия. Восточно-европейский сектор Арктики (Большеземельская тундра) представляет особый интерес в этом плане в связи: (i) со слабой изученностью природных экосистем региона, особенно его северной части, и (ii) с распространением здесь так называемой «теплой» мерзлоты (температура верхних слоев многолетнемерзлых пород –0.8 …–2.1 °C). Такие температуры определяют быстрое реагирование мерзлоты на климатические изменения. При выраженном тренде потепления будет происходить быстрое снижение глубины залегания кровли многолетнемерзлых пород. Это окажет соответствующие влияние на характер растительного покрова, функционирование почвенной биоты, миграцию в ландшафтах химических элементов, в т.ч. тяжелых металлов, загрязнение которыми происходит при аварийных разливах нефти и нефтесодержащих жидкостей в районах интенсивной добычи углеводородного сырья (Губайдуллин, Иванов, 2007).

Цель данной работы заключалась в изучении особенностей распространения и свойств мерзлотных почв в северной части Большеземельской тундры (БЗТ), их связи с продуктивностью тундровых растительных сообществ и оценке фонового содержания в почвах и растениях тяжелых металлов.

Исследования проводили в бассейне р. Черная (север БЗТ, Ненецкий автономный округ). При изучении почв и растительного покрова в различных биогеоценозах, занимающих водораздельные и долинные ландшафты, использован экосистемный подход. Физико-химические исследования выполнены в аккредитованной экоаналитической лаборатории Института биологии Коми НЦ УрО РАН (аттестат аккредитации № РОСС RU.0001.511257 от 26.02.2014 г.). Региональный фон содержания тяжелых металлов оценивали в соответствии с (Обухов, Ефремова, 1988).

В результате обобщения полученных материалов составлен систематический список почв, представленных в различных ландшафтах северной части Большеземельской тундры. Разнообразие почвенного покрова включает 12 типов и 22 подтипа почв. Оценено их современное экологическое состояние, проведено крупномасштабное картирование ключевых участков. Показано, что на водоразделах в подзоне северных тундр основную роль в структуре почвенного покрова играют глееземы (типичные, перегнойные, криотурбированные, потечно-гумусовые), глееземы криометаморфические, торфяно-глееземы и подбуры, в ландшафтах заболоченных приморских террас – торфяно-глееземы и маршевые темногумусовые глеевые почвы. Выявлены ландшафтно-географические

закономерности формирования разнообразия тундровых почв и биологической продуктивности (326-1462 г $м^{-2}$) приуроченных к ним растительных сообществ. Определены запасы зеленых (244-1277 кг $га^{-1}$) и лишайниковых (7.6-176.8 кг $га^{-1}$) кормов в различных типах фитоценозов.

Установлены уровни накопления тяжелых металлов в почвах и растениях. Показано, что содержание приоритетных загрязнителей (Hg, Pb, Cu, Ni и Zn) в почвах БЗТ значительно меньше принятых в Российской Федерации нормативов по их ориентировочно допустимым концентрациям. В целом, почвы характеризуются низким региональным уровнем содержания меди (3.7-11,4 мг $кг^{-1}$), низким и средним – свинца (4.0-18.0 мг $кг^{-1}$), никеля (5.7-25 мг $кг^{-1}$), высоким – мышьяка (2.9-4.8 мг $кг^{-1}$). Региональный уровень содержания цинка в почвах варьирует от низкого до повышенного (14–76 мг $кг^{-1}$), кадмия – от среднего до высокого (0.1-0.6 мг $кг^{-1}$). Отмеченное в ряде случаев повышенное содержание As, Co, Mn и Cd обусловлено особенностями состава почвообразующих пород и спецификой условий аккумуляции и миграции элементов в ландшафтах криолитозоны.

В направлении от северных гипоарктических тундр к южным кустарниковым отмечена тенденция снижения в почвах водоразделов содержания As, Zn, Ni, Pb, Cu, и их возрастания – в аллювиальных почвах. Исключением является цинк. Его содержание в пойменных почвах северной тундры выше, чем в аналогичных почвах южной тундры. Для кадмия выявлено практически 2-3-кратное возрастание его содержания во всех типах почв северных тундр, по сравнению с южными. Для растений северных гипоарктических тундр отмечены низкие значения содержания тяжелых металлов, соответствующие их содержанию в тундровой растительности Арктики и Субарктики.

Полученные данные имеют значения для организации производственного экологического мониторинга и оценки антропогенного воздействия на компоненты природной среды Большеземельской тундры.

Работа выполнена при частичной финансовой поддержке проектов Комплексной программы УрО РАН № 15-15-4-46 «Взаимосвязь биоразнообразия и биопродукционного потенциала наземных экосистем Европейской Арктики с особенностями формирования мерзлотных почв и динамическими аспектами их трансформации в современных условиях климата», а также № 15-2-4-28 «Биогеохимические процессы как основа устойчивого функционирования почв Арктики в условиях меняющейся природной среды (на примере равнинных и горных экосистем)».

Список литературы:

Губайдуллин М.Г., Иванов Р.С. 2007. Интегральная оценка воздействия нефтей на окружающую среду с учетом их компонентного состава. – Вестник Поморского ун-та. Сер.: «Естественные и точные науки», № 1 (11), с. 5–12.

Обухов А.И., Ефремова Л.Л. 1988. Охрана и рекультивация почв, загрязненных тяжелыми металлами. – В кн.: Тяжелые металлы в окружающей среде и охрана природы. – М.: Изд-во Моск. ун-та, с. 23–36.

ПОВЕРХНОСТНОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ И РАСПРЕДЕЛЕНИЕ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ В РАСТЕНИЯХ ЛУГОВЫХ ФИТОЦЕНОЗОВ ПОЛЕССКОГО ГОСУДАРСТВЕННОГО РАДИАЦИОННО-ЭКОЛОГИЧЕСКОГО ЗАПОВЕДНИКА

Н.В. Шамаль, Р.А. Король, Е.А. Клементьева, А.А. Дворник
Институт радиобиологии НАН РБ,
РБ, 246007, г. Гомель, ул. Федюнинского, 4, namahasha@rambler.ru

В Беларуси после аварии на Чернобыльской АЭС около 20% территории республики признано загрязненной ^{137}Cs. Из них около 2% площади имеет плотность загрязнения изотопами ^{238,239,240}Pu более 0.37 кБк·кв.м$^{-1}$. На отдаленном этапе после аварии на фоне сохраняющейся проблемы ^{137}Cs все большую актуальность приобретает проблема трансурановых элементов (ТУЭ). Высокая токсичность, продолжительные периоды полураспада и увеличение доли доступных для растений форм в почве определяют радиоэкологическую значимость ^{241}Am и изотопов плутония при их вовлечении в биологический круговорот.

Загрязнение надземных частей растений радионуклидами складывается из корневого поступления в растения и отложения в составе пылевых частиц на поверхности растений. В зависимости от пути поступления они имеют различную способность к закреплению в растениях. Целью работы было провести оценку распределения техногенных радионуклидов на поверхности и в тканях растений по формам с различной подвижностью.

Исследования проводились на территории Полесского государственного радиационно-экологического заповедника (ПГРЭЗ) на лугу около выселенного н.п. Масаны. (площадка 1) и в.н.п. Радин (площадка 2). Заповедник образован на землях отчуждения в связи с аварией на Чернобыльской АЭС. Радиологическая характеристика площадок представлена в таблице.

Таблица – Плотность загрязнения почвы радионуклидами Чернобыльского выброса

Площадка	Мощность дозы, мкГр·ч$^{-1}$	^{137}Cs	^{238}Pu	^{239,240}Pu	^{241}Am
		кБк·кв.м$^{-1}$			
1. Масаны	3.2-4.1	3480	13.4	29.1	82.9
2. Радин	4.3-5.6	5100	1.7	3.7	12.4

Объектами изучения были выбраны травянистые многолетники, занимающие субдоминантное положение в изучаемых луговых фитоценозах: *Artemisia campestris L.* (площадка 1) и *Artemisia absinthium L.* (площадка 2).

Ресуспензия трансурановых элементов оценивалась по величине их осаждения на планшетах. В качестве поглощающего материала использовалась фильтроткань Петрянова.

Поверхностное загрязнение растений оценивали по активности смывов с растений. Смывы проводили с поверхности сырых проб растений дистиллированной водой (Пристер, 2008).

Распределение ТУЭ в растениях *Artemisia campestris L.* оценивали по методу Клемта в модификации Болсуновского (Bolsunovsky et al., 2005). Суть метода заключается во фракционировании форм ТУЭ с различной подвижностью из фитомассы растений. В ходе фракционирования были получены 4 фракции: обменная, адсорбционная, связанная с органическим веществом и неразложившийся остаток.

Отношение активности суточных выпадений на планшетах к плотности загрязнения почвы на площадках 1 и 2 составило: для ^{137}Cs – 5.3*10^{-7} и 1.2*10^{-7}, для ^{238}Pu – 3*10^{-9} и 8*10^{-8}, для ^{239,240}Pu – 4*10^{-9} и 8*10^{-8}, для ^{241}Am – 4.2*10^{-7} и 3.1*10^{-7} соответственно.

Похожие результаты получены по вкладу поверхностной адсорбции радионуклидов в общее загрязнение растений ТУЭ. Доля ТУЭ, на поверхности растений *A. absinthium* и *A. campestris*, к общему загрязнению надземной фитомассы имела значения: для изотопов Pu

– 8.6-9.0%, для ^{241}Am – 25.2-25.4%. Отмечен высокий вклад поверхностной адсорбции ^{241}Am в общее загрязнение растений этим изотопом. Отношение изотопов плутония к ^{241}Am в растениях составило 1:1.6-3.0, а в смывах – 1:5.9-12.0. В то же время при высокой активности суточных выпадений вклад в поверхностное загрязнение растений ^{137}Cs составляет 3-4% от общей удельной активности надземной фитомассы растений.

Внутреннее загрязнение надземной части растений ^{137}Cs на обоих площадках было практически одинаковым и составляло 906-913 Бк·кг$^{-1}$. Удельная активность (УА) ^{238,239,240}Pu в растениях *A. campestris* и *A. absinthium* составила 0.737 и 0.324 Бк·кг$^{-1}$. УА ^{241}Am в растениях была 2.16 и 0.542 Бк·кг$^{-1}$ соответственно.

При анализе накопления изотопов плутония растениями отмечена тенденция более активного накопления в растениях ^{238}Pu по сравнению с ^{239,240}Pu. Отношение ^{238}Pu к ^{239,240}Pu в почве составляло 1:2, а в надземной части растений изученных видов оно было 1:0.8-1.2.

Америций более активно поглощался растениями, чем плутоний. Отношение изотопов плутония к америцию в растениях имело значения 1:1.6-3.7, что значительно выше этого отношения в почве (1:1.9-2.5). Так как исследования проводились в течение двух лет, которые существенно различались климатическими условиями вегетационного периода, было проведено сравнение удельной активности плутония и америция в растениях *A. campestris*. Установлено, что удельная активность ТУЭ в надземной части растений в условиях засухи в вегетационный период существенно снижается. Для изотопов плутония снижение активности составило более 300%, для ^{241}Am – 30%. При этом сохранялась общая закономерность значительно более высокого загрязнения растений ^{241}Am по сравнению с изотопами плутония. В засушливый год соотношение удельной активности плутония к америцию составило 1:8.1.

Разделение ТУЭ по фракциям показало, что большая часть изотопов плутония в растениях находится в адсорбционной форме (49%). Обменная форма и связанная с органическим веществом составляют 15.4 и 12.8% соответственно. Прочно фиксируется в растениях 22.8% изотопов плутония.

Америций, в отличие от плутония, в тканях растений входит в состав иных соединений, что отражается на его распределении по изучаемым формам. Обменная и адсорбционная формы в сумме составляют 10%. Доля формы ^{241}Am, связанной с органическим веществом, составляет 73% от общей активности изотопа в надземной части полыни, и 17% ^{241}Am находится в растении в виде нерастворимой части.

В результате проведенных исследований установлено, что радионуклиды Чернобыльского выброса по степени биологической доступности для растений рода Artemisia располагаются в следующей последовательности: ^{239,240}Pu < ^{238}Pu < ^{241}Am < ^{137}Cs. Высокая способность к воздушному переносу америция-241 по сравнению с изотопами плутония обуславливает его существенный вклад в общее поверхностное загрязнение растений. Концентрационное различие форм изотопов плутония и америция в растениях указывает на то, что они входят в состав разных органических комплексов.

Список литературы:

Пристер Б.С., 2008. Проблемы сельскохозяйственной радиобиологии и радиоэкологии при загрязнении окружающей среды молодой смесью продуктов ядерного деления: монография. – Чернобыль: Ин-т проблем безопасности АЭС, 320 с.

Bolsunovsky A., Zotina T., Bondareva L. 2005. Accumulation and release of ^{241}Am by a macrophytes of the Yenisei River (Elodea canadensis). Journal of Environmental Radioactivity, 81, p.33-46.

ИССЛЕДОВАНИЕ УРОВНЯ ШУМОВОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ В Г. КЕРЧЬ

Д.О. Кривогуз[1)], Д.Н. Буртник[1)]

[1)]Керченский государственный морской технологический университет
РФ, 298310, г. Керчь, ул. Орджоникидзе 82, krivoguzdenis@gmail.com

Шумовое загрязнение урбанизированных территорий зачастую имеет локальный характер. На данный момент для территории г. Керчь уровень шума в пределах дорожных зон и прилегающих к ним территорий в значительной мере превышают 90 дБ, что на 10 дБ выше максимального значения шума, не наносящего вреда человеческому организму и на 35 дБ превышает санитарные нормы. К тому же они имеют тенденцию к усилению ежегодно на 0,5 дБ, что представляет большую опасность для окружающей среды и здоровья людей в районах оживленных транспортных магистралей. На данный момент это связано с интенсификацией транспортного потока грузового транспорта с материковой части Российской Федерации в глубь полуострова из-за отсутствия альтернативных логистических путей для доставки грузов в другие города Крыма [1,2,4].

Наиболее эксплуатируемой автомобильной дорогой в районе г. Керчь на данный момент является ул. Орджоникидзе, по которой в день проходит 400 – 600 легковых и 60 – 75 грузовых автомобилей с примерной скоростью 60 км/ч.

Сбор данных и наблюдений при проведении исследования производился шумометром CEM DT-8852.

Результаты полевых замеров были занесены в базу пространственных данных, на основе которых была произведена интерполяция показателей и получена карта уровней шумового загрязнения (Рис.1.).



Рисунок 1. Шумовое поле Района Аршинцево.

На основании проведенных измерений и построенной карты шумового загрязнения можно выделить 4 зоны с разным уровнем шумового загрязнения:

1. Зона слабого воздействия (до 60 дБ): расположена в районе улицы Тенистой. Малое шумовое воздействие обусловлено редким автомобильным потоком и достаточным количеством зеленых насаждений, снижающих уровень поступающих звуковых волн.

2. Зона среднего воздействия (60 –65 дБ): расположена вдоль автомобильной дороги ул. Тенистая, а также охватывает и примыкающие к ней близлежащие территории. Данный уровень шумового воздействия вызван умеренным потоком автомобильного транспорта.
3. Зоны ощутимого воздействия (70 – 75 дБ): расположены в районе ул. Тенистой, ул., Льва Толстого, ул. Севастопольская, Линейного переулка, а также охватывает и примыкающие к ней автомобильные дороги и близлежащие территории. В этой зоне уровень шумового загрязнения обусловлен движением автомобильного транспорта.
4. Зоны акустического дискомфорта (выше 90 дБ): расположены вдоль ул. Орджоникидзе в северо-западной части территории.

Воздействие шума на население обусловлено оживленным автомобильным движением. Большая часть района Аршинцево лежит в зонах ощутимого воздействия, и лишь отдельные его территории не подвергаются сильному воздействию шума, образуя зоны акустического комфорта.

Самым распространенным источником шумового загрязнения является автотранспорт, железная дорога, авиатранспорт, промышленные предприятия, а также строительные площадки [3].

Исходя из вышесказанного можно предложить следующие мероприятия по снижению шумового загрязнения [2,5]:

1. Рациональная организация движения авторанспорта
2. Снижение интенсивности движения
3. Замена шумных транспортных средств
4. Применение менее шумных типов дорожного покрытия
5. Вертикального озеленения
6. Установка звукоизолирующих трехслойных стеклопакетов.

Таким образом, можно сделать вывод, что шумовое загрязнение стало значительно усиливаться, а принимаемые меры, которые применяют в все меньше и меньше избавляют жителей города шумовое загрязнение.

Список использованной литературы

1. Борьба с шумом в городах: Совм. Сов. - фр. Изд.-М.: Стройиздат. - 1987 г. - 248 с.
2. Некипелова О.О. Шум, как экологический фактор среды обитания. // Современные наукоемкие технологии. - 2004 г. - № 2. - с.157 - 158.
3. Некипелов М.И. Интенсивность транспортного шума в Иркутске и его гигиеническая оценка // Гигиена и санитария. - 1971г. - № 8. - с. 29 - 33.
4. Некипелов М.И. Пролетный шум самолетов и субъективная оценка его беспокоящего действия // Акустический журнал АН СССР. - 1972. - Т. ХУШ. Вып. 1. - с 74-81.
5. Некипелов М.И. Гигиеническая оценка шумового режима городов Восточной Сибири в зависимости от их планировочных решений и организации транспортного движения //Гигиенические аспекты снижения шума в районах новой застройки. - Москва, 1979 г. - с. 51 - 55.

ЭЛЕМЕНТЫ КОНЦЕПЦИИ УПРАВЛЕНИЯ БЫТОВЫМИ ОТХОДАМИ НА ТЕРРИТОРИИ НП «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ» (СМОЛЕНСКАЯ ОБЛАСТЬ).

И.И. Подлипский, В.Р. Хохряков

Санкт-Петербургский государственный университет, Санкт-Петербург, primass@inbox.ru;
НП «Смоленское Поозерье», пос. Пржевальское, khokhryakovy@yandex.ru;

С целью решения создающихся проблем с отходами на территории НП «Смоленское Поозерье» необходимо разработать, согласовать (с управляющими природоохранными органами и руководством ООПТ) и принять к исполнению программу «Комплексного управления отходами (КУО), базирующейся на основе принципа «нулевого сброса». Основа системы КУО на ООПТ – это внедрение системы раздельного сбора отходов.

Основная идея системы раздельного сбора базируется на принципе «легче не смешивать, чем разделять», т.е. предотвратить смешение и загрязнение утильных фракций бытовых (коммунальных) отходов [5, 6].

Наиболее рациональной и простой в организации является установление системы сбора по 4-м основным контейнерам: 1. органические материалы (биоразлагаемые); 2. бумага, картон, текстиль и стекло; 3. пластик и металл (черные и цветные); 4. отсев (различные по происхождению мелкие сложные (композитные) материалы и предметы). Дополнительным контейнером может быть емкости в местах массового посещения и/или проезда (прохода) населения для сбора крупногабаритных сложных предметов и материалов (мебель, бытовая техника и др.), разбор которых затем производится вручную.

Таким образом в процессе селективного сбора в местах сбора образуется продукция, довольно высокого качества в связи с чем можно в дальнейшем вести работу с этими ресурсами не нарушая ФЗ № 33 "Об особо охраняемых природных территориях" (редакция, действующая с 24 июля 2015 года).

Основные направления переработки выделенных фракций материалов (сырье) кратко представлены на схеме (рис. 1), процесс реализации которых может быть осуществлен на площадке расположения существующего полигона ТБО в пос. Пржевальское. Технологическое разделение на секции (цеха) необходимо отдельно рассматривать в рамках разработки проекта станции по мусоросортировки и переработки.

Наиболее сложной из выделяемых фракций является «отсев» переработку которого можно проводить совместно с уже захороненными на полигоне отходами. Примером рационального метода переработки этой фракции, является интеграционная минерально-матричная технология (ИММ-технология) [3, 4], разработанная на основе фундаментальной научной теории синтеза вяжущих веществ в дисперсных грунтах [1]. Благодаря ей возможна физико-химическая переработка складированных ранее ТБО и отсева в строительный материал – грунты укрепленные техногенные (ГУТ) и рекультивационные смеси.

ИММ-технология заключается в использовании свойств минеральных систем на основе глин или глинистых пород, алюмосиликаты которых подвергшись интенсивному щелочному гидролизу в присутствии ионов щелочноземельных металлов, преобразуются в высокодисперсную минерально-матричную систему, характеризующуюся предельным неравновесным состоянием и повышенной сорбционной емкостью. При введении в такую минеральную матрицу отходов из их состава вовлекаются химически активные загрязнители (такие как тяжелые металлы и металлоиды), играющие роль центров образования новой равновесной структуры [2, 3].

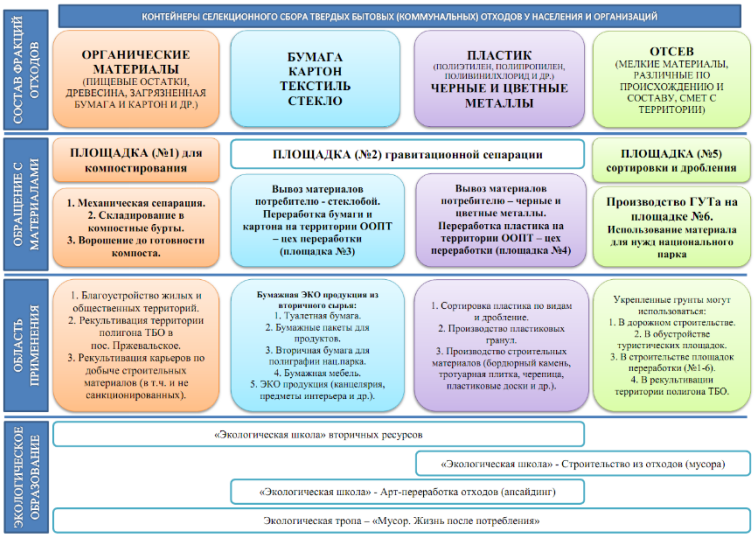


Рис. 1 Структура системы раздельного сбора бытовых отходов от населения и организаций.

Таким образом, при условии бесперебойной работы системы селективного сбора, а также заключения договоров с потребителями отдельных утильных фракций бытовых отходов проблема с отходами на территории пос. Пржевальское и ближайших населенных пунктах найдет свое решение.

Список использованных источников

1. Кнатько В.М. Теория синтеза неорганических вяжущих веществ в дисперсных грунтах. Л.: Изд-во Ленинградского ун-та, 1989, 92 с.;
2. Кнатько М.В., Жабриков С.Ю., Подлипский И.И. ИММ-технология как эффективный драйвер развития рынка переработки отходов нефтедобычи. // Нефть. Газ. Новации, 2014 г. №8, с. 58-64;
3. Кнатько М.В., Жабриков С.Ю., Подлипский И.И. Использование ИММ-технологии для снижения негативного техногенного воздействия на литосферу оказываемого деятельностью ЖКХ. // Инновации и инвестиции, №4, 2015, с. 224-226;
4. Патент №2096081 (РФ). Кнатько В.М., Щербакова Е.В. Способ производства сорбента тяжелых металлов и других загрязнителей на основе глинистых пород. // Офиц. бюл. Рос. агентства по патентам и тов. знакам. 1997, №32, с. 169;
5. Подлипский И.И. Полигон бытовых отходов как объект геологического исследования. // Вестник СПбГУ, 2010, Сер. 7, Вып. 1. с. 15-31;
6. Подлипский И.И. Эколого-геологическая характеристика полигонов бытовых отходов и разработка рекомендаций по рациональному природопользованию: Автореф. дис. кандид. геолого-минералогических наук. СПб.: Изд-во СПбГУ, 2010, 22 с.;

ПЕРВЫЕ ДАННЫЕ ПО БИОГЕОХИМИИ ОРГАНОВ И ТКАНЕЙ РЫБ И МОЛЛЮСКОВ ОЗЕР НП «СМОЛЕНСКОЕ ПООЗЕРЬЕ»

И.И. Подлипский [1], П.С. Зеленковский [2], В.Р. Хохряков [3]

[1]Санкт-Петербургский государственный университет, Институт наук о Земле, каф. Экологической геологии, olina2108@mail.ru;

[4]Национальный парк «Смоленское Поозерье», пос. Пржевальское, Смоленская область khokhryakovy@yandex.ru.

В 2014-2016 гг. на территории национального парка (НП) «Смоленское Поозерье» сотрудниками кафедры экологической геологии Санкт-Петербургского государственного университета совместно с администрацией НП осуществляются работы по комплексной эколого-геохимической оценке состояния водосборных территорий и акваторий крупнейших озер национального парка (Дго, Сапшо, Лошамьё и Городище (Ржавец/Ржец). Озера НП и прилежащие к ним территории находятся в различных функциональных зонах. Так, озера группы Сапшо (Сапшо, Рытое, Чистик, Глубокое, Мутное), находящиеся в центральной части парка в зоне экстенсивного природопользования, испытывают наиболее сильную антропогенную нагрузку из-за находящегося рядом пос. Пржевальское. Озера Дго и Городище расположены в рекреационной части парка, где находятся туристические стоянки. В районе этих озер работы проводились первый год. Водосборная площадь озера Лошамье находится в заповедной части парка, доступ в которую запрещен без специального разрешения.

В общий ежегодный состав работ включались: геохимическая (отбор проб поверхностных почв (плотность опробования 200×200 м или 400×400 м); радиальная съемка и описание почв; отбор нестратифицированных донных отложений дночерпателем Ван Вина), биогеохимическая (отбор проб тканей березы – листья или кора) и гидрохимическая (отбор проб придонных вод озер, отбор проб водосновных поверхностных притоков) съемки водосборных площадей озёр: Лошамьё, Баклановское, Сапшо, Рытое, Чистик, Круглое и др.

Новым для НП видом работ являются исследования по оценке состояния водных систем озер методами аккумулятивной индикации, путем определения содержания поллютантов (тяжелых металлов) в органах (сердце, печень, жабры, плавательный пузырь, чешуя) и тканях (костная и мышечная ткани) рыб с разной пищевой специализацией, а также в организмах двустворчатых моллюсков (отдельно в живых тканях и раковинах). Отобранные образцы (мягкие ткани) в полевых условиях консервировались с использованием 40% р-ра формалина. В лабораторных условиях проводилась стандартная прободготовка, согласно ГОСТ Р ИСО 22030-2009 и проведение атомно-эмиссионного анализа на приборе ICP 9000 (Shimadzu).

Первичная обработка материалов показала, что в распределении содержаний различных тяжелых металлов в тканях пресноводных организмов выделены некоторые закономерности (см. рис. 1,2). К примеру, распределение цинка характеризуется однородностью, лишь с небольшим превышением (статистически незначимым) в печени рыб (рис. 1). Однако распределение содержания свинца в организмах водных экосистем напротив отражает некоторую неоднородность. Повышенные содержания характерны для мягких тканей моллюсков и сердца рыб. С учетом трудоемкости извлечения внутренних органов рыб, целесообразно анализировать состав мягких тканей моллюсков.

По результатам анализа будет проведена математическая обработка, картирование, а также сравнение с результатами предыдущих лет. Материалы исследований будут использованы для организации дальнейшего эколого-геохимического мониторинга (каждые 3-5 лет) на территории национального парка «Смоленское Поозерье».

Таблица 1.

Содержание тяжелых металлов в тканях рыб и моллюсков (мг/кг, 2015 г.)

Название	Тип пробы	Fe	Mn	Ni	Cr	Co	Zn	Cu	Pb	Cd
р. Сапша	Моллюск, тело	333	275	-	0,9	-	121	18,4	5,6	0,37
оз. Рытое		39	534	-	0,6	-	83	12,1	3,1	0,49
оз. Сапшо о. Долгий		338	473	-	0,5	-	98	45,4	4,6	0,17
оз. Сапшо о. Распашной		342	378	-	1,1	-	122	21,2	6,8	0,45
оз. Сапшо с-з пляж		203	523	-	0,4	-	125	18,8	5,2	0,37
оз. Чистик		204	528	-	0,1	-	125	1,2	2,8	0,51
оз. Рытое		118	230	-	1,1	-	76	1,2	3,8	0,40
оз. Лошамье	Окунь жабры	75	5,4	0,9	28,1	0,2	74	0,4	<0,1	-
оз. Сапшо		120	6,4	3,4	44,6	2,1	181	1,9	9,1	1,40
оз. Рытое		105	6,8	1,9	32,2	0,9	121	1,94	1,5	-
оз. Баклановское		128	4,8	2,9	35,4	1,5	144	1,8	4,6	-
оз. Лошамье	Окунь сердце	185	2,4	0,7	4,2	0,4	89	9,4	<0,1	-
оз. Баклановское		213	2,3	1,4	5,3	1,1	123	14,1	<0,1	-
оз. Сапшо		256	2,2	1,6	6,4	1,2	146	18,7	<0,1	0,10
оз. Рытое		241	2,1	1,1	5,8	1	135	15,3	1,1	-
оз. Сапшо	Окунь плав. пузырь	47,2	2,0	1,4	10,1	1,2	92	2	3,2	0,40
оз. Баклановское		41	1,9	1,1	9,8	1,1	135	1,8	3	-
оз. Рытое		38	1,8	0,8	9,5	0,9	89	1,85	2,8	-
оз. Лошамье		21	1,7	0,6	4,6	0,4	54	1,6	2,4	-
оз. Баклановское	Окунь мышцы	58	1,5	1,8	5,9	1,6	68	2,6	0,56	0,14
оз. Рытое		66	1,8	1,1	5,1	1,4	65	1,9	0,77	0,12
оз. Сапшо		95	1,3	2,5	6,2	1,5	74	2,8	1,25	0,20
оз. Лошамье		16,5	1,5	0,8	4,5	0,9	35	1,5	0,2	0,09
оз. Баклановское	Окунь печень	165	4,5	0,57	32,8	1,2	321	5,4	4,9	-
оз. Лошамье		111	3,5	<0,01	18,7	0,4	134	2,4	1,1	-
оз. Рытое		140	4,1	0,45	33,2	0,8	185	3,1	3,6	-
оз. Сапшо	Окунь чешуя	89	3,7	0,64	35,5	1,4	59	6,1	1,9	-
оз. Баклановское		124	2,8	0,55	9,7	0,8	67	1,8	1,4	-
оз. Рытое		64	4,3	0,3	13,2	0,6	68	1,6	1,1	-
оз. Лошамье		44	1,5	<0,01	1,3	0,3	36	1,1	<0,1	-

ПРОБЛЕМЫ ОТХОДОВ И ПУТИ ИХ РЕШЕНИЯ В ПРОГРАММЕ «БОЛЬШОЙ ВЛАДИВОСТОК»

Н.С. Деминова[1)], Н.Н. Гнитецкая[2)], Ю.Г. Пискунов[3)]

[1),2)] Филиал федерального государственного автономного образовательного учреждения высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» в г. Артеме РФ, 692760 Приморский край, г. Артем, ул. Фрунзе, д. 19, deminova.natalya@mail.ru
[3)] Федеральное государственное автономное образовательное учреждение высшего образования «Дальневосточный федеральный университет» РФ, 690091 Приморский край, г. Владивосток, о. Русский, поселок Аякс - 10, кампус ДВФУ, piskyg@inbox.ru

Устойчивое развитие Российской Федерации, высокое качество жизни и здоровья населения, а также национальная безопасность могут быть обеспечены только при условии сохранения природных систем и поддержания соответствующего качества окружающей среды.

Механизмом устойчивого развития на базе столицы Приморского края, центра России в АТР, является реализация программы «Большой Владивосток», ориентированной на создание современного мегаполиса, в котором будет жить от 1 до 3 миллионов человек.

Кроме собственно Владивостока, в новую агломерацию войдет еще несколько муниципальных образований: Хасанский и Надеждинский районы, а также города Уссурийск, Артем, Большой Камень, Фокино и Находка (табл.). Их главная особенность состоит в том, что они обладают различными конкурентными преимуществами, то есть могут органично и эффективно дополнять друг друга. Владивосток – это финансовый центр, Артём и Уссурийск – промышленные, Хасанский и Надеждинский районы – сельскохозяйственные, Находка – транспортный узел.

Таблица

Муниципальные образования программы «Большой Владивосток»

Муниципальное Образование	Территория км²	Население (человек) к 2016 году
Городской округ Владивосток	561,54	631 387
Городской округ Артём	506,39	113 451
Надеждинский муниципальный район	1 595,67	38 209
Городской округ Уссурийск	3626,0	194 761
Городской округ Большой Камень	119,8	38 718
Городской округ ЗАТО Фокино	16,0	23 219
Городской округ Находкинский	325,9	153 581
Хасанский муниципальный район	4130,0	32 139
ВСЕГО	10 881,3	1 225 465

Создание такой большой и уникальной городской агломерации неизбежно приведёт к усилению негативного воздействия на окружающую природную среду. Многое в этом

направлении уже сделано по различным проявлениям в различных муниципальных образованиях, но ещё больше предстоит сделать, учитывая превращение всех этих образований в нечто единое.

Одной из таких проблем является образование отходов – это неустранимый процесс, который неизбежно сопутствует человеческой жизнедеятельности. Отходы образуются на всех стадиях жизненного цикла продукции – от добычи природного сырья для производства до утилизации продукции. При этом вся произведенная человеком продукция практически полностью переходит в категорию отходов после ее использования потребителями как в сфере производства и услуг, так и процессе конечного потребления (Каплан, Секачев 2010).

На территории Приморского края за период 2013-2015 гг. было образовано 122,15 млн. тонн отходов (или 40,72 млн. тонн в среднем за год). В общем количестве отходов существенно преобладают отходы V класса опасности – 39,8 млн. тонн (или 98,8%).

Наибольшее количество источников образования отходов, в том числе твёрдых коммунальных отходов, находится на промышленно развитых высокоурбанизированных территориях края, с высокой концентрацией населения, прежде всего во Владивостокском ГО (154.4 тыс.т/год), Артемовском ГО (45,5 тыс.т/год), Находкинском ГО (70,8 тыс.т/год), Уссурийском ГО (59,1 тыс.т/год).

В Приморском крае находятся 58 объектов размещения отходов, входящих в ГРОРО (государственный реестр размещения отходов), в том числе 12 полигонов ТКО (твердые коммунальные отходы), расположенные в Кировском, Тернейском, Хасанском муниципальных районах, Партизанском, Уссурийском, Владивостокском, Находкинском городских округах, городских округах Спасск-Дальний, ЗАТО Фокино, Большой Камень, а также один межмуниципальный комплекс в Арсеньевском городском округе.

На территориях большинства муниципальных образований края утилизация бытовых отходов обеспечивается только вывозом отходов от населения на свалки, не имеющие природоохранных сооружений и зачастую расположенные на земельных участках, не отведенных в соответствии с действующим законодательством под складирование отходов (Доклад «О экологической ситуации... 2015).

Смелое решение о создании такой большой городской агломерации требует соответствующих смелых решений. Безусловно, это инфраструктура. Построены и продолжают строиться новые дороги и мосты, во Владивостоке появились очистные сооружения, которых отродясь не было, появился мусороперерабатывающий и мусоросжигательный заводы, закрыта бетонным саркофагом городская свалка ТБО в бухте Горностай, но накопившиеся и намечающиеся проблемы это не устраняет.

Перевод ТЭЦ на газ должен продолжиться вплоть до полного отказа от угольной энергетики, которая в настоящее время является главным загрязнителем окружающей природной среды. Накопившиеся золошлаковые отвалы необходимо полностью утилизировать, как это делается в развитых странах. Тем более, что укоренившееся мнение о их высокой радиоактивности на примере золошлакового отвала АртёмТЭЦ нашими исследованиями не подтвердилось.

Помимо общегородских очистных сооружений крайне важно широко активизировать строительство локальных очистных при каждом предприятии, не допуская выпусков в водотоки технических и канализационных вод. Особое внимание обратить на расплодившиеся автомойки, которые по техническому регламенту должны работать на регенирированных водах.

Привлечение иностранного капитала должно сопровождаться созданием высокотехнологичных современных производств, работающих по безотходным или малоотходным технологиям. Отрицательным моментом является сдача российских земель сельскохозяйственного назначения в аренду предпринимателям из Китая. Или сдача им же значительной части лесного фонда региона.

Необходимо увеличить количество стационарных пунктов сбора вторсырья в местах наибольшей концентрации населения. Так, например, пунктов приема макулатуры в крае

всего 7 (Владивостоке – 4, Находке – 2 и в Кировском районе – 1). Для Приморского края, наряду со стационарными пунктами, эффективной может оказаться также организация передвижных пунктов приёма вторичного сырья, которые с какой-то периодичностью будут объезжать муниципальные образования края (Приложение к приказу…2016).

Желательно полностью отказаться от свалок твёрдых бытовых отходов, расширяя количество мусороперерабатывающих предприятий и увеличивая их мощности, что в конечном итоге позволит переработать накопившиеся многочисленные промышленные и бытовые отходы.

Также эффективно развитие экологической культуры, экологического образования и экологической пропаганды. Эту проблему может помочь решить общественное движение. При этом каждый желающий россиянин должен иметь возможность не только заявить о найденной свалке, но и потребовать проведение соответствующей проверки, экспертизы и её утилизации свалки. Для этого необходимо создать в каждом муниципальном районе сайт, в котором можно проследить действия администрации в этом направлении.

Проводя наблюдения в качестве практических занятий по экологии, безопасности жизнедеятельности и другим природоохранным дисциплинам силами студентов филиала ДВФУ в г. Артеме, удалось создать схему размещения несанкционирорванных свалок ТБО в черте Артёмовского городского округа.

Создание производств по выборочному сбору мусора и предприятий по его переработке создает новую неограниченную потребность в рабочей силе — это мощное оружие против безработицы. Комплекс предлагаемых и других природоохранных мероприятий позволит значительно улучшить качество окружающей природной среды, что приведёт к улучшению здоровья населения, особенно в части болезней органов дыхания.

Список литературы:

Доклад «О экологической ситуации в Приморском крае в 2015 году». Владивосток. 2016. - с. 269.

Каплан А.Л., Секачев Ю.Н. 2010. Некоторые проблемы государственного и общественного экологического контроля за отходами производства и потребления на территории Самарской области. – Журнал Безопасность жизнедеятельности, № 4, с. 46-48.

Приложение к приказу департамента природных ресурсов и охраны окружающей среды Приморского края от 3 октября 2016 г. № 246 Территориальная схема обращения с отходами, в том числе с твердыми коммунальными отходами, в Приморском крае, с. 152.

ОЦЕНКА ВОЗДЕЙСТВИЯ ЗАПОРОЖСКОЙ АЭС НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ НА ОСНОВЕ ДАННЫХ КОМПЛЕКСНОГО РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА

С.В. Барбашев [1], Б.С. Пристер[2]

[1] Одесский национальный политехнический университет
Украина, 65044, г.Одесса, пр-т Шевченко, д.1, barabashev49@mail.ru
[2] Институт проблем безопасности АЭС НАН Украины
Украина, 03680, г. Киев, ул. Лисогорская, д.12, bpister@mail.ru

В качестве метода изучения состояния окружающей среды в районе расположения Запорожской АЭС (ЗАЭС) был избран радиоэкологический мониторинг (РЭМ), который базировался на разработанной авторами настоящего доклада методологии его организации и ведения (Дячук, Пристер,1990, Пристер, Барбашев,2009, Барбашев, Пристер, 2009). В соответствии с этой методологией, РЭМ территорий расположения АЭС должен быть комплексным – исследование пространственного распределения радиационного поля и оценка радиоэкологических характеристик. При этом, согласно Публикации № 103 МКРЗ, должен соблюдаться эколого-гигиенический принцип защиты населения и окружающей среды от радиационного воздействия.

Основными методологическими принципами РЭМ являются районирование территории зоны наблюдения по ландшафтно-геохимическим и физико-географическим характеристикам и формирование с учетом этого сети пунктов наблюдения.

Районирование территории расположения АЭС заключается в разбиении ее на участки (районы, подрайоны) максимально однородные в отношении характеристик процессов поступления, миграции и накопления радионуклидов и (или) других химических элементов и веществ. Предлагаемый способ дает возможность изучить и количественно описать миграцию загрязняющих веществ, выявить места их возможного накопления и сформировать представительную сеть пунктов наблюдения.

Сеть пунктов наблюдения (мониторинга) формировали с учетом характеристик окружающей среды вокруг АЭС, метеоусловий, включая самые неблагоприятные, рельефа местности, типов ландшафтов и почв, поля плотности радиоактивного загрязнения территории наблюдения, численности населения, проживающего в зоне контроля, и других характеристик местности, поддающихся количественной оценке.

Установленная мощность самой крупной в Европе Запорожской АЭС с шестью реакторами ВВЭР-1000 составляет 6000 МВт. Станция находится в южной части степной зоны Украины на левом берегу Каховского водохранилища. Район ее расположения характеризуется высоким уровнем техногенного загрязнения и деградации природной среды. По уровню экологической опасности он характеризуется как регион со значительной, а в некоторых местах – наивысшей опасностью и высоких рисков.

На этом фоне совокупного влияния многих факторов техногенной природы очень важно оценить уровень воздействия Запорожской АЭС на окружающую среду в районе ее расположения. С этой целью по инициативе руководства Запорожской АЭС в 1986 – 1992 гг. международным коллективом ученых, в состав которого входили авторы настоящего доклада, были проведены комплексные экологические исследования в зоне наблюдения станции. При изучении наземных экосистем (почва, растительность и др.) использовали методологию радиоэкологического мониторинга, суть которой изложена выше.

Подробно результаты этих исследований описаны в работах (Барбашев и др.,1991, Запорожская АЭС и окружающая среда, 1994).

В ходе ландшафтно-геохимического районировании зоны наблюдения ЗАЭС радиусом 30 км выделено 12 районов и 29 подрайонов и сформирована сеть из 99 пунктов мониторинга.

Радиационная обстановка в зоне наблюдения станции определяется, в основном, естественными радионуклидами (^{40}K, ^{226}Ra, ^{228}Th), а также радионуклидами чернобыльского и глобального происхождения (^{134}Cs, ^{137}Cs, ^{90}Sr).

Средние значения удельной активности радионуклидов в почве и растительности зоны наблюдения ЗАЭС находятся на уровне или ниже радиационного фона, характерного для данной местности. Обнаружено накопление радионуклидов в элементах ландшафтов, играющих роль геохимических барьеров. Показано, что стоковые процессы в зоне наблюдения станции могут играть существенную роль в формировании радиационной обстановки, особенно в случае тяжелой аварии на станции.

Обнаружено, что почвы зоны наблюдения ЗАЭС значительно загрязнены тяжелыми металлами. Концентрация многих тяжелых металлов превышает их кларковые значения, а в ряде районов и ПДК. Это может привести к сдвигам в состоянии почвенной биоты и биохимических процессов в почве. Высокий уровень загрязненности почвы тяжелыми металлами на фоне дефицита некоторых микроэлементов может привести к интенсивному включению радиоактивных продуктов коррозии ^{54}Mn, ^{60}Co, ^{65}Zn, выброшенных с АЭС, в пищевые цепочки. В связи с этим мониторинг тяжелых металлов в окружающей среде следует включить составной частью в регламент контроля состояния окружающей среды в районе расположения ЗАЭС, который насыщен предприятиями теплоэнергетики, металлургии, химии, рудодобывающей и перерабатывающей промышленности.

Дозовые нагрузки на население за счет всех путей облучения, рассчитанные при помощи модели, основанной на методе системного анализа с привязкой к выделенным при районировании территории расположения станции районам и подрайонам («экологическим координатам»), для возрастной группы населения 17-99 лет составляют около 0.5 мЗв год$^{-1}$, что не превышает установленную НРБУ-97 годовую предельную дозу суммарного внутреннего и внешнего облучения для лиц категории В (население), равную 1мЗв год$^{-1}$.

Сравнительный анализ результатов исследований 1986 – 1992 годов с данными, полученными до строительства станции и в настоящее время, показал, что за все время эксплуатации ЗАЭС концентрация радионуклидов в объектах окружающей среды не превышала фоновых и допустимых величин. Результаты радиоэкологического мониторинга приводят к выводу, что радиационное воздействие ЗАЭС на экосистемы в зоне наблюдения станции за весь период эксплуатации станции не достигало биологически значимых уровней.

Список литературы:

Дячук В.А.,Пристер Б.С.и др.Методические рекомендации по проведению комплексного (радиоэкологического, химического) мониторинга почв и ландшафтов в окрестностях АЭС. - В кн.: Руководство по организации контроля состояния природной среды в районе расположения АЭС. – Л.: Гидрометеоиздат, 1990.– с. 239 – 249.

Пристер Б.С., Барбашев С.В. Формирование сети пунктов радиоэкологического мониторинга в районах расположения АЭС // Зб. наук. ст. V міжн. наук. – пр. конф. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення». – Алушта, 7 – 11 вересня 2009. – Т. 1. – с. 200 – 203.

Барбашев С.В., Пристер Б.С. Пути и способы учета экологических принципов в системе радиационной безопасности АЭС // Зб. наук. ст. V міжн. наук. – пр. конф. «Екологічна безпека: проблеми і шляхи вирішення». – Алушта, 7 – 11 вересня 2009. – Т. 1. – с. 110 – 113.

Барбашев С.В. Радиоактивное и химическое загрязнение почвы и растительности в районе Запорожской АЭС/ Барбашев С.В., Верховецкий Н.А., Пристер Б.С. – М.: ИАЭ им. И.В. Курчатова, 1991. – 82 с.

Запорожская АЭС и окружающая среда / [Бронников В.К., Верховецкий Н.А., Назипов Р.М., Барбашев С.В. и др.]. – Х.: Изд-во «Харьков», 1994. – 100с.

МЕТОДОЛОГИЯ ЛАНДШАФТНО-РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО РАЙОНИРОВАНИЯ ТЕРРИТОРИИ ДЛЯ МОНИТОРИНГА АГРОСФЕРЫ ПОСЛЕ ТЯЖЕЛОЙ АВАРИИ НА АЭС

Б.С. Пристер, В.Д. Виноградская, Т.Д. Лев, Н.Н. Талерко, Е.К. Гаргер

Институт проблем безопасности АЭС НАНУ, Киев
Украина, 03028, ул. Лысогорская, д.12, кор. 106, bpister@mail.ru

С целью обеспечения постоянной готовности к аварийному реагированию разработана методология радиоэкологического мониторинга территории, которая может быть подвергнута радиоактивному загрязнению в результате тяжелой аварии на АЭС при всех возможных метеорологических сценариях. Принципиальным ее отличием является превентивное проведение до аварии радиоэкологического районирования и целевого изучения территории с точки зрения возможностей ведения сельского хозяйства и управления формированием дозы внутреннего облучения от поступления радионуклидов с продукцией . Влияние ландшафтно-геохимических особенностей проявляется на всех трофических уровнях, поэтому необходим универсальный принцип деления территории. Обеспечить пространственно-временное совмещение на всех уровнях формирования дозы позволяет разработанный метод радиоэкологического районирования территории на основе ландшафтно-бассейнового принципа. Деление территории по экологическим признакам, влияющим на формирование дозы, и уровням загрязнения может быть определено как *радиоэкологическое районирование.*

В основу радиоэкологического районирования положен бассейново-ландшафтный принцип. В качестве первичной единицы районирования и объективно существующей структурной единицы территории используют бассейн. Соответственно масштабу контролируемой территории выделяют бассейны поверхностного стока рек разных порядков, границы между которыми проходят по линиям водоразделов. Территории бассейнов разделяют на элементарные ландшафты с учетом сопряжения их по стоку. Выделяют основные типы ландшафтов в соответствии с классификацией М.А. Глазовской: элювиальные - водоразделы, транзитные - склоны, субаквальные - поймы, террасы, геохимические барьеры, и аквальные - болота, озера, русла рек и т.д. (рис. 1).

Далее проводят выделение структурных элементов ландшафтов по совокупной оценке признаков, определяющих формирование дозы облучения человека (рис. 1). Например, на водоразделе можно выделить лес и агроландшафт, протяженный склон делят на части - верхняя часть (зона смыва) с более сухими дерново – подзолистыми супесчаными почвами, средняя – транзитная, и нижняя - зона аккумуляции твердого стока (делювий) с дерновыми суглинистыми оглеенными почвами. Пойменные участки могут затапливаться на различные сроки, вследствие чего образуются различные типы растительности и т.п. Таким образом, в основу метода радиоэкологического районирования положено представление об элементарном ландшафте или его структурном элементе (почва, растительный покров), как об экологически однородной территории, в границах которой вид закона распределения значений ее характеристик допускает их усреднение.

Этап превентивной подготовки завершается созданием с использованием ГИС - технологий радиоэкологической модели территории и радиоэкологических паспортов выделенных районов, картографических слоев и базы данных параметров, необходимых для количественного моделирования процессов формирования радиационной обстановки. Такая превентивная подготовка позволяет сразу же после получения сообщения о выбросе радиоактивности приступить к прогнозированию последствий и организации мониторинга.

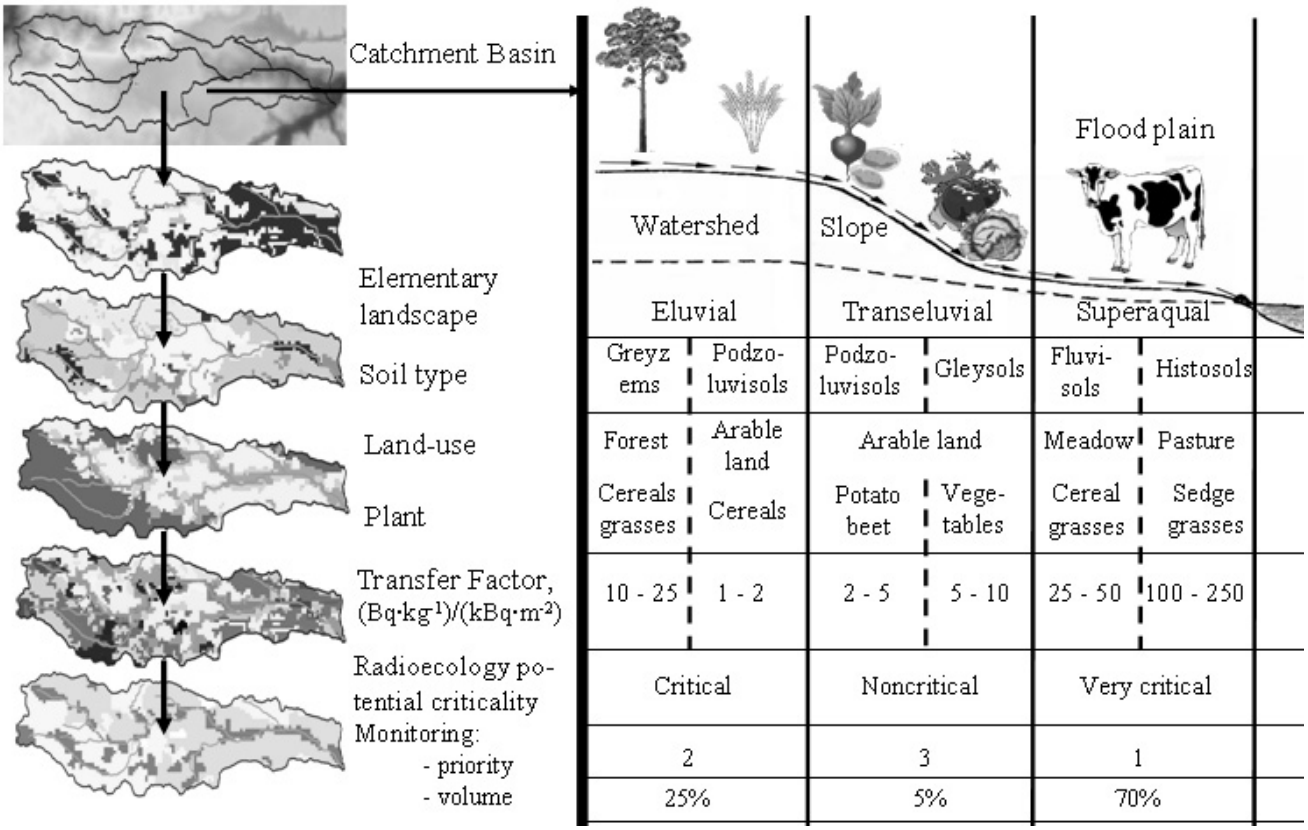


Рис. 1. Схема проведения радиоэкологического районирования территории тестового полигона. Значения TF приведены для ^{137}Cs.

Выделенные элементы районирования служат единым универсальным объектом систем мониторинга и прогнозирования радиационной обстановки, контроля качества сельскохозяйственной продукции и проведения контрмер, что обеспечивает пространственное и временное согласование всей информации и адресное проведение приоритетных мероприятий.

Совмещение объектов разных систем и тематических картографических слоев в пространстве достигается использованием вложенных сеток.

Для выделения приоритетности и оптимизации объемов мониторинговых работ и контрмер превентивно оценивают потенциальную радиологическую критичность районов как комплексную оценку параметров, определяющих интенсивность включения радионуклидов в пищевые цепи: тип ландшафта, почвы и землепользования, в соответствии с разработанной системой классификаторов. По результатам после аварийного радиационного мониторинга оценивают реализованную радиологическую критичность РРК районов, которая учитывает сформированный радиоактивными выпадениями уровень загрязнения территории и отражает степень фактической опасности облучения населения от пребывания на элементе территории или от потребления выращенной на нем продукции. Значение РРК может быть оценено как кратность отношения фактической концентрации радионуклида в продукции или дозы облучения от ее потребления к нормативу.

Предложенный подход к оценке радиоэкологической критичности территории верифицирован по данным дозиметрической паспортизации населенных пунктов Чернобыльского полигона в 1996 г.: 90 % населенных пунктов с дозами облучения населения выше норматива расположены на территории, потенциальная критичность которой оценена превентивно как «очень критичная».

ВЛИЯНИЕ ОСАДКОВ НА ЗАГРЯЗНЕНИЕ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В САРАТОВЕ

Н.В. Короткова, Н.В. Семенова

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»,

РФ, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83, fonadia@yandex.ru

Одним из механизмов удаления примесей из атмосферного воздуха является вымывание их осадками. Эффективность очищения атмосферного воздуха таким способом связана в основном с количеством выпавших осадков и их продолжительностью.

Это относится к общегородскому загрязнению атмосферного воздуха, к концентрациям, формирующимся вне прямого воздействия источников выбросов. При переносе со стороны промышленных предприятий эффект вымывания примесей становится незначительным (Фетисова и др., 2004).

В настоящей работе исследуется связь загрязнения атмосферного воздуха в Саратове с осадками в зимний (декабрь-февраль) и летний (июнь-август) сезоны 2014-2015 гг.

Для характеристики уровня загрязнения воздуха по городу в целом в качестве обобщенного показателя по рекомендации ГГО (Безуглая, 1986) используется параметр фонового загрязнения P. Он рассчитывается по формуле:

$$P = \frac{m}{n}, \qquad (1)$$

где n - общее количество наблюдений за концентрацией примесей в городе в течение одного дня на всех стационарных пунктах, m – количество наблюдений в течение того же дня с повышенной концентрацией q, которая превышает среднесезонное значение $q_{ср.сез.}$ более чем в 1.5 раза ($q>1{,}5\ q_{ср.сез.}$).

По материалам наблюдений за прошлые годы рассчитывается $q_{ср.сез.}$ за зиму, весну, лето и осень для каждого стационарного поста отдельно для каждого года.

При расчете параметра P с целью его использования в качестве характеристики фонового загрязнения воздуха необходимо, чтобы количество стационарных постов в городе было не менее трех, а количество наблюдений за концентрацией примесей на всех пунктах в течение дня не менее 20.

Параметр P подсчитывается для каждого дня по отдельным примесям и по всем примесям вместе. Для многих городов параметр P рассчитывается по основным примесям (пыль, диоксид серы, оксид углерода, диоксид азота).

Параметр P может изменяться от 1 (все измеренные концентрации превышают $1{,}5q_{ср.сез.}$) до нуля (ни одна из концентраций не превышает $1{,}5_{qср.сез.}$).

Выделяют три уровня загрязнения воздуха в городе: высокий (I группа) $P>0.35$; повышенный (II группа) $0.20<P\leq0.35$ и пониженный (III группа) $P\leq0.20$. Если значения $P > 0.35$ встречаются достаточно редко, то в качестве высокого уровня загрязнения считается $P > 0.30$ (или даже $P > 0.25$), повышенного – $0.20 < P \leq 0.30$ (или $0.15 < P \leq 0.25$) и относительно пониженного - $P \leq 0.20$ или $P \leq 0.15$.

Для Саратова были приняты за высокий уровень загрязнения параметр $P > 0.25$, за повышенный $0.15 < P \leq 0.25$, за низкий - $P \leq 0.15$ (Семенова Н.В., Короткова Н.В. 2015).

Параметр P является относительной характеристикой и не зависит от среднего уровня загрязнения воздуха. Следовательно, его значения в основном определяются метеорологическими условиями. В табл. 1 даны значения параметра фонового загрязнения P при наличии и отсутствии осадков.

Табл. 1. Среднее значение параметра P в Саратове при наличии и отсутствии осадков

Год	Месяц/Сезон	Осадки

		Наличие	Отсутствие
2014	Декабрь	0.06	0.10
	Январь	0.03	0.07
	Февраль	0.06	0.12
	Зима	**0.05**	**0.10**
	Июнь	0.15	0.31
	Июль	0.11	0.23
	Август	0.16	0.25
	Лето	**0.14**	**0.26**
2015	Декабрь	0.03	0.06
	Январь	0.09	0.09
	Февраль	0.08	0.15
	Зима	**0.07**	**0.10**
	Июнь	0.08	0.12
	Июль	0.05	0.08
	Август	0.06	0.09
	Лето	**0.06**	**0.10**

Из табл. 1 видно, что при выпадении осадков загрязнение атмосферы уменьшается, т.е. значения параметра Р ниже, чем при отсутствии осадков. Осадки очищают воздух от примесей тем эффективнее, чем больше их количество и продолжительность (Семенова, Короткова, 2014).

Также можно заметить, что при равном числе дней с осадками, но при разном их количестве, отмечаются различия и в значениях параметра Р. Например, в июле и августе 2015 г. было зарегистрировано по 6 дней с осадками, но в июне их выпало 39 мм, а в августе 16 мм. Параметр Р имел значения соответственно 0,08 и 0,10. Подобная ситуация отмечалась и в декабре 2013 г.- январе 2014, а также в декабре 2014 г.- январе 2015 г., т.е. чем больше количество осадков, тем меньше загрязнение атмосферы.

Но иногда бывают случаи, когда осадков выпало значительное количество, а параметр Р имеет высокие значения. В основном это связано, с видом выпавших осадков. В летний период наблюдаются осадки в основном ливневого характера, примеси быстро вымываются, но и быстро восстанавливаются после выпадения осадков. Кроме того, ливневые осадки обычно распределяются неравномерно по территории города и могут выпадать не на всех ПНЗ. Но в целом, при наличии осадков, параметр Р несколько ниже, чем при их отсутствии.

Список литературы:

Фетисова Л.М., Пужлякова Г.А., Полянская Е.А. 2004. Экология крупного промышленного центра в условиях сложного рельефа. – С., Изд-во Сарат. ун-та, 136 с.

Безуглая Э.Ю. 1986. Мониторинг состояния загрязнения атмосферы в городах. - Л., Гидрометеоиздат, 199 с.

Семенова Н.В., Короткова Н.В. 2015. Состояние атмосферного воздуха в Саратовской области - В сборнике: Эколого-географические проблемы регионов России Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения заведующего кафедрой географии СГПУ, к.г.-м.н., доцента В.В.Шнырёва. – Самара, С. 242-247.

Короткова Н.В., Семенова Н.В. 2014. Метеорологический потенциал самоочищения атмосферы в Саратове. - В сборнике: География в Саратовском университете. Современные исследования. Сборник научных трудов. Саратов, Изд-во СГУ. С. 194-201.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВОЗДУХА В САРАТОВЕ СПЕЦИФИЧЕСКИМИ ПРИМЕСЯМИ В ВЕСЕННЕ-ЛЕТНИЙ ПЕРИОД 2010-2014 ГГ.

Н.В. Короткова, А.А. Королева

ФГБОУ ВО «Саратовский национальный исследовательский государственный университет имени Н.Г. Чернышевского»,
РФ, 410012, г. Саратов, ул. Астраханская, д. 83, fonadia@yandex.ru

В городе Саратове наблюдение за состоянием загрязнения атмосферы производятся на шести постах (ПНЗ), расположенных в различных районах города с разным сосредоточением промышленных предприятий.

В данной работе для исследования загрязнения воздуха в г. Саратове были использованы данные о концентрациях специфических примесей (фенола, фторида водорода, формальдегида, сероводорода и аммиака) за весенне-летний период с 2010-2014г.г. на 6 стационарных ПНЗ.

В настоящее время для характеристики качества воздуха в городах и выявления веществ, вносящих наибольший вклад в загрязнение атмосферы, а также для сравнительной оценки загрязнения атмосферного воздуха отдельных районов или городов принято использовать стандартный индекс (СИ) и комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА).

СИ – наибольшая измеренная за короткий период (20 минут) концентрация вещества, деленная на максимальную разовую предельно допустимую концентрацию (ПДК м.р.). При СИ < 1 загрязнение воздуха не оказывает заметного влияния на здоровье человека и окружающую среду. При СИ > 10 загрязнение воздуха характеризуется как высокое (Семенова и др., 2013).

Комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА) позволяет выявить во сколько раз суммарный уровень загрязнения воздуха несколькими примесями превышает допустимое значение. Для этого уровни загрязнения различными веществами приводят к уровню загрязнения одним каким-либо веществом (обычно диоксидом серы). Это приведение осуществляется с помощью показателя степени C_i . Комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА) рассчитывается по формуле:

$$I_n = \sum_{i=1}^{n} I_i = \sum_{i=1}^{n} \left(\frac{q_{cp.i}}{\text{ПДК}_{\text{с.с.}i}}\right)^{C_i} \quad (1)$$

где $q_{cp.i}$ - средняя за месяц, сезон, год концентрация отдельной примеси, ПДК $_{с.с.i}$ - среднесуточная предельно допустимая концентрация этой же примеси. C_i – класс опасности вещества.

Таким образом, КИЗА представляет собой сумму деленных на $ПДК_{с.с.i}$ средних за месяц, сезон, год концентраций $q_{cp.i}$ обычно пяти веществ, приведенных к величине концентрации диоксида серы в долях ПДК. В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения считается низким, если КИЗА ниже 5, повышенным при КИЗА от 5 до 6, высоким при КИЗА от 7 до 13 и очень высоким при КИЗА равном или большим 14 (Семенова и др., 2013).

Рассчитанные значения КИЗА за весенне-летние периоды 2010-2014 гг. в целом по городу в 2010 году составили весной – 10.47, летом – 13.12, что соответствует высокому уровню загрязнения. В 2011 году значения КИЗА были весной - 6.62, летом - 15.28. Весной 2011 г. наблюдался повышенный уровень загрязнения, а летом – высокий. Весной и летом 2012 г. отмечался высокий уровень загрязнения и составил весной -12.15, летом -9.69 соответственно. В 2013 году КИЗА весной был 15.96, летом - 18.16, что характерно для

очень высокого уровня загрязнения атмосферы. В 2014 году весной и летом также наблюдался очень высокий уровень загрязнения (Семенова Н.В., Короткова Н.В. 2015).

В табл. 1 приведены средние значения концентраций специфических примесей и значения ИЗА за исследуемый период.

Табл. 1 Средняя концентрация специфических примесей и значения КИЗА за весенне-летний период 2010-2014 гг., мг/м^3

Примесь	$q_{ср}$ по городу	$ПДК_{с.с.}$	ИЗА	
			Весна	Лето
Фенол	0.003	0.003	0.61	0.76
Аммиак	0.041	0.04	0.89	0.94
Фторид водорода	0.003	0.005	0.52	0.68
Формальдегид	0.032	0.003	9.98	11.65
HCL	0.027	0.2	0.22	0.29

Из табл. 1 видно, что средние значение $q_{ср}$ за пять лет в весенне-летний период по городу Саратову составляют для фенола- 0.003 мг/м^3, что совпадает $ПДК_{с.с.;}$ для аммиака – 0.041 мг/м^3, что незначительно выше $ПДК_{с.с.}$ Среднее значение фторида водорода составило 0.003 мг/м^3, что почти в 1.5 раза ниже $ПДК_{с.с.}$. Среднее значение формальдегида – 0.032 мг/м^3, что больше $ПДК_{с.с.}$ в 10.6 раз. Т.е. наибольший вклад в загрязнение атмосферы вносит формальдегид.

Из результатов исследования можно сделать следующие выводы:

1) В весенний и летний сезоны 2010 - 2014гг. - загрязнение воздуха специфическими примесями в г. Саратове было высоким и очень высоким.

2) За пять исследуемых лет максимальный ИЗА в Саратове имел формальдегид, на втором месте аммиак, на третьем месте фенол, на четвертом – фторид водорода, на пятом месте HCL.

3) Комплексный индекс загрязнения атмосферы (КИЗА) специфическими примесями за период с 2010г. по 2014г. в среднем составляет 13.27. Это говорит о высоком уровне загрязнения. Наибольший КИЗА отмечен в летний сезон 2013г. и составлял 18.16. Наименьший КИЗА наблюдался весной 2011 г. и был равен 6.62.

Для проведения более глубокого анализа необходимо учесть влияние различных метеорологических параметров на загрязнение атмосферы. Это даст наиболее полную картину загрязнения.

Список литературы:

Семенова Н.В., Короткова Н.В., Серейчикас Т.Г. 2013. Динамика выбросов специфических примесей в атмосферный воздух г. Саратова с 2007 по 2011 гг. В сборнике: Эколого-географические проблемы регионов России Материалы IV Всероссийской научно-практической конференции, посвященной 130-летию со дня рождения первого заведующего кафедрой географии ПГСГА, профессора К.В. Полякова. – Самара. С. 222-229.

Семенова Н.В., Короткова Н.В., Фетисова Л.М. 2013. Загрязнение атмосферы г. Саратова специфическими примесями. В сборнике: Окружающая среда и устойчивое развитие регионов. Труды второй Всероссийской научной конференции с международным участием: в 2-х томах. Ответственный редактор: Ю.П. Переведенцев, В.В. Сироткин, В.А. Рубцов, И.Т. Гайсин. – Казань, С. 137-139.

Семенова Н.В., Короткова Н.В. 2015. Состояние атмосферного воздуха в Саратовской области - В сборнике: Эколого-географические проблемы регионов России Материалы VI Всероссийской научно-практической конференции, посвящённой 80-летию со дня рождения заведующего кафедрой географии СГПУ, к.г.-м.н., доцента В.В.Шнырёва. – Самара, С. 242-247.

20-ЛЕТНИЙ ТРЕНД АТМОСФЕРНОГО ЗАГРЯЗНЕНИЯ ТЯЖЕЛЫМИ МЕТАЛЛАМИ СЕВЕРНЫХ ОБЛАСТЕЙ УКРАИНЫ ПО ДАННЫМ БИОГЕОХИМИЧЕСКОЙ ИНДИКАЦИИ

Ю.Г. Тютюнник[1)], О.Б. Блюм[2)]

[1)] Институт эволюционной экологии НАН Украины, Украина, 03143 Киев, ул. Академика Лебедева, корп. 37, carme1@mail.ru

[2)] Национальный ботанический сад им. Н.Н. Гришко НАН Украины,Украина, 01014, Киев, ул. Тимирязевская, 1, blum@voliacable.com

В практике биогеохимической индикации и мониторинга широко применяется метод сравнительного изучения содержания продуктов техногенеза в пробах тех или иных депонирующих биообъектов, отобранных в одном и том же месте в разное время. Это дает возможность делать выводы о тенденциях временных изменений содержания поллютантов в окружающей среде. «Историческими» пробами могут быть коллекционные (в частности, гербарные) образцы, а также фондовый материал, хранящийся в лабораториях, либо данные предыдущих аналитических определений химических веществ. В настоящей работе мы использовали результаты химических анализов проб мхов *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., отобранных в Киевской и Житомирской областях в 1995 г. В местах прошлого сбора образцов были проведены повторные отборы того же материала в 2015-2016 гг. Осуществленный в одной и той же лаборатории (биоиндикации и хемосистематики НБС НАНУ) анализ ранних проб на содержание тяжелых металлов (ТМ) проводился атомно-абсорбционным методом, современных – методом плазменной эмиссионной спектроскопии (в обоих случаях применялось мокрое озоление в HNO_3). Результаты представлены в таблице.

Как свидетельствуют приведенные данные, за истекшие 20 лет выпадения из приземной атмосферы на дневную поверхность усиливались и сокращались в разных пунктах отбора проб для разных ТМ по-разному. Пункты пробоотбора можно сгруппировать так: а) из зон воздействия мощных источников регионального загрязнения атмосферы («17» – зона прямого влияния высоких выбросов Трипольской ГРЭС, «18» – территория, где сказывается прямое влияние «общегородской» загрязненной воздушной массы, сформировавшейся в пределах Киевского мегаполиса); б) из зоны умеренного или слабого влияния локальных источников загрязнения атмосферы, «полуфон» (6, 9, 11, 15, 19, 20); в) из мест, удаленных от таковых, «фон» (1, 2, 3, 4, 5, 7, 8, 10, 12, 13, 14, 16).

В «17» во мхах за 20-летний период увеличилось содержание Cd, V, Zn, но уменьшилось – остальных ТМ: это можно связать как с изменением объемов, так и с диверсификацией (балансом «уголь/мазут») сжигаемого топлива. В «18» произошло увеличение содержания во мхах всех ТМ, кроме Ni (не изменился) и Pb (уменьшился). Киевский мегаполис с субурбией за истекшие 20 лет сильно разросся, что привело к увеличению техногенной нагрузки на атмосферу. Снижение же содержания в атмосферных выпадениях Pb связано, скорее всего, с резким сокращением за истекшие десятилетия использования марок сильно этилированного бензина – главного поставщика в приземную атмосферу свинца за пределами металлургических регионов.

Тренды содержания ТМ во мхах для точек «полуфона» и «фона» неоднозначны. Наиболее выдержаны тренды к увеличению концентраций за минувшие 20 лет у Cd (что мы связываем с усилением глобальной техногенной нагрузки на атмосферу) и у Fe (что можно связать с увеличением уровня автомобилизации: трение частей движущихся механизмов – важный источник загрязнения приземной атмосферы вне зон интенсивного техногенеза крупнодисперсными частичками железа; а также с «повальным» увлечением добычей металлолома в 1990-2000-х гг.). Самый неустойчивый тренд – у Cr.

Содержание тяжелых металлов (мкг/г воздушно сухого веса) в образцах мха *Pleurozium schreberi* (Brid.) Mitt., отобранных в одних и тех же самых пунктах Житомирской и Киевской областей (Украина) в 1995 и в 2015/2016 годах объяснить перестройкой региональной структуры промышленного производства: одни промпредприятия сокращались, закрывались, другие – таких намного меньше – возникали. Тренды накопления остальных ТМ носят «колебательный» характер, обусловливаемый разнонаправленными временными изменениями разных факторов загрязнения атмосферы и миграции/седиментации атмосферных поллютантов. В отдельных случаях играли роль неординарные локальные причины. Так аномальное сокращение содержания во мху V в «5» можно объяснить полным вымиранием одного из населенных пунктов, отопительные системы которого в 1995 г. работали (V – индикатор теплоэнергетических выбросов), а в 2016 их просто не было. В «20» – обратная картина: за прошедшее время была введена в строй котельная, выбросы которой обусловили аномальный рост концентраций во мху V.

№	Место отбора проб	Годы	Cd	Cr	Cu	Fe	Ni	Pb	V	Zn
1	Между сёлами Черниевка и Катюржинцы, граница Хмельницкой и Житомирской обл.	2016	0,40	5,18	20,3	391	3,5	3,9	6,23	18,5
		1995	0,28	1,08	5,03	240	1,1	3,66	2,13	38,2
2	На сев.-вост. от села Киянка Новоград-Волынского р-на Житомирской обл.	2016	0,37	5,64	15,1	576	3,3	3,77	5,84	22,8
		1995	0,16	0,92	7,77	123	0,95	1,4	1,22	20,2
3	Южнее села Сульжиновка, севернее села Гвоздярня Романовского р-на Жит. обл.	2016	0,39	5,05	17,9	512	3,4	3,87	6,1	27,5
		1995	0,25	1,73	9,05	218	1,37	3,89	2,97	21,2
4	Восточнее села Тетирка Червоноармейского р-на Житомирской обл.	2016	0,34	5,51	20,8	468	3,0	3,36	5,3	24,4
		1995	0,15	1,72	6,39	249	1,19	3,47	1,99	23,0
5	Между сёлами Рудня-Николаевка и Омелуша Емельчинского р-на Жит. обл.	2016	0,28	1,33	7,7	745	2,2	2,24	0,27	34,7
		1995	0,17	1,90	8,0	303	0,7	3,58	3,35	28,0
6	Севернее села Троянов, южнее села Головенка Житомирского р-на Жит. обл.	2016	0,49	4,43	11,4	939	5,8	4,59	3,07	31,2
		1995	0,26	1,28	7,87	253	2,69	3,47	3,24	23,4
7	Восточнее села Туровец Житомирского р-на Житомирской обл.	2016	0,38	3,45	9,4	793	4,6	3,68	2,45	31,7
		1995	0,13	2,87	4,57	356	2,06	2,96	3,84	24,4
8	На сев.-вост. от села Тарасовка Малинского р-на Житомирской обл.	2016	0,23	1,0	7,0	641	2,2	2,79	1,47	28,6
		1995	0,14	2,35	5,18	438	2,02	3,28	2,0	32,2
9	На юг от села Паволочь Попельнянского р-на Житомирской обл.	2016	0,25	0,77	10,1	457	2,8	1,51	1,17	40,4
		1995	0,16	1,98	7,71	356	2,3	2,97	1,85	29,8
10	Южные околицы села Соболивка Брусиловского р-на Житомирской обл.	2016	0,4	6,13	7,6	706	3,6	3,94	6,23	21,0
		1995	0,14	2,36	6,17	263	2,32	2,15	1,52	26,1
11	Около села Раковичи Радомышльского р-на Жит. обл.	2016	0,23	1,24	8,1	204	2,1	2,54	1,07	33,2
		1995	0,15	1,65	4,91	335	2,6	3,39	3,2	29,7
12	Околица села Михайленков Бородянского р-на Киевской обл..	2015	0,18	1,59	6,5	678	2,38	3,20	2,34	34,6
		1995	0,17	3,1	7,0	438	2,01	2,83	2,03	15,3
13	Западнее села Русаки Иванковского р-на Киевской обл.	2015	0,12	1,41	18,7	513	2,2	4,41	2,5	51,7
		1995	0,21	4,6	5,6	922	1,7	4,7	2,2	24,6
14	Южнее села Старовичи Иванковского р-на Киевской обл.	2015	0,25	1,03	5,2	357	1,51	2,1	1,12	28,2
		1995	0,12	4,3	5,9	275	2,2	3,6	2,01	15,5
15	Между сёлами Лютеж и Демидов Вышгородского р-на Киевской обл.	2015	0,29	0,5	26,3	650	1,95	3,11	1,7	34,8
		1995	0,13	0,81	26,3	413	1,85	3,7	1,32	28,6
16	Между сёлами Сухолучье и Пилява Вышгородского р-на Киевской обл.	2015	0,24	1,45	7,3	536	2,23	3,08	2,27	34,7
		1995	0,26	3,7	12,4	547	3,64	4,6	1,5	20,0
17	На сев.-зап. от села Триполье Обуховского р-на Киевской обл..	2015	0,18	0,84	7,8	953	2,06	2,16	5,54	31,4
		1995	0,16	5,64	15,9	1434	2,42	6,75	3,05	26,3
18	Около ж.д. платформы «Героев Крут» Броварского р-на Киевской обл.	2015	0,46	4,59	9,9	1043	2,9	3,6	7,23	81,5
		1995	0,38	0,45	6,4	721	2,9	6,1	5,13	69,2
19	Околица села Летки Броварского р-на Киевской обл.	2015	0,39	0,8	8,2	670	2,36	3,35	2,16	40,5
		1995	0,12	3,1	10,6	796	1,61	5,35	5,4	56,5
20	Западнее села Сидоровичи Иванковского р-на Киевской обл.	2015	0,27	1,02	8,2	627	2,29	3,77	2,34	36,9
		1995	0,17	1,7	4,6	393	4,76	5,5	0,8	58,0

ОЦЕНКА ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ В ПРЕДЕЛАХ МЕГАПОЛИСА С ПОМОЩЬЮ КОМПЛЕКСА МЕТОДОВ БИОИНДИКАЦИИ НА ПРИМЕРЕ Г. КИЕВА

Н.В. Мирошник, И.К. Тесленко

Институт эволюционной экологии НАН Украины,
Украина, 03143, г. Киев, ул. акад. Лебедева, 37, miroshnik_n_v@mail.ru

На сегодняшний день природные экосистемы урботерриторий крупных городов находятся под избыточным отрицательным воздействием факторов антропогенного происхождения. Воздух и почвы в мегаполисах загрязнены твердыми частицами (пылью, сажей, пеплом), газами, аэрозолями, фильтратами свалок, тяжелыми металлами и другими вредными веществами, которые не только негативно влияют на все живое в урбоэкосистемах, но и под воздействием внешних условий превращаются в комплексы других веществ с непредсказуемыми свойствами и трудно прогнозируемыми последствиями для окружающей природной среды. Смешивание различных по свойствам и происхождению загрязнителей, их взаимодействие, синергетический и аддитивный эффекты, серьезно затрудняют оценку влияния каждого отдельно взятого компонента и прогноз последствий для экосистемы города и здоровья человека (Николаевский, 1989; Сергейчик, 1985; Коршиков, 1996; Лавров, 2003).

Решение экологических проблем, связанных с глобальным снижением качества атмосферного воздуха, значительным увеличением уровня вредных выбросов промышленных объектов, ростом транспортной нагрузки, требует проведения постоянного мониторинга качества окружающей среды. Урбанизированные территории характеризуются комплексом техногенных воздействий и экологических условий, которые вызывают коренную трансформацию урбоэкосистем (Сидорович и др., 2004; Сейдафаров, 2009).

Урбанизация и высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Киеве представляют угрозу здоровью населения и окружающей среде. Аеротехногенное загрязнение города обусловлено выбросами стационарных (промышленные предприятия, ТЭС) и передвижных источников (речной и автотранспорт, авиационная техника), в том числе уровень выбросов от передвижных источников значительно превышает выбросы промышленности (Омельчук, Масюк, 2010; Клебанова, Клебанов 2011; Вишневский, Колесник , 2012).

Объемы выбросов аэрополлютантов от стационарных и передвижных источников в атмосферу ежегодно возрастают, на что первым негативно реагирует растительный покров. В частности, самыми опасными для зеленых насаждений городов являются чрезмерные концентрации аэерофитотоксикантов NH_3, NOx (NO, NO_2, NO_3), SO_2, тяжелых металлов (Cu, Pb, Ni, Cr, Cd, Co, Zn), источниками поступления в окружающую среду которых являются промышленные предприятия , ТЭС и автотранспорт (Ворон и др., 1999; Лавров, 2003; Методические рекомендации ..., 2010). В частности, за 2014 г. в воздух г. Киева выброшено 31,4 тыс. т токсикантов или 37619,1 кг на 1 км^2 (Национальный доклад ..., 2014), что составляет 1% от выбросов по всей территории Украины, или 32,6% от выбросов Киевской области. В расчете на 1 человека в г. Киеве выброшено 10,9 кг загрязнителей, в Киевской области – 55,7 кг.

В 2015 г. по среднегодовым концентрациям (в кратности ГДК) в Киеве зафиксировано превышение по NO_2 – в 3,5 раза, NO – в 1,5 р., по максимальным концентрациям (в кратности ГДК) CO – в 4,4 р., NO_2 – в 3,6 р., NO – 1 ГДК (Обзор о состоянии ..., 2016).

В связи с обострением экологической ситуации г. Киева, связанной с увеличением выбросов выхлопных газов автотранспорта в окружающую среду, важное значение приобретает изучение комплексного влияния антропогенных факторов на растительные организмы и, особенно, на деревья, которые, как биологические фильтры, поглощают

аэрофитотоксиканты и аккумулируют токсичные соединения (тяжелые металлы, пыль, соединения азота, серы, аммиака), т.е. существуют в условиях постоянного техногенного стресса на грани выживания, что приводит к образованию адаптаций или преждевременной гибели. Следовательно биоиндикаторной характеристикой опасного уровня загрязнения окружающей среды мегаполиса является функциональное состояние древесных растений зеленых насаждений (Бессонова, 1999; Лавров, 2003; Игната, 2006; Луцишин, Радченко, Палапа, Яворивский 2010; Луцишин, Белошапка, Тесленко, Безлюдная, 2012), в частности деревьев *Tilia cordata* Mill., которые составляют почти 30% всех зеленых насаждений г. Киева.

Перспективными для исследований мы считаем следующие параметры: фитосанитарное состояние (индекс состояния) (Санитарные правила ..., 1995), количественная и качественная оценка повреждений листьев (степень дехромации, некротизации (по шкале Красинского, 1950), количество поврежденных листьев в кроне дерева, степень дефолиации кроны дерева, ажурность кроны (Букша, 2009); лесоводственно-таксационное состояние (диаметр, высота дерева, место дерева в древесном пологе (Воробьев, 1967). С целью оценки наличия возобновления *T. cordata* в экстремальных условиях урбоэкосистем г. Киева нами была предложена 4-х балльная шкала, апробированная в ходе исследований:

0 – возобновление отсутствует;

1 (+) – восстановление единичными экземплярами, высотой до 15 см;

2 (++) – восстановление единичными экземплярами, высотой до 30 – 50 см;

3 (+++) – густая поросль у ствола высотой более 1 м.

Также для сравнения интегральнных показателей состояния зеленых насаждений, уточнения границ действия вида–биоиндикатора нужны данные о содержании тяжелых металлов в почвах и листьях деревьев, газовый состав воздуха возле автомагистралей и на удалении от них (в границах жилых построек, парков, скверов), количество автомобилей, проходящих по автомагистралям за определенный отрезок времени.

Биоиндикационные исследования с помощью биоиндикатора *T. cordata* следует проводить на уровне органа, организма, популяции, урбоэкосистемы.

Таким образом, перечисленные методы оценки позволяют интегрально оценить состояние зеленых насаждений крупных городов как биоиндикаторов значительного техногенного загрязнения, а древесные насаждения в границах мегаполисов являются тест-системами, отражающими уровень антропогенной нагрузки и позволяют прогнозировать жизненное состояние зеленых насаждений, возможность и объем выполняемых ими экосистемных функций (поддержание искусственного равновесия в урбоэкосистемах, оздоровление окружающей среды и др.).

ИТОГИ БИОМОНИТОРИНГА СОСТОЯНИЯ СРЕД НА ХИМИЧЕСКИ ОПАСНЫХ ТЕХНОГЕННЫХ ОБЪЕКТАХ (БРЯНСКАЯ ОБЛАСТЬ)

Л.Н. Анищенко

ФГБОУ ВО «Брянский государственный университет имени академика И.Г. Петровского»,

РФ, 241036, г. Брянск, ул. Бежицкая, д. 14, eco_egf@mail.ru

Химически опасные техногенные объекты требуют создания и апробирования комплексной системы мониторинга, включающего экоаналитические и биоиндикационные (биоконтроль) исследования. На объекте по утилизации химического оружия (ОУХО) в Брянской области (объект 1204) создана, апробирована система биомониторинга как важный механизм экоконтроля: собраны, обработаны и обнародованы фондовые и текущие материалы, выделены перспективные биоиндикаторы в дополнение к предложенной ранее программе (Ашихмина, 2002). Утилизация химического оружия на объекте закончена в декабре 2015 г., результаты мониторинга использованы при создании системы реабилитационных мероприятий.

Цель работы – обобщить данные фонового и импактного биомониторинга ОУХО (Брянская область), дополняющие инструментальный контроль по маркерным элементам (сере, фосфору), элементам группы тяжелых металлов (ТМ). Широко применяемые ныне биоиндикационные исследования – основа блока биомониторинга опасного техногенного объекта, позволили прогнозировать во времени уровень загрязнения почвы, воздуха, вод в реперных точках, состояние компонентов лесных сообществ, проводить крупномасштабное картирование территории ОУХО (Анищенко и др., 2013, 2014; Анищенко, 2016). Полевые исследования осуществлялись в реперных точках на территории зоны защитных мероприятий ОУХО с 2008 по 2016 гг., 80% которой и большие площади за её пределами представлены лесными массивами, а в условиях ветровой тени затруднено получение достоверных данных по концентрациям загрязняющих веществ.

По данным проекта ПДВ для производственных корпусов ОУХО высота дымовых труб – 20-30 метров, что гарантирует активное разбавление загрязнителей на таких высотах, поэтому достижение опасных концентраций контролируемых веществ для биоиндикаторов маловероятно, техногенное воздействие на состояние воздуха, а также лесных экосистем прослеживается минимальное. По данным лихеноиндикации проективное покрытие эпифитных лихеносинузий близко к максимуму, каких-либо следов их массового разрушения, кроме естественных моментов отмирания, не отмечается. Результаты состояния воздуха по синтетическим лихеноиндикационным индексам – индексу полеотолерантности (ИП) и индексу атмосферной чистоты (ИАЧ) – в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) оценено как нормальное (ИАЧ = 12-20, ИП = 3,0-5,5).

За годы наблюдений сдвига по превышению концентраций ТМ в районе ОУХО не выявлено, сумма ТМ в слоевищах лихеноиндикаторов составляет 2500 мг/кг массы таллома, причем на долю железа приходится 70,4 %, а марганца – 12,3%. Такие элементы как мышьяк, кобальт, ванадий находятся вне диапазона определения прибором, содержание их на исследуемой территории минимально. Наблюдаемую территорию ОУХО разделяют на две группы зон по валовому содержанию ТМ в слоевищах лихенобиоты: для свинца – зоны до 20,0 мг/кг и вторая – выше, для меди – до 30,0 мг/кг и выше, для цинка – до 35,0 мг/кг и выше. Содержание серы общей в слоевищах эпифитных лишайников – стабильная величина. Фосфор в составе талломов лишайников определялся с 2008 года: результаты имеют общую тенденцию к увеличению, однако с момента пуска завода в 2011 г. не произошло скачкообразного роста его концентраций. В целом по мере удаления реперных точек от объекта по утилизации и промышленной зоны уменьшение содержание серы, фосфора, ТМ в слоевищах лишайников не выявлено, различия в концентрациях статистически недостоверно.

Исследования качества вод 8 водных реперных точек по сапробности показали отсутствие кислородного голодания, значительного зарастания всех участков рек Судость, Рожок, Коста; вода – чистая. По биомассе и продуктивности доминантов-макрофитов состояние вод благоприятное, характерное для естественных гидроценозов. Результаты исследований не выявили воздействия ОУХО на водотоки в реперных точках.

Импактный биомониторинг почв с участием альгосинузий из 43 видов показал фоновое состояние почв, определяемое естественными факторами биотопа растительных сообществ, выявил механические преобразования субстрата непосредственно в зоне объекта. В почвах доминируют виды отделов *Cyanophyta, Chlorophyta*, виды отдела *Xantophyta* могут служить индикаторами малонарушенных лесных экосистем, а также естественных факторов. Как альготесты зональных типов почв и степени механического преобразования деятельностного горизонта предлагается использовать доминанты и субдоминанты: *Cylindrospermum muscicola*, виды рода *Nostoc, Tribonema angustissimum, Pleurococcus vulgaris, Characiopsis minutissima*.

Комплексная оценка состояния лесов района ОУХО проводилась на основании средней категории состояния насаждений (биологической устойчивости), отражённой на рисунке. В целом лесные сообщества устойчивы, около 8% – с нарушенной устойчивостью, вызванной в основном хозяйственными мероприятиями при строительстве объекта.

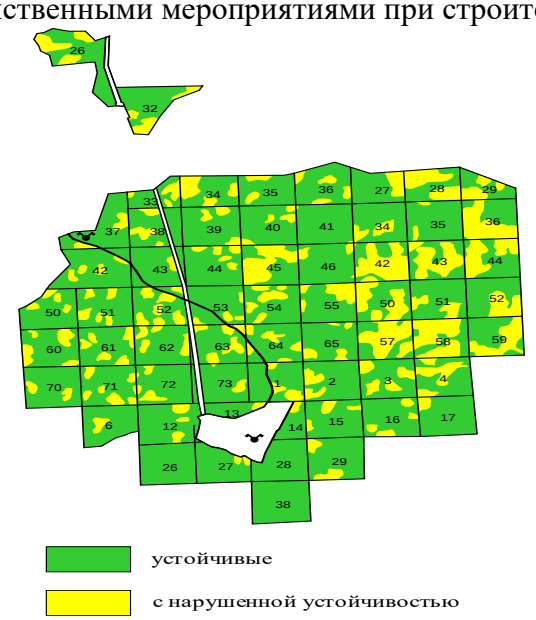


Рис. Схема распределения лесов района ОУХО различной биологической устойчивости

Список литературы:

Ашихмина Т.Я. 2002. Комплексный экологический мониторинг объектов хранения и уничтожения химического оружия. – Киров: Вятка, 544 с.

Анищенко Л.Н., Балясников И.А., Рудакова Т.А. 2013. Блок биомониторинга в экоаналитическом контроле химически опасных техногенных систем (на примере объекта по утилизации химического оружия 1204, Брянская область). – Теоретическая и прикладная экология, № 3, с. 40-46.

Анищенко Л.Н., Балясников И.А., Рудакова Т.А. 2014. Лихеноиндикация состояния атмосферного воздуха на химически опасных техногенных объектах. – Теоретическая и прикладная экология, № 4, с. 79-84.

Анищенко Л.Н. 2016. Опыт использования альгофлоры в импактном мониторинге почв химически опасного техногенного объекта (на примере Брянской области, РФ). – в сб. науч. тр: Промышленная ботаника, вып. 15. с. 82-93.

МОДЕЛИРОВАНИЕ ВЛИЯНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЙ НЕФТЬЮ И НЕФТЕПРОДУКТАМИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ С ПОМОЩЬЮ МЕТОДОВ ВЕГЕТАЦИОННОГО ИНДЕКСИРОВАНИЯ

А.В. Несова

Донецкий национальный университет,
83001, г. Донецк, ул. Университетская, 24, arina.nesova@gmail.com

Нефть и нефтепродукты — самые распространенные загрязнители окружающей среды, в среднем 3% добываемой нефти попадает в окружающую среду только на этапе ее добычи и транспортировки, что в абсолютном исчислении составляет десятки миллионов тонн (Гуреев и др., 1986). Транспортирование нефти и нефтепродуктов водными путями иногда сопровождается авариями танкеров и образованием на водной поверхности больших нефтяных пятен, загрязнением воды и побережья (Кузнецов и др., 2006). В предлагаемой работе влияние нефти и нефтепродуктов на окружающую среду будут изучены путем моделирования на основе методов вегетационного индексирования.

Материалы и методы. В качестве области для исследований выбрана одна из крупнейших аварий произошедшей на нефтяной платформе Deepwater Horizon в Мексиканском заливе 20 апреля 2010 года. Последовавший после аварии разлив нефти стал одним из крупнейших техногенных катастроф по негативному влиянию на экологическую обстановку. На базе Интернет-сервиса LandsatLook Viewer была сделана загрузка и поиск изображений интересующей территории с космического спутника Landsat 7, а так же совмещение изображений по периодам: до, вовремя, после аварии. В программной среде MATLAB проводился анализ распределения растительности с применением подходов, в основу которых лежит использование нормализованного вегетационного индекса (НВИ). НВИ представляет собой показатель, который вычисляется в результате обработки мультиспектральных данных дистанционного зондирования Земли (ДЗЗ) и показывает наличие и состояние растительности (Колесенков, Несова, 2015).

Результаты. Получено, что индекс НВИ находится в диапазоне [-1;1], при этом в период до аварии, показатель содержания хлорофилла в воде изменяется от 0,5 до 0,7 концентрации токсических веществ не обнаружено, показатели соответствуют норме, вовремя аварии, показатель содержания хлорофилла в воде изменяется от 0,3 до 0,4 концентрации токсических веществ не обнаружено, показатели соответствуют норме, после аварии, показатель содержания хлорофилла в воде изменяется от 0,2 до 0,5 наблюдается изменение в составе водорослей (активный рост красных водорослей), под воздействием токсических веществ.

Выводы. Разработанный метод моделирования даст возможность оперативно следить за изменениями в окружающей среде, вследствие влияния нефти и нефтепродуктов, что позволит уменьшить вред, который в дальнейшем будет нанесен всей экосистеме.

Автор выражает благодарность проф., д.т.н. Недопекину Ф.В. за руководство и поддержку работу

Список литературы:

Гуреев А.А., Фукс И.Г., Лашхи В.Л. 1986. Химмотология. – М., Химия, 386 с.: ил.

Кузнецов А.Е., Градова Н.Б. 2006. Научные основы экобиотехнологии. - Учебное пособие для студентов. – М., Мир, 504 с.: ил.

Колесенков А.Н. Несова А.В. 2015. Оценка состояния объектов лесного хозяйства на основе реализации нви-подхода средствами математического моделирования. - Математические методы в технике и технологиях ММТТ-28: сборник трудов XXVIII Международной научной конференции, том 9. - Саратов: Саратовский государственный технический университет, с. 138-141.

МОНИТОРИНГ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИЗЕМНОГО СЛОЯ АТМОСФЕРЫ г. ТОМСКА

Г.Г. Журавлев
Томский национальный исследовательский университет
РФ, г. Томск, пр. Ленина, д.36, ggz50@mail.ru

Проблема загрязнения атмосферы в настоящее время по-прежнему остается одной из наиболее важных проблем современности. Оценка загрязнения атмосферного воздуха любой территории является важнейшим методологическим вопросом мониторинга загрязнения окружающей среды [Селегей, 2005] . В данной работе исследована динамика концентраций основных примесей в атмосфере г. Томска: диоксида серы (SO_2), диоксида азота (NO_2), оксида углерода (CO), пыли. Материалом для исследования послужили данные наблюдений Томского Центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды за период с 1975 по 2015 годы на 6 постах наблюдения за загрязнением (ПНЗ). Основной задачей данной работы является обновление и расширение имеющихся оценок загрязнения атмосферы г. Томска [Журавлев и др., 2003, 2009, 2011, 2012, 2013, 2016] с привлечением данных последних наблюдений (по декабрь 2015 года). Загрязнение атмосферного воздуха в г. Томске отдельными ингредиентами на «длиннорядных» постах (ПНЗ-2, ПНЗ-5 и ПНЗ-11) рассматривалось с 1976 года, на других постах – с 1993 года.

Для исследования динамики загрязнения были построены графики среднегодовых концентраций указанных ингредиентов. На рис. для примера показана динамика среднегодовых концентраций диоксида азота на ПНЗ-2, ПНЗ-5 и ПНЗ-11.

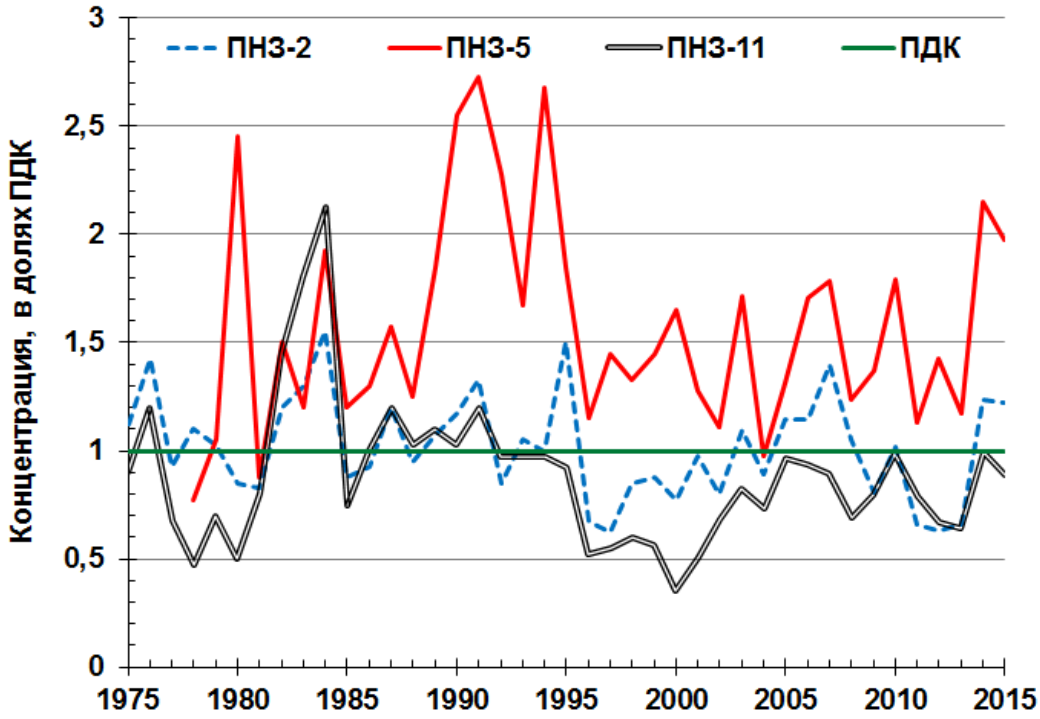


Рисунок – Динамика среднегодовых концентраций диоксида азота в атмосфере г. Томска (1976-2015 гг.).

Загрязнение атмосферы диоксидом азота в течение всего периода было высоким, особенно на ПНЗ-5. Такое высокое загрязнение обусловлено местоположением этого пункта рядом с крупными предприятиями и мощными транспортными потоками - пр. Комсомольский и ул. Герцена.

Анализ полученных данных показывает, что за рассматриваемый период концентрация примесей изменялась в широких пределах. Особенно заметны изменения в величинах концентраций диоксида серы и оксида углерода. В начале периода наблюдений

среднегодовые концентрации этих ингредиентов превышали ПДК в 2 - 4 раза. Томск несколько лет входил в список самых загрязненных городов России. В результате организации контроля над выбросами предприятий, перевода предприятий теплоэнергетики на газ и мазут, произошло значительное снижение вклада этих предприятий в общее загрязнение атмосферы г. Томска. Особую роль в этом сыграл перевод на газ и мазут Томской ГРЭС-2, т.к. по оценкам специалистов вклад ГРЭС-2 в общее загрязнение был в то время около 62 %. На динамику концентраций повлияло и сокращение объемов производства, увеличение количества автомобилей. Это привело к перераспределению объемов выбросов между промышленностью и автотранспортом. Сейчас ведущую роль в загрязнении атмосферы играет автотранспорт, его доля около 77%. Кроме этого, в последние годы сильно изменились транспортные потоки: был запущен новый мост через р. Томь, были построены новые транспортные развязки в районе Академгородка, на пересечении улицы Пушкина и Комсомольского проспекта.

В настоящее время концентрация SO_2 на всех ПНЗ не превышает 0,05 ПДК, что говорит о незначительном вкладе данной примеси в общее загрязнение атмосферы г. Томска. Среднегодовые концентрации оксида углерода с 1985 года на всех постах стали ниже ПДК. Лишь в 2009 году на ПНЗ-11 и в 2012 году на ПНЗ-5 было зафиксировано небольшое превышение ПДК.

В 2015 году концентрация пыли на ПНЗ-2 составила 1,1 ПДК, на ПНЗ-5 ее величина 1,2 ПДК, т.е. уровень загрязнения на этих постах достаточно высокий. На других постах (ПНЗ-11, ПНЗ-12, ПНЗ-13 и ПНЗ-14) значение концентрации пыли меньше ПДК.

Список литературы:

Журавлев Г.Г., Иванова Э.В., Мананков А.В. Оценка пространственно-временного распределения основных и специфических примесей в атмосфере города Томска. // Проблемы геологии и географии Сибири: материалы научной конференции, посвященной 125-летию основания Томского государственного университета и 70-летию образования геолого-географического факультета, 2-4 апреля 2003 г. Томск, 2003 - С. 171-173.

Журавлев Г.Г., Ахметшина А.С., Романюк В.А. Мониторинг загрязнения воздушного бассейна г. Томска.//Вестник Томского государственного ун-та.№ 328.Ноябрь 2009.-Томск: Изд-во ТГУ,2009.- С.208-213.

Журавлев Г.Г., Ахметшина А.С. Оценка индекса загрязнения атмосферы урбанизированной территории юга Западной Сибири. //Природные ресурсы Сибири: современное состояние и проблемы природопользования. Сб. научных статей - Новосибирск: Наука, 2010 – С.201-210.

Журавлев Г.Г., Задде Г.О., Ахметшина А.С. Мониторинг загрязнения воздушного бассейна г. Томска// Вестник Томского государственного ун-та.№ 347. Июнь 2011.-Томск: Изд-во ТГУ, 2011.-С.174-180.

Журавлев Г.Г., Романюк В.А. Динамика загрязнения атмосферы г. Томска.//Федеральный ежеквартальный журнал «Охрана атмосферного воздуха. Атмосфера». №3, 2012 (июль-сентябрь).- Санкт-Петербург: изд-во ОАО «НИИ Атмосфера», отпечатано в ООО «Контраст», 2012.- С. 35-51.

Журавлев Г.Г. Динамика индекса загрязнения приземного слоя атмосферы г. Томска//Materialy IX Miedzynaroowej naukowi-praktycznej konferencji «Wschodnie partnerstwo - 2013» 07-15 wrzesnia 2013 roku. Volume 26.- Przemysl: Nauka i studia, 2013.- С. 79-82.

Селегей Т.С. Формирование уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах Сибири. Новосибирск: Наука, 2005. 248 с.

Журавлев Г.Г. Динамика загрязнения атмосферы г. Томска основными примесями.- Актуальные проблемы гуманитарных и естественных наук. 2016. № 12-4. С. 137-140.

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ НАЗЕМНЫХ ЭКОСИСТЕМ ПОДВЕРЖЕННЫХ МНОГОЛЕТНЕМУ ВОЗДЕЙСТВИЮ БЕЛОЯРСКОЙ АЭС НА УРАЛЕ

Л.Н. Михайловская, В.П. Гусева, О.В. Рукавишникова
Институт экологии растений и животных УрО РАН
РФ, 620144 Екатеринбург, ул. 8-е Марта, 202, mila_mikhaylovska@mail.ru

Атомно-энергетические предприятия - источники поступления техногенных радионуклидов в окружающую среду. В зоне влияния одного из них – Белоярской атомной электростанции (БАЭС) сотрудниками Института экологии растений и животных УрО РАН проводится многолетний радиоэкологический мониторинг (Куликов, Молчанова, 1990; Трапезников и др., 2007; 2010). Актуальность исследований в настоящее время определяется введением в эксплуатацию четвертого блока БАЭС.

Цель наших исследований изучение основных закономерностей пространственного распределения радионуклидов в почвенно-растительном покрове наблюдаемой зоны БАЭС перед пуском блока БН-800.

Исследования проводили на территории Свердловской области в 13-километровой зоне наблюдения БАЭС. Загрязнение наблюдаемой зоны происходит за счет газоаэрозольных выбросов и жидких сбросов станции. Зона влияния жидких сбросов ограничивается Ольховской болотно-речной экосистемой, куда функционирующая в штатном режиме станция (с 1964 г.) сбрасывает слаборадиоактивные дебалансные воды и водоемом охладителем (зарегулированное русло р. Пышмы), в который поступают технологические воды станции.

Все реперные площадки закладывали в соответствии с концепцией радиоэкологического мониторинга разработанного ранее. При проведении исследований, учитывали пути поступления, набор загрязнителей, ландшафтно-географические особенности региона (Трапезников и др., 2010). Почвенные разрезы, располагали в вершинах равностороннего треугольника с длиной стороны 10м. Из каждого разреза отбирали образцы почв слоями по 5 см с учетом площади. Надземную массу растений отбирали в непосредственной близости от почвенных разрезов.

^{90}Sr и ^{239,240}Pu из почвенных и растительных образцов выделяли радиохимическим способом. Измерение β-активности препаратов проводили на радиометре «УМФ-2000» (Россия) с нижним пределом обнаружения 0.2 Бк. Определение изотопов Pu проводили на многоканальном α-спектрометре «Ortec» (США) с поверхностно-барьерными детекторами, и программным обеспечением «Alpha Vision-32». Нижний предел определения составлял 0.001 Бк. Содержание ^{137}Cs определяли на низкофоновом полупроводниковом гамма-спектрометре рентгеновского и гамма-излучения «DSPTC-jr» фирмы «Ortec» (США) с нижним пределом обнаружения 0.1 Бк. Все полученные данные, характеризующие содержание радионуклидов в исследованных объектах, рассчитаны на воздушно-сухой вес.

Изучение распределения радионуклидов в зоне газоаэрозольных выбросов показало, что независимо от структуры земельных угодий и азимутального направления от БАЭС они по уровню содержания располагаются в убывающем ряду: ^{137}Cs>^{90}Sr>$^{238-239}$Pu. Запас ^{90}Sr варьирует от 0.4 до 7.8 кБк м$^{-2}$, ^{137}Cs – от. 0.1 до 9.8 кБк м$^{-2}$, и $^{238-239}$Pu – от 0.03 до 0.1 кБк м$^{-2}$ и находится в пределах фоновых значений, характерных для Уральского региона (Молчанова и др., 2016). Максимальные уровни загрязнения ^{137}Cs 8.0 – 9.8 кБк м$^{-2}$ обнаружены в зоне вероятного приземления факела выбросов. Примерно такой же уровень загрязнения почв ^{90}Sr и ^{137}Cs был отмечен в наблюдаемой зоне и 35 лет назад перед пуском блока №3 (Куликов, Молчанова, 1990; Трапезников и др., 2007). За период функционирования блока №3 БН-600 содержание ^{90}Sr и ^{137}Cs только за счет процессов радиоактивного распада должно было снизиться более чем в 2 раза. Сохранение уровня

загрязнения почв в наблюдаемой зоне в течение длительного периода времени обусловлено не только уровнем газоаэрозольных выбросов БАЭС, но и сложной радиоэкологической обстановкой в регионе. В формировании загрязнения почв в зоне БАЭС, как и уровня регионального фона, принимали участие глобальные радиоактивные выпадения из атмосферы и выбросы предприятий ПО «Маяк». Свой вклад вносили близко расположенные территории ВУРСа, а также Чернобыльские выпадения.

Изучение распределения радионуклидов в почвенном покрове геохимических сопряжений расположенных в зоне жидких сбросов и за ее пределами выявило накопление радионуклидов в почвах транс-аккумулятивных ландшафтов (центр болота, заболоченная пойма рек), оно увеличивается по вектору стока и достигает максимума в заболоченных поймах рек. Анализ величин радионуклидного отношения ^{137}Cs/ ^{90}Sr в геохимических сопряжениях позволяет заключить, что высокое содержание радионуклидов в центре Ольховского болота и на его окраинах обусловлено в первую очередь поступлением в болото с жидкими техногенными сбросами БАЭС.

За 35 лет, прошедшие с момента пуска блока БН-600, в результате миграционных процессов произошло очищение верхних горизонтов пойменных почв. Основное количество ^{137}Cs переместилось вглубь почвенного профиля. Содержание ^{137}Cs в пойменных почвах выше, чем в донных отложениях речных систем. Запасы ^{137}Cs в почвах зоны сбросов дебалансных вод достигают 67–4678 кБк м$^{-2}$, в пойме р. Пышмы 4.7–180 кБк м$^{-2}$. Фронт загрязнения сместился вглубь профиля почв. Хроническое поступление радионуклидов с жидкими сбросами, вертикальная и горизонтальная миграция изменили пространственное распределение радионуклидов в почвенном покрове гидроморфных почв. Барьерные функции почв, обусловили накопление радионуклидов в почвенном покрове транс-аккумулятивных ландшафтов и перераспределение радиационной нагрузки на компоненты обследованных природных экосистем с течением времени.

Изучение поступления радионуклидов в надземную массу травянистых растений показало, что коэффициенты накопления ^{90}Sr не изменились с течением времени. В то же время поступление ^{137}Cs в растения снизилось как на загрязненных, так и на фоновых участках, коэффициенты перехода уменьшились от 2 до 38 раз. Это обусловлено уменьшением подвижности ^{137}Cs за счет необменной фиксации глинистыми минералами почв, а в зоне жидких сбросов еще и уменьшением содержания ^{137}Cs в дебалансных водах после вывода из эксплуатации первой очереди БАЭС.

В целом уровень загрязнения почвенного покрова в зоне газоаэрозольных выбросов остался на том же уровне, что и 30-40 лет назад. В пойменных почвах, изначально служащих геохимическим барьером на пути миграции радионуклидов наблюдаются процессы самоочищения, однако в настоящее время они служат источником вторичного загрязнения речных систем.

Работа выполнена при частичной поддержке Программы Фундаментальных исследований УрО РАН (проекты №15-2-4-12, № 15-2-4-21).

Список литературы:

Куликов Н.В., Молчанова И.В., Караваева Е.Н. 1990. Радиоэкология почвенно-растительного покрова. – Сверловск, УрО РАН СССР, 172 с.

Трапезников А.В., И.В. Молчанова, Е.Н. Караваева, В.Н. Трапезникова 2007. Миграция радионуклидов в пресноводных и наземных экосистемах. Екатеринбург, Изд-во Уральского ун-та, т. 1. 479с.; т. 2. 399 с.

Трапезников А.В., Коржавин А.В., Трапезникова В.Н., Молчанова И.В., Караваева Е.Н., Михайловская Л.Н. 2010. Концепция и результаты радиоэкологического мониторинга наземных экосистем в зоне влияния Белоярской атомной электростанции – Проблемы радиоэкологии и пограничных дисциплин. Екатеринбург, Вып.13, с. 106-129.

РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ УЧАСТКОВ ВЫХОДОВ ДИКТИОНЕМОВЫХ СЛАНЦЕВ НА ДНЕВНУЮ ПОВЕРХНОСТЬ НА ТЕРРИТОРИИ ЛЕНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ

У.С. Ефремова

Санкт-Петербургский государственный университет, РФ, 199034, г. Санкт-Петербург, Университетская наб. д.7-9, ylefre_95@rambler.ru

Диктионемовые сланцы копорской свиты нижнего ордовика обнажаются узкой полосой к югу от Финского залива. На территории северо-запада Русской платформы они распространены от реки Сясь на востоке до северной Эстонии на западе. Мощность этих пород в разных частях разреза изменяется от нескольких сантиметров до нескольких метров, местами породы выклиниваются.

Диктионемовые сланцы характеризуются тонкой слоистостью, темно-коричневым или черным цветом из-за большого количества органического вещества (остатков граптолитов рода *Dictyonema*).

Характерной особенностью сланцев считается их повышенная радиоактивность за счет большого содержания естественных радионуклидов (ЕРН) – ^{238}U, ^{232}Th, ^{40}K. В основном эти породы перекрыты более поздними отложениями, однако, есть места, где диктионемовые сланцы подходят близко к дневной поверхности и вскрываются реками и техногенными выработками. Безусловно, выход радиоактивных пород на поверхность оказывает влияние на радиоэкологическую обстановку близлежащих территорий.

На территории Ленинградской области были исследованы 5 обнажений диктионемовых сланцев, которые находились: в г. Павловске (борт р. Тызьвы), пос. Ульяновка, с. Копорье, пос. Войскорово, пос. Можайском (Дудергофские высоты).

На обнажениях производились замеры уровня радиации (мощности экспозиционной дозы) и отбор образцов диктионемовых сланцев и контактирующих с ними почв для дальнейшего лабораторного анализа на удельную активность ЕРН.

Значения мощности экспозиционной дозы на обнажениях составили:

- пос. Ульяновка – 70 мкР $ч^{-1}$;
- с. Копорье – от 60 до 140 мкР $ч^{-1}$;
- г. Павловск (р. Тызьва) – от 65 до 98 мкР $ч^{-1}$;
- пос. Войскорово (р. Ижора) – от 70 до 110 мкР $ч^{-1}$;
- пос. Можайский (Дудергофские высоты) – от 160 до 349 мкР $ч^{-1}$.

Корреляции между мощностью пласта диктионемовых сланцев и уровнем их радиоактивности выявлено не было. Причиной локальных радиоактивных аномалий в толще диктионемовых сланцев могла служить особенность сноса радиоактивных веществ за счет выноса минералов урана и тория или их растворенных соединений с Балтийского щита в ордовикское море Русской платформы, где в то время формировались сланцы.

Поскольку речь идет о радиоактивных породах, которые выходят на дневную поверхность и могут контактировать с компонентами природной среды и оказывать непосредственное воздействие на человека, то необходимо оценить влияние этих пород на население.

Для этого был производен расчет мощности эквивалентной дозы – как нормируемой величины – из измеренной мощности экспозиционной дозы.

Значения мощности эквивалентной дозы на каждом из обнажений составили:

- пос. Ульяновка – 6.1 мЗв $год^{-1}$;
- с. Копорье – от 8.8 мЗв $год^{-1}$;
- г. Павловск (р. Тызьва) – 7 мЗв $год^{-1}$;
- пос. Войскорово (р. Ижора) – 7.9 мЗв $год^{-1}$;
- пос. Можайский (Дудергофские высоты) – 23.2 мЗв $год^{-1}$.

Согласно ОСПОРБ-99/2010: степень радиационной безопасности населения характеризуют следующие значения эффективных доз облучения от всех основных природных источников излучения:

- менее 5 мЗв/год - приемлемый уровень облучения населения от природных источников излучения;
- свыше 5 до 10 мЗв/год - облучение населения является повышенным;
- более 10 мЗв/год - облучение населения является высоким.

Таким образом, на исследуемых территориях степень облучения населения в непосредственной близости от источника ионизирующего излучения в основном можно отнести к повышенной, однако выявлен участок на территории пос. Можайского, где степень облучения является высокой.

Также была рассчитана мощность поглощенной дозы в воздухе над почвами на территории Дудергофских высот (г. Кирхгоф) с использованием дозовых коэффициентов преобразования, приведенных в работе (Exposures from natural radiation sources…, 2000). Она составила в среднем 675 нГр/ч. Для сравнения можно привести данные по мощности поглощенной дозы над почвами в ближайших к Ленинградской области странах, где также наблюдаются выходы радиоактивных пород на дневную поверхность: Эстония - 59 нГр/ч при разбросе величин от 14 до 230 нГр/ч; Финляндия - 71 нГр/ч при разбросе величин от 45 до 139 нГр/ч и Швеция - средняя абсолютная величина мощности дозы равна 56 нГр/ч при вариации значений от 40 до 500 нГр/ч. Таким образом, значения соответствующей характеристики на территории пос. Можайского (г. Кирхгоф) в 9-11 раз превышают средние значения по ближайшим странам.

Безусловно, проживание в непосредственной близости от природного источника радиации представляет определенную опасность для населения. Также уровень радиации может быть повышен за счет техногенного нарушения целостности радиоактивного пласта и выемки его из геологического разреза на дневную поверхность во время каких-либо строительных работ.

Список литературы:

"Основные санитарные правила обеспечения радиационной безопасности (ОСПОРБ-99/2010)"

United Nations Scientific Committee on the Effects of Atomic Radiation UNSCEAR 2000 Report to the General Assembly, with scientific annexes. Exposures from natural radiation sources. http://www.unscear.org/

СУЛЬФАТЫ В ОСАДКАХ И СНЕГЕ ПОБЕРЕЖЬЯ ТАЙМЫРСКОГО ПОЛУОСТРОВА

Е.И. Котова

Федеральный исследовательский центр комплексного изучения Арктики РАН,
РФ, 163000, г. Архангельск, Наб. Северной Двины, д. 23, ecopp@yandex.ru

В непосредственной близости от района исследований располагается г. Норильск, предприятия которого являются мощным источником диоксида серы, способным оказывать влияние на отдаленные территории, что делает актуальным изучение содержания сульфатов в осадках и снеге для оценки влияния данного источника. Положение территории в высоких широтах определяет благоприятные предпосылки для исследования химического состава атмосферы, используя атмосферные осадки и снежный покров в качестве природного архива потоков веществ из атмосферы.

Работа выполнена на основе материалов государственного мониторинга загрязнения снежного покрова Росгидромета за 1997-2014 гг. На территории Таймырского полуострова отбор проб снежного покрова осуществляется на 4 станциях (Сопочная Корга, Диксон, Стерлегова, Челюскин), атмосферных осадков – на одной (Диксон).

Отбор проб атмосферных осадков и снежного покрова на государственной сети наблюдений проводится по единой методике на основании РД 52.04.186-89. Содержание сульфатов определяется колориметрическим методом.

Для выделения антропогенной составляющей в содержании сульфатов в снежном покрове проводился расчет коэффициента обогащения талой фазы снежного покрова сульфат-ионами по отношению к атмосферным осадкам над океаном [Добровольский, 2003].

Исследования, проведенные ранее [Котова, Шевченко, 2014] показали, что на формирование ионного состава осадков и снежного покрова рассматриваемой территории, в том числе, оказывает воздействие и интенсивный западный перенос воздушных масс с Атлантического океана. В результате и в зимний период в составе морских аэрозолей на данную территорию поступают хлорид-, сульфат-ионы, ионы натрия, калия, магния.

В ионном составе снежного покрова преобладают хлорид-ионы (53-83%), доля сульфат-ионов невелика (8-16%).

Средние значения концентраций сульфатов в районе станции Сопочная Корга (6,5 мг/л), относительно выше, чем на остальной территории западного сектора Арктики, в результате очень высоких концентраций данного иона в отдельные годы (до 12,6-58,0 мг/л). В тоже время значения медианы для сульфат-ионов изменяются на территории Таймырского п-ова в интервале от 0,9 мг/л на станции Сопочная Корга до 2,0 м/л – на станции Стерлегова, что все же несколько выше значений на островах Карского моря: 0,5-0,6 мг/л.

Минимальные значений коэффициента обогащения снежного покрова сульфатами получены для станций Диксон и Стерлегова. Для станции Челюскин значение данного коэффициента составило 1,7, что говорит о появлении дополнительного источника сульфатов.

Среднее содержание сульфат-ионов в атмосферных осадках на станции Диксон составило 7,1 мг/л, что выше, чем на других станциях западного сектора Арктики: 2,5-5,8 мг/л. В отдельные годы концентрация данного иона в осадках здесь может достигать 20-30 мг/л, при том, что концентрация хлоридов может быть относительно невысокой. Среднее значение коэффициента обогащения осадков сульфатами для станции Диксон составило 3,8.

Таким образом, на данной территории кроме морского источника имеется дополнительный источник поступления сульфатов в осадки и снежный покров.

Список литературы:

Добровольский В.В. Основы биогеохимии: учебник для студ. высш. учеб. заведений. – М.: Академия, 2003. – 400 с/

Котова Е.И., Шевченко В.П. Влияние дальнего атмосферного переноса на формирование ионного состава атмосферных осадков и снежного покрова прибрежной зоны западного сектора российской Арктики // Фундаментальные исследования. – 2014. – № 12–11. – С. 2378-2382.

Руководство по контролю загрязнения атмосферы (РД 52.04.186-89). – М.: Госкомгидромет – Министерство здравоохранения СССР, 1991. – 693 с.

ОЦЕНКА СОДЕРЖАНИЯ МЕТАЛЛОВ В ЛИШАЙНИКАХ ИЗ Г. ТОРЖКА В ТВЕРСКОЙ ОБЛАСТИ

В.С. Быкова, А.Ф. Мейсурова
ФГБОУ ВПО «Тверской государственный университет»,
170100 г. Тверь, ул. Желябова, 33

Город Торжок является центром Торжокского района в Тверской области. Общая площадь города составляет 58,8 км², а численность населения 46.356 человек (Город Торжок). Город имеет развитую промышленную инфраструктуру, которая представлена функционирующими предприятиями из различных отраслей промышленности – машиностроительной, химической, лесообрабатывающей, легкой и пищевой. Их деятельность определяет высокую антропогенную нагрузку на окружающую среду (Промышленность Торжка).

Выбросы предприятий данных отраслей определяют экологическое состояние города. В этой связи актуальными являются исследования состояния окружающей среды в городе. Отметим, что в 2010–2013 гг. в городе были начаты исследования состояния воздуха с помощью Фурье-ИК спектральных исследований лишайников (Мейсурова и др., 2013). Однако спектр, выявляемых поллютантов не охватывал металлы. В то время, как известно, что лишайники являются хорошими индикаторами загрязнения воздуха металлами. В этой связи, актуально проведение оценки содержания металлов в лишайниках из г. Торжок.

Цель работы: оценка содержания металлов в лишайниках из г. Торжка с помощью атомно-эмиссионного спектрального анализа с индуктивно-связанной плазмой (АЭС–ИСП–анализ). Задачи работы: 1) определение сети пунктов отбора (ПО) образцов в г. Торжке; 2) отбор проб лишайников; 3) проведение анализа и оценки содержания металлов с помощью АЭС–ИСП–анализа.

Исследования проводили в летний период 2016 года на территории г. Торжка. Объектом исследования служили образцы *Hypogymnia physodes*. Пунктами отбора (ПО) образцов для АЭС–ИСП–анализа служила сеть пунктов отбора образцов лишайников для Фурье-ИК спектрального анализа, который проводили в городе в 2012-2013 гг. (Мейсурова и др., 2013). Данная сеть расположения ПО учитывает хозяйственную инфраструктуру города, возможные источники загрязнения. Она включает 6 ПО. Анализ содержания металлов проводили в лабораторных условиях на базе Центра коллективного пользования (ЦКП) Тверского государственного университета. Измерения проводили с помощью атомно-эмиссионного спектрометра с индуктивно-связанной плазмой iCAP 6300 Duo (ThermoScientifia, USA). Полученные значения концентраций металлов, обнаруженных в исследуемых пунктах сбора материала, сравнивали с фоновыми значениями концентраций металлов для Тверской области (Мейсурова, Нотов, 2015), а также с гигиеническими нормативами (Гигиенические нормативы…, 2006 , 2009;).

Анализ образцов *Hypogymnia physodes* из г. Торжок (ПО 1–6) показал следующие результаты. С помощью АЭС–ИСП–анализа в образцах *Hypogymnia physodes* было найдено 18 металлов (Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Ti, V, W, Zn, Zr).
По степени опасности выявленные металлы представляют следующие классы опасности: первый – высокотоксичные (Cd, Cu, As, V, Zn); второй - умеренно токсичные (Mn, Cr, Pb, Ba, Sn, Mo, Ni); третий – малотоксичные (Al, Li, Fe, W, Zr, Ti,) (ГОСТ.., 1983).

Количественный анализ содержания металлов в лишайниках показал, что концентрации 9 металлов (Al, As, Cr, Fe, Ni, Sn, Ti W, Zn) выше принятых фоновых значений этих металлов для Тверской области. Также замечено, что превышение концентраций данных металлов присутствует во всех пунктах отбора образцов, за исключением концентрации олова (Sn), норма которого найдена в ПО № 2 и № 6, вольфрама (W) в пункте № 1 и железа (Fe) в пункте № 6. Самое большое превышение содержания по

фону характерно для цинка (ПО № 4) в 4 раза, мышьяка (ПО № 3) в 3 раза, незначительное превышение фона характерно для олова, железа (ПО № 4) и алюминия (ПО № 3) в 1,5 раза.

Наибольшее число металлов, с максимальными значениями сконцентрировано в ПО № 4 (Cr, Cu, Fe, Ni, Sn, Ti, V, W, Zn). Заметим, что рядом с этим пунктом располагается предприятие ОАО «Торжокский вагоностроительный завод», производственные выбросы которого определяют превышенные концентрации, выявленных металлов. Известно, что на предприятии изготавливают сварные металлоконструкции, проводят окраску деталей и изделий, а также обработку древесины. Минимальные значения концентраций выявленных металлов зарегистрированы в ПО № 1 (Cr, Fe, Ti, Zn – превышены фоновые концентрации, Li, W, Zr – норма) недалеко от ОАО «Торжокский завод полиграфических красок». Предприятие специализируется на производстве красок, в этапе изготовления которых присутствуют данные металлы.

Таким образом, с помощью АЭС–ИСП–анализа в образцах лишайника *Hypogymnia physodes* из г. Торжка (ПО 1–6) выявлено 18 металлов: Al, As, Ba, Cd, Cr, Cu, Fe, Li, Mn, Mo, Ni, Pb, Sn, Ti, V, W, Zn, Zr. Из них 9 металлов (Al, As, Cr, Fe, Ni, Sn, Ti W, Zn) превышают допустимые значения фоновых концентраций. Наибольшее число металлов, с максимальными значениями концентраций выявленных металлов, в том числе тех которые выше фона, характерны для образцов собранных вблизи предприятия машиностроительной отрасли ОАО «Торжокский вагоностроительный завод» (ПО 4). В дальнейшем целесообразно продолжить исследования по оценке содержания металлов в других компонентах окружающей среды в г. Торжок.

Список литературы:

Город Торжок [Электронный ресурс].– URL:https://ru.wikipedia.org/wiki.

Промышленность Торжка [Электронный ресурс]. – URL: http://www.torzhok-adm.ru/city/industrial-enterprises-of-the-city.php?type=special.

Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2511-09. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве, 2009.

Гигиенические нормативы ГН 2.1.7.2041-06. Предельно допустимые концентрации (ПДК) химических веществ в почве, 2006.

ГОСТ 17.4.1.02-83 Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения М., 1983. 12 с.

Мейсурова А.Ф., Нотов А.А., Дементьева С.М., Мейсуров У.М. Оценка состояния атмосферы антропогенно-трансформированных территорий Вышневолоцко-Новоторжского вала с помощью Фурье-ИК спектрального анализа слоевищ *Hypogymnia physodes* // Вестн. ТвГУ. Сер. Биология и экология. 2013. Вып. 30, № 7. С. 123–136.

Мейсурова А.Ф, Нотов А.А., Физико-химический анализ индикаторных видов лишайников как компонентов фонового мониторинга заповедных территорий // Журн. прикладной спектроскопии. 2015. Т.82, №6. С. 928-935.

ИЗУЧЕНИЕ АГРОХИМИЧЕСКИХ И АГРОЭКОЛОГИЧЕСКИХ ПОКАЗАТЕЛЕЙ ПОЧВ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННОГО НАЗНАЧЕНИЯ С ЦЕЛЬЮ МОНИТОРИНГА ИХ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ВЫБРОСАМИ МЕТАЛЛУРГИЧЕСКИХ ПРОИЗВОДСТВ

О.А. Берсенева

РФ, 664003, г. Иркутск, ул. Карла Маркса, 1, berseneva-oksana@rambler.r

В настоящее время во многих крупных промышленных городах наблюдается сильное техногенное воздействие на природную среду. Мощными источниками загрязнения окружающей среды являются комбинаты цветной металлургии. Их выбросы оказывают негативное воздействие на атмосферу и среды жизни, наиболее сильно с ней связанные – прежде всего почву (Берсенева, 2010). Вследствие этого существует угроза их накопления в сельскохозяйственной продукции. Указанные обстоятельства определяют необходимость проведения исследований по изучению агрохимических и агроэкологических показателей почв сельскохозяйственного назначения для оценки степени их загрязнения выбросами металлургических производств (Берсенева, Саловарова, 2014).

С целью определения влияния техногенного загрязнения почв от Иркутского алюминиевого завода, который являлся моделью для исследования экологических последствий, связанных с деятельностью предприятий алюминиевой промышленности, нами были отобраны и проанализированы почвенные образцы из разрезов, заложенных на различном удалении от источника выбросов с учетом господствующей розы ветров. Опытными почвами служили участки, находящиеся в 0.5, 5 и 15 км от ОАО «ИркАЗ-РУСАЛ». Участок, находящийся на расстоянии 25 км служил контролем, поскольку был расположен вне зоны загрязнения (Берсенева, 2010).

Выбранные для исследования почвы существенно различались по своим физико-химическим и агроэкологическим характеристикам. Согласно проведенным исследованиям, почвы имеют слабощелочную реакцию почвенного раствора (pH H_2O для почв, находящихся в 0,5 и 5 км от завода составляет 7,5 и 7,8 соответственно, а в 15 км 7,4). Реакция контрольной почвы близка к нейтральной. Изменение уровня pH подтверждает сведения о степени загрязнения почв фторидами, которые, согласно исследованиям ряда авторов (Помазкина и др., 2008), способствуют подщелачиванию почвы.

Сумма обменных оснований соответствует нормам, характерным для этого типа почв, однако поглощающий комплекс почв, находящихся в 0.5; 5 и 15 км от предприятия, более насыщен основаниями (30.7; 31.6 и 30.3 мг/экв на 100г почвы соответственно) по сравнению с контрольной почвой.

Содержание гумуса во всех пробах ниже нормы, но увеличивается по мере удаления от предприятия, что может свидетельствовать о замедлении процесса гумификации или усилении минерализации почвенной органики.

Содержание общего азота в контрольной почве близко к норме, а вблизи источника воздействия его количество ниже нормы почти в 1,5 раза, что свидетельствует о дисбалансе процессов накопления и выщелачивания элемента. Такая же тенденция прослеживается и по количеству подвижных форм K_20 и P_2O_5, в контрольной почве в пределах норм и по мере приближения к заводу содержание K_20 и P_2O_5 снижается, что может свидетельствовать о повышении скорости минерализации.

Известно, что степень накопления в почве поллютантов определяется их буферными свойствами (Ильин, 2007). Согласно литературным данным основными компонентами, создающими буферность, являются гранулометрический состав, гумус, а также реакция среды (pH) (Ильин, 2007). Результаты расчета буферной способности почв, находящихся в районе аэропромвыбросов алюминиевого завода, приведены в таблице 1.

Таблица 1. Буферная способность почв, находящихся в районе аэропромвыбросов ОАО «ИркАЗ-РУСАЛ»

Пробы почв, расстояние от «ИркАЗ-РУСАЛ»	Почва	Компоненты почв, определяющие ее буферность			Балл буферности почв, степень буферности (Ильин, 2007)
		Физ. глина	pH	гумус	
0,5 км	серая лесная	30,8±1,43 (10)	7,5±0,04 (10)	1,85±0,1 (3)	23 слабая
5 км	серая лесная	31,7±2,0 (10)	7,8±0,72 (10)	2,11±0,12 (3)	23 слабая
15 км	серая лесная	31,4±2,5 (10)	7,4±0,68 (10)	2,12±0,11 (3)	23 слабая
25 км	светло-серая лесная	30,9±1,44 (10)	7,1±1,37 (10)	3,41±0,26 (4)	24 средняя

Представленные в таблице данные показывают, что почвы, находящиеся в (0,5; 5; и 15 км) от промышленного узла, характеризуются слабой буферной способностью обезвреживать техногенные вещества. Буферная способность контрольной почвы – средняя.

Токсический эффект выбросов Иркутского алюминиевого завода на почвы в значительной степени связан с содержанием в них фтора. Наибольшее содержание фторида было зарегистрировано в почве, которая находилась, в 5 км от источника загрязнения и составляло 76,5 мг/кг (7 ПДК). Содержание фторид иона в почвах, находящихся в 0,5 и 15 км от предприятия, составило 48,8 и 22,8 мг/кг, что более чем в 4 и 2 раза превышает предельно-допустимый уровень. В контрольной почве содержание фторидов соответствует ПДК.

Таким образом, проведенные исследования показали, что под действием аэропромвыбросов алюминиевого завода изменяются химические свойства почв. К общим изменениям относятся: увеличение pH (в среднем на 1,3 единицы), насыщенность почвенного поглощающего комплекса основаниями, снижение содержания биогенных элементов и гумуса, что свидетельствует об ухудшении буферных свойств почв по мере приближения к источнику воздействия.

Результаты настоящего исследования могут быть рекомендованы производственным организациям, городским и областным комитетам по экологии, санитарно-эпидемиологическим службам для разработки мониторинговых программ по контролю за химическим составом почвы, что позволит получать экологически безопасную овощеводческую продукцию в условиях загрязнения.

Список литературы:

1. Берсенева О.А. 2010. Эколого-микробиологическая характеристика наземных экосистем в районе предприятий алюминиевой промышленности: дис. … канд. биол. наук. Улан-Удэ, 148 с.
2. Берсенева О.А., Саловарова В.П. 2014. О некоторых экологических направлениях диагностики почв в зоне влияния химических производств. - Известия иркутского государственного университета. серия: биология. экология, №10, с. 58-63.
3. Ильин В.Б. 2007. Буферные свойства почвы и допустимый уровень ее загрязнения тяжелыми металлами. – Агрохимия, № 11, с. 65 – 70.
4. Помазкина Л.В., Котова Л.Г., Зорина С.Ю., Рыбакова А.В. 2008. Сравнительная оценка состояния агроэкосистем на разных типах почв Прибайкалья, загрязненных фторидами алюминиевого производства. – Почвоведение, № 6, с. 717 – 725.

КОЭФФИЦИЕНТЫ ПЕРЕХОДА УРОВНЕЙ РАДОНА СИСТЕМЫ "ПОЧВА - ВОДА" В ЛАНДШАФТАХ ЮЖНОГО ПОЛЕСЬЯ

Ю.Г. Тютюнник [1)], А.В. Шабатура[2)]

[1)] УНИ "Институт геологии" Киевского национального университета имени Тараса Шевченко,
Украина, 03022, г.Киев, ул. Васильковская, 90, dard@ukr.net
[2)] Украина, 03143, г. Киев, ул. акад. Лебедева, 37, carme1@mail.ru

Измерения уровней радона в различных геологических средах, в том числе гидрогеологических и геоморфологических объектах обеспечивает важной информацией для исследования возможной корреляции радона и физических характеристик почв (пористости, проницаемости, плотности), для установления местоположения отдельных гидрогеологических и геоморфологических объектов [Выжва С.А. и др., 2014]. Определения, хотя бы на качественном уровне, пропорций распределения сгенерированного в почве радона между воздушной и водной фазой улучшит прогнозирование его миграции и эксхаляции, уточнить условия в воздухе помещений и т.д. Содержание радона в почвах не является строго определяемой величиной, а зависит сложным образом от ряда факторов. Минеральная составляющая почв, в подавляющем случае, всегда содержит достаточное количество радия для генерации значимых концентраций радона. Иногда специфическая геологическая ситуация (наличие зон проницаемости, разломов, урановой минерализации и т.д.) может обуславливать громадные концентрации радона в почвенном газе. Но как правило, высокие концентрации радона в почвенном воздухе обусловлены аутигенное радоном и зависят не столько от абсолютного содержания радия, как от эманирующих и транспортных свойств почвенных покровов.

Для того, что бы радиоактивная эманация перешла в мобильную форму она должна отделиться от твердой минеральной части. Количественно этот эффект описывается коэффициентом эманации $К_Э$, за которым почвы очень сильно различаются - целинные или богатые органикой почвы 0.46, суглинисто-глинистые 0.22 [Greeman, D.J., Rose, A.W., 1996]. Типичное значение 0,2 [Nazaroff W.W., 1992].

Пористые и проницаемые среды благоприятны для перемещения радона в газовой форме, а влажность почв приводит к увеличению растворение радона в водной фазе, вовлекая его в транспорт в виде водной фазы, тем самым уменьшая значения молекулярной диффузии и адвекции. В этом случае информативным коэффициентом выступает показатель Е - эффективность эманирования породы с учетом испускания радона в подземные воды.

Важным фактором влияющим на коэффициент эманирования является наличие в почвах окислов железа и марганца. Железо и марганцевые оксиды и гидрооксиды играют важную роль в этих адсорбционных процессах радия. Часто наблюдается ситуация, когда процессы растворения и адсорбции радийсодержащих веществ приводят к вторичной его аккумуляции на поверхности частичек почв и формированию "эманирующих коллекторов". Низкие и умеренные концентрации радия в почвах приводят к высоким концентрациям радона, если радий адсорбирован на поверхности зерен. А уменьшение $К_Э$ в почвенные горизонтах А и Е [Greeman, D.J., Rose, A.W., 1996], в сравнении с материнским или дерново-гумусовыми горизонтами, объясняется вымывание железа из этих горизонтов.

Ландшафтная структура региона (северо-западная рекреационная зона вокруг Киева) представлена несколькими распространенными типами: морено-зандровые слабоволнистый равнины с дерново-среднеподзолистыми почвами, террасово-песчаные холмистые боровые равнины с дерново-слабоподзолистыми и дерново-боровыми почвами, лесные эродированные. Представленные типы почв – пористые агрегаты с высоким эманирующими свойствами, с умеренным содержанием радия, наличием железо-марганцевых оксидов и органикой. Нижние части ландшафтных катен часто обводненные с развитием суглинистых и торфянистых разновидностей.

Последовательное сравнение уровней радона в различных педологических сферах ландшафтов Южного Полесья демонстрирует последовательный тренд разубожение содержание радона в системе «почва-грунтовые воды», которое сохраняется для всех типов почв, но с разною интенсивностью. Принимая условный уровень радона минерального скелета почвы за 1, то для следующей цепочки миграции радона имеем следующее: почва (1) → поровая вода (0.8-1.0) → почвенный газ (0.12-0.56) или подземные воды (0.05-0.62) → атмосфера (0.02), а для цепочки без учета стадии поровой влаги - почва (1) → почвенный газ (0.21-0.5) → подземные воды (0.0025-0.091) → атмосфера (0.001-0.0042).
Наиболее показательные уровни снижения типичны для легких почв с высокой эманирующими свойствами (рис.). Влияние влажности на эксхаляцию почвенного радона неоднозначно, поскольку оно находиться под сильным влиянием температурного и барического фактора, вызывая сильную временную и пространственную изменчивость.

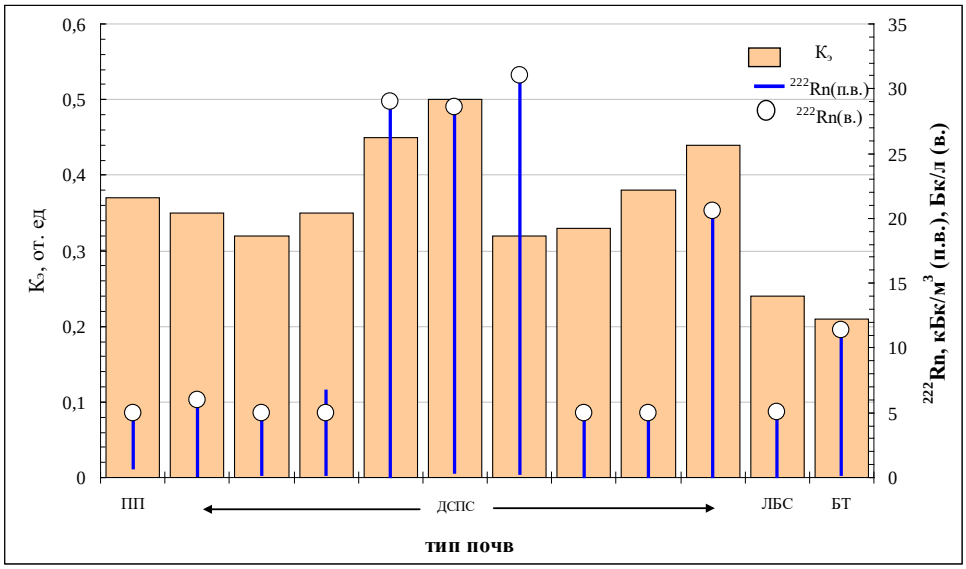


Рис. Сравнительная диаграмма содержания радона в почвенном газе (^{222}Rn(п.в.)), грунтовых водах
(^{222}Rn(в.)) и коэффициента эманирования
(ПП – пахотные почвы, ДСПС - дерново-слабоподзолистые супесчаные, ЛБС - лугово-болотные супесчанистые, БТ – болотные торфяные)

Установление количественных пределов колебание коэффициентов перехода концентраций радона в различных педологических сферах позволить уточнить эффективности применения коэффициентов эманирования порода с учетом испускания радона в подземные воды, а также в для последовательных ландшафтных зон. Учитываю хорошую растворимость радона в воде данные результаты позволять включать их в математические модели для оценивания количества и динамика поступления радона в подземные воды, в частности при установления коэффициента Е и т.д.

Выжва С.А., Гавриленко О.Д., Шабатура А.В., Онищук, И.И., Теут Е.В. 2014. Радоновый контроль и измерения. Учебник. Алмааты. 2014. 277 с.
Nazaroff W.W. Radon transport from soil to air (1992) Reviews of Geophysics, 30 (2), pp. 137-160.
Greeman, D.J., Rose, A.W. Factors controlling the emanation of radon and thoron in soils of the eastern U.S.A. (1996) Chemical Geology, 129 (1-2), pp. 1-14.

РЕЗУЛЬТАТЫ МОНИТОРИНГА ВОЗДУШНОГО ПЕРЕНОСА ДОЛГОЖИВУЩИХ ТЕХНОГЕННЫХ РАДИОНУКЛИДОВ НА ТЕРРИТОРИЮ СВЕРДЛОВСКОЙ ОБЛАСТИ С ОБЪЕКТОВ ЯДЕРНОГО ТОПЛИВНОГО ЦИКЛА, РАСПОЛОЖЕННЫХ В ЧЕЛЯБИНСКОЙ ОБЛАСТИ

А.В. Коржавин, А.В. Трапезников, В.Н. Трапезникова

Федеральное государственное бюджетное учреждение науки Институт экологии растений и животных Уральского отделения Российской академии наук,
РФ, 620144 г. Екатеринбург, ул. 8 Марта, д.202, BFS_zar@mail.ru

В первые годы существования ПО «Маяк» из-за несовершенства используемого газоочистного оборудования существенный дополнительный вклад в облучение населения южной части Свердловской области, проживающего на территории ВУРСа, внесли газоаэрозольные выбросы радионуклидов в атмосферу (Трапезников и др. 2006). При анализе данных мониторинга специалисты ПО «Маяк» отмечают одну общую для всех лет закономерность - наличие района с повышенной плотностью выпадений, который непосредственно примыкает к предприятию с востока, северо-востока и юго-востока и распространяется на расстояние до 70 км от предприятия (Бакуров и др., 2007). На основании этих данных в северо-восточном направлении на территории Свердловской области были выбраны реперные участки за пределами 70-километровой зоны мониторинга ПО «Маяк». Расположение выбранных участков на территории Свердловской области является как бы логическим продолжением схемы мониторинга ПО «Маяк», а с другой стороны обеспечивает максимальный контроль территории вероятного аэрозольного переноса. Для определения фоновых значений содержания радионуклидов в исследуемых объектах предложена «контрольная точка», которая расположена вне зоны предполагаемого влияния ПО «Маяк». Предлагаемая модель радиоэкологического мониторинга включает в себя определение содержания долгоживущих дозообразующих радионуклидов: стронция - 90, цезия – 137 и плутония – 239, 240 в объектах окружающей среды, которые играют роль природных планшетов. К таким объектам можно отнести снежный покров, верхний 0-20 см слой почвы и воду открытых водоемов. Снежный покров аккумулирует газоаэрозольные выпадения предприятий ЯТЦ в осенне-зимний период, а почвенный − даёт интегральную их характеристику. Водная поверхность открытых водоемов собирает атмосферные выпадения радионуклидов в течение всего года, а также с территории водосбора после таяния снега и с дождевыми водами, которые в дальнейшем аккумулируются в донных отложениях водоемов.

Систематические мониторинговые наблюдения проводились с 2004 года, в данной работе представлены результаты за последние пять лет.

На реперных участках плотность загрязнения почвенного покрова несколько выше, чем в контрольной точке, поэтому не исключено, что территории, расположенные в южной части Свердловской области испытывали дополнительную радиационную нагрузку в предыдущие годы. Текущие атмосферные выпадения долгоживущих радионуклидов пока не оказывают существенного влияния на плотность загрязнения почвенно-растительного покрова обследованных участков, так как в основном соответствуют уровню глобальных выпадений.

Содержание радионуклидов в воде открытых водоемов на два-три порядка величин ниже уровня вмешательства, предусмотренного НРБ – 99/2009. Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в воде открытых водоемов реперных участков несколько выше, чем в водоеме контрольной точки. Содержание $^{239,240}Pu$ во всех водоемах, кроме оз. Червяное, сопоставимо с контрольной точкой. Озеро Червяное расположено на территории ВУРСа, и более высокое содержание радионуклидов в воде может являться следствием радиоактивного загрязнения в предыдущие годы.

Определение содержания долгоживущих радионуклидов в снежном покрове дает оперативную информацию об атмосферных выпадениях радионуклидов в течение осенне-зимнего периода. На протяжении периода наблюдения 2012-2016 гг плотность загрязнения снежного покрова ^{90}Sr и ^{137}Cs на реперных участках сопоставима с контрольной точкой, поэтому может быть результатом глобальных выпадений. Плотность загрязнения по ^{137}Cs составляла от десятых до сотых долей Бк на квадратный метр, содержание ^{90}Sr в снежном покрове на один-два порядка величин выше, вероятно, вследствие более высокой миграционной активности данного элемента. Содержание $^{239,240}Pu$ в снежном покрове на реперных участках несколько выше, чем в контрольной точке (рис.1). В количественном отношении данная разница соответствует тысячным долям Бк в расчете на квадратный метр и не может оказывать существенного влияния на радиационную обстановку исследованных территорий.

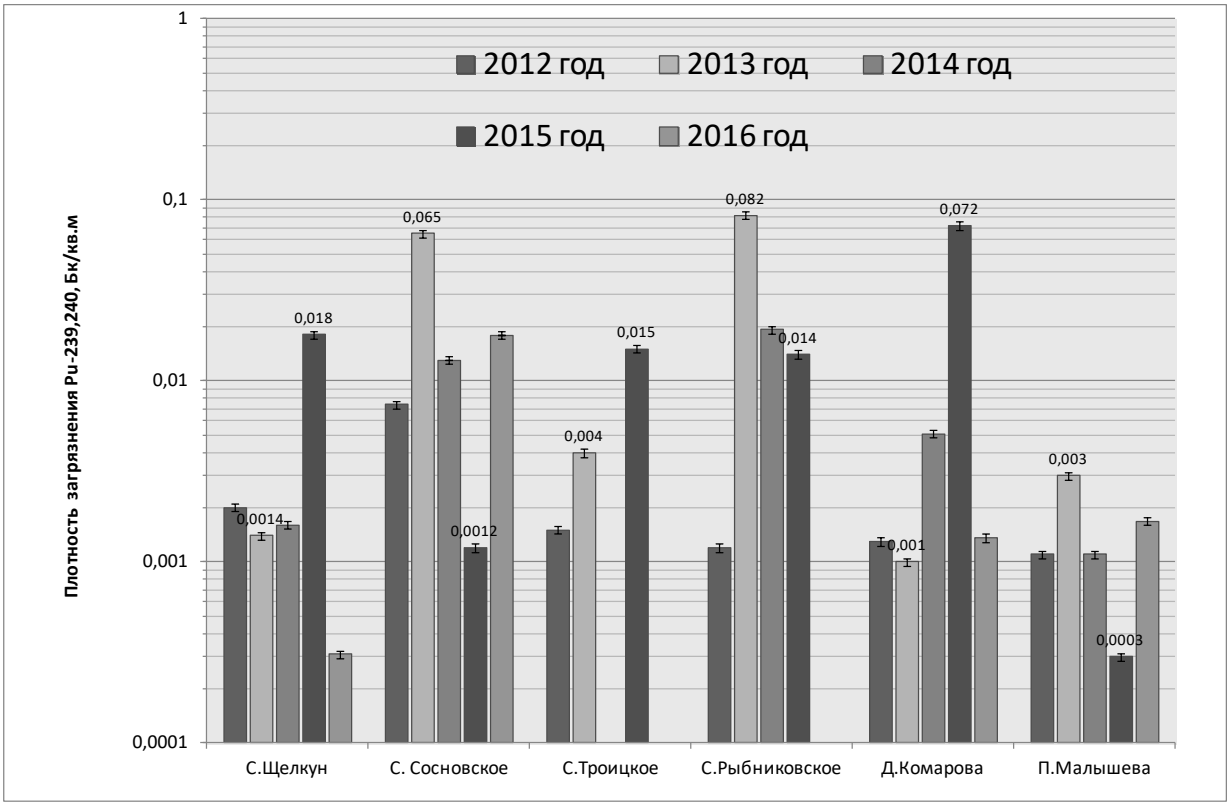


Рис. 1 – Плотность загрязнения снежного покрова плутонием – 239,240

Список литературы:

Бакуров А.С., Шейн Г.П., Аксенов Г.М., Ровный С.И. Обобщение многолетних результатов радиационного мониторинга в зоне влияния ПО «Маяк»/ Опыт преодоления последствий техногенных аварий и развитие атомных технологий: Материалы научно-практической конференции, посвященной 50-летию аварии на ПО «МАЯК» (Челябинск, 25-26 сентября 2007 года). - Челябинск: Челябинский институт ФГОУ ВПО «Уральская академия государственной службы», 2007. – С. 8-25.

Нормы радиационной безопасности (НРБ-99/2009) СП 2.6.1. 758-99: Гигиенические нормативы. – М.: Центр санитарно-эпидемиологического нормирования, гигиенической сертификации и экспертизы Минздрава России, 2009. – 116 с.

Трапезников А.В., Трапезникова В.Н., Донник И.М., Шкуратова И.А. Радиоэкологическая ситуация в Уральском регионе. Учебно-методические рекомендации.- Екатеринбург: Уральское изд-во, 2006. – 45 с.

ОЦЕНКА ПОСЛЕДСТВИЙ ЗАГРЯЗНЕНИЯ СРЕДЫ ОТХОДАМИ ХВОСТОХРАНИЛИЩ ПРИАМУРЬЯ

М.И. Копылов

АО «Дальгеофизика», РФ, 680041, г. Хабаровск, ул. Балашовская 15, Kopylov@geophdv.ru

С техногенными скоплениями отходов горнодобывающих предприятий Приамурья (Солнечный, Хинганский, Кавалеровский ГОК) связана совокупность процессов отрицательного воздействия на природную среду: загрязнённость воздушного бассейна (пылеобразование); высокая агрессивность водной среды из-за наличия технологических реагентов; токсичность горных пород и элементов, слагающих геологический комплекс; наличие тяжёлых металлов; вероятность аварийных ситуаций на объектах хвостового хозяйства (динамическая устойчивость массива) и др. За счёт существующего техногенного накопления промышленных отходов, природные системы сопредельных территорий попадают в зону интенсивного загрязнения на значительный период времени. Это связано с тем, что в процессе обогащения руды были использованы материалы и химикаты, которые поступали с пульпой в хвостохранилища: бутиловый ксантогенат калия, сернистый натрий, флотомасло Т-90, известь и др.

Техногенные оловорудные месторождения Приамурья, образованные в результате горнодобывающей деятельности прошлых лет, представляют собой новый, широко распространённый и доступный в настоящее время источник минерального сырья. По общим запасам хвостохранилища Комсомольского, Баджальского, Кавалеровского, Хинганского оловорудных районов существенно превосходят ряд природных месторождений. Вовлечение их в разработку облегчается тем, что при этом не нужно производить вскрышные и буровзрывные работы. Раздробленный материал подготовлен для извлечения металлов современными методами.

В Комсомольском рудном районе размещены три хвостохранилища Холдоминское, кл. Первого и кл. Долгого, в которых хранятся «хвосты» месторождения Солнечное, Фестивальное, Придорожное, Перевальное.

Из всех хвостохранилищ Приамурья наиболее технически организовано хвостохранилище Холдоминское Солнечного ГОКа Центральной обогатительной фабрики (ЦОФ), приуроченное к правому борту долины р. Холдоми и расположенное на отметках 286–302 м, в 6500 метрах юго-западнее места слияния рек Холдоми и Силинка. Поселок городского типа Солнечный находится на противоположном борту долины, на более высоких отметках. Несмотря на это, шлейф продуктов пылящей поверхности осушенного хвостохранилища накрывает населенный пункт (в летнее время).

Проектировщики отнесли хвостохранилище к III классу капитальности гидротехнических сооружений. Позднее (2003 г.) ООО «Востоколово» и «Дальгипроводхоз» обосновали возможность отнесения его ко II классу капитальности и ко II классу по санитарной классификации (СанПиН 2.2.1/2.1.1.1200-03), для которого ширина санитарно-защитной зоны должна быть равной 500 м. В 2003 году экспертным заключением НИИЭЦ «Промгидротехника» предложено перевести хвостохранилище ЦОФ из состава гидротехнических сооружений в сухой отвал для исключения его из списка регистра гидротехнических сооружений.

Чаша хвостохранилища заполнена «хвостами», поступавшими гидротранспортом в виде пульпы гранулометрического состава с диаметром частиц 0,134 мм. Общее количество сульфидов в этом материале оценивается от 4 до 10 %. Хвостохранилище намывное, косогорного типа отнесено к третьему классу капитальности. Расчетная сейсмичность хвостохранилища составляет 7 баллов.

Согласно классификации хвостохранилищ, разработанной «Казмеханобр» хвостохранилище ЦОФ отнесено к типу малотоксичных. Однако эту точку зрения давно не

разделяют экологи, которые осуществляли в районе оценку воздействия хвостохранилища ЦОФ на окружающую среду.

Прекращение работы ЦОФ Солнечного ГОКа сопровождалось сбросом токсичных элементов (Sn, Cu, Zn, Pb, Cd, Al, Fe, Mn, As, Sb, S и др.) за пределы хвостохранилища ЦОФ в природные воды и изменением гидрохимического фона района.

Для сбора дренажных вод из тела дамбы по низовому откосу построена дренажная система, состоящая из двух ярусов: первый – отметка 294–300 м и длина 2079 м; второй – отметка 305–311 м, длина 900 м.

В основании дамбы залегают грунты с повышенными фильтрационными свойствами. Ложе хвостохранилища и места примыкания его к коренному борту долины перекрыты глинистым экраном мощностью 0,5–1 м для снижения фильтрации. Для хвостового хозяйства ЦОФ разработан план ликвидации аварий и эвакуации людей из опасной зоны. Основные критерии безопасности хвостохранилища ЦОФ определены в проектах строительства и эксплуатации – расчетным путем или непосредственными инструментальными измерениями. Расчетными исследованиями устойчивости хвостохранилища ЦОФ установлено, что при существующем заложении низового откоса намывной ограждающей дамбы 1 : 3,7 необходимая устойчивость сооружения (коэффициент запаса устойчивости 1,2, выше нормативного) обеспечивается до отметки 330 м. С учетом того, что хвостохранилище в данный момент осушено, коэффициент запаса устойчивости соответственно значительно выше

Рекогносцировочными исследованиями осенью 2004 года установлено, что в целом пески на поверхности и склонах сухие и легко перемещаются ветром. Исключение составляет участок с повышенной влажностью в районе глубокой части прудка. Там же встречаются отдельные лужицы. Выявлено, что пульпопровод полностью демонтирован. Лишь местами сохранились детали его деревянного основания. Уклоны поверхности, ориентированные в сторону прудка, сохранились. Ограничивающий чашу вал четко выражен.

Исследования, проведенные в зимний период 2004 и 2005 гг., показали, что практически вся поверхность чаши хвостохранилища закрывается снегом, который образует слой мощностью до 60 см. В районе прудка наблюдалось парение из-под снега, свидетельствующее в пользу интенсивного протекания в теле хвостохранилища экзотермического процесса окисления сульфидов. Кроме того, зафиксирован факт наличия приповерхностных (залегающих ниже мерзлого слоя) пустот, которые являются результатом просадок, возникающих, очевидно, под действием экзотермических процессов в массиве.

В настоящее время возникла необходимость приступить к комплексному использованию переработки отходов хвостохранилищ Приамурья. Эта проблема относится к узловой по обеспечению народного хозяйства минерально-сырьевой базой, повышения эффективности производства и снижения загрязнения окружающей среды. В связи с этим следует использовать для строительных и других целей отходы, которые не содержат ценных металлов, в противном случае отходы подлежат хранению, что в свою очередь влечет дальнейшее загрязнение окружающей среды и дополнительные расходы на проведение экологического мониторинга.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АГРОЭКОСИСТЕМ В РАЙОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ КУРСКОЙ АЭС

В.К. Кузнецов, Н.Н. Исамов, Е.В. Сидорова, И.В. Гешель

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии»
РФ, 249020, Калужская обл., г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км, vkkuzn@yandex.ru

Развитие ядерной энергетики ставится мировой общественностью в прямую зависимость от решения экологических проблем. В настоящее время большое число предприятий ЯТЦ размещено в районах с интенсивным ведением сельскохозяйственного производства.

В 50-километровой зоне функционирующих в настоящее время атомных электростанций от 30 до 93% сухопутной части территории занимают сельскохозяйственные угодья. Поэтому организация системы радиоэкологического мониторинга агроэкосистем в регионах размещения атомных электростанций является важным моментом обеспечения безопасного проживания населения и снабжения его продуктами питания, соответствующими санитарно-гигиеническим нормативам.

Организация системы радиоэкологического мониторинга аграрных экосистем Курской АЭС и этапы его проведения осуществлялись в соответствии с действующими нормативными документами (Методические указания «Организация государственного радиоэкологического мониторинга…, 2005; Организация государственного ветеринарного радиологического мониторинга …, 2000; Методические указания по проведению локального мониторинга…, 1996).

Контрольная сеть экологического мониторинга агроэкосистем в 15-км зоне воздействия КуАЭС создана с учетом места размещения, преимущественного направления «розы ветров» в весенне-летний период, структуры землепользования, характеристик почвенного покрова, направленности отраслей сельскохозяйственного производства (животноводство, растениеводство и т.п.).

Наблюдения проводили в течение 2004-2013 гг. на сети мониторинга, включающей 11 постоянных пробных площадей. Почвенный покров представлен несколькими зональными подтипами лесостепных почв: типичный, выщелоченный и оподзоленные черноземы, а также светло – серые и темно-серые лесные почвы.

Исследования показали, что содержание радионуклидов в почвах 15-км зоны КуАЭС характеризуется невысокой вариабельностью. Мощности экспозиционных доз на сельскохозяйственных угодьях находятся в диапазоне фоновых значений 10-15 мкР/ч. Плотность загрязнения сельскохозяйственных угодий по ^{90}Sr колеблется в пределах от 0,47 до 1,74 кБк/м^2, а ^{137}Cs – от 2,7 до 9,7 кБк/м^2.

Различия в накоплении радионуклидов для одной и той же культуры в разные годы достигают 1,5 раз, что обусловлено влиянием почвенных, погодных условий, а также разными дозами внесения удобрений под культуры. Дополнительно отобранные пробы почв и овощных культур на частных подворьях и садовых участках, расположенных в 5–км зоне КуАЭС, позволили установить, что минимальными коэффициентами перехода (КП) радионуклидов характеризуются овощные культуры, а максимальными – многолетние травы. Различия в КП между этими видами культур достигают 50 раз, а в среднем составляют 10-20 раз. Следует отметить, что все виды культур накапливают в среднем в 2-5 раз больше ^{90}Sr по сравнению с ^{137}Cs.

Ни в одной из проб не обнаружено превышения нормативов СанПиН 2.3.2.1078-01 по содержанию радионуклидов. Так, даже максимально зарегистрированное за годы исследований содержание радионуклида в молоке 0,6 Бк/л примерно в 170 раз меньше допустимой удельной активности (ДУА$_{нас}$).

За счет потребления продуктов питания, получаемых в 30-км зоне КуАЭС, в рацион населения поступает около 63 Бк/год ^{90}Sr и 195 Бк/год ^{137}Cs, что почти в 400 раз по ^{137}Cs и

более 20 раз по ^{90}Sr ниже предела годового поступления (ПГП), установленного НРБ-99/2009 (табл. 1).

При этом ожидаемая эффективная доза внутреннего облучения, обусловленная поступлением в организм ^{137}Cs и ^{90}Sr, за год составит 2,5 и 5,0 мкЗв, соответственно. Основной вклад в загрязнение рациона населения ^{137}Cs вносят молоко (46,2%), мясо (28,7%), картофель и овощи (14,2%), а ^{90}Sr – молоко (13,5%), продукты растениеводства – 75,8%

Расчеты показали, что при функционировании Курской АЭС в штатном режиме через 30 лет эксплуатации уровни загрязнения сельскохозяйственной продукции за счет "станционного" ^{137}Cs увеличатся для молока и мяса не более, чем на 2%, а для картофеля, озимой пшеницы и овощей - от 9 до 20%. Уровни накопления в сельскохозяйственной продукции ^{137}Cs станционного происхождения в 20-350 раз ниже, чем за счет глобальных выпадений. Вклад их составляет 0,23-2,4% и через 30 лет функционирования АЭС увеличится от 0,61 до 5,9%.

Табл. 1. Поступление ^{90}Sr и ^{137}Cs с местными продуктами питания в рацион населения, проживающего в регионе Курской АЭС

Компоненты рациона	Поступление радионуклидов, Бк/год	
	^{90}Sr	^{137}Cs
Мясо (говядина)	0,5	56
Мясо (птица)	0,02	3,4
Молоко	8,5	90,3
Яйцо	0,004	0,04
Рыба	6,5	4,9
Картофель	10,5	8,0
Капуста	5,5	6,0
Огурцы, помидоры	8,5	7,3
Лук репка и зелень	2,2	3,0
Морковь, свекла	4,1	3,5
Хлеб	16,3	13,0
Всего	62,6 (0,48 % от ПГП)	195,4 (0,25 % от ПГП)
ПГП с пищей	1300	77000

Таким образом, полученные результаты позволяют сделать вывод о том, что функционирование Курской АЭС в нормальном режиме эксплуатации не ведет к ухудшению радиационной обстановки в районе размещения станции.

Список литературы:

Методические указания «Организация государственного радиоэкологического мониторинга агроэкосистем в зоне воздействия радиационно- опасных объектов». 2-ое изд. М., 2005, 58 с.

Методические указания по проведению локального мониторинга на реперных участках. М., 1996, 25 с.

Организация государственного ветеринарного радиологического мониторинга объектов ветеринарного надзора в зоне воздействия радиационно-опасных объектов. Ветеринарные правила ВП 13.5.13/03-00. М., Минсельхозпрод России, 2000.

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. М., МЗ РФ, 2002.

РЕЗУЛЬТАТЫ РАДИОЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА АГРОЭКОСИСТЕМ В РЕГИОНЕ РАСПОЛОЖЕНИЯ РОСТОВСКОЙ АЭС

Н.Н. Исамов, В.К. Кузнецов, О.С. Губарева, Л.И. Ратникова, Сидорова Е.В., Гешель И.В., М.Ю. Фадеев, Н.В. Урсу, Е.Н. Алешкина, И.А. Музалевская

ФГБНУ «Всероссийский научно-исследовательский институт радиологии и агроэкологии» РФ, 249020, Калужская обл., г. Обнинск, Киевское шоссе, 109 км, nizomis@yandex.ru

Во всех странах, располагающих ядерно-энергетическими установками, наряду с оценкой степени надежности атомных электростанций и экономической целесообразности развития ядерной энергетики, в числе основных рассматриваются проблемы воздействия их на окружающую среду и человека. Поэтому организация системы радиоэкологического мониторинга агроэкосистем в регионах размещения атомных электростанций является важным моментом обеспечения безопасного проживания населения и снабжения его продуктами питания, соответствующими санитарно-гигиеническим нормативам.

Организация системы радиоэкологического мониторинга аграрных экосистем Ростовской АЭС и этапы его проведения осуществлялись в соответствии с действующими нормативными документами (Методические указания «Организация государственного радиоэкологического мониторинга…, 2005; Организация государственного ветеринарного радиологического мониторинга …, 2000; Методические указания по проведению локального мониторинга…, 1996).

Сравнительный анализ данных 2000-2003 и 2008-2016 гг. показывает, что содержание радионуклидов в почвах характеризуется невысокой вариабельностью. Не отмечено каких-либо значений, превышающих фоновые показатели. Мощность дозы на сельскохозяйственных угодьях составляет 11-14 мкР/ч. Плотность загрязнения сельскохозяйственных угодий по ^{90}Sr колеблется в пределах от 0,36 до 2,57 кБк/м^2 (в ср. 1,29), а ^{137}Cs – от 2,25 до 4,55 кБк/м^2 (в ср. 3,06). Содержание радионуклидов в сельскохозяйственных растениях существенно варьирует, что обусловлено влиянием погодных условий, а также разными дозами внесения удобрений под культуры. Различия в накоплении радионуклидов для одной и той же культуры в разные годы достигают 2-5 раз (рис. 1).

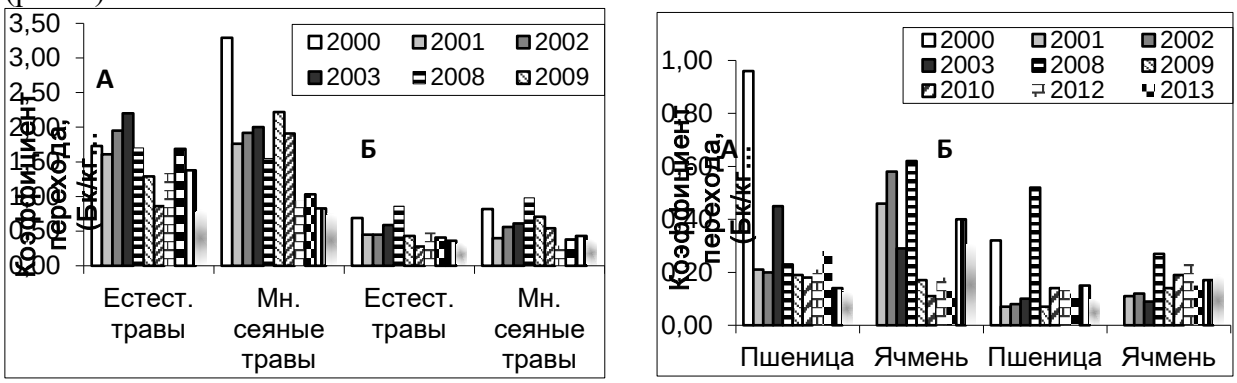


Рис.1. Динамика коэффициентов перехода ^{90}Sr (А) и ^{137}Cs (Б) в кормовые и зерновые культуры

Минимальными коэффициентами перехода (КП) радионуклидов характеризуются овощные культуры, а максимальными – многолетние травы. Различия в КП между этими видами культур достигают 50 раз, а в среднем составляют 10-20 раз. Следует отметить, что все виды культур накапливают в среднем в 2-5 раз больше ^{90}Sr по сравнению со ^{137}Cs. Ни в одной из проб не обнаружено превышения нормативов СанПиН 2.3.2.1078-01 по

содержанию радионуклидов. Так, даже максимально зарегистрированное за годы исследований содержание радионуклида в молоке 0,2 Бк/л примерно в 500 раз меньше допустимой удельной активности ($ДУА_{нас}$).

За счет потребления продуктов питания, получаемых в 30-км зоне Ростовской АЭС, в рацион населения поступает 133 Бк/год ^{90}Sr и 184 Бк/год ^{137}Cs, что почти на 2 порядка ниже предела годового поступления, установленного НРБ-99/2009 (табл. 1).

Табл. 1. Поступление ^{90}Sr и ^{137}Cs с местными продуктами питания в рацион населения, проживающего в регионе Ростовской АЭС

Компоненты рациона	Поступление радионуклидов, Бк/год	
	^{90}Sr	^{137}Cs
Мясо (говядина)	0,3	31,5
Мясо (птица)	0,02	3,4
Молоко	5,0	51,0
Яйцо	0,004	0,04
Рыба	6,5	4,9
Картофель	22,4	42,0
Капуста	7,9	6,6
Огурцы, помидоры и пр.	23,1	9,24
Хлеб	32,5	9,1
Крупа	35,0	26,2
Всего	132,724 (1,02% от ПГП)	183,98 (0,24% от ПГП)
ПГП с пищей	13000	77000

При этом ожидаемая эффективная доза внутреннего облучения, обусловленная поступлением в организм ^{137}Cs и ^{90}Sr, за год составит 2,4 и 10,6 мкЗв, соответственно. Основной вклад в загрязнение рациона населения ^{137}Cs вносят молоко (27,7%), картофель (22,8%) и мясо (17,1%), а ^{90}Sr – продукты растениеводства и молоко (15,8%).

Расчеты показали, что при функционировании АЭС в штатном режиме через 30 лет эксплуатации уровни загрязнения сельскохозяйственной продукции за счет “станционного” ^{137}Cs увеличатся для молока и мяса не более, чем на 2%, а для картофеля, озимой пшеницы и овощей - от 9 до 20%. Уровни накопления в сельскохозяйственной продукции ^{137}Cs станционного происхождения в 20-650 раз ниже, чем за счет глобальных выпадений. Вклад их составляет 0,23-2,4% и через 30 лет функционирования АЭС увеличится от 0,61 до 5,9%.

Средние значения валового содержания тяжелых металлов в почве контрольных участков находились в пределах от 0,09 (Cd) до 22019 (Al) мг/кг и располагались в следующей последовательности:

Al>Fe>Mn>Zn>Sr> Cr≥ Ni≥ Cu> Pb >Co >Mo>Cd.

Валовое содержание ТМ в почвах контрольных участков не превышает ПДК. Также, не отмечено превышения нормативов СанПин-2.3.2.1078-01 по нормируемым тяжелым металлам (Pb, Cd) в зерне, овощах, сене и молоке.

Таким образом, полученные результаты свидетельствуют о том, что функционирование Ростовской АЭС в нормальном режиме эксплуатации не приведет к ухудшению радиологической обстановки в регионе размещения станции.

Список литературы:

Методические указания «Организация государственного радиоэкологического мониторинга агроэкосистем в зоне воздействия радиационно- опасных объектов». 2-ое изд. М., 2005, 58 с.

Методические указания по проведению локального мониторинга на реперных участках. М., 1996, 25 с.

Организация государственного ветеринарного радиологического мониторинга объектов ветеринарного надзора в зоне воздействия радиационно-опасных объектов. Ветеринарные правила ВП 13.5.13/03-00. М., Минсельхозпрод России, 2000.

Санитарно-эпидемиологические правила и нормативы. СанПиН 2.3.2.1078-01. М., МЗ РФ, 2002.

Секция: Общие вопросы мониторинга



НАУЧНЫЕ ОСНОВЫ БИОМОНИТОРИНГА ОНЕЖСКОГО ОЗЕРА С УЧЕТОМ ГЕОГРАФИЧЕСКИХ И ГЕОХИМИЧЕСКИХ ОСОБЕННОСТЕЙ ЕГО ЭКОСИСТЕМЫ

Н.М. Калинкина[1)], Е.В. Теканова[1)], М.Т. Сярки[1)], Л.А. Беличева[1)], А.В. Коросов[2)]

[1)] Институт водных проблем Севера КарЦН РАН
РФ, 185030, г. Петрозаводск, пр. А. Невского, д. 50, cerioda@mail.ru
[2)] Петрозаводский государственный университет
РФ, 185910, г. Петрозаводск, пр. Ленина, д. 33, korosov@petrsu.ru

Онежское озеро – второй по величине крупнейший водоем северо-западного региона России – характеризуется олиготрофным статусом и высоким качеством вод (Крупнейшие озера-водохранилища…, 2015). Наибольшему антропогенному воздействию подвержены северные заливы (Петрозаводская и Кондопожская губы), составляющие около 4% от площади акватории всего озера. Основные источники загрязнения – коммунально-бытовое хозяйство и целлюлозно-бумажное производство. За последние 20 лет объемы сточных вод, поступающих в Онежское озеро, снизились на треть, что вызвало процессы реолгиотрофизации, наиболее заметные в Петрозаводской губе. В этом заливе в 2000-2016 годы произошло масштабное снижение численности глубоководного макрозообентоса (в 7 раз по сравнению с 1990-ми годами). В настоящее время состояние бентосных сообществ стабилизировалось на новом уровне, сопоставимом с 1970-ыми годами. Процессы реолиготрофизации экосистемы Онежского озера заметно проявились в глубоководных донных ценозах как наиболее инертном компоненте, отражающем влияние длительного процесса снижения антропогенной нагрузки. Реакция планктонных сообществ на изменение интенсивности антропогенного воздействия выражена в меньшей степени. На фоне снижения нагрузки от точечных источников появились новые факторы загрязнения Онежского озера – форелевые хозяйства, расположенные в северных заливах (Стерлигова и др., 2011). В настоящее время треть всей товарной форели в Карелии выращивается на акватории Онежского озера. Хотя влияние форелевых ферм проявляется в заливах локально, тем не менее, важнейшей задачей является организация постоянного биомониторинга ситуации в районах расположения форелевых хозяйств.

Морфометрические и геохимические особенности Онежского озера были учтены при разработке научных основ биомониторинга его экосистемы. Онежскому озеру свойственна высокая лимническая гетерогенность, которая определяется его глубоководностью (максимальная глубина – 120 м), особой формой котловины и неравномерным распределением приточности. Большой объем водных масс Онежского озера (295 км^3) в условиях климата атлантико-арктической зоны умеренного пояса определяет своеобразие термического режима водоема – неравномерный прогрев воды в период прохождения термобара (Онежское озеро. Атлас, 2010). Как следствие, основные фенологические фазы планктона (начальный момент вегетационного периода, максимум развития, переход к зимнему состоянию) в разных районах озера имеют свои сроки. Высокая пространственная гетерогенность экосистемы обусловливает сложность сопоставления показателей планктона из загрязненных участков озера (северные заливы) и так называемых фоновых участков (центральный район озера). Это предопределило необходимость разработки подходов, позволяющих учесть масштабы сезонной и межгодовой изменчивости планктона в разных районах Онежского озера. С использованием методов многомерной статистики был выполнен анализ сезонного цикла, получена информация о фазах развития планктона, их длительности и межгодовой изменчивости. В итоге были предложены принципы анализа данных из различных районов озера и оптимальные сроки для экспедиционных съемок. Так, с учетом особенностей сезонной динамики первичной продукции для наиболее загрязненного района Онежского озера – вершинной части Кондопожской губы, предложено выполнять отбор проб 5 раз в

течение вегетационного периода. Для каждого периода съемок на основе данных за период с 1989 по 2006 гг. рассчитаны медианные значения и пределы изменчивости первичной продукции, которые служат критериями для оценки вновь получаемых данных. Сходные показатели были определены для пяти районов Онежского озера, где располагаются основные станции биомониторинга. Подобные таблицы разработаны для показателей численности и биомассы зоопланктона.

Большой объем водных масс Онежского озера определяет высокую теплоинертность его экосистемы, четко выраженные сезонный ход температуры и цикл развития планктонных сообществ. Нарушения природной цикличности планктона, свойственной разным районам Онежского озера, могут отражать климатические изменения, в частности, аномалии температурного режима. Например, в 2016 г. отмечался существенно более интенсивный прогрев поверхностного слоя воды в озере (в связи с аномально высокой температурой воздуха в мае), что привело к смещению сроков весенней сукцессии в планктоне на 15 суток. Таким образом, сроки и продолжительность фаз развития планктонных сообществ могут служить критериями для выявления реакции экосистемы Онежского озера на климатические изменения.

Бентосные сообщества Онежского озера характеризуются высокой изменчивостью, что связано с геохимическими особенностями донных отложений. Высокие концентрации железа и марганца приурочены к глубоководным участкам Онежского озера, содержание органических веществ максимально в заливах (Белкина и др., 2016). Чтобы учесть масштабы изменчивости донных сообществ, была выполнена классификация данных за период 1990-2013 гг. по численности основных групп глубоководного бентоса (реликтовые ракообразные, олигохеты, хирономиды). В результате было выделено три зоны: 1) вершинные участки заливов (Петрозаводская и Кондопожская губы), подверженные интенсивному антропогенному воздействию; 2) открытые участки заливов, сопредельные с центральной частью озера; 3) глубоководный район озера. Для каждой зоны рассчитаны характерные для нее показатели состояния бентосных сообществ и дана оценка их изменчивости. Для выявления тенденций изменения экосистемы Онежского озера необходимо выполнение анализа временных трендов для каждой зоны в отдельности.

Для развития мониторинга экосистемы Онежского озера в настоящее время разработаны подходы к созданию экспертной системы, которая позволяет учесть все разнообразие условий и структурно-функциональные особенности биоты этого водоема. Предлагаемые научные основы биомониторинга Онежского озера необходимо принять во внимание при разработке Федерального закона об охране Онежского и Ладожского озер.

«Исследование выполнено за счет гранта Российского научного фонда (проект №14-17-00766)»

Список литературы

Белкина Н.А., Субетто Д.А., Ефременко Н.А., Кулик Н.В. Особенности распределения микроэлементов в поверхностном слое донных отложений Онежского озера. – Наука и образование, 2016, № 3 (83), с. 135-139.

Крупнейшие озера-водохранилища Северо-Запада европейской территории России: современное состояние и изменения экосистем при климатических и антропогенных воздействиях. – Под ред. Н.Н. Филатова, Н.М. Калинкиной, Т.П. Куликовой, А.В. Литвиненко, П.А. Лозовика. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2015. 375 с.

Онежское озеро. Атлас. – Отв. ред. Н. Н. Филатов. – Петрозаводск: Карельский научный центр РАН, 2010. 151 с.

Стерлигова О. П., Китаев С. П., Ильмаст Н. В., Комулайнен С. Ф., Кучко Я. А., Павловский С. А., Савосин Е. С. Состояние заливов Онежского озера при товарном выращивании радужной форели. – Поволжский экологический журнал, 2011, № 3, с. 386-393.

ПРОБЛЕМЫ ПРИМЕНЕНИЯ ПОКАЗАТЕЛЕЙ КАРДИОАКТИВНОСТИ В ОЦЕНКЕ ЭКОЛОГИЧЕСКОГО СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ

Т.В. Кузнецова

ФГБУН Санкт-Петербургский научно-исследовательский центр экологической безопасности РАН, 197110, г. Санкт-Петербург, Корпусная ул., 18, kuznetsova_tv@bk.ru

Одной из приоритетных тенденций в современных методах оценки антропогенных воздействий на окружающую среду является направление на выработку критериев оценки здоровья экосистем, основанных на применении биологических методов индикации состояния окружающей среды. В частности, в ряде исследований показана эффективность применения экотоксикологических биомаркеров в выявлении биологических эффектов загрязняющих веществ, что позволяет обеспечивать раннюю диагностику неблагоприятных изменений в окружающей среде (Depledge et al. 1995; Brown et al. 2004). Важным достоинством биомаркерного подхода является то, что регистрируемые показатели (биомаркеры эффектов и/или экспозиции) проявляются на организменном уровне при воздействии еще сублетальных концентраций загрязняющих веществ или их смеси в водной среде. Это позволяет обнаруживать изменения функционального состояния отдельных видов водных животных задолго до наступления серьезных изменений или даже деградаций популяций, сообществ и нарушений экосистем, в которых они обитают.

В настоящее время в большинстве развитых стран уделяется значительное внимание разработке и развитию систем раннего биологического предупреждения об уровне токсикологической опасности воды как среды обитания гидробионтов на основе сипользования биосенсорных (биоэлектронных) систем. Как было показано в (Handy et al., 2003; Depledge, Galloway, 2005), эффективная оценка состояния (здоровья) экосистем может быть основана на их применении для долгосрочного контроля любой из жизненно важных функций (двигательная, сердечная деятельность, дыхание, и т.д.) организма-биоиндикатора, обитающего в исследуемой экосистеме. Действительно, как было установлено ранее (Depledge et al., 1995), реакция кардиосистемы биоиндикатора может рассматриваться как интегральный ответ организма на изменение факторов среды обитания. При этом частота сердечных сокращений (ЧСС) может использоваться в качестве биомаркера, так как отражает интенсивность физиологических процессов, а также позволяет судить о функциональном состоянии организма в целом (под хорошим функциональным состоянием организма в физиологии и медицине подразумевается согласованное устойчивое функционирование различных систем организма, что характеризует его адаптивный потенциал). Показано, что вариабельность сердечного ритма – надежный показатель ранних стадий ухудшения функционального состояния организма под влиянием факторов различного происхождения, модальности и интенсивности (Curtis et al., 2000; USA Protocols, 2005; Кузнецова и др., 2010; Kuznetsova and Kholodkevich, 2015).

Оценка адаптационных возможностей организма, как в биологии, так и в медицине, основывается на современных представлениях об адаптации и поддержании гомеостаза, а также на теории академика П.К. Анохина о функциональных системах (Анохин, 1972). Считается, что приспособительные реакции организма могут являться его мерой «здоровья», а показателем возникновения и развития заболевания служит снижение адаптационных возможностей, которое может быть выявлено методом функциональной нагрузки, причем задолго до явного проявления признаков заболевания (Баевский, 1979; Баевский, Берсенева, 1997; Кузнецова, 2013). Использование функциональных показателей сердечно-сосудистой системы для оценки адаптационных возможностей организма в настоящее время считается обоснованным (Баевский, Берсенева, 1997; Bamber, Depledge, 1997). То, что скорость восстановления кардиоритма после применения функциональных нагрузок характеризует общие адаптационные возможности организма хорошо известно из

ряда работ (Фролов, 1972; Баевский, 1979). Применимость этого показателя для оценки состояния моллюсков была показана нами ранее (Kuznetsova et al., 2008; Turja et al., 2014; Kuznetsova, Kholodkevich, 2015).

Однако имеются свои не решенные пока проблемы. Кроме отработки условий содержания животных-биосенсоров в биосенсорных системах производственного или экологического мониторинга и обеспечения их устойчивого работоспособного состояния, должны быть рассмотрены еще и другие. Одна из них - это большая естественная вариабельность индикативных показателей у беспозвоночных животных. Было отмечено (Кузнецова и др., 2010), что такая вариабельность ЧСС у раков и моллюсков одной размерно-весовой группы может достигать 40%, что может быть обусловлено их разным функциональным состоянием. Это существенно сказывается на результатах оценки качества вод как среды обитания, поэтому было предложено отбирать референтные (однородные по своему состоянию) группы животных с помощью функциональных нагрузочных тестов (Кузнецова, 2015), в том числе с изменением солености.

При использовании неинвазивного мониторинга кардиоактивности бентосных беспозвоночных (Федотов и др., 2000; Kholodkevich et al., 2008) оценивали функциональное состояние мидии по методу функциональной нагрузки (применяя кратковременное изменение солености воды) и определяли два индикативных показателя работы кардиосистемы – время восстановления ЧСС ($Т_{восст}$) после снятия нагрузки и коэффициент вариации ЧСС ($КВ_{чсс}$) в восстановительный период. В частности, экспериментально наблюдалось (Kholodkevich et al., 2011; Холодкевич и др., 2015), что для различных видов бентосных животных из условно чистых мест обитания коэффициент вариации различных биомаркеров находится в пределах 5-10%, а из загрязненных районов – 30-40%.

Все полученные данные по оценке состояния местных беспозвоночных, дополненные данными по биоаккумуляции тяжелых металлов тканями животных-биоиндикаторов, дают нам возможность экстраполировать эти результаты индивидуальных показателей отдельных животных для оценки здоровья популяции и состояния экосистем различных акваторий. Исследование позволяет ранжировать акватории по уровню их загрязнения, принимая во внимание особенности функционирования жизненно важных систем (кардиоваскулярной, респираторной, локомоторной и др.) живых индикаторов. Можно заключить, что в местах, где имеются признаки ухудшения в состоянии организма-биоиндикатора, заключающиеся в существенных нарушениях (т.е. рассогласовании) в работе основных функциональных систем организма, следует ожидать в будущем изменений в состоянии экосистемы. Последнее может быть также выявлено и доказано при использовании различных подходов и критериев оценки качества окружающей среды.

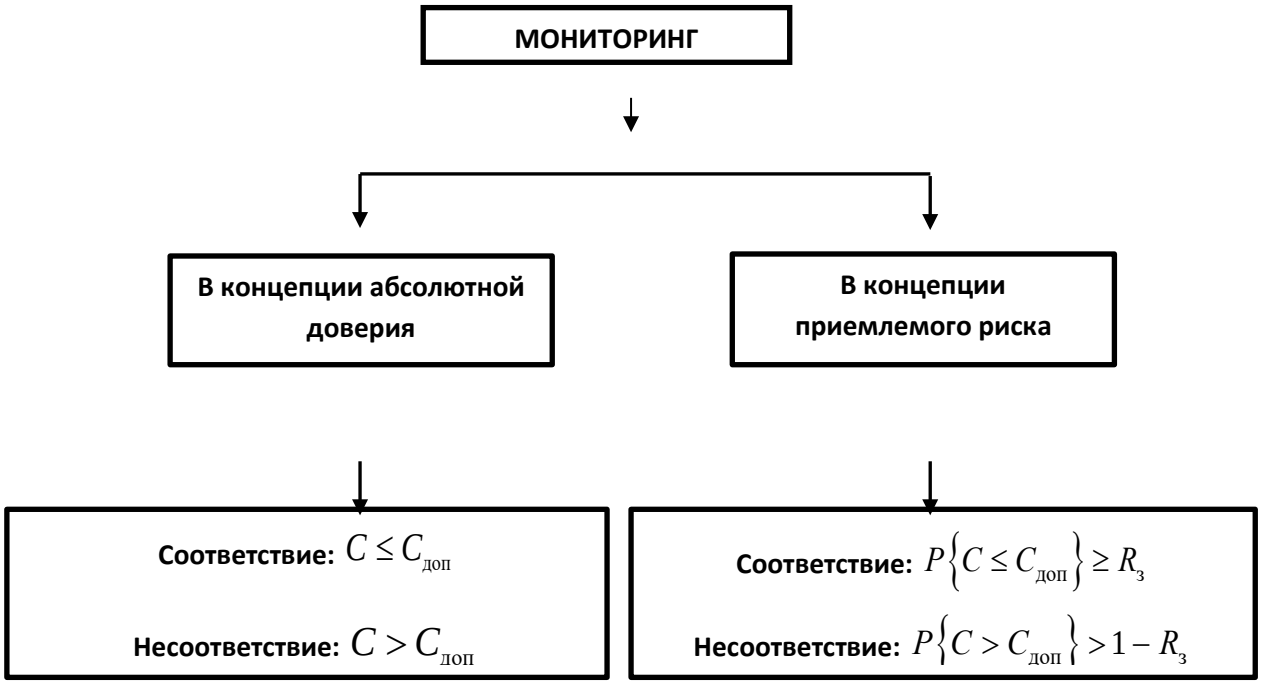
Необходимы дальнейшие исследования по разработке критериев оценки функционального состояния животных и стандартов (показателей референтных акваторий) для оценки экологического состояния разных акваторий, причем, может оказаться, что для различных акваторий или даже их частей такие стандарты могут существенно отличаться.

РИСК-ОРИЕНТИРОВАННЫЙ МОНИТОРИНГ КАЧЕСТВА ВОД

О.М. Розенталь
Институт водных проблем РАН
РФ, 117105, г. Москва, ул. Губкина, д. 3, omro@yandex.ru

Гидромониторинг как система наблюдений, оценки и прогноза изменений состояния водных объектов предусматривает исследование количественных и качественных показателей состояния водных ресурсов. Принимается, что результаты мониторинга должны быть достоверны настолько, чтобы на их основе можно было бы примать водохозяйственные решения. Фактически же периодические наблюдения высоко изменчивых характеристик путем их измерений с установленными аттестованными методиками погрешностью (неопределенностью) в десятки процентов, создают риск получения ошибочных результатов. Водно-экологические и экономические потери вследствие этого нередко огромны, прежде всего, в промышленных зонах с высокой нестабильностью режима водопользования.

Смена парадигмы предполагает отказ от опоры на негласно принятое правило «абсолютного доверия» полученным результатам и переход к риск-ориентированному мониторингу качества вод на основе концепции «приемлемого риска» в соответствии с приведенной ниже схемой. Новый подход базируется на методах допускового и выборочного контроля, интервальной и точечной оценки показателей состояния водных ресурсов.



Схема, иллюстрирующая существующую (слева) и риск-ориентированную (справа) концепции подхода к мониторингу качества вод; $C_{доп}$ *- допустимый уровень определяемого показателя* C *;* $R_з$ *- приемлемый уровень вероятности* P *нарушения записанного неравенства.*

В сообщении показано, что переход к риск-ориентированному контролю позволяет:

- для оценки показателей качества водных ресурсов на уровне допустимого риска использовать метод универсального непараметрического толерантного интервала или, в случае повышенных требований, метод параметрического интервала;

- получать численные значения контролируемого показателя, соответствующие заранее установленному приемлемому риску, путем использования метода порядковых статистик;

- обоснованно выбрать периодичность контроля качества воды с учетом приемлемого и предельно допустимого рисков ошибки на основе методики спектрального анализа временных рядов данных;

- оптимизировать частоту измерений по критерию соответствия вклада ошибок, связанных с выборочным контролем и с погрешностью (неопределенностью) измерений;

- при мониторинге нескольких (i) показателей оценивать суммарные ошибки 1-го рода α из выражения $1-\alpha = \Pi_{i=1}^{k}(1-\alpha_i)$, и 2-го рода β' из выражения $1-\beta' = \Pi_{i=1}^{k}(1-\beta_i')$, и, с учетом эколого-экономических соображений, устанавливать их допустимый уровень.

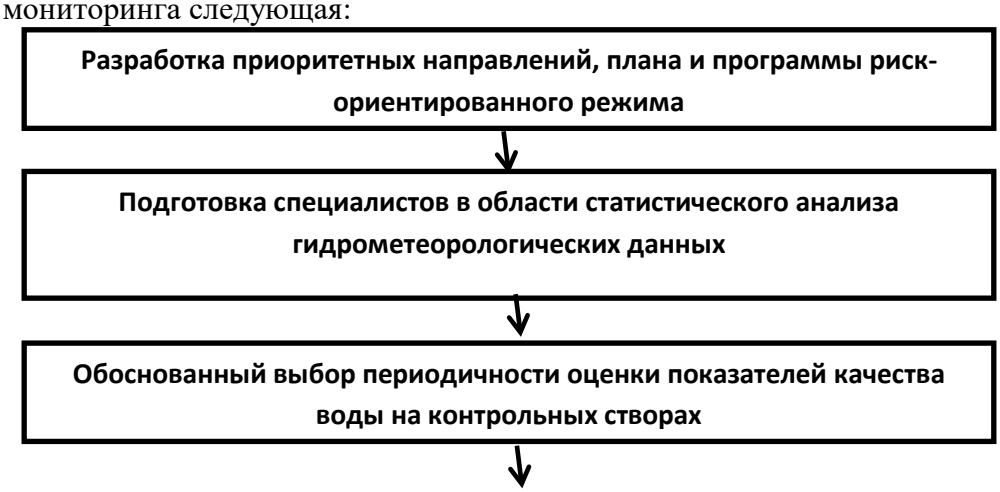
Переход к риск-ориентированному мониторингу с использованием концепции приемлемого и предельно допустимого рисков позволяет:

- понизить частоту ошибочных водохозяйственных решений, принимаемых по результатам мониторинга качества вод до уровня, отвечающего величине заранее установленного приемлемого водно-экологического риска;

- корректное разрешение спорных ситуаций, относящихся к сфере мониторинга качества поверхностных вод; конструктивный диалог органов государственного управления водным фондом и водопользователей на условиях, которые допускаются в каждой конкретной ситуации;

- создание рациональной системы водно-экологического мониторинга, обеспечивающего эффективную оценку и прогноз показателей состояния водных ресурсов в целях устойчивого водопользования.

Предположительная последовательность внедрения риск-ориентированного водного мониторинга следующая:





В целях практической реализации риск-ориентированного мониторинга качества вод в настоящее время Федеральным агентством по техническому регулированию совместно с институтом водных проблем РАН подготовлены проекты национальных стандартов:

- ГОСТ Р Охрана природы. Гидросфера. Метрологическое обеспечение. Учет погрешности оценки соответствия качества вод установленным требованиям

- ГОСТ Р Охрана природы. Гидросфера. Оценка соответствия качества вод установленным требованиям с учетом «эффекта суммации».

СУБРЕГИОНАЛЬНОЕ РАЙОНИРОВАНИЕ ТЕХНОГЕННОЙ НАГРУЗКИ НА ОКРУЖАЮЩУЮ СРЕДУ

А.П. Белоусова, Е.Э. Руденко
ФГБУН Институт водных проблем РАН, РФ, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3,
anabel@iwp.ru

Степень опасности загрязнения окружающей среды (ОС) определяется интенсивностью суммарной техногенной нагрузки на отдельные её компоненты: литосферу, гидросферу, биосферу, атмосферу, Предлагаемое районирование имеет свою специфику, оно направлено на создание основы для оценки опасности загрязнения подземных вод. В связи с этим определяющими факторами загрязнения (опасности) подземных вод являются источники их загрязнения, расположенные в различных компонентах окружающей среды: атмосфере, литосфере – почвах, поверхностной гидросфере (биосфера здесь не рассматривается). Первой задачей исследований является районирование техногенной нагрузки субрегионального уровня в пределах всей страны по всем компонентам окружающей среды и регионального уровня для отдельных субъектов РФ от точечных и диффузных источников загрязнения.

Анализ экологической ситуации и районирование техногенной нагрузки на территории страны проводился по материалам Государственных докладов «О состоянии и об охране окружающей среды Российской Федерации».

Субрегиональное районирование техногенной нагрузки в пределах федеральных округов

Самым крупным объектом (таксоном) субрегионального районирования является провинция, для Российской Федерации такими объектами являются федеральные округа.

Провинция (Федеральный округ РФ)

Характеристика загрязнения ОС:

Выбросы в атмосферный воздух: - >6000 тыс. т – очень сильная техногенная нагрузка;- 3000–6000 тыс. т – сильная техногенная нагрузка;- <3000 тыс. т – средняя техногенная нагрузка.

Сбросы сточных вод: >2000 млн. $м^3$ – очень сильная техногенная нагрузка;- 1000–2000 млн. $м^3$ - сильная техногенная нагрузка;-<1000 млн. $м^3$ – средняя техногенная нагрузка.

Вторым по величине объектом районирования являются подпровинции - субъекты РФ.

Подпровинция *(области - субъекты РФ)*

Характеристика загрязнения ОС:

Выбросы в атмосферный воздух: - >2000 тыс. т – чрезвычайно сильная техногенная нагрузка;- 1000–2000 тыс. т – очень сильная техногенная нагрузка; - 500–1000 тыс. т –

сильная техногенная нагрузка;- 100–500 тыс. т – средняя техногенная нагрузка;- <100 – слабая техногенная нагрузка.

Сбросы сточных вод: - >1500 млн. $м^3$ – чрезвычайно сильная техногенная нагрузка;- 1000–1500 млн. $м^3$ – очень сильная техногенная нагрузка;- 500–1000 млн. $м^3$ – сильная техногенная нагрузка;- 100–500 млн. $м^3$ – средняя техногенная нагрузка;- <100 млн. $м^3$ – слабая техногенная нагрузка.

В дополнение к вышеприведенным характеристикам проведен анализ влияния ОС на население (социальные аспекты охраны окружающей среды), проживающего в пределах выделенных областей, путем введения следующих градаций районирования:

Плотность населения: - ≥ 1000 чел. на $км^2$; – 100-1000 чел. на $км^2$; – 50–100 чел. на $км^2$; – 10-50 чел. на $км^2$; – 1-10 чел. на $км^2$; – 0-10 чел. на $км^2$;

- % населения городов с высоким загрязнением атмосферного воздуха: - 75-100 %; – 50–75 %; – 25-50 %; – 0-25 %.

Далее рассмотрена характеристика техногенной нагрузки с использованием специальных индексов, учитывающих выбросы от автотранспорта и стационарных источников в атмосферу, суммарные выбросы в атмосферу и сброса сточных вод, Рассчитаны индексы техногенной нагрузки на атмосферу, сброса сточных вод и условного влияния загрязнения ОС на человека.

Затем рассчитывались: - суммарные индексы загрязнения (техногенной нагрузки) ОС (атмосфера + сточные воды) (в скобках даны значения индексов):

1 – (1-2) –очень сильное загрязнение окружающей среды;

2 – (2-3) – сильное загрязнение окружающей среды;

3 – (3-4) – среднее загрязнение окружающей среды;

4 – (4-5) – слабое загрязнение окружающей среды.

- суммарные эколого-социальный индексы (плотность населения + % населения городов с высоким загрязнением атмосферного воздуха):

1 – (1-2.5) – очень сильно перенаселенные регионы;

2 – (3.0-3.5) – сильно перенаселенные регионы;

3 – (4.0-4.5) – средне населенные регионы;

4 – (≥5) - слабо населенные регионы.

- индекс условного влияния загрязнения ОС на человека:

1 – (0-1) – очень сильное влияние (регион очень сильной эколого-социальной напряженности);

2 – (1-2) – сильное влияние (регион сильной эколого-социальной напряженности);

3 – (2-3) – среднее влияние; среднее влияние (регион средней эколого-социальной напряженности);

4 – (3-4) – слабое влияние (регион слабой эколого-социальной напряженности, практически благополучный).

По результатам вышеприведенных оценок и их обобщенной характеристике, отраженной в индексах условного влияния загрязнения ОС на человека, построены карты районирования: экологического состояния субъектов Российской Федерации; эколого–социального индекса Российской Федерации и для Европейской части; эколого–социальной напряженности в субъектах Российской Федерации и для Европейской части, и экспликации к этим картам.

К регионам очень сильной эколого-социальной напряженности в стране относится только г. Москва.

К регионам сильной эколого-социальной напряженности относятся: г. Санкт–Петербург; Краснодарский и Красноярский края; Республики Башкортостан и Татарстан; области Московская, Оренбургская, Свердловская, Челябинская, Иркутская, Кемеровская, Новосибирская и Омская.

К регионам слабой эколого-социальной напряженности – практически благополучным относятся Республики Калмыкия, Чеченская, Марий–Эл, Алтай, Саха – Якутия; области Костромская, Ярославская, Новгородская, Псковская, Амурская, Сахалинская и Магаданская и Ненецкий АО.

Остальные субъекты относятся к регионам средней эколого-социальной напряженности,

Наиболее благоприятным регионом страны в эколого–социальном плане является Дальневосточный федеральный округ.

Второй, следующей задачей исследований является **региональное** районирование**,** характеризующееся более детальным рассмотрением техногенной нагрузки внутри субъектов РФ, которые будут отличаться новым набором таксонов, показателей, индексов и оценок техногенной нагрузки.

КРИТЕРИИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ И СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ: КЛЮЧЕВЫЕ ПРОБЛЕМЫ МОНИТОРИНГА

В.А. Ветров

Институт глобального климата и экологии,

РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, vetrov/igce@mail.ru

Разработка систем мониторинга антропогенных изменений окружающей среды основана на его каноническом определении в виде трех основных взаимосвязанных направлений (этапов) деятельности: наблюдения, оценка, прогноз (Израэль, 1979). Нами принято более широкое концептуальное определение мониторинга загрязнения и состояния окружающей среды как системы наблюдений, оценки и прогноза состояния среды с целью научного и информационного обеспечения управления качеством среды (рис. 1) (Ветров, 1985; Ветров, Кузнецова, 1997). Это определение ставит мониторинг в строго подчиненное положение по отношению к практическим задачам контроля и управления качеством среды во всей сфере взаимоотношений общества и природы. На практике это уточнение дает возможность использовать определенные критерии для установления приоритетов при выборе объектов наблюдений и планировании пространственно-временной матрицы наблюдений, т. е. оптимизировать систему в условиях заведомо ограниченных затрат на ее функционирование.

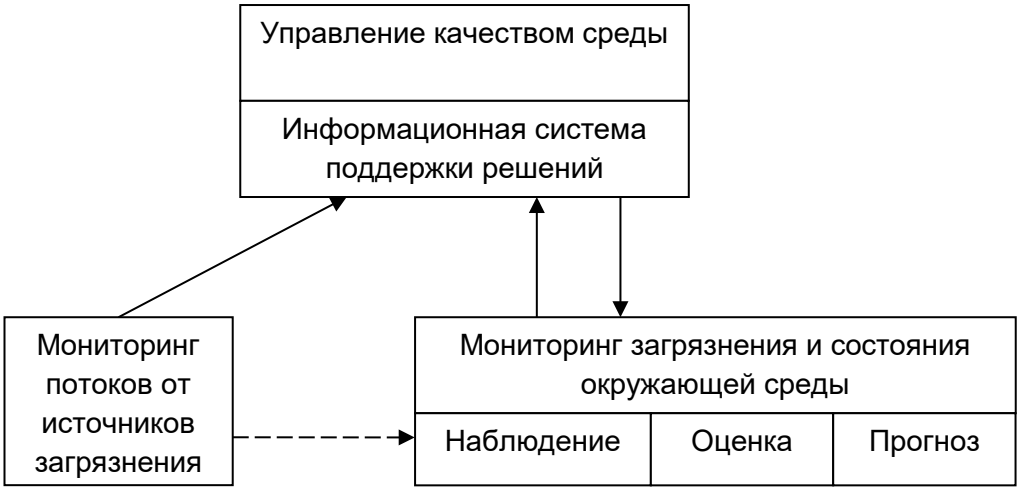


Рис. 1 Концептуальная схема мониторинга антропогенного загрязнения окружающей среды для решения задач управления качеством среды

Следует пояснить содержание блоков на рис. 1 для деятельности в области мониторинга загрязнения и состояния окружающей среды.

Управление качеством среды. Концептуальную основу для разработки реалистичных критериев и норм антропогенного воздействия для любых рангов и категорий природных и антропогенных систем дает (Федеральный закон, 2001), в котором ***компоненты природной среды*** (по существу, объектов биосферы/техносферы) классифицируются на ***природные, природно-антропогенные и антропогенные объекты***. Основным критерием «благополучия окружающей среды» (по существу, ***состояния***) в «Законе» служит «устойчивое функционирование». Требования к блоку ***«Мониторинг***

загрязнения и состояния…» формулируются через подблок ***«Информационная система…»*** в виде перечня необходимой информации для обоснования управленческих решений для каждой из трех категорий объектов биосферы всех рангов – от низших (например, городские экосистемы) до высших (геосистемы). Ключевая проблема мониторинга загрязнения и состояния окружающей среды - разработка дифференцированного подхода к оценке качества окружающей среды в зависимости от категории эко/геосистемы. Эта проблема имеет достаточно обоснованные перспективы решения в направлении развития идей Ю.А. Израэля (три категории экосистем, Израэль, 1979) и Н.Ф. Реймерса (антропосистемы, Реймерс, 1974).

Наблюдение. Обоснование программы наблюдений сводится к краткому анализу целей и задач мониторинга загрязнения и состояния основных компонентов среды в границах рассматриваемой эко/геосистемы на основе совокупности знаний в этой области, в итоге - к выбору наблюдаемых показателей загрязнения и состояния среды и периодичности наблюдений. Программа наблюдений (сеть и периодичность наблюдений) должна обеспечить достаточным объемом данных этапы ***оценки*** и ***прогноза*** загрязнения и состояния эко/геосистемы.

Оценка состояния среды. В аспекте мониторинга загрязнения и состояния окружающей среды понятие ***состояние*** следует ограничить рамками понятия ***загрязнение,*** под которым мы должны понимать «привнесение в окружающую среду физических, химических или биологических агентов (загрязнителей), или превышение их естественного уровня, приводящее к негативным воздействиям» (Экологическая энциклопедия, 2010). Поскольку это (и другие подобные) определение имеет ряд плохо формализованных понятий (*естественные уровни, негативные воздействия)*, возникает проблема выбора наблюдаемых показателей загрязнения (состояния), которая, в свою очередь, должна решаться на основе каких-то критериев приоритетности. На практике обе проблемы (выбора и критериев) решаются по некоторым конвенциальным (условным) соглашениям, опираясь на некие «общие соображения». При этом мы *a priory* должны отказаться от использования в качестве критериев оценки состояния (загрязнения) таких чисто «антроцентричных» показателей, как предельно- или ориентировочно-допустимые концентрации/уровни (ПДК, ОДК, ОДУ) и т.п., как прямо не относящихся к собственно геохимическим показателям состояния окружающей среды (Ветров, 2015).

Прогноз. Этот блок (этап) является ключевым для решения задач организации как имеющихся данных наблюдений, так и всей системы мониторинга. Выходные результаты этого этапа имеют решающее значение для блока «***Управление качеством среды***». Для разработки даже относительно простых прогнозных моделей требуются достаточно глубокие и разносторонние знания рассматриваемой эко/геосистемы. Системная взаимосвязь мониторинга и научного исследования – необходимое условие разработки оптимальных программ мониторинга при неизбежной ограниченности ресурсов (Ветров, Кузнецова, 1997).

Список литературы:

Ветров В.А. Некоторые вопросы построения системы наблюдений за гидрохимическим состоянием оз. Байкал // В сб.: Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. 7.- Л.: Гидрометеоиздат, 1985, с. 37-50.

Ветров В.А. Обоснование программ экогеохимического мониторинга природных сред в регионе озера Байкал // Проблемы экологического мониторинга и моделирования экосистем, т. XXVI № 1, М., 2015. с. 9-27

Ветров В.А., Кузнецова А.И. Микроэлементы в природных средах региона озера Байкал - Новосибирск: Изд. СО РАН, 1997, с. 64

Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды - Л.: Гидрометеоиздат, 1979, 375 с.

Реймерс Н.Ф. Экология человека как междисциплинарная научноя отрасль. // В кн.: Теория и методика географических исследований экологии человека. – М.:, Изд. ИГАН, 1974, с. 29-37.

Федеральный закон РФ «Об охране окружающей среды» от 10 января 2002 г. N 7-ФЗ.

Экологическая энциклопедия: В 6 т. / Глав. ред. В.И. Данилов-Данильян. — М.: ООО «Издательство „Энциклопедия“», 2010. — Т. 2. 448 с.

ПРИМЕНЕНИЕ ХИМИЧЕСКИХ ТРАНСПОРТНЫХ МОДЕЛЕЙ ДЛЯ ПРОГНОЗА КАЧЕСТВА ВОЗДУХА.

И.Ю. Шалыгина [1], М.И. Нахаев [1], И.Н. Кузнецова [1], А.А. Кирсанов [1], П.В. Захарова [2]

[1)] ФГБУ «Гидрометцентр России», 123242, г. Москва, ул.Б. Предтеченский пер. д.11-13, shalygina@mecom.ru

[2)] ГПБУ «Мосэкомониторинг», 119019, г. Москва, ул. Новый Арбат, д.11, стр.1

Прогноз качества воздуха в современном урбанистическом мире является важной задачей для охраны окружающей среды и здоровья человека, для предупреждения опасных экологических ситуаций.

Современный уровень прогнозирования определяется численными моделями атмосферы высокого пространственного разрешения и химическими транспортными моделями (ХТМ). Функционирование созданных на их основе интегрированных технологий в последние десятилетия стало возможным благодаря разработкам в области химии атмосферы, численного моделирования и, что не менее важно, стремительному развитию вычислительных средств, которые способны рассчитывать большое количество химических реакций, перенос и многие др. физические процессы, в которых участвую газовые и аэрозольные примеси.

В крупных зарубежных метеорологических центрах сегодня проводятся расчеты по наиболее разработанным и верифицированным химическим транспортным моделям. Прогностические поля концентраций наиболее актуальных загрязняющих веществ на 2-3 суток вперед представляются на доступных сайтах зарубежных прогностических центров (**http://silam.fmi.fi/aqforecast.html**, **http://db.eurad.uni-koeln.de/de/vorhersage/eurad-im.php**). Внутри области расчетов некоторых зарубежных ХТМ находится часть европейской территории России, включая такие города, как Москва, С.-Петербург и др. И сегодня численными прогнозами загрязнения приземного воздуха «покрыта» уже большая часть зарубежной Азии и Европа, а Россия представлена на этой карте одной Москвой.

В Гидрометцентре России создана и оперативно функционируют в экспериментальном режиме технология расчета концентраций загрязняющих веществ для центральных областей европейской части России на 48 - 72 часа вперед, основой которой являются две региональные химические транспортные модели COSMO-Ru7-ART [1,2] и ХТМ CHIMERE [3-5], использующие различные кадастры эмиссий.

Расчет полей концентрации моделью COSMO-Ru7-ART производится на сетке с горизонтальным разрешением 0,0625°x0,0625°, а ХТМ CHIMERE - в узлах сетки с

разрешением 0,25°x0,125° и шагом по времени 1 час (Рис.1). Ежедневно проводится расчет пяти рекомендованных ВОЗ для оценки качества воздуха загрязняющих веществ -CO, NO, NO_2, PM_{10} и O_3.

Сегодня технология находится на этапе верификации численных расчетов по данным сети автоматизированных измерений концентраций загрязняющих веществ «Мосэкомониторинг» в Московском регионе. Сеть насчитывает более 50 станций автоматического мониторинга на территориях с различным уровнем техногенной нагрузки.

Сравнения модельных расчетов и измеренных на станциях мониторинга концентраций, проводимые разработчиками технологии в последние 4-5 лет, позволили выявить характерные для каждого загрязняющего воздух вещества модельные погрешности, их пространственную, а также сезонно-суточную изменчивость.

На основании результатов численных экспериментов установлено и продемонстрировано, что модельные ошибки в основном обусловлены двумя главными причинами – а) неточностью эмиссий используемых кадастров, б) и ошибками прогнозов метеорологических параметров.

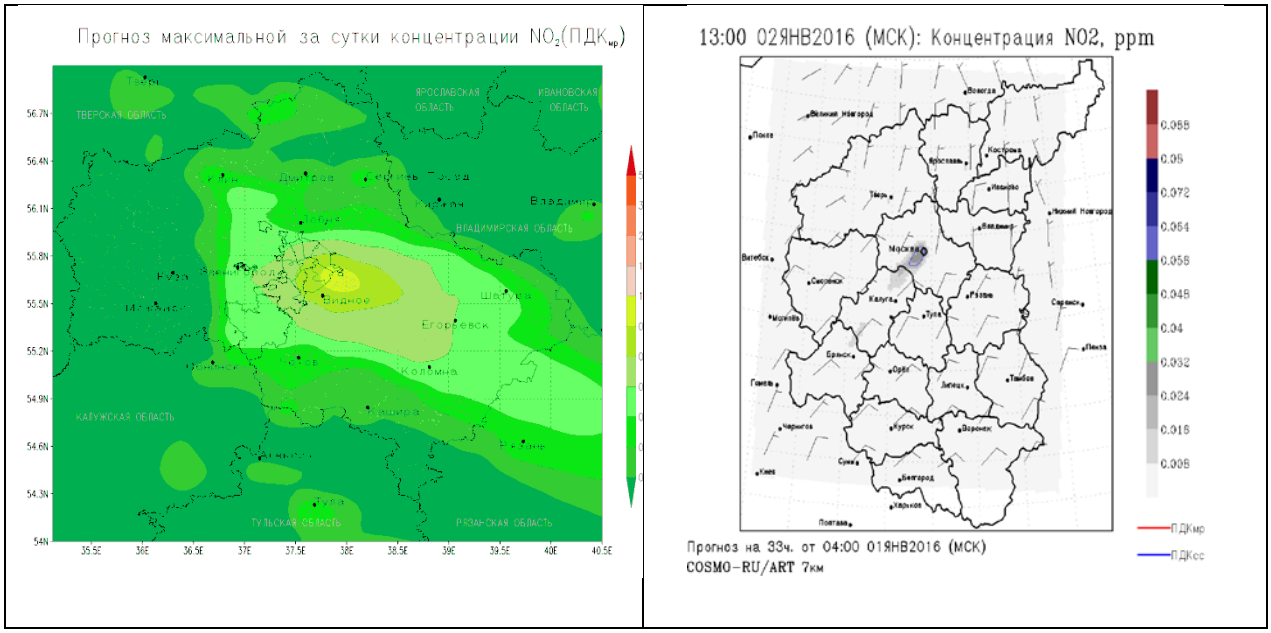


Рис.1 расчетные поля концентраций NO_2 ХТМ CHIMERE (слева) и Cosmo-Ru7-Art

Важно отметить, что химическую транспортную модель WRF-CHEM начали применять для расчетов полей концентрации загрязняющих веществ теперь и в Западной Сибири; результаты созданной ФГБУ «СибНИГМИ» технологии модельных расчетов представлены на сайте (http://sibnigmi.ru/cgi-bin/inst/index.pl?5&80).

Список литературы:

1. Ревокатова А.П., Суркова Г.В., Кирсанов А.А., Кислов А.В., Ривин Г.С. Прогноз загрязнения атмосферы Московского региона с помощью модели COSMO–ART // Вестник МГУ. Сер.: География.– 2012.– IV.– С. 25–33.

2. Суркова Г.В., Блинов Д.В., Кирсанов А.А., Ревокатова А.И., Ривин Г.С. Моделирование распространения шлейфов воздушных загрязнений от очагов лесных пожаров с использование химико-транспортной модели COSMO-Ru7 ART // Оптика атмосферы и океана.– 2014.– Т.27.– № 1.– С. 75–81.

3. Нахаев М.И., Березин Е.В., Шалыгина И.Ю., Кузнецова И.Н., Коновалов И.Б., Блинов Д.В., Лезина Е.А.Экспериментальные расчеты концентраций PM10 и CO комплексом моделей CHIMERE и COSMO-RU7 // Оптика атмосферы и океана. 2015. Т. 28. № 06. С. 569–578.

4. Нахаев М.И., Березин Е.В., Шалыгина И.Ю., Кузнецова И.Н., Коновалов И.Б., Блинов Д.В. Прогнозирование концентраций загрязняющих веществ в атмосфере с применением химической транспортной модели CHIMERE и модели COSMO-Ru7// Труды «Гидрометцентра России». 2015.Выпуск 357. С. 146-164.

5. Шалыгина И.Ю., И.Н. Кузнецова, М.И. Нахаев, И.Б., Коновалов, Е.В. Березин. Суточный ход загрязняющих воздух веществ по измерениям и расчетам химической транспортной модели // Труды «Гидрометцентра России». 2016.Выпуск 360. С. 149-167.

АКТУАЛЬНОСТЬ НАБЛЮДЕНИЙ И ПРОГНОЗА ПРИЗЕМНОГО ОЗОНА В РОССИИ

И.Н. Кузнецова [1)], А.М. Звягинцев [2)], И.Ю.Шалыгина [1)], М.И. Нахаев [1)],Е.А.Лезина [3)], В.А. Лапченко [4)], М.П. Никифорова [5)], В.И. Демин [6)]

1) ФГБУ Гидрометцентр России, 123242 Москва, Б.Предтеченский пер 11-13 labmuza@mail.ru

2) ФГБУ Центральная аэрологическая обсерватория, РФ, 141700, г. Долгопрудный, М. о., ул. Первомайская, д. 3, zvyagintsev45@yandex.ru

3) ГПБУ «Мосэкомониторинг» 119019 Москва, Н. Арбат 11, стр.1

4) Карадагская научная станция им. Т.И. Вяземского – природный заповедник РАН, РФ, 298188, г. Феодосия, пгт. Курортное, ул. Науки, 24, ozon.karadag@gmail.com

5) ФГАОУ ВО Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского, 299038, г. Севастополь, ул. Астана Кесаева, д. 14ж, nikifirovamp@ya.ru

6) Полярный Геофизический Институт, РФ, 184209, г. Апатиты, Академгородок, д. 26а, demin@pgia.ru

Чаще всего проблема озона ассоциируется с содержанием озона в толще атмосферы (ОСО) и связана с его изменчивостью как климатообразующего фактора. В отечественной научной среде пока доминирует мнение о незначительной актуальности мониторинга приземного озона в нашей стране. Всемирной организацией здравоохранения озон включен в список пяти основных загрязняющих веществ, содержание которых необходимо контролировать для определения качества воздуха, поскольку озон может негативно влиять на окружающую среду [WHO, 2006].

Регулярные наблюдения приземного озона (далее - озон) проводятся в нашей стране в некоторых биосферных заповедниках России на СКФМ (в т.ч. ст. Карадаг), а также в городах Москва, С-Петербург, Сочи, Обнинск, Апатиты, Томск. Благодаря систематическим наблюдениям в Московском регионе (в основном ГПБУ Мосэкомониторинг, до некоторого времени – ЦАО и ИФА РАН) а) были установлены основные закономерности сезонных и внутрисуточных вариаций озона в приземном воздухе [Звягинцев, Кузнецова, 2002; Горчаков и др., 2006; Еланский и др., 2007], б) исследована пространственная изменчивость озона [Звягинцев и др., 2008], в) проведены сравнения режима озона в московском мегаполисе с наблюдающимся в зарубежных европейских городах [Звягинцев и др., 2010б].

Эпизоды сильного озонового загрязнения в периоды лесных пожаров 2002 г. дали толчок для создания (в ЦАО, Гидрометцентре России совместно с ГГО) статистических методов прогнозирования максимальных концентраций приземного озона [Звягинцев и др., 2010а]. Разработанная методика краткосрочного прогноза одобрена ЦМКП (2007).

Близкие к экологической катастрофе события – пирогенное загрязнение атмосферы на территориях с высокой плотностью населения на ЕТР летом 2010 – стимулировали развитие методов прогнозирования уже на более высоком уровне – на основе применения современных химических транспортных моделей с усвоением оперативных данных спутниковых наблюдений за очагами горения [Konovalov et al., 2011]. Работы в области модельных расчетов пирогенного загрязнения атмосферы на фоне климатических тенденций сегодня активно развиваются зарубежными и отечественными учеными.

Не менее актуальной является проблема озонового загрязнения с увеличением озона до опасных уровней в отсутствие лесных пожаров. Такие озоновые эпизоды многократно зафиксированы в Московском регионе, где создана густая сеть автоматизированных наблюдений (озон измеряется на 10-15 станциях). Частота озоновых эпизодов мала, но случаи нарушения ГН (160 мкг $м^{-3}$) с мая по август наблюдаются практически ежегодно. Так, в московском регионе таких случаев в 2014 г. было 4, в 2015 г – 2, в 2016 г – 4. В том

же 2016 г число дней с превышением критерия ВОЗ (усредненной за 8 часов величины концентрации приземного озона 100 мкг $м^{-3}$) было 30!!

Важно подчеркнуть, что предпосылками для образования высоких уровней озона являются аномальные условия – длительные периоды малооблачной жаркой и сухой погоды. Причем, как фиксируют станции мониторинга в московском регионе, наиболее высокие концентрации в озоновых эпизодах обнаруживаются на территориях распространения шлейфов московских загрязнений, т.е. - в пригородах Москвы. По нашим исследованиям, самые высокие концентрации озона в Обнинске (100-км от Москвы) наблюдались при поступлении загрязненного московскими источниками воздуха, чему способствовали особые метеоусловия и термобарическая структура атмосферного пограничного слоя.

Особо подчеркнем, что наши исследования режима озона на прибрежных станциях Балкан и Крыма дают основание утверждать, что озоновые эпизоды могут формироваться в приморских районах, а также, по-видимому, и в густонаселенных южных регионах нашей страны. Напомним, что в высоких концентрациях озон оказывает раздражающее, канцерогенное и мутагенное действие; вызывает головную боль, тошноту, раздражение дыхательных путей, хронический бронхит, эмфизему лёгких и т.п. [WHO, 2006].

Начатые в Сочи автоматизированные измерения озона имеют высокую научную и практическую ценность, но с учетом высокой неоднородности поля приземного озона, формируемой под воздействием микроклиматических, топографических и др. факторов, локальные измерения имеют в большей степени ограниченную информативность. И, в отсутствие наблюдений, можно утверждать, что в зоне риска возникновения опасных озоновых эпизодов, очевидно, находятся Поволжье и Южный Урал, юг Сибири и Дальнего Востока. Известно, что единичные случаи высоких уровней озона фиксировались в маршрутных измерениях ИФА РАН TROICA [Панкратова и др., 2011].

Проблема организации наблюдений за приземным озоном, по нашему мнению, должна быть решена в ближайшие годы и не только силами Росгидромета.

Ценность мониторинга приземного озона могут существенно повысить химические транспортные модели. Этот современный численный инструмент для прогнозирования, целью которого является предупреждение о наступлении экологически неблагоприятных условий озонового загрязнения, позволяет после должной верификации обеспечить объективные расчеты, в т.ч. для территорий, где наблюдения за озоном не проводятся, что особо важно с учетом размеров территорий, оказывающихся под шлейфами активной генерации озона. В Гидрометцентре России в последние годы создана экспериментальная технология расчетов двух моделей XTM CHIMERE [Зарипов и др., 2011] и COSMO-Ru7-ART [Вильфанд и др., 2014], в настоящее время разрабатываются методы постобработки модельных расчетов концентраций озона на фоновых и городских территориях.

Список литературы:

Вильфанд и др. 2014. Мониторинг и прогнозирование качества воздуха в Московском регионе. // Биосфера. Т. 6. № 4. С. 3-15.

Горчаков и др. 2006. Вариации газовых компонент загрязнения в воздушном бассейне г. Москвы. // Изв. РАН. Физ. атмосф. и океана. Т. 42. № 2. С. 176-190.

Еланский и др. 2007. Закономерности изменчивости концентраций малых газовых составляющих в приземном воздухе г. Москвы. // Изв. РАН. Физ. атмосф. и океана. Т. 43. № 2. С. 219-231.

Зарипов и др. 2011. Использование моделей WRF ARW и CHIMERE для численного прогноза концентрации приземного озона. // Метеорология и гидрология. № 4. С. 48-60.

Звягинцев А.М., Кузнецова И.Н. 2002. Изменчивость приземного озона в окрестностях Москвы: результаты десятилетних регулярных наблюдений. // Изв. РАН. Физ. атмосф. и океана. Т. 38. № 4. С. 486-495.

Звягинцев и др. 2008. Периодическая изменчивость приземной концентрации озона в западной и центральной Европе по данным наблюдений // Метеорология и гидрология. 2008. № 3. С. 38-47.
Звягинцев и др. 2010а. Статистическое моделирование максимальных суточных концентраций приземного озона // Оптика атмосферы и океана. Т. 23. № 2. С. 127-135.
Звягинцев и др. 2010б. Изменчивость концентраций приземного озона в Москве и Киеве. // Метеорология и гидрология. № 12. С. 26-35.
Панкратова и др. 2011. Озон и окислы азота в приземном воздухе Северной Евразии по наблюдениям в экспериментах TROICA // Изв. РАН. Физ. атмосф. и океана. Т. 47. № 3. С. 343-358.
Konovalov et al. 2011. Atmospheric impacts of the 2010 Russian wildfires: integrating modelling and measurements of an extreme air pollution episode // Atmos. Chem. Phys. V. 11. No. 19. P. 10031–10056.
WHO 2006. Air Quality Guidelines: Global Update 2005. Particulate matter, ozone, nitrogen dioxide and sulfur dioxide. – WHO: Geneve. 2006. 484 p.

МОНИТОРИНГ ОБЩЕГО СОДЕРЖАНИЯ ОЗОНА И УФ ОБЛУЧЕННОСТИ: ОСНОВНЫЕ РЕЗУЛЬТАТЫ

А.М. Звягинцев[1)], Н.С. Иванова[1)], И.Н. Кузнецова[2)], М.И. Нахаев[2)], М.П. Никифорова[3)]

[1)] Центральная аэрологическая обсерватория,
РФ, 141700, г. г. Долгопрудный, М. о., ул. Первомайская, д. 3,
zvyagintsev45@yandex.ru, oom@cao-rhms.ru

[2)] Гидрометеорологический научно-исследовательский центр РФ,
РФ, 123242, Москва, , Большой Предтеченский переулок, д.11-13, muza@mecom.ru

[3)] Крымский федеральный университет имени В.И. Вернадского (филиал),
299038, г. Севастополь, ул. Астана Кесаева, д. 14ж, nikifirovamp@ya.ru

Озоновый слой - это та часть атмосферы Земли, где экспериментальными методами удаётся обнаружить озон. Озоновый слой простирается от земной поверхности до высоты 70–80 км (в более узком смысле озоновым слоем или озоносферой называют всю стратосферу или (иногда) её слой от 15 до 30 км, в котором находится наибольшее количество озона - около 70 %). Если бы во всей атмосфере соблюдались нормальные условия и её можно было бы разделить на слои, каждый из которых содержал бы только один газ, то вся атмосфера заняла бы слой, толщиной около 8 км, а слой озона имел бы толщину около 3 мм. Толщина этого гипотетического слоя озона над конкретным местом определяет важнейшую характеристику озонового слоя – общее содержание озона (ОСО), измеряемое в единицах Добсона (ед. Д., названных в честь британского метеоролога лорда Г.М.Б. Добсона); приведённая толщина слоя озона в 3 мм соответствует 300 ед. Д.

Наличие озонового слоя в атмосфере приводит к поглощению ультрафиолетовой (УФ) радиации с длинами волн менее 310 нм, губительного для всего живого на Земле. Опасность УФ радиации, зависящей, в первую очередь, от угла Солнца над горизонтом, ОСО и облачности, характеризуют значениями УФ индекса. Опасными для населения считают значения УФ индекса, большие 6, которые наблюдаются в летний период даже в средней полосе России. Мировое сообщество чрезвычайно обеспокоилось глобальным уменьшением ОСО, которое было замечено в середине 1980-х гг. и при углублении могло бы привести к росту заболеваний зрения и раковых заболеваний [Александров и др., 1992]. Поэтому мониторинг озонового слоя и УФ облученности является видом мониторинга окружающей среды и осуществляется в целях своевременного выявления вредного воздействия природных и антропогенных факторов на состояние озонового слоя, определения эффективности мероприятий, направленных на его охрану, а также обеспечения государственных органов, иных юридических лиц и граждан экологической информацией в области охраны озонового слоя. Мониторинг озонового слоя в России проводится во исполнение "Венской конвенции об охране озонового слоя" 1985 г., принятой СССР в 1986 г.

Ежедневные измерения ОСО на территории России выполняются с помощью фильтровых озонометров М-124 на сети из 28 станций, причем часть из них выполняет также измерения УФ радиации. Методическое, техническое и метрологическое обеспечение мониторинга ОСО и УФ радиации осуществляет Главная геофизическая обсерватория (ГГО) им. А.И. Воейкова. Данные наблюдений станций оперативно поступают в Главный радиометеорологический центр Росгидромета, откуда перенаправляются в ЦАО, ГГО и Гидрометцентр России. ЦАО оперативно проводит первичный контроль качества данных, архивирует их и передает в мировой центр данных ВМО по озону и УФ радиации (WOUDC), расположенный в Торонто, Канада. Эти данные совместно с данными из других стран и спутниковыми данными используются там для ежедневного отображения полей ОСО. В ЦАО оперативно строятся карты распределения ОСО над территорией России и сопредельных стран, выявляются аномалии и анализируются причины их возникновения. Для анализа состояния озонового слоя над

Россией дополнительно используются данные озонометрических станций Украины и Казахстана. При выявлении существенных аномалий в полях ОСО и УФ радиации ЦАО оперативно информирует Росгидромет. В ГГО данные проходят более тщательный контроль качества, по итогам которого делается вывод о качестве работы отдельных приборов и станций, проводится корректировка данных и уже скорректированные данные передаются в WOUDC для составления архива данных.

Для информирования общественности ЦАО ежеквартально публикует в журнале «Метеорология и гидрология» обзоры с текущим анализом состояния озонового слоя над Россией. Эти сведения также публикуются в ежегодных «Докладах об особенностях климата на территории Российской Федерации» и «Обзорах состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации», подготавливаемых ИГКЭ Росгидромета и РАН. Прогнозы высоких значений УФ индекса на текущие и вторые сутки с указанием территории с опасным явлением и рекомендациями защитных мер для разных групп населения размещаются на сайте Гидрометцентра России (http://meteoinfo.ru/).

По результатам мониторинга ОСО следует отметить следующее. Уменьшение ОСО наблюдалось в умеренных и высоких широтах обоих полушарий в период с 1979 по 1996 г. и в умеренных широтах составило около 4-7 %, в высоких широтах Южного полушария - больше [WMO, 2014, 2015]. В период с 1997 г. по 2014 г. состояние ОСО стабилизировалось, линейный тренд ОСО практически во всех широтных поясах стал статистически незначимым [Звягинцев и др., 2015]. Однако в высоких широтах Северного полушария до сих пор неожиданно наблюдаются крупные отрицательные аномалии ОСО (рис. 1) [WMO, 2015; Никифорова, 2017]. Ожидается, что к 2050–80 гг. озоновый слой восстановится до состояния 1970-х гг.

Список литературы:

Александров Э.Л., Израэль Ю.А., Кароль И.Л., Хргиан А.Х. 1992. Озонный щит Земли и его изменения. - СПб., Гидрометеоиздат, 168 с.

Звягинцев А.М., Варгин П.Н., Пешин С. 2015. Изменчивость и тренды общего содержания озона в период 1979–2014 гг. - Оптика атмосферы и океана, т. 28, № 9, с. 800-809.

Никифорова М.П., Звягинцев А.М., Варгин П.Н., Иванова Н.С., Лукьянов А.Н., Кузнецова И.Н. 2017. Аномально низкие уровни общего содержания озона над севером Урала и Сибири в конце января 2016 г. - Оптика атмосферы и океана, т. 30, № 1, с. 12-19.

WMO 2014. Ozone Report No. 54. Report of the Nineth Meeting of the Ozone Research Managers of the Parties to the Vienna Convention for the Protection of the Ozone Layer (Geneva, Switzerland, 14-16 May 2014). - Geneve, WMO, 563 p.

WMO 2015. Ozone Report No. 55. Scientific Assessment of Ozone Depletion: 2014. - Geneve, WMO.

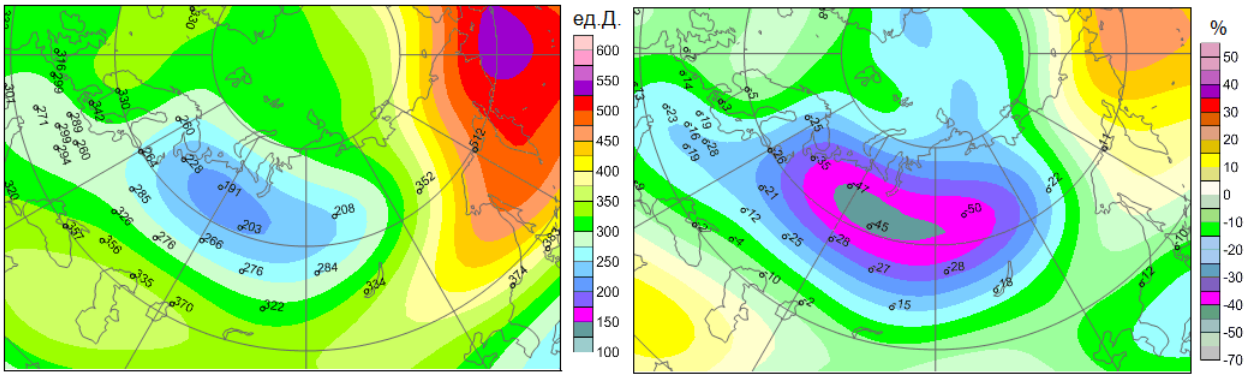


Рисунок. Поле общего содержания озона (ед.Д.; слева) 28 января 2016 г. и его отклонения (%; справа) от средних многолетних (1978-1988 г.г.) значений по данным WOUDC, Канада.

ОПЫТ ПРОГНОЗА ПОСЛЕДСТВИЙ ВЛИЯНИЯ ТЕМПЕРАТУРНЫХ ВОЛН НА СМЕРТНОСТЬ ГОРОДСКОГО НАСЕЛЕНИЯ

Д.А. Шапошников, Б.А. Ревич

Институт народнохозяйственного прогнозирования РАН,
РФ, 117418, г. Москва, Нахимовский пр., 47, dshap@newmail.ru

Последствия воздействия изменения климата на смертность населения рассмотрены на примере проекта, осуществленного коллективом авторов Института народнохозяйственного прогнозирования РАН и Главной геофизической обсерватории им. Воейкова и в рамках проекта Европейского бюро ВОЗ «Воздействие изменения климата на здоровье населения и оценка возможностей адаптации на севере Российской Федерации» в 2010-2011 гг. Это первое в России исследование, в котором разработан численный прогноз последствий для здоровья, вызванных увеличением числа волн жары и уменьшением числа волн холода в результате потепления климата. В других странах мира результаты таких работ представлены во многих публикациях, в т.ч. Fischer and Schär, 2010; Kintisch, 2009; Meehl and Tebaldi, 2004; Hayhoe et al., 2010; Gawith et al., 2009; Gosling et al., 2008 и других авторов.

Для проекта выбран «пилотный» регион – Архангельская обл. и проведено моделирование климата по ансамблю из 9 моделей общей циркуляции атмосферы и океана (МОЦАО) с учетом сценария роста парниковых газов и аэрозоля IPCC A2 (Nakicenovic et al., 2000). В результате регионализации глобальных моделей и усреднения по ансамблю МОЦАО был получен прогноз числа волн жары и волн холода за базовый и прогнозный периоды.

Прогноз числа волн жары и холода в Архангельске (Shaposhnikov et al. 2011).

Характеристика	Число волн жары и холода в базовый период (1980-1999 гг.).		Число волн жары и холода в прогнозный период (2046-2065 гг.)	
	Короткие (5-7 дней)	Продолжительные (от 8 дней)	Короткие (5-7 дней)	Продолжительные (от 8 дней)
Волны жары	8.4± 1.1	5.9 ± 0.9	14.7 ± 2.7	16.0 ± 9.2
Волны холода	8.0 ± 1.2	4.2.± 1.1	1.8 ± 1.0	0.5 ± 0.4

Идентификация волн холода и жары проходила на основе температурных порогов, установленных на уровне 3-го и 97-го процентилей распределения среднесуточных температур за базовый период. Умножив числа волн их таблицы выше на среднюю длительность волны, получим число дней в ансамбле волн. Поэтому для оценки ущерба нужно знать прирост смертности в расчете на один день волны. Для этого анализируют временные ряды суточной смертности (или какого-либо иного показателя здоровья, в зависимости от задач исследования). Разделение волн на «короткие» и «продолжительные» связано с различиями в откликах смертности на температурный стресс разной продолжительности.

Удобно ввести индикаторную переменную, маркирующую дни волн холода и волн жары. Например, переменная h принимает значение “1” для всех дней, входящих в рассматриваемый ансамбль волн жары, и “0” для всех остальных дней. Обобщенная линейная регрессионная модель имеет вид:

$$\ln E(M) = \beta \times h + \{\text{confounders}\},$$

где $E(M)$ - ожидаемая величина суточной смертности. Натуральный логарифм в качестве функциональной связи используется в регрессионном анализе зависимых

переменных, подчиняющихся распределению Пуассона. Регрессионный коэффициент β называется log-relative risk, потому что его экспонента дает относительный риск суточной смертности в среднем для всех дней, принадлежащие данному ансамблю волн жары. {confounders} – это все остальные переменные, от которых, по нашему мнению, должен зависеть ход суточной смертности, и которые доступны в данном исследовании. Важнейшей из таких переменных является время, и в анализе временных рядов были разработаны специальные методы учета зависимости смертности от времени на разных масштабах: медленные (многолетние тренды, сезонные изменения) и быстрые (зависимости от дня недели, праздников, коррекция на периоды эпидемий гриппа и т.п.).

Если в числе «смешивающих факторов» явно присутствует температура воздуха T, то можно сказать, что температура учитывается дважды: через h и через T. В этом случае эффект температуры подразделяется на «волновой» и «основной». Модель называется «обобщенной» потому, что зависимости смертности от времени, температуры и других смешивающих факторов (например, атмосферного давления) могут быть нелинейные.

Статистическая достоверность оценки β зависит от размера исследуемой популяции (как правило, это население одного города), изучаемого показателя здоровья, периода исследования и используемых моделей. Если доступны оценки β_i, полученные в разных городах, то возможно получение средневзвешенной оценки риска методами мета-анализа. Средневзвешенная оценка как правило имеет более высокий уровень значимости, чем локальные оценки.

При расчете ущерба здоровью для сопоставимых 20-летних периодов времени необходимо учитывать распределение рисков во времени: отсроченные эффекты, эффект жатвы, то есть краткосрочные и долгосрочные сдвиги смертности. Для этого недавно были разработаны нелинейные регрессионные модели с распределенными лагами (Gasparrini et al, 2010).

Прогнозирование последствий изменения климата для здоровья требует определенных предположений об адаптации и акклиматизации населения.

Список литературы:

Fischer E. M., Schär C. 2010. Consistent geographical patterns of changes in high-impact European heatwaves. Nature Geoscience, vol. 3, p. 398–403.

Gasparrini A., Armstrong B., Kenward M. G. 2010. Distributed lag non-linear models. Statistics in Medicine, vol. 29(21), p. 2224–2234.

Gawith M., Street R., Westaway R., Steynor A. 2009. Application of the UKCIP02 climate change scenarios: reflections and lessons learnt. Global Environmental Change, vol. 19(1), p. 113–121.

Gosling S. N., Lowe J.A., McGregor G.R., Pelling M., Malamud B.D. 2008. Associations between elevated atmospheric temperature and human mortality: a critical review of the literature. Climate Change, vol. 92(3), p. 299–341.

Hayhoe K., Sheridan S., Kalkstein L., Greene S. 2010. Climate change, heat waves, and mortality projections for Chicago. Journal of Great Lakes Research, vol. 36(suppl 2), p. 65–73.

Kintisch E. 2009. Global warming: projections of climate change go from bad to worse, scientists report. Science, vol. 323(5921), p. 1546–1547.

Meehl G., Tebaldi C. 2004. More intense, more frequent, and longer lasting heat waves in the 21st century. Science, vol. 305(5686), p. 994–997.

Nakicenovic N., Davidson O., Davis G., Grübler A., Kram T., Rovere E.L.L, et al. 2000. Special Report on Emissions Scenarios: A Special Report of Working Group III of the IPCC. New York, NY, Cambridge University Press.

Shaposhnikov D., Revich B., Meleshko V., Govorkova V., Pavlova T. 2011. Climate Change may Reduce Annual Temperature-Dependent Mortality in Subarctic: A Case Study of Archangelsk, Russian Federation. Environmental and Natural Resources Research, vol. 1, p. 75–91.

СПОСОБ ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКОЙ ОЦЕНКИ ТЕРРИТОРИИ ПРИ ПРОЕКТИРОВАНИИ СТРОИТЕЛЬСТВА ОБЪЕКТОВ В КРИОЛИТОЗОНЕ

Д.А. Хрупа[1)], С.А. Петров [1)], В.А. Мальчевский[1,2)]

[1)]Тюменский научный центр СО РАН,

РФ, 625026, г. Тюмень, ул. Малыгина 86,d.a.khrupa@mail.ru, tumiki@yandex.ru

[2)]Тюменский государственный университет,

РФ, 625003, г. Тюмень, ул. Володарского 6, malchevski@mail.ru

Микробиота многолетних мерзлых пород очень многочисленна и недостаточно изучена (Зотова, 1995). При активном освоении криолитозоны существует опасность миграции ее на поверхность. Последствия этого процесса могут привести к наступлению чрезвычайных ситуаций технического и биологического характера. Не исключено, что ряд реликтовых микроорганизмов может обладать способностью разрушать материалы, из которых строятся различные объекты инфраструктуры, и даже непосредственно представлять опасность для здоровья людей (Ганова, 2008; Malchevskiy et al.,2016). В связи с вышеизложенным, актуальность разработки способов геоэкологической оценки территории при проектировании строительства объектов в криолитозоне, учитывающих вышеизложенные обстоятельства, не подлежит сомнению.

Для решения поставленной задачи нами предложен способ геоэкологической оценки территории при проектировании строительства объектов в криолитозоне (Мальчевский, Петров, 2016), направленного на профилактику наступления чрезвычайных ситуаций технического и биологического характера, при которых возможно их разрушение, а также болезни или гибель людей.

Предложенный нами способ отличается от существующих (Ганова, 2008; Зотова, 1995; Павлов, 2008) тем, что проводится тестирование реликтовых микроорганизмов многолетних мерзлых пород, высеянных из кернов в результате бурения термометрических скважин, на отсутствие их отрицательного воздействия на материалы, планируемые к использованию в проектируемом объекте, и биологическую безопасность для людей. Геоэкологическая оценка территории при проектировании строительства объектов в криолитозоне, в предложенном нами способе,осуществляется комплексно по следующим критериям:

1. оценка состава атмосферного воздуха;
2. оценка состава поверхностных вод;
3. оценка состава донных отложений;
4. оценка снежного покрова;
5. оценка геологической среды;
6. оценка уровня потенциальной техногенной и биологической опасности реликтовой микробиоты многолетних мерзлых пород в районе строительства, высеянной из кернов, полученных в результате бурения термометрических скважин, путем ее тестирования на отсутствие отрицательного воздействия на материалы, планируемые к использованию в проектируемом объекте, и биологическую безопасность для людей;
7. оценка почвенного покрова;
8. оценка растительного и животного мира;
9. оценка социальной среды.

При своевременном выявлении, предложенным способом на территории предполагаемого строительства, в многолетнихмерзлых породах реликтовых микроорганизмов, отрицательно воздействующих на изначально планируемые к использованию виды строительных материалов, возникает возможность их замены на более устойчивые к действию данной микрофлоры. В случае невозможности замены строительных материалов или наличия биологической опасности для людей он позволяет

аргументировано обосновать прекращение проектирование строительства объектов на данной территории.

Таким образом, способ геоэкологической оценки территории при проектировании строительства объектов в криолитозоне даёт возможность, по сравнению с существующими на сегодняшний день, предотвратить возникновение чрезвычайных ситуаций технического и биологического характера в районе строительства, и как следствие предотвратить многомиллионные расходы на их ликвидацию.

Список литературы:

Ганова С.Д. 2008. Геоэкологический мониторинг территорий расположения объектов транспорта газа в криолитозоне (теория, методология, практика). - Москва, 42с.

Зотова Л.И. 1995. Мерзлотно-экологическая оценка состояния геосистем криолитозоны в результате антропогенных воздействий. - Москва, 24 с.

Павлов А.В. 2008. Мониторинг криолитозоны. - Новосибирск, 229с.

МальчевскийВ. А., ПетровС. А. 2016. Патент на изобретение № 2579168 РФ. Способ геоэкологической оценки территории при проектировании строительства объектов в криолитозоне. - Официальный бюллетень «Изобретения. Полезные модели», № 10, 5 с.

Malchevskiy V.A. et al. 2016. Effect of Contamination with Perennial Permafrost Microorganisms on the Outcome of Closed Brain Neurotrauma. - Bulletin of Experimental Biology and Medicine, vol. 161, № 3, p. 388 – 390. DOI 10.1007/s10517-016-3421-3.

МЕТОДОЛОГИЧЕСКИЕ АСПЕКТЫ ОПРЕДЕЛЕНИЯ ОРГАНИЧЕСКОГО ВЕЩЕСТВА ПРИ ВЕДЕНИИ СОВМЕСТНОГО РОССИЙСКО-КИТАЙСКОГО МОНИТОРИНГА ТРАНСГРАНИЧНЫХ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ

А.П. Неудачин, М.И. Афанасьева

Дальневосточный государственный университет путей сообщения,
РФ, 680021, г. Хабаровск, ул. Серышева, д. 47, aneud@mail.ru

Экологические риски, проявляющиеся в использовании гидросферы, привлекают внимание в связи с возрастающимсс значением водных объектов для современной цивилизации. В том числе актуальным является решение трансграничных экологических проблем в речных бассейнах, например, р. Амур с притоками, разделяющей территорию КНР и РФ. Учитывая, что крупнейшая река региона, ожидающего экономического развития в ближайшие десятилетия, является естественной водной границей, только координация совместных действий сторон способна привести к разработке эффективной политики управления водными объектами, снижению загрязнения вод. Поэтому, чтобы иметь объективную информацию о качестве вод реки, оценить современное состояние уровня загрязненности и начал проводиться в 2007 году совместный российско-китайский мониторинг трансграничных водных объектов, основанный на межведомственном Меморандуме о взаимопомощи между Министерством природных ресурсов России и Государственной администрации по охране окружающей среды КНР в области совместного мониторинга трансграничных водных объектов (октябрь 2004 г., Пекин).

Состав органических веществ (ОВ) в поверхностных водах формируется под влиянием многих факторов. К числу важнейших из них относятся внутриводоёмные биохимические процессы продуцирования трансформации, поступления из других водных объектов, с поверхностным и подземным стоком, с атмосферными осадками, а также с промышленными и хозяйственно-бытовыми сточными водами. Образующиеся в водоеме и поступающего в него извне ОВ весьма разнообразны по своей химической природе и свойствам, в том числе по устойчивости к воздействию разных окислителей. Соотношения содержащихся в воде легко- и трудноокисляемых веществ в значительной мере влияет на окисляемость воды в условиях того или иного метода ее определения (Руководство по химическому анализу…, 1977).

Окисляемость поверхностных вод обычно подвержена значительным и довольно закономерным сезонным колебаниям. Их характер определяется, с одной стороны, гидрологическим режимом и зависящим от него поступлением аллохтонных ОВ с поверхности водосбора и, с другой, – гидробиологическим режимом, т.е. изменением во времени процессов продуцирования, превращения и минерализации ОВ. Периоды сезонных повышений и понижений окисляемости в водоемах, расположенных в разных физико-географических зонах, естественно, не совпадают. Они могут также различаться и в сравнительно близко расположенных водоемах (Семенов, 1967). В водоемах и водотоках, подверженных сильному воздействию хозяйственной деятельности человека, на временные изменения окисляемости значительное влияние оказывает режим поступления сточных вод.

Органическое вещество может выступать как интегральный оценочный критерий биогеоценозов. Это основывается, во-первых, на его универсальности, т.е. возможности с его помощью оценивать и сравнивать природные системы, в которые входят живые организмы. Во-вторых, на достаточно быстрой реакции на изменение состояний системы, что позволяет изучать биогеоценозы в динамике. И, в-третьих, на консервативности, т.е. сохранении в составе органических веществ отдельных признаков, дающих представление об основных предыдущих этапах развития системы.

Бассейны дальневосточных рек относятся к зоне распространения поверхностных и грунтовых вод богатых и очень богатых РОВ. Некоторые воды содержат органических компонентов значительно больше, чем минеральных. Так, существенную долю веществ в

дренажных водах целинных и мелиорированных болот составляют органические соединения. Их содержание может достигать 96% от общей суммы растворенных веществ (Неудачин и др., 1994; Неудачин, Афанасьева, 2015). Значительную долю в химическом составе воды могут составлять ОВ и в горных ландшафтах. Это объясняется низкой минерализацией этих водотоков (Неудачин, Шамов, 1994).

При этом стоит учитывать, что растворённое ОВ в геохимической классификации вод занимает более высокий таксон по сравнению с ионным составом. А чрезвычайное разнообразие органических соединений, обнаруженных в гидросфере, – здесь встречаются карбоновые, оксикарбоновые, гуминовые, амино- и фульвокислоты, белки, жиры, углеводы, сложные эфиры, алифатические и гетероциклические соединения, фенолы и полифенолы, спирты и множество других, более или менее сложных по структуре и составу веществ, – выводит проблему изучения применения показателей РОВ в разряд приоритетных. К этому перечню отдельно следует отнести вещества-ксенобиотики (Шостова и др., 2017). Количественный и качественный их состав претерпевает изменения, но, в целом, скорее в худшую сторону.

Да, катастрофическое наводнение на Амуре 2013 года благотворно сказалось на качестве воды по УКИЗВ в этот и последующие годы. Основная река, транзитные водные объекты, затапливаемая часть водосбора была промыты мощным течением. Снизились значения показателя $БПК_5$ и содержание нефтепродуктов. Согласно результатам совместного российско-китайского мониторинга за 2011-2014 гг., можно сказать, что в р. Амур снизилось среднее значение $БПК_5$ (в 2012 году максимальная величина составила 5,1 мг кислорода/дм^3, а в 2014 максимальная величина достигла 2,8 мг кислорода/дм^3). Как и любое природное явление подобного масштаба, наводнение имело и будет иметь как краткосрочный, так и долгосрочный эффект. Следует, видимо, продолжать наблюдения за динамикой качественного состава растворённого ОВ. Планирующееся увеличение населения, а, самое основное, активное освоение южной части Дальнего Востока могут привести к негативным изменениям качества трансграничного водотока, проявляющихся в том числе в составе ОВ.

Для наземных беспозвоночных наводнение явилось полномасштабной катастрофой. На затопленных территориях они погибли на всех стадиях индивидуального развития – от яиц до взрослых особей. Тем не менее, очень небольшая часть животных уцелела на возвышенностях. Поголовье птиц не восстановилось до сих пор.

Список литературы:

1. Руководство по химическому анализу поверхностных вод суши, 1977, Ленинград, Гидрометеоиздат, 541с.
2. Семенов А.Д. Химическая природа органических веществ поверхностных вод. – «Гидрохим. материалы», 1967, т. 45, с. 155 - 172.
3. Неудачин А.П., Неудачина И.И., Шамов В.В. 1994. Поведение растворенного органического вещества в дренажных водах мелиорируемых торфяников Приамурья. – В кн.: Биогеохимические и экологические оценки техногенных экосистем бассейна реки Амур. – Владивосток, Дальнаука, с. 106-113.
4. Неудачин А.П., Шамов В.В. 1994. Растворенное органическое вещество горных рек низовьев Амура. – В кн.: Биогеохимические и экологические оценки техногенных экосистем бассейна реки Амур. – Владивосток, Дальнаука, с. 114-122.
5. Неудачин А.П., Афанасьева М.И. 2015. Растворенное органическое вещество в дренажных водах торфяников Приамурья. – В кн.: Геологическая эволюция взаимодействия воды с горными породами. Владивосток, Дальнаука, с. 609-611.
6. Шостова Е.М., Неудачин А.П., Рапопорт В.Л. 2017. Хромато-масс-спектрометрическое исследование состава органических компонентов воды р. Амур за период 2007-2016 годы. – наст. сб.

ОЦЕНКА СОСТОЯНИЯ ВОДНЫХ ЭКОСИСТЕМ НА ОСНОВЕ АНАЛИЗА СТРУКТУРНЫХ ПЕРЕСТРОЕК СООБЩЕСТВ МИКРОВОДОРОСЛЕЙ

Е.В. Беспалова

Федеральное государственное бюджетное образовательное учреждение высшего образования
«Воронежский государственный университет»
РФ, 394018, г.Воронеж, Университетская площадь, 1, elena_bespalova@bk.ru

Воздействие неблагоприятных факторов на водную экосистему находит свое отражение на состоянии ее биотического компонента. Отклик биоценоза (и прежде всего микроальгоценоза) на сложившуюся ситуацию служит важным индикационным признаком состояния устойчивости или кризисности водоема. Пока система не лишилась способности восстанавливать себя, она остается в одной и той же «области устойчивости». Как только из элементов разрушенной системы создается новая структура, можно говорить о переходе в новую область устойчивости. Момент перехода представляет собой критическую точку, которая может разделять не только устойчивые состояния, но и неустойчивые, переходные (Экосистемы в критических состояниях, 1989).

В настоящее время разрабатываются критерии, оценивающие степень влияния как антропогенных, так и природных факторов на устойчивость и/или биоразнообразие экосистем. Сообщества водных организмов, вовлеченные в постоянный круговорот вещества и энергии с окружающей средой, реагируют на изменения ее качества снижением продуктивности, изменением соотношения отдельных видов, появлением новых доминантных видов, перестройкой сети трофических отношений. Изменения структурно-функциональной организации сообществ водных организмов в ответ на усиление воздействия неблагоприятного фактора находят отражение в концепции экологических модификаций В.А.Абакумова, в теории трансформации диатомовых комплексов озер (В.Л.Разумовский, 2016).

Для оценки состояния крупнейших искусственных водных экосистем Центрального Черноземья были проанализированы структурные перестройки сообществ микроводорослей. Объектами исследования выступили Воронежское и Матырское водохранилища, представляющие собой мелководные водоемы руслового типа с замедленным водообменом.

Материалом для анализа состояния Матырского водохранилища послужили пробы, отобранные с 2011 по 2016 годы. До 2010 года в водоеме наблюдались неблагоприятные экологические процессы, сопровождавшиеся вспышками цветения синезеленых водорослей (цианобактерий). Именно их интенсивное размножение стало аргументом в пользу проведения альголизации водоема в 2010-2011 годах (Валяльшиков А.А., 2014). В результате проведенных мероприятий значительно сузился таксономический состав, а также уменьшилось обилие синезеленых водорослей, диатомовые водоросли заняли доминирующую позицию в водоеме и удерживали ее вплоть до 2014 года. Однако в 2015 году вновь наблюдались вспышки развития цианобактерий (преобладающий таксон *Anabaena flos-aquae* (Lyng.) Breb.).

Показательным является не только смена доминирующих видов, но и изменение очертаний графиков таксономических пропорций, которые отражают структуру сообществ и степень кризисности водной экосистемы (рис. 1). Графики 2010-2013 годов имеют правильные пропорциональными очертаниями гиперболического вида, что соответствует стадии экологического напряжения. В 2012-2013 годах отмечается рост биоразнообразия до уровня начала альголизации, о чем свидетельствует сглаживание графиков относительно оси Y. Вспышки развития микроводорослей в 2014, 2015 и 2016 годах находят свое отражение на графиках в виде своеобразных пиков, вызванных присутствием отдельных таксонов с относительной численностью от 30 до 70%. Такие пики свидетельствуют о возобновлении кризисных ситуаций в Матырском водохранилище, о его переходе в стадию

экологического регресса, что может быть связано как с природными факторами, так и с антропогенным воздействием.

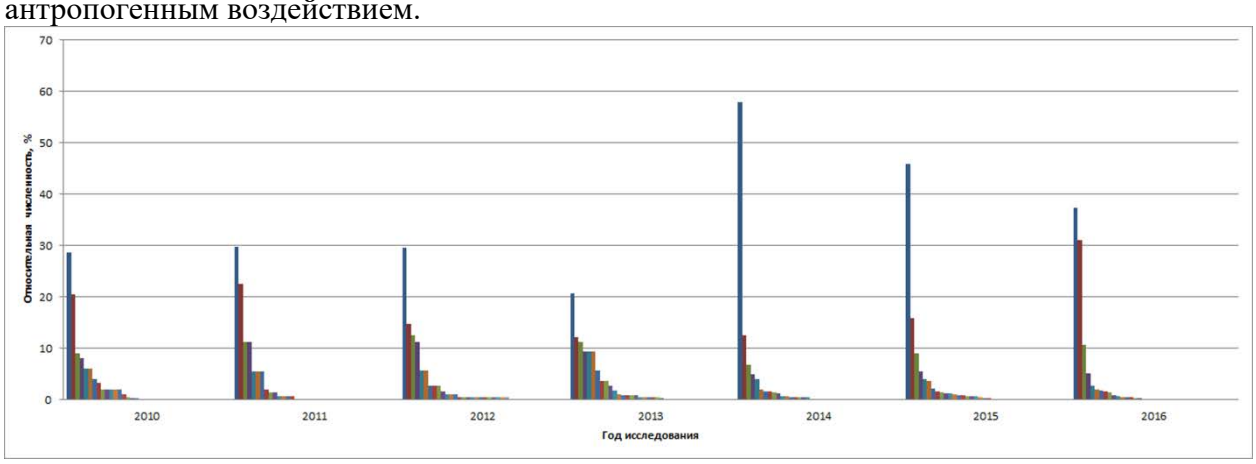


Рис. Структура сообществ микроводорослей Матырского водохранилища

Материалом для анализа состояния Воронежского водохранилища послужили пробы, отобранные в Масловском затоне с 2013 по 2016 годы. Анализ микроскопических водорослей Масловского затона в течение четырех лет при помощи метода линейных трансформаций выявил «аномальность» структуры сообщества в 2013 году. Линия графика 2013 года имеет явно выраженный гиперболический вид, характерный для стадии экологического регресса. Данный вывод подтверждается анализом таксономического и экологического состава микроводорослей. В 2013 году было обнаружено всего 3 таксона синезеленых водорослей, при этом относительная численность водорослей рода *Microcystis* (Kütz.) Elenk. достигала 90%, что свидетельствует о нарушении природных связей в сообществах фитопланктона водоема. В последующие годы наблюдается сглаживание линий графиков, относительная численность доминирующего таксона составляла от 32,8% до 43,1%, что характерно для промежуточного положения между стадией экологического регресса и экологического напряжения.

Таким образом, изучение структурных перестроек сообществ микроводорослей показало, что они могут служить показателем устойчивости водоема. Графики линейных трансформаций позволяют выявить степень сходства структур сообществ, относящихся к различным пространственно-временным интервалам. При помощи метода таксономических пропорций представляется возможным оценить экологическое состояние водной экосистемы, а также зафиксировать переход от одной экологической модификации к другой.

Список литературы:

Валяльщиков А.А., Силкин К.Ю., Кульнев В.В. Анализ экологического состояния Матырского водохранилища по данным эколого-гидрохимического и спутникового мониторинга / Вестник Воронежского государственного университета. Сер. Геология. – Воронеж, 2014. – № 1. – С110-117.

Разумовский В.Л. Выявление долговременных геоэкологических изменений малых горных озер методами диатомового анализа (Западный и Центральный Кавказ): автореф. дис. на соиск. учен. степ. канд. геогр. наук: 25.00.36 - Москва, 2016 – 25с.

Экосистемы в критических состояниях. Под ред. Ю.Г.Пузаченко. М.: Наука, 1989. - 155 с.

О ПОЛЬЗЕ ДОЛГОВРЕМЕННЫХ МОНИТОРИНГОВЫХ НАБЛЮДЕНИЙ: НА ПРИМЕРЕ 125-ЛЕТНИХ НАБЛЮДЕНИЙ НАД КОЛОВРАТКАМИ ГЛУБОКОГО ОЗЕРА (МОСКОВСКАЯ ОБЛ.)

Е.А. Мнацаканова
МГУ им. М.В. Ломоносова,

РФ, 119234, Москва, Ленинские горы,
д. 1, стр. 12, Биологический факультет МГУ, Mnatsakan@yandex.ru

Анализ результатов экологического мониторинга и интерпретация полученных данных зачастую сильно затруднены из-за разнородности собранного материала и отсутствия единого плана в его сборе. Трудно найти достаточно длительные ряды наблюдений, которые бы годились для того, чтобы сделать выводы о происходящих процессах. Наоборот, те же наблюдения, которые простроены по единому унифицированному плану, часто охватывают относительно небольшие интервалы времени. Настоящая работа представляет собой пример анализа такого рода данных по пелагическим коловраткам – собранных разными исследователями, имеющими перед собой разные задачи и не объединенных между собой задачей экологического мониторинга, зачастую с двадцатилетними перерывами, но за длительный период – за 120 лет. Данные собраны на биологической станции «Глубокое озеро», одной из первых не только в России, но и в мире, созданной в 1891 г., одновременно со знаменитыми гидробиологическими станциями на Плёнском озере (Германия, 1890 г) и реке Иллинойс (США, 1894 г.).

Озеро Глубокое входит в список озер мира ЮНЕСКО, подлежащих охране как эталонный объект. Расположенное всего в 90 км от Москвы это небольшое лесное озеро длиной 1200 м и шириной 850 м с площадью водного зеркала 593 тыс. м^2, имеет максимальную глубину 32 м при средней глубине 9.3 м. Озеро находится на территории природного заказника вдали от дорог и поселений, и является уникальным как по длительности периода наблюдений за видовым составом зоопланктона, так и по отсутствию мощного антропогенного загрязнения, которому подвергается огромное количество водоемов экономически развитых зон России. Антропогенное вмешательство произошло однократно: в середине 60-х гг., были проведены мелиоративные работы по осушению питавших озеро болот, стоки с которых были отведены через систему осушительных канав, минуя озеро, в вытекающую из озера небольшую речку Малая Истра. Это привело к изменению цветности, прозрачности и ряда других гидрохимических показателей, зарастанию литорали высшей водной растительностью, что, по-видимому, вызвало перераспределение поступления биогенов в озеро (Садчиков, 1983, Бойкова, 1991). Произошли изменения и в видовом составе зоопланктона, как ракообразных (Коровчинский, 1997), так и коловраток (Matveeva, 1986, Мнацаканова, 2005). Первые сведения о видовом составе коловраток принадлежат С.А. Зернову и относятся к 1897 г. В 1905-1913 гг. на станции работал Н.В. Воронков – крупный специалист по систематике коловраток. В этот период внимание исследователей было сосредоточено целиком на выявлении систематической принадлежности обитающих в озере видов зоопланктона. Количественные данные, полученные М.А. Кастальской-Карзинкиной, начинаются только с 1932 г. Количественные данные, собранные по единому плану, принадлежат В.Ф. и Л.К. Матвеевым и датируются 1973-1984 гг. Наши данные начинаются с 2004 г. и получены с применением тех же методик сбора и обработки, что и у Матвеевых. Поэтому, чтобы использовать максимально длинный ряд данных, мы были вынуждены пользоваться только списком видов, обнаруженных в каждый из годов наблюдения. Продуктивным оказался подход с использованием индивидуальных индексов сапробности коловраток по системе сапробности индикаторных организмов Кольквитца-Марссона в модификации Сладечека

(Sládeček, 1983). За всё время наблюдений в пелагиали озера зарегистрировано 25 видов коловраток. На основе списка присутствия/отсутствия вида весь ряд данных был проанализирован с помощью метода статистического анализа – логистической регрессии. Для каждого года мы построили зависимость вероятности присутствия вида в водоеме от его видовой сапробности. В предыдущей работе (Мнацаканова, Полищук, 2007) нами было показано, что в течение 65 лет, предшествовавших мелиоративным работам, эта зависимость была положительной и статистически достоверной, т.е. преобладали виды-индикаторы эвтрофности. Напротив, сразу после проведения мелиоративных работ и в течение 45 последующих лет эта зависимость стала отрицательной, т.е. в водоеме стали преобладать виды-индикаторы олиготрофных вод. Долгое время, однако, эта зависимость оставалась недостоверной, и только после того, как нами в 2009 г. в озере был обнаружен один вид-индикатор олиготрофных условий, а в 2010 г. – другой вид, также индикатор олиготрофии, ранее никогда не обитавшие в нём, а ныне развивающиеся в массовом количестве, был получен первый статистически достоверный результат. Сделано предположение, что статистически достоверное направление этой зависимости, вначале положительное, а затем отрицательное, свидетельствует о том, что сообщество пелагических коловраток, по которому мы оцениваем процессы, происходящие в озере, находилось в устойчивом состоянии в период до проведения мелиоративных работ, после же мелиорации водоем перешел в новое устойчивое состояние. Анализ хода кривых полученных зависимостей позволяет сделать предположение о том, что для перехода из одного устойчивого состояния в другое системе понадобилось около 20 лет.

Список литературы:

Бойкова О.С. 1991. Влияние хищничества рыб на сообщество планктонных ракообразных озера Глубокого. – Бюллетень МОИП. Отд. биол. – т. 96, вып. 2, с. 43-53.

Коровчинский Н.М. 1997. Наблюдения за пелагическим рачковым зоопланктоном озера Глубокого в 1991 - 1993 годах. – В кн.: Труды Гидробиологической станции на Глубоком озере. – М., изд. «Аргус», т. 7, с. 9-22.

Мнацаканова Е.А. 2005. Изменения в сообществе коловраток озера Глубокого за 100-летнюю историю его изучения. – В кн.: Коловратки (таксономия, биология и экология). Тез. и мат. IV Международной конференции по коловраткам. – Борок, с. 233 – 244.

Мнацаканова Е. А., Полищук Л. В. 2007. Являются ли изменения в сообществе коловраток озера Глубокого надежным индикатором антропогенных воздействий? Анализ с использованием логистической регрессии. – В кн.: Биоиндикация в мониторинге пресноводных экосистем. – СПб., ЛЕМА, с. 255-261.

Садчиков А.П. 1983. Температурный режим. Прозрачность и распределение кислорода. – В кн.: Биоценозы мезотрофного озера Глубокого. – М., с. 181-188.

Matveeva L. K. 1986. Pelagic rotifers of Lake Glubokoe from 1897 to 1984. – Hydrobiologia, vol.141, p. 45-54.

Sládeček, V. 1983. Rotifers as indicators of water quality. – Hydrobiologia, vol.100, p. 169-201

РЕГИОНАЛЬНЫЙ ГИДРОЛОГИЧЕСКИЙ АНСАМБЛЕВЫЙ РЕАНАЛИЗ: СОЗДАНИЕ, ПРОВЕРКА, ЦЕННОСТЬ

Г.В. Айзель[1)]

[1)] Институт водных проблем РАН,
РФ, 119333, г. Москва, ул. Губкина, д. 3, ayzel@iwp.ru

В работе описан процесс создания, верификации, независимой проверки и наделения ценностью для локальных сообществ первого российского гидрологического ансамблевого реанализа суточного слоя стока рек Надым, Пур и Таз – GDRD (Gridded Daily Runoff Dataset).

В современных российских условиях практически полного отсутствия свободного доступа к данным гидрометеорологического мониторинга, создание актуальных, научно-обоснованных информационных продуктов является важной задачей для отечественной гидрологии. Открытые гидрологические данные не только обеспечивают основу для принятия решений, касающихся безопасного водопользования на региональном и местном уровнях, но и являются незаменимым инструментом построения доверительных отношений между научным сообществом и гражданами Российской Федерации.

Реанализ GDRD был создан на основе результатов ансамблевого гидрологического моделирования суточной динамики речного стока рек Надым, Пур и Таз за период с 1979 по 2014 год, и представляет собой сеточный (с разрешением 0.5 на 0.5 градусов) архив в формате netcdf, распространяющийся под свободной лицензией. GDRD создан на основе свободно распространяемого и бесплатного программного обеспечения. Скачивание архива доступно по ссылке: https://yadi.sk/d/6_R8vU2pteJN3.

ПРОБЛЕМЫ НОРМИРОВАНИЯ ПЕСТИЦИДОВ В ПОЧВЕ ДЛЯ ЦЕЛЕЙ ИХ МОНИТОРИНГА

В.С. Горбатов[1)], В.В. Тихонов[2)], А.А. Астайкина[3)]

[1)] Всероссийский научно-исследовательский институт фитопатологии,
РФ, 143050, Московская обл., п/о Б. Вяземы, ул. Институт, victor.gorbatov@mail.ru

[2)] ООО «Центр экопестицидных исследований»,
РФ, 119899, Москва, Ленинские горы, Научный парк МГУ, стр. 75а, tvv@penreg.ru

[3)] Факультет почвоведения МГУ имени М.В. Ломоносова,
РФ, 119991, Москва, Ленинские горы, стр. 12

Мониторинг пестицидов в почвах Российской Федерации осуществляет Федеральная служба по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды, по результатам которого ежегодно выпускается соответствующий сборник. Последний такой ежегодник вышел в позапрошлом году (Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации в 2014 году, 2015). Контроль содержания пестицидов в почвах обычно охватывает 30-40 регионов РФ, включает отбор 2-3 тысяч проб и анализ 20-30 действующих веществ пестицидов. В качестве норматива содержания пестицида в почве, позволяющего оценить степень ее загрязнения, служит гигиенический норматив - предельно допустимая концентрация (ПДК) действующего вещества пестицида в почве.

Действующее гигиеническое обоснование ПДК для химических загрязнителей почвы (в том числе пестицидов) базируется на четырех показателях вредности, определяемых экспериментально: транслокационном (переход в растения), миграционном водном, миграционном воздушном и общесанитарном (Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве, 1982). Первые три показателя характеризуют способность вещества переходить из почвы в растения и сопредельные среды (воду и воздух), а последний – оценивает влияние вещества на биологическую активность почвы и ее способность самоочищаться. ПДК вещества в почве – это наименьшая его концентрация в почве, не вызывающая превышение ПДК вещества в воде, воздухе и МДУ в растениях, а также не влияющая на почвенный микробиоценоз и способность почвы к самоочищению. Имеющийся опыт разработки ПДК пестицидов в почве (Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды, 2014) показал, что основными лимитирующими факторами при обосновании ПДК являются транслокационный и водно-миграционный.

Насколько же пригоден этот норматив для реальной оценки загрязнения почв пестицидами? Проведенная сравнительная оценка максимально рекомендуемых норм применения 213-ти действующих веществ пестицидов (Государственный каталог пестицидов…, 2016) и их ПДК/ОДК в почве показала, что примерно для трети пестицидов норма применения выше значений их гигиенических нормативов. По формальным показателям такие пестициды нельзя регистрировать и применять в России. Но и для

оставшихся двух третей пестицидов ситуация странная – значит можно их применять в дозах, превышающих рекомендуемые нормы применения?

Основная причина неадекватности действующего норматива содержания пестицидов в почве – методологическая, так как для обоснования ПДК пестицидов в почве применяется тот же подход, что и для остальных веществ-загрязнителей. Однако особенность пестицидов в том, что изначально известна или может быть точно спрогнозирована их исходная концентрация в почве, соответствующая их норме применения. Именно для максимальной нормы применения в процессе разработки и регистрации пестицидов оцениваются все риски загрязнения окружающей среды и негативного воздействия на нецелевые организмы. Как результат, в почве не может и не должно быть больше пестицида, чем его максимально рекомендуемая норма применения.

Оторванность от реальности действующих нормативов пестицидов в почве связана и с использованием в экспериментах по обоснованию ПДК так называемого модельного почвенного эталона (МПЭ). Это песок или песчаная почва с низкой сорбционной способностью, обусловленной отсутствием или невысоким содержанием гумуса и илистой фракции почвенных минералов. В Российской Федерации почвы с такими свойствами не так широко распространены и весьма ограничено используются для выращивания сельскохозяйственной продукции с применением пестицидов. Кроме того, примерно треть современных действующих веществ пестицидов (среди гербицидов – около 75%) являются слабыми или сильными кислотами. Сорбция таких веществ почвой и их доступность растениям зависят от pH, который в естественных почвах варьирует достаточно широко, но никак не учитывается при разработке ПДК ионогенных пестицидов в почве. Поэтому, по указанным выше причинам, миграционные и транслокационные опыты с использованием МПЭ часто искажают реальную картину транспорта пестицидов из почв в сопредельные среды и растения.

Исходя из вышеизложенного, рекомендуется внести изменения в подходы нормирования пестицидов в почве и использовать при расчете ПДК и последующем мониторинге максимально рекомендуемые нормы применения пестицидов, которые обеспечивают, с одной стороны, эффективность защиты растений, а с другой - обоснованные минимальные риски для окружающей среды и человека.

Список литературы:

Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды. 2014. - М., Федеральный центр гигиены и эпидемиологии Роспотребнадзора, 131 с.

Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2016. – М., Минсельхоз России, 980 с.

Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации в 2014 году. 2015. – Обнинск, ФГБНУ «Тайфун», 74 с.

Методические рекомендации по гигиеническому обоснованию ПДК химических веществ в почве. Издание второе. № 2609-82. - 1982. М., Утверждено заместителем государственного санитарного врача СССР В.Е. Ковшило 5 августа 1982 г., 24 с.

СОВРЕМЕННАЯ НАУЧНАЯ, ЗАКОНОДАТЕЛЬНАЯ И НОРМАТИВНО-МЕТОДИЧЕСКАЯ БАЗА В ОБЛАСТИ ОГРАНИЧЕНИЯ ЗАГРЯЗНЕНИЯ АТМОСФЕРНОГО ВОЗДУХА В РФ

М.С. Беспалов, В.А. Ветров

Институт глобального климата и экологии,

РФ, 107258, г. Москва, ул. Глебовская, д. 20Б, ivanov@glasnet.ru

Требование Федеральных законов (Закон РФ № 7-ФЗ, Закон РФ № 96-ФЗ) осуществлять хозяйственную и иную деятельность на основе сохранения естественных экологических систем, природных ландшафтов и природных комплексов дает основание для поиска пределов («природоохранных нормативов») антропогенного воздействия на абиотические и биологические компоненты природной среды. При этом открытым остается вопрос о критериях допустимого воздействия, т.е. количественном выражении порога воздействия (например, загрязнения), превышение которого, как ожидается, приводит к неприемлемому нарушению устойчивости функционирования природного комплекса, т.е. к ухудшению качества природной среды.

Для охраны атмосферного воздуха в настоящее время используется «антропоцентрический» подход и при этом основное внимание уделяется кратковременным воздействиям на человека сравнительно больших концентраций загрязняющих веществ в течение 20 минут. Для реализации такого подхода были разработаны соответствующие гигиенические нормативы в виде двадцатиминутных и среднесуточных концентраций (Закон РФ № 52-ФЗ; ГН 2.1).

На основе общих принципов нормирования антропогенных выбросов (Берлянд, 1985) был создан документ, содержащий методику расчета двадцатиминутных концентраций химических веществ в атмосферном воздухе (ОНД-86). Соответственно, и основная сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха нацелена на контроль кратковременных концентраций химических веществ в атмосферном воздухе городов (РД 52). В то же время для оценки воздействия атмосферных загрязнений на природную среду более эффективным показателем служит интегральное (по времени) воздействие - дозовая нагрузка. В настоящее время опубликована методика расчета среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в атмосфере (Методические указания), однако этот документ пока не имеет статуса нормативного.

В настоящее время проблема экологического нормирования не только далека от решения, но даже не имеет общепризнанной концепции, содержащей основные подходы и пути решения проблемы равновесия между человеческим обществом и биосферой. Наиболее разработанные и применяющиеся на практике подходы к ограничению загрязнения природных сред опираются либо на критерии качества окружающей среды для человека («антропоцентрический» подход), либо на критерии вредности загрязнения для избранных сообществ растений или животных (например, рыбохозяйственный, «ихтиоцентрический» подход) (Ветров, Казаков. 2010).

Назревшая необходимость расширения исследований в области экологического нормирования подтверждается рядом директивных документов, относящихся к

государственной политике в области охраны окружающей среды в России. В апреле 2012 г. Президентом РФ были утверждены «Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года». Разработка «Основ» была обусловлена необходимостью обеспечения экологической безопасности при модернизации экономики и в процессе инновационного развития.

Основная цель нормирования в вопросах охраны атмосферного воздуха (АВ) заключается в установлении показателей качества АВ, при которых не наблюдается необратимого вредного воздействия АВ на человека и окружающую среду. Под нормированием загрязнения АВ понимается установление пороговых значений концентраций загрязняющих веществ (ЗВ) в АВ, при превышении которых возможны недопустимые последствия для человека и окружающей среды (Закон РФ № 96-ФЗ, Закон РФ № 96-ФЗ). Таким образом, научной основой для решения задачи нормирования загрязнения АВ должны быть результаты исследования влияния вредного воздействия загрязнения не только на человека, но и на флору и фауну окружающей (природной) среды.

Практически единственным примером экологического норматива качества АВ для ограничения воздействия загрязнения атмосферы на лесные экосистемы в РФ служат ПДК-АЛ, установленные для древесных пород (Нормативы качества). В связи с этим стоит отметить, что оценки воздействия любого вида антропогенной деятельности на растительный покров затруднены тем, что отсутствуют какие-либо определенные количественные нормы состояния растительности. Сравнение санитарно-гигиенических $ПДК_{СГ}$ с ПДК-АЛ хорошо иллюстрирует тезис о том, что человек не самый чувствительный из биологических видов, а принцип «Защищен человек - защищены и экосистемы», вообще говоря, неверен - по крайней мере, в отношении воздействия приоритетных промышленных газов на древесные породы.

Следует признать, что в природоохранной деятельности в РФ отсутствуют законодательно установленные экологические нормативы, т.е. пределы допустимого воздействия на компоненты эко/геосистем. Эти пределы должны служить критериями при оценке состояния окружающей среды при осуществлении всех видов мониторинга качества окружающей среды. Экологическое нормирование остается актуальной и практически не разрабатываемой проблемой природоохранной деятельности - как в целом для любых видов воздействия, так и в отношении нормирования загрязнения АВ.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

Берлянд М.Е. Прогноз и регулирование загрязнения атмосферы - Л.: Гидрометиздат, 1985.

Ветров В.А., Казаков С.В. Природопользование и ядерная энергетика в России // М.: Атомэнергоиздат, 2010, 415 с.

ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест», Москва, 2003.

Закон РФ «О санитарно-эпидемиологическом благополучии населения» № 52-ФЗ от 30 марта 1999 г. (принят Государственной Думой 12 марта 1999 г.).

Закон РФ «Об охране атмосферного воздуха» № 96-ФЗ от 4 мая 1999 г. (принят Государственной Думой 2 апреля 1999 г.).

Закон РФ «Об охране окружающей среды» № 7-ФЗ от 10 января 2002 г. (принят Государственной Думой 20 декабря 2001 г.).

Методика расчета осредненных за длительный период концентраций, выбрасываемых в атмосферу вредных веществ (Доп. к ОНД-86) - ГГО им А.И.Воейкова, С-Пб, 2002 г.

Методические указания по расчету осредненных за длительный период концентраций выбрасываемых в атмосферу вредных веществ – С.-П.: ГГО им А.И. Воейкова, 2005.

Нормативы качества окружающей природной среды. Предельно допустимые концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе зон произрастания лесообразующих древесных пород - Утв. Рослесхозом, Минприроды РФ 10 мая 1995 г.

ОНД-86 Методика расчета концентраций в атмосферном воздухе вредных веществ, содержащихся в выбросах предприятий - Госкомгидромет, 1987.

Основы государственной политики в области экологического развития Российской Федерации на период до 2030 года. Утверждены Президентом Российской Федерации 28 апреля 2012 г. № Пр-1102.

РД 52.04.186.89 Руководство по контролю загрязнения атмосферы – М, 1991.

ЭКОЛОГО-БИОГЕОХИТМИЧЕСКИЕ МОНИТОРИНГОВЫЕ ИССЛЕДОВАНИЯ СОСТОЯНИЯ ЛАНДШАФТОВ И СОПРЕДЕЛЬНЫХ СРЕД

М.А. Хрусталева
Московский государственный университет имени М. В. Ломоносова

РФ.11991 Москва Ленинские горы, дом 1.
mrnhr@rambler.ru

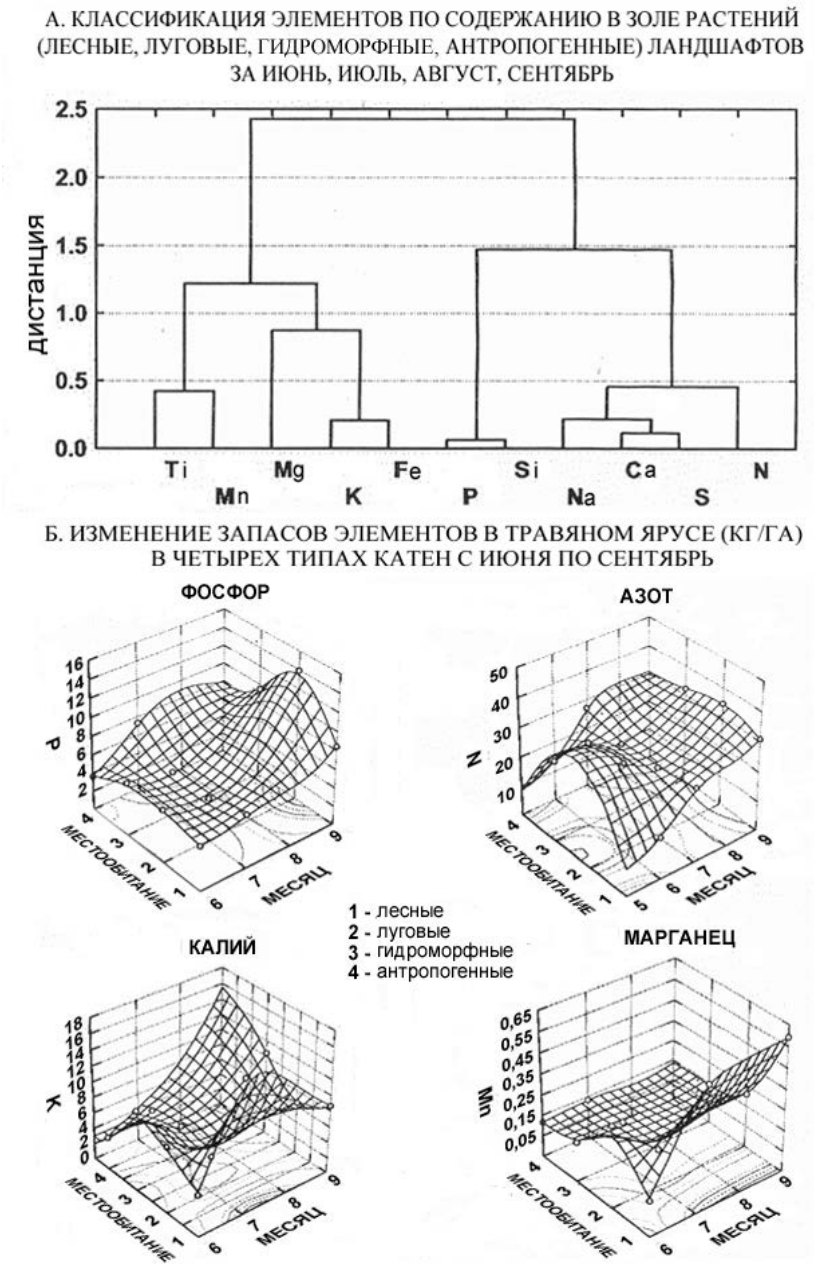
Президент страны В. В. Путин подписал Указ № 7 от 05.01. 2017 г., в котором 2017 год объявлен Годом э*кологии*.

Изучение эколого-биогеохимических особенностей ландшафтов весьма актуально в XXI веке в связи с активным развитием научно-технического прогресса. Мониторинговые комплексные исследования проводились ландшафтно-геохимическим методом в Истринско-Звенигородском районе, расположенном в пределах Смоленско-Московской возвышенности с хвойно-широколиственными лесами на дерново-подзолистых почвах. На развитие биогеохимии как приоритетной науки оказало учение В. И. Вернадского (150-летие со дня рождения которого отмечало все прогрессивное человечество 22 января 2013 г.) о составе живого вещества, его роли в миграции, трансформации, аккумуляции химических элементов в биосфере, которое он изложил в книге «Проблемы биогеохимии» (Вернадский, 1934). Здесь соединено учение о биосфере и геологической деятельности живых веществ в совокупности животных и растительных организмов, являющихся важным геологическим фактором планеты Земля. Биогеохимия, аналогично геохимии, «может изучаться в трех аспектах: во-первых, с биологической стороны её значения среды жизни, во-вторых, с геологической стороны - ее значения для познания явлений жизни, т. е. прежде всего биосферы, и в третьих, в связи с ее прикладным значением, которое может быть научно сведено к биогеохимической роли человечества» (2, с. 8). (Хрусталева, 2013).

Теория биосферы — актуальная естественно-научная предпосылка для создания основ экологии человека. В. И. Вернадский: создатель теории экологии человека (Хрусталева, 2013). Теория развития биосферы является стратегией и тактикой науки по проблемам экологии человека в различных аспектах. Исследования велись с отбором и последующим химическим анализом растений в шести видах ландшафтов: лесных, луговых, гидроморфных, антропогенных, трансаквальных и аквальных. Максимальная (50,4 ц га$^{-1}$) биопродуктивность выявлена в антропогенных ландшафтах с минимальной зольностью укосов. Важную роль в биологическом круговороте играют продукционные (созидание) и деструкционные (разложение) процессы. Запасы элементов по сезонам в укосах луговых ландшафтов колебались от 27,07 у азота до 33,4 кг\га — у кремния (Хрусталева, 2015). Зольность луговых растений в 3-4 раза превышала таковую в злаках антропогенных ландшафтов. Различия в зольности укосов пшеницы и ячменя составляли 1,0-1,5, а пшеницы и ржи — 1,6-1,9 раза. Минимальная зольность выявлена в укосах фитомассы зерновых культур. Зольность травостоев лесных ландшафтов варьировала в пределах от 8,4 до 14,4, а опада от 5,2 до 11,1%. (Хрусталева, 2014).

Следует отметить важную роль в жизни растений, таких биоэлементов, как: N, P, K, S, Mn, Ca, Si. N и P много содержат укосы.

На основании многочисленных данных золы укосов была проведена классификация элементов методом многомерного (кластерного-А, где 11 элементов объединены в 5 блоков и факторного-Б- с отражением миграции и аккумуляции элементов по месяцам вегетационного периода) анализа с применением метода J. As. Warda с коэффициентом взаимного сопряжения Пирсона (рис.).



Итак, в результате исследований выявлены пути миграции и аккумуляции элементов с выявлением источников загрязнения.

Список литературы

Вернадский В. И. Проблемы биогеохимии. I-II. Значение биогеохимии для познания биосферы. — Л.: Изд-во АН СССР, 1934. — Вып. 1. 47 с.

Хрусталева М. А. В. И. Вернадский: создатель теории экологии человека / Сборник докладов Междунар. научной конференции.. — Москва, 22 января 2013 г.) — М.: АКСИ-М, 2013, с. 240-246.

Хрусталева М. А. Экобиогеохимия ландшафтов.

LAP LAMBERT Academic Publishing Saarbrucken, Deutschland / Германия, 2015, 352 p. ISBN: 978-3-659-75441-8.

Ward J, As. Hierarchical grouping to optimization and objective function / Amer. Statistical Association, 1963. № 58, p. 236-24

ИНДЕКС НАРУШЕННОСТИ ПЕЩЕР: НОВЫЙ ПОДХОД К ОЦЕНКЕ СОСТОЯНИЯ ПОДЗЕМНОЙ СРЕДЫ

Е.В. Трофимова

Институт географии РАН, РФ, 119017 Москва, Старомонетный пер., д. 29,

e.trofimova1@gmail.com

В конце XX - начале XXI веков на территории России обнаружено и описано более 5 тысяч пещер, в которых, как показали многочисленные исследования (Лавров, 2003, Трофимова, 2009, и др.), происходит значительная деградация подземной среды под влиянием возрастающей с каждым годом антропогенной нагрузки. Пещеры активно посещаются местными жителями, особенно школьниками, туристами, а также спортсменами-спелеологами.

В представляемой работе впервые, опираясь на многолетние экспедиционные исследования, предлагается оценивать изменения состояния подземной среды используя показатель Индекса Нарушенности Пещер (ИНП). ИНП характеризует изменения в состоянии следующих основных природных компонентов: рельефе, водных объектах, атмосфере, растительном покрове и животном мире, а также рассматривая культурный аспект использования пещер человеком.

Рельеф. Эта категория отражает изменения в состоянии рельефа пещер и включает следующие показатели: 1. изменения размеров подземной полости: а) создание искусственного входа в пещеру; б) переоборудование естественного входа; в) проведение горнопроходческих работ с целью расширения размеров подземной полости либо создания дополнительных входов в подземную полость через искусственные туннели. 2. деформации отложений пещер. 3. наличие искусственных сооружений: лестниц, обзорных площадок, систем освещения, туристических дорожек, и т.д.

Водные объекты. Эту категорию характеризуют изменения в состоянии водных объектов, которыми являются: 1. загрязнения пещерных водотоков, озер, а также инфильтрационных вод: а) химическими загрязнителями (кислотами, щелочами, солями, нефтепродуктами, тяжелыми металлами, фенолами); б) биологическими загрязнителями (патогенными бактериями, вирусами); в) физическими загрязнителями (радиоактивными элементами, взвешенными твердыми частицами). 2. присутствие под землей гидротехнических сооружений: дамб, небольших гидроэлектростанций, подводящих (отводящих) воду каналов.

Воздух. Нарушения состояния воздуха пещеры обнаруживается по двум основным показателям: 1. наличию ярко выраженного запаха гниения или испарения нефтепродуктов; 2. по резкому росту содержания углекислого газа в воздухе подземной полости, отмечающемуся после посещений ее большими туристическими группами.

Растительный покров и животный мир. В эту категорию вошли: 1. нарушения естественного биологического равновесия в пещерах, включающие: а) развитие фототрофов (зеленых водорослей, цианобактерий, протонемы мхов и заростков папоротников); б) появление плесневых грибов – представителей родов *Trichoderma, Alternaria, Stachybotris, Aspergillus*; 2. нарушения состава пещерной фауны: изменения количества (уменьшение либо полное исчезновение) колоний рукокрылых и/ или троглобионтов.

Культурный аспект. Эта категория выделяется по следующим показателям: 1. наличие пищевых отходов, продуктовой тары, стекла от разбитых бутылок, использованного спортивного снаряжения, батареек и т.д.; 2. присутствие надписей

краской на стенах и потолках пещер, а также современных граффити; 3. наличие необорудованных пещерных туалетов.

Показатели нарушений состояния подземной среды предлагается оценивать по системе баллов: 1 балл – слабая, 2 – средней интенсивности, 3 – значительная. Все баллы по каждому показателю суммируются. Общий индекс нарушенности пещер до 10 баллов отражает слабую нарушенность пещерной среды, от 11 до 25 баллов – средней интенсивности, 26 – 50 – значительную, более 50 – очень значительную: существование подземной полости находится под угрозой.

Практическое применение нового подхода к оценке изменений состояния подземной среды – с использованием индекса нарушенности пещер, а также возможности его картографирования были рассмотрены на примере подземных систем природного парка «Мурадымовское ущелье», расположенного на Южном Урале в 300 км на юго-восток от г. Уфа. Здесь обнаружено и описано более 40 пещер, местоположение 29 наиболее посещаемых подземных полостей показано на рис. 1, на котором особенности геологического строения рассматриваемой территории показаны с учетом работ В.С., Кузнецова, Р.К. Шакурова (1988).

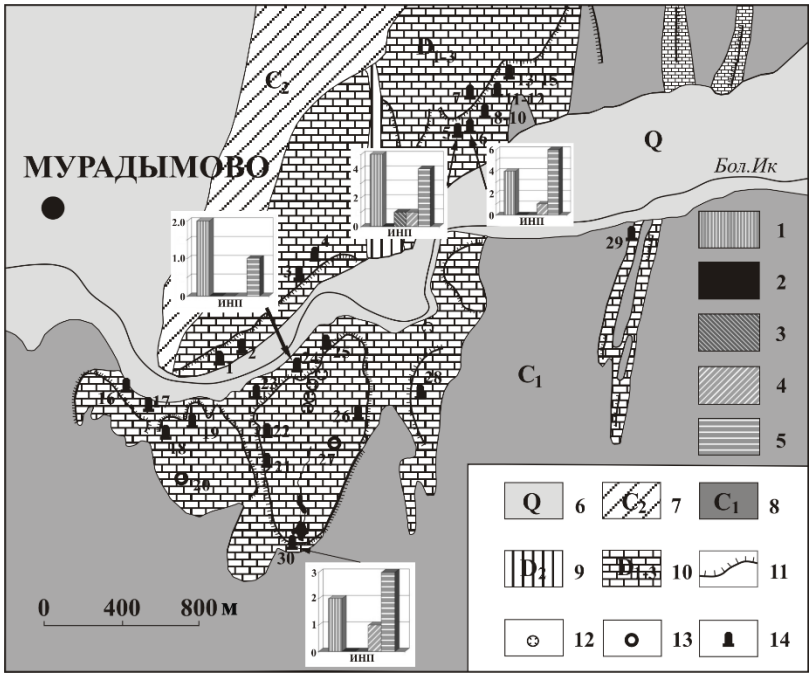


Рис. 1 Пещеры природного парка «Мурадымовское ущелье» и их ИНП: Диаграмма: баллы характеристик изменений состояния подземной среды: 1 – рельеф, 2 – водные объекты, 3 – воздух, 4 – растительные покров и животный мир, 5 – культурный аспект.

Так как посещение пещер «Мурадымовского ущелья» возможно без специальной спортивной подготовки, то подземные полости исследуемого региона подвержены значительной антропогенной нагрузке. К примеру, число посетителей Новомурадымовской в летний период превышает в сутки 200 человек. Поэтому подземные системы природного парка характеризуются значительным нарушением естественного состояния. И в первую очередь это касается культурного аспекта их использования человеком. Мусор отмечается практически во всех пещерах: пищевые отходы, пластиковые и стеклянные бутылки,

отработанные батарейки и т.д. А пещера Старомурадымовская /5, здесь и далее номер пещеры на рис. 1/ из-за многочисленных посещений ее с самодельными факелами получила другое название – Копченая: в ней рядом с наскальными рисунками, датируемыми предположительно ранним палеолитом, можно обнаружить мощные слои сажи. Нарушения в состоянии рельефа, воздуха, растительного покрова и животного мира выявлены в следующих четырех подземных полостях: Старомурадымовской /5/, Голубином гроте /6/, Ледовой /24/ и Новомурадымовской /30/.

В настоящее время две пещеры (Ледовая и Новомурадымовская) характеризуются слабой нарушенностью подземной среды, а две пещеры (Старомурадымовская и Голубиный грот) – нарушенностью средней интенсивности. В целом, уже сейчас пещеры природного парка «Мурадымовское ущелье» нуждаются в разработке системы мер по сохранению их природного разнообразия.

Список литературы:

Лавров И.А. 2003. Использование и охрана подземных пространств Урала и Приуралья. – В кн.: Кунгурская ледяная пещера. 300 лет научной и туристической деятельности. – Кунгур, Звезда, с. 250-256.

Кузнецов В.С., Шакуров Р.К. 1988. Карст и тектоника Мурадымовского геологического полигона (Южный Урал). – В кн.: Вопросы геологии и геоморфологии Южного Урала и Приуралья. - Уфа: Башкирский научный центр Уральского отделения АН СССР, 1988, с. 76-85.

Трофимова Е.В. 2009. Пещеры Иркутского амфитеатра: проблемы использования и сохранения. - Геоэкология. Инженерная геология. Гидрогеология. Геокриология, N 6, с. 507-514.

ГЕОЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ СОСТОЯНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В ЗОНЕ ТЕХНОГЕННОЙ ГЕОХИМИЧЕСКОЙ АНОМАЛИИ

Е.П. Бессолицына
Институт географии им. В.Б. Сочавы Сибирского отделения РАН, Иркутск, Уланбаторская, 1, bessjl@irigs.irk.ru

Методологическая и целевая ориентация мониторинга, необходимого для сохранения социально-экологических функций ландшафта и совершенствования стратегии охраны эталонных природных комплексов и уникальных экосистем, путем регламентации антропогенных нагрузок, должна быть связана с регистрацией и прогнозом изменений объектов живой природы естественных и нарушенных геосистем наряду с абиотическими компонентами.

Основным фактором техногенного воздействия на геосистемы Южно-Минусинской котловины является атмосферный перенос продуктов техногенеза промышленных предприятий – Саяногорского и Хакасского алюминиевых заводов. Несмотря на прогрессивные технологии и внедряемые новые системы газоочистки, природные ландшафты на значительной территории оказываются под техногенным прессом.

Алюминиевое производство, как известно, сопровождается выбросами в твердой и газообразной формах значительных количеств фтористых и сернистых соединений, оксида углерода, бенз(а)пирена и ряда других веществ, поступающих в различные компоненты геосистем. Характерными поллютантами выступают также никель, ванадий, цинк и медь (Бессолицына и др., 1995). В составе техногенного вещества вблизи завода присутствуют также натрий, кальций, магний, кремний, калий, железо, цинк и некоторые другие элементы (Давыдова, 2008). Из числа загрязняющих веществ наиболее токсичным является фтор, интенсивное накопление которого наблюдается в подстилке, почве, различных органах растений и тканях животных.

Действие предприятий привело к изменению физических и химических характеристик почвы, гидротермического режима, а, следовательно – трансформации растительных сообществ и среды обитания животных. Одним из интегральных показателей загрязнения почв является ее токсичность, т.е. способность отрицательно влиять на структурно-функциональное состояние биоты, включая растительность, микроорганизмы и почвенную фауну. Многие хорошо растворимые соединения опасны для человека, что, в конечном счете, приводит к ухудшению качества жизни и росту заболеваемости.

Многолетние наблюдения в зоне воздействия предприятий показали, что техногенное вещество при данном уровне накопления и проникновения его в почву не является высоко токсичным для живых организмов. Основные черты, свойственные сообществам почвенных беспозвоночных степных и лесных геосистем южно-сибирского типа, в зоне умеренного влияния пока сохраняются. Коренная перестройка структуры зооценозов в настоящее время локализована в непосредственной близости от источников эмиссий – в 1.5-5 километровой зоне. Общее количество беспозвоночных статистически достоверно увеличивается по мере удаления от источников контаминации и уменьшения содержания основных ингредиентов выбросов в слое 0-10 см. Особенно заметно возрастает численность обитателей подстилки и травянистого покрова – прямокрылых, паукообразных,

жесткокрылых. Наибольшее количество и видовое разнообразие отмечены на пробных площадях на расстоянии 17-20 км. Ингибирование сообществ педобионтов ведет к снижению видового разнообразия и редукции биотического комплекса в целом, что в последствии отрицательно сказывается на биологической активности и устойчивости почвенных экосистем.

Оценка техногенного воздействия на природные ландшафты предполагает решение ряда методологических вопросов, связанных с оптимизацией системы мониторинга и, прежде всего, выделением регионов и экологических зон, где такие наблюдения необходимы и наиболее эффективны, а также – обоснованием объектов мониторинга, данные которого должны стать основой для реализации природоохранных мероприятий и взаимоотношений природопользователей с органами управления. Наиболее важными объектами регионального комплексного экологического мониторинга должны быть: промышленно-урбанизированные территории; земли сельскохозяйственного назначения – интенсивного земледельческого использования (обрабатываемые поля, дачные участки и пр.), пастбищно-луговые и лесохозяйственные земли, а также природоохранные территории и водные объекты. Решение одной из основных методологических задач – вычленение минимальной совокупности территорий, наиболее полно отражающих региональное многообразие ландшафтной структуры, может осуществляться на основе ландшафтно-экологических карт.

Выделение наиболее информативных характеристик состояния геосистем, ответственных за самые важные звенья биогеохимического круговорота, также представляет одну из концепций оптимизации системы мониторинга. Педобионты, благодаря тесной связи с почвой и наличию ответной реакции на изменения параметров среды, представляют перспективный тест-объект, позволяющий на разных стадиях антропогенной трансформации обнаружить отклонения в функционировании почвенного блока и природного комплекса в целом. В качестве основных критериев степени трансформации природных комплексов и оценки их состояния могут быть использованы: 1 – изменение видового состава и структуры сообществ путем сравнения таксономического разнообразия природных и нарушенных аналогов или по градиенту воздействия; 2 – изменение продуктивности сообществ под воздействием техногенного фактора; 3 – соотношение жизненных форм доминантов и функционально-трофических групп беспозвоночных.

Как показали многолетние исследования в зонах влияния Назаровской ТЭС и Саяногорского алюминиевого завода (Бессолицына, 2001), реакция педобионтов неоднозначна на разные типы техногенных эмиссий. Выделяется две основные группы химических веществ, на которые почвенные беспозвоночные реагируют по-разному: токсические, угнетающие живые организмы и вещества, до определенного уровня контаминации, положительно влияющие на отдельные группы и виды животных.

Сообщества почвенных беспозвоночных являются носителями эколого-географической информации о процессах, протекающих в почвах, чувствительны к изменению эдафических условий под воздействием антропогенных факторов и могут использоваться в качестве индикаторов для оценки состояния геосистем и экологического контроля. Наличие корреляционных и причинно-следственных связей между геохимическими условиями и характеристиками биотических компонентов геосистем дают основание для включения почвенной биоты в систему режимного геоэкологического мониторинга. По сравнению с геофизическими и геохимическими методами оценка

степени изменений биотических сообществ в условиях антропогенного воздействия для определения качества и жизненности экосистем может оказаться более информативной и технически менее сложной.

Список литературы:

Бессолицына Е.П. Ландшафтно-экологическая оценка изменения геосистем под воздействием антропогенных факторов. – География и природные ресурсы. – 2001. – N 4. – С. 11-17.

Бессолицына Е.П., Зайченко О.А., Любцева Е.М., Семенова Л.Н. Ландшафтно-экологический подход к прогнозированию состояния окружающей среды в зоне техногенного воздействия. – Цветная металлургия. – 1995. – N 6. – С. 24-27.

Давыдова Н.Д. Техногенные потоки и дифференциация веществ в геосистемах. – В кн.: Географические исследования Сибири. Т. 2. Ландшафтообразующие процессы. – Новосибирск: Академическое изд-во «Гео», 2008. – С. 261-276.

ОРГАНИЗАЦИЯ СЕТИ ДИСТАНЦИОННОГО МОНИТОРИНГА РАЗЛИВОВ НЕФТИ И НЕФТЕПРОДУКТОВ НА АКВАТОРИЯХ САНКТ-ПЕТЕРБУРГА – ПРИНЦИПЫ И ТЕХНИЧЕСКИЕ СРЕДСТВА

В.В. Дроздов[1)], В.Ю. Эйсмонт[2)]

[1)] ФГУП «Крыловский государственный научный центр»
РФ, 196158, Санкт-Петербург, Московское шоссе, д. 44, vladidrozdov@yandex.ru
[2)] ООО «Эко-Экспресс-Сервис»,
РФ, 195112 Санкт-Петербург, Заневский пр., д. 32, к. 3, eysmontv@yandex.ru

В настоящее время разливы нефти и нефтепродуктов принадлежат к числу важных региональных экологических проблем, способных также иметь опасные трансграничные последствия в результате аварий на крупнотоннажных танкерных судах и нефтепроводах, нештатных ситуаций при разработке нефтяных месторождений, в том числе на морском шельфе и при других хозяйственных процессах [Дроздов и др., 2014].

Для своевременного обнаружения разливов нефти и нефтепродуктов используются различные методики и технические средства в зависимости от характера решаемых задач, региональных особенностей при организации систем дистанционного экологического мониторинга [Голубев, 2002].

В качестве объекта для исследования был выбран г. Санкт-Петербург. Данный выбор обуславливается своей территориальной доступностью, практическим интересом, который связывается с эколого-географическим положением города, наличием большого количества транспортных связей, наличием активно развивающейся дистанционной автоматизированной системы мониторинга и реагирования на разливы нефти и нефтепродуктов [Голубев, 2002], а также тем, что Санкт-Петербург является крупным промышленным центром и транспортным узлом не только Северо-Западного региона, но и всей России.

Цель работы – разработка предложений по составу приборно-аналитической базы, оценка возможностей оперативного развертывания и пространственному расположению комплексной системы мониторинга разливов нефтепродуктов на акваториях Санкт-Петербурга.

В рамках поставленной цели решались следующие задачи:

– рассмотрение и анализ основных региональных особенностей загрязнения водных объектов нефтью и нефтепродуктами на акваториях Санкт-Петербурга;

– обобщение материалов по современным методам и оборудованию для обнаружения, локализации и сбора нефти и НП на различных акваториях;

– обоснование структуры и состава системы мониторинга разливов нефтепродуктов на акваториях водоемов и водотоков;

– разработка предложений по созданию комплексной системы мониторинга разливов нефтепродуктов на основе современных информационных и производственно-технических решений.

Проанализированы гидрологические особенности Невы и восточной части Финского залива, включая закономерности сезонной и многолетней динамики речного стока и уровня моря, а также направленности основных течений в зависимости от синоптической обстановки. Проанализированы статистические данные о динамике количества судов класса «река-море», в том числе танкерных, проходящих через акватории Санкт-Петербурга и данные об их аварийности в черте города. Оценена устойчивость ряда акваторий к загрязнению. Показано, что ряд водных экосистем испытывает значительную антропогенную нагрузку и находится в состоянии стресса [Охрана окружающей среды…, 2014].

Выполненный обзор методик и приборно-аналитического оборудования показал, что на сегодняшний момент комплексы лазерного оптического обнаружения разливов нефти и нефтепродуктов получили широкое распространение как в нашей стране, так и за рубежом, демонстрируя свою практическую эффективность. [Голубев, 2002]

Анализ существующей в Санкт-Петербурге системы мониторинга разливов нефти и нефтепродуктов, применительно к ее структуре, организации и функционированию показал достаточную результативность в настоящее время. Однако с учетом перспектив дальнейшего развития портов и транспортного судоходства в регионе целесообразна ее поэтапная модернизация на основе более широкого внедрения комплектов оборудовании в составе лазерного оптического анализатора (лидара), который способен дистанционно и с достаточно высокой точностью определить присутствие на поверхности воды нефти и нефтепродуктов, а также видеокамер с возможностью оперативной передачи информации.

Обоснованы предложения по дополнительному размещению стационарных лидарных мониторинговых комплексов в рукавах дельты Невы и непосредственно в устьевой зоне вблизи портовых сооружений, а также в других акваториях Невской губы. Поэтапное введение данных дополнений системы, а также анализ эффективности каждого этапа, будут способствовать обеспечению экологической безопасности Санкт-Петербурга.

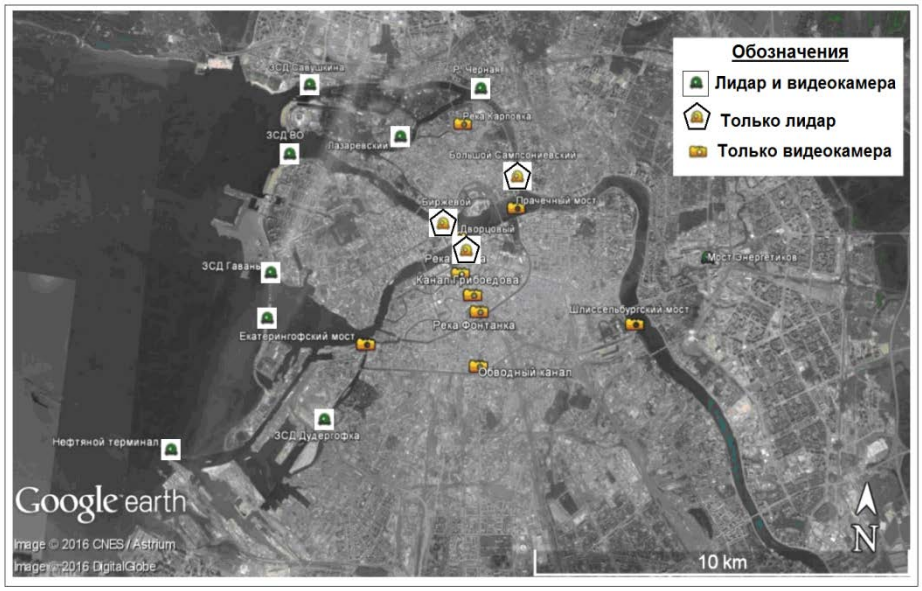


Рис. 1 – Схема предлагаемых элементов дополнения системы мониторинга разливов нефти и нефтепродуктов на акваториях Санкт-Петербурга

Список литературы:

Дроздов В.В., Смирнов Н.П., Митько В.Б., Куприна Е.У., Косенко А.В. Перспективы развития добычи углеводородных ресурсов на шельфе Баренцева и Карского морей – возникающие экологические проблемы и пути их решения // Ученые записки РГГМУ. – № 36. – С.: Изд. РГГМУ, 2014. – С. 94 – 111.

Голубев Д.А. Геоэкологические основы построения системы оперативного обнаружения аварийных нефтеразливов в водной среде Санкт-Петербурга: дис. ... канд. геогр. наук. – С., 2002. – 125 с.;

Охрана окружающей среды, природопользование и обеспечение экологической безопасности в Санкт-Петербурге в 2014 году: аналитический обзор / Комитет по природопользованию, охране окружающей среды и обеспечению экологической безопасности; [под ред. И. А. Серебрицкого]. – С.: Сезам-принт, 2015. – 401 с.

НАУЧНО-ОБОСНОВАННЫЙ ЭКОЛОГИЧЕСКИЙ МОНИТОРИНГ ВОДНЫХ ОБЪЕКТОВ, КАК ОСНОВА ЭФФЕКТИВНОГО УПРАВЛЕНИЯ

Е.В. Вениципнов, Н.В. Кирпичникова
Институт водных проблем РАН
eugeny.venitsianov@gmail.com
119333 Москва, ул. Губкина

Классическое определение экологического мониторинга было дано Ю.А. Израэлем: мониторинг – «информационная система наблюдений, оценки и прогноза изменений в состоянии окружающей среды, созданная с целью выделения антропогенной составляющей этих изменений на фоне природных процессов» (Израэль, 1984).

В 2011 г. принята федеральная целевая программа «Развитие водохозяйственного комплекса Российской Федерации в 2012 – 2020 годах». В перечне мероприятий Программы предусмотрено:

- развитие и модернизация государственной системы мониторинга водных объектов;
- сокращение негативного антропогенного воздействия и экологическая реабилитация водных объектов.

Мониторинг поверхностных вод по бассейновому принципу ведется на трех уровнях:

- государственная наблюдательная сеть Росгидромета;
- территориальная наблюдательная сеть;
- локальная наблюдательная сеть.

Анализ разных уровней системы мониторинга выявил ряд принципиальных недостатков, основные из которых: недостаточное количества створов наблюдений и несогласованность наблюдений, отсутствие единой системы сбора и анализа информации, несопоставимая дискретность отбора проб, отсутствие данных в экстремальные гидрологические сезоны (половодье и паводки) (Вениципнов, 2016).

Переориентирование российской экономики на рыночные отношения обусловило резкое перераспределение в составляющих антропогенной нагрузки на водосборах: по статистической отчетности уменьшился сброс контролируемых сточных вод в водные объекты, но качество воды по многим показателям практически не улучшилось. Это обусловлено как ослаблением технологических решений и контроля эффективности очистки сточных вод, так и мощным воздействием класса неконтролируемых источников загрязнения (Кирпичникова, 2015).

Управление такой сложной природо-хозяйственной системой, как водное хозяйство, в настоящее время требует изменения концепции мониторинга. Необходимо повысить объем и достоверность информации об управляемой системе, в том числе об основных источниках загрязнения и других антропогенных воздействиях. Что касается водных объектов, требуются большие объемы информации гидрологического, гидрохимического и гидробиологического характера, а также данные о водопользовании на управляемом водном объекте. Получение и обработка такой информации требует привлечения современных научных методов разных направлений (Баренбойм, 2008). Значительная часть такой информации генерируется путем инструментального наблюдения за водными объектами, за природными и антропогенными факторами воздействия на них. Последующая обработка данных должна обеспечить разработку вариантов управляющих решений, которые должны учитывать как природные, так и социально-экономические факторы. В целом, подготовка таких решений является наукоемким направлением. В настоящее время вышла из печати монография «Научные основы создания систем мониторинга качества природных поверхностных вод» с изложением современных подходов к решению этой проблемы (Научные основы, 2016).

Конечным звеном мониторинга водных объектов является разработка научно-обоснованного прогноза экологического состояния конкретного водного объекта при данных или меняющихся антропогенных нагрузках. Он необходимо включает следующие блоки (Веницианов, 2015): гидрологический, гидрохимический, гидробиологический, блоки источников антропогенной нагрузки.

Для оценки последствий нагрузок единственных средством является математическое моделирование. В настоящее время разработаны и широко используются модели разных размерностей: 1D (для протяженных рек, когда можно пренебречь неоднородностью показателей по поперечному сечению), 2D (для мелководных водохранилищ) и 3D (для глубоководных водохранилищ и озер). В 2011–2013 гг. на акватории Учинского водохранилища проведены комплексные экспериментальные работы в разные гидрологические сезоны. В результате исследований разработана гидродинамическая модель Учинского водохранилища на основе программного пакета SMS v.10.1 (Surface-water Modeling System) компании AQUAVEO LLC в двухмерном приближении.

В модели учитываются следующие существенные для задач водоохраны процессы.

Многофазность и неконсервативность ряда компонентов. Биогенные вещества трансформируются в природных водах (например, для минеральных форм азота: NH_4^+ NO_2^- NO_3^- N_2) и поглощаются водной флорой, прежде всего фитопланктоном. Металлы существуют в нескольких формах: ионной, как органические или минеральные комплексы, а также в водной массе и донных осадках.

Происходит обмен между водой и осадком ряда компонентов, прежде всего металлов при изменении физико-химических условий (например, при дефиците кислорода), т.е. должен учитываться фактор гетерофазности компонентов.

Предложены интегральные критериии выделения потенциально опасных зон донных отложений водохранилищ, обладающих повышенной опасностью вторичных загрязнений (на примере Учинского водохранилища) (Веницианов, 2016). Разработана процедура зонирования водохранилищ по уровню вторичного загрязнения водной массы тяжелыми металлами.

Выделены основные факторы, влияющие на загрязнение водохранилища, в том числе диффузные загрязнения с застроенных участков, вторичные загрягрязнения из донных отложений, рассмотрены варианты управления качеством воды в водохранилище. Предложены мероприятия по снижению вероятности вторичных загрязнений водохранилища.

Литература

Израэль Ю.А. Экология и контроль состояния природной среды.– М.: ГМИ, 1984. – 560 с.

Веницианов Е.В., Кирпичникова Н.В. Современные экологические проблемы Иваньковского водохранилища – источника водоснабжения г. Москвы. - Сб. трудов VIII межд. научн.-практ. конф. «Экология речных бассейнов», г. Владимир, 2016. С. 325 –330.

Кирпичникова Н.В. Роль диффузных источников загрязнения в формировании качества воды водных объектов (методы расчета и ранжирование). - Матер. науч. конф. с межд. уч. «Современные проблемы гидрохимии и мониторинга качества поверхностных вод», г. Ростов-на-Дону, 2015. С. 59 – 63.

Баренбойм Г.М., Веницианов Е.В., Данилов-Данильян В.И. Некоторые научно-технологические проблемы проектирования, создания и функционирования систем мониторинга водных объектов // Вода: химия и экология, № 1, 2008. С 3 – 7.

Научные основы создания систем мониторинга качества природных поверхностных вод. Под ред. Г.М. Баренбойма, Е.В. Веницианова, О.П. Авандеевой. М.: Изд-во "Научный мир". 2016.

Веницианов Е.В., Кирпичникова Н.В. Информационное обеспечение охраны вод. – Матер. всерос. науч.-практ. конф. «Математика, физика, химия, информатика. Теория и практика», г. Коломна, 2015. С. 21 – 26.

Веницианов Е.В., Кирпичникова Н.В., Щеголькова Н.М. Разработка интегральных критериев выделения потенциально опасных зон донных отложений водохранилищ //Водное хозяйство России, № 6, 2016.

КОМПЛЕКСНЫЙ ПОДХОД К РЕШЕНИЮ ПРОБЛЕМ ИНФРАСТРУКТУРНОГО РАЗВИТИЯ МЕГАПОЛИСА БАКУ

Д.С. Мехтиев, Б.М. Азизов, Д.А. Султанов, С.Г. Гулиева
Национальная Академия Авиации

Особенностью современного этапа мирового развития является всё более ощущаемое и требующее пристального внимания, тонкого подхода и правильного взвешенного реагирования на углубляющийся круг нарастающих проблем. Перед человечеством всё более и более в качестве важнейших направлений ожидаемой от него деятельности вырисовывается необходимость неуклонного устранения последствий допущенных им негативного антропогенного воздействия на биосферу Земли в ходе последних этапов мирового промышленного производства, изменений демографических, экологического состояния континентов планеты вследствие систематических военно-политико-экономических вмешательств- имплантаций в разные годы в большинстве стран мира. И чего, при этом добивались? Решений демографических либо прочих значимых проблем при этом не было , нет и не могло быть. Не учитывалось, однако то. что погрязнув в одной проблеме можно создать сразу ряд проблем ещё более крупных по своему масштабу и остроте.

Для склонного к динамичному развитию Азербайджана ,несомненно, велико значение необходимости на основе развернутых данных экологического мониторинга скорейшего решения ряда различных по характеру проблем, включающих в частности, такие которые связаны с многовековой добычей и эксплуатацией залежей нефтяного сырья в близлежащих к городу Баку населённых пунктах. С одной стороны загрязнение земель Апшеронского полуострова нефтью, его тяжелыми компонентами ограничивает развитие сельского хозяйства, овощеводства, цветоводства, ряда посёлков, с другой стороны углубление урбанизации в республике способствовало созданию мегаполиса Баку, превратив проблемы поселковые если и не в глобальные ,то всё же в более ощутимые. Наконец, постоянно растущая цена на дачные участки и землю в этих местах является важным рычагом для процессов практической реализации очистки, рекультивации и использования этих земель по их прямому назначению. Так, в практическом плане значительные площади загрязнённых буровыми промысловыми водами нефтедобычи относящимися к озеру Беюк-Шор были в рекордно сжатые сроки очищены, осушены, а также обустроены, превращены в современный спортивный комплекс и огромный бульвар. Продолжение работ идёт в направлении расширения бульвара, строительства транспортной артерии, которая значительно упростит движение и разгрузит ныне действующие перегруженные линии. Перспективы обещают быть более многообещающими, что послужит развитию туризма в республике.

Из решённых проблем здесь следует отметить то, что в процессе реализованной и продолжающихся на Апшеронском полуострове научно-исследовательских работ по экологическому мониторингу в этом направлении осуществлено:

- более детальное ознакомление с вопросами остаточного загрязнения нефтью старых нефтепромысловых территорий с их картографированием;

-уточнение и анализ радиационного фона этих территорий вследствие возможного присутствия долгоживущих радионуклидов;

-разработка мероприятий по эффективной очистке всех видов загрязнений, как на суше, так и в водах промысловых стоков;

- использование дистанционных методов оценки загрязнения нефтью и их причин, как в континентальной, так и в шельфовой зоне полуострова.

ОРГАНИЗАЦИЯ ПОЧВЕННОГО ЭКОЛОГИЧЕСКОГО МОНИТОРИНГА НА ТЕРРИТОРИИ МУЗЕЯ-ЗАПОВЕДНИКА «КИЖИ»

Г.В. Ахметова
Институт леса КарНЦ РАН
РФ, 185910, г. Петрозаводск, ул. Пушкинская, д. 11, akhmetova@krc.karelia.ru

Музей-заповедник «Кижи» — один из крупнейших в России музеев под открытым небом. Остров Кижи расположен в северной части акватории Онежского озера (рис.1) и приурочен к своеобразному участку котловины – шхерному типу береговой линии. В настоящее время его территория испытывает значительную рекреационную нагрузку, так как расположенный на острове музей-заповедник является самым популярным туристическим направлением на территории республики Карелия. Остров имеет давнюю историю освоения (с XI века), его территория была полностью распахана и в настоящее время большая часть его отведена под луга.

Экологический мониторинг территории о. Кижи и прилегающих островов проводится с 1994 г., выполняются регулярные исследования по различным направлениям: геологическим, ландшафтным, радиологическим, лимнологическим, гидрометеологическим (10 лет…, 2005).

В 1999 году было проведено первичное обследование содержание тяжелых металлов в почвах острова Кижи, следующие этапы данного исследования были проведены в 2005, 2011 и 2016 гг., таким образом, периодичность составляет 5-6 лет.

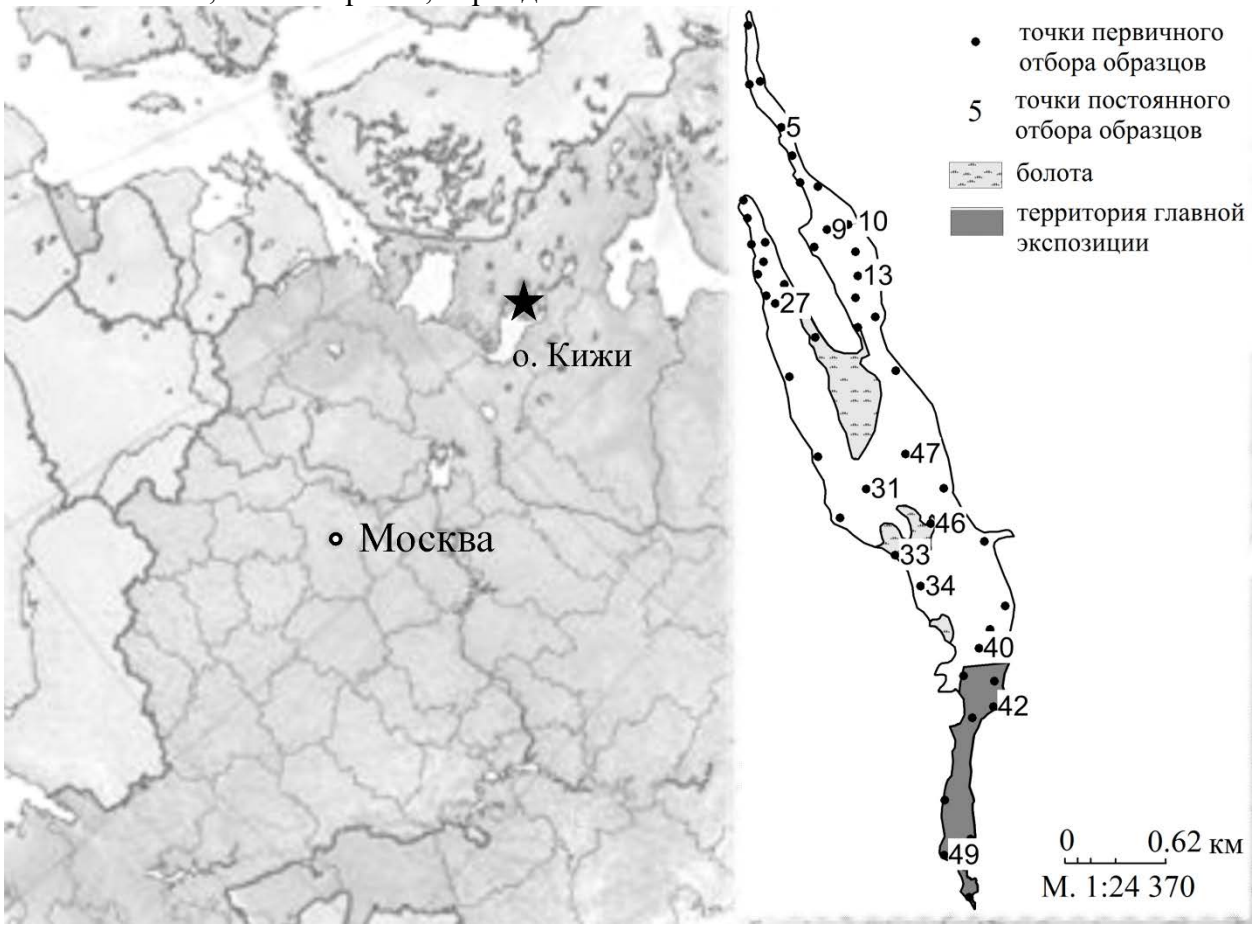


Рис.1. Схема расположения объектов исследования

На первом этапе исследований на территории острова по нерегулярной сетке были заложено 49 пробных площадей (рис.1) с отбором почвенных образцоов из двух верхних горизонтов почв для определения содержания в них тяжелых металлов (кадмия, свинец, медь, цинк, кобальт, никель, хром, марганец). Для детальной характеристики физических,

химических, биологических свойств почв острова было заложено 5 основных полнопрофильных почвенных разреза.

В последующие этапы мониторинга отбор образов проводился в 13 точках (на рисунке это точки №№ 5, 9, 10, 13, 27, 31, 33, 34, 40, 42, 46, 47, 49), в которых, по результатам первого исследования, были выявлены максимальные и минимальные уровни концентрации тяжелых металлов.

Было выявлено, что наиболее распространенными почвами острова являются буроземы типичные и шунгитовые сильно каменистые, формированные на моренных и флювиогляциальных отложениях с высоким содержанием шунгитов, диабазов и габбро-долеритов (Путеводитель…, 2005). Почвы острова давно освоены и имеют хорошо развитый дерновый горизонт. Болотные почвы занимают небольшую площадь и располагаются в понижениях в разных частях острова.

Исследуемые почвы острова отличаются слабой дифференциацией профиля на генетические горизонты, преимущественно черного или серо-черного цвета. Почвы сильно каменистые, однако, отмечается их хорошая комковато-зернистая структура.

Результаты химических анализов (показатели актуальной и потенциальной кислотности, емкость катионного обмена, содержание элементов минерального питания) свидетельствуют о высоком плодородии и буферной способности почв острова, несмотря на сильную степень каменистости и слабокислую реакцию. Также, наличие в профиле почв шунгитсодержащих пород способствует формированию сорбционно-шунгитовых барьеров, которые обладают высокой удерживающей способностью относительно тяжелых металлов.

На первых этапах исследования было выявлено, что для почв острова характерна более высокая концентрация тяжелых металлов чем в среднем для почв Карелии (Морозова, 2005), часто полученные данные превышали ПДК и ОДК тяжелых металлов в почвах. Отмечалось особенно высокое содержание меди, никеля, хрома и особенно цинка. Однако, эта особенность связана, прежде всего, с тем, что почвообразующие породы, на которых формируются почвы, изначально отличаются повышенным фоном химических элементов (Тойкка и др., 1973).

Последующие этапы исследований не выявили существенных изменений содержания тяжелых металлов и серы в почвах о. Кижи. Содержание наиболее опасных тяжелых металлов – кадмия и свинца в почвах острова остается низким, не превышает нормативов и средних региональных значений.

Список литературы:

10 лет экологическому мониторингу музея-заповедника «Кижи». 2005. – Петрозаводск. – 178 с.

Морозова Р.М. 2005. К вопросу о загрязнении почв острова Кижи тяжелыми металлами / 10 лет экологическому мониторингу музея-заповедника «Кижи». – Петрозаводск. – 66-75 с.

Путеводитель экскурсий международной научной конференции «Экологические функции лесных почв в естественных и антропогенно нарушенных ландшафтах». 2005. – Петрозаводск. 80 с.

Тойкка М.А., Перевозчикова Е.М., Левкина Т.И., и др. 1973. Микроэлементы в Карелии / М.А. Тойкка, Е.М.Перевозчикова, Т.И.Левкина, В.М. Заварзин, А.И. Михкиев, М.М. Изергина. – Л., 284с.

Федорец Н.Г. 2008. Почвы Карелии: геохимический атлас / Н.Г. Федорец, О.Н. Бахмет, А.Н. Солодовников, А.К. Морозов. Институт леса КарНЦ РАН. – М. 47 с

ТРЕБОВАНИЯ К ОБЕСПЕЧЕНИЮ КАЧЕСТВА РАБОТ В ПРОГРАММЕ МОНИТОРИНГА ЕВРОПЕЙСКИХ ЛЕСОВ ПРИ ЗАГРЯЗНЕНИИ ВОЗДУШНОЙ СРЕДЫ

Н.П. Васильева

Всероссийский научно-исследовательский институт охраны окружающей среды

РФ, 117331, г. Москва, Знаменское - Садки, vasilyevanp@rambler.ru

Обеспечение качества (ОК) является основополагающим требованием мониторинга растительных сообществ с целью достижения и поддержания надлежащего качества данных (КД). В современных исследованиях любого уровня – локального, регионального или национального, разработка и учет этих требований должно являться обязательным условием мониторинга. В рамках международного сотрудничества эти условия являются обязательными для получения корректной информации и возможности ее использования в совместной базе данных.

Качество данных является результатом процесса, где должен учитываться каждый шаг исследований, исходя из целей, сопоставимости данных во времени и пространстве, способов хранения, обработки и представления информации. Недостаточная сопоставимость данных и корректных методов исследований нередко ограничивает возможности мониторинга.

Вопросам обеспечения качества уделяется большое значение в рамках программ и обсуждений координаторами ICP - Forests для масштабного мониторинга состояния лесов европейских стран в условиях загрязнения воздушной среды, начиная с 1987 года. Мониторинг выполняется в соответствии с Конвенцией по долговременному трансграничному загрязнению воздуха (Geneva Convention on Long-Range Transboundary Air Pollution – CLRTAP) с участием к настоящему времени 42 стран и реализуется в рамках ЕЭК ООН (UNECE ICP Forests.. 2016).

Основными целями мониторинга, сформулированными в Руководящем документе программы ICP – Forests (Manual on methods…2016), являются:

а) обеспечение периодического обзора по пространственным и временным изменениям состояния лесов в связи с загрязнением воздуха на основе крупномасштабной сети пробных площадок (уровень I *экстенсивный мониторинг* - около 7500 участков в Европе); б) выявление причинно-следственных связей между состоянием лесных экосистем и факторов стресса путем *интенсивного мониторинга* (уровень II – около 1000 пробных площадей).

Научные исследования и разработки этой международной программы касаются как общих проблем обеспечения качества, так и особенностей оценки параметров различных объектов наблюдений и лабораторных анализов с последующей аккумуляцией национальных данных в международном Координационном Центре. Изложенные рекомендации следует учитывать при разработке национальных программ, а также развитии работ по мониторингу экосистем в условиях загрязнения воздуха.

Основные действия для обеспечения качества состоят в выполнении определенных требований к выполняемой работе и включают:

1. Методическое Руководство с документально согласованными стандартами операционных процедур исследований. В нем описывается программа, структура, организация и методы исследования. Отдельные части Руководства касаются конкретных исследований и включают: обоснование значимости исследования, сферу применения и цели, место измерения и отбора проб, параметры, обработка данных и список литературы.

Требования к процедуре учета и оценка качества разрабатываются для каждого объекта наблюдений, в том числе состояния компонентов фитоценоза, фенологии, лабораторного анализа почв и растений, опада, учета выпадений, метеонаблюдений и пр.

2. Показатели качества данных для предупреждения субъективных оценок и обеспечения возможности документирования процессов.

Они специфичны для каждого направления мониторинговых работ и выбранных параметров. Следующие критерии приняты в виде общих требований:

– измерение качества объектов: уровень точности/тщательности для отдельных наблюдений;

– пределы качества данных: минимальная частота наблюдений;

– пределы достоверности: диапазон допустимых значений для наблюдений;

– полнота наблюдений: минимальная приемлемая частота данных в диапазоне допустимых значений наблюдений.

3. Обучение и централизация сбора данных.

Задача учебных курсов заключается в ознакомлении экспертов с предлагаемыми методами, получение инструкций для внедрения новых методов, получение информации для повышения достоверности и точности наблюдений. Целью взаимного сотрудничества является сравнение выполнения работ наблюдателями / лабораториями с определенным стандартом. Этот стандарт определяется как близость к среднему арифметическому значению большинства полученных данных от наблюдателей и лабораторий.

Основные три требования должны применяться для каждого исследования:

– взаимные упражнения для отбора проб при полевых работах;

– взаимные упражнения на участках, где сравниваются оценки и производительность различных наблюдателей при определении состояния, роста деревьев, фенологии, биоразнообразия, описания почв и т.д.;

– перекрестные тесты для лабораторий с целью сравнения эффективности аналитических методов при обследовании компонентов окружающей среды и биоты.

4. Устранение проблем – набор действий для случаев, когда КД ниже минимально приемлемого уровня.

Основными мерами для предупреждения и устранения проблем, снижающих качество данных являются:

– предупреждение о неудовлетворительной работе;

– обучение и помощь для повторной оценки или дополнительной подготовки, в особых случаях переквалификации;

– маркировка данных: при неудовлетворительной переквалификации и невозможностью сопоставимости с другими существующими (в том числе на уровне стран) временными рядами; включение в базу данных должно сопровождаться объяснением причин;

– исключение данных из обработки, в том числе международной, при невозможности устранения проблемы.

Конкретные требования (ОК/КК) изложены подробно в отдельных частях Руководства ICP-Forests и рекомендуются для исследований, основанных исключительно на полевых измерениях, а также для лабораторных анализов.

5. Представление данных.

Сведения от стран-участников в виде набора файлов по результатам проведенных учетов и анализов представляются ежегодно в Европейскую центральную базу данных по

лесам в соответствии с форматами, разработанными Координационным центром программы. Проверка качества представленных данных включает соблюдение *соответствия и однородности исследований*. Передача данных осуществляется через национальные фокус-центры, которые должны предоставить полный набор файлов/форм на год обследования с информацией в том числе о качестве данных (например, результаты лабораторных тестов) и текстовым отчетом.

Список литературы:

UNECE ICP Forests Programme Co-ordinating Centre (ed), 2016: Manual on methods and criteria for harmonization sampling, assessment, monitoring and analysis of the effects of air pollution on forests. Thünen Institute of Forest Ecosystems, Eberswalde.

УСТОЙЧИВОЕ ПРИРОДОПОЛЬЗОВАНИЕ И МОНИТОРИНГ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

С.В. Будник
Институт водных проблем и мелиорации НААН Украины

Украина, 03022, г. Киев, ул. Васильковская, д.37, svetlana_budnik@ukr.net

Термин «природопользование имеет несколько определений (по Реймерсу (1990) их 6), самое популярное это: природопользование – совокупность всех форм эксплуатации природно-ресурсного потенциала и мер по его сохранению. Выделяют системы природопользования – нерациональные и рациональные. Согласно Львовичу (1960), при рациональном хозяйствовании (высоком уровне земледелия) паводковый и полный сток рек должен иметь тенденцию к уменьшению, а подземный (меженный) – наоборот – расти. При нерациональном хозяйствовании подземный – уменьшается, а паводковый и полный сток – растет. В вековой ретроспективе М.И.Львович (1960) рекомендует рассматривать изменения в речном стоке под влиянием земледелия в следующие периоды: 1) до 30 - годов 20 столетия, 2) с 30 – х по конец 50-х годов 20-го века, 3) с конца 50-х годов. Это связано, прежде всего, с коллективизацией, укрупнением земельных массивов, возможностью вспашки поперек склона, применением зяблевой вспашки, которые обусловили изменения в колебаниях водности рек. С конца 50-х значительную роль в водорегулировании начали играть насаждения лесных полос, доля которых существенно увеличилась к этому времени. На то время (1960 год) М.И.Львович имел результаты исследований, подтверждающих наличие изменений речного стока под влиянием земледелия, а именно уменьшение годового и весеннего стока некоторых рек на 8-60%. Выделенные М.И.Львовичем (1960) периоды в изменении речного стока также совпадают с периодами развития мелиораций на территории Полесья. Осушительные мелиорации имеют значительное влияние на формирование водных ресурсов Полесья, годы интенсивного внедрения мелиоративных систем здесь относят 1) к дореволюционному периоду, 2) к 30-ым годам XX века и 3) 60-ым годам XX века (Вознюк, 2006). Влияние мелиораций на годовой сток рек проявляется при площади осушення более 3% от общей площади водосбора (Покумейко, 1980). При осушении годовой и минимальный сток увеличиваются, изменчивость годового стока уменьшается. С увеличением географической широты, площади осушения, плотности осушительной сети и степени канализации водосбора относительное изменение годового стока возрастает, а с увеличением общей водности реки – уменьшается. Водность периода колебаний стока рек до и после мелиораций не изменяется (Покумейко, 1980). По данным (Національна доповідь .., 2016), за последние десятилетия структура землепользования и экологическая несбалансированность земельного фонда Украины существенно не изменилась. В Украине ежегодный экономический ущерб от нерационального использования природных ресурсов в производственно-хозяйственной деятельности и от загрязнения природной среды составляет до 9% от объема валового национального продукта (Сербов, 2012).

Природопользование – сложный процесс взаимодействия природы и общества. Человечество тысячелетия назад уяснило себе выгоду от наблюдений за состоянием природной среды, к примеру, по ходу уровней воды на Ниле определялась урожайность года и т.п. В настоящее время мониторинг окружающей среды в отдельных странах в проводится особенно тщательно и детально (Япония, США). К сожалению, в условиях затянувшегося кризиса наша страна неуклонно сдает позиции в этом вопросе (Діденко,

Косовець, 2014., Шестопалов, Люта, 2016 и др.). В настоящее время практически только необходимость консолидации с директивами ЕС вынуждают правительство обратить внимание на эту сторону деятельности (Максимов и др., 2016, В. М. Шестопалов, Н. Г. Люта, 2016 и др.). Все это является следствием того, что природопользование и землепользование, в том числе не имеет достаточного экономического и экологического обоснования (Національна доповідь..,2016). В результате страна несет убытки от нерационального природопользования и не использования в полной мере того багажа сведений о состоянии окружающей среды, что уже накоплены системой наблюдений. Это особенно становится заметным в условиях изменений климата. Природная буферность биогеохимических систем испытывает значительные стрессы, выражающиеся в сдвиге амплитуд колебаний всех процессов и приводящие к переходу к другим состояниям и формам геосистем. Природопользование к таким изменениям также вынуждено подстраиваться. Примеры великих цивилизаций прошлого (Вавилон и др.) наглядно показывают кто на Земле «хозяин».

Как же адаптировать современную систему мониторинга к современному природопользованию? Эта задача становится все более выполнимой в связи с усовершенствованием системы наблюдений (появление автоматических измерительных датчиков, беспроводных систем передачи информации, локальных источников энергии и т.п.). Это повышает оперативность измерений и передачу результатов на большие расстояния, также обеспечивает их непрерывность, устраняет субъективизм. Остается вопрос в обеспечении моделями изменения и прогноза, а также схемами реагирования на результаты мониторинга. Тут есть некоторые сложности, связанные, с одной стороны с несовершенством сети наблюдений (для разных видов прогнозов и характеристик плотность сети наблюдений отличается, не доукомплектованность сети современным оборудованием и т.п.), с другой – с целями и задачами природопользования. Чем точнее и оперативнее должен быть прогноз, тем плотнее должна быть сеть наблюдений, чтобы учесть все возможные нюансы развития событий и т.п.

Какие же вопросы природопользования возможно решать по материалам наблюдательной сети – самые разнообразные. Это модели и прогнозы для средств связи и транспорта, для сельского хозяйства (засухи, заморозки и т.п.), прогнозы наводнений и подтоплений для различных пользователей и т.п. Надо сказать, что они в той или иной мере решаются и сейчас (Осадчий, 2015, Осадчий, Манукало, 2016 и др.). Однако этот перечень возможно и нужно расширять и дополнять. К примеру, прогнозы изменений климата и загрязнения окружающей среды указывают на рост содержания углекислоты в атмосфере Земли, что приводит к изменениям в Мировом Океане (растворение коралловых рифов и т.п.), но и к росту урожайности отдельных сельскохозяйственных культур (Нортон и др., 2012), но не все растения реагируют положительно на рост CO_2. Это можно использовать в планировании состава посевных площадей и урожайности сельскохозяйственных культур и т.п. Вопрос широкого внедрения материалов мониторинга окружающей среды в производственную деятельность еще усложняется и тормозится препятствиями в получении оперативной информации. Почему-то гидрометслужба и другие субъекты мониторинга, стараются продать материалы наблюдений, пытаясь пополнить этим казну, но результат не оправдывает себя, материалы продаются редко и на финансировании служб мониторинга это практически не сказывается. Следует пересмотреть подход в этом вопросе: оценить прибыли от реализации проектов с учетом материалов мониторинга и без

их учета и направить разницу на обновление материальной базы наблюдательной сети и т.п. Стоит выдавать материалы бесплатно, тогда проекты природопользования охотнее будут создавать, опираясь на состояние окружающей среды. Некоторые ученые-экономисты, осознавая роль мониторинга в развитии экономики страны призывают создавать банки даннях (Кисіль, 2005 и др.), хотя они уже существуют, но не доступны широкой общественности в полной мере. Решение задач международного сотрудничества, таких как реализация стратегий устойчивого развития, международной гидрологической программы и др. направленных на обеспечение безопасности и благополучия человека также немыслимы без тесного единства природопользования и мониторига окружающей среды.