

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
ИНСТИТУТ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ

ОБЗОР
ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
НА ТЕРРИТОРИИ СТРАН СНГ ЗА 2013 г.

Под редакцией
профессора Г.М. Черногаевой

2014

СОГЛАСОВАНО

Заместитель начальника УМЗА
Росгидромета

_____ Ю.В. Пешков
« ____ » _____ 2014 г.

УТВЕРЖДЕНО

Заместитель
Руководителя Росгидромета

_____ И.А. Шумаков
« ____ » _____ 2014 г.

В Обзоре представлены обобщенные результаты фоновый мониторинг состояния природной среды на территории стран СНГ за 2013 гг. Обзор содержит данные об уровне и тенденциях многолетних изменений содержания загрязняющих веществ в атмосфере и атмосферных выпадениях, в почве, растительности и поверхностных водах в фоновых районах, а также результаты экологической оценки состояния сухопутных и водных экосистем.

Обзор предназначен для государственных и общественных организаций, заинтересованных в получении и использовании информации о состоянии природной среды, а также рассчитан на широкий круг специалистов, работающих в области охраны окружающей природной среды.

© - Росгидромет, 2014 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, Москва, 2014 г.

© - Перепечатка любых материалов из Обзора только со ссылкой на Росгидромет.

ПРЕДИСЛОВИЕ

Данный информационный сборник о фоновом состоянии окружающей природной среды на территории стран СНГ подготовлен в соответствии с решением 4-й сессии Межгосударственного совета по гидрометеорологии стран СНГ (Алматы, 11-17 октября 1993 г.) о сотрудничестве в области фонового мониторинга и двусторонними Программными соглашениями между Федеральной службой по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и национальными гидрометеослужбами Беларуси, Казахстана и Узбекистана об обмене информацией и выпуске ежегодного "Обзора фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ". В соответствии с вышеуказанными документами научно-методическое руководство работами, выполняемыми системой комплексного фонового мониторинга, ведение межгосударственного банка данных программ фонового мониторинга, подготовка материалов к выпуску ежегодного Обзора, обобщающего результаты наблюдений фонового состояния окружающей природной среды, поручены Федеральному государственному бюджетному учреждению «Институт глобального климата и экологии (ФГБУ ИГКЭ) Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Российской Академии Наук».

В представлении данных наблюдений и подготовке материалов к выпуску "Обзора фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2013 г." приняли участие:

Росгидромет: ФГБУ ИГКЭ Росгидромета и РАН – обобщение и анализ данных станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ), мониторинга трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ (ЕМЕП), мониторинга кислотных выпадений в Юго – Восточной Азии (ЕАНЕТ), оценка состояния пресноводных экосистем по гидробиологическим показателям; ФГБУ ГГО – результаты обработки и анализа данных станций наблюдений за общим содержанием озона в атмосфере, за содержанием диоксида углерода и метана в приземном слое воздуха, аэрозольной мутностью атмосферы, атмосферным электричеством, химическим составом и кислотностью атмосферных осадков на территории РФ; ФГБУ ГХИ – оценка фонового уровня загрязнения поверхностных вод суши на территории РФ.

ФБЦ «Российский центр защиты леса» Федерального агентства лесного хозяйства – результаты лесопатологического мониторинга.

Белгидромет, Республиканский центр радиационного контроля природной среды – анализ проб, обработка и обобщение результатов наблюдений СКФМ в Березинском биосферном заповеднике (БЗ).

Обзор подготовлен к изданию редакционной группой в составе: Россия, ФГБУ ИГКЭ С.Г.Парамонов (руководитель группы), Ю.А. Буйволов, Б.А.Латышев. Республика Беларусь, Республиканский центр радиационного контроля и мониторинга окружающей среды - Г.М.Тишиков.

Авторы разделов текста Обзора представлены в оглавлении.

ВВЕДЕНИЕ

В 1983 году был опубликован «Обзор фоновое состояние окружающей природной среды в СССР за 1981 г.». Это был первый выпуск Обзора, заложивший основу регулярных публикаций данных системы фоновое мониторинга. Такая система была необходима для того, чтобы отслеживать воздействия антропогенной деятельности на состояние природных экосистем, в том числе на биологическое разнообразие, на обширной территории страны за пределами промышленных зон и городских агломераций, а также своевременно выявить тенденции региональных и глобальных изменений в состоянии окружающей природной среды.

Концепция системы комплексного фоновое мониторинга сформулирована академиком Ю.А.Израэлем в 1974 году. В начале 80-х годов была создана сеть станций комплексного фоновое мониторинга (КФМ) для реализации комплексного подхода к оценке фоновое состояние природной среды на территории СССР и стран Совета экономической взаимопомощи (СЭВ). Впервые в Мире, на огромной территории была реализована система мониторинга фоновое загрязнения природных сред, включающая: унифицированную программу наблюдений; комплекс методов сбора, анализа и оценки данных наблюдений; а также сеть станций КФМ для наблюдений за основными глобальными загрязняющими веществами в основных природных средах. Создание этой системы осуществлялось совместными усилиями Гидрометеослужбы при Совете Министров СССР, Министерства сельского хозяйства СССР и Академии наук СССР в соответствии с рекомендациями I-го Международного конгресса по биосферным заповедникам (Минск, октябрь 1983г.) и параллельно с организацией в СССР первой очереди биосферных заповедников.

Всего на территории СССР было создано 15 станций комплексного фоновое мониторинга (СКФМ), преимущественно на территориях государственных природных биосферных заповедников (БЗ): Березинский БЗ (Белоруссия), Боровое (Казахстан, ныне в границах национального парка «Барубай»), Чаткальский БЗ, Сары-Челекский БЗ, Ледник Абрамова (Узбекистан), Репетекский БЗ (Туркмения), Прейла (Литва), Кавказский БЗ, Приокско-Тerrasный БЗ, Центрально-Лесной БЗ, Воронежский БЗ, Сихотэ-Алиньский БЗ, Астраханский БЗ, Баргузинский БЗ, Саяно-Шушенский БЗ в РСФСР. В странах СЭВ были созданы СКФМ в ГДР, Венгрии, ЧССР, Польше, Болгарии.

В основу построения системы комплексного фоновое мониторинга в нашей стране были положены следующие технологические принципы:

- размещение полигонов и пробных площадей СКФМ на особо охраняемых природных территориях (далее – ООПТ) федерального значения, входящих в систему биосферных резерватов программы ЮНЕСКО «Человек и Биосфера» (МАБ), что гарантирует долговременную пра-

вовую защиту природоохранного режима и отсутствие локальных источников загрязнения в местах наблюдений;

- ведение систематических наблюдений на СКФМ по стандартизированной программе КФМ, совмещающей измерение концентраций глобальных загрязняющих веществ в различных природных средах, проведение метеонаблюдений и иных сопутствующих измерений;

- соблюдение единой методологии измерения содержания загрязняющих веществ, включающей унифицированные методы отбора и химического анализа природных объектов на содержание загрязняющих веществ, комплекс пробоотборной аппаратуры и систему регулярного контроля качества данных со стороны научно-исследовательского центра;

- использование химических, геофизических и биологических методов при исследовании и мониторинге экосистем.

Результаты проводимого в течение более 30 лет фоновый мониторинга достоверно показали присутствие глобальных загрязняющих веществ (тяжелые металлы, пестициды, канцерогенные полиароматические углеводороды и др.) во всех природных средах на территориях заповедников, определены уровни концентраций ЗВ, выявлены некоторые закономерности их поступления и накопления на фоновом уровне в природных средах, описаны географические различия фона загрязняющих веществ в относительно чистых районах Европейской и Азиатской части страны.

Научно-исследовательским и координационным центром с самого основания национальной системы КФМ и по настоящее время является Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт глобального климата и экологии Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Российской академии наук» (ФГБУ ИГКЭ) (до 1989 г. Лаборатория мониторинга природной среды и климата Госкомгидромета и АН СССР). После распада СССР решением 4-ой сессии Межгосударственного совета по гидрометеорологии стран СНГ (Алматы, 11-17 октября 1993 г.) научно-методическое руководство работами в системе КФМ, ведение межгосударственного банка данных фоновый мониторинга и подготовка ежегодного Обзора фоновый состояние окружающей природной среды на территории СНГ поручены ФГБУ ИГКЭ.

Настоящий информационный сборник продолжает тридцатилетнюю серию ежегодных публикаций о состоянии фоновый загрязнения на территориях, расположенных на значительном удалении от крупных урбанизированных и промышленных центров в границах бывшего СССР.

По состоянию на 2013 год в России продолжают функционировать 5 специализированных станции национальной сети КФМ Росгидромета, расположенные в Приокско-Тerrasном, Воронежском, Астраханском, Алтайском и Кавказском БЗ. Продолжаются наблюдения на СКФМ в Березинском БЗ (Республика Беларусь). Данные этих станций составляют информационную основу фоновый мониторинга на территории России и стран СНГ.

Помимо данных СКФМ в Обзоре фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2013 год использованы данные, получаемые на сети станций трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ (ЕМЕП), станциях мониторинга кислотных выпадений в Юго-Восточной Азии (ЕАНЕТ) и сети специализированных станций глобальной службы атмосферы Всемирной метеорологической организации (ГСА). Многие станции, осуществляющие фоновые наблюдения за состоянием природных сред, расположены на ООПТ федерального значения и/или их охранных зонах, из них некоторые ООПТ имеют международный статус Объектов Всемирного природного наследия ЮНЕСКО (ОВПН). Состав сети фонового мониторинга Российской Федерации в 2013 году приведен в таблице 1. На рис 1.1.1 показано размещение станций, осуществляющих фоновый мониторинг в России и странах СНГ. В настоящем Обзоре также представлены данные экспедиционных исследований, проводимых в рамках выполнения работ по расширению сети СКФМ.

Сегодня, как и 30 лет назад, основной задачей сети КФМ является выявление антропогенного воздействия на фоновое состояние окружающей природной среды на региональном и глобальном уровнях.

Особую значимость приобретают СКФМ в биосферных заповедниках при реализации масштабных проектов промышленного освоения на сопредельных с заповедником участках. В частности, в целях подготовки к проведению зимних Олимпийских и Паралимпийских игр 2014 году в Сочи на территории, прилегающей к Кавказскому государственному природному биосферному заповеднику с 2008 года проводятся интенсивные строительные работы. В преддверии Олимпиады 2014 года в настоящем Обзоре приведен анализ данных, полученных на СКФМ Кавказский БЗ за весь период наблюдений.

Интеграция Российской Федерации в программы международного сотрудничества в сфере охраны окружающей среду, подписание и реализация международных конвенций в области охраны окружающей природной среды и биоразнообразия ставит перед Правительством страны задачу осуществления мониторинга и периодической отчетности о состоянии объектов природного наследия. Сеть СКФМ на базе ООПТ федерального значения, имеющих международный статус, может стать важной составной частью единой государственной системы экологического мониторинга, обеспечить информационную поддержку при разработке и сопровождении масштабных проектов промышленного развития регионов.

Вместе с тем, изменения последних десятилетий диктуют необходимость актуализации системы КФМ, в том числе приведение её в соответствии с современными международными требованиями. Сеть станций КФМ, размещаемых на ООПТ федерального значения и имеющих международный статус, должна обеспечивать как национальные потребности в данных фонового мониторинга, так и выполнение международных обязательств Российской Федерации, в том числе в рамках Конвенции по трансграничному переносу загрязнений на большие расстояния экономической комиссии ООН для Европы.

Табл. 1. Состав сети фонового мониторинга Российской Федерации и стран СНГ в 2013 году

Станция мониторинга	Программа наблюдений	Федеральная ООПТ
Березинский заповедник	СКФМ,	Березинский БЗ
Приокско-Тerrasный БЗ (ст. Данки)	СКФМ, ЕМЕП, ГСА	Приокско-Тerrasный БЗ и охранная зона
Воронежский БЗ	СКФМ, ГСА	Воронежский БЗ
Кавказский БЗ	СКФМ, ГСА	Кавказский БЗ, ОВПН «Западный Кавказ»
Астраханский БЗ	СКФМ, ГСА	Астраханский БЗ
Яйлю (Алтайский БЗ)	СКФМ	Алтайский БЗ, ОВПН «Золотые горы Алтая»
Лесной заповедник	ЕМЕП	охранная зона Центрально-Лесного БЗ
Янискоски	ЕМЕП	вблизи границы с государственным природным заповедником «Пасвик»
Пинега	ЕМЕП	охранная зона государственного природного заповедника «Пинежский»
Приморская	ЕАНЕТ	охранная зона Уссурийского БЗ
Листвянка	ЕАНЕТ	Прибайкальский национальный парк, ОВПН «Озеро Байкал»
Монды	ЕАНЕТ	Тункинский национальный парк, ОВПН «Озеро Байкал»
Хужир	ГСА	Прибайкальский национальный парк, ОВПН «Озеро Байкал»
Терней (Сихотэ-Алинский БЗ)	ГСА	охранная зона Сихотэ-Алинского БЗ, ОВПН «Центральный Сихотэ-Алинь»
Териберка	ГСА	-
Усть-Вымь	ГСА	-
Памятная	ГСА	-
Туруханск	ГСА	-
Воейково	ГСА	-
Новый Порт	ГСА	-
Новопятигорск	ГСА	-
Мариинск	ГСА	-
Шаджатмаз	ГСА	-

1. АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ОСАДКИ

Оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха и осадков выполнена по данным сети станций СКФМ, ГСА, ЕМЕП, ЕАНЕТ (рис.1.1.1). Наблюдения проводились с октября 2012 г. по март 2013 г. (холодный период) и с апреля по сентябрь 2012 г. (теплый период). Средние значения концентраций загрязняющих веществ в атмосфере за месяц, сезон и год рассчитывались как среднегеометрические, в осадках - средневзвешенные.

1.1. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха и осадков выполнена по данным сети станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ) и специализированных станций Глобальной службы атмосферы (ГСА ВМО). В 2013 г. наблюдения за фоновым загрязнением атмосферного воздуха проводились на четырех СКФМ, обеспечивая необходимый объем информации только для характеристики регионального фонового загрязнения атмосферы в Центральных районах Европейской территории России (ЕТР).

Анализ состояния подготовлен с использованием осредненных значений концентраций измеряемых на СКФМ веществ в воздухе за месяцы, сезоны и год, рассчитанных из рядов годового цикла наблюдений с октября 2012 г. по сентябрь 2013 г.

Тяжелые металлы

Среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 2,1 – 5,6 нг/м³. Значимых изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий по сравнению с 2012 г не произошло (рис. 1.1.2). Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР оставались на уровне, наблюдавшемся в последние годы – 0,12 - 0,66 нг/м³.

Сезонные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе не имели ярко выраженного характера, однако уровни отопительного периода превышали летний (рис. 1.1.4). Максимальные среднесуточные концентрации были существенно больше среднегодовых – более 24 (Приокско-Террасный БЗ) и 13 (Приокско-Террасный, Астраханский и Кавказский БЗ) нг/м³ для свинца и кадмия соответственно.

Фоновое содержание ртути в атмосферном воздухе в центральном районе ЕТР остается стабильно низким: в 2013 г. среднегодовая концентрация составила 3,34 нг/м³ (табл. 1.1.1).

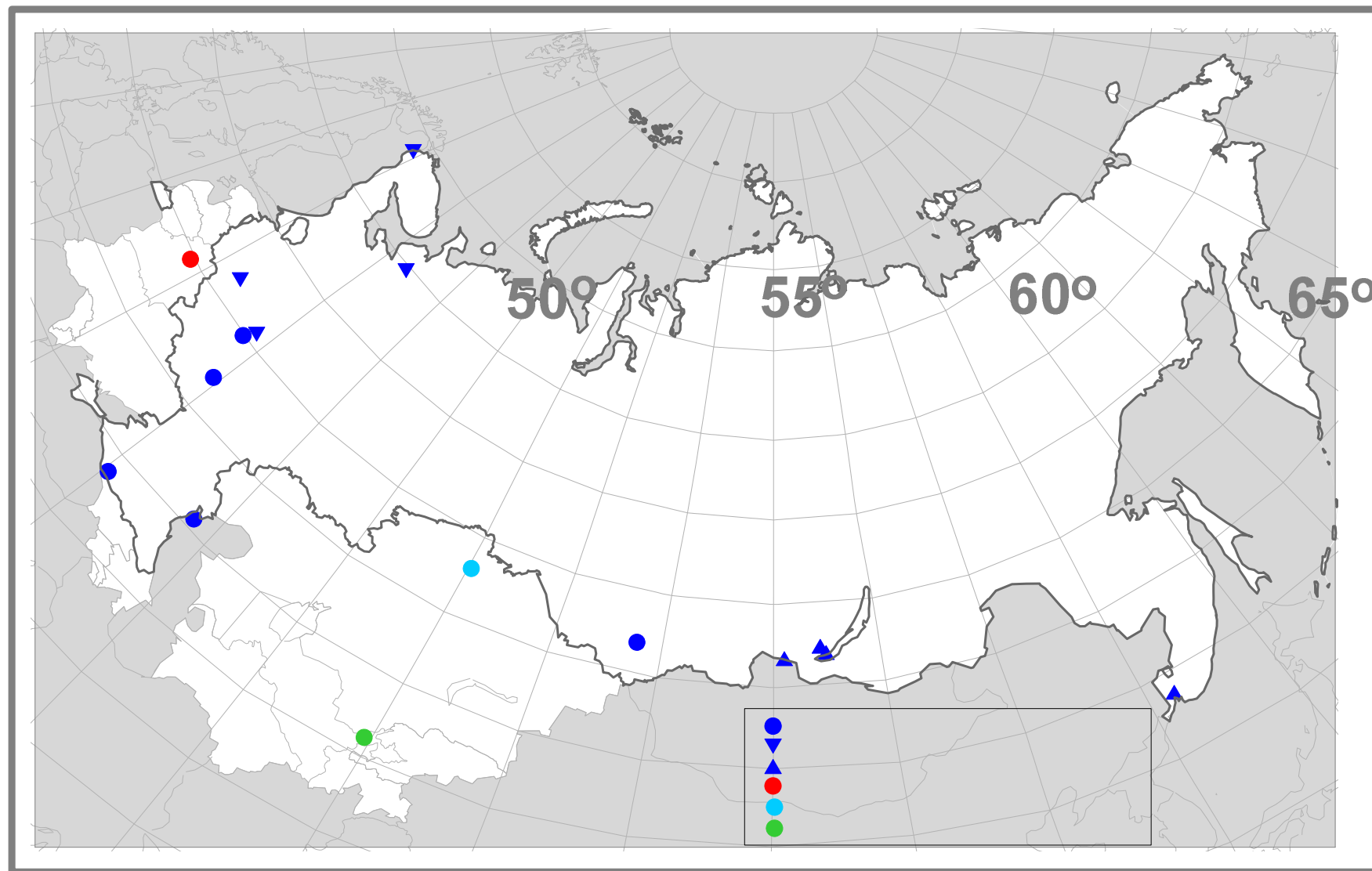


Рис. 1.1.1. Расположение станций мониторинга природной среды в зоне **Березинский БЗ**

Хлорорганические пестициды

В 2013 г. на ЕТР среднегодовые значения фоновых концентраций сумм изомеров ГХЦГ и ДДТ в воздухе оставались низкими, на уровне, близком к пределу обнаружения аналитическими методами (как и прошлые годы от 30 до 50 % проб ниже предела измерения). В целом, содержание пестицидов в воздухе по данным измерений в 2013 г. находилось в пределах колебаний уровня их концентраций за последние 10 лет.

Взвешенные частицы

В 2013 г. среднегодовые концентрации взвешенных частиц в воздухе на ЕТР изменялись в пределах 4-34 мкг/м³, что на уровне значений последних 10 лет (рис. 1.1.2). Эпизодические повышенные концентрации взвешенных частиц наблюдались в теплый период года: среднесуточные концентрации превышали - 100 мкг/м³ (Приокско-Тerrasный и Астраханский БЗ) (табл. 1.1.1). Сезонные изменения содержания взвешенных частиц в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в летний период (рис. 1.1.4), что свидетельствует о природном происхождении отбираемых на СКФМ пробах пыли.

Диоксид серы

В 2013 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на равнинных станциях ЕТР оставались на низком уровне – около 0,5-0,75 мкг/м³ (рис. 1.1.3). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы, увеличиваясь в отдельные сутки до 28 мкг/м³ (табл. 1.1.1). В долгосрочной динамике можно отметить стабилизацию уровней концентраций года после отмечавшегося их уменьшения в течение 10 предыдущих лет. Обращает на себя внимание стабильное увеличение концентраций диоксида серы на СКФМ в Кавказском БЗ, вероятно, связанное со строительством олимпийских объектов в г.Сочи. Сезонные изменения содержания диоксида серы имеют ярко выраженный максимум в холодный период (рис. 1.1.4), что связано с отопительным сезоном.

Диоксид азота

В 2013 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на европейской территории оставались на уровне прошлых лет, изменяясь от 2,7 до 6,5 мкг/м³ (рис. 1.1.3). Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный период в центре ЕТР повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций, достигающих 28,5 мкг/м³ (Приокско-Тerrasный БЗ) (табл. 1.1.1).

Сульфаты

В 2013 г. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕТР составляли 1,2-3,3 мкг/м³, при этом значения меньше 5,6 мкг/м³ были зарегистрированы в 95% измерений. В южных районах ЕТР среднегодовые концентрации составляли около 7,9 мкг/м³ (рис. 1.1.3). В целом, относительно повышенные концентрации сульфатов в центре ЕТР характерны в холод-

ный период года, в южных районах – в теплый период. Значительные межгодовые колебания средних концентраций не позволяют однозначно охарактеризовать тренды изменений, хотя в можно проследить стабилизацию уровней сульфатов центре ЕТР в последние 10 лет после их уменьшения в предыдущие годы.

Табл. 1.1.1. Результаты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на станциях комплексного фоновых мониторинга в 2013 г.

Загрязняющие вещества	Статистики	ПТБЗ	Воронежский БЗ	Астраханский БЗ	Кавказский БЗ
Pb нг/м ³	макс	24,00	15,00	17,00	14,00
	мин	1,00	1,20	0,10	0,25
	ср.арифм.	6,66	5,56	2,98	3,78
	ср.геом.	5,59	4,80	2,12	2,95
Cd нг/м ³	макс	13,00	0,70	13,00	14,00
	мин	0,05	0,05	0,05	0,03
	ср.арифм.	0,38	0,21	1,19	0,31
	ср.геом.	0,21	0,18	0,66	0,12
Hg нг/м ³	макс	32,00			
	мин	0,28			
	ср.арифм.	4,98			
	ср.геом.	3,34			
SO ₂ мкг/м ³	макс	15,60		2,63	0,78
	мин	0,05		0,20	0,10
	ср.арифм.	1,28		0,76	0,91
	ср.геом.	0,53		0,70	0,75
NO ₂ мкг/м ³	макс	28,50		6,66	
	мин	1,30		0,29	
	ср.арифм.	6,51		2,72	
	ср.геом.	5,52		2,34	
SO ₄ мкг/м ³	макс	10,69	4,16	27,30	
	мин	0,01	2,05	0,80	
	ср.арифм.	1,79	3,36	9,86	
	ср.геом.	1,21	3,30	7,88	
Взвешенные частицы мкг/м ³	макс	192,00	39,00	122,50	
	мин	1,00	0,70	3,80	
	ср.арифм.	42,00	10,20	39,20	
	ср.геом.	28,00	4,10	34,50	
H ₂ S мкг/м ³	макс			0,87	
	мин			0,03	
	ср.арифм.			0,21	
	ср.геом.			0,18	
BP нг/м ³	макс	0,0537	0,0280	0,0088	
	мин	0,0003	0,0010	0,0003	
	ср.арифм.	0,0137	0,0060	0,0013	
	ср.геом.	0,0087	0,0030	0,0010	
BPL нг/м ³	макс	0,0956	0,0310	0,0178	
	мин	0,0011	0,0010	0,0005	
	ср.арифм.	0,0173	0,0070	0,0021	
	ср.геом.	0,0115	0,0040	0,0015	

Полиароматические углеводороды

Как и в предыдущие годы, в 2013 г. содержание бенз(а)пирена и бензперилена в атмосфере фоновых районов ЕТР в среднем не превышало 0,02 нг/м³ (рис. 1.1.2, табл.

1.1.1).Сезонный ход подобен другим продуктам сгорания топлива – диоксидам серы и азота - с летним минимумом и зимним максимумом.

Анализ изменения содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на европейской территории России за последние 10-15 лет показывает, что фоновое содержание антропогенных примесей в воздухе центра ЕТР остается низким. В то же время, есть основания полагать, что наблюдавшееся в 1990х снижение концентраций, обусловленных спадом промышленного производства, прекратилось, и можно ожидать увеличение фонового загрязнения атмосферы некоторыми загрязняющими веществами, особенно в холодный период года.

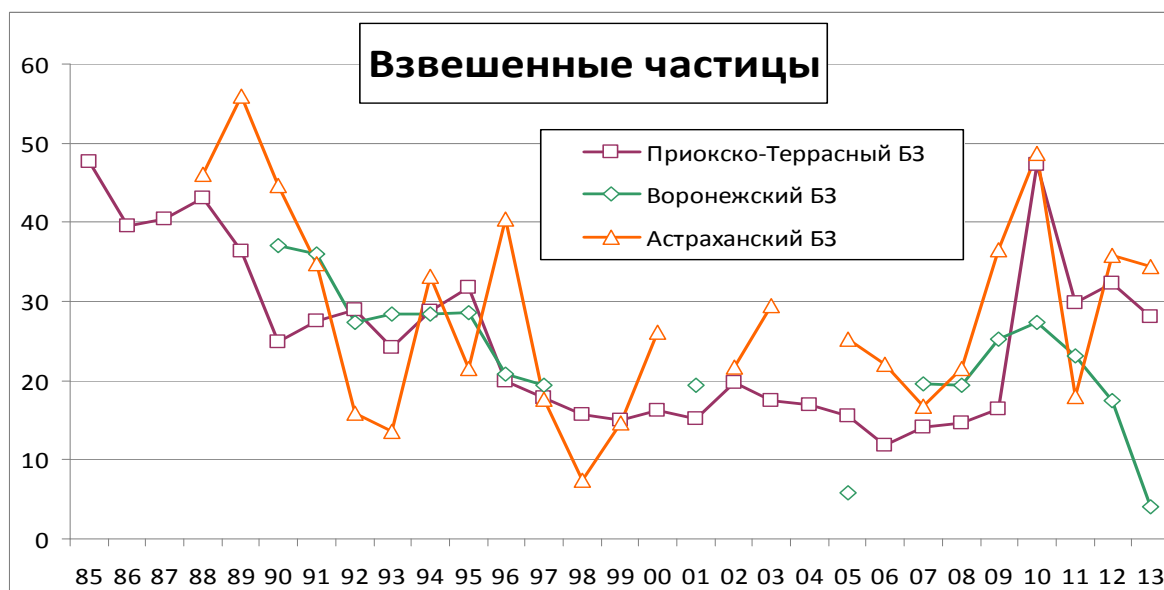
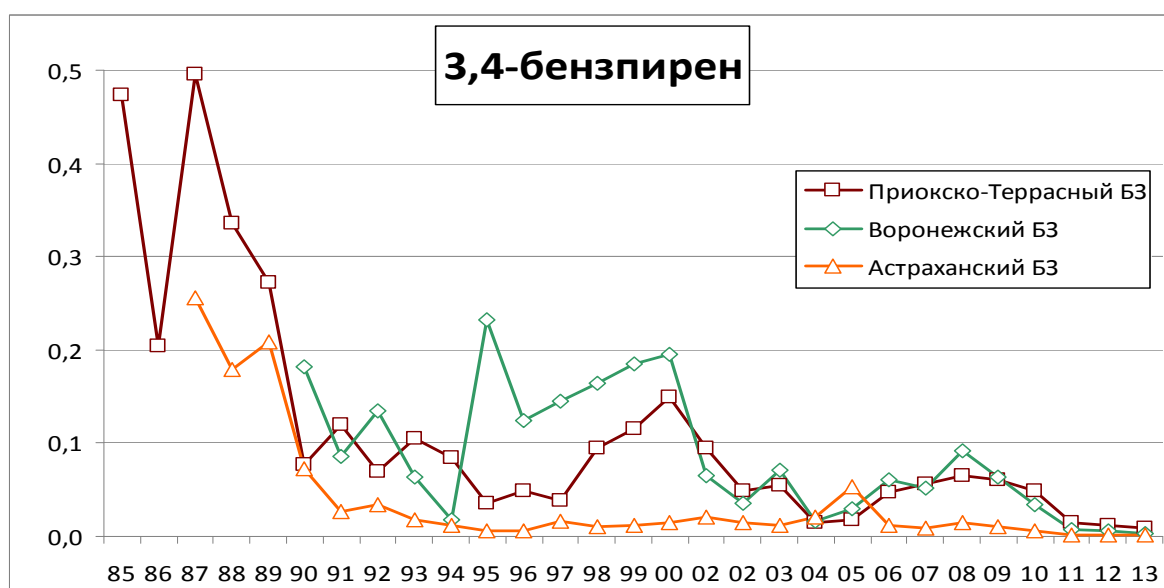
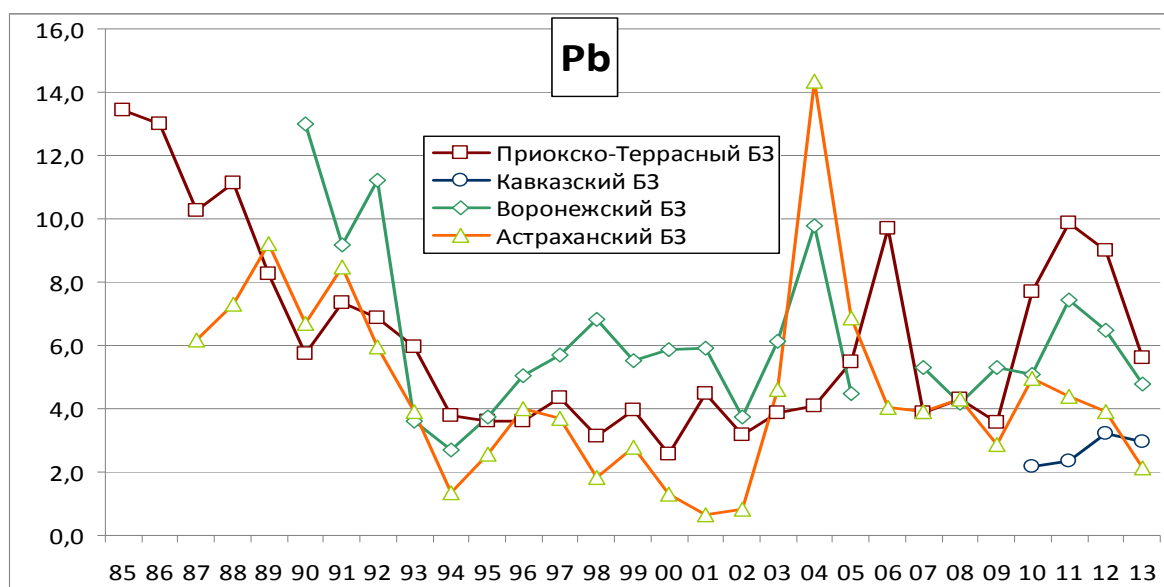


Рис.1.1.2. Изменение фонового содержания свинца ($\text{мкг}/\text{м}^3$), 3,4-бензпирена ($\text{нг}/\text{м}^3$) и взвешенных частиц ($\text{мкг}/\text{м}^3$) в атмосферном воздухе фоновых районов.

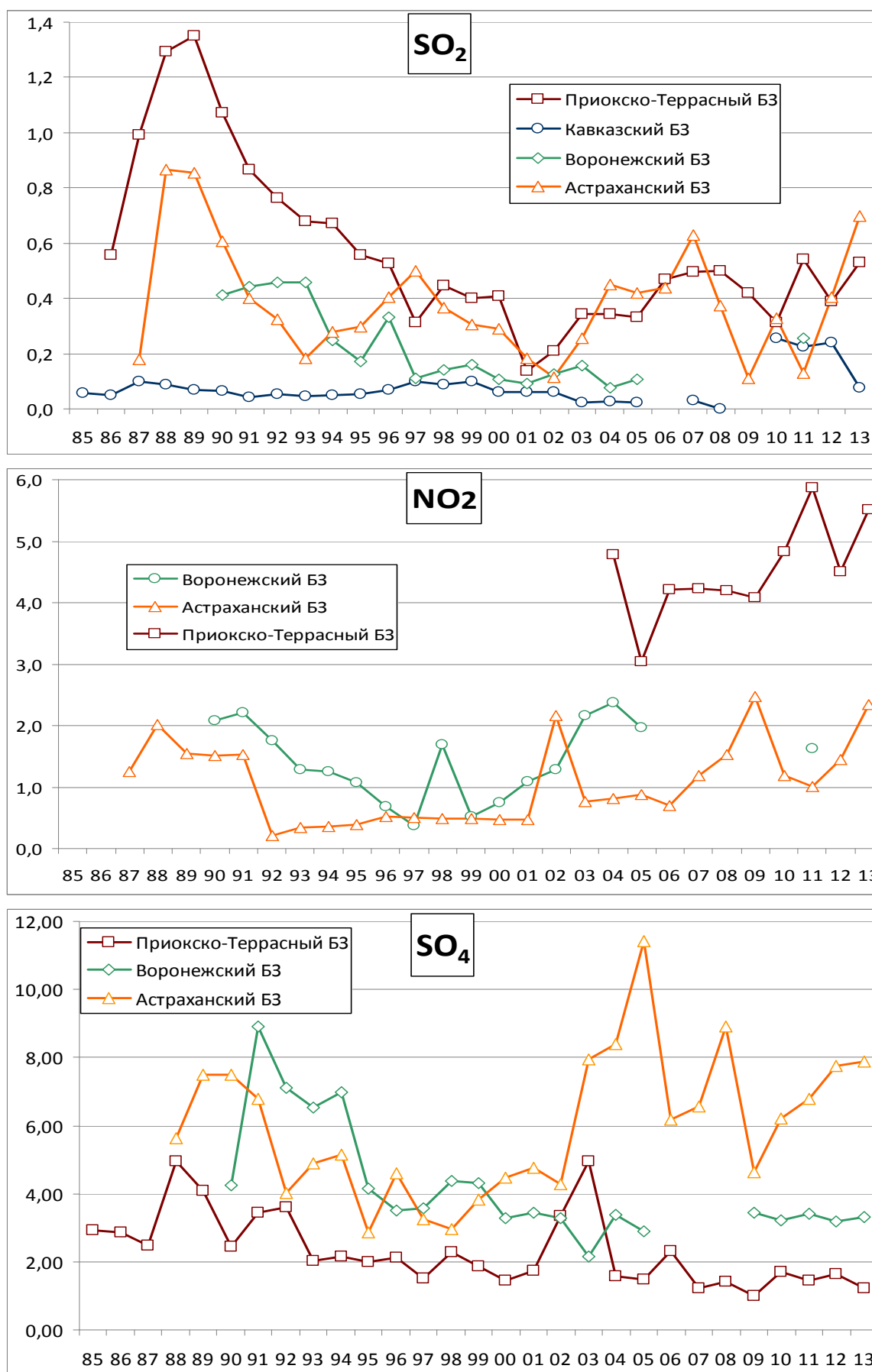


Рис. 1.1.3. Изменение фонового содержания диоксида серы, диоксида азота и сульфатов в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м³).

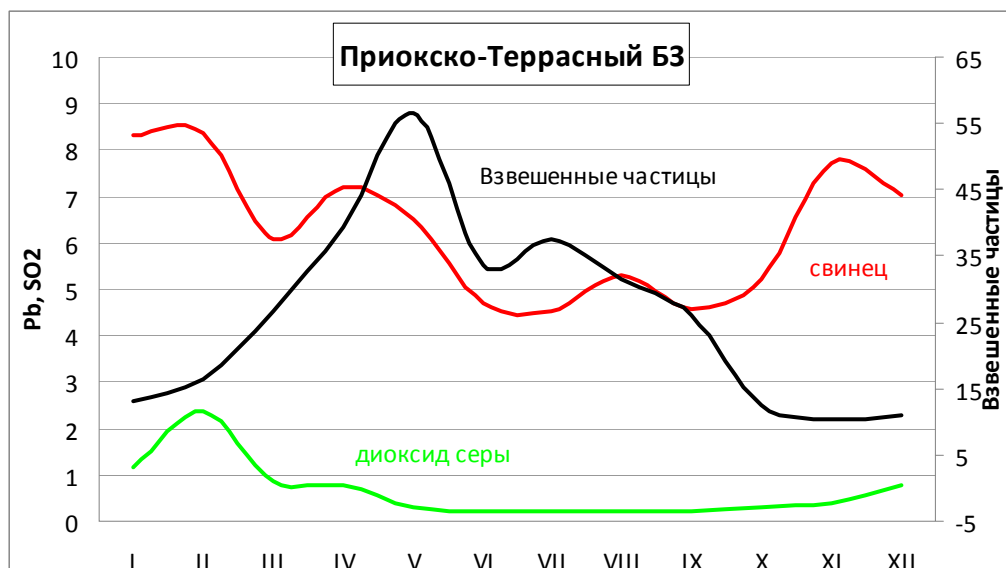


Рис. 1.1.4. Сезонный ход загрязняющих веществ, осредненный за 2003-2013 гг. (мкг/м³).

1.2. Физические и химические характеристики атмосферы

1.2.1. Углекислый газ и метан

Мониторинг парниковых газов был начат ГГО в начале 80-х годов прошлого столетия. Действующие на территории России станции представлены в таблице 1.2.1.1. Станция Териберка (Кольский полуостров, побережье Баренцева моря) и станция Тикси (Арктическое побережье, море Лаптевых, залив Сого) расположены в условиях, близких к фоновым. Станция Новый Порт (полуостров Ямал, берег Обской губы) и Воейково (пригород Санкт-Петербурга) находятся в районах крупномасштабных антропогенных источников парниковых газов. Для сравнения привлечены данные станции Барроу расположенной в том же широтном поясе (71,32о с.ш., 156,6о з.д.). В Мировой центр данных ВМО по парниковым газам (WDCGG) данные этой станции представляет Национальная Администрация по Океану и Атмосфере США (NOAA ESRL GMD).

Станция Териберка (Кольский полуостров, побережье Баренцева моря) и станция Тикси (Арктическое побережье, море Лаптевых, залив Сого) расположены в условиях, близких к фоновым. Станция Новый Порт (полуостров Ямал, берег Обской губы) и Воейково (пригород Санкт-Петербурга) находятся в районах крупномасштабных антропогенных источников парниковых газов. Для сравнения привлечены данные станции Барроу расположенной в том же широтном поясе (71,32о с.ш., 156,6о з.д.). В Мировой центр данных ВМО по парниковым газам (WDCGG) данные этой станции представляет Национальная Администрация по Океану и Атмосфере США (NOAA ESRL GMD).

Табл. 1.2.1.1. Станции мониторинга парниковых газов.

Станция	Широта (северная)	Долгота (восточная)	Высота над у.м.	Период на- блюдений	Программа наблюдений
Териберка	69°12'	35°06'	40	с 1988	CO ₂ , CH ₄ с 1996 г.
Новый порт	67°41'	72° 53'	11	с 2002	CO ₂ , CH ₄
Воейково	59° 57'	30° 42'	72	с 1996	CH ₄
Тикси	71°35'	128°55'	15	с 2011	CO ₂ , CH ₄

Результаты измерений CO₂ и CH₄ на станциях Териберка и Тикси.

Временной ход концентрации CO₂ на станции Териберка за весь период наблюдений показан на рис. 1.2.1.1.. Результаты измерений концентрации CH₄ и CO₂ на двух фоновых станциях (Териберка и Тикси) за последние 11 лет представлены в табл. 1.2.1.2.

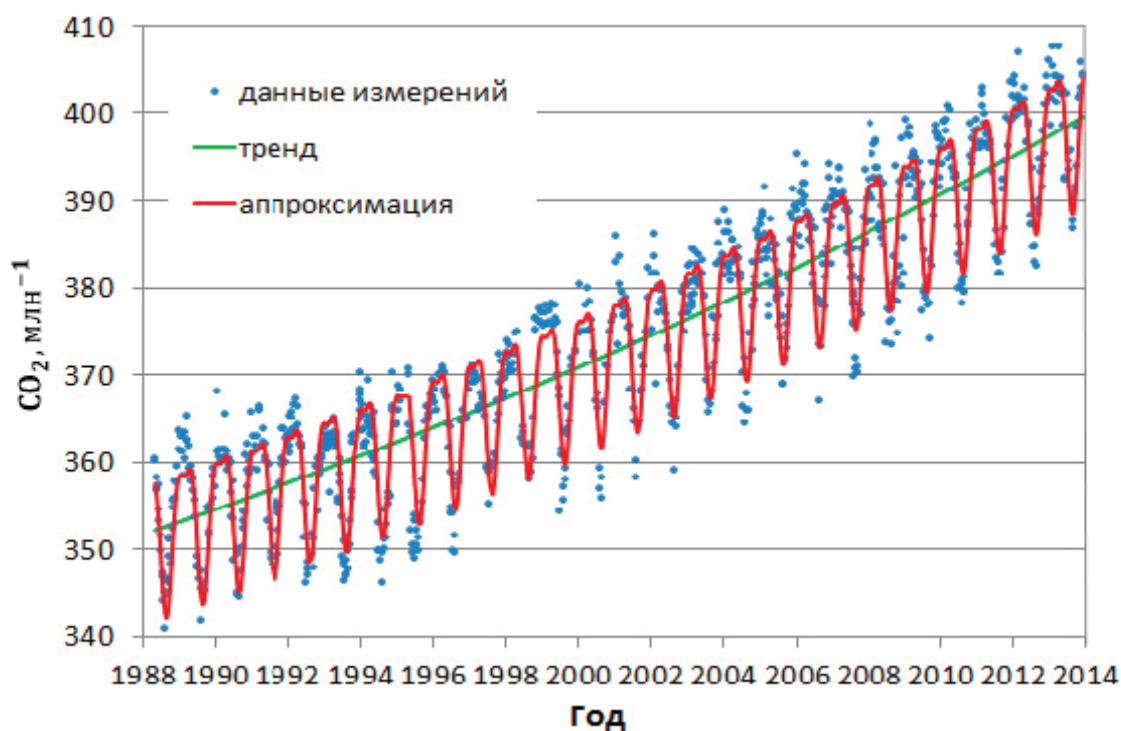


Рис. 1.2.1.1. Результаты мониторинга концентрации CO_2 на станции Териберка

Табл. 1.2.1.2. Среднегодовые значения и межгодовой рост (Δ) концентрации CH_4 и CO_2 на станциях Териберка и Тикси

Год	Териберка				Тикси			
	CH_4 , млрд ⁻¹	ΔCH_4 , млрд ⁻¹	CO_2 , млн ⁻¹	ΔCO_2 , млн ⁻¹	CH_4 , млрд ⁻¹	ΔCH_4 , млрд ⁻¹	CO_2 , млн ⁻¹	ΔCO_2 , млн ⁻¹
2002	1862,6	-2,4	375,5	2,4				
2003	1879,2	16,7	377,7	2,1				
2004	1871,7	-7,5	379,2	1,5				
2005	1870,7	-1,0	381,6	2,4				
2006	1871,3	0,5	384,8	3,1				
2007	1877,3	6,0	385,0	0,3				
2008	1894,9	17,6	388,1	3,1				
2009	1905,0	10,1	390,1	2,1				
2010	1906,1	1,1	392,3	2,1				
2011	1906,8	0,8	394,1	1,8	1913,2		394,2	
2012	1910,8	4,0	396,4	2,4	1913,2	0,0	396,0	1,8
2013	1908,4	-2,4	398,7	2,3	1914,7	1,5	398,9	2,9

На основе данных станции Териберка получены оценки тренда концентрации CO_2 и CH_4 по десятилетнему периоду наблюдений. Результаты представлены на рис. 1.2.1.2 в сравнении с аналогичными оценками для станции Барроу, расположенной в том же широтном поясе. Оценка тренда выполнена также для станции Новый порт по периоду наблюдений с 2004 по 2013 гг.

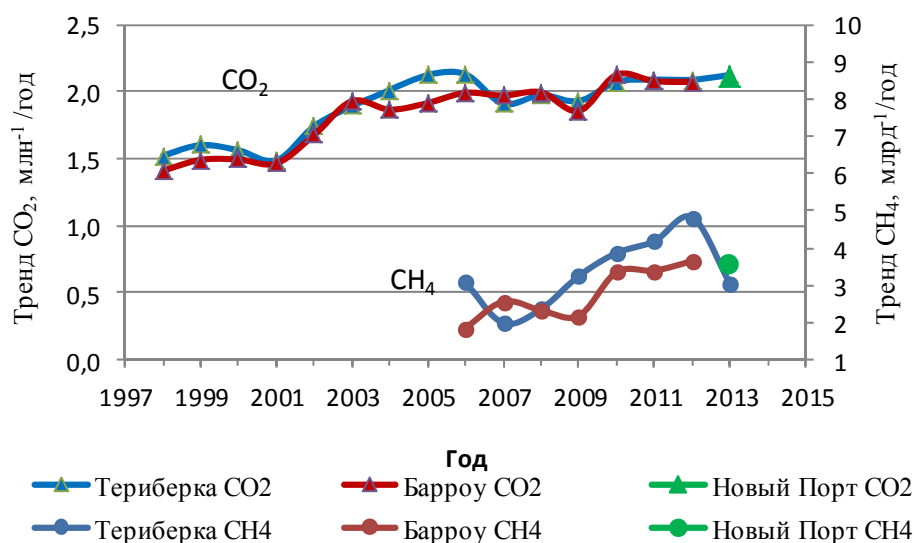


Рис. 1.2.1.2. Тренд концентрации парниковых газов, определенный по десятилетнему периоду наблюдений в сравнении с данными станции Барроу

Значения долговременного тренда близки для всех станций, включая станцию Новый Порт, подверженную влиянию региональных источников. Значения тренда концентрации CO₂, составляющие в начале века около 1,5 млн⁻¹/год возросли до значения 2 млн⁻¹/год к концу первого десятилетия. С 2010 г. тренд остается равным 2,1 млн⁻¹/год для всех рассмотренных станций. Тренд концентрации CH₄ несколько увеличивается после 2008 г. и составляет в 2013 г. 3,0–3,5 млрд⁻¹/год по данным станций Териберка и Новый Порт. За последний десятилетний период концентрация CO₂ увеличилась на 5,6% (21 млн⁻¹), концентрация CH₄ на 1,6% (29 млрд⁻¹).

Рост концентрации парниковых газов для рассматриваемых станций от года к году показан на рис. 1.2.1.3 и 1.2.1.4. Видно, что, в последние 3 года отсутствует рост концентрации метана, как на российских станциях, так и на станции Барроу. Рост концентрации CO₂ неуклонно продолжается со скоростью близкой к 2 млн⁻¹/год.

Среднегодовые значения концентрации CO₂ для станций Териберка и Тикси в период совместных наблюдений близки. Климатические различия сказываются на особенностях сезонного хода, в частности, времени начала спада и роста концентрации, связанного с деятельностью растительности как стока CO₂. На станции Тикси зафиксированы более высокие значения концентрации метана по сравнению с данными станции Териберка (табл. 1.2.1.3), что может быть результатом повышенной региональной эмиссии метана. Вместе с тем уровень концентрации метана остается стабильным, что говорит об отсутствии изменения источников метана в данном регионе, связанного с изменением климата и высвобождением метана из крупных северных резервуаров углерода.

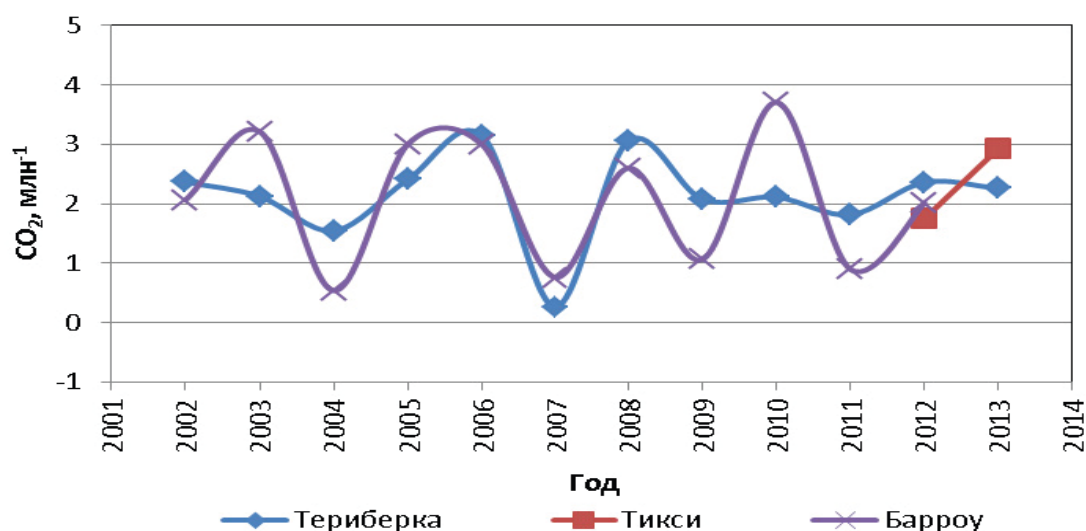


Рис. 1.2.1.3. Межгодовой рост концентрации CO₂

Результаты измерений концентрации парниковых газов (ПГ) в районах расположения источников их эмиссии Станция Новый Порт расположена на побережье Обской губы на расстоянии 80–250 км от крупнейших в РФ месторождений природного газа. Данные измерений на этой станции отражают влияние техногенных выбросов парниковых газов на месторождения природного газа и нефти в Западной Сибири и приводят к существенному превышению концентрации метана над фоновым уровнем, а также к повышенному относительно фоновых значений содержанию CO₂.

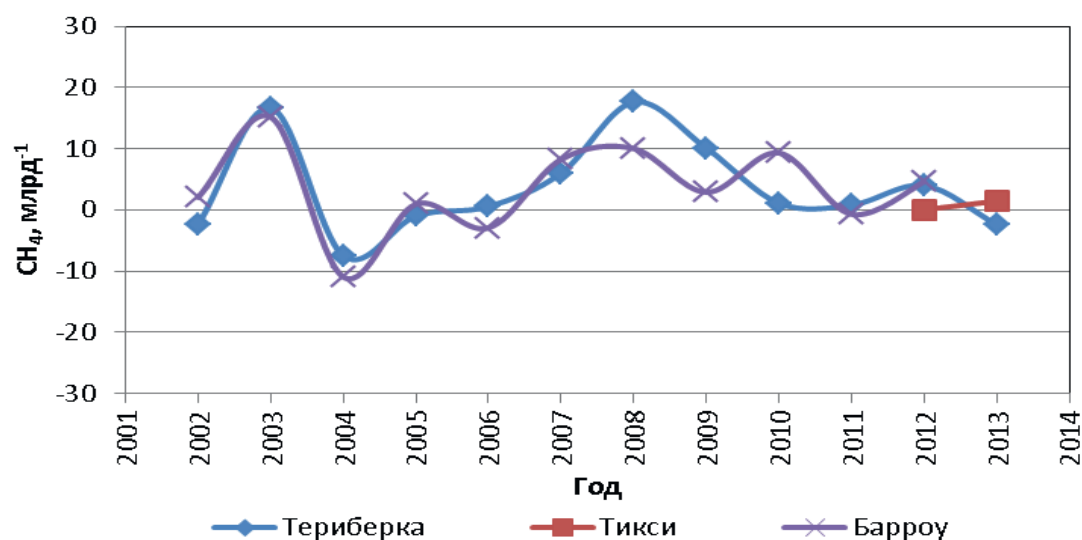


Рис. 1.2.1.4. Межгодовой рост концентрации CH₄

Для контроля изменений эмиссии метана в районе Санкт-Петербурга с 1996 г. проводится мониторинг содержания CH₄ в интегрированных за месяц пробах воздуха в окрестностях Санкт-Петербурга на станции Воейково (12 км восточнее административной границы города), а также непосредственно в Санкт-Петербурге с 2000 г.

Влияние источников парниковых газов, действующих в районах расположения станций, рассматривается на основе определения превышения концентрации над фоновым уровнем, в качестве которого используются данные станции Териберка. Среднегодовые значения превышения для трех мест наблюдений показаны на рис. 1.2.1.5 и приведены в табл. 1.2.1.3.

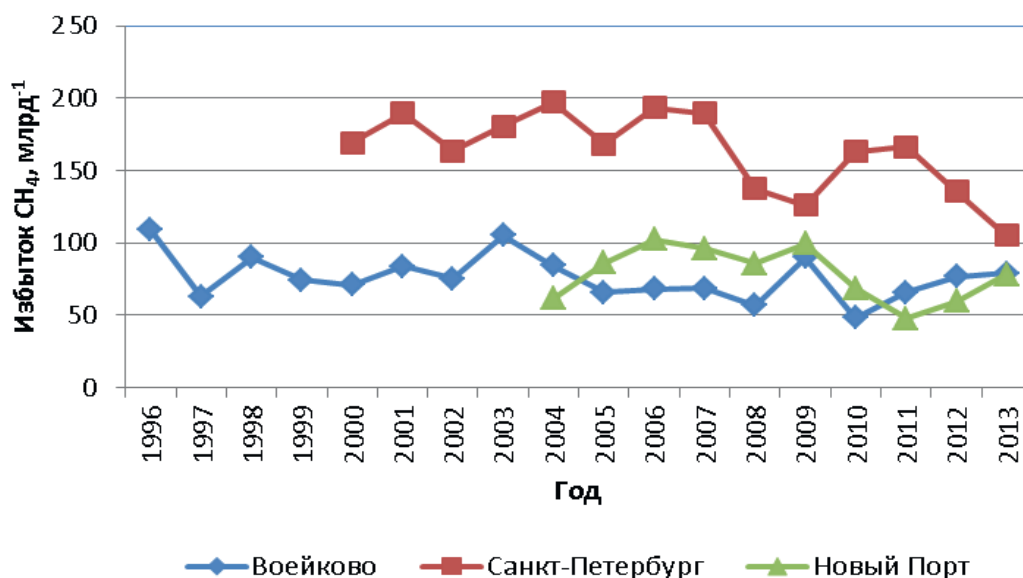


Рис. 1.2.1.5. Среднегодовое превышение концентрации CH_4 над фоновым уровнем

Табл. 1.2.1.3. Превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем

	Избыток концентрации CH_4				Избыток концентрации CO_2			
	млрд-1	%	млрд-1	%	млн-1	%	млн-1	%
	Новый порт				Новый порт			
Период осреднения	2004-2013		2013		2004-2012		2013	
Год	78,6	4,1	78,1	4,1	4,7	1,4	3,1	0,8
	Воейково							
Период осреднения	1996-2013		2013					
	76,5	4,1	79,3	4,2				
	Санкт-Петербург							
Период осреднения	2000-2013		2013					
	163,2	6,7	105,2	5,5				

Как видно из представленных данных избыток концентрации метана в 2013 г. близок к средним многолетним значениям или ниже его. Существенно уменьшилось превышение концентрации метана в Санкт-Петербурге над фоновым уровнем (105,2 млрд⁻¹ в 2013 г. по сравнению с 141,1 млрд⁻¹ в 2012 г.). При этом в Воейково концентрация метана осталась на уровне 2012 г. Возможными причинами этого могут быть особенности условий перемешивания примеси в атмосфере в 2013 г., а также перераспределение источников эмиссии метана между город-

ской и пригородной территорией.

Результаты измерений концентрации метана в пробах воздуха, приземного слоя атмосферы, отобранных на СКФМ в Приокско-Террасном биосферном заповеднике.

Для проведения мониторинга парниковых газов (ПГ) на ООПТ Российской Федерации в качестве экспериментального места наблюдений была выбрана станция комплексного фонового мониторинга Росгидромета, расположенная в Приокско-Террасном природном биосферном заповеднике (СКФМ «Приокско-Террасный БЗ»). На площадке этой станции, начиная с 2008 года проводится регулярный отбор проб воздуха в специальные сосуды из нержавеющей стали на высоте около 4 м от поверхности земли с интервалом 1 раз в декаду, т.е. три пробы в месяц. Отбор проб выполняется в соответствии с методическими указаниями, разработанными в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Сосуды с пробами воздуха направляются в аккредитованную аналитическую лабораторию ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» для определения молярных концентраций метана и диоксида углерода газохроматографическим методом с погрешностью измерений не более 1,0 %.

Измерения концентраций метана начаты в 2007 году с использованием газового хроматографа фирмы «Agilent Technologies, модель 6890N» с пламенно-ионизационным детектором (ПИД); а с 2011 года проводятся измерения концентраций метана и диоксида углерода по новой методике на сертифицированном двухканальном газохроматографическом комплексе «Кристаллюкс 4000М с двумя детекторами – ПИД (используется для измерения метана) и детектора по теплопроводности ДТП (используется для измерения диоксида углерода). Автоматизированный газохроматографический комплекс «Кристаллюкс 4000М модификация ПИД/ДТП отградуирован по стандартному образцу – газовой смеси метана и диоксида углерода в сухом воздухе с молярной долей метана, равной $1,892 \pm 0,010 \text{ млн}^{-1} \text{ (ppm)}$ и молярной долей диоксида углерода, равной $405,9 \pm 2,0 \text{ млн}^{-1} \text{ (ppm)}$, изготовитель: ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», г. Санкт-Петербург, РОССТАНДАРТ.

Среднемесячные концентрации ПГ по результатам наблюдений за 2011-2013 гг приведены в табл 1.2.1.4.

Изменения среднегодовых концентраций метана за период 2007-2013 гг представлены на рис 1.2.1.6.

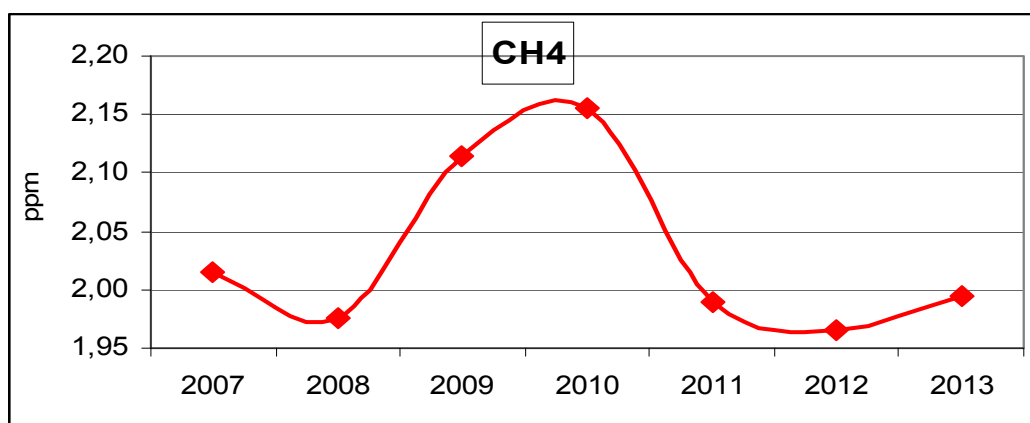


Рис 1.2.1.5. Среднегодовые концентрации метана за период 2007-2013 гг. на СКФМ «Приокско-Тerrasный БЗ».

Таблица 1.2.1.4. Среднемесячные значения молярных концентраций парниковых газов на территории станции комплексного фоновой мониторинга в Приокско-Тerrasном биосферном заповеднике.

Месяц года	2011 год. Концентрация, млн ⁻¹ (ppm)		2012 год. Концентрации, млн ⁻¹ (ppm)		2013 год. Концентрации, млн ⁻¹ (ppm)	
	Метан	Диоксид углерода	Метан	Диоксид углерода	Метан	Диоксид углерода
Январь	2,1443±0,019	421,2±3,4	2,0301 ±0,010	477,5±1,5	2,0410±0,010	467,2±0,8
Февраль	2,1226±0,017	426,4±3,4	2,1065±0,011	466,7±1,2	2,0180±0,006	463,6±0,9
Март	2,1342±0,017	404,7±2,8	2,0377±0,005	454,1±1,8	1,9270±0,008	431,7±0,9
Апрель	2,1348±0,015	416,6±2,5	1,9372±0,012	415,7±1,3	1,9504±0,007	456,2±1,6
Май	2,0689±0,012	398,8±2,4	1,9256±0,008	392,6±1,6	1,9290±0,005	372,6±0,4
Июнь	1,8970±0,013	397,8±2,7	1,8865±0,004	388,6±1,7	1,9021±0,009	388,5±1,2
Июль	1,8954±0,012	385,4±3,1	1,8840±0,006	399,2±1,1	2,0678±0,007	411,6±0,9
Август	1,9256±0,013	368,2±2,0	2,0470±0,008	405,9±1,3	2,2011±0,005	433,2±1,1
Сентябрь	1,8270±0,014	380,9±2,9	1,8903±0,007	436,6±1,1	1,9730±0,003	423,4±0,5
Октябрь	1,8543±0,011	398,9±2,0	1,9904±0,008	462,3±1,4	1,9650±0,006	457,0±1,5
Ноябрь	1,9009±0,012	427,3±2,6	2,0035±0,006	479,5±1,4	1,9480±0,005	462,1±1,4
Декабрь	2,0057±0,018	496,8±3,9	1,9940±0,006	469,3±1,5	2,0150±0,008	451,7±1,4
Среднее значение за год	1,9925±0,014	410,3±2,8	1,9778±0,008	437,3±1,4	1,9947±0,007	434,9±1,2

Анализ результатов наблюдений за содержанием ПГ в воздухе на СКФМ «Приокско-Тerrasный БЗ» позволяет сделать следующие предварительные оценки:

- практически не отмечается роста концентрации метана из года в год; колебание за последние 7 лет находится на уровне среднегодовой величины 2,0383 млн⁻¹ с максимальным размахом около 2,0 %,. Сравнение данных за 2011-2013гг с аналогичными фоновы-

ми значениями по станциям Териберка и Тикси указывают на избыток концентрации над фоном в 70-85 млрд⁻¹. Аналогичные значения избытка концентраций отмечаются для станций Новый Порт и Воейково;

- среднегодовые концентрации диоксида углерода имеют повышенные значения по сравнению с фоновыми, при этом избыток концентрации над фоном составил 16,2 млн⁻¹ в 2011 году и 40,9 млн⁻¹ в 2012 году. Указанная разница связана с более высокими концентрациями в холодные месяцы года, обусловленные влиянием антропогенного источника – местной отопительной котельной, работающей на угле. Особенно это хорошо прослеживается по данным наблюдений в 2012 году, когда была очень холодная и продолжительная зима;
- отмечается внутригодовой сезонный ход концентраций метана и диоксида углерода: в холодные месяцы года они всегда на 10-13 % выше по сравнению с теплыми месяцами года, что связано вероятно с общим повышением содержания ПГ в воздухе европейской части России в холодные сезоны года.

В целом, можно полагать, что наблюдаемые концентрации ПГ на СКФМ «Приокско-Террасный БЗ» характеризуют региональный фон по измеряемым газам с учетом сезонности влияния антропогенных источников.

Мониторинг изменчивости содержания парниковых газов в атмосфере над Северным Тянь-Шанем (Станция мониторинга «Иссык-Куль»)

Начиная с 70-х годов прошлого века в Институте экспериментальной метеорологии ФГБУ "НПО "Тайфун" развиваются аппаратура и методика измерений общего содержания во всей толще атмосферы парниковых и радиационно-активных газов, основанные на использовании спектроскопического метода. В 1980 г. на ст. Иссык-Куль в Киргизии была установлена аппаратура и в содружестве с Киргизским национальным государственным университетом были начаты непрерывные регулярные наземные спектроскопические измерения общего содержания H₂O и средней во всей толще атмосферы концентрации CO₂. С 2004 г. начались регулярные спектроскопические измерения содержания в толще атмосферы CH₄. Эти измерения проводятся регулярно по настоящее время при методическом руководстве ФГБУ "НПО "Тайфун".

Полученные на станции «Иссык-Куль» данные измерений содержания CO₂ в толще атмосферы регулярно передаются в Мировой центр данных по парниковым газам (World Data Center for Greenhouse Gases – WDCGG. Tokyo, Japan), а данные об общем содержании в атмосфере O₃ в Мировой центр данных по озону и ультрафиолетовой радиации (World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Center – WOUDC. Toronto, Canada) и публикуются в сборниках, пе-

риодически издаваемых этими центрами.

Табл. 1.2.1.5. Среднемесячные концентрации метана в млн⁻¹ (погрешность единичного измерения 4%)

	янв	фев	мар	апр	май	июнь	июль	авг	сен	окт	ноя	дек	сред
2012	1.840	1.798	1.802	1.812	1.794	1.806	1.820	1.836	1.813	1.822	1.823	1.868	1.819
2013	1.837	1.837	1.806	1.847	1.844	1.858	1.861	1.936	1.920	1.919	1.922	1.894	1.873

Табл. 1.2.1.6 Среднемесячные средние по высоте концентрации углекислого газа в млн⁻¹ (погрешность единичного измерения 0,06 млн⁻¹)

	янв	фев	мар	апр	май	июнь	июль	авг	сен	окт	ноя	дек	сред
2012	393	394	394	392	394	387	386	389	391	390	394	392	391
2013	395	397	394	398	396	397	390	391	395	393	397	397	395

Табл. 1.2.1.7. Среднемесячное общее содержание водяного пара, г/см² (погрешность единичного измерения 1%)

	янв	фев	мар	апр	май	июнь	июль	авг	сен	окт	ноя	дек	сред
2012	0.53	0.45	0.70	1.08	1.39	2.16	2.33	1.97	1.56	1.11	0.50	0.56	1.2
2013	0.54	0.43	0.81	1.04	1.41	1.83	2.28	2.28	1.85	1.55	0.80	0.81	1.3

1.2.2. Общее содержание озона.

Анализ общего содержания озона (ОСО) выполнен по данным отечественной сети фильтровых озонметров М-124 с привлечением данных мировой озонметрической сети, поступающих в Мировой центр данных ВМО по озону и ультрафиолетовой радиации (WOUDC) в Канаде, а также данных спутниковой аппаратуры OMI (США). Более подробная информация о поведении ОСО в различные месяцы с указанием отдельных аномалий ежеквартально публикуется в журнале «Метеорология и гидрология».

ОСО является важнейшей характеристикой озонового слоя, которая определяет поглощение ультрафиолетового (УФ) излучения Солнца в области длин волн 290-315 нм (так называемая УФ-Б область). Количественно ОСО выражают приведенной толщиной слоя озона, которая получилась бы, если бы весь содержащийся в атмосфере озон привести к нормальному давлению и температуре 0° С. В среднем по земному шару она равна 3 мм, но может изменяться от 1 мм (в Антарктиде в период весенней озоновой аномалии) до 6 мм (в конце зимы – начале весны над Дальним Востоком). ОСО измеряют в так называемых единицах Добсона (е.Д.); приведенная толщина слоя озона 3 мм соответствует 300 е.Д.

В целом в 2013 г. поле отклонений среднегодовых значений ОСО от нормы (рис. 1.2.2.1), в основном, слабое положительное в Европейской части и слабое отрицательное в Азиатской части России. Долговременную эволюцию ОСО над регионами России иллюстрирует ход среднегодовых и средних за март значений ОСО над различными станциями (рис. 1.2.2.2). Особенностью 2013 г. является практическое отсутствие крупных аномалий ОСО в весенний период, в частности, в марте (рис. 1.2.2.2 и 1.2.2.3), чего в последние 25 лет почти не наблюдалось. В предыдущие годы наиболее крупные среднемесячные аномалии ОСО обычно наблюдались в марте, реже в апреле.

Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы для всех анализируемых станций лежат в интервале от -5 до +4%. Наибольший дефицит среднегодового значения ОСО (-5%) зарегистрирован на станции Большая Елань на юге Сахалина. Максимальное превышение среднегодового значения ОСО над нормой (+4%) зарегистрировано на станции Оленек на севере Центральной Сибири.

В течение 2013 года отдельные существенные отклонения ежедневных значений ОСО от нормы отмечались июне, июле, сентябре и октябре:

- 14 и 15 июня пониженные на 18-22% значения ОСО над Камчаткой и Охотским морем (300-320 ед. Д.).

- с 14 по 16 июля повышенные на 21-26% значения ОСО над островами Северного Ледовитого океана в районе о. Хейс (386-397 ед. Д.).

- 30 сентября и 1 октября повышенные на 22-26% значения ОСО над юго-востоком Европейской части территории России и Уралом (353-372 ед. Д.);

- 3 и 4 октября повышенные на 22-27% значения ОСО над югом Европейской части территории России (356-369 ед. Д.).

Самая крупная отрицательная аномалия ОСО наблюдалась продолжительностью до 5 суток над югом Западной Сибири и Казахстаном в конце сентября – начале октября, когда ежедневные уровни ультрафиолетовой облученности опасности для здоровья не представляют. На большинстве российских станций большую часть 2013 г. ОСО было выше, чем в предыдущем году. Ход ОСО в целом над станциями наблюдений в России удовлетворительно согласуется со среднезональным ходом ОСО в средних широтах Северного полушария (35–65° с.ш.).

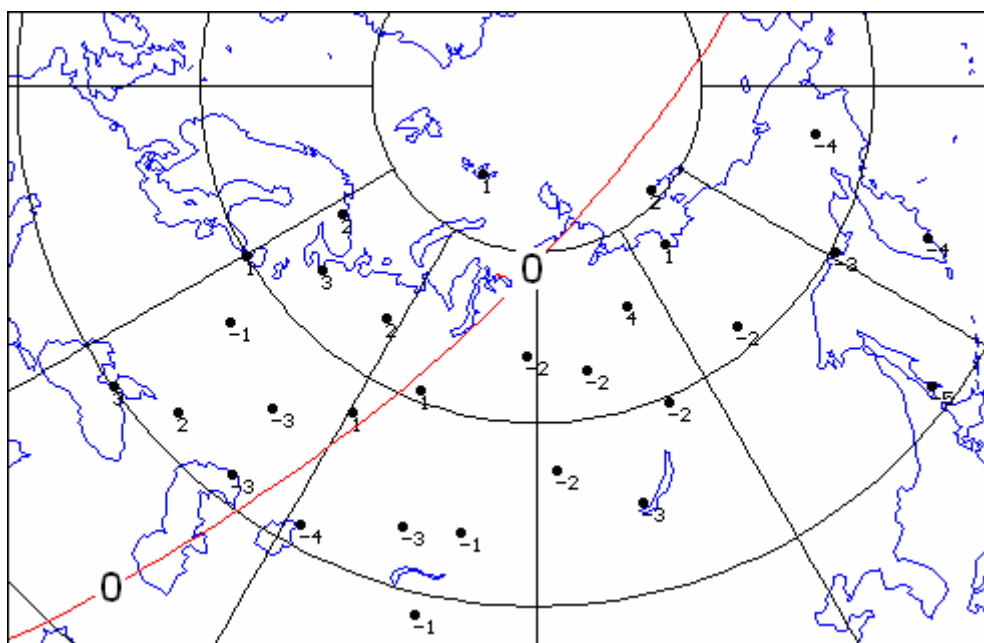


Рис. 1.2.2.1. Поле отклонений (%) общего содержания озона от многолетних средних в целом за 2013 г. по данным озонометрической сети СНГ

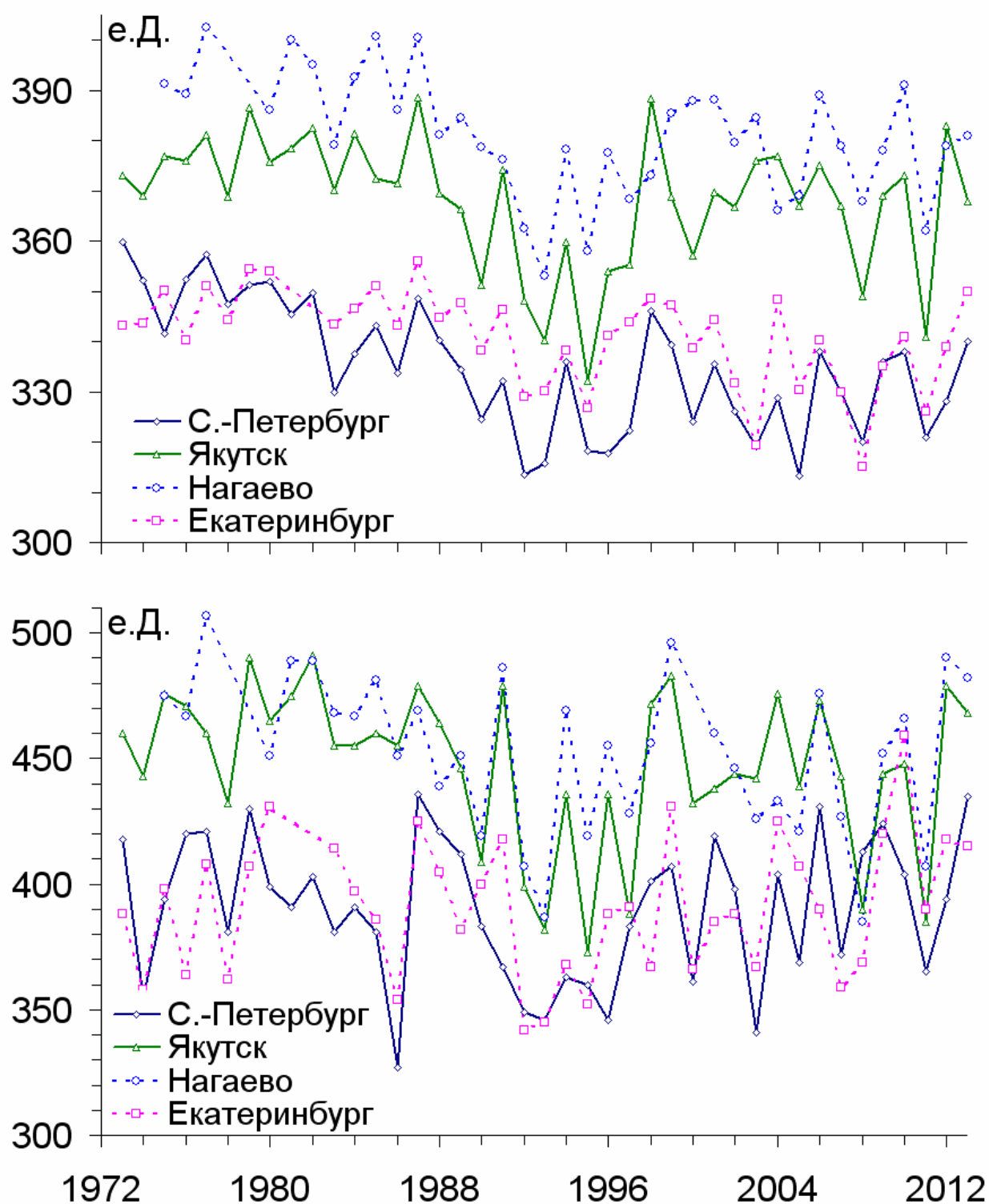


Рис. 1.2.2.2. Ход среднегодовых (вверху) и средних за март (внизу) значений ОСО в пунктах наблюдений С.-Петербург (60° N, 30° E), Екатеринбург (57° N, 61° E), Якутск (62° N, 130° E), Нагаево (60° N, 151° E)

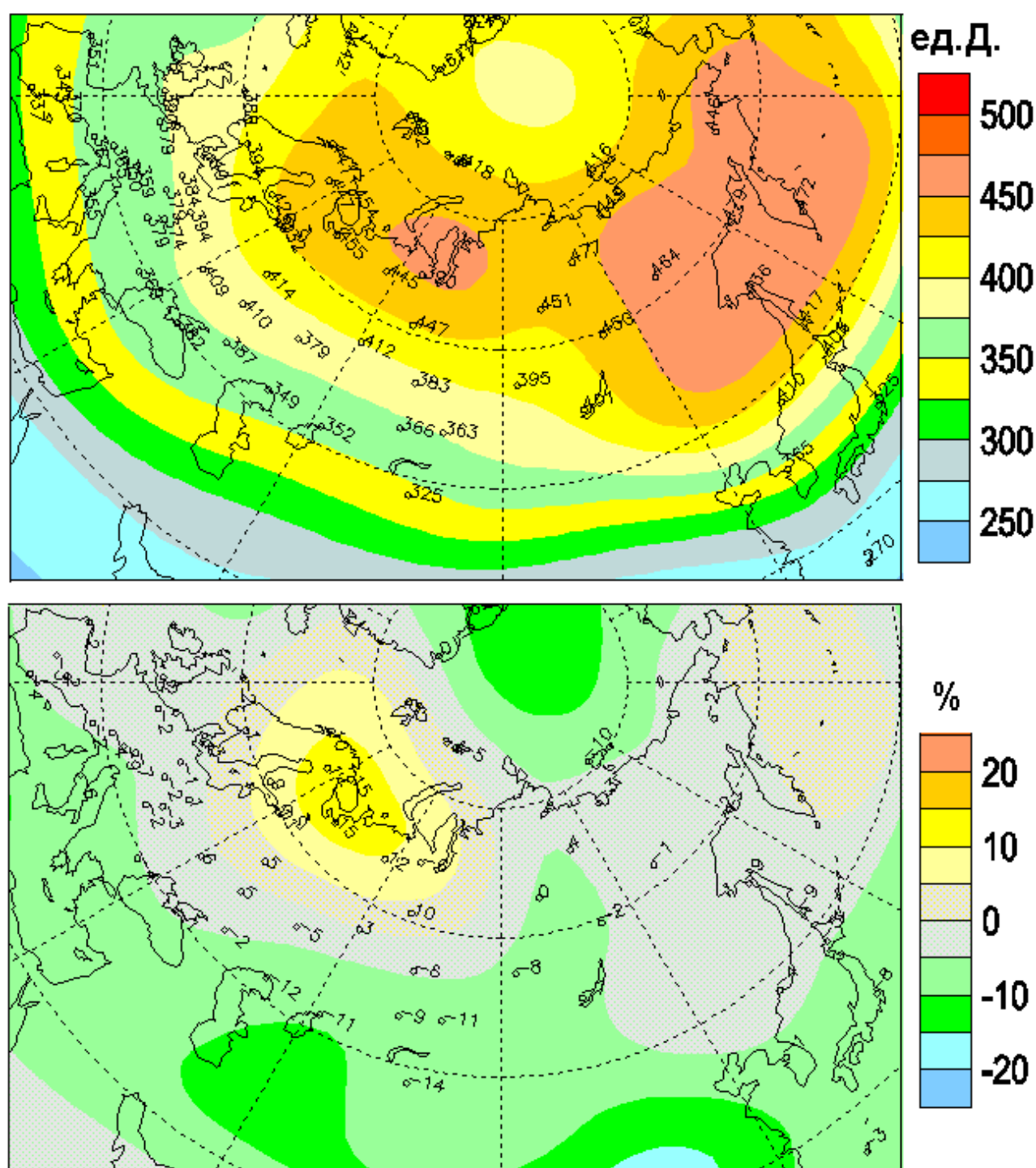


Рис. 1.2.2.3. Поле общего содержания озона (ед.Д.; вверху) в марте 2013 г. и его отклонения (%) в от средних многолетних (1978-1988 г.г.) значений по данным WOUDC, Канада

1.2.3. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы

Состояние прозрачности и общего замутнения атмосферы на станциях, работающих по программе фоновго мониторинга атмосферы, характеризуют коэффициент интегральной прозрачности (P2) и оптическая плотность атмосферы (ОПА), отнесенные к оптической массе атмосферы $m = 2$, т.е. к высоте Солнца, равной 30° . Средние за наблюдательный период 2013 г. значения этих характеристик для региональных станций фоновго мониторинга и трех парных им городов традиционно приводятся в таблице 1.2.3.1.

Табл. 1.2.3.1. Среднегодовые значения ОПА и P2 на станциях фоновго мониторинга в 2013 г.

Станция	Район расположения	Широта в град. с.ш.	Долгота в град. в.д.	P2 ± σ	ОПА ± σ
1	2	3	4	5	6
Туруханск	Красноярский край	65,8	87,9	0,791±0,020	
Усть-Вымь	Республика Коми	62,2	50,1	0,784±0,033	
Сыктывкар*	Республика Коми	61,9	50,9	0,793±0,026	0,235±0,024
Воейково	Ленинградская обл.	60,0	30,7	0,768±0,028	0,245±0,044
Памятная	Западная Сибирь	56,0	65,7	0,781±0,019	0,233±0,033
Курган*	Западная Сибирь	55,5	65,4	0,781±0,019	0,264±0,037
Хужир	о-в Ольхон (оз. Байкал)	53,2	107,3	0,751±0,040	0,248±0,024
Иркутск*	Восточная Сибирь	52,3	104,3	0,801±0,031	0,288±0,054
Шаджатмаз	Сев. Кавказ	43,7	42,7	0,852±0,021	0,222±0,040
				0,774±0,026	0,260±0,035
				0,852±0,021	0,160±0,026

Примечания:

– Звездочкой отмечены городские станции, являющиеся парными к фоновым, указанным на строку выше.

P2 и ОПА связаны соотношением: $ОПА = -\ln P2 = -0,5 \ln (Sp,30 / S0)$, где $Sp,30$ - величина измеренного потока прямой солнечной радиации в кВт/м², приведенная к среднему расстоянию от Земли до Солнца и оптической массе атмосферы $m = 2$; $S0$ – величина потока радиации на верхней границе атмосферы. ОПА позволяет косвенно судить об аэрозольном ослаблении в атмосфере, поскольку представляет собой оптическую плотность атмосферы для прямой солнечной радиации в диапазоне длин волн $\Delta\lambda = 0,3 - 4$ мкм, где ее вариации главным образом определяются содержанием в атмосфере аэрозоля и водяного пара.

Как следует из табл. 1.2.3.1 и рис. 1.2.3.1, в 2013 г. самая низкая прозрачность наблюдалась на станции Воейково (среднегодовые значения для P2 составили 0,768, для ОПА – 0,264), самая высокая на станции Шаджатмаз, расположенной на Северном Кавказе на высоте 2017 м над уровнем моря (P2 = 0,852, ОПА = 0,160). Среднее за год значение P2 на станции Шаджатмаз значительно превысило характерное значение для градации высокой прозрачности (0,826) по классификации С.И.Сивкова. Отчасти это могло быть вызвано тем, что из-за отсутствия условий для проведения наблюдений данные за май – июль 2013 г. не были представлены. По-

сколькx это месяцы с наиболее высоким замутнением и низкой прозрачностью (что обусловлено естественным годовым ходом ОПА и P_2), то отсутствие данных могло исказить общую картину за год. В остальные месяцы года (за исключением августа, когда среднемесячное $P_2 = 0,816$) условия высокой прозрачности атмосферы сохранялись.

На региональных станциях Памятное и Хужир ОПА была на 16% и 17% соответственно ниже по сравнению с парными городами Курган и Иркутск. На парных станциях Усть-Вымь – Сыктывкар наблюдалась обратная картина: ОПА на региональной фоновой станции Усть-Вымь была на 5% выше, чем в парном городе Сыктывкар. Подобная инверсия показателей степени замутнения на парных станциях часто определяется тем, с какой стороны (подветренной или наветренной) по отношению к городу в исследуемый период времени преимущественно находится фоновая станция.

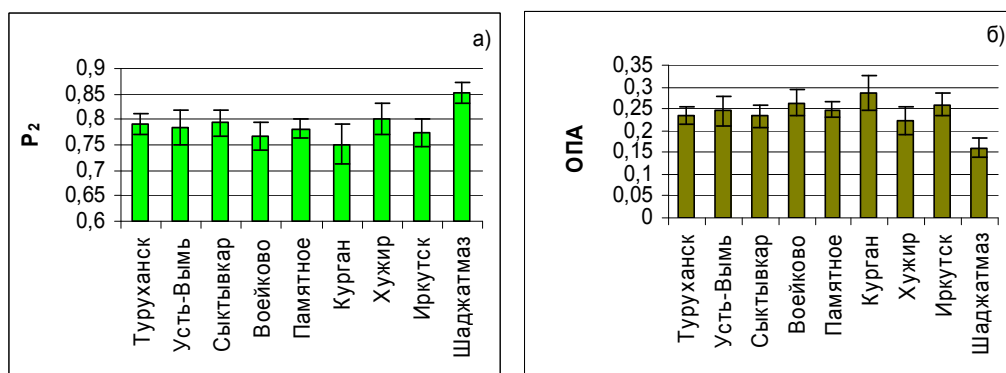


Рис. 1.2.3.1. Средние значения P_2 (а) и ОПА (б) и доверительные интервалы для них $\pm\sigma$ в 2013 году

По сравнению с предыдущим годом оптическая плотность атмосферы на станциях Туруханск и Сыктывкар практически не изменилась (рис. 1.2.3.2), на станциях Усть-Вымь и Воейково она незначительно увеличилась, на остальных станциях уменьшилась, что свидетельствует о некотором очищении атмосферы в сравнении с прошлым годом, однако, абсолютная величина этого уменьшения составляла не более 2%.

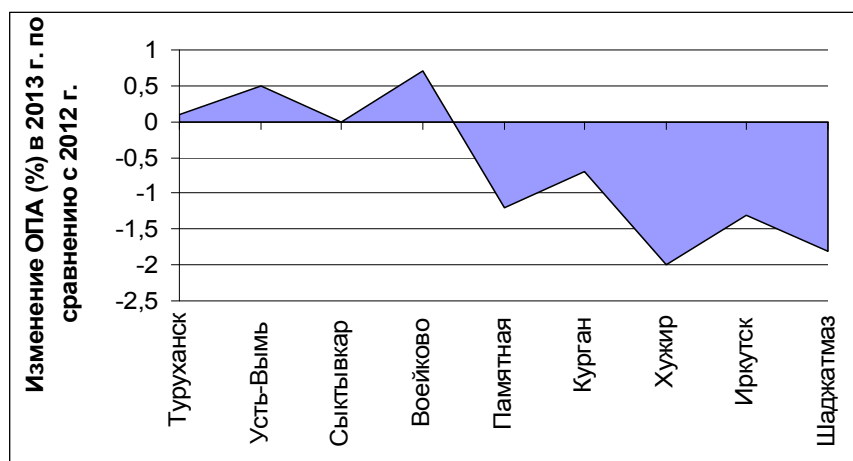


Рис. 1.2.3.2. Изменения ОПА на станциях фонового мониторинга по сравнению с

предыдущим годом

По городским парным станциям фонового мониторинга в настоящее время мы располагаем рядами наблюдений, начиная с 1997 г. и по настоящее время. Изменчивость среднемесячных значений ОПА для выбранных в качестве парных к фоновым станциям городов Курган, Сыктывкар и Иркутск (табл. 1.2.3.1) за этот период показана на рис. 1.2.3.3 б, в, г.

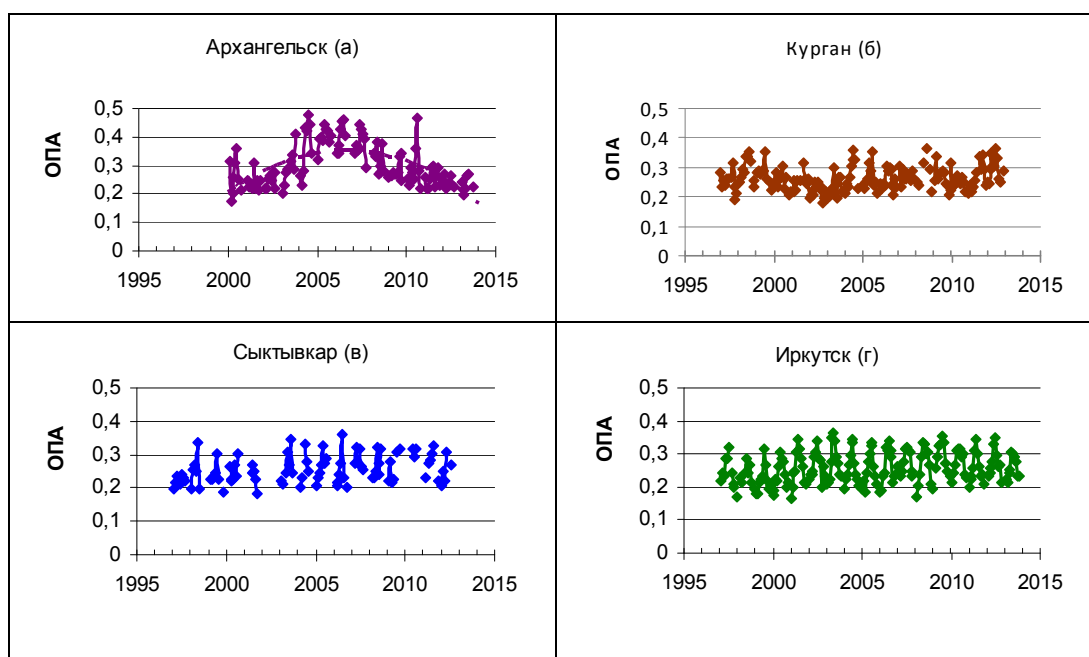


Рис. 1.2.3.3. Изменчивость среднемесячных значений ОПА на станции Архангельск (а), а также на городских станциях Курган (б), Сыктывкар (в), Иркутск (г), парных фоновым станциям Памятное, Усть-Вымь и Хужир

За 1997 – 2013 гг. для этих городов характерно отсутствие значимых многолетних трендов. За исключением некоторых локальных особенностей в отдельные годы (например, снижение ОПА в г. Курган в конце 1990-х и начале 2000-х годов), конфигурация их многолетней изменчивости достаточно схожа, а интервал изменений ОПА составляет 0,15 – 0,40. Однако такой ход характерен именно для рассматриваемых нами городов. Для примера за те же годы на рис. 1.2.3.3а показана изменчивость среднемесячных значений ОПА для городской станции Архангельск на севере ЕТР и тренд этих значений. С 2003 по 2010 год оптическая плотность атмосферы здесь заметно повышена, причем максимум ОПА приходится на 2005 – 2007 гг. Причины такого роста ОПА требуют дополнительного выяснения.

Как уже упоминалось в предыдущих Обзорах, наблюдения за интегральной прозрачностью и ОПА были начаты с 1997 г. в связи с прекращением спектральных актинометрических наблюдений за аэрозольной оптической плотностью атмосферы. Поэтому мы постепенно восстанавливаем ряды данных интегральных наблюдений за Р2 и ОПА с начала работы станций фонового мониторинга (70-е годы) до настоящего времени. В 2013 г. такой ряд данных наблю-

дений был восстановлен для городской станции Иркутск, парной к фоновой станции Хужир, полный ряд данных для которой уже восстановлен. Изменчивость среднегодовых значений ОПА для этой пары станций показана на рис. 1.2.3.4 а, а изменчивость относительных аномалий ОПА – на рис. 1.2.3.4 б.

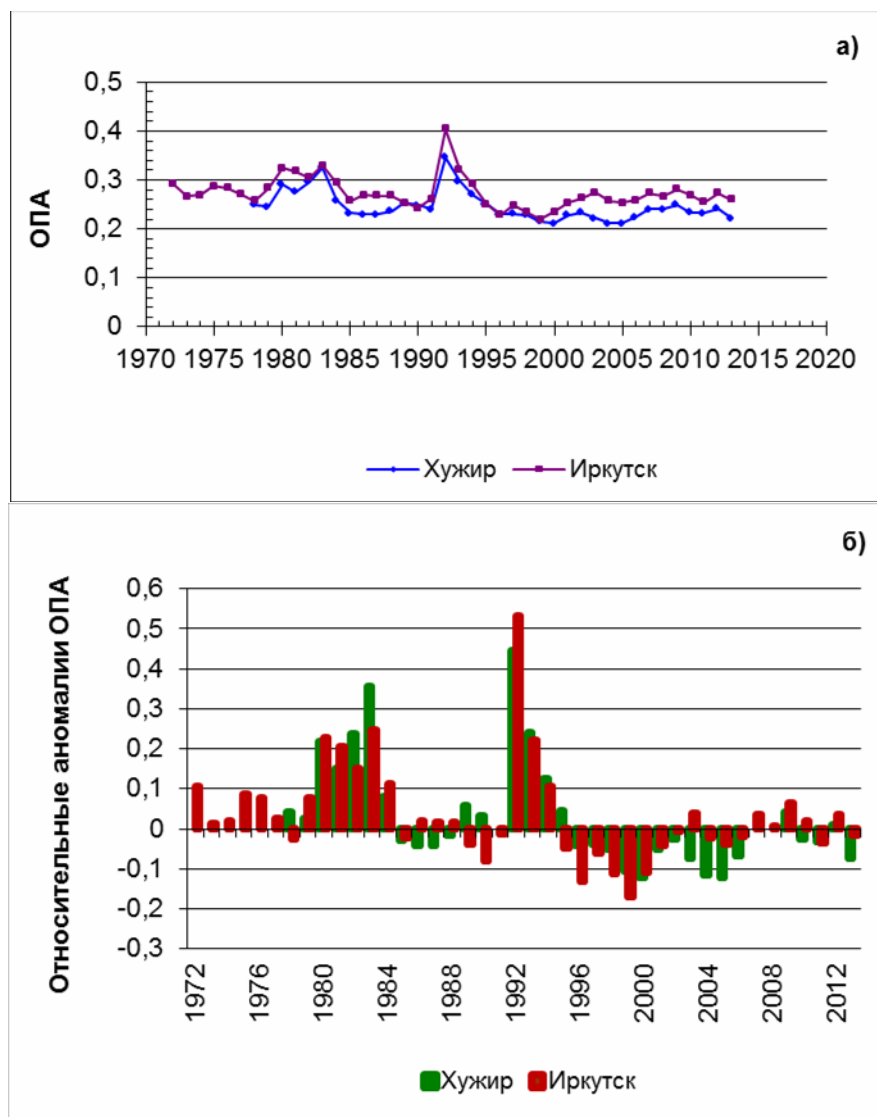


Рис. 1.2.3.4 а, б. Изменчивость среднегодовых значений ОПА (а) и относительных аномалий ОПА (б) на паре станций Хужир (1978 – 2013 гг.) и Иркутск (1972 – 2013 гг.)

Из рис. 1.2.3.4 а следует, что средние годовые значения ОПА на городской станции Иркутск почти постоянно превышают аналогичные значения на фоновой станции. Исключение составляют 1988–1989 гг., а также ряд лет в 1990-х годах, когда из-за сокращения промышленного производства в городе значения ОПА на городской и фоновой станции стали практически одинаковыми. В целом же среднегодовые значения ОПА на обеих парных станциях (за исключением периодов, когда сказываются последствия крупных извержений вулканов) варьируют в пределах 0,2 – 0,3. Последствия вулканической активности, вызвавшие резкое повышение ОПА в первой половине 1980-х и 1990-х годов, проявились после извержений вулканов Эль-Чичон (апрель 1982 г.) и Пинатубо и Хадсон (июнь и август 1991 г.). Значимого тренда ОПА на обеих

станциях не отмечается.

Эти выводы подтверждает рис. 1.2.3.4 б, где приведены относительные аномалии ОПА для этой пары станций. На нем особенно заметны изменения состояния атмосферы в поствулканические периоды, когда ОПА сильно возрастала. После прекращения воздействия на атмосферу последствий вулканических извержений начался процесс активного самоочищения атмосферы. С 1995 г. значения относительных аномалий ОПА стали отрицательными. Но постепенно прозрачность начала снижаться, а ОПА повышаться, причем в городе это происходило быстрее. Следует отметить еще два года, 2000 и 2001 годы, когда относительные аномалии ОПА скачком приблизились к нулю на обеих станциях, а затем вновь приняли отрицательные значения. С 2007 года значения ОПА на обеих станциях близки к норме.

В качестве норм для Р2 и ОПА использовались рассчитанные для каждой фоновой станции, включая парные города, средние значения Р2 и ОПА за период с 1979 по 2012 год, за исключением 1983–1984 и 1992–1993 гг., когда наиболее сильно проявлялись последствия извержений вулканов Эль-Чичон (1982), Пинатубо и Хадсон (1991). Общий период, по которому рассчитывались нормы для Р2 и ОПА, составил 30 лет.

О межгодовой изменчивости общего замутнения атмосферы в районах расположения региональных фоновых станций с момента начала их работы в 1970-ых годах и до 2013 г. можно судить по рис. 1.2.3.5, где представлены относительные аномалии ОПА, рассчитанные для этих пунктов с начала 1970-х и по 2013 г. включительно.

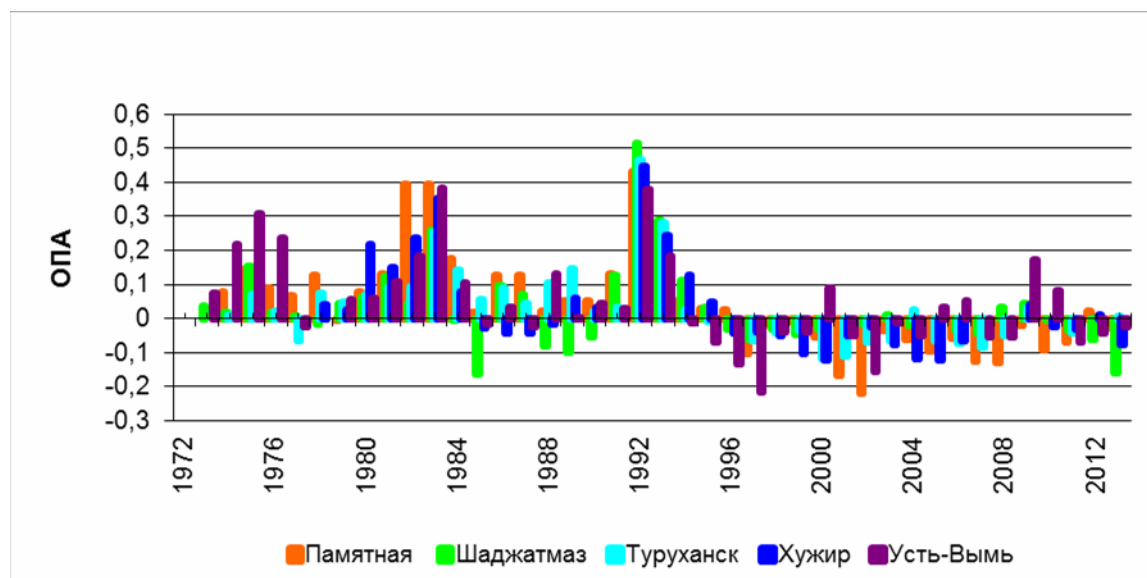


Рис. 1.2.3.5. Относительные аномалии ОПА за период с начала работы региональных станций фонового мониторинга (начало 1970-х годов) по 2013 г. включительно

Из рис. 1.2.3.5 видно, что характер изменений относительных аномалий ОПА идентичен тому, что показан на рис. 1.2.3.4 б для пары станций Хужир – Иркутск. Однако на рис. 1.2.3.5 проявилось воздействие на состояние атмосферы извержения еще одного вулкана – Фуэго, ко-

торое произошло в 1974 г. Последствия извержений сказываются на степени замутнения атмосферы не менее 2-х лет. По существу время с середины 1970-х годов до середины 1990-х можно считать периодом повышенной оптической плотности атмосферы, обусловленной влиянием извержений вулканов Фуэго, Эль-Чичон, Пинатубо и Хадсон.

Начиная с 1995 г., когда атмосфера очистилась, начался постепенный рост прозрачности и падение ОПА, относительные аномалии достигли наименьших значений в первой половине 2000-х годов. В начале второго десятилетия нового века относительные аномалии ОПА на всех фоновых станциях не опускаются ниже уровня - 0,1 (т.е. среднегодовые значения ОПА не отклоняются ниже нормы более чем на 10%). В 2013 г. только станция Шаджатмаз стала исключением, поскольку на ней, как упоминалось выше, был зарегистрировано заметное падение оптической плотности атмосферы.

1.2.4. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы

В Обзор включены данные совместных измерений градиента потенциала (V') электрического поля атмосферы и удельных полярных электрических проводимостей (L^+ и L^-) воздуха, полученные в 2013 г. Измерения всех параметров выполнялись на станциях Воейково (В) ФГБУ «ГГО» и ОГМС Иркутск (И), а измерения V' – в ОГМС Верхнее Дуброво (ВД) в окрестностях Екатеринбурга и на аэрологической станции в Южно-Сахалинске (ЮС). Общая продолжительность измерений в Воейково составила 64 года, в Иркутске – 54 года, в Верхнем Дуброво – 56 лет, в Южно-Сахалинске – 45 лет. Датчики V' , L^+ и L^- установлены в пределах одного–трех метров от земли. Наблюдения в Воейково, Иркутске и Верхнем Дуброво включены в программу комплексного фонового мониторинга атмосферы с 1980 г.

Измерения градиента потенциала V' проводились на всех станциях. Обобщенные по сезонам результаты измерений V' с за 2007 – 2013 гг. приведены в таблице 1.2.4.1. Заметные вариации значений V' с, вычисленных по среднемесячным значениям V' , обусловлены изменчивостью погодных условий в одни и те же сезоны разных лет. Сильнейшее влияние на величину V' оказывают грозы, метели и осадки.

В таблице 1.2.4.2 приведены обобщенные по сезонам результаты измерений удельной суммарной электрической проводимости воздуха LS и данные расчета отношений $Kс$ удельной положительной к удельной отрицательной проводимости воздуха на станциях Воейково и Иркутск за 2007–2013 гг. Среднемесячные значения $Kс$ варьируют в узком интервале от 1,0 до 1,2.

Из представленных в таблицах данных наблюдений следует, что существенных изменений V' и LS в 2013 г. по сравнению с предшествующим периодом (2007–2012 гг.) не отмечается.

На рис. 1.2.4.1 представлен годовой ход V' по всем станциям за 2013 г. в сравнении с годовым ходом V' , осредненным за предшествующий период с 2007 по 2012 гг. В 2013 г. на всех станциях существенных изменений среднегодового хода V' по сравнению с предшествующим периодом не произошло.

На рис. 1.2.4.2 приведен годовой ход LS по станциям Воейково и Иркутск за 2013 год в сравнении с осредненным годовым ходом LS за предшествующий период (2007 – 2012 гг.). На станции Воейково в 2013 г. в отдельные месяцы отмечалось некоторое превышение средних месячных значений LS относительно соответствующих значений этого параметра за предшествующий период. В Иркутске это превышение носило более продолжительный характер. Однако существенная дисперсия при определении данного параметра (см. стандартные отклонения на рис. 1.2.4.2 а, б) не позволяет с уверенностью говорить о значимом увеличении суммарной электрической проводимости в 2013 г. на этих станциях.

Табл. 1.2.4.1. Сезонные ($V'c$), среднегодовые ($V'g$) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения градиента потенциала электрического поля атмосферы V' (даВ/м) за 2007 – 2013 гг. на станциях Верхнее Дуброво (ВД), Воейково (В), Иркутск (И), Южно-Сахалинск (ЮС)

Стан- ция	Год	$V'c$, (V')				$V'g$, (V')
		Зима (декабрь – февраль)	Весна (март – май)	Лето (июнь – август)	Осень (сентябрь– ноябрь)	
1	2	3	4	5	6	7
ВД	2013	14 (13, 16)	12 (11, 14)	10 (10, 10)	12 (8, 17)	12 (8, 17)
	2012	18 (16, 21)	12 (12, 12)	12 (12, 12)	13 (10, 15) Н	14 (10, 21)
	2011	23 (21, 26)	13 (8, 18)	10 (9, 11)	14 (11, 19)	15 (8, 26)
	2010	24 (23, 25)	17 (14, 20)	14 (12, 15)	21 (16, 29)	18 (12, 29)
	2009	16 (13, 19)	13 (11, 15)	11 (11, 12)	14 (14, 15)	14 (11, 19)
	2008	12 (10, 16)	18 (13, 21)	14 (13, 15)	12 (9, 15)	14 (9, 21)
	2007	13 (8, 19)	13 (10, 17)	10 (10, 11)	10 (9, 11)	11 (8, 19)
В	2013	9 (9, 9)	11 (9, 15)	8 (7, 10)	8 (6, 10)	9 (6, 15)
	2012	9 (6, 13)	11 (10, 13)	8 (7, 9)	8 (7, 10)	10 (6, 13)
	2011	14 (12, 17)	10 (6, 13)	8 (7, 8) Н	10 (8, 12) Н	10 (6, 17)
	2010	12 (12, 14)	10 (9, 12)	9 (4, 12)	10 (7, 15)	10 (4, 18)
	2009	12 (9, 15)	12 (10, 16)	8 (7, 8)	8 (6, 8)	10 (6, 16)
	2008	8 (6, 10)	11 (9, 14)	10 (7, 13)	10 (7, 12)	10 (6, 14)
	2007	13 (11, 18)	10 (7, 12)	10 (9, 11)	10 (9, 10)	11 (7, 18)
И	2013	12 (10, 13)	9 (7, 10)	6 (5, 6)	8 (6, 10)	9 (6, 13)
	2012	10 (7, 12)	10 (9, 12)	6 (6, 7)	9 (7, 11)	9 (6, 12)
	2011	14 (13, 15)	11 (8, 13)	6 (5, 7)	9 (8, 10)	10 (5, 15)
	2010	16 (15, 17)	11 (7, 15)	6 (5, 6)	10 (9, 12)	11 (5, 17)
	2009	12 (10, 13)	8 (6, 11)	6 (5, 6)	9 (6, 10)	9 (5, 13)
	2008	11 (10, 12)	8 (7, 10)	5 (4, 5)	7 (5, 8)	8 (4, 12)
	2007	11 (9, 13)	9 (7, 12)	6 (6, 7)	8 (5, 9)	8 (5, 13)
ЮС	2013	34 (32, 35)	23 (19, 27)	13 (12, 14)	17 (14, 19)	22 (12, 35)
	2012	34 (24, 40)	22 (14, 30) Н	11 (10, 12) Н	18 (14, 25)	21 (10, 40)
	2011	24 (21, 26)	18 (20, 15)	12 (11, 13)	20 (14, 26)	18 (11, 26)
	2010	33 (28, 41)	18 (10, 25)	8 (7, 8)	16 (12, 20)	19 (7, 41)
	2009	31 (24, 39)	20 (10, 29)	9 (7, 12)	17 (15, 20) Н	19 (7, 39)
	2008	32 (26, 40)	20 (11, 31)	11 (8, 15)	16 (15, 18)	20 (8, 40)
	2007	32(29, 36) Н	-	-	19 (13, 25) Н	-

Табл. 1.2.4.2. Сезонные (LC) и среднегодовые (LG) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха, сезонные значения отношений Kс удельной положительной электрической проводимости воздуха к удельной отрицательной электрической проводимости воздуха, минимальные и максимальные среднемесячные значения LS (в скобках) за 2007–2013 гг. на станциях Воейково (В) и Иркутск (И) (L – в фСм/м, Kс – в относительных единицах)

Станция	Год	LC, (LS) (верхняя строка), Kс (нижняя строка)				
		Зима (де-кабрь - февраль)	Весна (март – май)	Лето (июнь – август)	Осень (сентябрь-ноябрь)	LG, (LS)
В	2013	18 (18, 19) 1,0	20 (19, 21) 1,2	24 (22, 26) 1,0	22 (20, 24) 1,2	21 (18, 26) -
	2012	21 (17, 23) 1,2	21 (19, 23) 1,1	22 (19, 25) 1,0	21 (20, 22) 1,0	21 (17, 25) -
	2011	18 (14, 23) 1,0	20 (15, 24) 1,1	24 (23, 24) Н 1,0 Н	23 (22, 23) Н 1,1 Н	21 (14, 24) -
	2010	18 (16, 22) 1,2	18 (15, 22) 1,1	21(20, 21) Н 1,1 Н	25 (22, 28) 1,1	21 (15, 28) -
	2009	21 (20, 22) 1,0	21 (19, 22) 1,1	26(24, 28) Н 1,0 Н	21 (18, 25) 1,0	22 (18, 28) -
	2008	16 (15, 17) 1,0	20 (17, 24) 1,0	22 (18, 23) 1,0	21 (18, 23) 1,0	20 (15, 23) -
	2007	17 (15, 18) 1,0	17 (13, 19) 1,0	19 (19, 20) 1,1	18 (15, 21) 1,0	18 (13, 21) -
И	2013	16 (14, 18) 1,1	19 (18, 22) 1,0	21 (20, 21) 1,0	23 (23, 24) 1,0	20 (14, 24) -
	2012	14 (14, 14) 1,0	16 (14, 17) 1,0	17 (15, 20) 1,0	18 (16, 20) 1,0	16 (14, 20) -
	2011	16 (16, 17) 1,0	17 (15, 19) 1,1	18 (13, 24) 1,0	19 (17, 21) 1,1	18 (13, 24) -
	2010	20 (15, 23) 1,0	18 (15, 20) 1,0	23 (22, 24) 1,0	22 (21, 23) 1,0	21 (15, 24) -
	2009	15 (14, 16) 1,0	18 (16, 19) 1,0	20 (17, 21) 1,0	30 (35, 24) 1,0	21 (14, 35) -
	2008	16 (16, 16) 1,0	17 (17, 18) 1,0	16 (13, 18) 1,1	22 (21, 23) 1,0	18 (13, 23) -
	2007	13(12, 14) Н 1,0 Н	15 (14, 18) 1,0	16 (15, 18) 1,0	16 (12, 21) 1,0	15 (12, 21) -

Примечание к таблицам 1.2.4.1 и 1.2.4.2:

1. Среднесезонные значения, полученные по данным за два месяца, отмечены символом «Н».
2. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

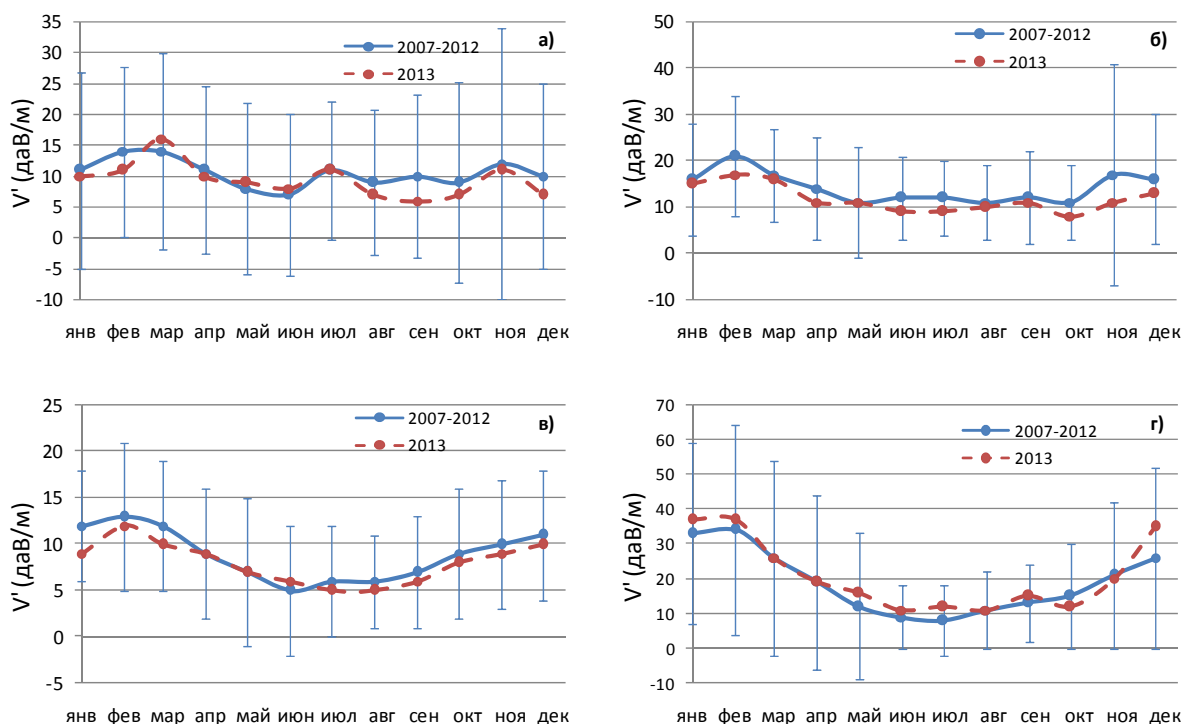


Рис. 1.2.4.1. Годовой ход V' по станциям (а) Воейково, (б) Верхнее Дуброво, (в) Иркутск и (г) Южно-Сахалинск в 2013 г. на фоне осредненного годового хода V' за предшествующий период измерений. Вертикальными отрезками показаны стандартные отклонения для средних месячных значений V' за период с 2007 по 2012 гг.

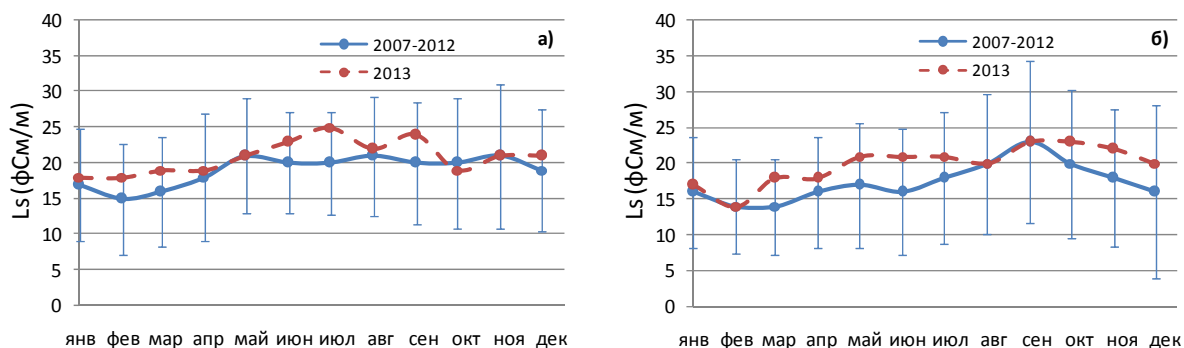


Рис. 1.2.4.2. Годовой ход LS (фСм/м) по станциям (а) Воейково, (б) Иркутск в 2013 г. на фоне осредненного годового хода годового LS за предшествующий период измерений. Вертикальными отрезками обозначены стандартные отклонения для средних месячных значений LS за 2007 – 2012 гг.

1.3. Химический состав атмосферных осадков

1.3.1. Загрязняющие вещества в атмосферных осадках

Тяжелые металлы

В 2013 г. среднегодовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках наблюдались в интервале значений на ЕТР от 2 до 4,6 мкг/л, в Сибири – около 2 мкг/л (табл. 1.3.1.1). Внутри-годовой ход концентраций свинца в атмосферных осадках в большинстве случаев характеризуется более высокими значениями в теплое полугодие. На рис. 1.3.1.1 показан многолетний ход концентраций свинца. На станциях европейской части РФ наблюдается незначительный рост концентраций свинца в атмосферных осадках с 2009 г., на азиатской части РФ явного тренда концентраций не наблюдается.

Концентрации кадмия в осадках практически на всей территории России не превышали 0,3 мкг/л (табл. 1.3.1.1).

Среднегодовые концентрации ртути в атмосферных осадках на ЕТР в 2013 г. изменялись от 0,14 в центре до 0,4 мкг/л на юге, что ниже прошлогодних значений. В то же время в южных районах Сибири средние концентрации ртути не изменились – менее 0,1 мкг/л (табл. 1.3.1.1).

Среднегодовые концентрации меди в атмосферных осадках на ЕТР изменялись от 2 до 4 мкг/л, за исключением Астраханского БЗ, где среднегодовая концентрация достигла 13 мкг/л. В южных районах Сибири средние концентрации меди были несколько ниже – около 4,4 мкг/л. Значения 2013 года несколько ниже прошлогодних, однако лежат в пределах естественной вариабельности ряда.

Полиароматические углеводороды

В 2013 г. среднегодовая концентрация бенз(а)пирена в осадках в фоновых районах ЕТР изменялась от 0,5 до 0,7 нг/л, что несколько выше прошлогодних значений, при этом более высокие уровни значений наблюдались в холодное полугодие. В южных районах Сибири средние концентрации бенз(а)пирена находились на прошлогоднем уровне – около 0,6 нг/л (табл. 1.3.1.1).

Пестициды

По данным наблюдений фоновых станций в 2013 г. содержание пестицидов в атмосферных осадках вернулось на крайне низкий уровень прошлых лет. 100% проб γ -ГХЦГ на всех СКФМ были ниже предела обнаружения изомеров, за исключением Приокско-Тerrasного БЗ, где ненулевые значения наблюдались в пробе снежного покрова. Среднегодовые значения суммы изомеров ДДТ не превысили 135 нг/л, оставаясь на уровне прошлогодних значений (табл. 1.3.1.1).

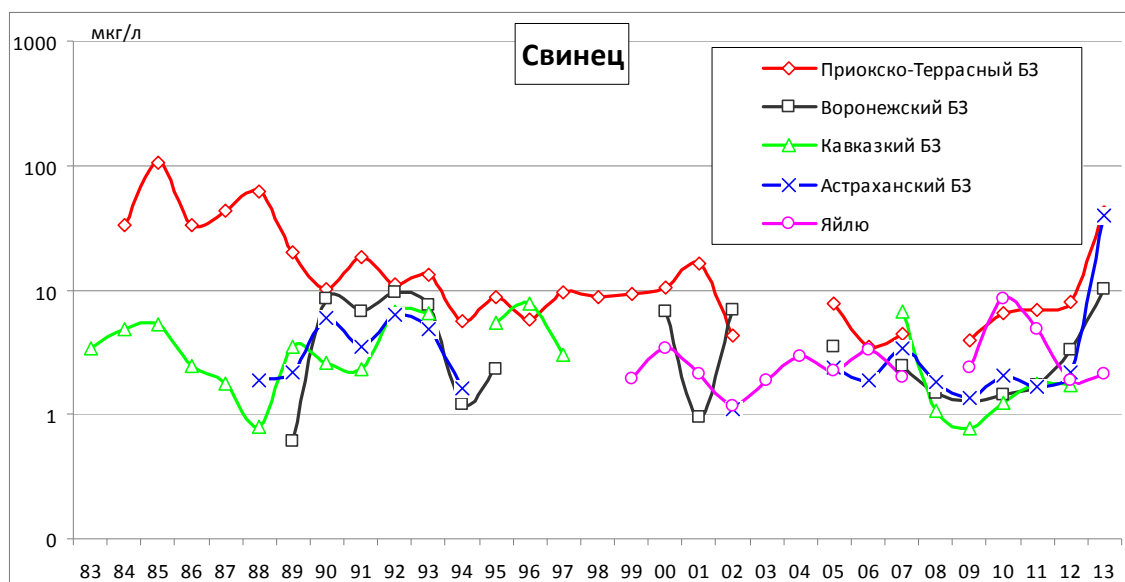


Рис. 1.3.1.1. Изменение содержания свинца в атмосферных осадках фоновых районов в 1983-2013 гг.

Табл. 1.3.1.1. Концентрации загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2013 г	Диапазон	2013 г	Диапазон	2013 г
Кавказский БЗ	1982-2013	0,19 – 69,0	2,049	0,020 – 49,0	0,074	0,001 – 22,4	0,24
Приокско-Террасный БЗ	1983-2013	0,2 - 696,0	3,882	0,009 – 20,0	0,208	0,01 - 80,0	0,138
Астраханский БЗ	1987-2013	0,05 – 91,0	2,064			0,02 – 376,0	0,378
Воронежский БЗ	1989-2013	0,18 - 44,2	4,600	0,035 – 19,0	0,280	0,001 – 311,0	0,167
Яйлю	1998-2013	0,25 – 48,0	2,117	0,04 – 12,5	0,070	0,009 – 0,97	0,043

Заповедник	Период наблюдений	Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		γ-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2013 г	Диапазон	2013 г	Диапазон	2013 г
Кавказский БЗ	1982-2013	0,05 – 61,0	0,807	1,01 – 1811	129,85	0,25 - 190	нпо*
Приокско-Террасный БЗ	1983-2013	0,05 – 28,0	0,487	1,5 – 1729	66,32	0,25 – 12960	11,0
Астраханский БЗ	1987-2013	0,05 – 22,72	0,688	1,5 – 994	134,40	0,3 – 111,0	нпо
Воронежский БЗ	1989-2013	0,05 – 10,4	0,770	1,5 – 341	128,10	0,3 – 40,7	нпо
Яйлю	1998-2013	0,1 – 14,0	0,562	1-350	88,636	0,1 – 120	нпо

нпо – значение ниже предела обнаружения.

нпо – значение ниже предела обнаружения.

1.3.2. Фоновый уровень ионного состава атмосферных осадков

В настоящий раздел вошли данные мониторинга по 10 станциям, расположенным на Европейской (ЕТР) и Азиатской (АТР) территориях России. Анализировались концентрации ионов, общая минерализация и pH.

Средняя за год минерализация осадков на ЕТР изменяется от 4,5 до 13,0 и на АТР — от 5,9 до 9,1 мг/л (табл. 1.3.2.1).

Табл. 1.3.2.1. Средневзвешенные за год концентрации ионов в осадках, 2013 г.

Стан- ция*	q, мм	SO ₄	Cl	NO ₃	HCO ₃	NH ₄	Na	K	Ca	Mg	M	pH	χ, мкСм/см
		мг/л											
1	469	1,7	0,8	1,1	5,7	1,3	0,6	0,2	1,0	0,2	12,6	6,1	22
2	894	1,1	0,5	1,0	0,7	0,2	0,2	0,1	0,5	0,1	4,5	5,6	11
3	637	2,6	1,0	1,7	0,8	0,4	0,7	0,5	0,7	0,2	8,6	5,5	20
4	2162	1,1	0,6	0,8	3,6	0,3	0,3	0,2	1,2	0,2	8,2	6,3	27
5	761	1,7	0,8	1,2	6,1	0,5	0,4	0,2	1,6	0,5	13,0	6,4	27
6	409	2,4	1,0	1,6	1,5	0,7	0,6	0,4	0,7	0,2	9,1	5,5	23
7	549	1,2	0,8	0,8	2,4	0,2	0,5	0,3	0,6	0,4	7,1	6,1	16
8	123	0,8	0,5	0,4	3,1	0,2	0,3	0,2	0,6	0,3	6,4	6,3	12
9	734	3,4	2,1	1,6	0,6	1,0	0,8	0,4	1,2	0,3	7,8	5,5	36
10	1348	2,0	1,5	0,7	0,1	0,4	0,5	0,1	0,5	0,1	5,9	5,3	19

*) 1 — Усть-Вымь, 2 — Приокско-Террасный биосферный заповедник (БЗ), 3 — Воронежский БЗ, 4 — Кавказский БЗ, 5 — Шаджатмаз, 6 — Памятная, 7 — Туруханск, 8 — Хужир, 9 — Приморская, 10 — Терней (Сихотэ-Алинский БЗ)

На станциях фонового мониторинга химический состав осадков (ХСО) заметно изменяется по сезонам.

Распределение суммы ионов в осадках по месяцам на ЕТР и АТР представлено на рис. 1.3.2.1. Прерывистая линия показывает величину регионального фона, повторяемость превышения которого составляет по ЕТР 23% и 12% — по АТР. Превышение фона чаще всего встречается на горных станциях Кавказский БЗ и Шаджатмаз.

Сумма веществ, выпадающих с осадками по всем станциям, колеблется от 1 (Хужир) до 17,6 (Кавказский БЗ) т/км² в год. Выпадение серы и суммарного азота остается на уровне 0,5 – 0,6 т/км² в год. В общей сумме азотных выпадений чаще преобладает доля аммиачного азота.

На рис. 1.3.2.2 представлен временной ход средневзвешенных за год суммы ионов и концентрация гидрокарбонатов, сульфатов, нитратов и аммония.

Наиболее низкие и устойчивые их значения наблюдаются в Приокско-Террасном БЗ.

Всюду сумма сульфатов и гидрокарбонатов является преобладающей и составляет более 50% минерализации. Исключение наблюдается только в Приокско-Террасном БЗ, где периодически доминируют нитраты, достигая 30% суммы ионов. Чрезвычайно высокой (до 18,1 мг/л) следует признать концентрацию аммония в Усть-Выми, что, наряду с повышенным содержи-

ем гидрокарбонатов (более 56 мг/л), может свидетельствовать о возможном локальном загрязнении.

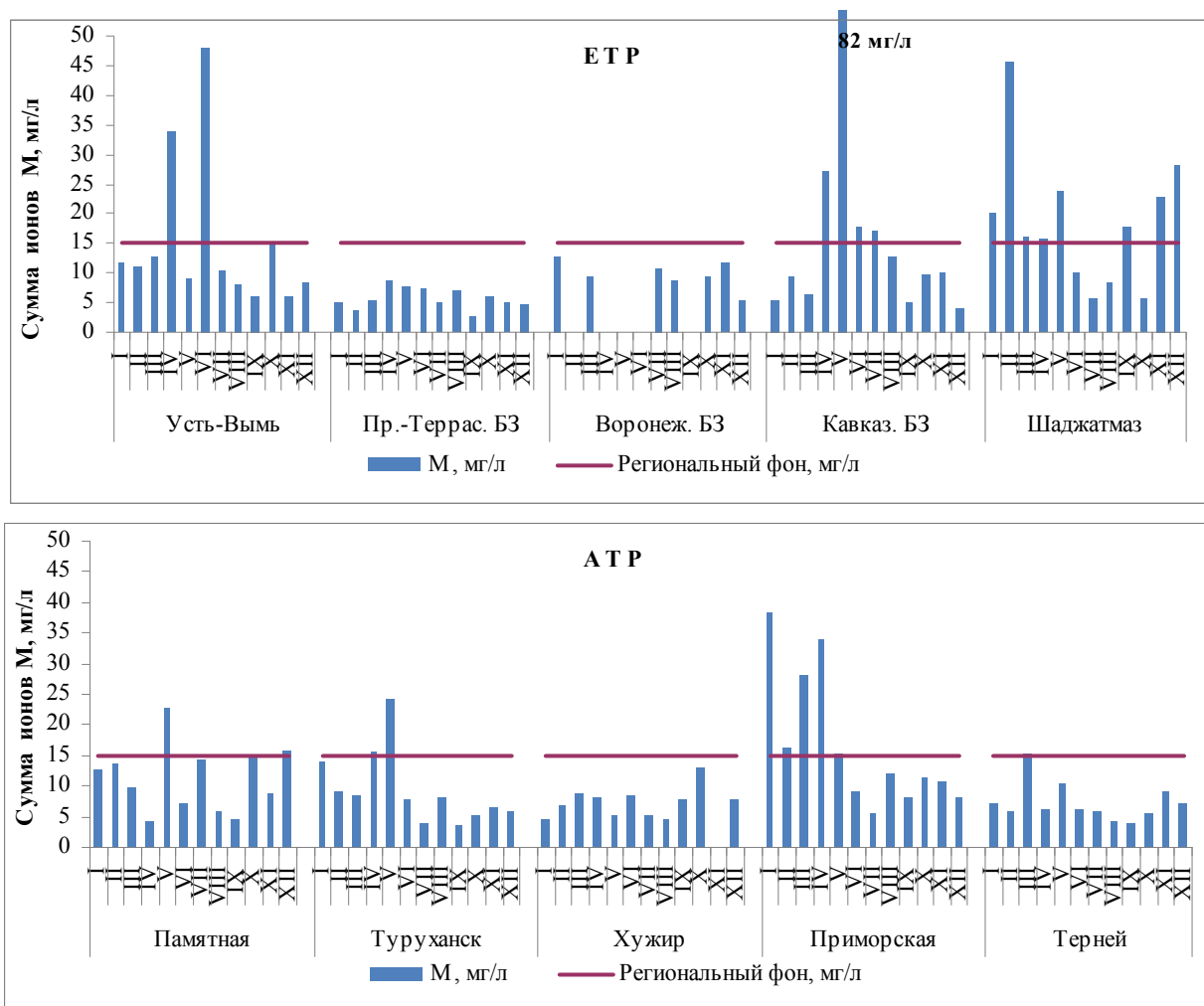


Рис. 1.2.2.1 Распределение суммы ионов в осадках по месяцам на ЕТР и АТР, 2013 г.

В таблице 1.3.2.2 приведены максимальные из месячных значений концентраций, которые для некоторых станций превосходят средневзвешенные, указанные в таблице 1.3.2.1. Наибольшие превышения наблюдаются на станциях Усть-Вымь, Кавказский БЗ и Шаджатмаз.

Важным показателем антропогенного влияния на ХСО остаётся величина рН, её повторяемость и направленность изменений. Средневзвешенный рН изменялся в 2013 году от 5,3 до 6,4 (табл. 1.3.2.1), хотя единичные подкисленные осадки могут выпадать во всех регионах страны (табл. 1.3.2.2).

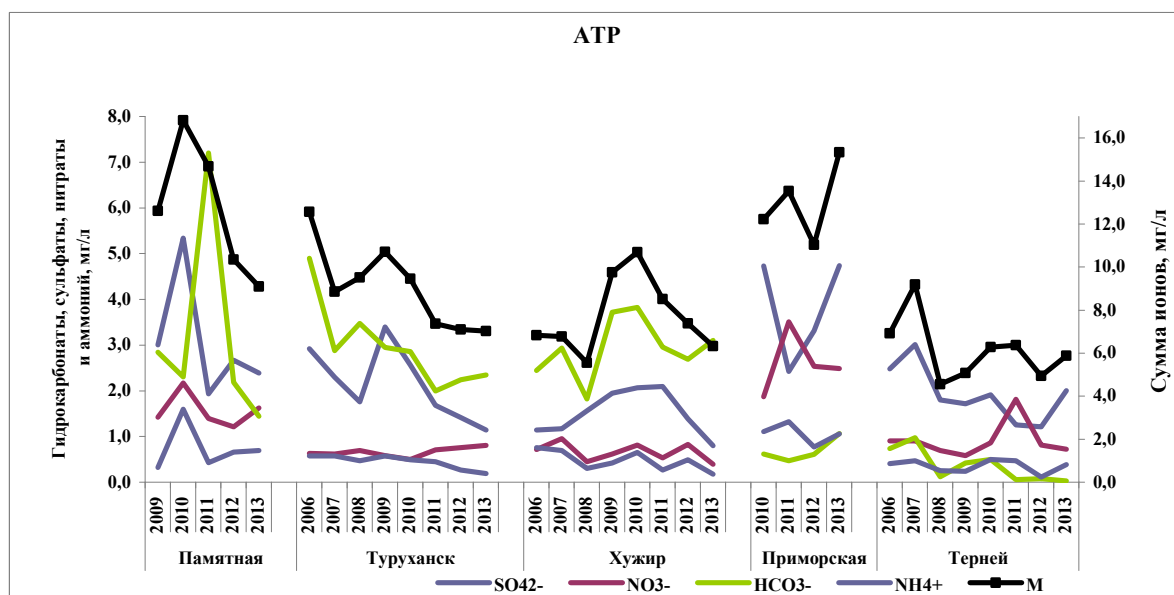
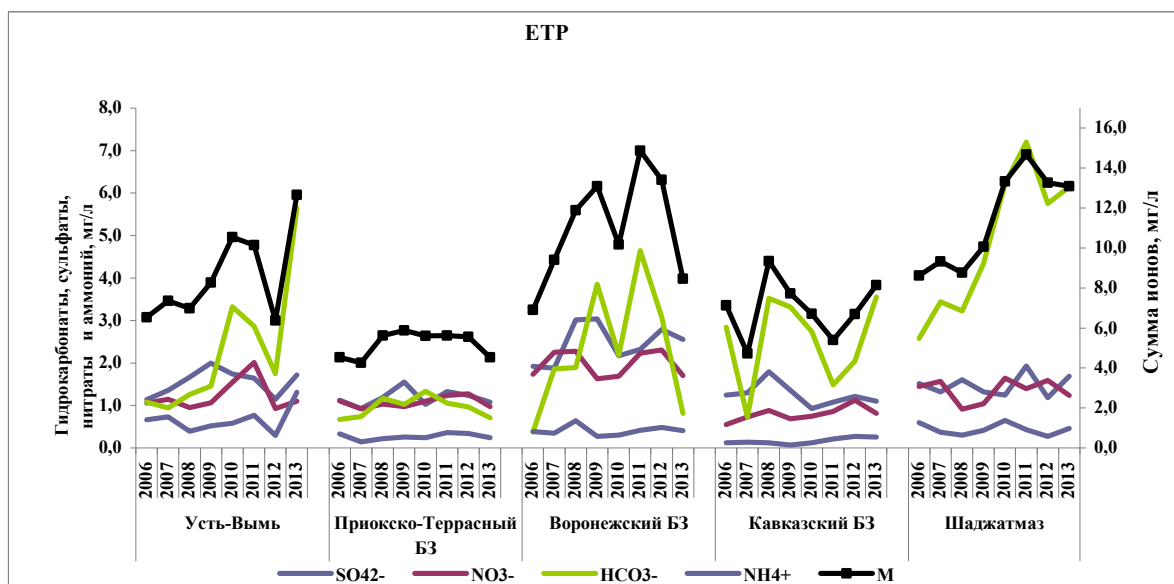


Рис. 1.3.2.2. Ход изменения со временем концентрации ионов и минерализации осадков, 2006-2013 гг.

Табл. 1.3.2.2 Единичные абсолютные максимальные концентрации ионов в осадках по исходным измерениям на станциях ГСА, 2013 г.

Станция	SO ₄	Cl	NO ₃	HCO ₃	NH4	Na	K	Ca	Mg	Zn	M	pH (макс)	pH (мин).	Х, мкСм / см
	мг/л													
Усть-Вымь	13,2	7,6	7,0	56,4	18,1	3,9	1,5	9,2	0,8	0,3	118,0	7,6	5,1	137
Приокско-Террасный БЗ	3,0	6,8	10,2	3,4	1,6	0,8	0,4	1,8	0,6	0,1	28,6	6,6	4,5	34
Воронежский БЗ	6,6	2,8	5,9	3,1	2,0	2,0	1,5	1,9	0,4	0,1	26,3	6,3	4,7	35
Кавказский БЗ	8,4	2,6	5,1	92,7	6,0	1,5	2,4	20,9	1,1	0,1	140,8	7,3	5,3	189
Шаджатмаз	23,6	3,9	4,6	30,9	2,5	3,6	1,1	10,1	5,2	0,1	85,6	7,2	5,7	134
Памятная	15,9	3,4	7,4	18,7	5,0	3,7	2,0	4,4	1,0	3,9	65,4	6,5	4,3	95
Туруханск	7,4	2,9	3,2	52,2	0,9	3,5	1,7	7,6	7,4	-	86,9	7,2	4,8	112
Приморская	36,5	17,2	15,4	34,2	9,8	16,0	2,2	21,3	3,0	0,2	155,9	7,2	4,2	246
Терней	10,5	6,0	2,4	2,5	3,4	2,6	1,1	2,6	0,3	1,3	32,6	7,1	4,0	84

1.4. Загрязнение воздуха и осадков соединениями серы и азота по данным станций мониторинга ЕАНЕТ

На территории России с 2000-2002 гг. постоянно действуют 4 станции мониторинга международной сети мониторинга выпадения кислотных осадков (Acid Deposition Monitoring Network in East Asia - EANET), три из которых расположены в регионе оз. Байкал - Иркутск (городская), Листвянка (региональная) и Монды (фоновая); одна в Приморском крае – Приморская (региональная). Анализ проб и сбор первичной информации проводится в Лимнологическом институте СО РАН и Центре мониторинга Приморского УГМС; обработка и обобщение данных, их оценка и публикация осуществляется ИГКЭ. В настоящее время только станции ЕАНЕТ предоставляют результаты регулярного мониторинга содержания загрязняющих веществ в атмосфере вне городов на азиатской территории России.

По данным измерений в 2013 г. содержание диоксида серы в целом преобладало среди газовых примесей в воздухе на станциях ЕАНЕТ (Рис.1.4.1), кроме станции Монды, где уровни концентрации хлористого водорода были выше, чем для остальных газов как в среднем за год, так и в отдельные сезоны. На станции Приморская среднегодовое содержание аммиака и диоксида серы находилось в пределах колебаний предыдущих пяти лет, при этом наблюдавшиеся концентрации SO_2 в Приморье были ниже, чем в районе озера Байкал. Среднемесячные концентрации SO_2 в 2013 г. на фоновом уровне (ст. Монды) регистрировались на уровне 0.01-0.5 мкг/м^3 без выраженного сезонного хода.

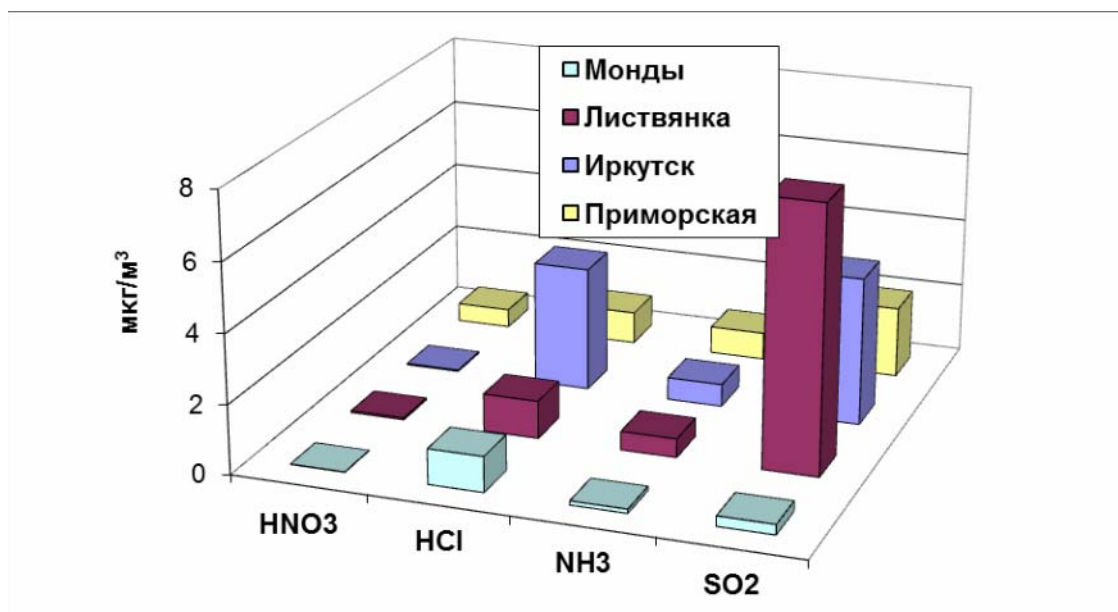


Рис. 1.4.1 Среднегодовое содержание газовых примесей в воздухе по данным измерений на станциях ЕАНЕТ в 2013 г. (мкг/м^3).

За весь период наблюдения на всех станциях ЕАНЕТ наибольшие концентрации в составе взвешенных частиц в характерны для сульфатов – около 50-70% состава атмосферных аэро-

золей по массе, при этом наиболее высокие значения практически всех ионов характерны для измерений в Приморском крае (Рис. 1.4.2). В Байкальском регионе за десять лет наблюдений содержание практически всех основных ионов в воздухе уменьшилось вдвое. При этом наблюдаемое загрязнение атмосферы на ст. Листвянка в 5 и более раз превышает фоновые уровни загрязнения на ст. Монды. Концентрации сульфатов и аммония в аэрозолях в Приморском крае продолжает оставаться заметно выше, чем в регионе Байкала.

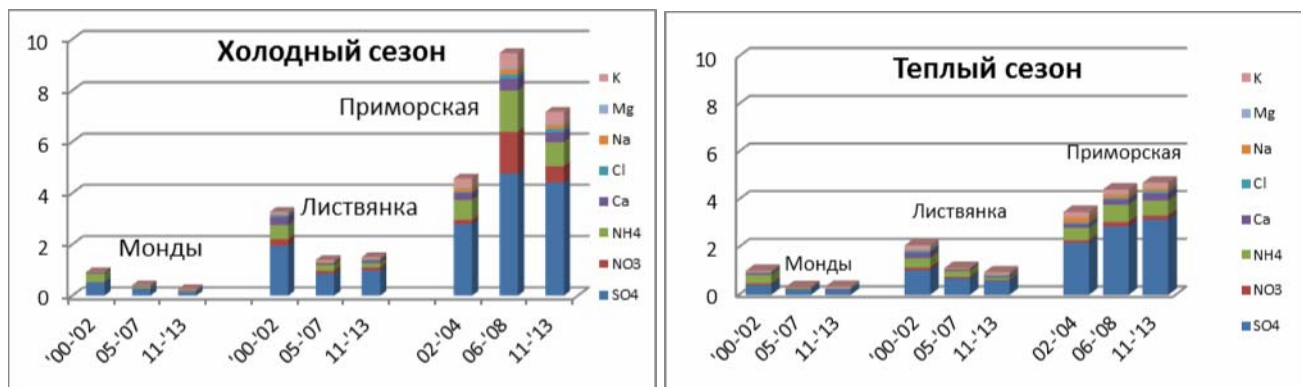


Рис. 1.4.2. Химический состав аэрозолей ($\text{мкг}/\text{м}^3$) на станциях ЕАНЕТ в холодный (слева) и теплый (справа) периоды по наблюдениям в 2013 году.

В годовом ходе аэрозолей сульфатов и нитратов на региональных станциях хорошо прослеживается максимум в зимний период. В целом, в 2013 г. среднесезонные концентрации в районе оз. Байкал были на уровне многолетних характерных значений, а в Приморье выше, чем за два предыдущих года.

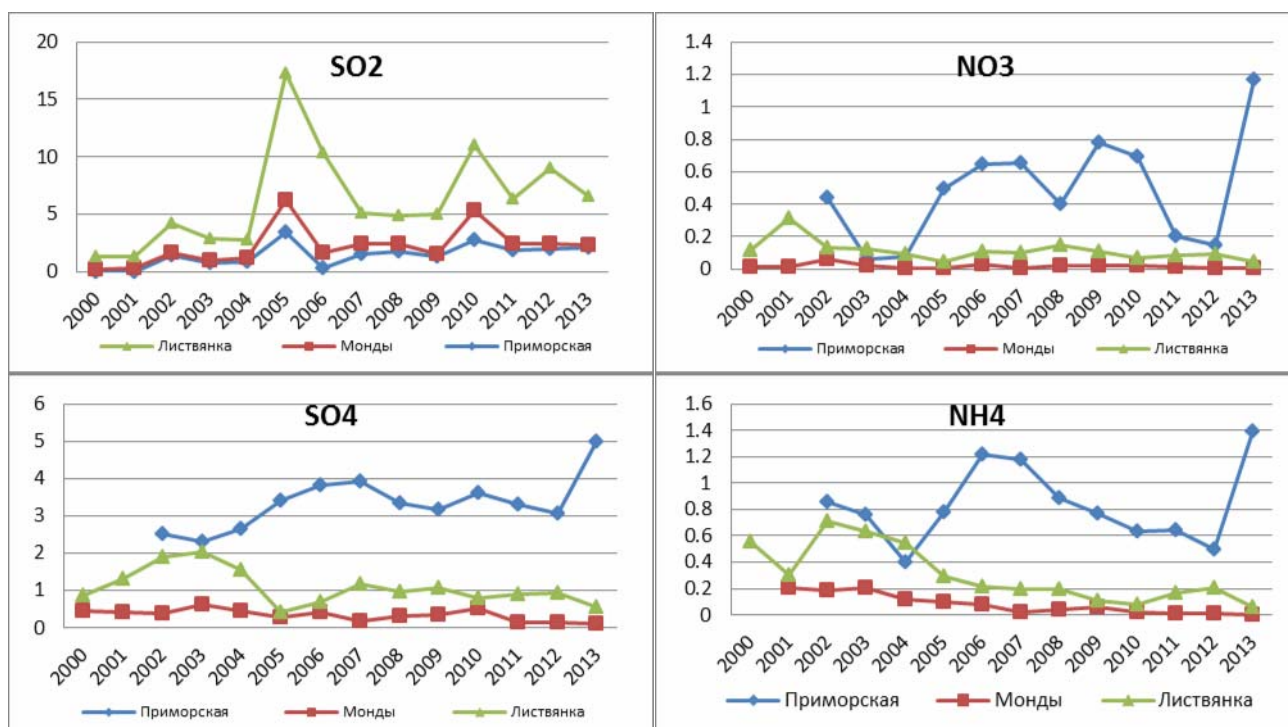


Рис. 1.4.3. Изменения средних годовых концентрации соединений серы (слева) и азота (справа) в воздухе на станциях ЕАНЕТ ($\text{мкг}/\text{м}^3$).

В многолетнем ходе средних концентраций серо- и азотсодержащих веществ в воздухе

отмечается некоторое уменьшение среднегодовых значений на станциях в регионе оз. Байкал по сравнению с 2010-2012 гг. (Рис. 1.4.3), тогда как в Приморском крае в 2013 г. заметно выросло содержание в атмосфере аэрозолей серу- и азотсодержащих веществ.

По наблюдениям за загрязнением осадков, в течение 2013 г., как и ранее, на региональном уровне более высокое содержание сульфатов и нитратов в осадках характерно для Дальнего Востока. В пробах станции Приморская также отмечается более высокое содержание аммония. Сезонные изменения выпадений сульфатов определяется в основном годовым ходом осадков. Максимальные потоки сульфатов в 2013 г. отмечены на ст. Листвянка в апреле-сентябре (более $0,34 \text{ г/м}^2$, в холодный период влажные выпадения не превышали $0,14 \text{ г/м}^2$ в месяц, несмотря на высокие концентрации их в осадках (Рис. 1.4.4).), На Приморской внутригодовой ход выпадений выражен наиболее явно для нитратов и кальция с максимумами в конце зимы-весной, вместе с наибольшими концентрациями этих веществ в осадках.

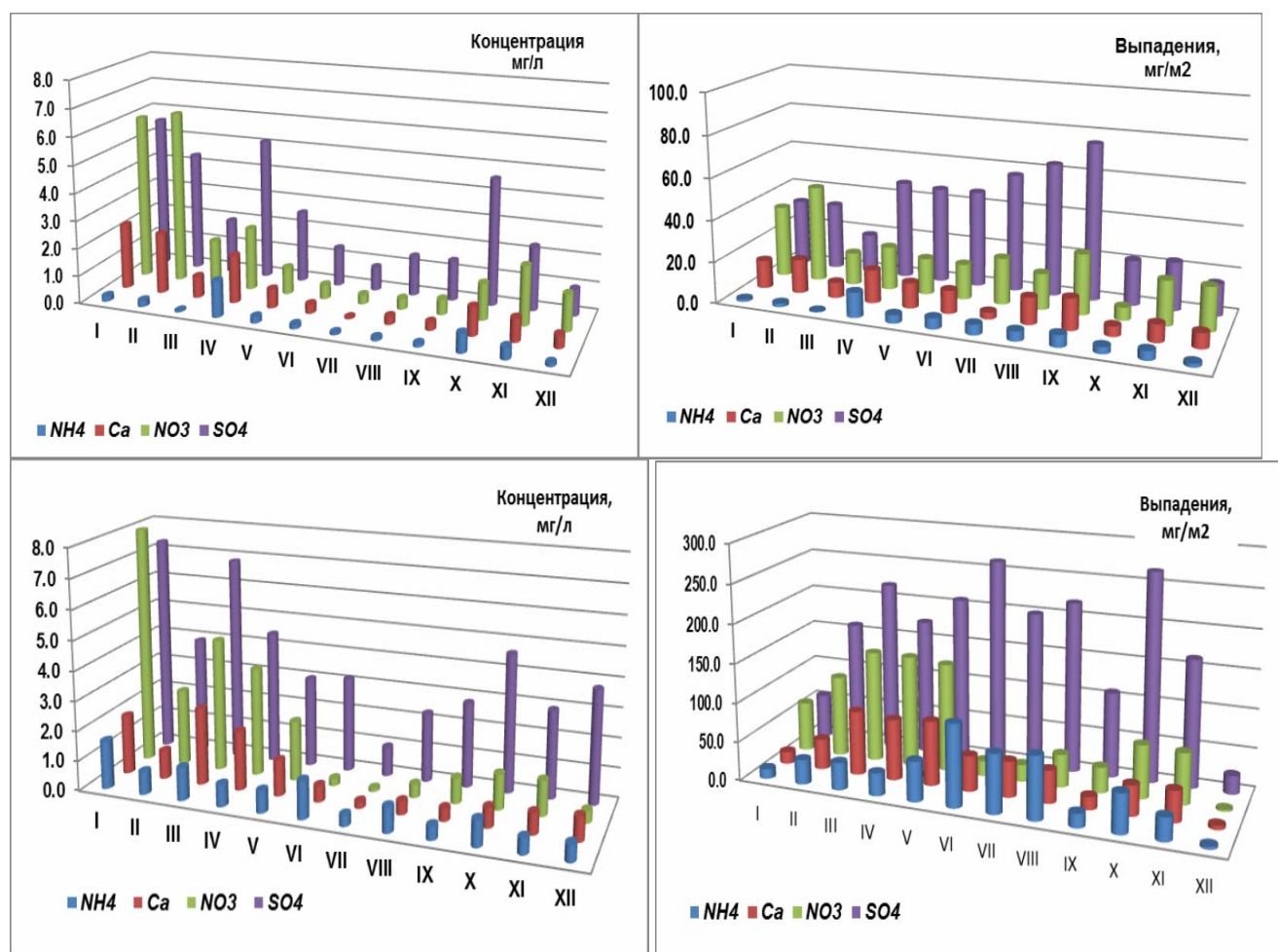


Рис. 1.4.4. Годовой ход концентраций (слева) и выпадений (справа) основных кислотообразующих ионов с осадками в регионе оз. Байкал (ст. Листвянка, верхний) и на Дальнем Востоке (ст. Приморская, нижний) в 2013 году.

Вследствие региональных особенностей поступления осадков, при сравнимых уровнях концентраций кислотных соединений в осадках величина их влажных выпадений значительно выше в Приморском регионе, чем в Байкальском регионе (Табл.1.4.1). При этом уровни потоков

серы и азота с осадками (без учета сухих выпадений) в Восточной Сибири все еще ниже значений критических нагрузок, предлагаемых в ЕМЕП для оценки выпадений. Тем не менее, для некоторых районов Приморья общие выпадения азота могут приближаться к указанным критическим значениям.

Табл. 1.4.1. Сравнение суммарных выпадений серы и азота с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2008-2013 г. и критических нагрузок, используемых в ЕМЕП, г/м²/год

Станция	Влажные выпадения (в единицах элемента) (в скобках – среднее за 5 лет)			Критические нагрузки (ЕМЕП)	
	S (SO ₄)	N (NO ₃)	N (NH ₄)	S _{CL}	N _{CL}
Монды	<0,01-0,20 (0,07)	0,004-0,02 (0,012)	0,006-0,04 (0,019)	0,32- 0,64	< 0,28
Листвянка	0,15-0,62 (0,33)	0,032-0,10 (0,072)	0,034-0,16 (0,086)	1,6-2,4	0,56-0,98
Приморская	0,44-0,78 (0,60)	0,20-0,33 (0,25)	0,31-0,58 (0,41)	1,6-2,4	0,56-0,98

1.5. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих веществ.

Главную роль в трансграничном загрязнении играют выбросы в атмосферу. Это связано с тем, что в этом случае реализуются возможности дальнего, в том числе трансграничного, переноса загрязняющих веществ. Наблюдения в 2012 г. проводились в рамках «Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе – ЕМЕП» (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe - EMEP) на четырех станциях ЕМЕП, расположенных в северо-западном регионе России (Янискоски, Пинега) и на станциях Данки, Лесной заповедник, расположенных в центральной части России и на юге Московской области. Работы по программе ЕМЕП предусматривают регулярный анализ содержания в атмосфере и атмосферных осадках химических соединений, определяющих кислотно-щелочной баланс. На основании экспериментально полученных данных оценены реальные величины концентраций и нагрузок соединений серы и азота в северо-западном и центральном районе России.

Традиционно наибольший интерес проявляется к степени закисления атмосферных осадков. Кислотность атмосферных осадков определяется концентрацией свободных ионов водорода, которая зависит от соотношения закисляющих и нейтрализующих анионов и катионов. Это соотношение определяется как природными, так и антропогенными факторами. В различных районах земного шара степень кислотности атмосферных осадков, выраженная величиной pH, варьирует в весьма широких пределах - от менее 4,0 до более 7,0. Весьма условно можно подразделить осадки на кислые при pH менее 4, на слабокислые ($4 < \text{pH} < 5$), на нейтральные ($5 < \text{pH} < 7$) и слабощелочные при pH более 7.

Отбор проб осадков в рамках программы ЕМЕП производился при суточной экспозиции с хранением проб в холодильнике, что если и не снимает полностью проблему химического и биологического изменения состава пробы в процессе отбора, позволяет получать надежные результаты. В России программа станций ЕМЕП ориентирована на решение проблемы закисления окружающей среды, т.е. приоритетными являются кислотообразующие соединения серы и азота, а также нейтрализующие вещества. Формально аммоний-ион должен быть отнесен к нейтрализующим веществам, однако в почве аммонийный азот является донором свободных ионов водорода и вносит свой вклад в закисление почв.

Наблюдения показали, что диапазон значений величины pH осадков, отобранных на станциях ЕМЕП, весьма широк и простирается от значений менее 4 до значений более 7. Таблица 1.5.1 дает представление о частотном распределении осадков в различных диапазонах кислотности. Очень кислые осадки ($\text{pH} < 3$) не выпадали ни разу за весь период наблюдений.

Данные таблицы показывают, что атмосферные осадки северо-западной части ЕТР следует отнести в целом к разряду слабокислых и нейтральных. Наиболее вероятно выпадение осадков в диапазоне рН от 5 до 6. Вероятность выпадения осадков с высокой кислотностью весьма мала на всей исследуемой территории. Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод о практическом пространственном постоянстве кислотности осадков для исследуемой территории: различие между максимальным и минимальным значениями рН составляет 0,3 единицы. Таким образом, анализ химического состава атмосферных осадков показал, что осадки, выпадающие в районе станций ЕМЕП, можно классифицировать как слабокислые.

Табл.1.5.1. Выпадения с осадками серы и азота, кислотность и частотное распределение величин рН атмосферных осадков в районах расположения российских станций ЕМЕП (2012 г.)

Станция/широта, °N	Выпадения, г/м2/год		рН	Доля проб в диапазоне рН, %				
	S	N		< 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	> 7
Янискоски, 69	0,17	0,14	5,04	1	24	71	5	0
Пинега, 65	0,27	0,33	5,68	0	3	60	37	0
Лесной, 56	0,27	0,57	5,00	0	45	51	4	0
Данки, 55	0,20	0,36	5,10	1	26	67	7	0

Важными характеристиками, дающими представление о степени опасности закисления окружающей среды, являются величины выпадений из атмосферы соединений серы и азота, которые в долгосрочной перспективе могут привести к понижению кислотности почвы. Выпадение из атмосферы загрязняющих веществ, в частности, соединений серы и азота, может осуществляться двумя путями - с атмосферными осадками (мокрые выпадения) и при поглощении вещества из атмосферы элементами подстилающей поверхности (сухие выпадения). Годовой поток мокрых выпадений серы и азота (нитратного и аммонийного) на подстилающую поверхность определяется их содержанием в осадках и количеством последних.

Величины выпадений основных ионов с атмосферными осадками не постоянны год от года. В одной точке пространства долгопериодные вариации определяются неравномерностью выпадений самих осадков (количество осадков год от года может варьировать в пределах десятков процентов), а также изменениями величин выбросов загрязняющих веществ в Европе. Последнее обстоятельство является важнейшим для программы ЕМЕП, поскольку ее целью является подтверждение того, как принимаемые природоохранные меры в масштабах стран и Европы в целом отражаются на качестве окружающей среды.

Диапазон изменений общей минерализации осадков на станциях ЕМЕП, рассчитанный на основе среднегодовых концентраций, лежит в пределах от 1 до 15 мг/л. Анализ данных ионного баланса атмосферных осадков показал, что сульфат-ион является доминирующим кислот-

ным анионом для всех станций ЕМЕП. Его вклад в ионный баланс составляет 17-31%, однако вклад нитрат-ионов и ионов аммония довольно существенен (7-15% и 10-22% соответственно).

Концентрации сульфатов максимальны в районах, прилегающих к западной границе России и подверженных влиянию трансграничного переноса. На ст. "Лесной заповедник" среднегодовая концентрация сульфатной серы в осадках в 2012 г. составляла 0,29 мгS/л, на ст. Янискоски - 0,31 мгS/л, на ст. "Пинега" - 0,40 мгS/л, на ст. Данки – 0,38 мгS/л.

Характер меридианного распределения содержания нитратов в осадках соответствует распределению концентраций сульфатов в осадках. На ст. "Лесной заповедник" среднегодовая концентрация нитратов в осадках в 2012 г. составляла 0,25 мгN/л, на ст. Янискоски - 0,10 мгN/л, на ст. "Пинега" - 0,16 мгN/л, на ст. Данки – 0,27 мгN/л.

Необходимо отметить широкий диапазон варьирования концентраций ионов аммония в осадках. На ст. "Лесной заповедник" среднегодовая концентрация ионов аммония в осадках в 2012 г. составляла 0,34 мгN/л, на ст. Янискоски - 0,14 мгN/л, на ст. "Пинега" - 0,34 мгN/л, на ст. Данки – 0,42 мгN/л.

Концентрации серы и азота в осадках подвержены сезонным вариациям. Максимальные концентраций сульфат ионов на станции ЕМЕП наблюдались в весенний и осенний период. Содержание серы в осадках в холодный и теплый период может отличаться более чем в пять раз.

Наиболее высокая концентрация нитратов и ионов аммония в осадках наблюдается в холодный период года, что соответствует сезонной изменчивости концентраций окислов азота в атмосферном воздухе и указывает на важную роль антропогенных источников в формировании уровней содержания нитратов в осадках. 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.

Оценка выпадений с осадками осуществлялась на основе средневзвешенных месячных концентраций и количества выпавших осадков. Величины мокрых выпадений для районов рассматриваемых станций лежат в пределах 0.17 - 0.27 г/кв.м в год для серы и 0.14 - 0.57 г/кв.м в год для азота. На всех станциях ЕМЕП количество мокрых выпадения серы и азота в зимний период существенно ниже, чем в летний. Доля аммонийного азота составляет порядка 60% процентов от мокрого суммарного выпадения азота для станциях ЕМЕП.

На рисунке 1.5.2 показано, как изменялись среднегодовые значения выпадений серы из атмосферы с осадками на российских станциях ЕМЕП. Для каждой станции по точкам проведения линия линейного тренда. Из рисунка следует, что вариации год от года относительно велики, однако это не мешает увидеть долговременные закономерности для ряда лет. Можно констатировать, что за период действия Гетеборгского протокола величины выпадений для совокупно-

сти всех станций практически не изменились. Незначительные тренды) вполне могут быть объяснены незначительностью статистического материала при высокой межгодовой вариабельности значений.

Среднегодовые темпы выпадений с осадками суммы нитратного и аммонийного азота представлены на рис. 1.5.3. Из рисунка следует, что в целом российские станции ЕМЕП фиксируют рост выпадений азота. Темп этого роста закономерно меняется от станции к станции, что может быть, как и ранее объяснено незначительностью статистического материала при высокой межгодовой вариабельности значений.

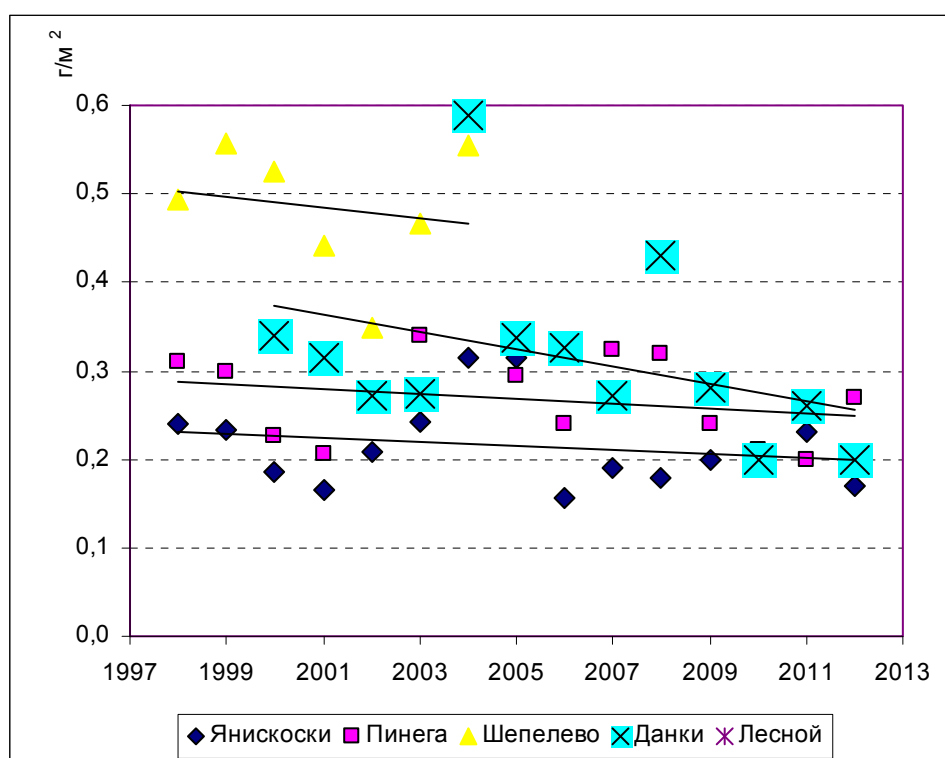


Рис. 1.5.1. Среднегодовые выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками, $g\ S/m^2/год$

Степень экологической опасности за счет выпадения из атмосферы закисляющих веществ определяется как интенсивностью выпадений, так и чувствительностью почв. Совокупным показателем является критическая нагрузка, определяемая как «максимальное количество подкисляющих выпадений, которые в долгопериодной перспективе экосистема может выдерживать без какого-либо ущерба».

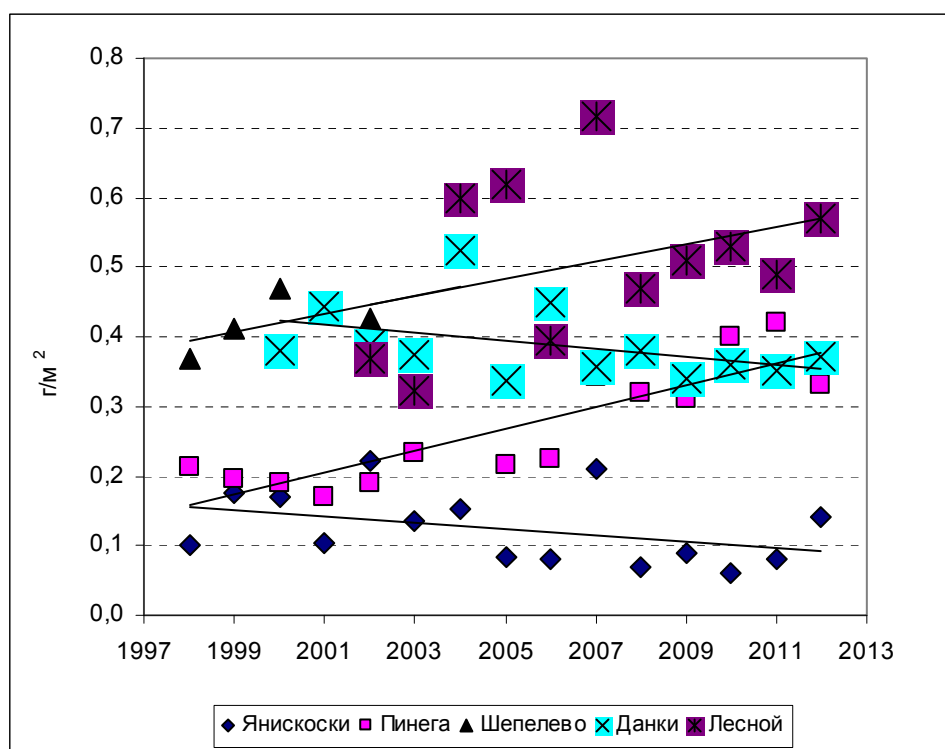


Рис. 1.5.2. Среднегодовые выпадения суммы нитратного и аммонийного азота из атмосферы с осадками, г N/m²/год

Необходимо отметить, что критические нагрузки рассчитаны с учетом суммы сухих и мокрых выпадений всех химических соединений серы и азота. Ранее выполненные оценки для условий расположения российских станций ЕМЕП показали, что сухие выпадения дают вклад около 40% от суммарных. В табл. 1.5.2 сопоставлены значения интенсивности выпадений с осадками, полные выпадения и значения критических нагрузок по сере и азоту для районов расположения станции. Измеренные значения взяты как средние за весь период наблюдений на данной станции. Величины критических нагрузок оценены с использованием методических рекомендаций ЕЭК ООН.

Для азота вклад «сухих» выпадений составляет около 10%. Следует однако отметить, что эта величина возможно несколько занижена, поскольку программа мониторинга на станциях ЕМЕП не предусматривает измерений газообразной азотной кислоты, аммиака и оксидов азота. Возможно, что поглощение этих веществ поверхностью может до двух раз увеличить значимость вклада «сухих» выпадений.

В табл. 1.5.2 сопоставлены значения измеренных и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП. Значения критических нагрузок по азоту носят ориентировочный характер.

На основе данных таблицы 1.5.2 можно сделать вывод, что выпадения серы лишь в районе северных станции (Пинега, Янискоски) сравнимы с критическими величинами. В случае азота выпадения близки или даже превышают критические значения для центральной части

рассматриваемого региона. Это весьма тревожный симптом, особенно с учетом того обстоятельства, что выпадения азота с осадками год от года растут.

Табл. 1.5.2. Сравнение суммарных выпадений и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП, г/м²/год

	Выпадения S	Нагрузки S	Выпадения N	Нагрузки N
Янискоски	0,17	0,32-0,64	0,14	<0,28
Пинега	0,27	0,32-0,64	0,33	<0,28
Лесной	0,27	1,6-2,4	0,57	0,56-0,98
Данки	0,20	1,6-2,4	0,36	0,56-0,98

2. ПОЧВА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

2.1. Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности биосферных заповедников по данным сети станций комплексного фонового мониторинга

Загрязняющие вещества неорганической и органической природы в атмосферном воздухе переносятся в составе высокодисперсных твердых аэрозолей или в паро-газовой фазе. В характеризующейся активным перемещением воздушных масс тропосфере они переносятся на большие расстояния, а затем поступают в наземные экосистемы с атмосферными осадками или при сухом осаждении, причем выпадение загрязняющих веществ происходит даже в районах, которые удалены от источников загрязнения на сотни и тысячи километров. В этой связи возникло понятие фонового загрязнения природных сред, а наблюдение за его состоянием является одной из задач глобального экологического мониторинга.

Наиболее широко распространенными и опасными для наземных экосистем загрязняющими веществами являются тяжелые металлы и стойкие органические загрязнители (ПАУ, хлорорганические пестициды, диоксины и др.), такие вещества принято называть экотоксикантами.

На СКФМ осуществляются наблюдения за валовым содержанием в почвах и растительности тяжелых металлов (свинец, кадмий, ртуть и медь), бенз(а)пирена, и пестицидов ДДТ и γ -ГХЦГ.

Содержание загрязняющих веществ в почвах

Наблюдения за содержанием экотоксикантов в почвах биосферных заповедников проводятся на постоянных площадках СКФМ – с периодичностью 1 раз в 3-5 лет. Отбор проб осуществляется обычно из верхнего минерального 10 см слоя почвы, а в лесных экосистемах – также и из органогенного горизонта лесной подстилки. Постоянные пробные площадки приурочены к типичным ландшафтам районов размещения СКФМ.

В 2013 году проведено обследование состояния загрязнения почв на всех СКФМ. В целях расширения сети и создания новых СКФМ в 2011-2013 гг. проведены комплексные обследования загрязнения природных сред, в том числе почв, в биосферных заповедниках «Волжско-Камский», «Командорский» и в национальном парке (биосферном резервате) «Смоленское Поозерье».

В табл. 2.1.1 приведены полученные в 2013 г. значения концентраций тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в верхнем 10 сантиметровом слое почв на СКФМ (значения усреднены по разным экотопам), а также диапазоны изменения массовых долей экотоксикантов на СКФМ в различных экотопах и глубинах почвенного профиля за период с 2004 по 2013 г.

За последнее десятилетие не зарегистрировано случаев превышения концентраций загрязняющих веществ свыше установленных нормативных величин ПДК (ОДК). В 2013 г. отмечались близкие к ПДК (ОДК) значения содержания соединений в почвах свинца и бенз(а)пирена в Воронежском БЗ, кадмия в Алтайском БЗ (Яйлю), меди в Алтайском и Приокско-Тerrasном БЗ.

Наблюдения за загрязнением почв в биосферных заповедниках ведутся с 1982 года и накоплен фактический материал, позволяющий оценивать долговременные тенденции изменения средних величин концентраций экотоксикантов в почвах. На рис. 2.1.1–2.1.4 приведены диаграммы многолетней динамики средних значений концентраций свинца, кадмия, ГХЦГ и ДДТ (с метаболитами).

Как видно из диаграммы (рис. 2.1.1), максимальные значения концентраций свинца отмечаются в почвах Кавказского БЗ, что связано, прежде всего, с халькофильной геохимической специализацией изверженных пород региона. За 30-ти летний период произошло снижение в 1,5- 2 раза среднего уровня загрязнения почв свинцом в верхних горизонтах почв Кавказского, Баргузинского и Воронежского БЗ. Валовая концентрация свинца в почвах Приокско-Тerrasного БЗ практически не изменилась.

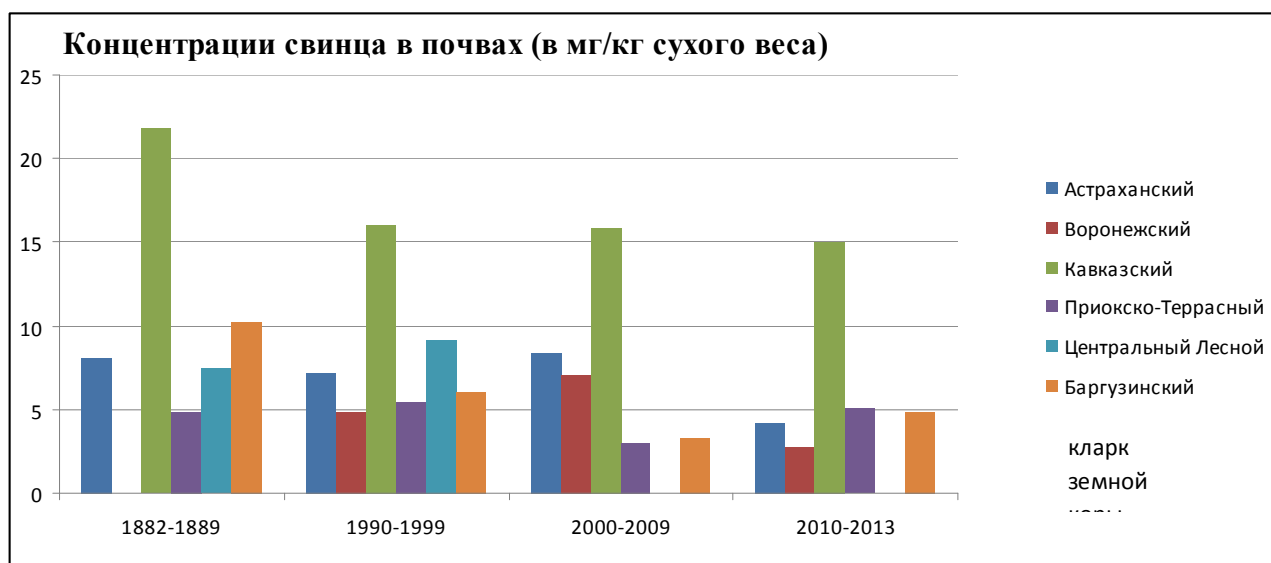


Рис. 2.1.1. Динамика средних значений валовой концентрации свинца в почвах биосферных заповедников по 10-ти летним периодам.

Уровень концентраций кадмия в почвах Астраханского БЗ в конце прошлого века существенно превышал в ОДК (0,5 мг/кг для песчаных почв) и понизился в почвах Астраханского БЗ в последнее десятилетие, в то время как в других заповедниках достоверных изменений валовых концентраций не отмечается, а регистрируемые концентрации элемента находятся на уровне кларка гранитного слоя коры континентов (0,16 мкг/кг).

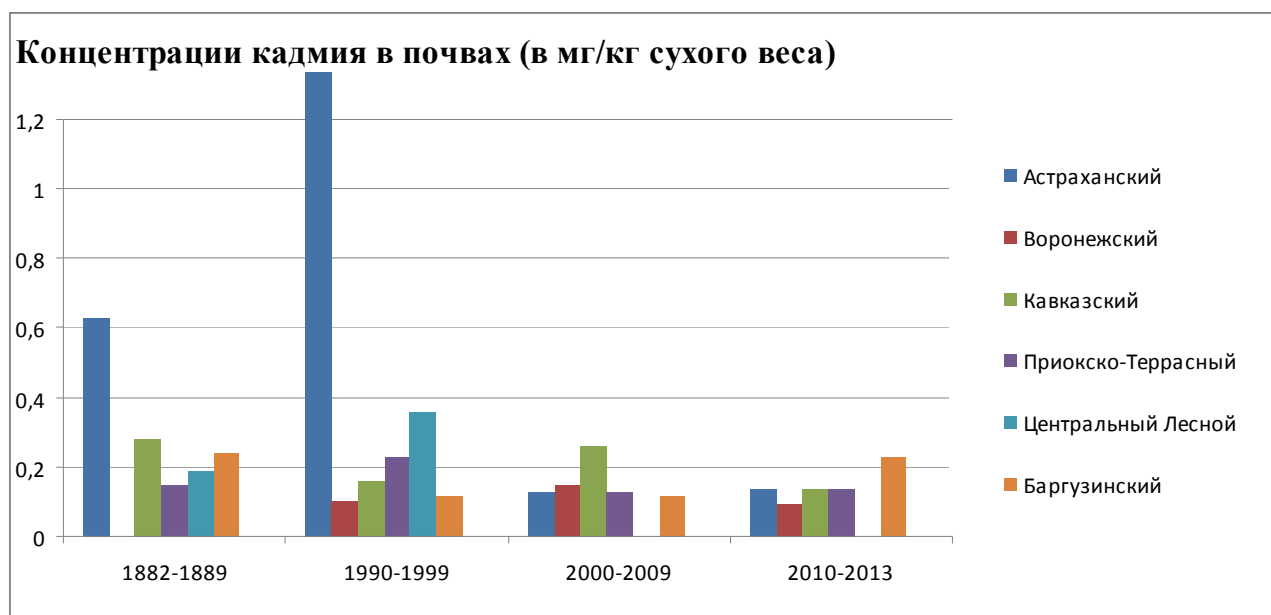


Рис. 2.1.2. Динамика средних значений валовой концентрации кадмия в почвах биосферных заповедников по 10-ти летним периодам.

За период наблюдений отмечается общая тенденция снижения фонового уровня загрязнения почв остаточными количествами пестицидов (рис. 2.1.3 и 2.1.4) во всех биосферных заповедниках. В наибольшей степени снижение остаточных количеств отмечается для γ -ГХЦГ, концентрация этого пестицида в почвах снизилась в 5 и более раз. Сегодня в почвах заповедников регистрируются значения, в 50 и более раз ниже установленных ПДК и близкие к пределу лабораторного измерения, что позволяет говорить об значительном снижении уровней и отсутствии опасности глобального фонового загрязнения почв γ -ГХЦГ.

В отношении ДДТ и его метаболитов следует отметить, что следовые количества этого весьма стойкого в природной среде пестицида по-прежнему сохраняются в почвах биосферных заповедников. За более чем 30 лет наблюдений не произошло столь же значительных снижений концентраций, как для γ -ГХЦГ. Регистрируемые в последние годы концентрации обычно в 3-5 раз ниже установленного ПДК, что позволяет также характеризовать почвы как «чистые» по содержанию ДДТ. Однако, в иллювиальных горизонтах почв с дифференцированным профилем, в которых осуществляется активное вертикальное перераспределение веществ, на глубине 50-80 см можно обнаружить достаточно высокие концентрации пестицида, поступившего ранее из верхних горизонтов и сохранившегося на этом естественном барьере до настоящего времени (например, 71 мкг/кг ДДТ в почвах Волжско-Камского БЗ).

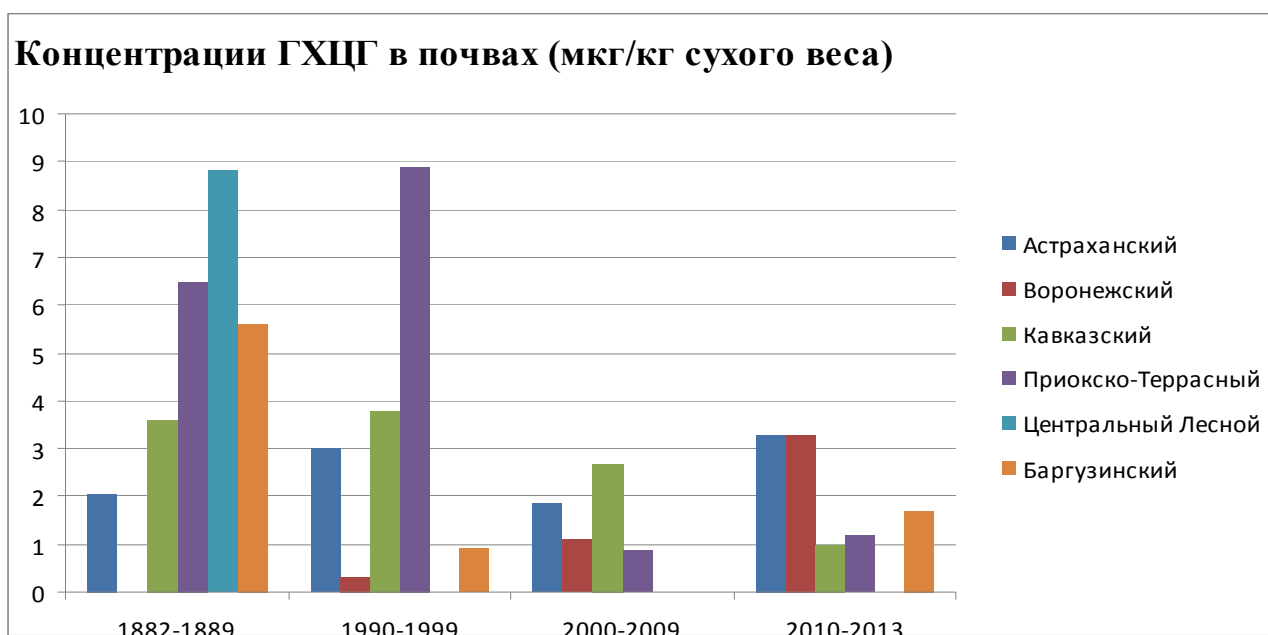


Рис. 2.1.3. Динамика средних значений γ -ГХЦГ в почвах биосферных заповедников по 10-ти летним периодам.

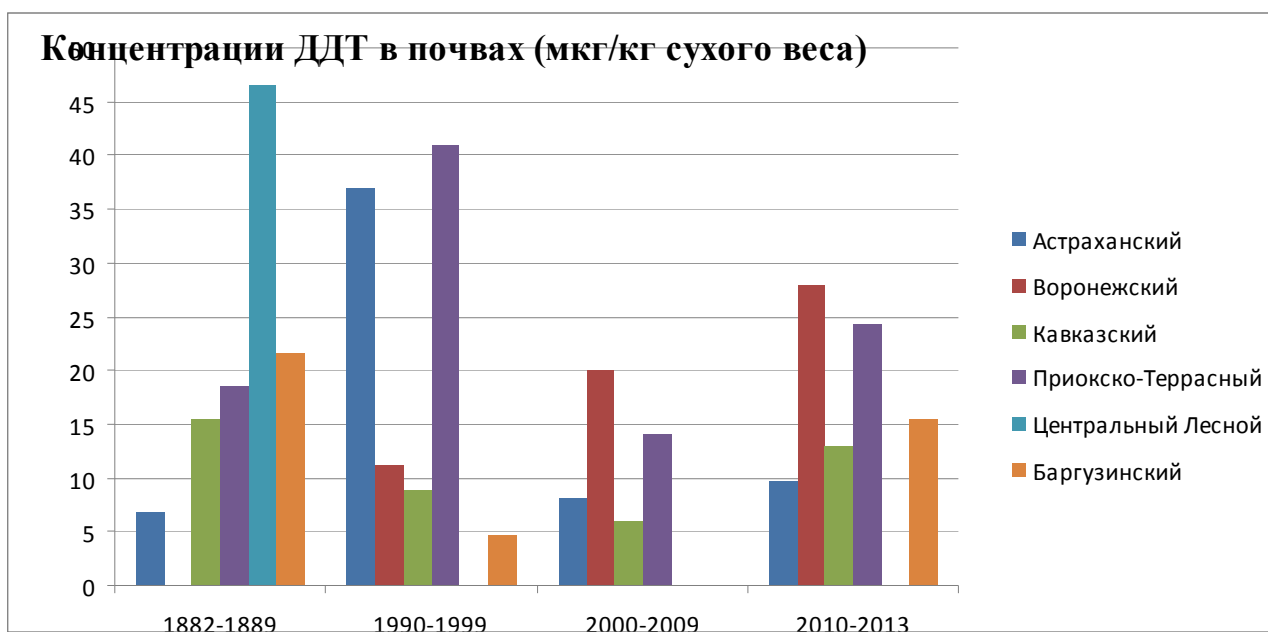


Рис. 2.1.4. Динамика средних значений концентрации ДДТ (сумма с метаболитами) в почвах биосферных заповедников по 10-ти летним периодам.

Табл. 2.1.2. Средние концентрации приоритетных загрязняющих веществ в почве в 2012-2013 годах и диапазоны значений за период 2004-2013 гг. по данным сети наблюдений комплексного фоновый мониторинга

Заповедник / ООПТ	Почвы опробования	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг		Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		γ-ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон	2013г.	Диапазон	2013г.	Диапазон	2013г.	Диапазон	2013г.	Диапазон	2013г.	Диапазон	2013г.
Центральный федеральный округ													
НП Смоленское Поозерье	Дерново-подзолистые и болотно-подзолистые суглинистые	3,7-10,0	8,8*	0,12-0,35	0,35*	2,2-16,0	11,9*	0,2-1,2	0,2*	≤0,2-10,0	≤0,2*	≤0,2-0,7	≤0,2*
Приокско-Террасный БЗ	Дерново-подзолистые супесчаные	1,4-19,0	2,8	0,02-0,29	0,11	0,53-58,0	8,2	0,1-0,9	0,4	0,5-70,8	34,8	≤0,05-4,5	3,7
Воронежский БЗ	Дерново-подзолистые песчаные и аллювиальные болотные почвы	1,30-29,0	2,8	0,03-0,50	0,09	2,9-7,5	4,8	0,1-18,1	0,09	0,5-78,0	28,0	≤0,05-4,5	3,2
Южный федеральный округ													
Астраханский БЗ	Аллювиальные луговые песчаные	1,5-6,6	5,4	0,04-0,42	0,43	9,7-14,0	11,2	0,08-0,23	0,1	0,3-25,0	4,2	≤0,05-13,2	6,5
Кавказский БЗ	Горные бурые лесные – горно-луговые	6,3-25,0	13,5	0,05-0,32	0,15	7,8-22,0	13,0	0,08-1,4	0,4	0,5-41,1	3,9	≤0,05-3,1	0,03
Приволжский федеральный округ													
Волжско-Камский БЗ	Дерново-подзолистые супесчаные	2,9-12,0	8,5	0,05-0,46	0,16	7,5-20,4	18,0	0,1-0,3	0,1	0,5-71,4	23,3	≤0,2-4,5	2,8
Сибирский федеральный округ													
Баргузинский БЗ	Горно-лесные подзолистые - горные мерзлотно-таежные	2,4-8,2	4,9	0,04-2,8	0,23	3,1-12,0	6,1	0,3-1,6	0,5	0,5-98,6	15,5	≤0,05-3,4	1,7
Алтайский БЗ (Яйлю)	Дерново-подзолистые, черноземовидные - горно-луговые – горно-лесные	7,5-14,0	10,8	0,14-0,80	0,22-	5,8-57,0	8,5-	0,1-0,8	0,5	2,9-33,4	4,8	≤0,05-0,5	0,25
Дальневосточный федеральный округ													
Командорский БР	дерновые субарктические и подбуры	5,2	5,2*	0,17	0,17*	10,4	10,4*	0,3	0,3*	36,0	36,0*	1,1	1,1*

* - так как отбор проб почвы и растительности производится 1 раз в 3-5 лет, приведены данные последнего измерения

- нет данных

Содержание загрязняющих веществ в растительности

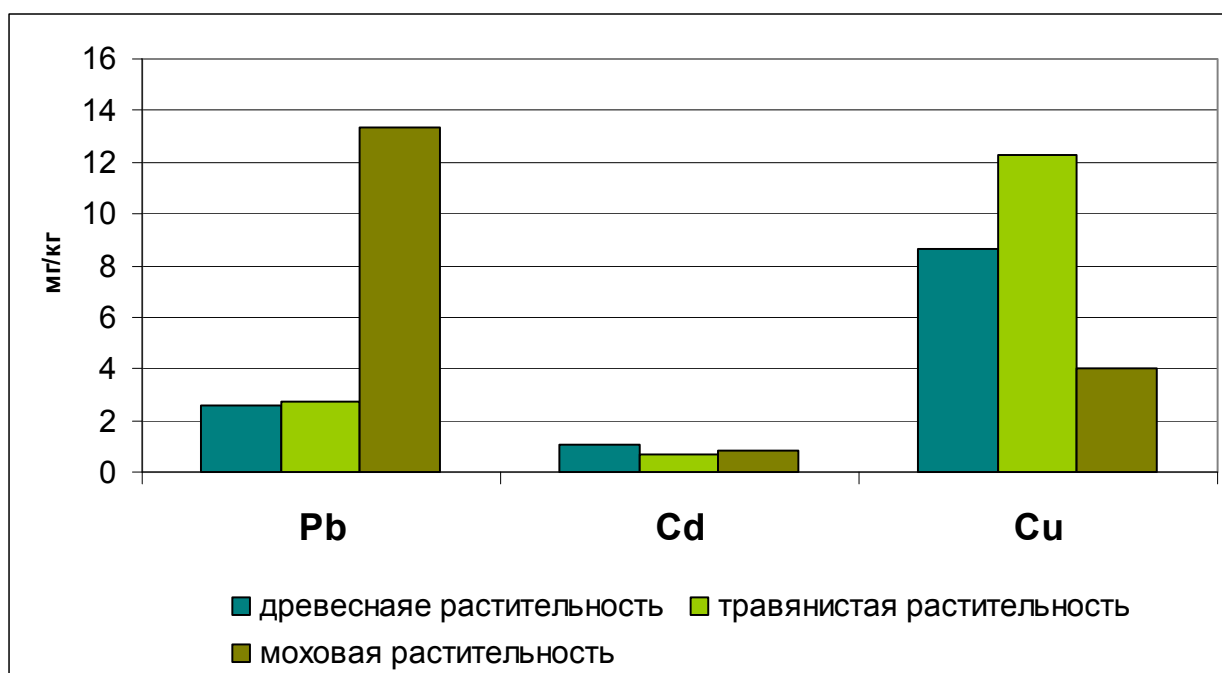
В характерных фитоценозах СКФМ осуществляются регулярные наблюдения за содержанием экотоксикантов в надземных вегетирующих частях растений. В 2013 году проведено обследование фонового загрязнения растительного покрова на всех функционирующих СКФМ. Отбор и анализ образцов проводился отдельно по основным ярусам лесных экосистем и формам природного материала: листва/хвоя деревьев, напочвенная травянистая растительность (разнотравье) и мхи, как правило, плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi* (Brid.)).

Результаты обследования текущего года и диапазоны значений концентраций экотоксикантов за период с 2004 по 2013 гг. в растительности районов размещения СКФМ представлены в табл. 2.1.2. Максимальное содержание соединений свинца отмечается в зеленых частях мха плевроциум Шребера, собранного в Волжско-Камском БЗ (37,0 мг/кг сухого веса). Самые высокие уровни накопления соединений кадмия отмечаются в листе Приокско-Террасного БЗ и Астраханского БЗ (3,5 мг/кг и 2,1 мг/кг соответственно). Максимальное содержание соединений меди зарегистрировано в травянистом напочвенном покрове и листе ясеня Астраханского БЗ (59,5 мг/кг и 37,5 мг/кг соответственно). Среди стойких органических загрязнителей, инкорпорируемых в растительную массу, повышенным уровнем накопления остаточных количеств ДДТ и его метаболитов характеризуется моховый покров Волжско-Камского БЗ (122,0 мкг/кг), а также листья рододендрона в Командорском БР, хвоя сосны в Воронежском БЗ и напочвенная травянистая растительность в Приокско-Террасном БЗ (34,4-51,4 мкг/кг), в то время как содержание бенз(а)пирена и γ -ГХГЦ в растениях различных СКФМ варьирует в относительно небольших пределах и невысоко по абсолютным показателям.

Сопоставление средних для всех обследованных СКФМ концентраций загрязняющих веществ в растительности древесного, травянистого и мохового ярусов в 2013 г. (рис. 2.1.5) выявило в ряде случаев избирательность биологического накопления поллютантов в зависимости от жизненной формы растений. Так, соединения свинца и ДДТ накапливаются преимущественно в моховом покрове; соединения меди – в напочвенном травянистом покрове. В то же время для соединений кадмия, γ -ГХГЦ и бенз(а)пирена определенная зависимость концентрации поллютанта от жизненной формы растений и яруса не выявлена.

Основным, повсеместно используемым растительным объектом наблюдения в биосферных заповедниках является наземная травянистая растительность, проба которой отбирается с определенной площади типичного лугового и лесного фитоценоза и не разделяется по видам. По этому компоненту накоплена наиболее полная база данных, позволяющая провести сравнение среднего содержания экотоксикантов в травянистой растительности по десятилетним периодам.

А.



Б.

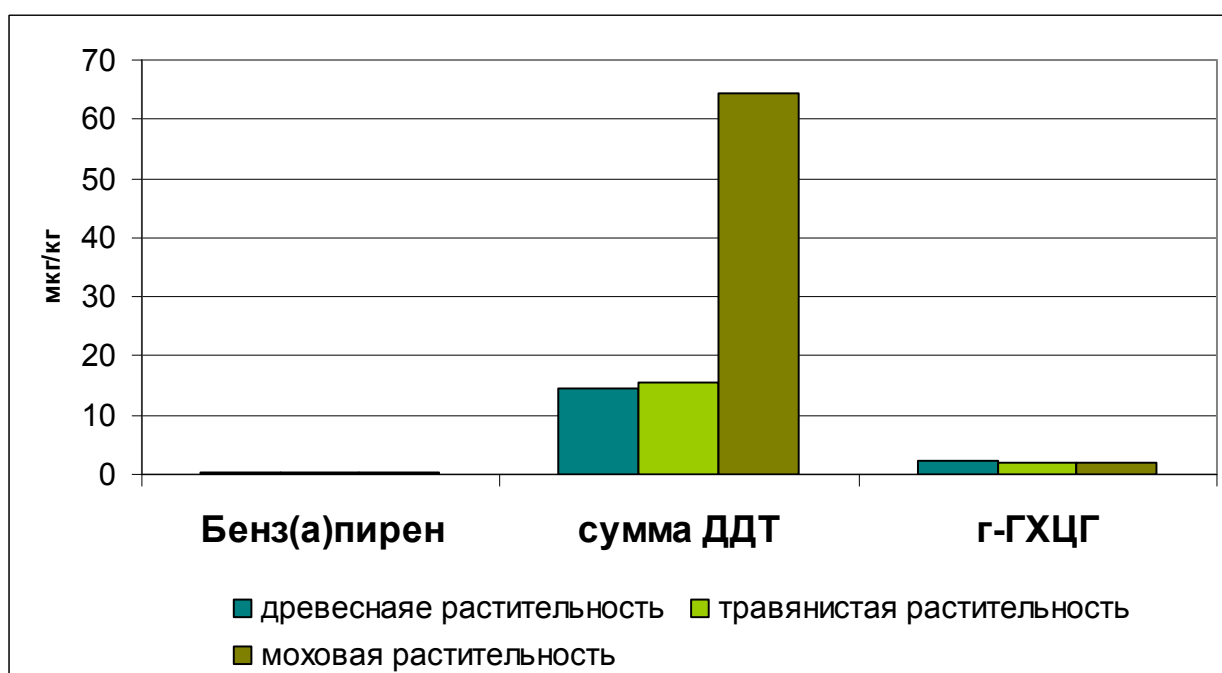


Рис. 2.1.5. Среднее содержание загрязняющих веществ в растительности древесного, травянистого и мохового ярусов станций комплексного фоновое мониторинга в 2013 г.: А – тяжелые металлы, Б – стойкие органические загрязнители

Диаграмма, построенная по усредненным за десятилетние периоды значениям концентрации свинца (рис. 2.1.6) демонстрирует снижение за последние 30 лет содержания этого поллютанта в травянистой растительности Кавказского, Баргузинского и Воронежского БЗ, в то время как в Астраханском БЗ в последние годы, напротив, отмечается рост содержания соединений свинца.



Рис. 2.1.6. Динамика средних значений валовой концентрации свинца в травянистой растительности биосферных заповедников по 10-ти летним периодам.

Концентрации кадмия в травянистой растительности с 2000-х годов возросли только в Астраханском БЗ, а на других СКФМ достоверных изменений не прослеживается (рис. XX.7). В последнее десятилетие в растительности Астраханского БЗ регистрируются значения концентраций кадмия в 3 и более раза выше, чем на других СКФМ. Характерно, что среднегодовые значения концентрации кадмия в воздухе на СКФМ Астраханского БЗ в 3-5 раз выше, чем на других российских СКФМ.

Как и для почв, для травянистой растительности отмечается общая тенденция снижения уровня содержания остаточных количеств ХОП за период с 1982 года (рис. 2.1.8 и 2.1.9.). В наибольшей степени снижение концентраций остаточных количеств ХОП отмечается для γ -ГХЦГ, его концентрация в растительности уменьшилась в 5 и более раз. Сегодня в растительности заповедников почти повсеместно регистрируются значения содержания γ -ГХЦГ, близкие к пределу лабораторного обнаружения, что свидетельствует об остаточном характере накопления экотоксиканта и об отсутствии актуальных источников его поступления в компоненты почвенно-растительного покрова.

В отношении ДДТ и его метаболитов следует отметить, что следовые количества этого весьма стойкого в природной среде пестицида по-прежнему обнаруживаются в растительности биосферных заповедников. С учетом многолетней динамики показателей, наиболее высокие остаточные концентрации ДДТ зафиксированы в растительности Астраханского и Воронежского биосферных заповедников.



Рис. 2.1.7. Динамика средних значений валовой концентрации кадмия в травянистой растительности биосферных заповедников по 10-ти летним периодам.

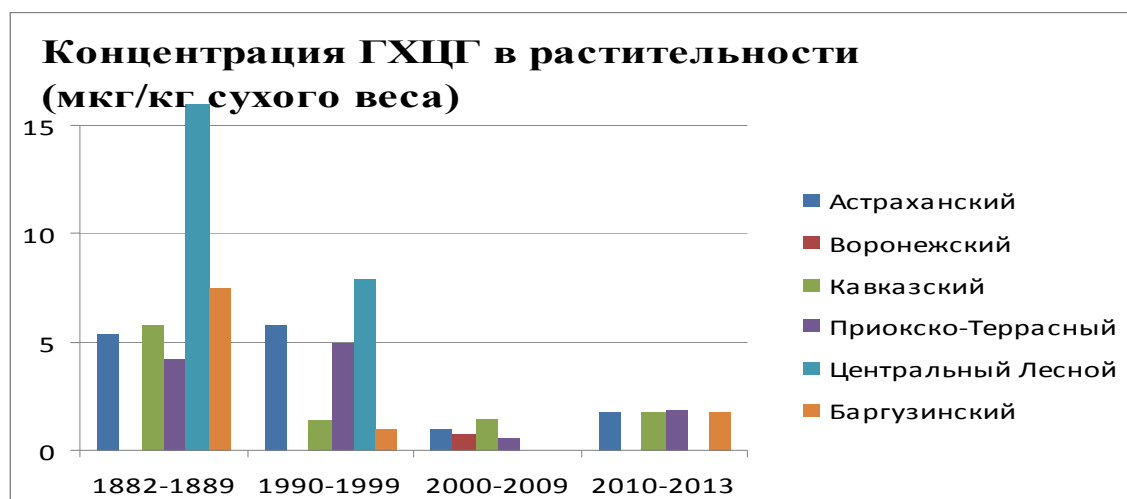


Рис. 2.1.8. Динамика средних значений γ -ГХЦГ в травянистой растительности биосферных заповедников по 10-ти летним периодам.

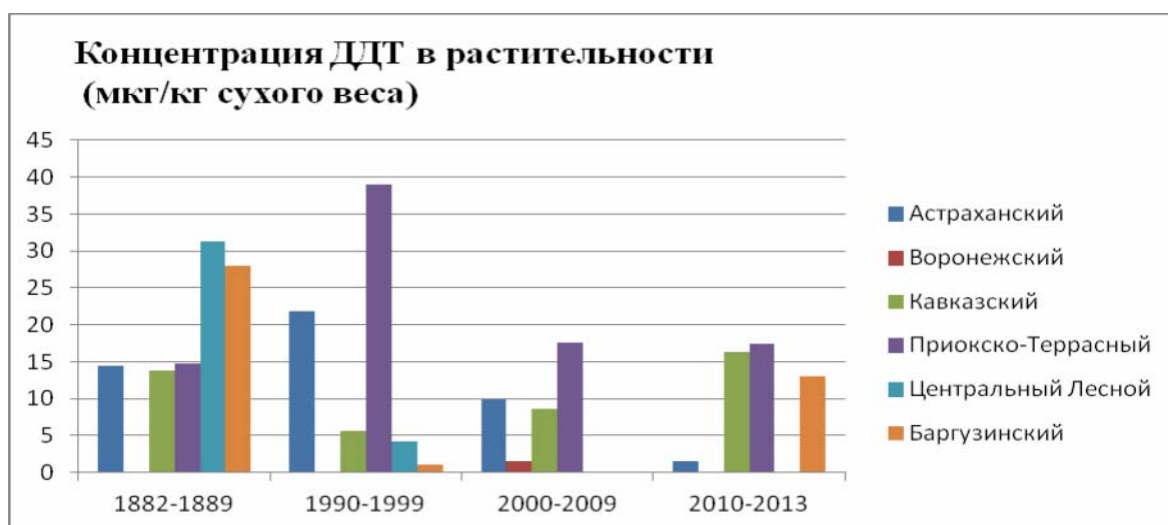


Рис. 2.1.9. Динамика средних значений концентрации ДДТ (с метаболитами) в травянистой растительности биосферных заповедников по 10-ти летним периодам.

Табл. 2.1.2. Средние концентрации приоритетных загрязняющих веществ в растительности в 2012-2013 гг. и диапазоны значений за период 2004-2013 гг. по данным сети наблюдений комплексного фоновых мониторинга

Заповедник / ООПТ	Вид растительного образца	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг		Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		γ -ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.
Ц е н т р а л ь н ы й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Смоленское Поозерье	листва деревьев	0,3-7,3	1,2	0,18-0,96	0,90	-	5,3	0,03	0,03	1,0-2,0	1,1	≤0,05	≤0,05
	травянистый покров		3,4		0,39		9,2	0,10 –	0,40	≤0,5-21,0	11,0	≤0,05- 1,1	1,0
	мох		4,0		0,90		4,3	1,10	0,20	1,0 – 14,0	7,1	1,0-2,0	1,7
Приокско-Террасный БЗ	листва деревьев	0,05-1,5	1,2	0,15-3,50	3,50	0,7-20,0	5,6	0,05-0,19	0,15	0,5-58,7	4,3	≤0,05-3,2	3,2
	травянистый покров	0,50-1,5	0,5	0,16-1,50	0,60	1,9-9,0	3,2	0,16-0,19	0,16	0,5-51,0	34,4	≤0,05-3,8	3,8
Воронежский БЗ	хвоя сосны	0,2-1,9	1,6*	0,20-0,60	0,50*	-	-	0,40	0,40*	2,0-37,3	37,3*	0,05-3,5	2,4*
	травянистый покров	0,1-1,9	1,4*	0,30-0,60	1,40*								
	мох	6,8-10,3	10,3*	0,40-0,90	0,90*								
Ю ж н ы й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Астраханский БЗ	листва деревьев	0,59-7,40	5,9	0,30-5,30	2,05	9,5-107,0	37,5	0,15-0,30	0,22	≤0,5-68,0	3,3	0,3-1,4	2,0
	травянистый покров	0,68-17,0	10,8	0,40-6,70	0,89	3,3-98,0	59,5	0,12-0,15	0,15	≤0,5-12,3	≤0,2	≤0,05-1,4	0,9
Кавказский БЗ	листва/хвоя деревьев	1,12-18,1	7,3	0,14-1,58	0,81	0,3-2,7	1,5			≤0,5-15,0	2,9	≤0,05-2,0	2,0
	травянистый покров	0,8-1,6	0,7	0,10-0,65	0,20	2,8-7,6	2,8	0,15	0,15	≤0,5-44,2	23,0	≤0,05-4,2	1,4
П р и в о л ж с к и й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Волжско-Камский БЗ	хвоя сосны,	1,3-2,9	2,5	0,25-0,50	0,40	3,7-18,0	4,2	0,21-0,28	0,25	1,0–23,0	12,0*	2,7-5,4	4,0*
	травянистый покров	1,4-3,9	3,0	0,28-2,70	1,50	3,5-9,8	3,5	0,07	0,07	3,0	3,0	2,0	2,0*
	мох	4,0-42,0	37,0	0,70-0,90	0,80	4,2-11,0	5,0	0,07-0,14	0,10	46-220	122,0*	0,5-5,0	2,5
С и б и р с к и й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Баргузинский БЗ	листва деревьев	0,36-0,53	0,5	0,33-0,88	0,60	0,5-4,0	2,3	0,02-0,60	0,25	3,4	3,4	1,5	1,5
	травянистый покров	0,29-1,4	0,7	0,06-0,27	0,15	0,8-3,2	1,9	0,24-0,60	0,35	13,0	13,0	3,4	3,4
	хвоя кедровой сосны	0,44-1,3	0,7	0,20-0,48	0,30	1,1-2,5	1,9	0,24-0,60	0,33			-	-
	мох	1,0-3,5	2,2	0,30-1,30	0,60	2,3-3,2	2,7						
Алтайский БЗ (Яйлю)	травянистый покров	1,0-1,5	1,4	0,19-0,33	0,19	5,5-7,2	6,1	0,14-0,30	0,30	6,2-28,7	7,8	≤0,05-2,6	1,3
Д а л ь н е в о с т о ч н ы й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Командорский БР	листья рододендрона	-	0,5*	-	0,10*	-	4,0*	-	0,10*	-	51,4*		-

* - последнее измерение

2.2. Содержание загрязняющих веществ в почвах по результатам наблюдательной сети Росгидромета

Организации наблюдательной сети (ОНС) Росгидромета для сравнения уровней загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) вблизи источников промышленных выбросов с фоновыми массовыми долями соответствующих химических веществ ежегодно проводят отбор проб почв в фоновых районах, прилегающих к техногенным. Согласно ИСО 11074-1-96, фоновая концентрация вещества в почвах – это средняя концентрация вещества в исследуемых почвах, зависящая от геологических и почвообразующих условий. Фоновый район для вещества в почвах изучаемого города – территория в районе расположения города с фоновой концентрацией вещества в почвах, аналогичных почвам города.

В почвах определяют массовые доли тяжелых металлов (ТМ), нефти и нефтепродуктов (НП), фтора, нитратов, сульфатов и бенз(а)пирена (БП). Значения фоновых массовых долей ингредиентов в почвах предоставляют в ежегодниках загрязнения почв ТПП территории деятельности УГМС. В каждой ОНС определён свой перечень ТПП, измеряемых в почвах. Ежегодно летом отбирают от 1 до 10 объединённых проб почв в фоновых районах обследуемых городов. В 2013 году количество мест наблюдений в фоновых районах составило 24, количество отобранных объединённых проб почв – 73.

Результаты многолетних наблюдений за фоновыми валовыми и (или) кислоторастворимыми (сравнимыми с валовыми) формами массовых долей ТМ, НП и БП в почвах районов, в которых проводили наблюдения за загрязнением почв ТПП в 2013 году, приведены в таблице 2.2.1 и 2.2.2. В одной из таблиц даны уточнённые места отбора фоновых проб почв в 2013 году. Для Верхнего Поволжья ввиду многочисленности мест отбора фоновых проб почв в 2013 году указано только положение отдельных фоновых площадок отбора проб.

В фоновом районе для г. Дзержинск Нижегородской области, в НПП «Самарская Лука» и АГМС пос. Аглос Волжского района Самарской области варьирование массовых долей ТМ в почвах остаются в пределах, установленных в 2006-2012 годах. Исключение составляют цинк, а также НП, содержание которых с учётом результатов наблюдений 2013 года изменяется соответственно от 55 до 271 мг/кг и от 12 до 96 мг/кг в почвах АГМС пос. Аглос.

Значение фоновой массовой доли обменных сульфатов (извлекаемых 1 н раствором KCl) в лугово-бурых почвах Приморского края в районе г. Уссурийск находится в пределах от 3,3 до 37 мг/кг, в серых лесных почвах Иркутской области в районе г. Слюдянка и п. Култук – от 54 до 340 мг/кг. От значения ниже предела определения до 227 мг/кг изменяется значение фоновой массовой доли водорастворимых сульфатов в черноземах Волжского района Самарской области.

В таблице 2.2.3 представлены значения массовых долей нитратов и водорастворимого фтора в почвах фоновых районов Западной Сибири, Приморского края, Иркутской, Самарской и Свердловской областей.

В большинстве регионов значения массовых долей ТПП в почвах варьируют в определённых пределах, зависящих от природной неоднородности почв, оставаясь в среднем за период наблюдений примерно на одном уровне. Отдельные высокие значения фоновых массовых долей химических веществ в почвах встречаются редко.

За многолетний период наблюдений превышение предельно допустимых и ориентировочно допустимых концентраций химических веществ в почвах наблюдается в единичных случаях, которые не связаны с промышленным загрязнением.

Анализ значений фоновых массовых долей ТПП в почвах РФ, полученных ОНС, которые не противоречат литературным данным, позволяет оценить состояние почв фоновых районов как благополучное.

Табл. 2.2.1. Массовые доли кадмия, меди, свинца, цинка, НП и БП, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Cd	Cu	Pb	Zn	НП (БП)
1	2	3	4	5	6	7	8
Верхнее Поволжье г. Нижний Новгород	Дерново-подзолистые	1995-2013	но* -1,8	<5-58	<8-100	7-370	<25-453
г. Кстово		2013	<4,0	<5-11	17-40	29-87	<25-31
д. Владимирова		2012-2013	<4,0	16-56	<8-19	26-120	50-80
г. Арзамас Шатковский район		2013	<4,0	35-54	25-39	12-31	25-40
г. Йошкар-Ола Казанский тракт 25 км	Чернозёмы	1997-2013	<4,0	13-35	9-77	23-205	44-1220
Западная Сибирь г. Новосибирск 3 38 км с. Прокудское	Подзолистые	1998-2013	но-1,0	3-30	3-28	5-47	9-260
г. Кемерово д. Калинкино ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Серые лесные	1995-2013	но-6,3	4-41	5-31	18-169	6-110
г. Новокузнецк пос. Сарбала ЮЮВ 32 км от ГРЭС	Подзолистые	1995-2013	но-0,5	3-27	4-25	5-133	но-102
г. Томск, с. Ярское Ю 43 км от ГРЭС-2	Подзолистые	2001-2013	<0,25-1,0	2-200	8-27	24-200	20-160

1	2	3	4	5	6	7	8
Иркутская область г. Слюдянка пос. Култук 3 50 км, СВ 50 км; вблизи пос. Тиреть для НП	Серые лесные	2005, 2013	0,15-0,17	16-200	8-38	39-440	40-534**
Приморский край г. Уссурийск С 50 км	Лугово-бурые	1985-2013	но-1,25	8-30	10-48	20-105	(<0,05)
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км	Дерново- подзолистые	2008-2013	но-0,5	2,5-11	4-18	10-180	51-96
г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»		2008-2013	но-0,96	5-22	4-22	17-60	36-150
Республика Башкортостан г. Октябрьский СВ 15 км	Чернозёмы	2006-2013	но	25-35	18	41-77	-
г. Туймазы ЮВ 20 км	Серые лесные	2006-2013	но-11	20-37	16-25	44-47	-
Свердловская область г. Ревда Ю 30 км г. Кировград СЗ 3 км г. Полевской Ю 8 км г. Сухой Лог С 4 км	Дерново- подзолистые	1995-2013	но-3,0	10-368	6,4-81	19-409	-

* но – не обнаружено

** в почвах Иркутской области

Табл. 2.2.1. Массовые доли кобальта, марганца, никеля и хрома, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Co	Mn	Ni	Cr
1	2	3	4	5	6	7
Верхнее Поволжье г. Нижний Новгород поле ООО СПК «Ждановский» г. Арзамас г. Йошкар-Ола г. Кстово г. Новочебоксарск	Дерново- подзолистые Чернозёмы	1995-2013 2012-2013 2013 2013 1997-2013	но* -11 <1,0-4,9 <1,0 <1,0 <1,0-8	5-1350 99-560 77-93 14-110 75-646	но-48 16-32 11-23 <10-18 16-36	<10-174 28-93 15-35 <10-17 14-240
Иркутская область г. Слюдянка, п. Култук 3 50 км; СВ 50 км	Серые лесные	2005, 2013	0,8-36	205-1150	5-180	42-740
Приморский край г. Уссурийск	Лугово-бурые	1989-2013	6-25	325-1500	но-43	26-90
Республика Татарстан г. Казань г. Нижнекамск г. Набережные Челны	Дерново- подзолистые	2008-2013 2008-2013	2-7 5-9	250-600 223-370	2-36 15-60	30-150 50-300
Свердловская область	Дерново- подзолистые	1995-2013	4-44	77-2750	16-80	7-117

*но – не обнаружено

Табл. 2.2.3. Массовые доли нитратов и водорастворимого фтора, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Нитраты	Фтор
1	2	3	4	5
Западная Сибирь г. Новосибирск г. Кемерово г. Новокузнецк г. Томск	Подзолистые Серые лесные Подзолистые	1998-2013 1995-2013 1995-2013 2001-2013	1,2-16 6,2-88 6,2-25 1,5-49	0,35-3,0 но* -3,5 но-1,3 0,3-3,8
Иркутская область г. Слюдянка, пос. Култук	Серые лесные	1990-2013	-	0,2-1,8
Приморский край г. Уссурийск	Лугово-бурые	1995-2013	-	но-5,6
Самарская область Волжский район НПП «Самарская Лука» 3 30 км от г. Самара Волжский район АГМС пос. Аглос ЮЗ 20 км от г. Самара	Чернозёмы	2006-2013 2006-2013	1-28 3-34	но-2,4 но-8
Свердловская область	Дерново- подзолистые	1995-2013	0,2-26	<0,2-28

*но – не обнаружено

2.3. Оценка влияния природных и антропогенных факторов на состояние лесов.

Приводимые сведения о текущих изменениях в лесном фонде страны отражают состояние насаждений, находящихся в ведении Федерального агентства лесного хозяйства Российской Федерации. По данным государственного лесного реестра земли лесного фонда составляют более 96% всех насаждений Российской Федерации, поэтому состояние этих древостоев определяет всю экологическую ситуацию в стране. По материалам государственного лесного реестра на 01.01.2013 года лесопокрытая площадь составляет 769692,7 тыс. га.

Ежегодно леса страны подвергаются воздействию комплекса неблагоприятных факторов абиотического, биотического и антропогенного характера. В результате этих процессов может происходить ослабление деревьев и возникать их повышенный (патологический) отпад в насаждении. Древостои с наличием повышенного отпада, но не утратившие жизнеспособность и возможность выполнять свои функции, относятся к насаждениям с нарушенной устойчивостью; древостои, в которых процессы деградации лесов необратимы – к утратившим устойчивость или погибшим насаждениям.

На конец 2013 года насаждения с нарушенной и утраченной устойчивостью, по данным государственного лесопатологического мониторинга, были отмечены на общей площади 9595,1 тыс. га, в том числе погибшие, с учётом накопления за несколько лет – 2587,3 тыс. га. Значительные площади древостоев с повышенным отпадом отмечены в Северо-Западном (2640,3 тыс. га), Сибирском (2624,9 тыс. га) и Дальневосточном (2124,1 тыс. га) округах. Основная их часть находится в лесах Архангельской и Иркутской областей, Республик Коми и Саха (Якутия), Забайкальского и Красноярского краев. Причиной неудовлетворительного состояния этих древостоев были, в основном, воздействия лесных пожаров различных лет давности, неблагоприятные погодные условия и повреждения насекомыми.

Общая площадь погибших лесных насаждений в 2013 году по данным государственного лесного реестра составляет 475,1 тыс. га. Основные объёмы усыхания лесов Российской Федерации в истекшем году, как и в предыдущие годы, выявлены в древостоях Сибирского и Дальневосточного федеральных округов на площади 339,3 тыс. га, что составляет 71,4 % от всех погибших насаждений по стране. Общие размеры гибели лесов, по сравнению с 2012 годом, возросли на 29,8%, и составляют величину в 1,12 раза больше среднесноголетнего показателя за последние десять лет наблюдений (425,5 тыс. га). Такое увеличение площадей таких насаждений произошло в связи с выявлением значительных массивов леса, погибших от воздействия лесных пожаров в Республике Саха (Якутия).

Главными причинами гибели лесов в 2013 году были лесные пожары, усыхание от кото-

рых было выявлено на площади 358,3 тыс. га; а также повреждения насекомыми – 49,4 тыс. га и неблагоприятные погодные условия и почвенно-климатических факторы – 40,9 тыс. га.

Для оценки общей гибели насаждений под влиянием различных факторов, включая повреждение пожарами, вредителями и поражения болезнями леса, в защите леса используется дополнительный показатель – удельная площадь земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью, погибшая от всех факторов негативного воздействия. Этот показатель рассчитывается как отношение площади погибших насаждений (в гектарах) ко всей покрытой лесом (в тысячах гектаров). В 2013 году удельная площадь земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью, погибшая от всех причин негативного воздействия составила в целом по России величину, равную 0,62 га/тыс. га (в 2012 году 0,47 га/тыс. га). Наибольшее значение этого показателя отмечено в насаждениях Центрального и Дальневосточного федеральных округов 2,17 и 0,84 соответственно.

В таблице 2.3.1 приведены сведения о погибших насаждениях по причинам, вызвавшим их усыхание по федеральным округам и по стране в целом.

Табл. 2.3.1. Распределение насаждений по причинам их гибели за 2013 год

Федеральный округ	Погибшие насаждения (числитель – всего, га; знаменатель – удельная гибель)	в том числе по причинам, га/%					
		лесные пожары	повреждения насекомыми	погодные условия и почвенно-климатические факторы	болезни леса	повреждения ди-кими животны-ми	антропогенные факторы
Центральный	<u>45772</u> 2,17	<u>7877</u> 17,2	<u>24954</u> 54,5	<u>5454</u> 11,9	<u>7361</u> 16,1	<u>42</u> 0,1	<u>84</u> 0,2
Северо-Западный	<u>36155</u> 0,42	<u>14247</u> 39,4	<u>213</u> 0,6	<u>19997</u> 55,3	<u>812</u> 2,2	–	<u>886</u> 2,5
Приволжский	<u>26442</u> 0,74	<u>6483</u> 24,5	<u>6111</u> 23,1	<u>9614</u> 36,4	<u>4157</u> 15,7	<u>59</u> 0,2	<u>18</u> 0,1
Южный	<u>1086</u> 0,49	<u>136</u> 12,5	<u>3</u> 0,3	<u>923</u> 85,0	<u>21</u> 1,9	–	<u>3</u> 0,3
Северо-Кавказский	<u>362</u> 0,24	–	<u>54</u> 14,9	<u>308</u> 85,1	–	–	–
Уральский	<u>26047</u> 0,38	<u>22062</u> 84,7	<u>460</u> 1,8	<u>1286</u> 4,9	<u>1577</u> 6,1	–	<u>662</u> 2,5
Сибирский	<u>94408</u> 0,35	<u>72993</u> 77,3	<u>17406</u> 18,4	<u>2410</u> 2,6	<u>1447</u> 1,5	–	<u>152</u> 0,2
Дальневосточный	<u>244843</u> 0,84	<u>234536</u> 95,7	<u>219</u> 0,1	<u>878</u> 0,4	<u>9210</u> 3,8	–	–
Всего	<u>475115</u> 0,62	<u>358334</u> 75,4	<u>49420</u> 10,4	<u>40870</u> 8,6	<u>24585</u> 5,2	<u>101</u> 0,0	<u>1805</u> 0,4

В разрезе субъектов Российской Федерации этот максимальный показатель выявлен также в лесах Центрального округа – в Московской (6,64); Рязанской (6,34); Липецкой (4,04);

Владимирской (3,94), Калужской (3,17) областей; а также в Республике Мордовия (3,69) и Оренбургской области (3,36). Основными факторами гибели насаждений в этих субъектах были воздействия лесных пожаров (Республика Мордовия, Липецкая, Рязанская и Оренбургская области) и повреждения вредными насекомыми (Владимирская, Калужская и Московская области). Высокий уровень удельной площади лесов, погибших от всех факторов негативного воздействия, отмечен также в древостоях Курганской (2,81), Самарской (2,61) и Тверской (2,42) областей. Минимальная удельная площадь гибели зафиксирована в Республике Хакасия, в Алтайском и Камчатском краях, а также в Магаданской, Омской и Сахалинской областях. Не выявлена гибель лесных насаждений в шести субъектах: в Республиках Дагестан, Ингушетия, Алтай, в Кабардино-Балкарской и Чеченской Республиках, а также в Приморском крае.

Как и ранее воздействие лесных пожаров на состояние насаждений в 2013 году было самым весомым фактором усыхания лесов страны. За последние десять лет от этих причин погибло 2476,2 тыс. га насаждений, что составило более 58% от площади всех усохших древостоев за этот период. За истекший год от лесных пожаров погибло 358,3 тыс. га лесов или 75,4 % площади всех усохших насаждений по стране. По сравнению с 2012 годом площади древостоев, погибших от лесных пожаров, возросли на 127,5 тыс. га. Во многом такое увеличение объясняется повышением достоверности отчётов о пожарах, предоставляемых субъектами Российской Федерации, обусловленной контролем со стороны Рослесхоза, но основное – это общее ослабление насаждений, снижение их устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов. Сложившаяся величина усыхания от этих факторов на 44,7% больше средних значений за последние десять лет (247,6 тыс. га). За этот период от лесных пожаров больше всего погибло древостоев в Забайкальском крае (449,9 тыс. га), в Республике Саха (402,3 тыс. га) и Иркутской области (184,9 тыс. га).

По данным формы № 3.1 ГЛР (Сведения о лесных пожарах по состоянию на 1 января 2014 года), в 2013 году, по сравнению с предыдущим годом, количество возгораний уменьшилось на 52%, тогда как средняя площадь одного пожара увеличилась на 5%. Увеличение средней площади пожаров отмечено в Центральном, Северо-Западном, Уральском и Дальневосточном округах, наибольшее – в Дальневосточном (на 345 га) за счет пожаров в Республике Саха (Якутия), где средняя их площадь увеличилась более чем в 2,7 раза. Огнём было охвачено около 1,2 млн га земель лесного фонда. Как и ранее, наиболее распространенными были низовые пожары, которыми было пройдено 978,5 тыс. га (83,7% от всей площади земель лесного фонда), верховые пожары отмечены на 189,8 тыс. га, подземные – на 0,2 тыс. га.

Повреждения дендрофильными насекомыми были вторым по значимости фактором гибели лесных насаждений. В 2013 году, в связи с новым увеличением численности опасных вредителей, в первую очередь короеда-типографа в лесах Центрального и Приволжского феде-

ральных округов, а также ряда хвоегрызущих вредителей в Центральном и Сибирском округах, гибель насаждений, по сравнению с 2012 годом, увеличилась в полтора раза. От повреждений насекомыми усохло 49,4 тыс. га древостоев, что составляет 10,4% площади всех погибших насаждений за год. Сложившаяся величина гибели древостоев от этих причин на 14% больше средних значений за последние десять лет (43,3 тыс. га). Из видов насекомых, вызвавших усыхание лесов в 2013 году, наибольший вред нанесли стволовые вредители (короеды, усачи, лубоеды), от их воздействия выявлена гибель насаждений в 46-ти субъектах на площади 30,2 тыс. га. Среди насекомых этой группы отмечены короед-типограф, черные сосновые усачи, полиграф уссурийский, короеды продолговатый и шестизубчатый, а также большой и малый сосновые лубоеды. Максимальные размеры гибели древостоев от повреждения насекомыми отмечены в насаждениях Центрального федерального округа – 25,0 тыс. га (свыше 50 % от всех древостоев, усохших от данных факторов). Наибольшие площади насаждений, погибших от этих причин, выявлены в Иркутской (на 11,7 тыс. га) и Московской (на 10,5 тыс. га) областях. Значительные площади таких лесов отмечены также в Красноярском крае (4,8 тыс. га), во Владимирской (3,6 тыс. га), Калужской (3,6 тыс. га) и Тверской (3,2 тыс. га) областях. В лесах тринадцати регионов повреждения насекомыми, вследствие реализации вспышки стволовых вредителей, явились основной причиной усыхания насаждений.

Влияние неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов (ураганные ветра, изменения уровня грунтовых вод, засухи, аномальные температуры, град и т.п.) были третьей по значимости причиной усыхания насаждений. Эта группа факторов оказывает как прямое влияние на состояние лесов (погодные условия являются вторым-третьим по значимости фактором гибели лесных насаждений), так и опосредованное, выражающееся в снижении устойчивости лесных экосистем к воздействию различных негативных факторов (пожаров, засух, заселению вредителями леса, поражению болезнями и пр.). От этих причин в 2013 году погибло 40,9 тыс. га лесов, что составляет 8,6 % площади всех усохших древостоев за год. Сложившийся объём усыхания от этих причин в истекшем году в 2,5 раза меньше среднесного показателя за последние десять лет (104,2 тыс. га). Такое снижение объемов гибели объясняется небольшим количеством в 2013 году таких опасных природных явлений, как сильные и ураганные ветра, которые являются главной причиной гибели насаждений в этой группе факторов. Гибель насаждений от данных причин выявлена в 60-ти субъектах страны от Калининградской до Магаданской области. В древостоях 21-го территориального образования эти факторы воздействия на леса были главенствующими в усыхании насаждений. От воздействия неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов наиболее пострадали леса Северо-Западного федерального округа (20,0 тыс. га или около 49 % от всех погибших насаждений по стране). В древостоях этого округа в Ленинградской (на 6,2 тыс. га) и Вологодской (на

5,2 тыс. га) области выявлены максимальные объемы усыхания от этих причин. Значительные площади насаждений, погибших под воздействием неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов, отмечены также в Республике Коми (4,2 тыс. га), в Кировской (3,7 тыс. га) и Архангельской (2,4 тыс. га) областях. В 2013 году лесные насаждения южных регионов Дальнего Востока подверглись воздействию катастрофического наводнения. В результате разлива рек в Приамурье и Приморье было затоплено около 218 тыс. га земель лесного фонда. Как правило, кратковременное затопление насаждений не сказывается на их состоянии. Однако в Приамурье, где высокая вода держалась в течение 1,5...2 месяцев, отмечалась гибель несомкнувшихся лесных культур, посевов в питомниках, а также ослабление хвойных насаждений. Масштабы повреждений этих лесов будут оценены после проведения в повреждённых участках лесопатологических обследований и лесопатологической таксации в 2014-2015 гг.

Поражения болезнями леса были четвертым фактором гибели лесных насаждений в 2013 году. Усыхание от этих причин отмечено в 52-х субъектах страны во всех федеральных округах, кроме Северо-Кавказского, на общей площади 24,6 тыс. га, что составило 5,2% от всех усохших древостоев. Сложившаяся величина гибели древостоев от этих причин на 6% больше средних значений за последние десять лет (23,2 тыс. га). Как и ранее, наиболее широко гибель насаждений от поражений болезнями леса выявлена в европейской части страны. Так, из древостоев 53-х субъектов европейской части России лишь в лесах 12-ти регионов не отмечено усыхания от данных причин. Максимальные объемы гибели от болезней леса выявлены в Дальневосточном (9,2 тыс. га) и Центральном (7,4 тыс. га) федеральных округах. Наибольшие размеры усыхания по субъектам отмечены также в насаждениях этих регионов – в лесах Хабаровского края (6,6 тыс. га), Тверской области (5,9 тыс. га) и Республики Саха (2,6 тыс. га). Следует отметить, что в древостоях 8-ми территориальных образований болезни леса были основной причиной усыхания древостоев. Наибольшей вредоносностью среди болезней, оказывающих воздействие на ослабление и гибель насаждений, являются комлевые и стволовые гнили, вызываемые различными видами трутовых грибов. Одной из широко распространённых болезней леса, способной вызвать распад насаждений, является корневая губка. От поражения этим патогеном отмечена гибель лесов на 3,9 тыс. га (около 16% от всего объема усыхания) в насаждениях 36-ти субъектов страны.

Воздействие на леса антропогенных факторов и повреждений дикими животными в последнее время крайне незначительно. От данных причин в истекшем году погибло насаждений на площади 1,9 тыс. га, что составляет всего 0,4% от общего объема усыхания. Гибель лесов от воздействия этих факторов отмечена в 23-х регионах.

В таблице 2.3.2 приведены сведения о площади очагов вредителей и болезней леса по их группам в разрезе федеральных округов и по стране в целом.

В течение истекшего года площади очагов вредителей и болезней леса, увеличились на 27 % и составляют 3108,9 тыс. га, что на 6,5% меньше средних значений за последние десять лет (3310,0 тыс. га). Такое значительное возрастание заселенных площадей произошло в основном за счет обнаружения новых очагов непарного шелкопряда в лесах Омской области (на 569,8 тыс. га) и возрастания площадей очагов этого вредителя в Тюменской области (на 158,0 тыс. га). В настоящее время преобладают очаги листогрызущих вредителей, составляющие 44,5% от площади всех очагов вредителей и болезней леса.

Очаги вредителей и болезней леса не отмечены лишь в насаждениях восьми субъектов страны.

Табл. 2.3.2. Площади очагов вредителей и болезней леса, действовавших в насаждениях Российской Федерации в 2013 году

Федеральный округ	Всего очагов вредителей и болезней леса на конец года, га	в том числе			
		хвоегрызущие вредители	листогрызущие вредители	иные группы вредителей леса	болезни леса
Центральный	636077	228719	3958	45105	358295
Северо-Западный	33324	3	433	8633	24255
Приволжский	544852	36799	175469	33677	298907
Южный	199411	38753	81760	2804	76094
Северо-Кавказский	31520	248	25722	29	5521
Уральский	512478	16098	478473	2130	15777
Сибирский	1123093	149381	617792	177288	178632
Дальневосточный	28128	21936	92	13	6087
Всего	3108883	491937	1383699	269679	963568

По состоянию на конец года наибольшую площадь занимают очаги непарного шелкопряда (1167,6 тыс. га), рыжего соснового пилильщика (201,9 тыс. га) и корневой губки (170,3 тыс. га). В настоящее время они действуют в насаждениях 57-ми субъектов страны от Калининградской области до Хабаровского края и составляют около 50% от всех действующих очагов вредителей и болезней леса.

Дендрофильные насекомые могут оказывать отрицательное воздействие на состояние лесных насаждений. Размер ослабления и усыхания лесов под воздействием насекомых зависит, в первую очередь, от площади очагов массового размножения этих вредителей, их видового состава и плотности популяций, породного состава насаждений и физиологического состояния деревьев, а также погодных условий двух предыдущих лет и текущего года. Очаги дендрофильных насекомых (исключая болезни леса) на конец 2013 года действовали на общей площа-

ди 2145,3 тыс. га, из них на 1362,6 тыс. га требуются проведение лесозащитных мероприятий в 2014 году. В течение года заселенная ими площадь возросла на 757,3 тыс. га или на 54,6% в лесах большинства федеральных округов страны. Это произошло, в основном, за счет увеличения площадей очагов непарного шелкопряда, которые возросли в течение года на 705,0 тыс. га. Наиболее существенное увеличение площадей очагов насекомых произошло в лесах Сибирского (на 584,6 тыс. га) и Уральского (на 223,4 тыс. га) округов, в основном, за счет возрастания площадей очагов непарного шелкопряда. В Центральном ФО они тоже значительно увеличились (на 184,4 тыс. га) в результате возрастания площадей очагов рыжего соснового пилильщика и шелкопряда-монашенки. В Приволжском округе площади очагов существенно уменьшились (на 134,1 тыс. га) за счет проведения в этих насаждениях истребительных мероприятий в очагах непарного шелкопряда и дубовой зеленой листовёртки, а также их затухания на части площадей под действием естественных факторов. В Дальневосточном и Северо-Западном округе они сократились соответственно на 22,8 тыс. га и 36,3 тыс. га, в результате затухания площадей очагов сибирского шелкопряда и короеда-типографа. В настоящее время преобладают площади очагов листогрызущих вредителей – 1383,7 тыс. га; хвоегрызущие вредители действуют на 491,9 тыс. га; очаги иных групп вредителей леса отмечены на 269,7 тыс. га.

Для сравнения хозяйственного значения насекомых-вредителей в насаждениях регионов с различной лесистостью, в практике защиты леса часто используется показатель, называемый «плотностью очагов». Этот показатель рассчитывается как отношение площади очагов (в гектарах) к лесопокрытой площади оцениваемой территории (в тысячах гектаров). Плотность очагов насекомых-вредителей леса в пересчете на тысячу гектаров лесопокрытой площади в целом по стране составляет величину равную 2,78 га/тыс. га. Наибольшая плотность очагов, как и в 2012 году, отмечена в лесах Южного федерального округа, где этот показатель составляет 72,93 га/тыс. га лесопокрытой площади. Среди субъектов страны максимальная плотность очагов в пересчете на тысячу гектаров покрытой лесом площади отмечена в настоящее время в насаждениях Омской и Московской области, соответственно 124,99 га/тыс. га и 122,32 га/тыс. га. Высокая плотность очагов зафиксирована в лесах Ростовской (104,34), Волгоградской (57,08) и Тюменской (54,83) областей.

Очаги болезней леса действовали в насаждениях 65-ти субъектов Российской Федерации на общей площади 963,6 тыс. га, из них 497,3 тыс. га требуют проведения санитарно-оздоровительных мероприятий в 2014 году. По сравнению с 2012 годом площади очагов древостоев, пораженные болезнями леса, сократились на 96,8 тыс. га. Это произошло за счет проведения в этих насаждениях санитарно-оздоровительных мероприятий, а также затухания части площадей очагов болезней леса под действием естественных факторов.

Самое значительное уменьшение площадей очагов болезней произошло в лесах Цен-

трального федерального округа (на 92,7 тыс. га), их сокращение также отмечено в насаждениях Приволжского, Северо-Западного, Южного и Северо-Кавказского округов. Увеличились площади очагов в азиатской части страны – в лесах Урала, Сибири и Дальнего Востока.

Как и ранее, наибольшие площади насаждений, пораженных болезнями, отмечены в настоящее время в лесных массивах Центрального и Приволжского федеральных округов, которые составляют более 68% от всех очагов болезней леса по стране.

Плотность очагов болезней леса в целом по стране составляет величину 1,25 га/тыс. га. Она рассчитывается как отношение площади очагов болезней леса (в гектарах) ко всей покрытой лесом (в тысячах гектаров). Максимальная плотность очагов зафиксирована в Тульской области, где на каждую тысячу гектаров лесопокрытой площади приходится 195,32 га пораженных болезнями лесов. Высокая плотность очагов продолжает оставаться в древостоях Липецкой (161,28), Орловской (132,63), Белгородской (125,60) и Воронежской (118,55) областей.

Стволовые и комлевые гнили являются одной из распространенных групп болезней леса в насаждениях страны и преобладают в насаждениях всех федеральных округов. Среди грибов-возбудителей стволовых и комлевых гнилей доминируют очаги ложного осинового и ложного трутовиков. В настоящее время они действуют на площади 281,1 тыс. га, что составляет 29% от всей площади очагов болезней леса.

Площади очагов корневой губки, этой наиболее вредоносной для леса болезни, в течение года уменьшились на 8,0 тыс. га и составили на конец года 170,3 тыс. га, из которых 79,1 тыс. га требуют проведения санитарно-оздоровительных мероприятий в 2014 году. Как и прежде, самые значительные очаги этой болезни леса действуют в европейской части России – в Центральном (91,5 тыс. га) и Приволжском (65,4 тыс. га) федеральных округах.

В целях реализации статьи 56 Лесного кодекса Российской Федерации Российский центр защиты леса (ФГУ «Рослесозащита») в 2007 году приступил к организации лесопатологического мониторинга на землях лесного фонда страны. Лесопатологический мониторинг осуществляется в целях обеспечения информацией о состоянии насаждений, причинах их ослабления и гибели, в результате этого выполняется оценка опасных для леса явлений и процессов природного и антропогенного происхождения.

На основе проведенного районирования и стратификации лесного фонда страны лесопатологический мониторинг выборочными наземными методами проведен в 2013 году специалистами ФБУ «Рослесозащита» на общей площади 109,1 млн га, при этом заложено 414 пунктов постоянного наблюдения (ППН), проведено повторных пересчетов на этих пунктах – 19109 штук. В настоящее время площадь лесопатологического мониторинга возросла более чем в восемь раз и составляет 14,1% от всей лесопокрытой площади страны.

3. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ

3.1. Фоновые уровни загрязняющих веществ по данным сети СКФМ

Тяжелые металлы

Фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства фоновых районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы, и составило для ртути 0,05-3,5 мкг/л, свинца 0,8-5,4 мкг/л, кадмия – не более 0,25 мкг/л. На Азиатской территории России фоновые концентрации тяжелых металлов как правило ниже, чем на ЕТР (табл. 3.1.1).

Пестициды и ПАУ

В 2013 году концентрации суммы изомеров ДДТ в поверхностных водах большинства фоновых территорий, на которых проводятся регулярные измерения были на уровне прошлых лет и не превышали 100 нг/л. Концентрации γ -ГХЦГ в большей части проб были близки к пределам обнаружения изомеров. Экспедиционные обследования зафиксировали высокие (до 300 нг/л) концентрации суммарного ДДТ в водах оз. Байкал.

Содержание бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах заповедников, как и в прошлые годы, составило от 0,5 до 0,8 нг/л (табл. 3.1.1).

Для фонового уровня тяжелых металлов, пестицидов, ПАУ в поверхностных водах по данным сети СКФМ, в течение последних 10-лет сохраняется тенденция стабилизации их концентраций.

Табл. 3.1.1. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети КФМ

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л		Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		γ-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2013 г	Диапазон	2013 г	Диапазон	2013 г	Диапазон	2013 г	Диапазон	2013 г	Диапазон	2013 г
Кавказский БЗ	1982-2013	0,2-16,0	4,173	0,01-2,5	0,24	0,03-1,4	0,26	0,05-8,9	0,82	нпо-370	57,5	нпо-27	нпо
Приокско-Террасный БЗ	1987-2012	0,04-39,4	2,5	0,03-3,5	0,13	0,03-8,7	0,20	0,05-12,9	0,54	нпо-163	97,8	нпо-33,2	нпо
Баргузинский БЗ	1982-2008	0,2-7,4	1,7*	0,01-1,5	0,09*	0,01-9,7	1,03*	0,05-16,3	1,0*			нпо-2,8	1,9*
Астраханский БЗ	1988-2012	0,2-128,0	2,0			0,03-74	3,5	нпо-11,7	0,68	нпо-320	61,7	нпо-92	нпо
Воронежский БЗ	1990-2012	0,5-50	5,4	0,01-4,6	0,07	0,003-1,0	0,49	0,05-5,6	0,8*	нпо-43,2	6,1*	нпо-8,8	нпо*
Яйлю	2002-2012	0,3-3,6	0,8	0,03-0,7	0,18	0,01-0,08	0,05	0,2-3,6	0,49	нпо-185	55,8	нпо-12,5	нпо
Смоленское поозерье	2009-2012	0,3-6,0	1,1*	0,03-0,67	0,13*	0,01-3,5	0,13*	0,16-0,8	0,50	нпо-288	165,5	нпо-29,1	нпо
Байкальский БЗ	2011-2013		3,1*		1,17*		0,02*	0,05-1,64	1,06		298,4		4,9
Волжско-Камский БЗ	2012		1,5		0,16		0,18	нпо-0,5	0,5		96,5		нпо*
Центрально-лесной БЗ	1988-2011	0,2-66,6	0,8*	0,03-5,7	0,5*	0,03-0,5	0,2*	0,05-22,0	1,3*			нпо-15	нпо*

нпо – ниже предела обнаружения

* - последнее измерение

3.2. Данные станций гидрохимических наблюдений

Бассейн Азовского моря

Качество воды верхнего течения р. Дон (г. Данков) в многолетнем плане практически не меняется и колеблется в пределах 3-го класса «загрязненных» и «очень загрязненных» вод. В 2013 г. вода реки оценивалась как «очень загрязненная» (рис. 3.2.1).

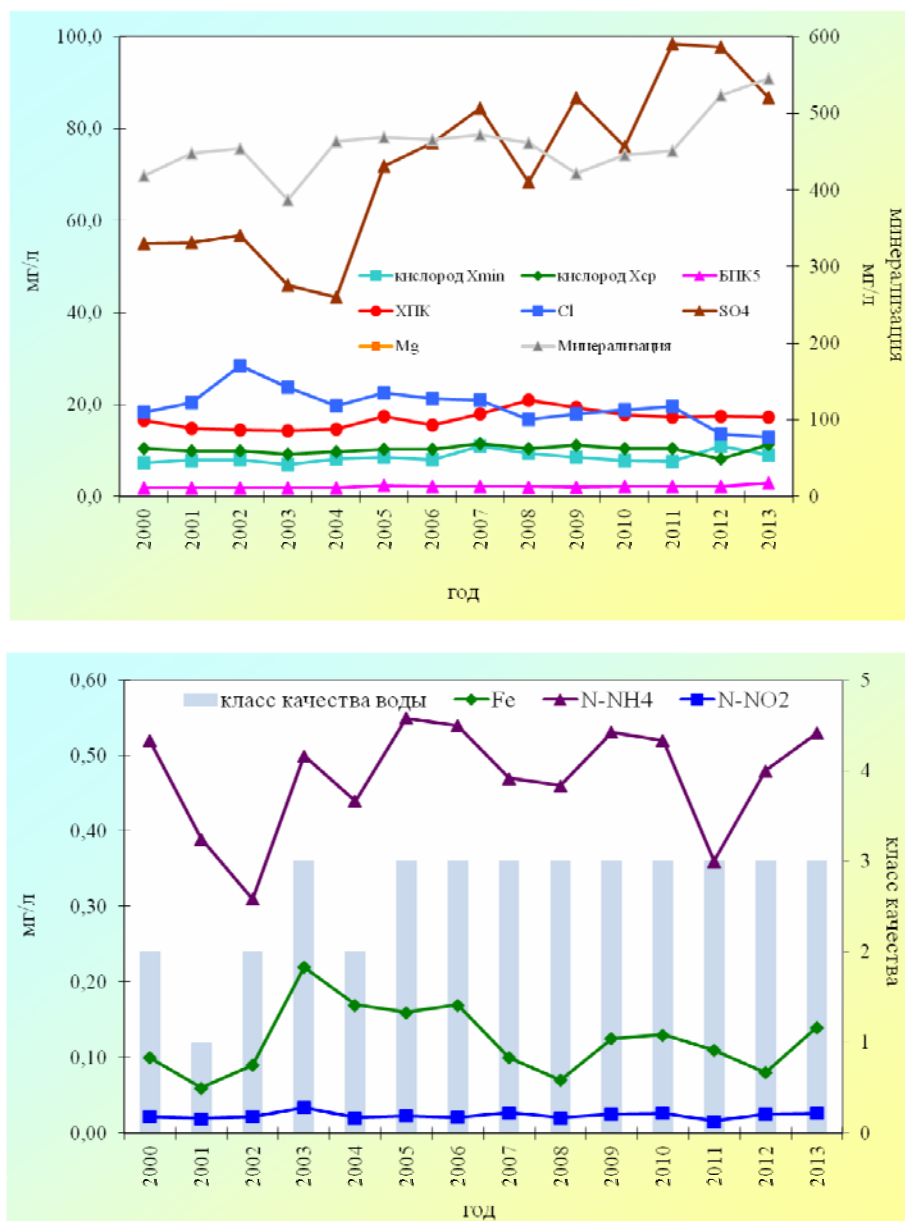


Рис. 3.2.1 Изменение среднегодовых концентраций основных ингредиентов и качества воды верхнего течения р. Дон в районе г. Данков

Река Ворона, г. Уварово. Как и в предыдущие годы вода реки в черте г. Уварово характеризовалась 2-м классом качества «слабо загрязненная». Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ были ниже 1 ПДК. В многолетнем плане стабильным было содержание в воде хлоридов, соединений магния, наблюдалась тенденция снижения содержания син-

тетических поверхностно-активных веществ. Мало изменялось значение минерализации. Стабилизировалось содержание в воде нефтепродуктов на уровне, не превышающем ПДК (рис. 3.2.2).

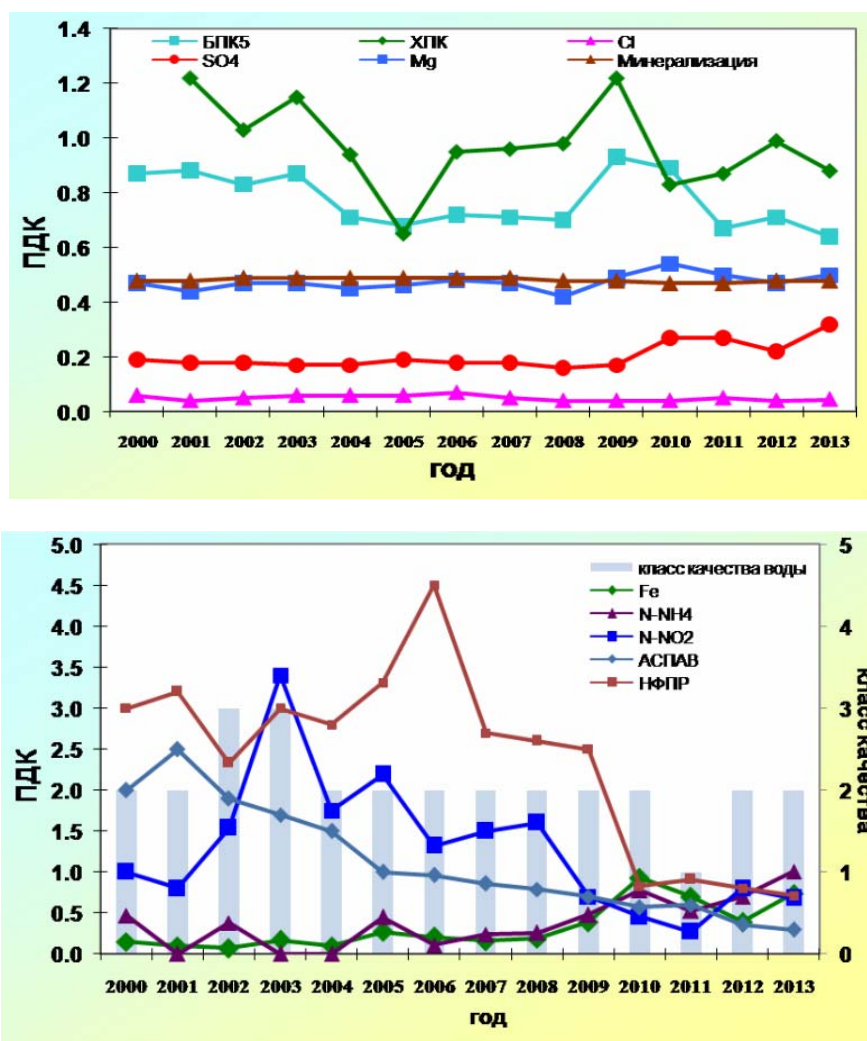


Рис. 3.2.2 Изменение среднегодовых концентраций основных ингредиентов и качества воды р. Ворона в черте г. Уварово

Качество воды **р. Савала** выше г. Жердевка в многолетнем плане мало изменяется и характеризуется 2-м, либо 3-м классом «слабо загрязненных» и «загрязненных» вод. Наблюдается тенденция снижения концентраций в воде нефтепродуктов с 2008 г., нитритного азота с 2006 г., синтетических поверхностно-активных веществ с 2001 г. В 2013 г. среднегодовое содержание основных загрязняющих веществ было ниже ПДК, соединений железа и аммонийного азота незначительно превышало ПДК (рис. 3.2.3).

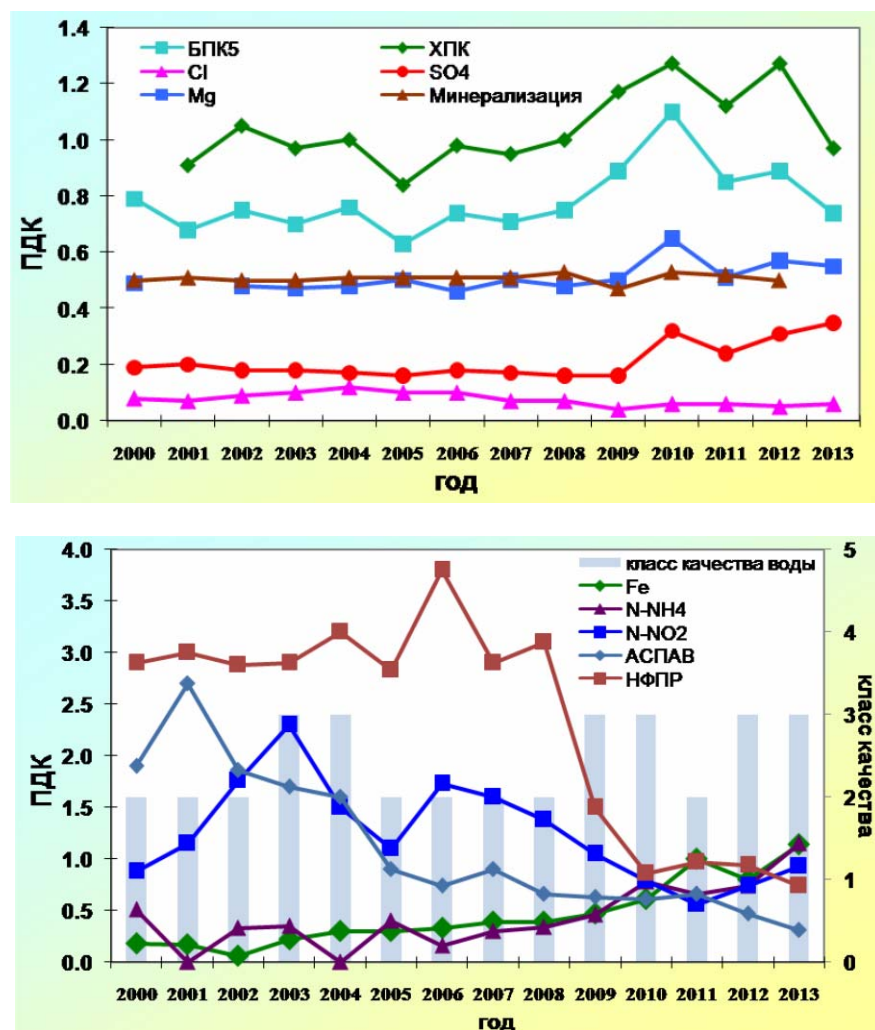


Рис. 3.2.3 Изменение среднегодовых концентраций основных ингредиентов и качества воды р. Савала, г. Жердевка, 5,5 км выше города

Бассейн Баренцева моря

Река Пинега, с. Кулогоры. На протяжении последнего десятилетия качество воды реки определяется природным фоном. В 2013 г. среднегодовые концентрации в воде реки незначительно снизились соединений железа и трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) с 3 до 2 ПДК, возросли соединений меди и цинка с 3 до 4 ПДК. Максимальное за год содержание соединений меди возросло с 5 до 9 ПДК, соединений цинка осталось на уровне прошлых лет.

Бассейн Карского моря

Притоки озера Байкал. В 2013 г. гидрохимические наблюдения проводились на устьевых участках 10 рек, выбранных в качестве фоновых.

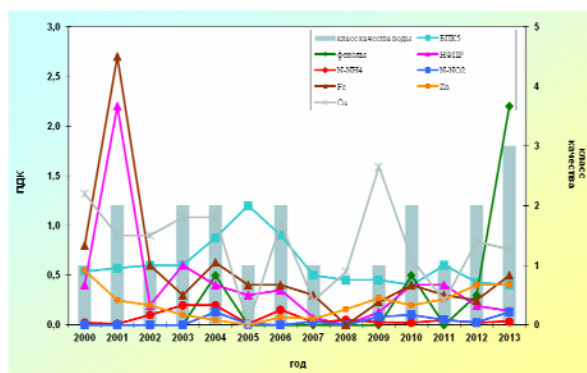
Качество воды рек *Бугульдейка*, *Утулик* характеризовалось 1 классом «условно чистая», рек *Сарма*, *Б. Сухая*, *Мантуриха*, *Мысовка*, *Снежная*, *Выдриная*, *Хара-Мурин* характеризовалась 2 классом «слабо загрязненная», реки *Голоустная* – 3 классом «загрязненная», разряд «а». По сравнению с предыдущим годом улучшилось качество воды рек Бугульдейка, Утулик

(переход из 2 класса качества в 1-й), что связано со снижением содержания в воде соединений железа и меди. Ухудшение качества воды произошло в реках Выдриная, Хара-Мурин (переход из 1 класса во 2-й) и Голоустная (переход из 2 класса в 3-й, разряд «а») в связи с увеличением концентраций соединений железа и цинка. Качество воды рек Сарма, Б. Сухая, Мантуриха, Мысовка, Снежная существенно не изменилось. На рис. 3.2.4 представлено изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды притоков оз. Байкал за период с 2000 г. по 2013 г.

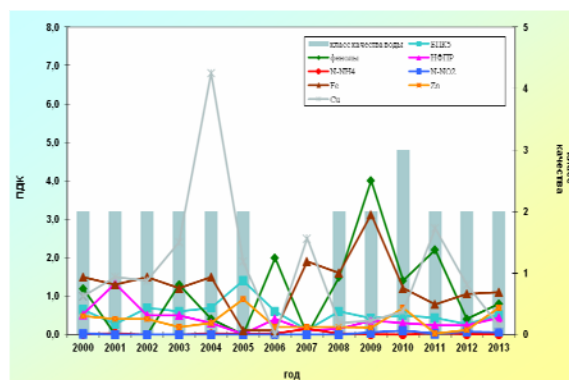
По сравнению с 2012 г., среднегодовое содержание фенолов в воде р. Мантуриха увеличилось от нулевых концентраций до уровня ПДК, р. Голоустная – до 2 ПДК; р. Б. Сухая – уменьшилось в 2 раза, рр. Мысовка, Снежная – уменьшилось до нулевых значений; рр. Бугульдейка, Сарма, Выдриная, Хара-Мурин, Утулик – осталось на прежнем уровне.

Среднегодовые концентрации в воде рр. Голоустная, Бугульдейка, Сарма, Б. Сухая, Мантуриха, Мысовка, Снежная, Хара-Мурин, Утулик, Выдриная трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) остались на уровне предыдущего года; в воде рр. Голоустная, Мысовка, Выдриная, Хара-Мурин соединений железа повысились в 1-4 раза; уменьшились в воде рр. Б. Сухая, Снежная, Утулик в 1-3 раза, в рр. Бугульдейка, Сарма – до нулевых значений; соединений меди увеличились в воде рр. Б. Сухая, Снежная, Выдриная в 1,2-2 раза; в остальных анализируемых притоках оз. Байкал – уменьшились в 1,1-10 раз.

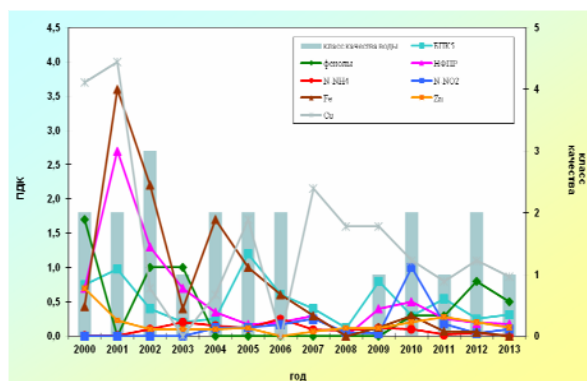
Значительно уменьшилось в 3,5-7,5 раза содержание соединений ртути в воде рр. Голоустная, Бугульдейка, Сарма. Отмечено увеличение содержания нефтепродуктов в 1,3-3 раза в воде рр. Б. Сухая, Мантуриха, Мысовка, Снежная, Выдриная, Хара-Мурин и уменьшение в 1,2-2,5 раза в воде рр. Голоустная, Сарма, Утулик.



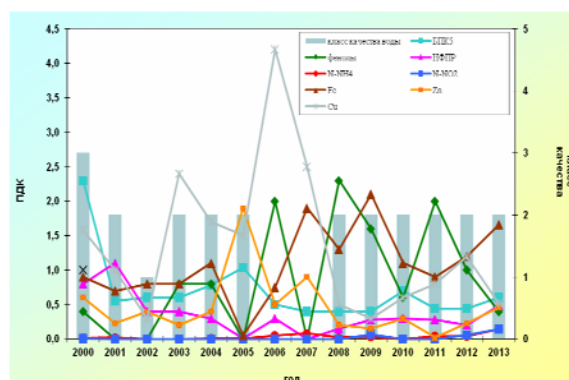
а) р. Голоустная



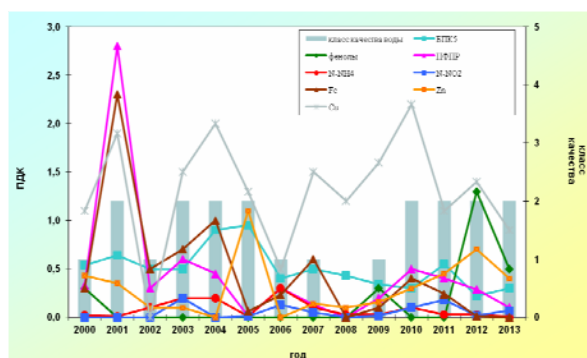
г) р. Мантуриха



б) р. Бугульдейка



д) р. Мысовка



в) р. Самра

Рис. 3.2.4 Изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды притоков Байкала

Иркутское водохранилище. На протяжении десятилетия вода Иркутского водохранилища в створах 0,5 км выше ОГП-1 Исток Ангары и в районе п. Патроны оценивается 2 классом качества как «слабо загрязненная». На рис. 3.2.5 показано изменение за период 2000-2013 гг. класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища в створе ОГП-1 Исток Ангары.

Следует отметить, в 2013 г. в створе 0,5 км выше ОГП-1 Исток Ангары в воде водохранилища зафиксированы максимальные концентрации загрязняющих веществ: соединений меди

– 3 ПДК, цинка – 2 ПДК, фенолов – 3 ПДК; содержание соединений ртути, легкоокисляемых и трудноокисляемых органических веществ (по БПК₅ и ХПК) осталось на уровне или ниже ПДК.

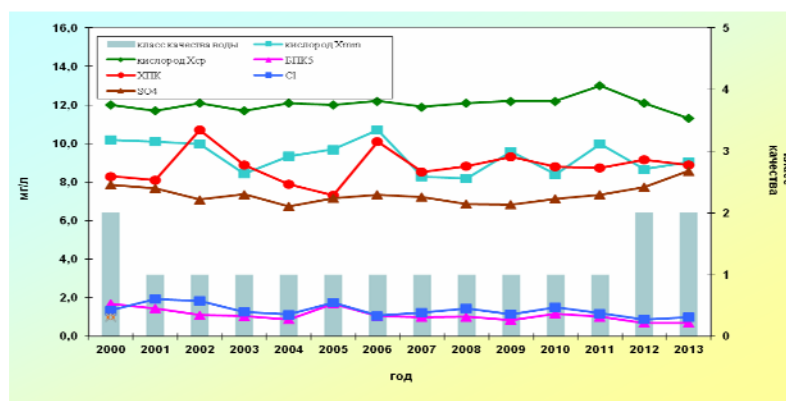


Рис. 3.2.5 Изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища, ОГП-1 Исток Ангары за многолетний период

Бассейн Восточно-Сибирского моря

Река Лена. Вода реки Лена в верхнем течении в створе р.п. Качуг в течение последних 10-13 лет изменялась от «слабо загрязненной» (в 2001-2004 гг.) до «загрязненной» в 2005 г., снижаясь до «слабо загрязненной» (2006 г.) и «условно чистой» (2007-2008 гг.), стабилизировалась в последние годы на уровне 2 класса. Содержание соединений железа и меди в воде достигало 1,4 ПДК в 2004 г. и 1,3, 1,3 и 1,5 ПДК в 2005, 2010 и 2012 гг. соответственно. В остальные годы концентрации соединений металлов не превышали 1 ПДК (рис. 3.2.6).

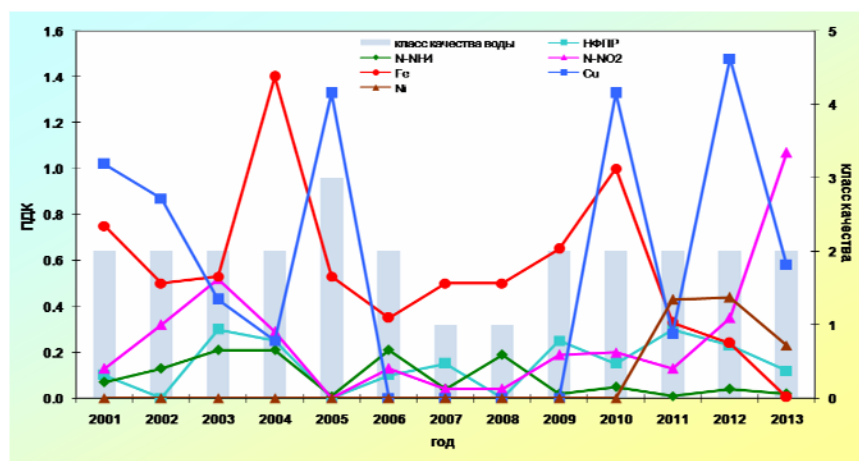


Рис. 3.2.6 Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, р.п. Качуг

В створе г. Усть-Кут качество воды в многолетнем плане характеризуется колебаниями в пределах 1, 2 и 3 классов. Концентрации соединений железа и меди в воде в течение последнего

десятилетия не превышали 1,5 ПДК (за исключением 2005 г., где отмечалось содержание соединений меди 3 ПДК); нитритного азота колебались в пределах от значений ниже ПДК до 1,8 ПДК (рис. 3.2.7).

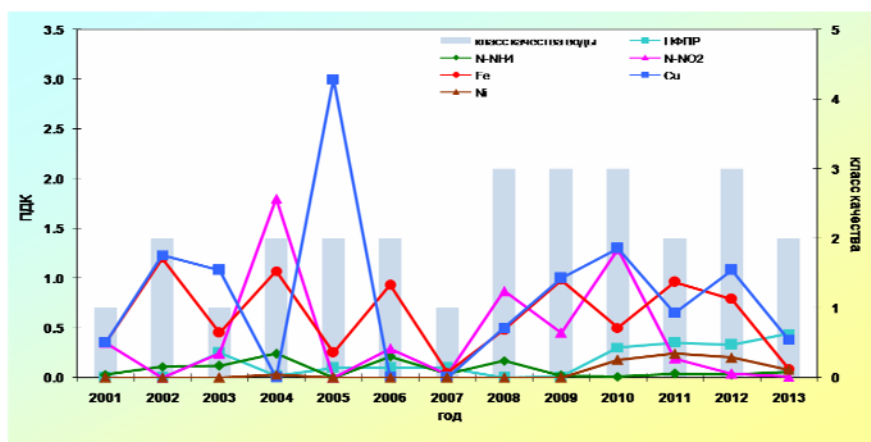


Рис. 3.2.7 Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, г. Усть-Кут

В связи с увеличением загрязняющих веществ от 4 до 6 вода реки в фоновом створе (выше г. Киренск) ухудшилась от «слабо загрязненной» до «очень загрязненной». Возросли концентрации трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) и фенолов от 1 до 2 ПДК. В контрольном створе (ниже г. Киренск) вода р. Лена продолжала оставаться «загрязненной».

Бассейн Тихого океана

Бассейн р. Амур. Фоновый мониторинг поверхностных вод бассейна Среднего и Нижнего Амура проводили на реках Гилуи в пункте у Перевоза, Малая Пера у с. Сукромли, Урми у с. Кузан, Гур в черте п. Снежный, Кур в черте с. Новокуровка, Кичмари ниже ст. Малмыж, Кульдур выше п. Кульдур, Исса у с. Власьево. Из всех перечисленных рек антропогенное воздействие на химический состав воды в наименьшей степени проявляется в пунктах фоновых гидрохимических наблюдений на р. Исса, Гур, Кур, Кичмари, Кульдур. Качество воды этих рек с учетом комплекса присутствующих в ней химических веществ в 2013 г. улучшилось и вода рек Исса, Гур, Кур, Кичмари, Кульдур перешла из 3-го класса «загрязненных» во 2-й класс «слабо загрязненных». К загрязняющим относились, как правило, не более пяти ингредиентов или показателей качества, причем их среднегодовые концентрации преимущественно были ниже или соответствовали ПДК. Наибольшие разовые концентрации в воде, обусловленные в данном регионе, в основном, природными факторами формирования, отмечали по соединениям железа и меди. Уровень концентрации при этом, как правило, превышал ПДК в 3 раза.

Реки о. Сахалин. На острове Сахалин фоновый мониторинг поверхностных вод проводился на реках Рогатка, Правда, Лагуринка. На р. Рогатка, притоке р. Сусуя, фоновый пункт

наблюдений расположен выше г. Южно-Сахалинск и выше плотины городского водохранилища. Организованный сброс сточных вод в р. Рогатка отсутствует. Начиная с 2008 г. качество воды р. Рогатка заметно улучшилось, вода перешла из 3-го класса во 2-ой класс и в течение последних шести лет поддерживается на этом уровне. Среднегодовые концентрации в воде соединений марганца и цинка в 2013 г. оставались ниже 1 ПДК, железа и меди снизились до 1 ПДК и 3 ПДК соответственно. Содержание большинства изучаемых компонентов химического состава воды р. Рогатка на участке выше г. Южно-Сахалинск в 2013 г. соответствовало нормативным требованиям.

Качество воды р. Правда, малого водного объекта Сахалинской области, впадающего в Татарский пролив, последние четыре года с 2010 по 2013 гг. заметно улучшилось и соответствовало 2-му классу «слабо загрязненных». Превышение ПДК в среднем в 3 раза наблюдали лишь по соединениям железа и меди (рис. 3.2.8).

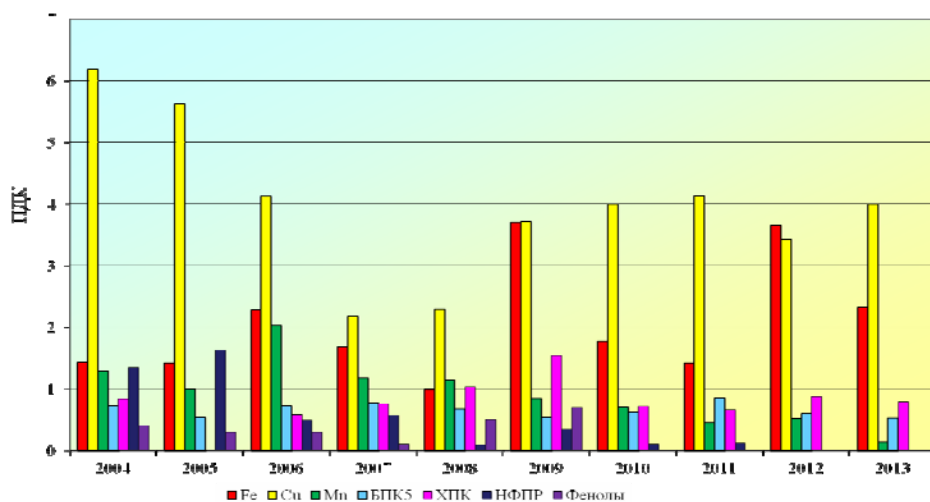


Рис. 3.2.8 Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Правда, выше п. Правда

Для р. Лагурино также характерно снижение загрязненности воды в фоновом створе 1 км выше п. Лагури. В 2013 г. вода р. Лагурино по комплексной оценке перешла из более загрязненного 3-го во 2-й класс качества и характеризовалась как «слабо загрязненная». Превышение ПДК в воде в среднем в 2-3 раза в основном природного происхождения отмечали по соединениям меди и железа, в единичных пробах по фенолам и трудноокисляемым органическим веществам (по ХПК).

Полуостров Камчатка. На полуострове Камчатка в фоновых пунктах гидрохимических наблюдений р. Берш у с. Пушино, р. Камчатка в районе с. Пушино, р. Большая, Быстрая выше с. Малки вода по качеству в 2013 г., как и в предшествующий многолетний период, в основном, соответствовала фоновому состоянию. Произошедшие изменения были незначительны.

В р. Берш в районе с. Пушино на пике половодья выявлено резкое кратковременное увеличение содержания в воде взвешенных веществ с максимумом 63,7 мг/л при среднегодовой концентрации 17,7 мг/л.

Как и в предыдущие годы наблюдали повышенное содержание в воде р. Берш у с. Пушино соединений меди в среднем 2 ПДК, обусловленное, как правило, влиянием природных факторов формирования. Периодически в течение 2013 г. отмечали повышенные концентрации в воде р. Берш у с. Пушино нефтепродуктов в среднем до 2 ПДК.

Содержание остальных присутствующих в воде р. Берш у с. Пушино химических веществ соответствовало в 2013 г. нормативным требованиям. Вода оценивалась как «слабо загрязненная» и относилась ко 2-му классу качества.

Вода рек Камчатка у с. Пушино и Большая, Быстрая выше с. Малки оставалась в категории «загрязненных» относилась к разделу «а» 3-го класса качества и оценивалась как «загрязненная». В верховьях р. Камчатка у с. Пушино существенных изменений по отношению к предыдущим годам не наблюдали ни по одному изучаемому компоненту химического состава.

В р. Большая, Быстрая в районе с. Малки в 2013 г. возросло в 4 раза до 6 ПДК среднегодовое содержание в воде фенолов. Одновременно снизился в среднем до соответствия ПДК обнаруживаемый в течение года максимальный уровень концентраций в воде р. Большая, Быстрая на этом участке нефтепродуктов. Содержание соединений свинца, как и в предыдущие годы, составляли десятые доли ПДК, меди оставались в пределах нормативных требований.

Для р. Авача на участке выше г. Елизово, как и в предыдущие годы, осталась характерной загрязненность воды фенолами, соединениями меди, нефтепродуктами (рис. 3.2.9).

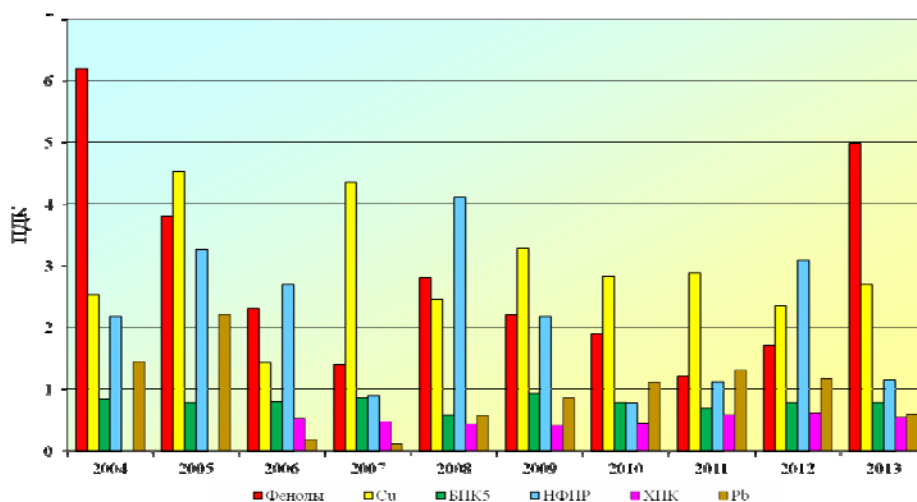


Рис. 3.2.9 Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Авача, выше г. Елизово

3.3. Содержание основных кислотообразующих веществ в поверхностных водах на станциях мониторинга ЕАНЕТ

В 2013 г. в районах станций сети ЕАНЕТ на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока продолжались наблюдения по программе мониторинга химического состава поверхностных вод, реализуемой с целью получения данных для оценки воздействия кислотных выпадений на экосистемы водоемов и малых рек. Основные принципы организации наблюдений, включающие условия выбора объектов, периодичность измерений, набор измеряемых параметров и другие, определены согласованным Техническим руководством по мониторингу внутренних (поверхностных) вод в Восточной Азии (2010), который разработан с использованием опыта аналогичных программ мониторинга в рамках европейской Конвенции по трансграничному загрязнению воздуха (ICP-Waters, ICP-IM), региональных сетей мониторинга ряда стран, включая Россию, и долгосрочных исследовательских проектов в Европе и Японии.

На территории России долгосрочные наблюдения ведутся на двух водных объектах: р. Переемная, приток оз. Байкал, в регионе станции мониторинга ЕАНЕТ Листвянка, и р. Комаровка, приток р. Раздольная (бассейн Японского моря), на станции Приморская. Общие характеристики водотоков и их водосборных бассейнов приведены в Обзоре за 2011 г, в ежегодниках данных ЕАНЕТ и 2-м периодическом Отчете о состоянии кислотных выпадений в Восточной Азии (2011, <http://www.eanet.asia/product/index.html>).

В 2013 году не было выявлено существенных отличий уровня содержания кислотообразующих соединений и макроионов в водотоках районов станций ЕАНЕТ от результатов наблюдений в предыдущие годы (Табл. 3.3.1).

Табл. 3.3.1. Средние многолетние концентрации основных ионов и диапазон их изменений в поверхностных водах водотоков в районах станций ЕАНЕТ в 2007-2013 гг.

Вещество (измеряемое соединение)	р. Комаровка (Приморье)			р. Переемная (бассейн оз. Байкал)		
	Среднее		Диапазон измерений (2007-2013)	Среднее		Диапазон измерений (2007-2013)
	многолетнее	2013 г		многолетнее	2013г	
pH	7,07	6,9	6,60-7,45	6,76	6,78	6,43-7,21
SO ₄ ²⁻ , мг/л	11,13	11,86	3,57-15,77	10,86	11,14	6,37-15,44
NO ₃ ⁻ , мг/л	1,02	1,27	0,10-2,53	0,77	0,57	0,31-1,29
NH ₄ ⁺ , мг/л	0,21	0,16	0,01-1,03	0,042	0,018	0,01-0,25
Ca ²⁺ , мг/л	8,12	7,71	6,40-9,77	4,76	4,92	2,97-6,32
Mg ²⁺ , мг/л	2,27	2,66	1,47-3,30	0,91	0,82	0,50-1,30
NO ₂ ⁻ , мг/л	0,04	0,02	<0,001-0,12	0,002	0,002	<0,001-0,008

Кислотность поверхностных вод

За период наблюдений 2007-2013 гг. величина pH воды в р. Переемной изменялась в

пределах от 6,4 до 7,2 ед. рН при среднем многолетнем значении 6,76 ед. рН; среднее в 2013 г. - 6,78 ед. рН. В многолетнем годовом ходе наиболее высокие значения наблюдаются летом: средний рН в феврале-марте около 6,63 в июле – 6,94, а в сентябре/октябре – 6,69. (Рис. 3.3.1). Многолетний ход сезонных значений рН воды имеет достаточно характерные внутригодовые и межгодовые колебания с минимальными значениями в переходные сезоны, при этом наиболее резкое снижение, как правило, отмечается после летнего максимума значений.

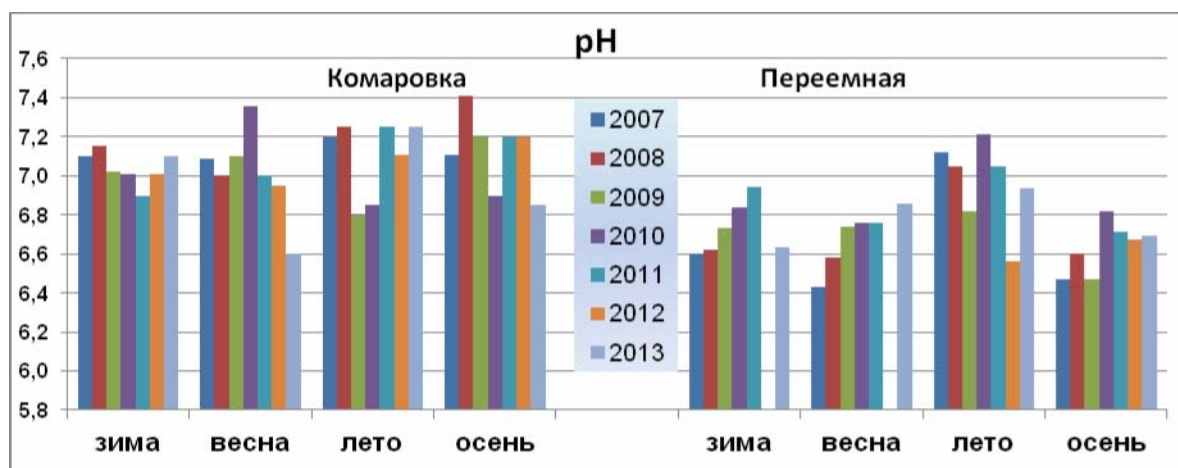


Рис.3.3.1 Изменение рН по сезонам года в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2013 гг.

Среднегодовое значение рН воды в р. Комаровка в 2013 г. составило 6,90 ед. рН (близко к нейтральному), что несколько ниже среднего многолетнего за период наблюдений (7,07 ед.рН) при изменении результатов измерений в интервале от 6,60 до 7,45 ед. рН. Значительных различий между сезонами и выраженного многолетнего внутригодового хода не отмечается: среднее значение рН для апреля – 6,60 ед. рН, июня – 7,25 ед. рН, а в ноябре – 6,7 ед. рН. Тем не менее, как правило, для летнего и ранне-осеннего периодов характерно некоторое повышение значения рН по сравнению с другими сезонами, часто выше значения 7,2 ед.рН.

При сравнении уровней значений показателя кислотности для рек этих регионов зафиксировано, что рН воды в р. Переемной несколько ниже при почти равных интервалах изменений. Для определения количественных характеристик изменений кислотности необходимы более длительные измерения и детальные расчеты, тем не менее, по результатам за 2007-2013 гг. отмечаются разнонаправленные тенденции для этих водных объектов, с ростом кислотности в р. Комаровка на 0,16 ед.рН за 7 лет, и увеличением щелочной реакции воды в р. Переемная за этот же срок на 0,13 рН (рис.3.3.2.).

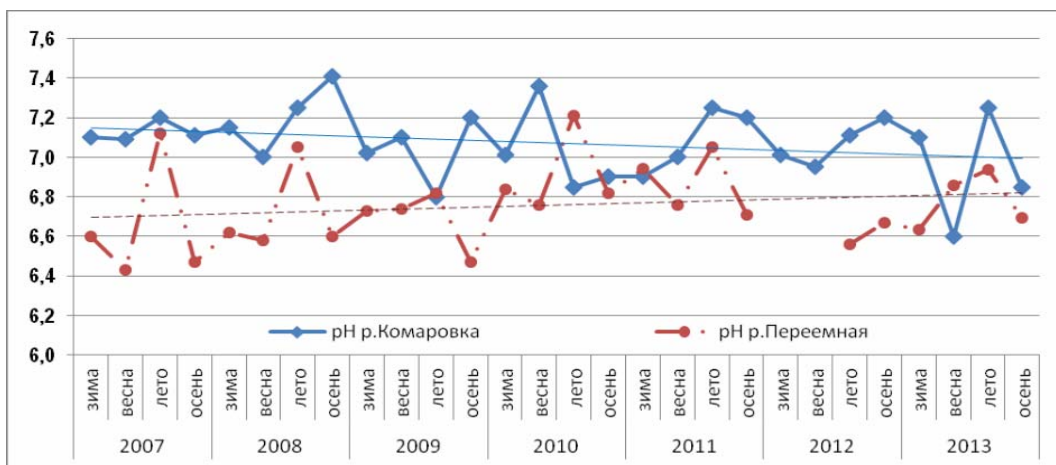


Рис.3.3.2 Тенденции изменения pH в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в Приморье и в районе оз. Байкал.

Содержание сульфатов

В 2013 году среднегодовое содержание сульфатов в воде р. Комаровка и р. Переемная составило 11,86 и 11,14 мкг/л, соответственно. Данные уровни концентраций являются характерными, и, при широком диапазоне изменений измеренных значений в предыдущие годы, близки к средним многолетним (Таблица 3.3.1). Содержание сульфатов в 2013 году в воде р. Комаровка изменялось от 9,80 до 15 мг/л и в р. Переемная - от 8,30 до 12,76 мг/л.

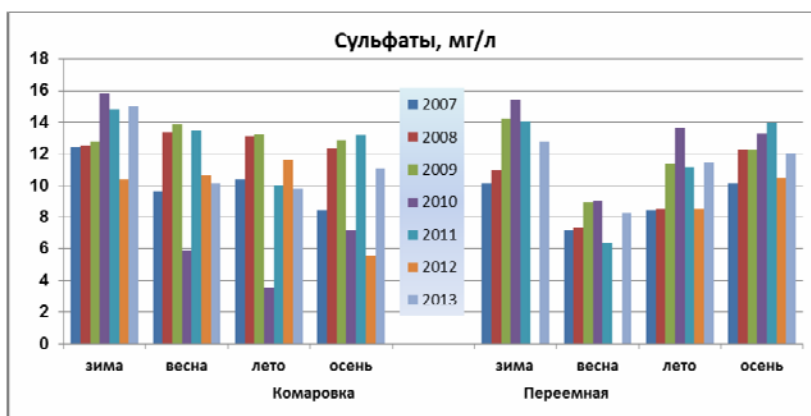


Рис.3.3.3 Сезонные изменения концентраций сульфатов (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2013 гг.

В годовом ходе концентраций для р. Комаровка минимальные значения наблюдаются нерегулярно, чаще летом и осенью, тогда как для р. Переемной можно отметить выраженное уменьшение концентраций в весенние месяцы. Абсолютные минимальные значения в период 2007-2013 г составили 3,57 (для реки Комаровка в летний период 2010 года) и 6,37 мг/л (для реки Переемная в весенний период 2011 года). Максимальные значения содержания сульфатов для обеих рек были близки и зафиксированы зимой 2010 г.: на р. Комаровка – 15,77 мг/л, а для р. Переемная – 15,44 мг/л (рис. 3.3.3).

Содержание нитратов

В 2013 году среднегодовое содержание нитратов в воде составило 1,27 мкг/л в р. Комаровка и 0,57 мкг/л в р. Переемная, что близко к среднеегодовым концентрациям в поверхностных водах этих водотоков на приграничных фоновых территориях Азиатской России: 1,02 и 0,77 мг/л, соответственно. Интервал изменений измеренных значений содержания нитратов в р. Комаровка (от значений равных пределу обнаружения до 2,53 мг/л) практически вдвое больше, чем для р. Переемная (от 0,31 до 1,29 мг/л). Для р. Переемная в годовом ходе очевидно прослеживается закономерность снижения концентрации в летне-осенний период. В сезонном ходе р. Комаровка отсутствуют четкие закономерности, тем не менее, в некоторые годы прослеживается снижение содержания нитратов в летний и осенний сезоны (Рис. 3.3.4).

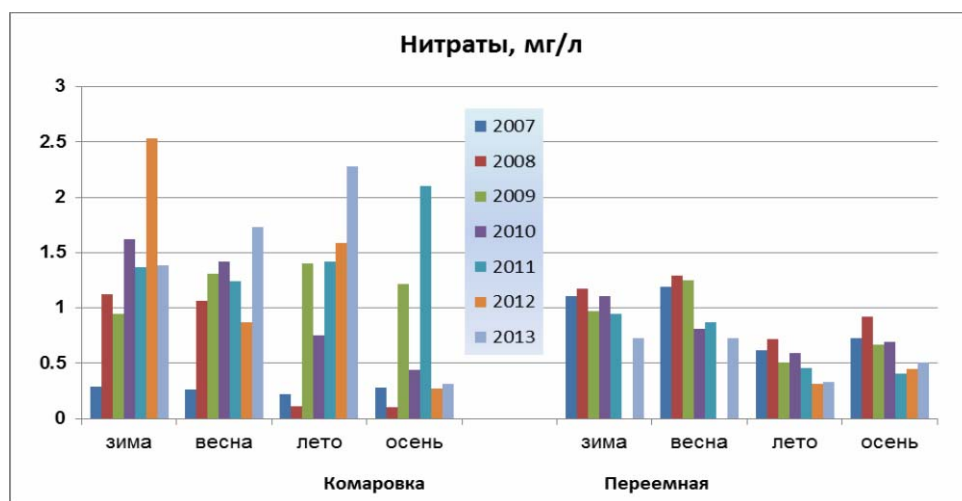


Рис.3.3.4 Внутригодовые изменения концентраций нитратов (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2013 гг.

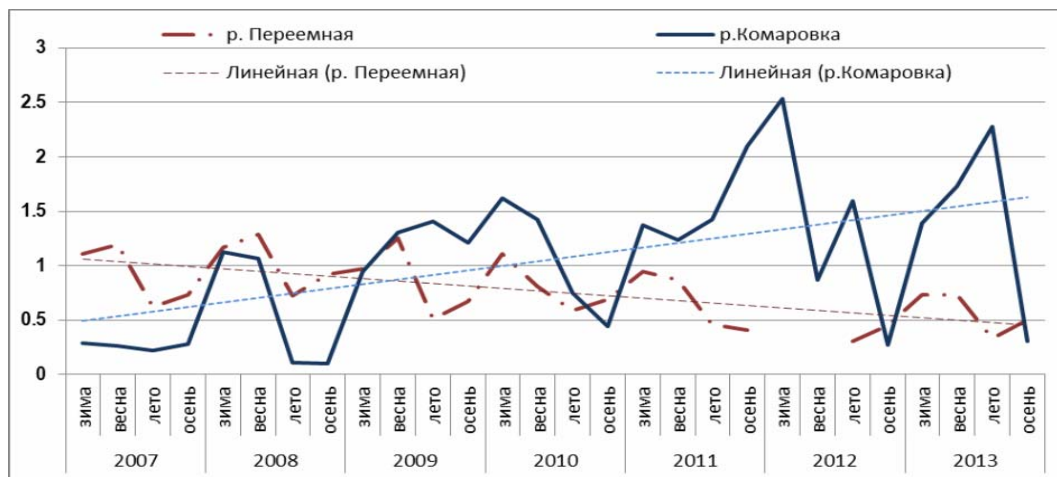


Рис.3.3.5 Тенденции изменения концентраций нитратов (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в Приморье и в районе оз. Байкал.

По результатам измерений в 2007-2013 гг. для р. Переемная отмечается устойчивое снижение содержания нитратов в воде при более низких значениях (после 2009 г.), чем для р. Комаровка. Увеличение интервала измеренных концентраций этого иона в воде р. Комаровка в

течение года не позволяет оценить тенденции изменений для этого водного объекта за 7 лет (рис.3.3.5.).

Вклад основных кислотообразующих анионов

Для оценки вкладов основных кислотообразующих анионов для каждой реки было рассчитано соотношения серы к азоту ($S_{SO_4^{2-}}/N_{[NO_3^-+NO_2^-]}$). Несмотря на различия сумм выпадений соединений этих элементов из атмосферы (см. раздел 1.4) преобладающими анионами в поверхностных водах были сульфаты (Рис. 3.3.5). Это связано с разными уровнями содержания анионов в поверхностных водах и отражает роль процессов поступления веществ из подстилающих пород. В Приморье, в воде р. Комаровка величина соотношения значительно снижалась, составив в среднем от 10 до 20 после 2009 г. без регулярной сезонной зависимости, но в 2013 г. наблюдалось увеличение в осенние месяцы. Анализ изменения соотношений сульфатов и нитратов, выраженных в эквивалентах, показал, что уровень соотношения и характер изменения практически не отличается от приведенного на рис. 3.3.5, с более высокими значениями (до 150) только для летних месяцев 2008 года.

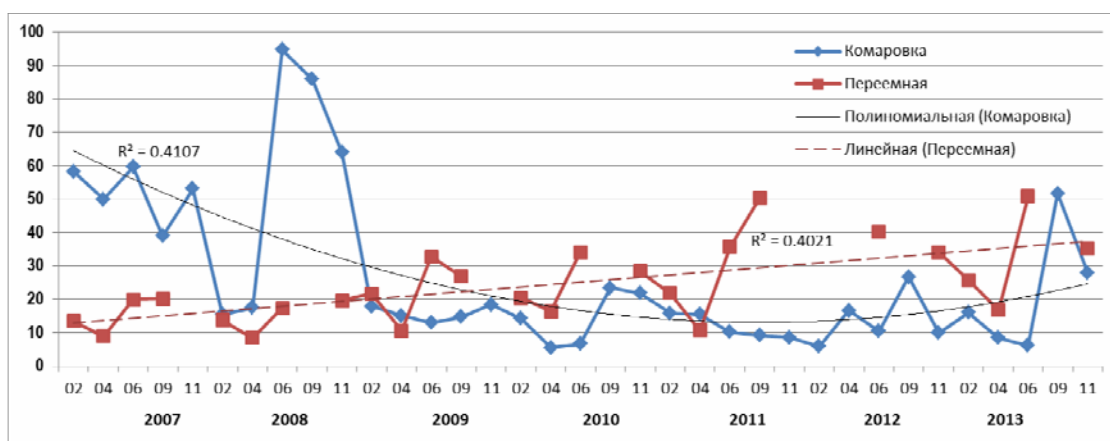


Рис.3.3.5 Тренды изменения соотношения сульфатов и нитратов в поверхностных водах на станции ЕАНЕТ в Приморье в 2007-2013 гг.

Содержание нитритов (NO_2) в воде не превышает 0,1 мг/л для р. Комаровка и 0,01 мг/л в р. Переменная при средних значениях 0,037 мг/л и 0,002 мг/л, соответственно, что не влияет на общий уровень содержания анионов.

Основные катионы

Среднее содержание ионов кальция, являющегося преобладающим из катионов, практически мало изменялось в 2013 г. как в воде р. Комаровка, так и в р. Переменная, составив 7,71 мг/л (при общем многолетнем интервале значений от 6,40 до 9,03 мг/л), и 4,93 мг/л (при интервале от 2,97 до 6,32 мг/л), соответственно. Изменение концентрации магния в 2013 осталось в пределах многолетних колебаний для рек: 1,47-3,30 мг/л и 0,50-1,30 мг/л, соответственно. Уровни содержания ионов кальция и магния в воде р. Комаровка значительно выше, чем в р.

Переменная. В абсолютном значении вариабельность содержания ионов кальция в р. Переменная и р. Комаровка находится на одинаковом уровне (3,35 мг/л и 3,37 мг/л соответственно), а ионов магния значительно отличаются (0,80 мг/л и 1,8 мг/л соответственно).

Среднегодовое содержание ионов кальция в воде р. Комаровка в 2013 году было наименьшим за годы наблюдений (Таблица 3.3.2), также как и в летний период (6,80 мг/л). Тенденция к снижению содержания ионов кальция недостаточно явная, но ее подтверждение возможно при анализе дальнейших наблюдений. Среднегодовое содержание кальция в воде р. Переменная в 2013 г. было характерным для последних лет и составило 4,92 мг/л. В течении года значительных отклонений от обычных значений концентраций ионов кальция не было выявлено.

Табл. 3.3.2. Среднегодовые многолетние концентрации основных катионов в поверхностных водах водотоков в районах станций ЕАНЕТ в 2007-2013 гг.

Водный объект\ Годы	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
Ионы кальция							
Р. Комаровка	7,94	8,11	8,17	7,94	8,45	7,83	7,71
Р. Переменная	3,93	4,79	4,94	5,17	4,96	4,42	4,92
Ионы магния							
Р. Комаровка	2,36	1,97	2,04	2,20	2,18	2,43	2,63
Р. Переменная	0,85	1,05	0,97	1,05	0,83	0,67	0,82

Содержание ионов магния в водах р. Комаровки в 2013 году было больше, нежели в предыдущие годы: среднегодовое значение (2,63 мг/л) было самым высоким из всех, также как и максимальные зафиксированные концентрации в летний и осенний период. В воде р. Переменная в осенний период 2013 года уровень содержания ионов магния был несколько ниже, чем в предыдущие годы, и составил 0,74 мг/л, но, в целом содержание ионов магния в 2013 году существенно не отличалось от уровней 2007-2012 гг. В сезонном ходе наблюдается снижения содержания катионов магния в р. Переменная в весенний период, что также подтверждается наблюдениями в 2013 году. Для р. Комаровка был отмечен похожий характер изменений, но не повторяющийся ежегодно.

Содержание аммония в воде р. Переменная низкое, не более 0,1 мг/л, и в разные сезоны практически находится на одном уровне, тем не менее, раз в несколько лет в осенний период наблюдаются значения выше этого уровня. В 2013 году почти во все сезоны концентрации аммония были равны 0,01 мг/л, только в летний период содержание аммония возросло до 0,04 мг/л. Долговременные изменения содержания в воде ионов аммония не имеют четкой тенденции.

В водах р. Комаровка значения концентраций NH_4^+ не достигают 0,5 мг/л и находятся значительно ниже, хотя изменяются более заметно: от значений ниже 0,1 мг/л в зимнюю межень до 0,3-0,5 весной и летом. Более высокое содержание аммония было зафиксировано одна-

жды, в осенний период 2012 года. В 2013 году концентрации аммония были ниже 0,2-0,3 мг/л, максимальное значение было зафиксировано в осенний период. Среднее содержание аммония в воде в 2007-2013 г. в р. Комаровка составило от 0,08 до 0,25 мг/л, с более высокими среднегодовыми значениями в 2012 г (0,46 мг/л). При этом данные 2013 года не подтверждают тенденцию роста концентраций аммония в поверхностных водах малых рек Приморья, наблюдающуюся после 2008 г (Рис. 3.3.6).

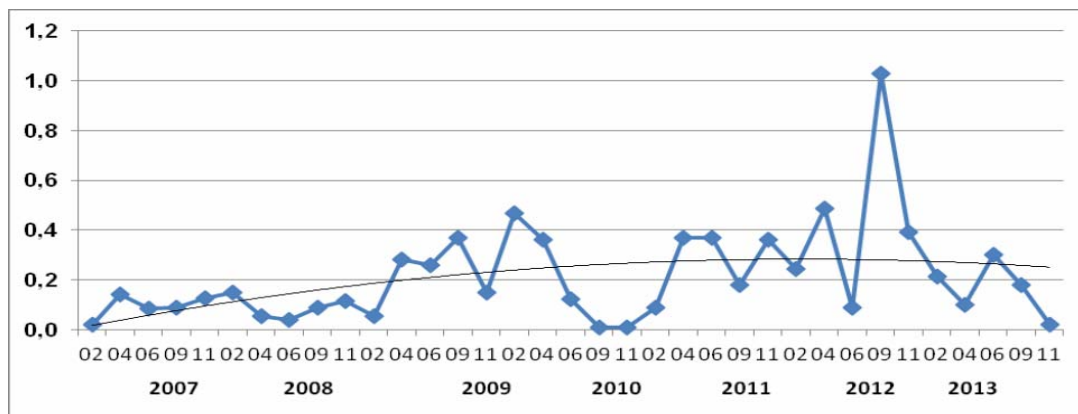


Рис.3.3.6 Многолетнее изменения концентраций аммония (мг/л) в поверхностных водах на станции ЕАНЕТ в Приморье в 2007-2013 гг.

Соотношения основных анионов и катионов

При анализе совмещенных годовых ходов концентраций кальция и сульфатов можно отметить, что колебания содержания кальция в р. Комаровка (в Приморье) в течение 7 лет практически малы, в отличие от сульфатов. По весовым концентрациям сульфаты обычно превышают содержание кальция примерно на 3-5 мг/л, за исключением 2010 г и осени 2012 г., когда минимальные значения сульфатов, обычно наблюдающиеся в сентябре-ноябре, были зафиксированы ниже значений кальция в течение теплого периода с минимумами в сентябре - 3,57 мг/л и 5,60 мг/л (Рис. 3.3.7). Уровень концентраций нитратов существенно ниже концентраций кальция в воде реки: в среднем в 5 раз для р. Переемная, и в 5-10 раз (после 2008 г.) в р. Комаровка. При этом, ход концентраций нитратов в целом похож на изменения сульфатов.

Минимальные и максимальные значения основных анионов и кальция, выраженные в эквивалентной форме (для прослеживания их роли в формировании кислотно-щелочной реакции воды), наблюдаются практически в одни и те же периоды. Для р. Комаровка содержание кальция (в эквивалентных единицах) практически всегда в 1,5-2,5 раза выше, чем общее содержание сульфатов и нитратов (суммы главных анионов), что пока обеспечивает близкий к нейтральному рН поверхностных вод в малых реках Приморья.

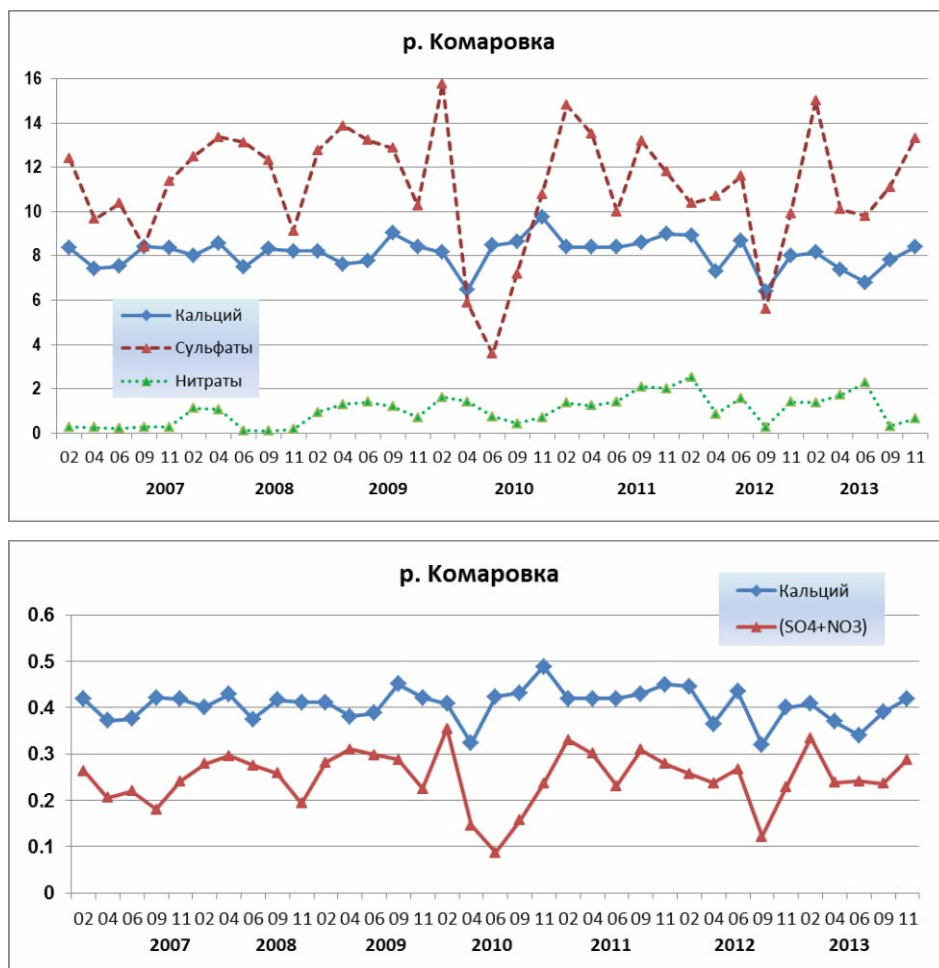


Рис.3.3.7 Тренды согласованного изменения сульфатов, нитратов и кальция (верхний, мг/л) и их эквивалентов (нижний, мэкв/л) в поверхностных водах на станции ЕА-НЕТ Приморская в 2007-2013 гг.

Для р. Переемная, в целом, большую часть года преобладающими анионами были сульфаты, а катионами - кальций, по составу ионов вода реки относится к сульфатному классу группы кальция. Сульфаты по весовым концентрациям также всегда превышают содержание кальция в среднем на 6 мг/л (от 3,5 до 9,1 мг/л) (Рис. 3.3.8). Уровень концентраций нитратов существенно ниже концентраций кальция в воде реки, в среднем в 5 раз для р. Переемная.

Из-за малых сумм ионов и низкой буферной способности к нейтрализации кислотных компонентов вода р. Переемной оценивается как крайне неустойчивая к закислению: отношение кальция к сумме ионов сульфатов и нитратов (в экв) составляет в среднем 1.0, изменяясь для периодов наблюдений от 0,88 до 1,16. Сравнение данных расчета «потенциала щелочности» по результатам мониторинга в 2007-2011 г. с результатами для периода 1955-1960 гг. (данные ЛИН СО РАН) показало, что за прошедшие 50 лет устойчивость речных вод к закислению снизилась более чем вдвое: с 219 мкэкв/л до 99 мкэкв/л, понижаясь в период снеготаяния до критического уровня не более 50 мкэкв/л (развитие «рН шока»). Наиболее вероятной причиной этого может быть поступление закисляющих компонентов на водосбор реки из атмосферы (в составе

атмосферных осадков и в виде сухого осаждения).

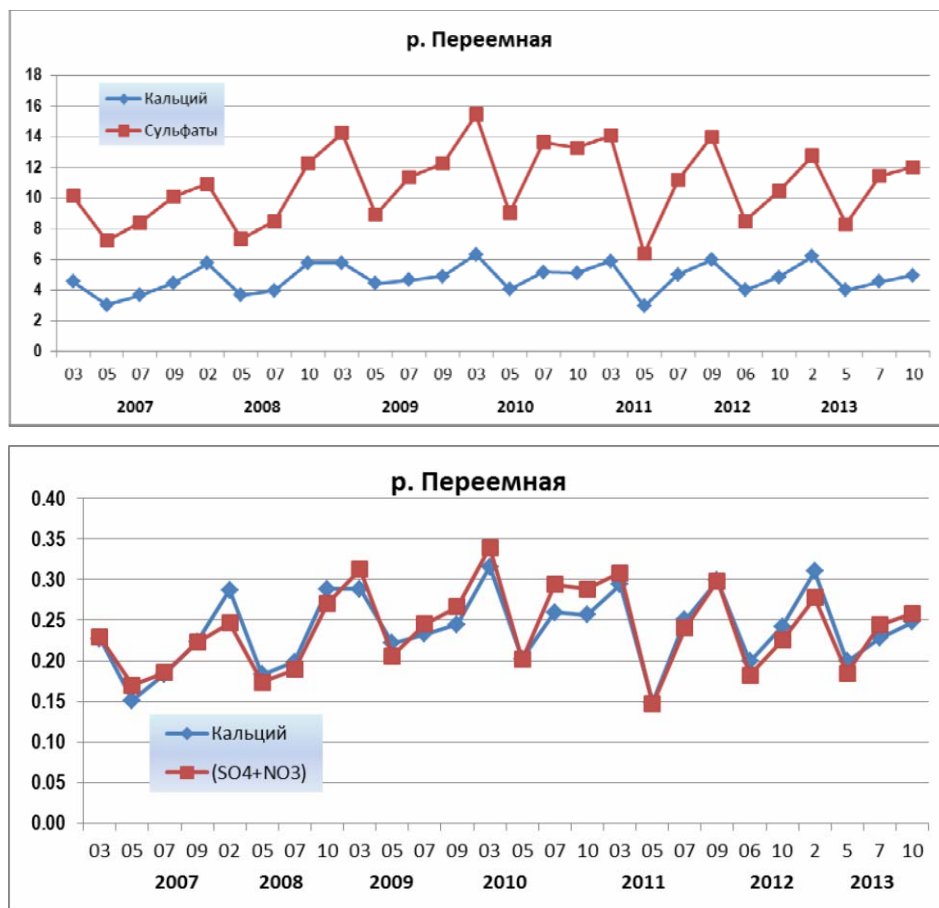


Рис.3.3.8 Тренды согласованного изменения сульфатов, нитратов и кальция (верхний, мг/л) и их эквивалентов (нижний, мэкв/л) в поверхностных водах р. Переемная в 2007-2013 гг.

В целом по результатам фоновых наблюдений за содержанием химических веществ в поверхностных водах в районах станций сети EANET уровни основных ионов (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) в течение последних 7 лет, в общем, сохраняются стабильными, со слабо выраженными тенденциями увеличения сульфатов в р. Переемная (регион оз. Байкал) и роста нитратов в р. Комаровка (Приморье).

3.4. Фоновое состояние пресноводных экосистем по гидробиологическим показателям

Выбор станций фонового гидробиологического мониторинга поверхностных вод суши произведен в районах, удаленных от локальных источников антропогенного воздействия, не подверженных влиянию промышленных и хозяйственных стоков. К фоновым участкам водных объектов отнесены те пункты наблюдений, которым присвоена 4 категория в соответствии с РД 52.24.309-2011 и которые располагаются в следующих местах: 1) на незагрязненных водных участках водоемов и водотоков; 2) на водоемах и водотоках, расположенных на территории государственных природных заповедников и национальных парков.

Оценка качества вод произведена по пятибалльной гидробиологической шкале, действующей на наблюдательной сети Росгидромета. Приоритетными гидробиологическими показателями, позволяющими оценивать качество вод, являются характеристики и параметры биоценозов фитопланктона, зоопланктона, перифитона и зообентоса.

В 2013 году наблюдения на гидробиологической сети Росгидромета были проведены на 74 пунктах 4 категории (на 59 водных объектах). Однако, из них на территориях государственных природных заповедников, в том числе биосферных и национальных парков расположено всего лишь 8 пунктов на 8 водных объектах. В связи с этим было выделено 16 пунктов на 15 водных объектах в 5 гидрографических районах, которые наиболее соответствуют концепции фоновых участков.

Баренцевский гидрографический район

Наблюдения в 2013 г. проводились Мурманским и Северным УГМС на 7 фоновых участках 5 водных объектов (3 реки и 2 озера). Оценка качества вод давали по показателям состояния фитопланктона, зоопланктона, бактериопланктона и зообентоса.

Бассейн р. Туломы: р. Лотта (п. Светлый, устье)

Показатели развития бактериопланктона остаются в пределах многолетних колебаний и свидетельствуют о благополучном состоянии микробиоценозов фонового створа. Невысокие концентрации сапрофитных бактерий ниже в 1,4 раза данных 2012 года. Воды р. Лотта условно чистые, I класс.

Фитопланктон фонового створа по пробам 2013 года (срок отбора май и сентябрь) не отличается высоким разнообразием: отмечено – 28 видов водорослей (в 2012 году – 36 видов, 2011-43, 2010-36, 2009-28). Наибольшего видового богатства достигают диатомовые (15 видов) и зеленые водоросли (7 видов). Олиготрофные воды характеризуются низкими значениями количественных показателей. В конце мая доминирует олигосапробный диатомовый комплекс, в

сентябре - цианобактериальный. Расчетный индекс сапробности стабильный 1,31 – 1,36 (I класс). Воды реки условно чистые.

В составе зоопланктонной фауны отмечено 9 видов организмов (в 2009 г. обнаружено 10 видов, в 2010 г. - 6, в 2011-12 гг. - 13), из них коловраток - 3, ветвистоусых ракообразных - 4, веслоногих рачков - 2. Минимальные количественные показатели зафиксированы в мае. В данный период присутствуют все группы зооценоза. Максимумы значений выявлены в сентябре; зоопланктон имеет ротаторно-кладоцерную композицию. Индекс сапробности 1,70 - 2,05, воды слабо загрязненные (II класс качества воды). Такой разброс значений индекса по сезонам наблюдался и в предыдущие годы, при этом среднее значение индекса в 2013 году ниже, чем за 2011-12 гг.

Бентофауна фоновой реки разнообразна и насчитывает до 5 крупных таксонов в пробе. Доминируют хирономиды (до 37,5 %), моллюски составляют до 33,3 % общей численности организмов. Доля олигохет не превышает 25 %. В сентябре обнаружены поденки - организмы олигосапробного комплекса, достигающие 22,2 % общей численности. Видовая структура, динамика показателей и оценка качества аналогичны прошлогодним - придонные воды и грунты условно чистые (I класс).

Бассейн р. Колы: р. Кица (ст. Лопарская, устье)

Количественные показатели развития микрофлоры остаются на уровне межгодовых колебаний, качество воды р. Кица соответствует I классу.

Фитопланктон фонового створа отличается разнообразием, за отчетный период включает 35 видов водорослей (в 2012 году – 49 видов), из которых наибольшим числом видов характеризуются зеленые водоросли (12) и диатомеи (11). Высокая частота встречаемости индикаторов олигосапробной зоны определяет расчетный индекс сапробности 0,87-1,27 (I класс), воды условно чистые.

Наблюдается снижение видового состава зоопланктона реки по сравнению с прошлым годом. Определено 18 таксонов (в 2012 г. – 25), из них коловраток – 13, ветвистоусых рачков – 4, веслоногих ракообразных – 1. В июне выявлен максимум развития зоопланктонных организмов. Индекс сапробности 1,63 – 1,89 сопоставим со значениями предыдущих лет, воды слабо загрязненные (II класс качества).

Разнообразная по составу бентофауна насчитывает до 5 таксонов в пробе, распределенным по 4 -5 группам. Доминируют хирономиды (до 57 %), доля олигохет не превышает 30,1 %. В августе индикаторные поденки, организмы олигосапробного комплекса, составляют 7,1 % всей численности. Количественные показатели чуть ниже значений прошлого года при аналогичной видовой структуре. В целом качество придонных вод оценивается I классом, воды ус-

ловно чистые.

Бассейн р. Нивы. На территории Лапландского биосферного заповедника находится озеро Чунозеро, а также река Вите - на границе заповедника. Организованного сброса в эти водоемы нет. Гидробиологические наблюдения на створах на территории заповедника проводились с июня по сентябрь. В оз. Имандра пробы отобраны в июле и сентябре.

Бассейн р. Нивы: р. Вите (устье)

Общая численность бактериопланктона на фоновом створе остается на уровне 2012 года. Максимум определен в августе, в период наибольшего прогрева воды. Невысокая общая численность, низкие концентрации сапрофитных бактерий свидетельствуют об условно фоновом состоянии микробиоценозов. Воды реки Вите соответствуют I-II классу.

Фитопланктон отличается разнообразием и включает - 40 видов (в 2012 году отмечено - 33, 2011 - 46, 2010 - 25, 2009 - 32), из которых наибольшим представительством характеризуются диатомовые и зеленые водоросли (по 16 видов). Цианобактерии и эвгленовые водоросли не отмечены. Количественные показатели увеличиваются от июня к августу. Доминируют олигосапробные: диатомовый комплекс и нитчатые зеленые. Стабильный индекс сапробности 0,90-1,46 соответствует I классу качества воды.

Зоопланктонное сообщество реки включает 16 видов (в 2009 г. отмечено 17 таксонов, в 2010 г. - 15, в 2011-12 гг. - 20), из них коловраток - 8, кладоцер - 7, веслоногих рачков - 1. Минимальные значения общей численности и биомассы зафиксированы в июне. В данный период зоопланктон представлен единственным представителем Cladocera. Пик развития организмов приходится на август. В составе преобладают коловратки, также отмечены ветвистоусые ракообразные. Индекс сапробности 1,64 - 2,05, воды слабо загрязненные (II класс).

Бентофауна реки насчитывает до 5 крупных таксонов в пробе. Доминируют хирономиды (до 50%). Организмы олигосапробного комплекса достигают в августе 54,6%. Количественные показатели отличаются низкими значениями. Высокий биотический индекс (7) определяет оценку качества придонного горизонта, воды реки условно чистые (I класс), полученные результаты соответствуют многолетним оценкам.

Бассейн р. Нивы: оз. Чунозеро (исток р. Нижней Чуны)

Сезонная динамика микрофлоры отражает естественные процессы в водоеме. Максимальная численность отмечена в августе, в период наибольшего прогрева воды. По сравнению 2012 годом значительных изменений в развитии микрофлоры нет. Воды оз. Чунозеро оцениваются I - II классом.

Фитопланктон фонового створа озера включает 47 видовых таксонов (в 2012 году - 50 ви-

дов, 2011 - 46, 2010 - 40, 2009 – 37), из которых: 24 – диатомовые, 3 – золотистые, 13 – зеленые, 4 – цианобактерии, 3 – пиррофитовые. Максимальные значения численности отмечены в августе. Высокая за период наблюдений биомасса продуцентов отмечена в июле. Расчетный индекс сапробности стабильный 1,01 - 1,39 (I класс) – воды условно чистые, что соответствует многолетним оценкам.

В составе зоопланктона озера обнаружено 13 таксонов: 3 вида коловраток, 8 – ветвистоусых ракообразных, 2 – вида копепод (в 2009 г. – зафиксировано 14 видов, в 2010 г. – 17, в 2011 г. – 14, в 2012 г. – 21). В начале лета присутствуют все группы зоопланктона, среди которых наиболее обильны коловратки. В период максимального развития доминируют ветвистоусые – чистоводный рачок *Polyphemus pediculus* (42,1 %). Индекс сапробности 1,29 – 1,60 (в целом ниже значений индекса в 2010-12 гг.), воды характеризуются I-II классом.

Бентофауна озера представлена псаммофильным комплексом, насчитывающим до 4 групп в пробе. До 57,1 % составляют хирономиды, до 24,9 % - моллюски и олигохеты. В июле отмечены индикаторные организмы, в сумме достигающие 38,5%. Биотический индекс высокий и стабильный – 7, воды условно чистые.

Бассейн р. Нивы: оз. Имандра (у о. Избяного, ст. Хибины)

Фитопланктон озера на данном створе по пробам, отобраным в июле и сентябре 2013 года, включает 36 видов и разновидностей водорослей. Доминируют по числу видов зеленые и диатомовые водоросли – 16 и 15 видов соответственно. Также представлены цианобактерии и пиррофитовые – 3 и 2 вида соответственно. Индекс сапробности составляет 1,59-1,87, II класс качества, слабо загрязненные воды.

Качественный анализ зоопланктона выявил 30 видов, из которых: коловраток Rotatoria – 13, ветвистоусых ракообразных Cladocera – 10, веслоногих рачков Copepoda – 7. В июле по количественным и качественным показателям сильно доминируют коловратки, в сентябре значительный вклад в биомассу зоопланктона вносят клadoцеры. Индекс сапробности – 1,81-1,85, воды характеризуются как слабо загрязненные (II класс чистоты).

Бентофауна характеризуется низким разнообразием, и насчитывает до 5 крупных таксонов. Доминируют хирономиды и прудовик. Качественные и количественные показатели находятся в диапазоне многолетнего мониторинга бентосных характеристик. Воды озера соответствуют I - II классу – условно чистые - слабо загрязненные.

Фоновые створы Баренцевского гидрографического района, за исключением створа на оз. Имандра, отличаются высоким разнообразием гидробионтов, низкими количественными характеристиками олиготрофных вод, присутствием и доминированием чистоводных индикаторов, высокими микробиологическими и биотическими индексами. Уровень развития микрофлоры

невысокий. По гидробиологическим показателям I класс качества воды. Состояние экологического благополучия, фоновое состояние.

Восточно-Сибирский гидрографический район

Гидробиологические наблюдения проведены на фоновом створе в реке Лена. Были использованы показатели фитопланктона и зообентоса.

Бассейн Верхней Лены: р. Лена (у с. Кюсюр)

В створе у с. Кюсюр в фитопланктоне определено 23 вида (25 видов в 2011 г., 24 – в 2010 г.). Наибольшие численность и биомасса наблюдалась в августе у левого берега – 365 тыс. кл./л и 0,489 мг/л соответственно. Доминировали диатомовые водоросли. Качественный и количественный состав остается на уровне многолетнего мониторинга. Индекс сапробности стабильный – 1,73. Воды этого участка р. Лена слабо загрязненные (II класс).

Наибольшая численность зообентоса на р. Лене у с. Кюсюр отмечена в сентябре у правого берега (360 экз./м²), относительно высокая численность зообентоса наблюдалась также у левого берега в июле (320 экз./м²), наименьшая численность отмечена в июле у правого берега (40 экз./м²). Максимальная биомасса отмечена в сентябре у левого берега Лены (1,4 г/м²) при численности 240 экз./м², наименьшая биомасса отмечена в июле у правого берега (0,1 г/м²). Биотический индекс на гидрологическом створе р. Лены в районе с. Кюсюр в течение года изменялся в пределах от 4 до 8. Класс качества воды на гидрологическом створе р. Лены в районе с. Кюсюр колебался в течение года от условно чистые до грязные (I – III классы качества). Показатели качества воды по бентосным организмам, а также состав придонного сообщества не претерпел существенных изменений за последние годы.

Оценивая изменения состояния исследованных групп гидробионтов на условно фоновом створе на р. Лена можно сделать вывод о том, что экосистема реки на данном участке находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Карский гидрографический район

Гидробиологические наблюдения в Карском гидрографическом районе проводились по показателям фитопланктона, зоопланктона и зообентоса на фоновых участках рек Джида (1 створ) и Базаиха (2 створа).

Бассейн оз. Байкал: р. Джида (ст. Джида)

Фитопланктон представлен 39 видами водорослей (2012 г. – 40 видов, 2011 – 30, 2010 – 24), из которых абсолютными доминантами по видовому богатству, как и в предыдущие годы, являются диатомовые – 36 видов. По количественным показателям доминируют также диатомеи. Общая численность колеблется в небольших пределах 0,04 – 0,33 тыс. кл./мл, биомасса изменяется от 0,01 до 0,21 мг/дм³. Индекс сапробности стабильный в многолетнем аспекте –

1,36 – 1,65, и соответствует I – II классу чистоты вод.

В зоопланктоне, как и в 2012 г., отмечено 8 видов (2010-2011 гг. – по 10 видов). Доминирующей группой являются коловратки. Количественные показатели развития: 0,03 – 0,10 тыс. экз./м³ – численность, 0,24 – 0,89 мг/м³ – биомасса. Индекс сапробности составляет 1,2 – 1,4, что характеризует воды водотока как условно чистые.

В бентофауне отмечено значительное снижение видового разнообразия до 9 групп организмов (2012 – 16, 2011 – 13, 2010 – 17, 2009 - 16). В целом за сезон доминировали поденки. Общая численность изменялась от 26,8 до 74,7 экз./м², биомасса – от 0,067 до 0,167 г/м² соответственно. Значение биотического индекса соответствовало средним многолетним данным – 6,0. Воды реки можно считать слабо загрязнённым, II класс.

Бассейн р. Енисей: р. Базаиха (0,5 км и 9 км выше устья)

Пробы отбирались на двух створах на территории государственного природного заповедника «Столбы». В составе перифитона обнаружено 124 вида (2012 г. – 145 видов, 2011 – 109, 2010 - 125), принадлежащих к 15 систематическим группам. Ведущее место в составе фитоперифитона (всего 79 видов) занимали диатомовые водоросли. В зооперифитоне (всего 45 видов) реки доминировали личинки насекомых. Индекс сапробности составил 1,73 и соотносится с значениями прошлых лет. Воды в р. Базаиха слабо загрязнённые (II класс качества). В сезонном аспекте было зарегистрировано ухудшение качества воды от весеннего периода к осеннему.

В зоопланктонном сообществе отмечено уменьшение числа видов до 9 (2012 г. – 16 видов, 2011 – 11, 2010 - 17). Зоопланктон верхнего (6 видов) и нижнего (7 видов) створов беден и мало различается по видовому составу. Средние величины количественных показателей составили: – 0,08 тыс. экз./м³ (численность) и 0,3 мг/м³ (биомасса). Индекс сапробности 1,88. В целом качество вод реки оценивалось II классом – слабо загрязненные воды, что грязнее, чем в предыдущие годы (2012 г. – 1,53, 2011 – 1,05, 2010 – 0,9-1,3). В целом, по показателям зоопланктона отмечается тренд ухудшения качества воды р. Базаиха.

Отмечается относительное обеднение бентофауны – 67 видов (2012 г. – 80 видов, 2011 – 75, 2010 - 84). Максимальные количественные показатели зарегистрированы в устьевом створе: численность – 525 экз./м², биомасса – 5,9 г/м². По численности в течение всего периода преобладали личинки поденок. Биотический индекс составил 6,57. Индекс сапробности 1,95. В целом воды оценивались I-II классом – вода условно чистая – слабо загрязненная, что соответствует данным последних лет.

Водные биоценозы реки можно отнести к промежуточному состоянию: переход от экологического благополучия к антропогенному экологическому напряжению.

Гидробиологические наблюдения проводились на фоновых участках 5 рек: на реках Илистая, Бикин, Лазовка – по показателям фито-, зоопланктона, перифитона и зообентоса; на реках Левый Хинган и Большая Бира, - по зообентосу.

Бассейн р. Амур: р. Илистая (с. Халкидон)

В зоопланктоне створа отмечено, 50% коловраток, 18% веслоногих рачков, а также 32% простейших. Индекс сапробности по зоопланктону равен 1,8, что соответствует II классу - слабо загрязненные воды. Состояние биоценоза стабильное на протяжении нескольких десятилетий.

Зообентос створа на изучаемом участке реки представлен олигохетами, хирономидами, подёнками и моллюсками. Основу сообщества составили хирономиды (46,7%) и подёнки (26,7%). Удельное обилие олигохет – 13,3%. Биотический индекс равен 5, что соответствует II классу качества вод (как и в предыдущие годы).

Перифитон представлен редкими экземплярами диатомей. Качество вод оценивается II классом - слабо загрязненные воды, - как и в предыдущие сезоны.

Бассейн р. Амур: р. Бикин (ст. Звеньевой)

Зоопланктонное сообщество створа представлено простейшими (29%), коловратками (47%), науплиями веслоногих раков (15%) и ветвистоусыми раками (9%). Из 85% видов индикаторов, доминируют виды чистых вод до 56%, отмечены и представители загрязненных вод (до 45%) Индекс сапробности створа 1,6-1,7, что соответствует II классу качества (2012 г. – 1,8, 2011 – 1,4, 2010 – 1,1-1,5).

Зообентос в изучаемом створе реки представлен хирономидами (26,7%), подёнками (26,6%, 2 вида) и ручейниками (26,6%, 2 вида). Биотический индекс 5, что соответствует II классу качества вод (2012 г. – 5, 2011 – 6, 2010 – 6).

В перифитоне преобладающее положение занимают диатомей. Показатели качества вод относятся в основном к олиго- и β-мезосапробным зонам, что указывает на довольно высокое качество вод (I класс, условно чистые). Значительных изменений состояния альгофлоры на данном участке реки по сравнению с предыдущими годами не отмечено.

Бассейн Японского моря: р. Лазовка (с. Лазо)

Пробы отбирались в июне и августе на прилегающей к Лазовскому государственному природному заповеднику территории.

Зоопланктон участка наблюдения представлен простейшими (34%), коловратками (53%) и личинками копепод (13%). Индекс сапробности составляет 1,5 -1,51, что соответствует границе I-II классов.

Зообентос створа представлен олигохетами, хирономидами и подёнками. Основу донного

сообщества составили хирономиды (34,5%) и подёнки (51,7%). Удельное обилие олигохет составляет 13,8%. Биотический индекс 5, что соответствует II классу качества вод, как и в предыдущие годы.

Перифитон контролируемого участка реки представлен диатомовыми, зелеными, жёлто-зелёными водорослями и цианобактериями. Виды индикаторы относятся к олиго- и β-мезосапробным зонам, что указывает на довольно высокое качество вод (I класс, условно чистые). Значительных изменений состояния альгофлоры по сравнению с предыдущими годами не отмечено.

Бассейн р. Амур: р. Левый Хинган (п. Хинганск)

Зообентос реки у п. Хинганск представлен следующими группами: Trichoptera - 6,3%, Ephemeroptera - 37,5%, Chironomidae - 43,6%, Odonata - 6,3%, Gastropoda - 6,3%. Преобладающее положение по численности занимают поденки и хирономиды (по 37,5%). Качество воды соответствует II (слабо загрязненные) классу (биотический индекс = 5), что соответствует измерениям предыдущих лет.

Бассейн р. Амур: р. Большая Бира (ст. Биракан)

Фауна дна реки представлена следующими группами: Diptera - 18,5%, Gastropoda - 18,5%, Ephemeroptera - 37,1%, Chironomidae - 14,8%, Trichoptera - 11,1%.

У ст. Биракан доминирующее положение занимают поденки – 40% от общего обилия на створе 1 км выше станции, 36,4% - на 1 км ниже станции.

Качество воды соответствует II классу на протяжении всего периода исследований за исключением октября, когда на створе выше ст. Биракан из-за отсутствия индикаторных видов, класс вод не был установлен, а ниже ст. Биракан качество воды соответствовало IV классу (грязные).

Балтийский гидрографический район

Наблюдения в 2013 г. проводились Северо-Западным УГМС на 2 фоновых участках – в истоках рек Шуя и Неглинка.

Бассейн Онежского озера: р. Шуя (исток)

По данным проб зообентоса (биотический индекс варьировал от 6 до 8) верхний створ следует отнести к о-х-сапробным с I-II классом качества воды. На истоковом створе по численности доминировали хирономиды, а по биомассе ручейники.

По результатам гидробиологических исследований бентофауны состояние реки в районе истока остается благополучным на протяжении ряда лет.

Бассейн Онежского озера: р. Неглинка (исток)

На истоковом створе реки по численности доминировали олигохеты и хирономиды, а по

биомассе ручейники. Биотический индекс колебался от 3 до 7, класс качества воды изменялся от I до III (условно чистая – слабо загрязненная), исключение составила проба макрозообентоса, отобранная в июле, биотический индекс ее составил 2, IV класс качества воды - грязная вода. Несмотря на это, по результатам гидробиологических исследований бентофауны состояние реки следует признать благополучным.

4. СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД В КАВКАЗСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРИРОДНОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ ЗА ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ С 1983 ПО 2013 ГОДЫ

В данном разделе освещены результаты проведенной оценки изменения уровня фонового загрязнения приоритетными загрязняющими веществами природных экосистем Кавказского БЗ в ходе подготовки к проведению Олимпийских и Паралимпийских игр 2014 года. Присутствуя в окружающей среде в крайне низких концентрациях, эти вещества, называемые экотоксиканты, могут аккумулироваться в отдельных компонентах экосистем и оказывать негативное воздействие как на виды животных или растений, так и на функционирование биоценозов в целом.

Регулярные наблюдения за содержанием тяжелых металлов (свинец, кадмий) и стойких органических загрязнителей (бенз(а)пирен, пестициды ДДТ и ГХЦГ) в атмосферном воздухе, осадках, поверхностных водах, почвах и растительности проводятся здесь с 1983 года. Полигон для наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха станции комплексного фонового мониторинга (далее СКФМ) расположен на территории Кавказского БЗ, у кордона «Лаура», в 3-5 км от мест размещения основных олимпийских объектов горного кластера на высоте 580 м. н.у. Полигон представляет собой стандартную огороженную метеоплощадку 25*25 метров, на которой установлены метеоприборы и оборудование для отбора проб воздуха и атмосферных осадков. Регулярные наблюдения за загрязнением поверхностных вод осуществляются на р. Ачипсе, 500 м вверх от слияния с р. Лаура, близ кордона Лаура и в р. Лаура возле слияния с р. Ачипсе.

Отбор проб почв и растительности осуществлялся на 3-х основных постоянных пробных площадях (далее ППП).

ППП 1 расположена на лугу возле полигона для отбора проб воздуха на кордоне Кавказского БЗ «Лаура», на высоте около 580 м. Луговая растительность на площадке состоит из злаков, с преобладанием мятликов, и различных видов луговых цветов.

ППП 2 также расположена близ кордона Лаура, в буковом лесу с примесью каштана на высоте около 590 м.

ППП 3 расположена на кордоне Рудовая, 6 км севернее полигона Лаура на высоте около 850 м у склона долины реки Рудовая (приток Ачипсе). В древостое преобладает бук восточный с примесью пихты Нордманна, граба обыкновенного, клена-явора, ольхи серой. В нижних ярусах представлена ежевика, рододендрон и типичной напочвенная растительностью букового леса (осока волосистая, плющ и др.).

Все ППП расположены в пределах водосбора р. Ачипсе. Для всех ППП характерны гор-

ные бурые лесные почвы с слабомощным профилем при глубине гумусового и иллювиального горизонта до 40 см и высокой щебнистостью (около 50%). Горные породы представлены преимущественно шиферным сланцем.

Загрязняющие вещества в атмосферном воздухе

Как правило, тяжелые металлы и полиароматические углеводороды содержатся в атмосферном воздухе на взвешенных в воздухе твердых пылевых частицах.

В 2010-2013 гг. среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 5-7 нг/м³, на СКФМ «Кавказский БЗ» до 2012 года регистрировались значения в 2-3 раза ниже (2,0- 2,5 нг/м³). В 2012 и 2013 году среднегодовая концентрация свинца в воздухе превысила значение 3,5 нг/м³. На рис. 4.1 показан выявленный тренд повышения содержания свинца в атмосферном воздухе за 3-х летний период, обусловленный, с высокой долей вероятности, проведением работ по строительству олимпийских объектов и интенсификацией движения автомобильного транспорта и вертолетов на прилегающих к заповеднику землях.

Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в последние 5 лет в центральных районах ЕТР оставались на уровне, наблюдавшемся в последние годы – 0,2-0,3 нг/м³, в то время как в воздухе Кавказского БЗ средние значения концентраций были значительно ниже (0,06 нг/м³) до начала фазы активного строительства, а с 2012 году среднемесячные значения концентраций кадмия стабильного стали превышать 0,1 нг/м³ (см. рис. 4.2).

Тем не менее, регистрируемые концентрации свинца и кадмия в воздухе на 2-3 порядка ниже санитарно-гигиенических нормативов, установленных Минздравом России, согласно которым для свинца и кадмия среднесуточная ПДК составляет 300 нг/м³ в пересчете на элемент. Случаев превышения значений в 0,1 среднесуточного ПДК за последние 10 лет не отмечено.



Рис. 4.1 Динамика среднемесячных концентраций свинца в атмосферном воздухе в Кавказском БЗ (на кордоне Лаура, нг/м³)



Рис.4.2 Концентрация кадмия в атмосферном воздухе (нг/м^3) в Кавказском БЗ (кордон Лаура)

Содержание бенз(а)пирена в атмосфере фоновых районов центра ЕТР, как и в Кавказском БЗ в среднем менее $0,05 \text{ нг/м}^3$ при среднесуточной ПДК 1 нг/м^3 . Ход концентраций бенз(а)пирена имеет ярко выраженный сезонный характер в связи с тем, что основным источником загрязняющего вещества является сжигание топлива (см. рис. 4.3). Максимальные концентрации бенз(а)пирена за трехлетний период отмечены в марте 2011 года, когда среднесуточные концентрации достигали $0,1 \text{ нг/м}^3$ ($0,1 \text{ ПДК}$).



Рис.4.3 Концентрация бенз(а)пирена в атмосферном воздухе (нг/м^3) в Кавказском БЗ (кордон Лаура)

Загрязняющие вещества в атмосферных осадках

В атмосферных осадках Кавказского БЗ среднегодовые концентрации основных экотоксикантов находятся в диапазоне фоновых значений для ЕТС, данные, усреднены по 10-ти летним периодам и представлены в таблицах 4.1 и 4.2.

За период наблюдений выявляется последовательный рост концентрации ртути в атмосферных осадках. Период 2010-2012 г. характеризуется наибольшими среднегодовыми средневзвешенными значениями концентрации ртути (0,54 мкг/л за период), а в 2011 году средневзвешенная концентрация ртути достигли максимального значения за весь период наблюдений – 0,80 мкг/л.

Концентрации свинца, бенз(а)пирена и ГХЦГ (по сумме альфа и гамма изомеров) имеют общую многолетнюю тенденцию к снижению. На этом фоне выраженных изменений в связи со строительством олимпийских объектов не выявлено.

Снижение концентраций свинца в осадках началось с конца 90-х годов и с 2004 года стабилизировалось в диапазоне среднегодовых значений 1,0 – 2,0 мкг/л. Средневзвешенная концентрация свинца в осадках в 2013 году составила 1,9 мкг/л, что несколько выше, чем в 2012 году (1,74 мкг/л), однако данные различия в пределах погрешности и не позволяют говорить о направленном изменении.

Значительное снижение ГХЦГ и бенз(а)пирена в атмосфере, в том числе в мокрых выпадениях, произошло в начале 90-х годов и в последующий период концентрации стабилизировались при сохранении незначительной общей тенденции к снижению. Следует отметить, в 2011-2013 годах практически во всех пробах осадков ГХЦГ не выявлено (концентрации ниже стандартного предела обнаружения в 0,3 нг/л).

Табл. 4.1. Концентрации тяжелых металлов в осадках Кавказского БЗ за период 1983-2013 гг (средневзвешенная, мкг/л)

Годы	Ртуть		Свинец		Кадмий	
	среднее	диапазон ¹	среднее	диапазон ¹	среднее	диапазон ¹
1982-1989	0,25	0,11-0,51	3,13	0,79-5,04	0,32	0,19-0,56
1990-1999	0,19	0,07-0,40	4,06	2,34- 7,81	0,28	0,19-0,37
2000-2009	0,25	0,11- 0,41	1,22	0,93-1,58	0,20	0,07-0,37
2010-2012	0,64	0,53 – 0,80	1,72	1,3 – 2,13	0,31	0,08-0,69
2013	0,2		1,9		0,07	

Примечание: ¹Указан диапазон средневзвешенных годовых значений

В межгодовой динамике концентраций кадмия и ДДТ (здесь и далее значения приводятся по сумме основного вещества pp'-ДДТ с метаболитами ДДД и ДДЕ) в осадках тенденции направленных изменений не выявлено. Средневзвешенная концентрация кадмия в осадках варьирует в диапазоне среднегодовых значений от 0,07 мкг/л (2012г.) до 0,56 (в 1984г.) за весь

период наблюдений, а в целом изменения носят характер межгодовых флуктуаций, обусловленных как погодными условиями в разные годы, так и погрешностями отбора и измерения. Среднегодовая концентрация ДДТ флуктуирует в диапазоне от 20 нг/л (2009 г.) до 250 нг/л (1995-1996 гг.).

Табл. 4.2. Концентрации стойких органических экотоксикантов в осадках Кавказского БЗ за период 1983-2013 гг. (средневзвешенная в нг/л)

Годы	Бенз(а)пирен		сумма изомеров ГХЦГ		ДДТ с метаболитами	
	среднее	диапазон ¹	среднее	диапазон ¹	среднее	диапазон ¹
1982-1989	4,89	2,24 – 12,78	61,35	8,12 – 143	61,3	17,2-141
1990-1999	0,78	0,15-1,62	3,99	0,65 – 6,4	46,8	5,4-117
2000-2009	1,05	0,72-1,42	6,60	1,29-13,3	48,4	26,5-83,3
2010-2012	1,30	0,93-1,67	2,11	2,08-2,14	86,6	40,9-132
2013	0,86		0,5		33,1	

Примечание: ¹указан диапазон средневзвешенных годовых значений.

Выпадения загрязняющих веществ с осадками на фоновом уровне определяют на 70-90 % уровень поступления экотоксикантов в природные экосистемы. Динамика ежегодных выпадений с атмосферными осадками основных экотоксикантов представлена в таблице ХХЗ.

Наибольшее поступление в экосистему в абсолютных количествах характерно для свинца, диапазон годовых выпадений которого в последнее десятилетие от 2,5 до 4,2 мг/м². Это в несколько раз меньше, чем выпадения в период 1982-1999 годов, когда в среднем выпадало в год с осадками около 10 мг/м², при изменении диапазона интенсивности выпадений от 5 до 28 мг/м² в год. Между тем, в 2013 году по данным, полученным на кордоне Лаура, с осадками в экосистемы поступило максимальное за последние 15 лет количество свинца, интенсивность выпадений составила 4,2 мг/м².

По выпадениям кадмия 2013 год был рекордным за весь период наблюдений (с 1983 г.), интенсивность выпадений достигла 1,4 мг/м² в год, что в 2 раза выше среднегодового значения за период наблюдений. Отчасти, высокие значения выпадений обусловлены максимальным за последние 3 года годовым количеством выпавших осадков – 2165 мм.

Табл. 4.3. Интенсивность выпадения загрязняющих веществ на подстилающую поверхность с атмосферными осадками в 2000-2013 годах (в мг/м²)

Экотоксикант	2000-2009 годы		2010 – 2012 годы		2013 год
	среднее	диапазон ¹	среднее	диапазон ¹	
Свинец	2,5	1,8-3,8	3,3	2,7-4,0	4,2
Кадмий	0,64	0,47-0,76	0,59	0,13-1,3	1,4
Бенз(а)пирен	0,002	0,0017-0,0024	0,003	0,0017-0,0039	0,002
ДДТ с метаболитами	0,1	0,06-0,2	0,17	0,09-0,24	0,07

Примечание: ¹указан диапазон средневзвешенных годовых значений.

Выпадения бенз(а)пирена и ДДТ отмечены на крайне низких уровнях, а межгодовые изменения в пределах доверительного интервала погрешности.

В связи с регистрируемыми в последнее десятилетие значениями ГХЦГ на уровне пре-

дела обнаружения интенсивность ежегодных выпадений ГХЦГ не определяется.

Загрязнение поверхностных вод

Отбор проб поверхностных вод проводится в основные фазы гидрорежима. В пробах поверхностных вод измерялось содержание тяжелых металлов (ртуть, свинец и кадмий), бенз(а)пирен, ДДТ и ГХЦГ. Средние значения концентрации экотоксикантов и диапазон варьирования по 10-летним периодам наблюдений представлены в таблице 4.4.

Табл. 4.4. Концентрации тяжелых металлов в поверхностных водах Кавказского БЗ за период 1990-2013 гг. (мкг/л)

Река	Ртуть		Свинец		Кадмий	
	среднее	диапазон	среднее	диапазон	среднее	диапазон
1990-1999 годы						
р.Лаура	0,18	0,1-0,03	4,9	1,3-14,6	0,48	0,14-0,87
2000-2009 годы						
р. Лаура	1,1	0,3-5,2	1,5	0,28-8,0	0,09	0,03-0,43
2010-2012 годы						
р. Ачипсе	0,42	0,23-0,90	2,1	0,45-4,7	0,16	0,04-0,42
р. Лаура	0,31	0,11-0,55-	6,2	0,54-38,0	0,18	0,03-0,54
2013 год						
р Ачипсе	0,16	0,01-0,75	2,7	0,34-14,0	0,07	0,02-0,42
р.Лаура	0,34	0,09-0,90	5,7	0,7-21,0	0,45	0,01-2,5

За период наблюдений выраженной зависимости концентрации загрязняющих веществ от фазы гидрорежима не выявлено. Как правило, среднегодовая концентрация свинца и кадмия в поверхностных водах незначительно выше, чем в осадках. Однако, в последние 2 года проявилась тенденция роста концентрации ртути, свинца и кадмия в водах р. Лаура в сравнении с водами её притока р. Ачипсе, вытекающего с территории Кавказского государственного биосферного заповедника. При этом, как показано выше, в атмосферных осадках тенденции явного увеличения концентрации этих токсичных элементов не прослеживается. По всей видимости, повышение концентраций кадмия и свинца в воде р. Лаура связано с появлением местного источника загрязняющих веществ от строительства олимпийских объектов, расположенных в верховье р. Лаура. В то же время в притоке р. Лаура – р. Ачипсе, стекающей со склонов Кавказского БЗ, долина которой не затронута хозяйственной деятельностью, увеличения концентраций не прослежено, уровни в поверхностных водах соответствуют концентрациям в осадках.

В целом, уровень загрязнения свинцом рек с начала 2000 годов снижается в поверхностных водах. Рост концентраций свинца наблюдается только на р. Лаура с 2010 года. Концентрация ртути в поверхностных водах в 90-х годах прошлого века значительно снизилась и стабилизировалось на относительно низких значениях до 2010 года, однако в последние годы регистрируется незначительный рост концентраций.

Данных по хлорорганическим пестицидам в поверхностных водах не достаточно для проведения достоверной оценки динамики уровней. Концентрации в водах рек примерно равны

концентрации в осадках с учетом погрешности методов. Концентрации ГХЦГ в последние десятилетие в поверхностных водах ниже предела обнаружения, среднее значение 3 нг/л, максимальное 10 нг/л. Для ДДТ с метаболитами колебания от предела обнаружения (2 нг/л) до 140 нг/л, в среднем 70 нг/л.

Табл. 4.5. Концентрации хлорорганических пестицидов и бенз(а)пирена в поверхностных водах Кавказского БЗ за период 2006-2013 гг. (нг/л)

Годы	Бенз(а)пирен		ГХЦГ сумма изомеров		ДДТ с метаболитами	
	среднее	диапазон	среднее	диапазон	среднее	диапазон
2000-2009 годы						
р. Лаура	1,1	0,3-5,2	5,21	0,5-26,93	77,3	2,0-395
2010-2012 годы						
р. Ачипсе	0,45	0,098-2,56	0,50	-	83,6	31,6-136
р. Лаура	0,25	0,165-1,4	6,26	0,5-19,35	46,2	3,10-150
2013 год						
р. Ачипсе	0,71	0,38-0,86	0,50		6,4	0,5-13,0
р. Лаура	0,85	0,4-1,68	1,72	0,5-4,15	5,3	0,5-15,0

Загрязнение почв и растительности

Поступление в почвы экотоксикантов определяется их выпадениями из атмосферы с жидкими осадками, сухим осаждением, а также с растительностью при поступлении в почву с ежегодным опадом.

В таблицах 4.6 и 4.7 представлены данные о средних значениях и диапазонах варьирования концентраций загрязняющих веществ в почвах за 10-ти летние периоды наблюдений. В связи с тем, что с начала 90-х годов ртуть и полиароматические углеводороды были исключены из программы наблюдения, в таблице приведены результаты динамики только по 4-ем загрязняющим веществам – свинец, кадмий и 2 вида хлорорганических пестицида – ГХЦГ (по сумме альфа и гамма изомеров) и ДДТ (с метаболитами ДДД и ДДЭ).

Табл. 4.6. Концентраций тяжелых металлов в почвах на СКФМ «Кавказский БЗ» по десятилетиям за период 1982-2013 гг. (валовое содержание в мг/кг воздушно сухого веса)

Тип почвы		Свинец				Кадмий			
		1982-1989	1990-1999	2000-2012*	2013	1982-1989	1990-1999	2000-2012*	2013
Горная бурая лесная под буковым лесом (Лаура, Рудовая)	0-5	<u>9,0-56</u> 25	<u>8,0-62</u> 33	<u>9-15</u> 12	<u>7,8</u>	<u>0,09-0,53</u> 0,30	<u>0,07-0,66</u> 0,30	<u>0,32-0,35</u> 0,34	0,18
	5-10	<u>11-45</u> 20	-		<u>13,6</u>	<u>0,09-0,41</u> 0,19	=		0,10
Горная бурая лесная под лугом кордоне Лаура	0-5	<u>9,0-30</u> 17,1	-	<u>12-25</u> 15	<u>8,6</u>	<u>0,13-0,35</u> 0,25		<u>0,11-0,16</u> 0,10	0,14
	5-10	<u>5,2-23,0</u> 14,3	=		<u>13,0</u>	<u>0,17</u>			0,12

Примечание: в клетках над чертой указан диапазон значений, под чертой среднее арифметическое; * отбор в эти годы проводился из слоя 0-10 см без деления на подгоризонты.

Табл. 4.7. Концентраций стойких органических экотоксикантов в почве на СКФМ «Кавказский БЗ» по десятилетиям за период 1982-2013 гг. (валовое содержание в мг/кг воздушно сухого веса)

Тип почвы, площадка отбора	Глубина слоя, см	ДДТ с метаболитами				сумма изомеров ГХЦГ			
		1982 - 1989	1990-1999	2000-2012*	2013	1982-1989	1990-1999	2000-2012*	2013
Горная бурая лесная под буковым лесом, (Лаура, Рудовая)	0-5	<u>6,4-18,9</u> 12,4	-	27	2,7	<u>3,1-17</u> 8,9	-	2,1	1,2
	5-10	<u>11-45</u> 20	-		4,5	<u>3,1-26</u> 8,0	-		1,6
Горная бурая лесная под лугом на кордоне Лаура	0-5	<u>1,3-35</u> 15	<u>0,5-19</u> 8,9	<u>0,5-23</u> 5,1	3,0	<u>2,5-9,2</u> 6,5	<u>0,5-5,7</u> 4,0	<u>0,5-8,4</u> 3,0	1,8
	5-10	<u>2,1-56</u> 20	-		5,7	<u>2,1-4,5</u> 3,5			1,6

Примечание: В клетках над чертой указан диапазон значений, под чертой среднее арифметическое. * отбор в эти годы проводился из слоя 0-10 см без разделения на подгоризонты.

Полученные данные достоверно показывают произошедшее за 30-ти летний период 2-х – 4-х кратное снижение концентраций хлорорганического пестицида ГХЦГ в поверхностном 10 см слое во всех обследованных типах почв на СКФМ Кавказского БЗ, а также снижение концентраций свинца.

Средняя концентрация свинца, регистрируемая в поверхностном слое почв Кавказского БЗ в последние десятилетия, несколько ниже среднего значения концентрации свинца в гранитном слое коры континента (кларк), составляющей 16 мг/кг. Этот факт позволяет говорить об отсутствии сколько-нибудь существенного накопления свинца в почвах Кавказского БЗ в течение последнего десятилетия, а регистрируемые значения показывают естественное содержание этого микроэлемента в почвообразующей породе. Для кадмия отмечается стабильное невысокое значения в почвах верхнего горизонта на протяжении всего периода наблюдений. Концентрация его в почвах также несколько ниже значения кларка (0,12 мг/кг при кларке в 0,16 мг/кг).

Концентрации кадмия и ДДТ в почвах за 30-летний период достоверно не различаются, значения регулярных измерений находятся в границах общего диапазона концентраций за период наблюдений.

Содержание загрязняющих веществ в верхнем 10 см слое почвы Кавказского БЗ, как правило, в 20-100 и более раз выше суммарного ежегодного выпадения с осадками, сухим осаждением и поступлением с растительным опадом. В этой связи концентрации загрязняющих веществ в растениях изменяются более динамично, чем почвах.

В растительность экотоксиканты попадают не только через корневую систему из почвы, но также при оседании пыли на поверхности листа и поступлении в листовые пластины и зеленые стебли загрязняющих веществ непосредственно из воздуха через устьичные щели. Проведенные ранее исследования показали низкую видовую избирательность по основным видам контролируемых загрязняющих веществ в растениях. Поэтому, при отборе проб наземной травянистой растительности, как правило, растения не разделялись по видам, а отбиралась вся наземная растительность с определенной площади.

Результаты наблюдений содержания приоритетных экотоксикантов в растительности, усредненные как и по другим объектам по 10-летним периодам представлены в таблицах 4.8 и 4.9.

Табл. 4.8. Концентраций тяжелых металлов в растительности на СКФМ «Кавказский БЗ» по десятилетиям за период 1982-2013 гг. (в мг/кг воздушно сухого веса)

Тип растительности	Свинец, мг/кг				Кадмий, мг/кг			
	1982-1989	1990-1999	2000-2012	2013	1982-1989	1990-1999	2000-2013	2013
Разнотравье букового леса	<u>1,0-6,8</u> 4,4	2,9	1,6-	0,80	<u>0,2-0,7</u> 0,3	0,2	0,65	0,30
Луговая растительность	<u>1,8-6,8</u> 4,3	1,1	<u>0,9-1,3</u> 1,1	0,54	0,7	<u>0,1-0,3</u> 0,2	<u>0,1-0,3</u> 0,2	<u>0,10</u>
Листва бука	<u>0,6-2,2</u> 1,1	<u>0,6-2,8</u> 1,4	-	0,41	<u>0,2-0,2</u> 0,2	<u>0,1-0,4</u> 0,2	-	0,14

Примечание: В клетках над чертой указан диапазон значений, под чертой среднее арифметическое.

При сравнении по 10-ти летним периодам полученные данные показывают явные тенденции снижения загрязнения растительности букняка свинцом и пестицидом ГХЦГ. По другим наблюдаемым ингредиентам достоверно выявить тенденции изменений не представляется возможным в связи с крайне малым количеством наблюдений в период после 1990 года.

Табл. 4.9. Концентраций хлорорганических пестицидов в растительности на СКФМ «Кавказский БЗ» по десятилетиям за период 1982-2013 гг. (в мкг/кг воздушно сухого веса)

Тип растительности	ДДТ с метаболитами, мкг/кг				ГХЦГ сумма изомеров, мкг/кг			
	1982-1989	1990-1999	2000-2012	2013	1982-1989	1990-1999	2000-2012	2013
Разнотравье напочвенного покрова букового леса	<u>4-43</u> 18	11	40	<u>2,0</u>	<u>2-34</u> 13	5	3	2,0
Луговая растительность, кордон Лаура	<u>5-22</u> 14	11	<u>0,5-8</u> 2	<u>44,0</u>	<u>12-22</u> 17	5	-	1,0
Листва бука	<u>9-21</u> 16	72	-	<u>3,0</u>	<u>9-12</u> 10	19	-	2,0

Примечание: В клетках над чертой указан диапазон значений, под чертой среднее арифметическое.

4. Выводы

Анализ результатов мониторинга фонового загрязнения природных сред на СКФМ «Кавказский БЗ» позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Наблюдаемые на СКФМ «Кавказский БЗ» концентрации приоритетных загрязняющих веществ в воздухе и иных природных объектах свидетельствуют о более низком уровне фонового загрязнения, в сравнении с другими станциями КФМ Центрально-Европейского региона России, не представляющем опасности для человека с точки зрения соблюдения установленных санитарно-гигиенических норм.
2. К концу 90-х годов отмечается многократное (в 2-4 раза) снижение уровня загрязнения природных сред (воздуха, атмосферных осадков, растительности) свинцом, бенз(а)пиреном и относительная стабилизация наблюдаемых значений концентраций в последнее десятилетие.
3. В природных объектах за последние 30 лет произошло снижение в 5-10 раз концентраций пестицида ГХЦГ и наблюдается тенденция дальнейшего снижения уровня загрязнения в связи с прекращением производства и сокращением использования пестицида, а также его распадом в окружающей среде.
4. Достоверных изменений уровней загрязнения природных сред кадмием и пестицидом ДДТ за период наблюдений не выявлено, значения концентраций продолжают оставаться на стабильном низком фоновом уровне.
5. В период подготовки к проведению Олимпийских игр после начала строительных работ отмечается увеличение поступления свинца и кадмия в природные комплексы, в том числе за счет роста выпадений из воздуха и поступления в поверхностные воды р. Лаура. Для оценки возможных воздействий увеличения загрязнения окружающей среды на уникальные экосистемы заповедника необходимо дальнейшее проведение наблюдений по программе комплексного фонового мониторинга.

5. СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД В БЕРЕЗИНСКОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ.

Атмосферный воздух

Взвешенные частицы

Концентрации взвешенных частиц в воздухе за период наблюдений с 1980 по 2013 год в среднем понизились с 30 до 10 мкг/м³, при этом за последние 10 лет существенно уменьшился диапазон средних концентраций (рис. 5.1). Сезонные изменения содержания взвешенных частиц в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в апреле – мае и августе - сентябре (рис. 5.2), что связано с проведением в регионе весенних и осенних сельскохозяйственных работ. Средние концентрации за 2008-2013 годы примерно вдвое ниже среднего уровня за весь период наблюдений.

Диоксид серы

Фоновые концентрации диоксида серы за период наблюдений понизились более чем в 10 раз (рис. 5.1). Уменьшение среднегодовых концентраций (снижение с 2,5 мкг/м³ до 1 мкг/м³) произошло, в основном, за счет холодного периода; изменения концентраций в теплый период года менее существенны. Сезонные изменения содержания диоксида серы имеют ярко выраженный характер: концентрации в холодный период года в 5 – 7 раз выше, чем в теплый период (рис. 5.2). Зимний максимум концентраций однозначно связан с ростом потребления серосодержащих видов топлива.

Диоксид азота

Тенденция изменения фоновых концентраций диоксида азота неустойчива, хотя и отмечается общий временной тренд снижения (рис. 5.1). Снижение концентраций отмечено в период с 1993 г. по 2003 г. Затем наблюдался рост содержания в воздухе диоксида азота. Начиная с 2011 г. уровень концентрации диоксида азота стабилизировался и в среднем составляет около 1 мкг/м³. Так же как и для диоксида серы, уменьшение среднегодовых концентраций произошло, в основном, за счет холодного периода года. Во внутригодовой динамике концентраций отмечается его более высокое содержание в холодный период года (рис. 5.2).

Сульфаты

Фоновые концентрации сульфатов существенно уменьшились (рис. 5.1). Средние концентрации за 2008-2013 гг. примерно вдвое ниже средних за весь период наблюдений (1980-2013 гг.), причем, в отличие от прочих загрязняющих веществ, уменьшение происходило как в теплый, так и в холодный периоды года (рис. 5.2).

Атмосферные осадки

За период наблюдений изменился ионный состав осадков. Так, в 1980-90 гг. концентрации сульфатов были существенно выше концентраций хлоридов и гидрокарбонатов, а в последние 10 лет наблюдается обратная картина – преобладающими анионами стали нитраты и гидрокарбонаты. При этом концентрации сульфатов существенно уменьшились, гидрокарбонатов – возросли, а концентрации нитратов и хлоридов остались на прежнем уровне (рис. 5.В) составе катионов в 1980-е основным катионом был аммоний, однако в последние годы его концентрации значительно снизились и практически сравнялись с концентрациями ионов кальция и калия (Рис. 5.3). Концентрации прочих катионов – кальция, калия, магния и натрия не претерпели существенных изменений за период наблюдений.

Изменение ионного состава осадков повлекло за собой снижение их кислотности. Так, за период наблюдений величина показателя pH увеличилась с 4,7 до 5,7 ед. (рис. 5.3).

Влажные выпадения соединений серы и азота зависят от концентрации этих веществ в осадках и суммы осадков. Выраженный тренд за 1980-2013 год суммы осадков отсутствует, следовательно, влажные выпадения определяются концентрациями в осадках аммонийного и нитратного азота и сульфатной серы. Выпадения сульфатной серы снижались с 1980-х по 1990-е гг., в последнее десятилетие сохранился незначительный негативный тренд, в то время как выпадения аммонийного азота стабилизировались, а нитратного – возросли (рис. 5.4).

Содержание приоритетных загрязняющих веществ в природных средах на станции СФМ «Березинский БЗ» (Республика Беларусь) свидетельствует о низком уровне фонового загрязнения, не представляющим опасности для экосистем Березинского заповедника и их компонентов. В целом, уровни загрязнения природных сред, измеряемые на станции мониторинга в Березинском БЗ соответствуют уровням, наблюдаемым на западе ЕТР и ниже, чем в центре европейской России.

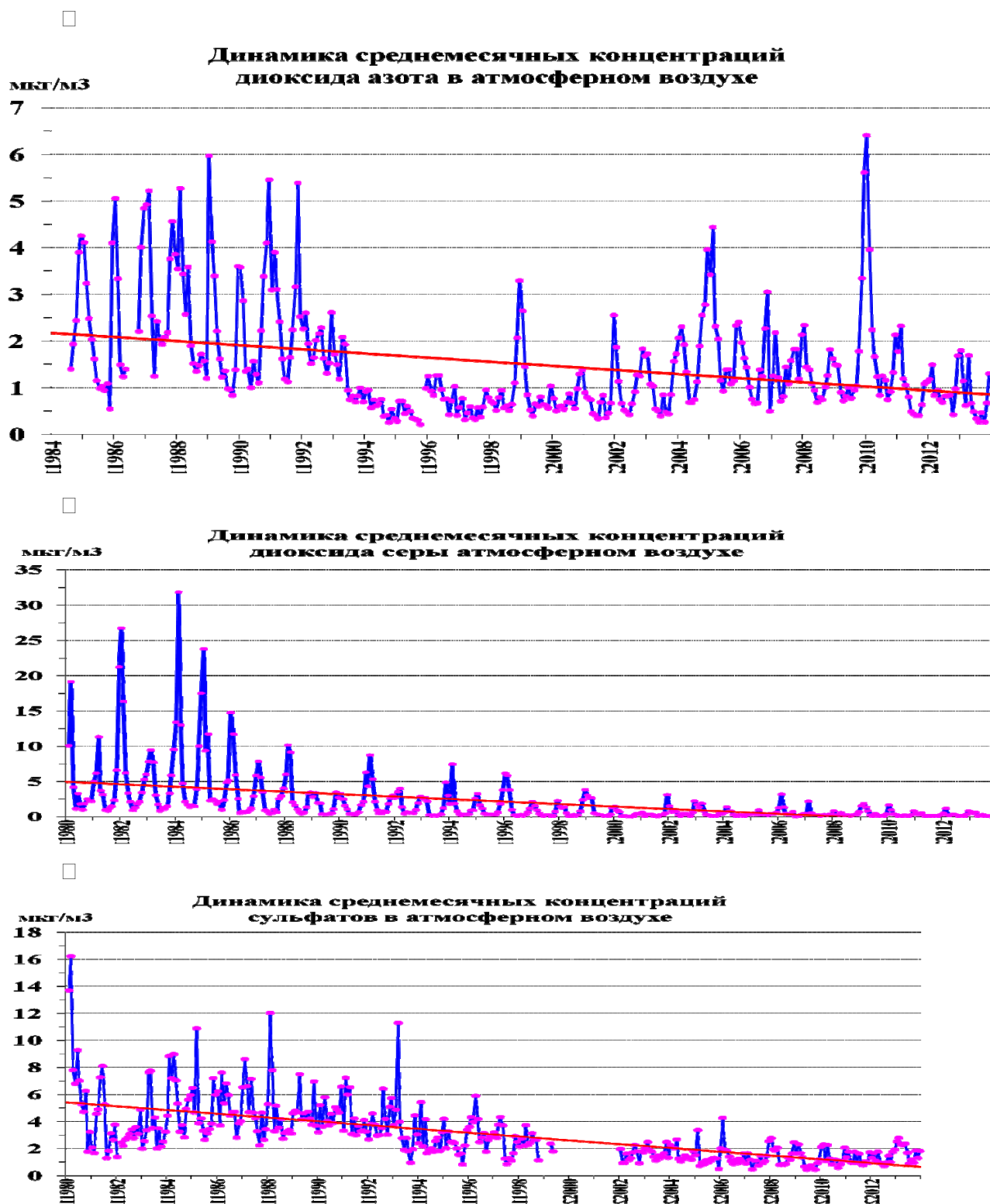


Рис. 5.1. Многолетние изменения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Березинского БЗ.

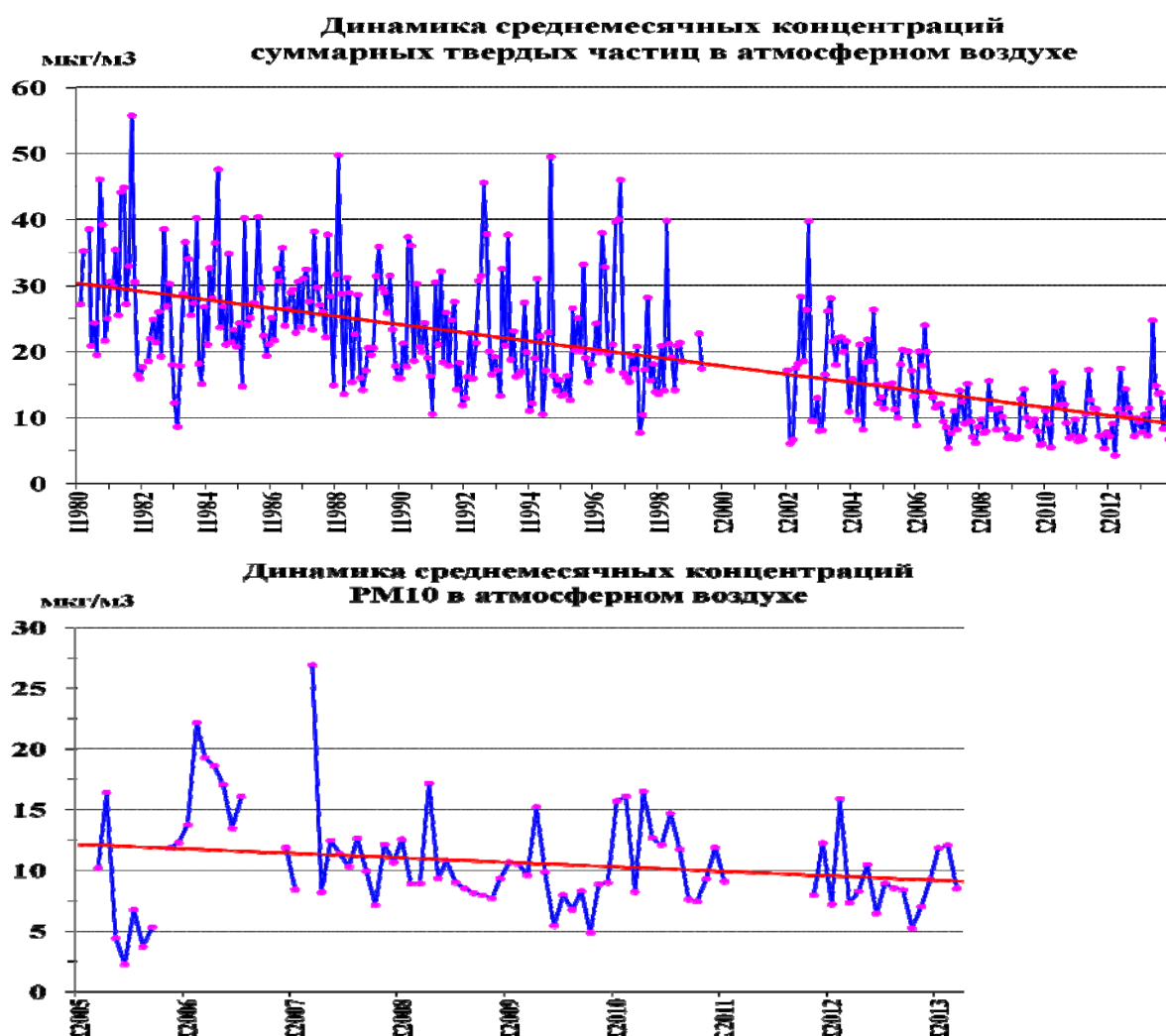


Рис. 5.1. (окончание) Многолетние изменения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Березинского БЗ.

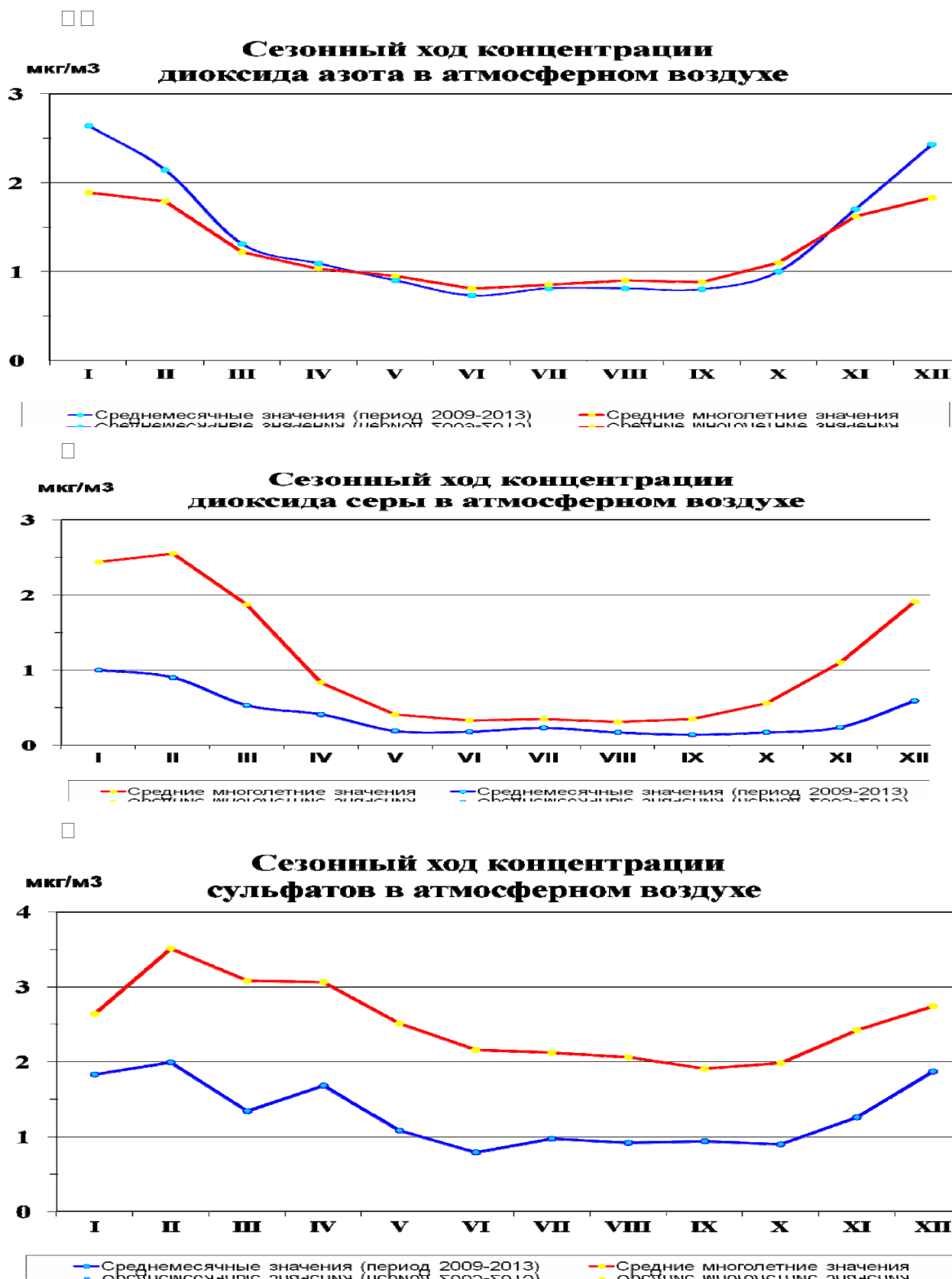


Рис. 5.2. Сезонный ход фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Березинского БЗ.

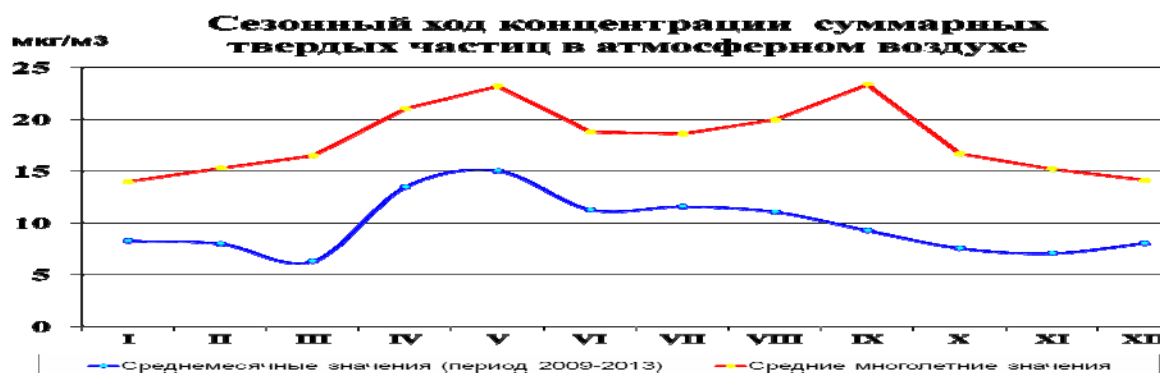


Рис. 5.2. (окончание). Сезонный ход фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Березинского БЗ.

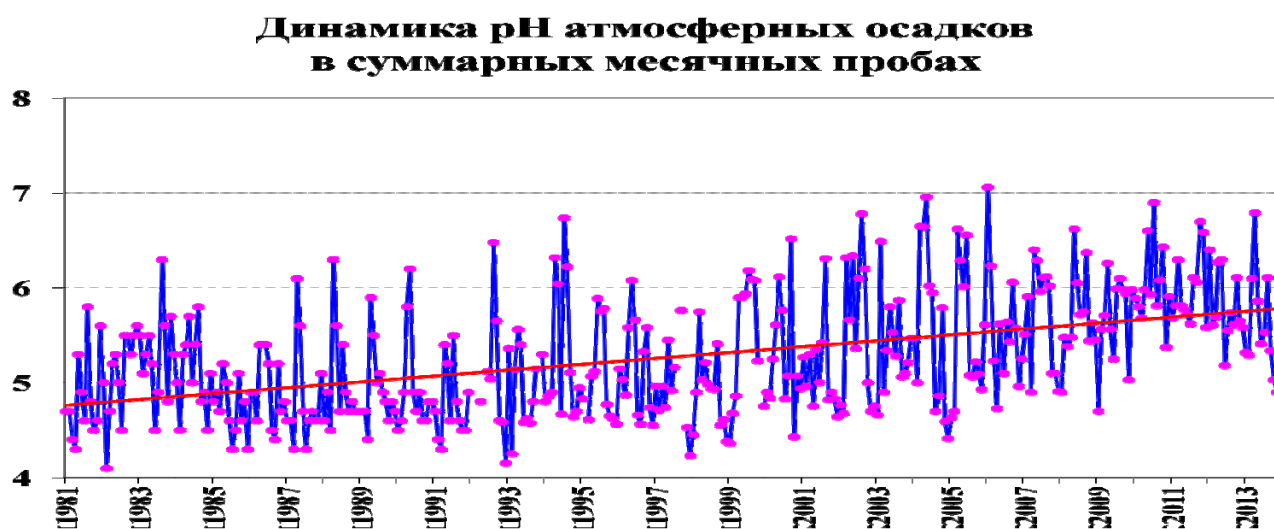
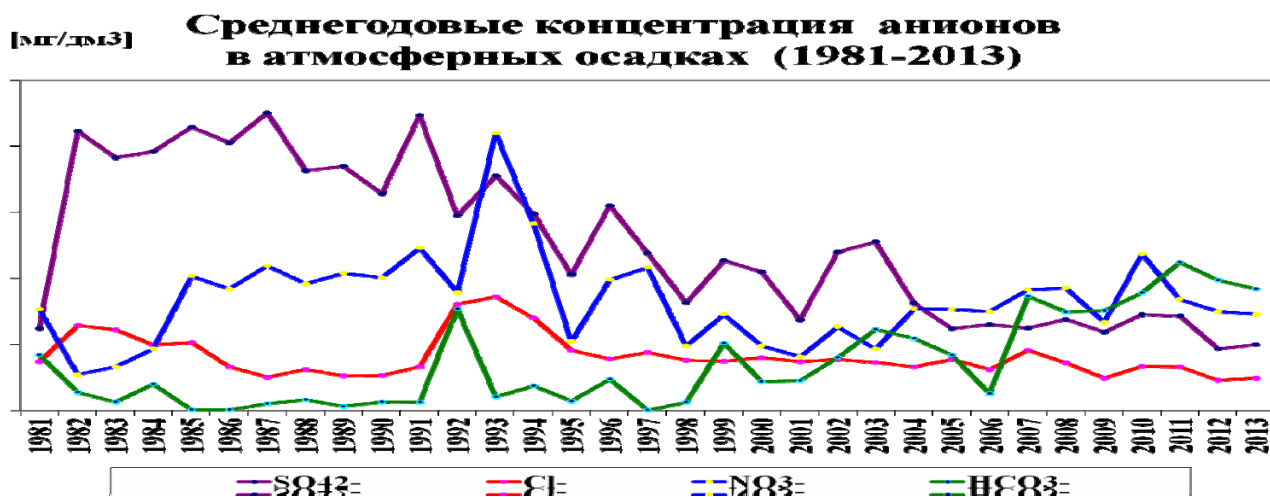


Рис. 5.3. Среднегодовые концентрации основных ионов и динамика pH в атмосферных осадках Березинского БЗ.

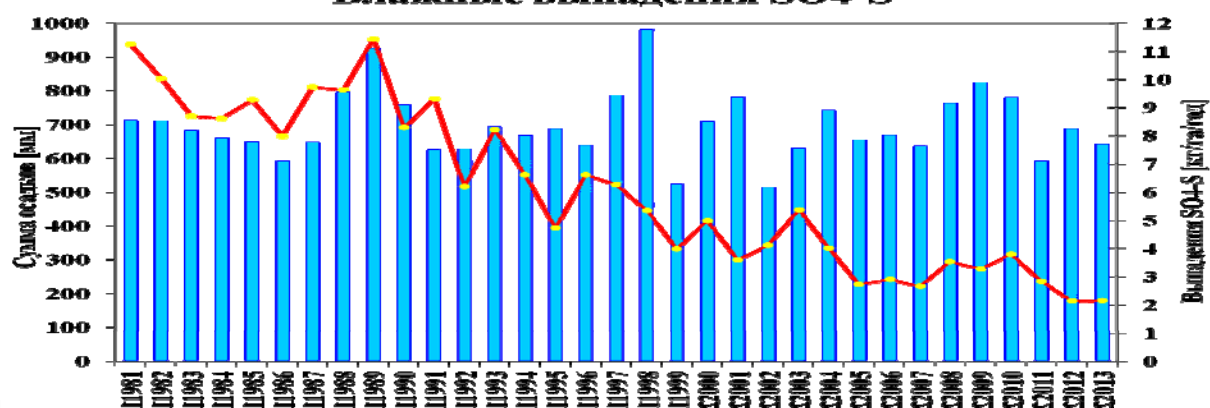
□



□



Влажные выпадения $\text{SO}_4\text{-S}$



□

Рис. 5.4. Влажные выпадения соединений серы и азота в районе Березинского БЗ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка тренда фоновой содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и осадках за последние 15-20 лет, включая 2013 г., на территории стран Беларуси, России, свидетельствует о сохранении на территории указанных государств условий, обеспечивающих низкие фоновые уровни концентрации свинца, кадмия, соединений серы и азота, бенз(а)пирена, пестицидов в окружающей среде. Однако, Анализ изменения содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на Европейской территории России показывает, что наблюдавшееся в 1990-х снижение концентраций, обусловленное спадом промышленного производства, прекратилось, и можно ожидать увеличение фоновой загрязненности атмосферы некоторыми загрязняющими веществами.

По данным наблюдений на станции Териберка за последний десятилетний период концентрация CO₂ увеличилась на 5,6% (21 млн⁻¹), рост концентрации CH₄ составил 1,6% (29 млрд⁻¹). Содержание CO₂ в атмосфере достигло в 2013 г. нового максимума. Среднегодовое значение концентрации CO₂ приблизилось к 399 млн⁻¹, межгодовой прирост по данным российских станций составил 2,4–2,5 млн⁻¹/год. Содержание CH₄ стабилизировалось. Значения концентрации остались неизменными по сравнению с 2012 г. (ст. Тикси) или даже снизились (ст. Териберка). Избыток концентрации метана над фоновым уровнем в районах расположения источников близок к средним многолетним значениям или ниже его, что свидетельствует об отсутствии роста эмиссии метана в контролируемых регионах. В Приокско-Тerrasном БЗ практически не отмечается роста концентрации метана из года в год; колебание за последние 7 лет находится на уровне среднегодовой величины 2,0383 млн⁻¹ с максимальным размахом около 2,0 %. Сравнение данных за 2011-2013 гг с аналогичными фоновыми значениями по станциям Териберка и Тикси указывают на избыток концентрации над фоном в 70-85 млрд⁻¹. Аналогичные значения избытка концентраций отмечаются для станций Новый Порт и Воейково. Среднегодовые концентрации диоксида углерода имеют повышенные значения по сравнению с фоновыми, при этом избыток концентрации над фоном составил 16,2 млн⁻¹ в 2011 году и 40,9 млн⁻¹ в 2012 году. В целом, можно полагать, что наблюдаемые концентрации ПГ на СКФМ «Приокско-Тerrasный БЗ» характеризуют региональный фон по измеряемым газам с учетом сезонности влияния антропогенных источников.

Толщина защитного озонного слоя в 2013 году над территорией России была близка к норме.

В 2013 г. кардинальных перемен по сравнению с предшествующим годом в оптической плотности атмосферы не произошло. Величина положительных изменений ОПА на отдельных фоновых станциях не превышала 0,7%, отрицательных – 2%.

По сравнению с предшествующим периодом (2007 – 2012 гг.) в 2013 году отмечалось незначительное внутригодовое изменение градиента потенциала электрического поля атмосферы на станциях Воейково, Верхнее Дуброво, Иркутск и Южно-Сахалинск.

В 2013 г. среднегодовые фоновые концентрации тяжелых металлов, и полиароматических углеводородов в атмосферных осадках сохранились на низком уровне. На станциях Европейской части РФ наблюдается незначительный рост концентраций свинца в атмосферных осадках с 2009 г., на Азиатской части РФ явного тренда концентраций не наблюдается. Содержание пестицидов в атмосферных осадках сохранилось на крайне низком уровне прошлых лет. 100% проб γ -ГХЦГ на всех СКФМ были ниже предела обнаружения изомеров, за исключением Приокско-Террасного БЗ, где ненулевые значения наблюдались в пробе снежного покрова.

Средняя за год минерализация осадков на ЕТР изменяется от 4,5 до 13,0 и на АТР — от 5,9 до 9,1 мг/л. Превышение фона суммы ионов чаще всего встречается на горных станциях Кавказский БЗ и Шаджатмаз. Сумма веществ, выпадающих с осадками по всем станциям, колеблется от 1 (Хужир) до 17,6 (Кавказский БЗ) т/км² в год. Выпадение серы и суммарного азота остается на уровне 0,5 – 0,6 т/км² в год. Всюду сумма сульфатов и гидрокарбонатов является преобладающей и составляет более 50% минерализации. Исключение наблюдается только в Приокско-Террасном БЗ, где периодически доминируют нитраты, достигая 30% суммы ионов. Средневзвешенный рН изменялся в 2013 году от 5,3 до 6,4, хотя единичные подкисленные осадки могут выпадать во всех регионах страны.

На российских станциях ЕМЕП за период действия Гетеборгского протокола величины выпадений для совокупности всех станций практически не изменились. Выпадения серы лишь в районе северных станции (Пинега, Янискоски) сравнимы с критическими величинами. В случае азота выпадения близки или даже превышают критические значения для центральной части рассматриваемого региона. Это весьма тревожный симптом, особенно с учетом того обстоятельства, что выпадения азота с осадками год от года растут.

Анализ пространственного распределения влажных выпаждений соединений серы и азота по данным мониторинга на территории Приморского края показывает, что уровень годовых выпадений связан как возможным трансграничным загрязнением, так и с условиями расположения места наблюдения. По мере удаления от границы, крупных городов и сельскохозяйственных районов отмечается заметное уменьшение потоков как общей суммы азота, так

и его соединений в теплый и холодный полугодия. Вследствие региональных особенностей влияния количества осадков, при сравнимых уровнях концентраций кислотных соединений в осадках, величина их влажных выпадений значительно выше в Приморском регионе, чем в Байкальском регионе. При этом уровни потоков серы и азота с осадками (без учета сухих выпадений) в Восточной Сибири все еще ниже значений критических нагрузок, предлагаемых в ЕМЕП для оценки выпадений. Тем не менее, для некоторых районов Приморья общие выпадения азота могут приближаться к указанным критическим значениям.

По результатам обследования в 2011-2013 гг., содержание тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в почвах, а также вегетативных органах древесной и травянистой растительности районов размещения СКФМ находится в пределах интервалов среднесноголетних значений.

Общая площадь погибших лесных насаждений в 2013 году составляет 475,1 тыс. га. Общие размеры гибели лесов, по сравнению с 2012 годом, возросли на 29,8%, и составляют величину в 1,12 раза больше среднесноголетнего показателя за последние десять лет наблюдений (425,5 тыс. га). Такое увеличение площадей таких насаждений произошло в связи с выявлением значительных массивов леса, погибших от воздействия лесных пожаров в Республике Саха (Якутия). Главными причинами гибели лесов в 2013 году были лесные пожары, усыхание от которых было выявлено на площади 358,3 тыс. га; а также повреждения насекомыми – 49,4 тыс. га и неблагоприятные погодные условия и почвенно-климатических факторы – 40,9 тыс. га.

Фоновое содержание ртути, свинца, кадмия, бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах большинства районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы. Анализ полученной гидрохимической информации показал, что в 2013 г. вода водных объектов, не испытывающих прямых антропогенных воздействий, оценивается в подавляющем большинстве как «слабо загрязненная» или «загрязненная»; вода незначительного число водных объектов характеризуется как «условно чистая» или как «очень загрязненная».

В целом по результатам фоновых наблюдений за содержанием химических веществ в поверхностных водах в районах станций сети EANET уровни основных ионов (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) в течение последних 7 лет, в общем, сохраняются стабильными, со слабо выраженными тенденциями увеличения сульфатов в р. Переемная (регион оз. Байкал) и роста нитратов в р. Комаровка (Приморье).

Возобновлена публикация в Обзоре результатов фонового гидробиологического мониторинга поверхностных вод суши. К фоновым участкам водных объектов отнесены те пункты наблюдений, которым присвоена 4 категория в соответствии с РД 52.24.309-2011 и которые

располагаются в следующих местах: 1) на незагрязненных водных участках водоемов и водотоков; 2) на водоемах и водотоках, расположенных на территории государственных природных заповедников и национальных парков. На таких территориях расположено всего лишь 8 пунктов на 8 водных объектах. В связи с этим было выделено 16 пунктов на 15 водных объектах в 5 гидрографических районах, которые наиболее соответствуют концепции фоновых участков. В большинстве случаев качество вод по гидробиологическим показателям характеризуется как «условно чистые».

Содержание приоритетных загрязняющих веществ в природных средах на станции КФМ «Кавказский БЗ» свидетельствует о низком уровне фонового загрязнения, не представляющим опасности для экосистем Кавказского биосферного заповедника и их компонентов. В период подготовки к проведению Олимпийских игр после начала строительных работ отмечается увеличение поступления свинца и кадмия в природные комплексы, в том числе за счет роста выпадений из воздуха и поступления в поверхностные воды р. Лаура. Для оценки возможных воздействий увеличения загрязнения окружающей среды на уникальные экосистемы заповедника необходимо дальнейшее проведение наблюдений по программе комплексного фонового мониторинга.

Содержание приоритетных загрязняющих веществ в природных средах на станции КФМ «Березинский БЗ» (Республика Беларусь) свидетельствует о низком уровне фонового загрязнения, не представляющим опасности для экосистем Березинского биосферного заповедника и их компонентов. В целом уровень загрязнения природных сред на этой станции мониторинга соответствует уровню загрязнения природных сред европейской части России.

Список сокращений

АТР	- Азиатская территория России
ГСА	- Глобальная служба атмосферы
БЗ	- биосферный заповедник
3,4-БП	- 3,4-бенз(а)пирен
ГГО	- Главная геофизическая обсерватория имени А.И.Воейкова
ГХИ	- Гидрохимический институт
ГХЦГ	- гексахлорциклогексан
ДДД	- дихлордифенилдихлорэтан
ДДЕ (ДДЭ)	- дихлордифенилдихлорэтилен
ДДТ	- дихлордифенилтрихлорэтан
ЕАНЕТ	- Совместная программа наблюдений и оценки кислотных выпадений в Азии
ЕМЕП	- Совместная программа наблюдения и оценки распространения загрязняющих воздух веществ на большие расстояния в Европе
ЕТР	- Европейская территория России
ИГКЭ	- Институт глобального климата и экологии (ФГБУ ИГКЭ)
НУ	- нефтяные углеводороды
ОСО	- общее содержание озона
ПДК	- предельно допустимая концентрация
ПХБ	- полихлорбифенилы
СКФМ, Стан- ция КФМ	- станция комплексного фонового мониторинга
СНГ	- Содружество Независимых Государств
СПАВ	- синтетические поверхностно-активные вещества
ТМ	- тяжелые металлы
ХОП	- хлорорганические пестициды

СОДЕРЖАНИЕ

		стр
	ПРЕДИСЛОВИЕ (В.И.Егоров)	3
	ВВЕДЕНИЕ (Ю.А.Буйволов)	4
1	АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ОСАДКИ	8
	1.1. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (В.И.Егоров, М.И.Афанасьев, Л.В.Бурцева, С.Г.Парамонов, Б.В.Пастухов, Б.А.Латышев)	8
	1.2. Физические и химические характеристики атмосферы (Е.Н.Русина, В.К.Боброва, Звягинцев А.М., Иванова Н.С., Крученицкий Г.М., Н.Н.Парамонова, В.И.Привалов, А.И.Решетников, Соколенко Л.Г., Зайнетдинов Б.Г., Попов И.Б., М.И. Афанасьев, В.Н. Арефьев, К.Н. Вишератин, Ф.В. Кашин, М.Д. Орозалиев, В.П. Синяков, Л.И. Сорокина)	16
	1.3. Химический состав атмосферных осадков	39
	1.3.1. Загрязняющие вещества в атмосферных осадках (В.И.Егоров, М.И.Афанасьев, Л.В.Бурцева, С.Г.Парамонов, Б.А.Латышев)	39
	1.3.2. Фоновый уровень ионного состава атмосферных осадков (А.И.Полищук, П.Ф.Свистов, М.Т.Павлова, Н.А.Першина)	41
	1.4. Загрязнение воздуха и осадков соединениями серы и азота по данным станций мониторинга ЕАНЕТ (Громов С.А., Трифонова-Яковлева А.М., Бунина Н.А., Набокова Е.В., Ходжер Т.В., Голобокова Л.П., О.Г.Нецветева).	44
	1.5. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ. (А.Г.Рябошапка, И.М.Брусина)	48
2.	ПОЧВА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ	54
	2.1. Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности (Ю.А.Буйволов, Т.А.Парамонова, В.Ю.Вертянкина, С.Г.Парамонов, Л.В.Бурцева, М.А.Афанасьев, Пастухов Б.В.)	54
	2.2. Содержание загрязняющих веществ в почвах по результатам наблюдательной сети Росгидромета (Л.В. Сатаева)	64
	2.3. Об оценке влияния природных и антропогенных факторов на состояние лесов (В.К.Тузов, В.В.Карасев)	68
3.	ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ	77
	3.1. Фоновые уровни загрязняющих веществ по данным сети СКФМ (М.И.Афанасьев, Л.В.Бурцева, С.Г.Парамонов)	77
	3.2. Данные станций гидрохимических наблюдений (Лобченко Е.Е., Емельянова В.П., Первышева О.А., Лавренко Н.Ю., Власова М.П.)	79
	3.3. Содержание основных кислотообразующих веществ в поверхностных водах на станциях мониторинга ЕАНЕТ (С.А. Громов, Е.С. Конькова, Е.Н. Мачаева, Л.М. Соколовикина, И.В. Томберг, Т.В. Ходжер)	89
	3.4. Фоновое состояние пресноводных экосистем по гидробиологическим показателям (Д.В. Малащенко, Ю.А. Буйволов)	98
4	СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД В КАВКАЗСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРИРОДНОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ ЗА ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ С 1983 ПО 2013 ГОДЫ (Ю.А.Буйволов, С.Г.Парамонов, В.Ю.Вертянкина, Б.В.Пастухов)	107
5	СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД В БЕРЕЗИНСКОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (А.С.Патреева, А.В.Срыбный).	116
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ (С.Г.Парамонов)	124
	Список сокращений	128