

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ИНСТИТУТ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ

ОБЗОР  
ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ  
НА ТЕРРИТОРИИ СТРАН СНГ ЗА 2015 г.

Москва

2017

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО  
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ИНСТИТУТ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ

ОБЗОР  
ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ  
ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ  
НА ТЕРРИТОРИИ СТРАН СНГ ЗА 2015 г.

Под редакцией  
профессора Г.М. Черногаевой

2017

В Обзоре представлены обобщенные результаты фонового мониторинга состояния природной среды на территории стран СНГ за 2015 г. Обзор содержит данные об уровнях содержания загрязняющих веществ, результаты обобщений и оценки тенденций многолетних изменений измеряемых веществ в атмосфере и атмосферных выпадениях, в почве, растительности и поверхностных водах на территории фоновых районов, а также результаты экологической оценки состояния наземных и водных экосистем.

Данный выпуск Обзора, посвященный отмечаемому в Российской Федерации в 2017 г. Году Экологии, включает также очерки и справочные материалы о действующих станциях фонового и трансграничного мониторинга.

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 оценки загрязнения и охраны окружающей природной среды.

© - Росгидромет, 2017 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, Москва, 2017 г.

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

## **ПРЕДИСЛОВИЕ**

Данный ежегодный обзор информации 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 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 Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды и Российской Академии Наук» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»).

В представлении данных наблюдений и подготовке материалов к выпуску "Обзора фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2015 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 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. Также представлены данные НПО «Тайфун» о содержании загрязняющих веществ в почвах по результатам наблюдений на сети Росгидромета.

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 Росгидромета и РАН» С.Г.Парамонов (руководитель группы), Ю.А. Буйловов.

Авторы разделов текста Обзора представлены в содержании.

## **ВВЕДЕНИЕ**

Первый выпуск «Обзора фонового состояния окружающей природной среды в СССР за 1981 г.», заложивший основу регулярных публикаций данных системы фонового мониторинга, был опубликован в 1983 году. Основанная в конце 1970х годов система специализированных наблюдений за состоянием и загрязнением природной среды была необходима для того, чтобы отслеживать воздействия антропогенной деятельности на природные экосистемы, 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 фонового мониторинга сформулирована академиком Ю.А.Израэлем в 1974 году. В начале 1980-х годов была создана сеть станций комплексного фонового мониторинга (КФМ) для реализации комплексного подхода к измерениям и оценке фонового состояния природной среды на территории СССР и стран Совета экономической взаимопомощи (СЭВ). Впервые в мире на огромной территории была реализована система мониторинга фонового загрязнения природных сред, включающая: унифицированную программу наблюдений; комплекс специализированных методов сбора, анализа и оценки данных наблюдений; сеть станций КФМ и аналитических центров для наблюдений за основными глобальными загрязняющими веществами в объектах природных сред. 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 фонового мониторинга (СКФМ), преимущественно в государственных природных биосферных заповедниках (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-Террасный 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 фонового мониторинга в нашей стране были положены следующие технологические и организационные 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 правовую защиту природоохранного режима и отсутствие локальных источников загрязнения в местах наблюдений;

- ведение систематических наблюдений на СКФМ по стандартизованной программе КФМ, совмещающей измерение концентраций глобальных загрязняющих веществ (ЗВ) 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 проведении исследований и мониторинга экосистем.

Результаты проводимого в течение более 30 лет фонового мониторинга достоверно показали присутствие глобальных загрязняющих веществ, поступающих из антропогенных источников выбросов (тяжелые металлы, пестициды, канцерогенные полиароматические

углеводороды и др.), во всех природных средах на территориях заповедников. Были количественно определены уровни концентраций ЗВ, выявлены некоторые закономерности их поступления и накопления в природных средах на фоновом уровне, описаны географические различия фоновых значений загрязняющих веществ в относительно чистых районах Европейской и Азиатской части умеренных широт континента.

Научно-исследовательским и координационным центром национальной системы КФМ с самого основания 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 Росгидромета и РАН») (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.) ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» было поручено научно-методическое руководство работами в системе КФМ, ведение межгосударственного банка данных фонового мониторинга и подготовка ежегодного Обзора фонового состояния окружающей природной среды на территории СНГ.

Настоящее издание продолжает тридцатилетнюю серию ежегодных публикаций о состоянии фонового загрязнения на территориях, расположенных на значительном удалении от крупных урбанизированных и промышленных центров в границах бывшего СССР.

По состоянию на 2015 год в России продолжают функционировать 5 специализированных станции национальной сети КФМ Росгидромета, расположенные в Приокско-Террасном, Воронежском, Астраханском, Алтайском и Кавказском БЗ. Продолжаются наблюдения на СКФМ в Березинском БЗ (Республика Беларусь). Данные этих станций составляют информационную основу фонового мониторинга на территории России и стран СНГ.

Помимо информации КФМ в Обзоре фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2015 годы использованы данные, получаемые на сети станций трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ (ЕМЕП), станциях мониторинга кислотных выпадений в Восточной Азии (ЕАНЕТ) и сети специализированных станций Глобальной службы атмосферы (ГСА) Всемирной метеорологической организации. Станции, осуществляющие фоновые наблюдения за состоянием природных сред, расположены на ООПТ федерального значения и/или в их охранных зонах, некоторые из этих ООПТ имеют международный статус Объектов Всемирного природного наследия ЮНЕСКО (ОВПН). Состав сети фонового мониторинга Российской Федерации в 2015 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.

Основной задачей сети КФМ, как и ранее, является выявление антропогенного воздействия на фоновое состояние окружающей природной среды на региональном и глобальном уровнях. Участие Российской Федерации в программах международного сотрудничества в сфере охраны окружающей среды, подписание и реализация международных конвенций в области охраны природной среды и биоразнообразия ставит перед Правительством страны задачи осуществления постоянного мониторинга и подготовку периодической отчетности о состоянии объектов природного наследия. Сеть станций КФМ 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 задач и деятельности 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 нацио-

нальные потребности в данных фонового мониторинга, так и выполнение международных обязательств Российской Федерации, в том числе в рамках Конвенции Экономической комиссии ООН для Европы по трансграничному переносу загрязнений на большие расстояния.

**Таблица 1.** Состав сети фонового мониторинга Российской Федерации и стран СНГ в 2015 году

Станция мониторинга	Программа наблюдений	Федеральная ООПТ
Березинский заповедник	СКФМ,	Березинский БЗ
Приокско-Террасный БЗ (ст. Данки)	СКФМ, ЕМЕП, ГСА	Приокско-Террасный 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	-
Войково	ГСА	-
Новый Порт	ГСА	-
Новопятигорск	ГСА	-
Маринск	ГСА	-
Шаджатмаз	ГСА	-

# 1. АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ОСАДКИ

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

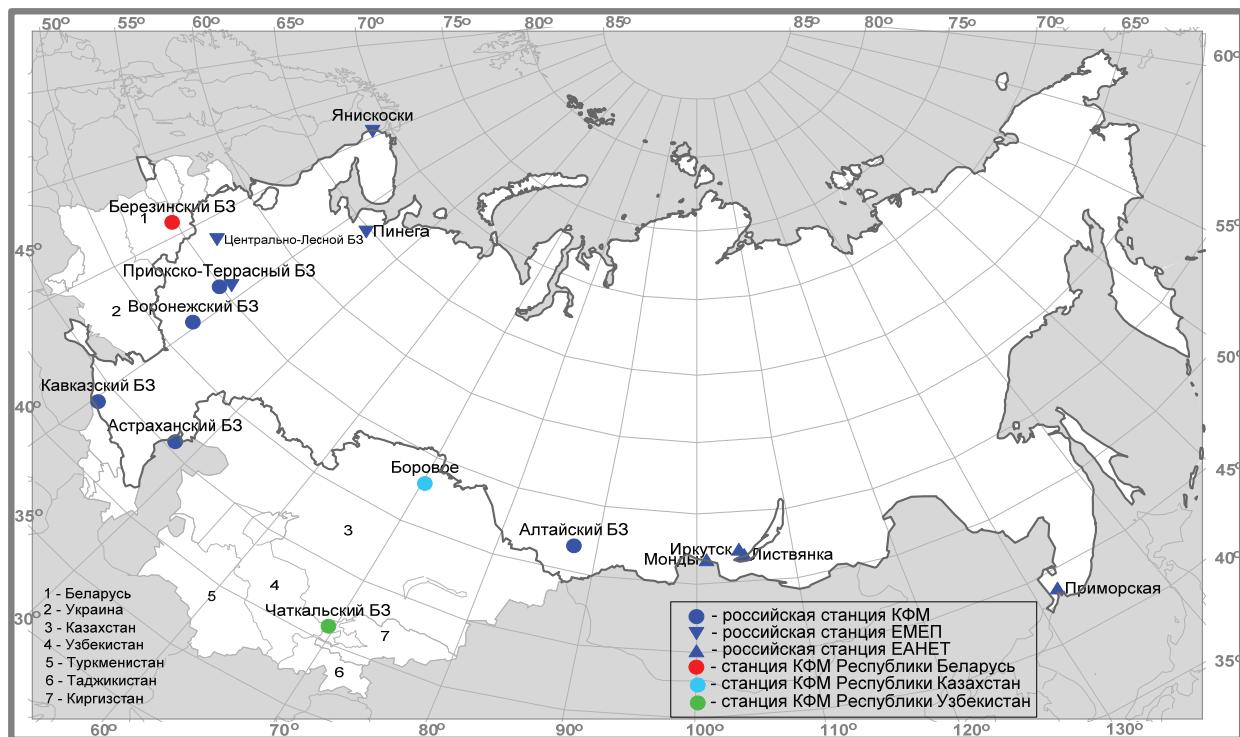


Рис. 1.1.1. Расположение станций мониторинга природной среды в СНГ

## 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 2014-2015 гг. наблюдения за фоновым загрязнением атмосферного воздуха проводились на четырех СКФМ, обеспечивая необходимый объем информации только для характеристики регионального фонового загрязнения атмосферы в Центральных и южных 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 2014 г. по сентябрь 2015 г.

### Тяжелые металлы

Среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 2,2 – 5,1 нг/м<sup>3</sup>. Значимых изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий по сравнению с 2014 г не произошло (рис. 1.1.2). Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР сохранились на уровне, наблюдавшемся в последние годы, и не превышали 0,3 нг/м<sup>3</sup>.

Сезонные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе не имели ярко выраженного характера (рис. 1.1.4). Максимальные среднесуточные концентрации были

существенно больше среднегодовых – более 47 (Приокско-Террасный БЗ) и 2,3 (Астраханский БЗ) нг/м<sup>3</sup> для свинца и кадмия соответственно.

Фоновое содержание ртути в атмосферном воздухе в центральном районе ЕТР остается стабильно низким: в 2015 г. среднегодовая концентрация составила 1,84 нг/м<sup>3</sup> (табл. 1.1.1).

### **Хлорорганические пестициды**

В 2015 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 значения ниже предела измерения регистрировались для 30-50% проб). В целом, содержание пестицидов в воздухе по данным измерений в 2015 г. находилось в пределах колебаний уровня их концентраций за последние 10 лет.

### **Взвешенные частицы**

В 2015 г. среднегодовые концентрации взвешенных частиц в воздухе на ЕТР изменялись в пределах 22 – 30 мкг/м<sup>3</sup>, что на уровне значений последних 10 лет (рис. 1.1.2). Эпизодические повышенные концентрации взвешенных частиц наблюдались в теплый период года: среднесуточные концентрации превышали – 200 мкг/м<sup>3</sup> (Приокско-Террасный 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 обусловлено действием природных факторов.

### **Диоксид серы**

В 2015 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на равнинных станциях ЕТР оставались на низком уровне – около 0,2 - 0,5 мкг/м<sup>3</sup> (рис. 1.1.3). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы, увеличиваясь в отдельные сутки до 5 мкг/м<sup>3</sup> (табл. 1.1.1). В долгосрочной динамике можно отметить стабилизацию уровней концентраций после отмечавшегося их уменьшения в течение 10 предыдущих лет. Сезонные изменения содержания диоксида серы имеют ярко выраженный максимум в холодный период года (рис. 1.1.4), что связано с отопительным сезоном.

### **Диоксид азота**

В 2015 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на европейской территории сохранились на уровне прошлых лет, изменяясь от 0,8 до 3,7 мкг/м<sup>3</sup> (рис. 1.1.3). Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный период в центре ЕТР повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций, достигающих 25 мкг/м<sup>3</sup> (Приокско-Террасный БЗ) (табл. 1.1.1).

### **Сульфаты**

В 2015 г. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕТР составляли менее 0,5 мкг/м<sup>3</sup>, при этом значения меньше 5 мкг/м<sup>3</sup> были зарегистрированы в 95% измерений. В южных районах ЕТР среднегодовые концентрации составляли около 3,4 мкг/м<sup>3</sup> (рис. 1.1.3). В целом, относительно повышенные концентрации сульфатов в центре ЕТР характерны для холодного периода года, в южных районах – для теплого периода. Значительные межгодовые колебания средних концентраций не позволяют однозначно охарактеризовать тренды изменений, хотя можно проследить стабилизацию уровней сульфатов в центре ЕТР за последние 10 лет после их уменьшения в предыдущие годы.

### **Полиароматические углеводороды**

Как и в предыдущие годы, в 2015 г. содержание бенз(а)пирена и бензперилена в атмосфере фоновых районов ЕТР в среднем не превышало 0,013 нг/м<sup>3</sup> (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 в центре ЕТР сохраняется низким. В то же время, есть основания полагать, что наблюдавшееся в течение 1990-х снижение концентраций,

обусловленное спадом промышленного производства, прекратилось в 2000-2001 г., и можно ожидать увеличение фонового загрязнения атмосферы некоторыми загрязняющими веществами, особенно в холодный период года.

**Таблица 1.1.1.** Результаты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на станциях комплексного фонового мониторинга в 2015 г.

Загрязняющие вещества	Статистики	ПТБЗ	Воронежский БЗ	Астраханский БЗ	Кавказский БЗ
Pb нг/м <sup>3</sup>	макс	47,00	40,52	37,40	15,00
	мин	0,26	0,57	0,74	0,32
	ср. арифм.	6,60	7,62	4,48	2,99
	ср. геом.	4,06	5,06	2,88	2,21
Cd нг/м <sup>3</sup>	макс	1,67	0,89	2,33	0,36
	мин	0,015	0,02	1,70	0,001
	ср. арифм.	0,266	0,22	1,14	0,09
	ср. геом.	0,167	0,17	0,80	0,07
Hg нг/м <sup>3</sup>	макс	14,00			
	мин	0,12			
	ср. арифм.	2,46			
	ср. геом.	1,84			
SO <sub>2</sub> мкг/м <sup>3</sup>	макс	5,40	3,70	0,55	0,23
	мин	0,05	0,01	0,01	0,01
	ср. арифм.	0,41	0,65	0,19	0,47
	ср. геом.	0,18	0,51	0,14	0,04
NO <sub>2</sub> мкг/м <sup>3</sup>	макс	24,90	19,09	4,94	
	мин	0,05	0,50	0,03	
	ср. арифм.	4,76	4,03	1,28	
	ср. геом.	3,68	3,32	0,82	
SO <sub>4</sub> мкг/м <sup>3</sup>	макс	5,26		28,00	
	мин	0,01		0,12	
	ср. арифм.	0,72		5,76	
	ср. геом.	0,20		3,40	
Взвешенные частицы мкг/м <sup>3</sup>	макс	271,0	81,0	223,5	78,8
	мин	4,0	8,0	2,4	6,2
	ср. арифм.	44,2	24,1	48,7	27,7
	ср. геом.	27,6	22,1	29,6	24,1
H <sub>2</sub> S мкг/м <sup>3</sup>	макс			1,23	
	мин			0,01	
	ср. арифм.			0,09	
	ср. геом.			0,06	
ВР нг/м <sup>3</sup>	макс	0,0699	0,0459	0,0264	0,0558
	мин	0,0045	0,0011	0,0006	0,0007
	ср. арифм.	0,0147	0,0097	0,0034	0,0080
	ср. геом.	0,0126	0,0068	0,0026	0,0045
BPL нг/м <sup>3</sup>	макс	0,0448	0,0700	0,0231	0,0463
	мин	0,0022	0,0018	0,0009	0,0012
	ср. арифм.	0,0137	0,0099	0,0035	0,0060
	ср. геом.	0,0122	0,0071	0,0029	0,0040

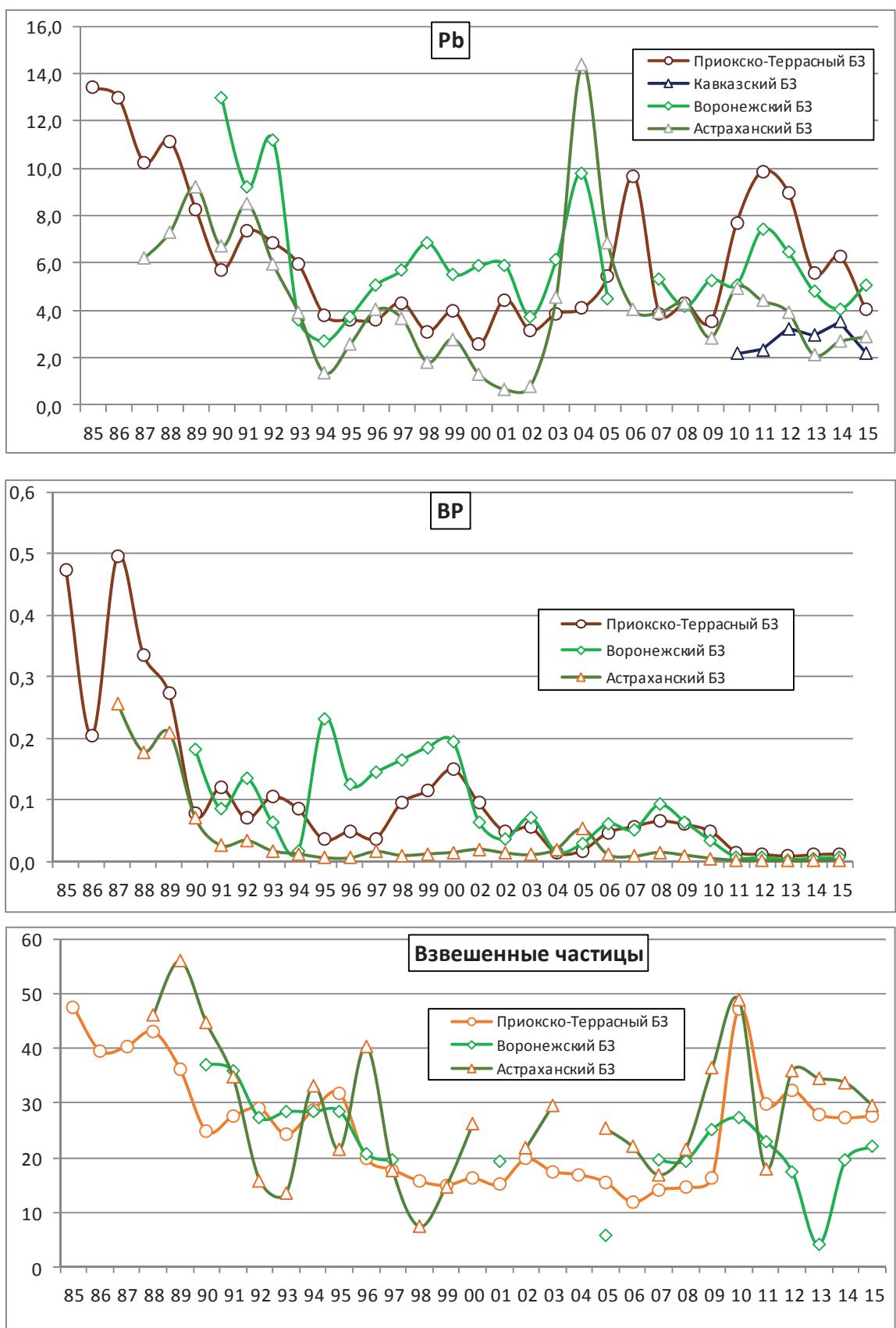


Рис. 1.1.2. Изменение фонового содержания свинца, 3,4-бензпирена ( $\text{нг}/\text{м}^3$ ) и взвешенных частиц ( $\text{мкг}/\text{м}^3$ ) в атмосферном воздухе фоновых районов

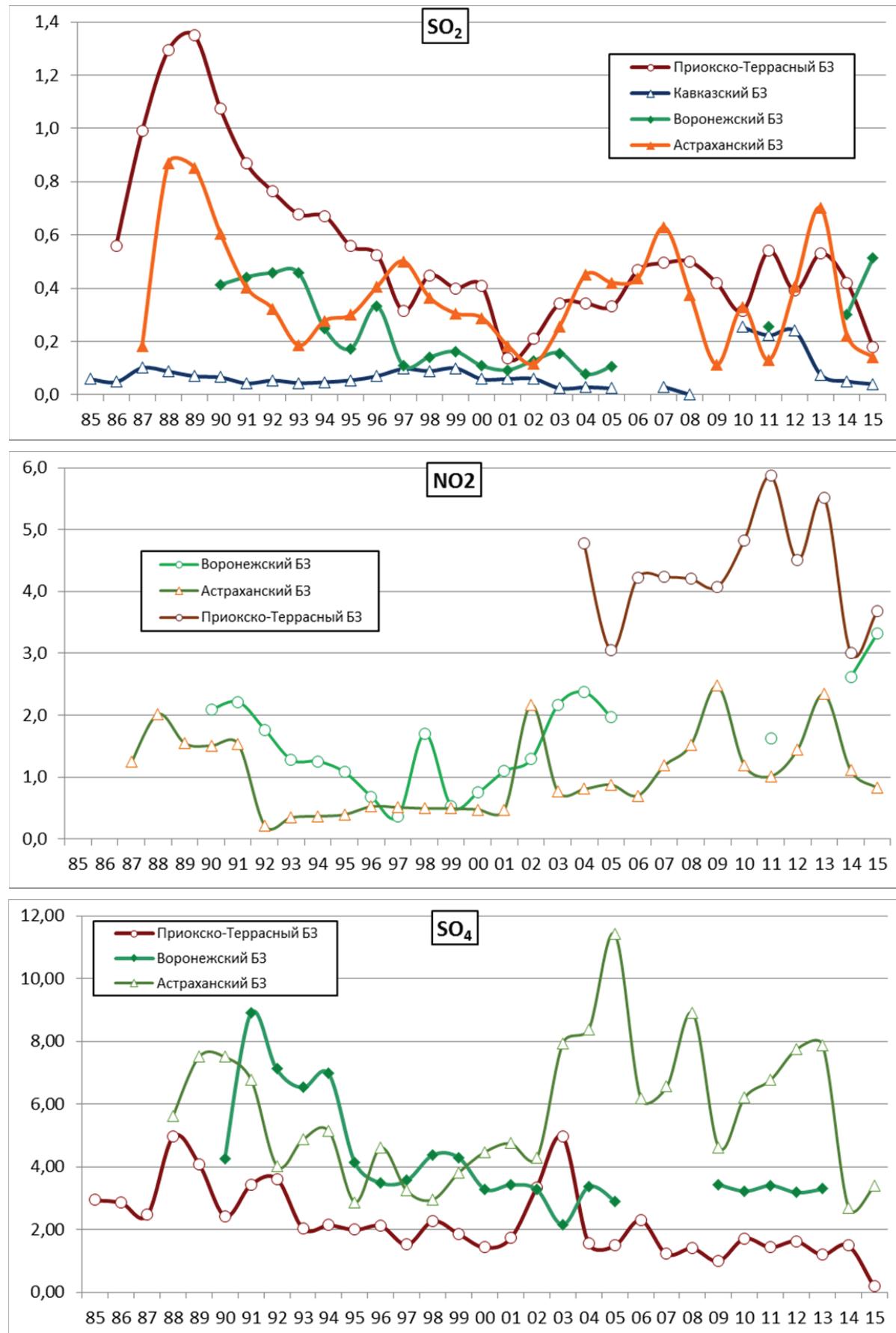
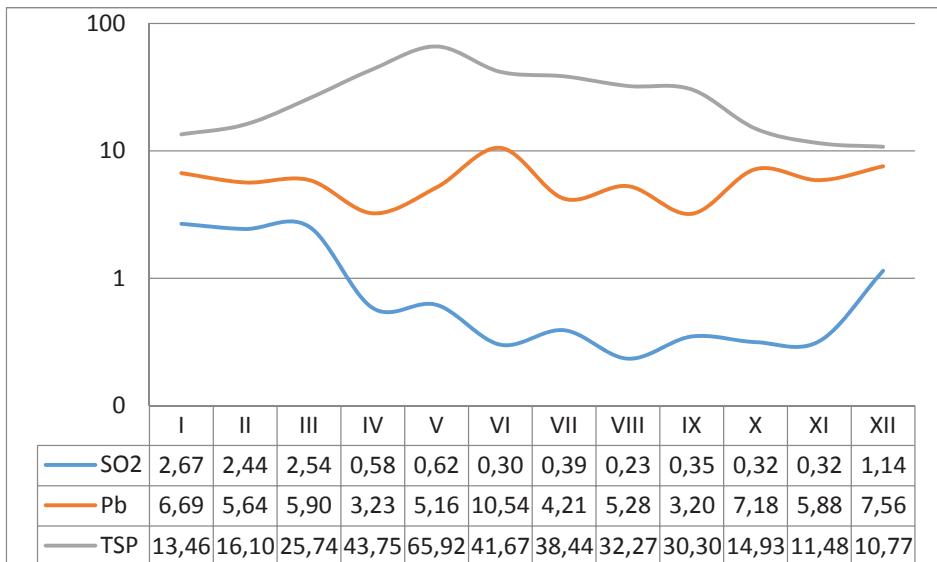


Рис. 1.1.3. Изменение фонового содержания диоксида серы, диоксида азота и сульфатов в атмосферном воздухе фоновых районов ( $\text{мкг}/\text{м}^3$ ).



**Рис. 1.1.4.** Сезонный ход загрязняющих веществ в Приокско-Террасном БЗ, осредненный за 2003-2015 гг. (свинец -  $\text{нг}/\text{м}^3$ , диоксид серы и взвешенные частицы -  $\text{мкг}/\text{м}^3$ )

## 1.2. Физические и химические характеристики атмосферы

### 1.2.1. Углекислый газ и метан

Анализ изменчивости концентрации парниковых газов в приземном слое атмосферы выполнен на основе результатов измерений, проводимых на четырех станциях наблюдений за парниковыми газами. Характеристики станций приведены в табл. 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 влияния выбросов крупномасштабных антропогенных источников парниковых газов. Для сравнения привлечены данные станции Барроу, расположенной в том же широтном поясе ( $71^{\circ}32' \text{ с.ш.}$ ,  $156^{\circ}6' \text{ з.д.}$ ), представленные в Мировой центре данных ВМО по парниковым газам (WDCGG) Национальной Администрацией по Океану и Атмосфере США (NOAA).

Данные станций Териберка и Тикси передаются в мировой центр данных (МЦД) по парниковым газам (WDCGG, Япония) и используются при проведении глобального анализа поля концентрации указанных газов, выполняемого МЦД.

**Таблица 1.2.1.1. Станции наблюдений за парниковыми газами**

Станция	Широта	Долгота	Высота над у.м.	Период наблюдений	Программа наблюдений
Териберка	$69^{\circ}12' \text{ с.ш.}$	$35^{\circ}06' \text{ в.д.}$	40	с 1988	$\text{CO}_2, \text{CH}_4$ с 1996 г.
Новый порт	$67^{\circ}41' \text{ с.ш.}$	$72^{\circ}53' \text{ в.д.}$	11	с 2002	$\text{CO}_2, \text{CH}_4$
Воейково	$59^{\circ}57' \text{ с.ш.}$	$30^{\circ}42' \text{ в.д.}$	72	с 1996	$\text{CH}_4$
Тикси	$71^{\circ}35' \text{ с.ш.}$	$128^{\circ}55' \text{ в.д.}$	15	с 2011	$\text{CO}_2, \text{CH}_4$

Результаты измерений на двух фоновых станциях (Териберка и Тикси) за последние 11 лет приведены в табл. 1.2.1.2.

Как видно из представленных данных, возрастание концентрации  $\text{CO}_2$  в атмосфере продолжается. В 2015 г. среднегодовое значение  $\text{CO}_2$  на арктических фоновых станциях РФ превысило уровень  $400 \text{ млн}^{-1}$  на  $2\text{--}3 \text{ млн}^{-1}$ , а среднемесячные значения концентраций в зимний и весенний периоды приблизились к уровню  $407\text{--}410 \text{ млн}^{-1}$ . В 2015 г. зафиксировано более низкое среднегодовое значение концентрации  $\text{CO}_2$  на станции Териберка по сравнению с данными станции Тикси. Это связано с существенными различиями значений концентрации в периоды наибольших ее изменений, обусловленных деятельностью растительности как стока  $\text{CO}_2$  (рис. 1.2.1.3). Характеристики долговременной изменчивости, оцененные по данным станции Териберка, имеющей самый длинный ряд наблюдений (более 25 лет), изменились мало: за последний десятилетний период концентрация  $\text{CO}_2$  увеличилась на 5,3% ( $20 \text{ млн}^{-1}$ ).

В 2015 г. продолжилось возрастание концентрации  $\text{CH}_4$ , начавшееся в арктических широтах РФ в 2014 г. и особенно отчетливо проявившееся на станции Тикси. С 2014 г. по 2015 г. концентрация метана по данным станции Тикси и Териберка увеличилась на  $11 \text{ млрд}^{-1}$ . Концентрация  $\text{CH}_4$  за десятилетний период изменилась на 2,8% ( $53 \text{ млрд}^{-1}$ ). На станции Тикси, как и в предыдущие 2 года, наблюдаются более высокие значения концентрации метана по сравнению с данными станции Териберка (табл. 1.2.1.2.), что свидетельствует о повышенной региональной эмиссии метана.

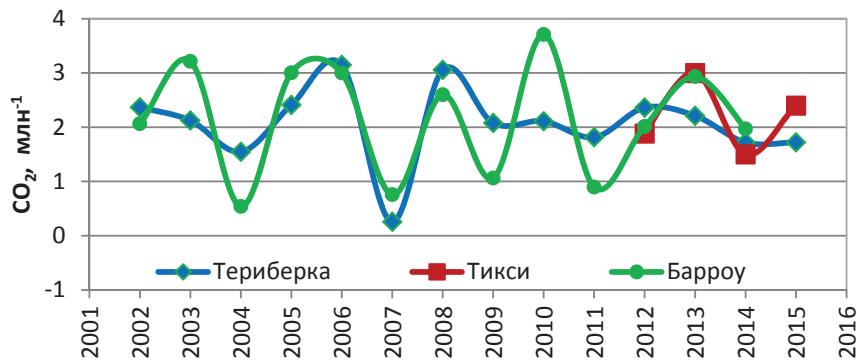
Изменения концентрации парниковых газов для рассматриваемых станций от года к году в сравнении с данными станции Барроу показаны на рис. 1.2.1.1 и 1.2.1.2. Величина изменений концентрации  $\text{CO}_2$  в 2015 г. относительно предшествующего года на российских станциях Териберка и Тикси колеблется около значения, равного  $2 \text{ млн}^{-1}$  в год, что соответствует оценкам среднеглобального значения изменения концентрации углекислого газа за десятилетний период до 2014 г.

Возрастание концентрации метана, составляющее по данным 2015 г. для арктических станций РФ  $11 \text{ млрд}^{-1}$ , выше, чем среднеглобальное значение за десятилетний период

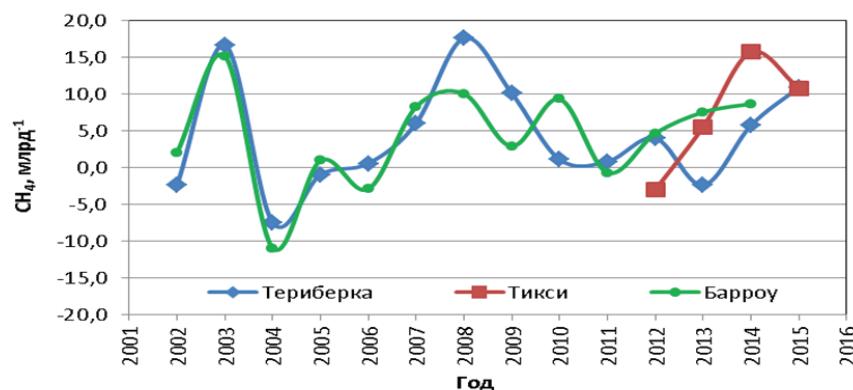
(4,7 млрд<sup>-1</sup> в год) и за период с 2013 г. по 2014 г. (9 млрд<sup>-1</sup> в год). Согласно оценкам, наблюдаемое с 2007 г. увеличение концентрации метана в глобальном масштабе обусловлено увеличением эмиссии метана от увлажненных территорий в тропической зоне и антропогенной эмиссией в средних широтах Северного полушария. Возрастание концентрации метана в 2014–2015 гг. в арктических широтах, превышающее среднеглобальные значения, указывает на вероятную активизацию арктических источников метана, связанную с потеплением климата.

**Таблица 1.2.1.2.** Среднегодовые значения и межгодовой рост ( $\Delta$ ) концентрации  $\text{CH}_4$  и  $\text{CO}_2$

Год	Териберка				Тикси			
	$\text{CH}_4$ , млрд <sup>-1</sup>	$\Delta\text{CH}_4$ , млрд <sup>-1</sup>	$\text{CO}_2$ , млн <sup>-1</sup>	$\Delta\text{CO}_2$ , млн <sup>-1</sup>	$\text{CH}_4$ , млрд <sup>-1</sup>	$\Delta\text{CH}_4$ , млрд <sup>-1</sup>	$\text{CO}_2$ , млн <sup>-1</sup>	$\Delta\text{CO}_2$ , млн <sup>-1</sup>
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	1910,2		396,0	
2013	1908,4	-2,4	398,6	2,2	1915,7		399,1	
2014	1914,1	5,7	400,4	1,7	1931,4		400,6	
2015	1925,0	10,9	401,8	1,4	1942,2		403,0	



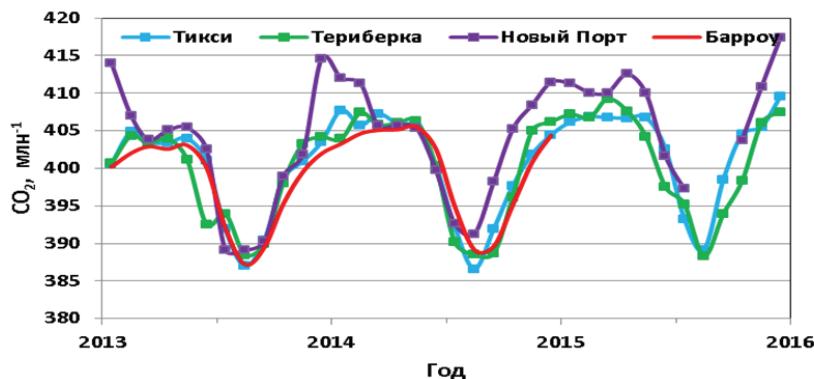
**Рис. 1.2.1.1.** Межгодовые изменения концентрации  $\text{CO}_2$



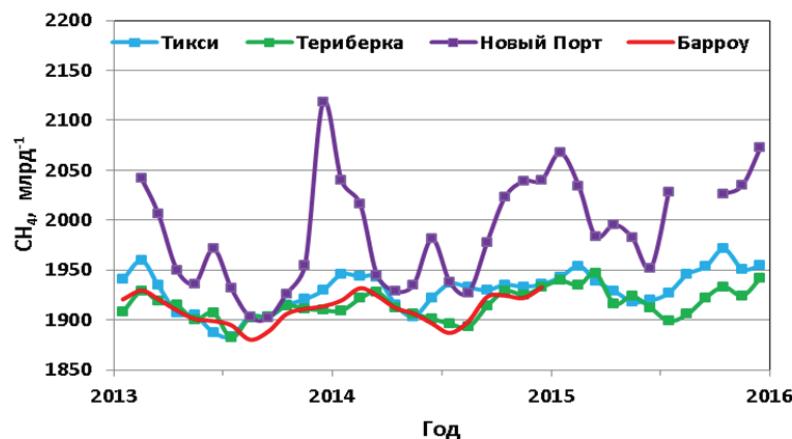
**Рис. 1.2.1.2.** Межгодовые изменения концентрации  $\text{CH}_4$

На рисунках 1.2.1.3 и 1.2.1.4 приведен временной ход среднемесячных значений концентрации  $\text{CO}_2$  и  $\text{CH}_4$  для трех арктических станций РФ за последние 3 года измерений в сравнении с данными станции Барроу. Как видно из рис. 1.2.1.3, значения концентрации  $\text{CO}_2$  близки для всех трех фоновых арктических станций (Териберка, Тикси, Барроу), в то время как концентрация метана для станции Тикси оказывается более высокой, чем для других фоновых станций (рис. 1.2.1.4). Данные станции Териберка практически повторяют фоновый

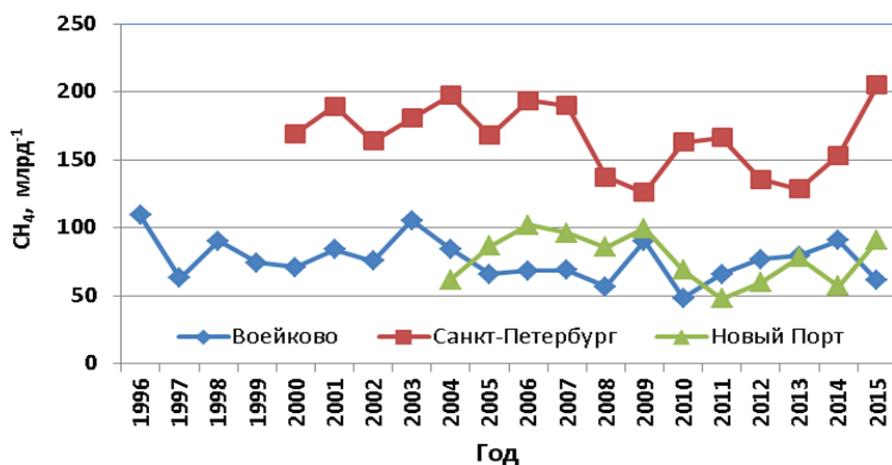
уровень концентрации метана, регистрируемый на станции Барроу. На станции Тикси наблюдается превышение  $\text{CH}_4$  над фоновым уровнем, включая периоды наиболее интенсивной природной эмиссии метана от увлажненной территории (июль–сентябрь). Наибольшее превышение достигает 40 млрд $^{-1}$ .



**Рис. 1.2.1.3.** Концентрация  $\text{CO}_2$  для арктических станций РФ в сравнении со станцией Барроу за 2013-2015 гг.



**Рис. 1.2.1.4.** Концентрация  $\text{CH}_4$  для арктических станций РФ в сравнении со станцией Барроу за 2013-2015 гг.



**Рис. 1.2.1.5.** Среднегодовое превышение концентрации  $\text{CH}_4$  над фоновым уровнем

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 ПГ, существующих на месторождениях природного газа и нефти в Западной Сибири, что приводит к существенному превышению концентрации метана над фоновым уровнем, а также к повышенному относительно фоновых значений содержанию CO<sub>2</sub>. Максимальные значения превышения, как видно из рис. 1.2.1.3 и 1.2.1.4, наблюдаются в зимний период, в основном, за счет снижения высоты слоя перемешивания и могут достигать 10 млн<sup>-1</sup> для CO<sub>2</sub> и 150 млрд<sup>-1</sup> для CH<sub>4</sub>.

Влияния источников парниковых газов, действующих в районах расположения станций Новый Порт, Воейково и Санкт-Петербург, рассматривается на основе определения превышения концентрации на фоновым уровнем, в качестве которого используются данные станции Териберка (рис. 1.2.1.5 и табл. 1.2.1.3).

**Таблица 1.2.1.3.** Превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем

	Превышение концентрации CH <sub>4</sub>				Превышение концентрации CO <sub>2</sub>			
	млрд <sup>-1</sup>	%	млрд <sup>-1</sup>	%	млн <sup>-1</sup>	%	млн <sup>-1</sup>	%
	Новый порт				Новый порт			
Период осреднения	2004-2015		2015		2004-2015		2015	
год	77,7	4,1	90,7	4,7	4,6	1,3	4,5	1,1
	Воейково							
Период осреднения	1996-2015		2015					
	76,4	4,1	61,3	3,2				
	Санкт-Петербург							
Период осреднения	2000-2015		2015					
	166,7	8,8	205,1	10,7				

**Результаты измерений концентрации метана в пробах воздуха в приземном слое атмосферы, отобранных на СКФМ в Приокско-Террасном биосферном заповеднике.**

Для проведения мониторинга парниковых газов (ПГ) на ООПТ Российской Федерации в качестве места экспериментальных 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 4000M» с двумя детекторами – ПИД (используется для измерения метана) и детектора по теплопроводности ДТП (используется для измерения диоксида углерода). Автоматизированный газохроматографический комплекс «Кристаллюкс 4000M» модификация ПИД/ДТП отградуирован по стандартному образцу – газовой смеси метана и диоксида углерода в сухом воздухе с молярной долей метана, равной  $1,892 \pm 0,010$  млн<sup>-1</sup> (ppm) и молярной долей диоксида углерода, равной  $405,9 \pm 2,0$  млн<sup>-1</sup> (ppm), изготовитель: ФГУП «ВНИИМ им. Д.И. Менделеева», г. Санкт-Петербург, РОССТАНДАРТ.

Среднемесячные концентрации ПГ по результатам наблюдений за 2012-2015 гг. приведены в табл. 1.2.1.4. Изменения среднегодовых концентраций метана и CO<sub>2</sub> за период 2007-2015 гг. представлены на рис. 1.2.1.6.

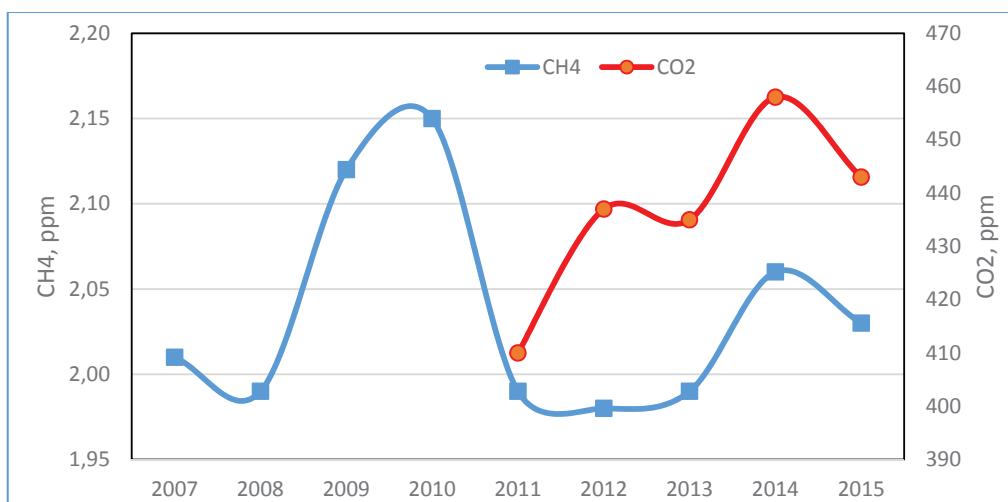
Анализ результатов регулярных наблюдений за содержанием ПГ в атмосферном воздухе на станции КФМ ПриокскоТеррасного БЗ позволяют сделать следующие заключительные оценки:

- за последние 5 лет не отмечается заметного постоянного роста концентраций метана и диоксида углерода из года в год;

- среднегодовые величины концентрации метана колеблются в пределах от 1,9778 до 2,0562 млн<sup>-1</sup> (ppm), с максимальным размахом 0,08 млн<sup>-1</sup> (ppm), что составляет около 4,0 % от средней концентрации за последние 5 лет (2,0193 млн<sup>-1</sup> (ppm));

- - среднегодовые величины концентрации диоксида углерода колеблются в пределах от 434,9 до 462,8 млн<sup>-1</sup> (ppm) с максимальным размахом 27,9 млн<sup>-1</sup> (ppm), что составляет около 6,0 % от средней концентрации за последние 5 лет (447,2 млн<sup>-1</sup> (ppm));

В целом, можно считать, что наблюдаемые концентрации ПГ в приземном атмосферном воздухе на станции КФМ Приокско-Террасного БЗ характеризуют региональный фон по измеряемым газам с учетом сезонности влияния антропогенных источников.



**Рис 1.2.1.6.** Среднегодовые концентрации метана и CO<sub>2</sub> за период 2007-2015 гг. на СКФМ «Приокско-Террасный БЗ».

**Таблица 1.2.1.4.** Среднемесячные значения молярных концентраций парниковых газов на территории станции комплексного фонового мониторинга в Приокско-Террасном биосферном заповеднике.

Месяц года	2012 год. Концентрация, млн <sup>-1</sup> (ppm)		2013 год. Концентрация, млн <sup>-1</sup> (ppm)		2014 год. Концентрация, млн <sup>-1</sup> (ppm)		2015 год. Концентрация, млн <sup>-1</sup> (ppm)	
	Метан	Диоксид углерода						
Январь	2,0301±0,010	477,5±1,5	2,0410±0,010	467,2±0,8	2,1403±0,013	468,5±0,5	1,9978±0,004	455,5±0,5
Февраль	2,1065±0,011	466,7±1,2	2,0180±0,006	463,6±0,9	2,0345±0,010	468,9±1,5	2,0003±0,006	446,3±1,5
Март	2,0377±0,005	454,1±1,8	1,9270±0,008	431,7±0,9	1,9835±0,050	454,5±1,5	2,1893±0,005	486,7±0,8
Апрель	1,9372±0,012	415,7±1,3	1,9504±0,007	456,2±1,6	1,9804±0,0080	490,3±1,5	2,0532±0,004	465,6±0,8
Май	1,9256±0,008	392,6±1,6	1,9290±0,005	372,6±0,4	2,0530±0,0080	445,6±1,5	1,9439±0,004	401,6±0,5
Июнь	1,8865±0,004	388,6±1,7	1,9021±0,009	388,5±1,2	1,9092±0,0090	408,6±1,5	2,0279±0,005	391,4±1,5
Июль	1,8840±0,006	399,2±1,1	2,0678±0,007	411,6±0,9	1,9154±0,010	401,9±2,0	1,9993±0,004	402,4±1,5
Август	2,0470±0,008	405,9±1,3	2,2011±0,005	433,2±1,1	1,9383±0,005	454,8±0,5	2,0251±0,005	402,9±1,5
Сентябрь	1,8903±0,007	436,6±1,1	1,9730±0,003	423,4±0,5	1,9268±0,006	457,2±0,4	2,0345±0,005	444,4±1,5
Октябрь	1,9904±0,008	462,3±1,4	1,9650±0,006	457,0±1,5	1,9836±0,007	491,7±1,2	2,0238±0,006	474,7±1,6
Ноябрь	2,0035±0,006	479,5±1,4	1,9480±0,005	462,1±1,4	2,0462±0,006	474,3±1,2	2,1132±0,006	506,4±1,5
Декабрь	1,9940±0,006	469,3±1,5	2,0150±0,008	451,7±1,4	2,1204±0,005	459,6±1,2	1,9902±0,005	458,6±1,2
Среднее за год	1,9778±0,008	437,3±1,4	1,9947±0,007	434,9±1,2	2,0562±0,006	457,9±1,2	2,0332±0,005	443,1±1,2

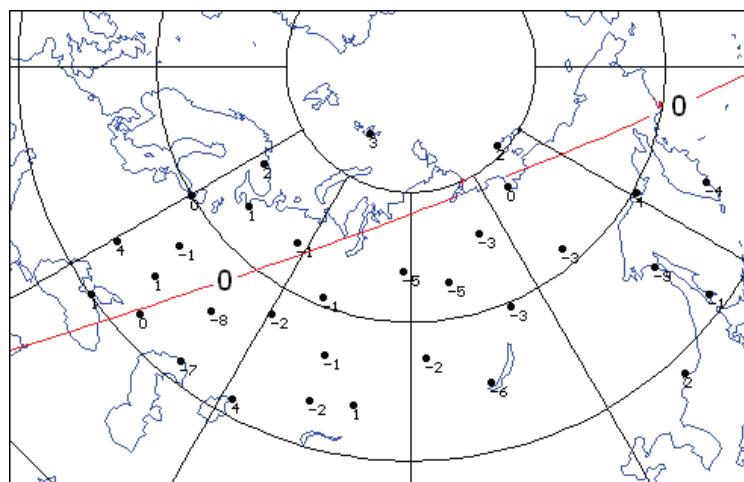
При оценке результатов следует отметить, что за последний десятилетний период наблюдений на российских фоновых станциях ВМО: Териберка (Кольский полуостров, побережье Баренцева моря) и Тикси (Арктическое побережье, море Лаптевых, залив Сого), которые расположены в условиях, близких к фоновым, концентрация метана возросла на 4,1 %, концентрация диоксида углерода увеличилась на 5,4%.

### 1.2.2. Общее содержание озона.

Анализ общего содержания озона (ОСО) выполнен по данным отечественной сети фильтровых озонометров М-124 с привлечением данных мировой озонометрической сети, поступающих в Мировой центр данных ВМО по озону и ультрафиолетовой радиации (WOUDC) в Канаде, а также данных аппаратуры OMI, размещенной на спутнике США.

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, а также над Европейской территорией России она составляет около 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 (ед.Д.); приведенная толщина слоя озона 3 мм соответствует 300 ед. Д.

В целом за 2015 г. поле отклонений среднегодовых значений ОСО от нормы (рис. 1.2.2.1) достаточно ровное. Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы для всех анализируемых станций находятся в интервале от -9 до +4%. Наибольший дефицит среднегодового значения ОСО (9%) был зарегистрирован на станции Николаевск-на-Амуре. Максимальное превышение среднегодового значения ОСО над нормой (4%) было зарегистрировано на станциях Нагаево, Аральское море и Киев-УкрНИГМИ.



**Рис. 1.2.2.1. Поле отклонений (%) общего содержания озона в 2015 г. от средних многолетних значений (1978-1988 гг.) по данным озонометрической сети СНГ**

В течение 2015 года отдельные непродолжительные существенные отклонения ежедневных значений ОСО от средних многолетних значений (1978-1988 гг.) отмечались в июле, августе и октябре:

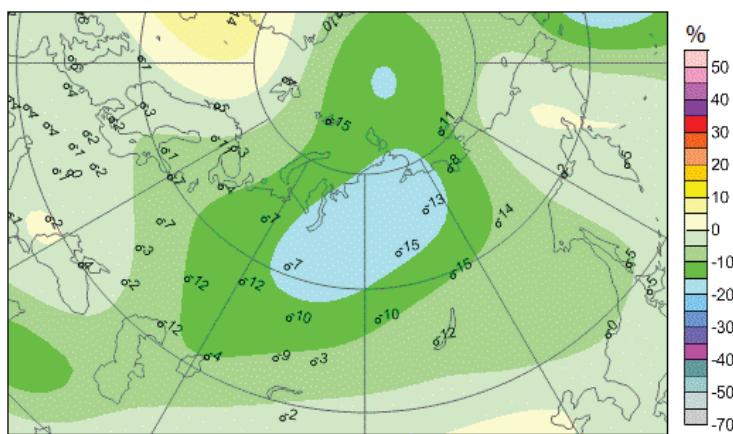
- 14 и 15 июля повышенные на 18-23% значения ОСО над северными районами Европейской части территории России (378 – 397 ед. Д.).
- 21 и 22 июля повышенные на 17-18% значения ОСО также над северными районами Европейской части территории России (371 – 378 ед. Д.).
- 23 и 24 июля повышенные на 23-25% значения ОСО над северными районами Якутии и Красноярского края (376 – 381 ед. Д.).

- с 26 по 28 августа повышенные на 20-34% значения ОСО над Казахстаном и районами Западной Сибири (368-416 ед. Д.).

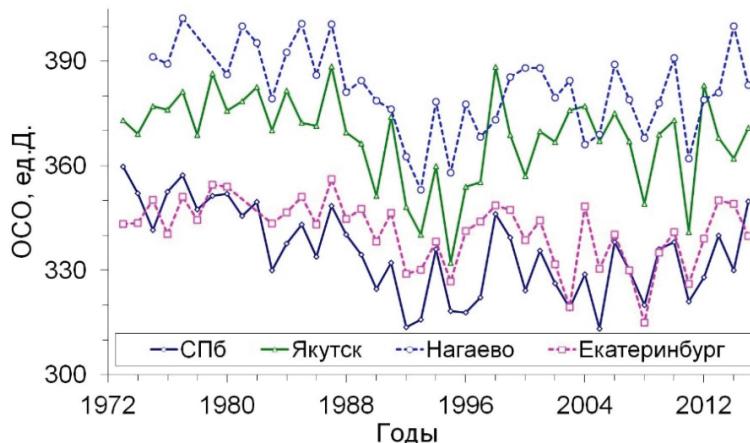
- с 4 по 6 октября повышенные на 24-34% значения ОСО над северными районами Европейской части территории России и Западной Сибири и северным Уралом (361 - 380 ед. Д.).

- 10 и 11 октября повышенные на 20-24% значения ОСО над восточными и юго-восточными районами Европейской части территории России и Уралом (350-362 ед. Д.).

Озоновых "мини-дыр" (территорий, на которых значения ОСО меньше 220 ед. Д.) в 2015 г. не наблюдалось. Согласно данным многолетних наблюдений, наиболее крупные аномалии среднемесячных значений ОСО обычно имеют место в марте, реже в апреле. В 2015 г. над большей частью территории СНГ аномалии среднемесячных значений ОСО за март были незначительными (рис. 1.2.2.2). Самая крупная отрицательная среднемесячная аномалия наблюдалась над севером Центральной Сибири и была сравнима с наблюдаемыми в три предыдущих года, но значительно меньше, чем одна из рекордных аномалий в Северном полушарии 2011 г.



**Рис. 1.2.2.2.** Поле отклонений общего содержания озона (%) в марте 2015 г. от средних многолетних (1978-1988 гг.) значений (по данным WOUDC, Канада)



**Рис. 1.2.2.3.** Ход среднегодовых (вверху) и средних за март (внизу) значений ОСО в пунктах наблюдений С.-Петербург ( $60^{\circ}$  N,  $30^{\circ}$  E), Екатеринбург ( $57^{\circ}$  N,  $61^{\circ}$  E), Якутск ( $62^{\circ}$  N,  $130^{\circ}$  E), Нагаево ( $60^{\circ}$  N,  $151^{\circ}$  E)

Долговременные изменения ОСО над территорией России иллюстрируются ходом среднегодовых значений в отдельных пунктах наблюдений (рис. 1.2.2.3). Практически на всех российских станциях различия среднемесячных ОСО в 2015 г. и предыдущем году находились в пределах погрешностей измерений. В целом, по данным наземных станций озонометрической сети и спутниковым данным можно констатировать, что после заметного понижения ОСО в период 1979 – 1996 гг., вызванного, по-видимому, увеличением

содержания хлорфтторуглеродов в стратосфере и извержением вулкана Пинатубо в 1991 г., в последние полтора десятилетия над умеренными широтами Северного полушария четко выраженных односторонних долговременных изменений озонового слоя не происходило. При сохранении тенденций изменений ОСО, наблюдавшихся с начала нынешнего тысячелетия, ощущимые изменения ОСО можно будет заметить лишь через несколько десятилетий.

### **Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ**

Анализ полученных результатов измерений общего содержания озона на озонометрических станциях России в 2015 г., также как и в предыдущие годы, был произведен на основе разделения поля ОСО над территорией РФ на регионы со сравнительно однородным содержанием озона: Северо-запад России, Юго-запад России, Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток.

Ежемесячные и среднегодовые значения ОСО за 2015 г. над территорией каждого региона, тридцатилетняя норма (за 1973–2002 гг.) и средние квадратичные отклонения для каждого региона, а также отклонения значений ОСО от нормы (в процентах) приведены в табл. 1.2.2.1.

Среднегодовые значения ОСО над территорией РФ в целом в период 1973–2015 гг. представлены на рис. 1.2.2.4, отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы в регионах РФ в 2015 г. показаны на рис. 1.2.2.5.

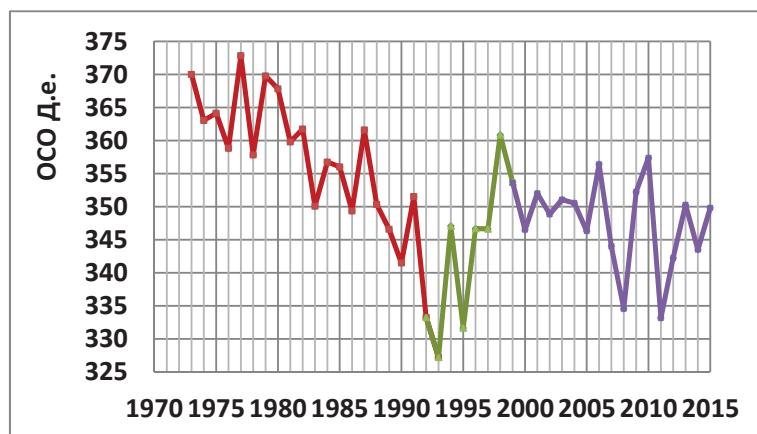
### **Многолетние вариации ОСО над территорией РФ**

Наличие норм позволяет объективно оценить долговременные изменения толщины защитного озонного слоя, тренды и тенденции содержания озона за 42-летний период наблюдений. Как следует из информации, приведенной на рисунках 1.2.2.4 и 1.2.2.5, этот 42-летний период может быть разделен на четыре части, для которых ход межгодовых изменений ОСО был существенно различен:

- 1973–1993 гг. – значительное уменьшение ОСО (- 1,4 Д.е./год);
- 1992–1995 гг. – минимальная толщина озонного слоя;
- 1993–1999 гг. – значительный рост ОСО (3,0 Д.е./год);
- 1996–2015 гг. – значительные межгодовые колебания, средний уровень содержания озона несколько ниже нормы, слабое падение ОСО (- 0,4 Д.е./год).

В течение 1973–2015 гг. толщина озонного слоя ниже нормы более чем на 5%, наблюдалась в 1977 г. (- 5,8%), в 1992 г. (-5,4%), 1993 г. (-7,1%), 1995 г. (-5,9%), 2008 г. (-5,4%), 2011 г. (-5,8%). В течение 42 лет наблюдений ОСО над РФ совершенно отчетливо проявилось чередование максимумов и минимумов среднегодовых значений ОСО с «квазидвухлетней» цикличностью.

Такого же рода многолетние вариации ОСО в умеренных и полярных широтах Северного полушария были отмечены и мировой озонной сетью.



**Рис. 1.2.2.4. Среднегодовые значения ОСО над территорией РФ в период 1973–2015 гг.**

## Вариации ОСО над регионами РФ в 2015 г.

Результаты расчета среднемесячных значений ОСО над регионами РФ в 2015 гг. и их отклонения от нормы приведены в табл. 1.2.2.1 и представлены на рис. 1.2.2.5. Следует отметить, что значительное уменьшение озона во всех регионах наблюдалось в марте.

Таким образом, более низкое по сравнению с нормой содержание озона наблюдалось во всех пяти регионах.

Над всей территорией РФ в 2015 г. средняя за год толщина озонного слоя 350 Д.е. оказалась ниже нормы (353 Д.е.) менее чем на 1%.

**Таблица 1.2.2.1. Общее содержание озона в различных регионах России в 2015 г., норма\*\* и отклонения от нормы(%)**

Месяцы Регионы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Общее содержание озона в 2015 г., Д.е.													
Север ЕТР	376	371	372	410	378	355	348	309	289	297	290	296	341
Юг ЕТР	355	365	355	371	355	324	317	310	290	295	300	310	329
Зап. Сибирь	375	374	369	377	374	338	331	332	314	308	302	324	343
Вост. Сибирь	389	408	393	421	403	356	324	313	316	313	317	340	358
Дальний Восток	420	427	431	441	407	367	340	312	312	340	354	387	378
Отклонения ОСО в 2015 г. от нормы, %													
Север ЕТР	10,9	-2,0	-4,8	2,9	-0,3	1,1	-4,8	-2,1	-3,8	2,4	1,0	-4,9	0,4
Юг ЕТР	2,5	-1,7	-6,6	-1,8	-3,1	-7,6	-4,6	-3,3	-5,9	-0,7	-0,2	-2,8	-3,0
Зап. Сибирь	4,1	-2,3	-6,1	-3,7	-1,9	-4,5	-0,6	3,5	1,6	3,4	0,8	0,5	-0,4
Вост. Сибирь	0,2	-1,6	-8,3	-1,7	0,3	-0,4	-0,8	0,7	3,4	-0,3	-1,7	-0,2	-1,2
Дальний Восток	-1,9	-4,6	-4,8	2,4	2,4	2,0	2,8	0,0	-1,7	2,7	-2,5	-1,5	-0,4
Норма**, Д.е. и среднеквадратические отклонения,%													
Север ЕТР	339	379	391	398	379	352	332	315	301	289	287	312	339
	8.0	8.7	7.6	6.3	3.7	3.4	3.3	3.5	3.3	3.5	6.3	7.1	4.1
Юг ЕТР	346	372	380	378	366	350	333	321	308	297	300	319	339
	5.5	5.9	5.5	5.3	3.8	3.4	3.0	3.1	2.9	3.4	3.7	4.7	2.9
Зап. Сибирь	360	383	393	392	381	354	334	321	309	298	300	323	346
	5.3	6.3	7.3	6.6	4.2	3.1	3.0	3.1	3.2	4.4	4.7	5.4	3.2
Вост. Сибирь	388	415	429	428	402	358	327	316	314	313	323	340	363
	6.1	7.0	7.9	5.1	5.5	3.6	3.4	3.2	3.5	5.1	5.0	7.4	4.1
Дальний Восток	428	447	453	431	398	360	330	312	317	331	363	393	380
	4.4	4.5	5.1	5.1	6.7	3.3	3.3	3.5	4.4	4.8	6.1	5.4	2.8

\* 1 Д.е. = 0.001 атм.-см.

\*\*Норма - средние многолетние значения и средние квадратичные отклонения (нижняя строка) за 1973-2002 гг.

## ОСО и особенности циркуляции 2015 г.

Обычно все аномалии, наблюдаемые в поле озона Северного полушария, связаны с особенностями общей циркуляции в нижней стратосфере и верхней тропосфере, характерными для рассматриваемого периода.

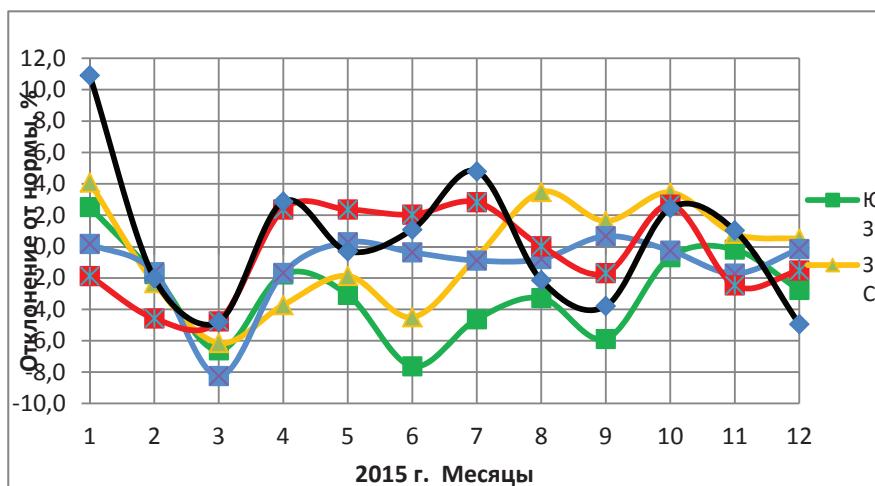
Два аномальных явления в поле озона над РФ можно отметить в 2015 г. – повышенное содержание озона над Севером Европейской территории в январе и весьма низкое содержание озона над всеми регионами РФ в марте.

Как показывает комплексный анализ, обе аномалии связаны с отклонениями от обычного состояния циркумполярного вихря в нижней стратосфере. Как правило, в зимнее полугодие глубокий циркумполярный вихрь с очень низким содержанием озона и низкой температурой располагается в околополярной зоне и обычно смещен к Северной Атлантике. В тоже время в течение зимы над Сибирью, Дальним Востоком и Востоком Канады устанавливается высотный антициклон с высоким содержанием озона и высокой температурой.

В 2015 г. богатый озоном теплый воздух стратосферы в январе практически заполнил большую часть субполярных широт Северного полушария. Высокое содержание озона распространилось на Канаду и даже на Северную Атлантику, включая Север Восточной Европы.

Соответственно в январе на Север Европейской территории РФ, где обычно наблюдаются низкие значения озона, сместился теплый воздух с высоким содержанием озона.

В марте циркумполярный вихрь сдвинулся на территорию России, что стало причиной исключительно низких значений ОСО во всех регионах РФ.



**Рис. 1.2.2.5. Отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы в регионах РФ в 2015 г. (ЗС – Север Европейской территории России, ЮЗ –Юг Европейской территории России, ЗС – Западная Сибирь, ВС – Восточная Сибирь, ДВ – Дальний Восток)**

### 1.2.3. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы

Для оценки степени общего замутнения атмосферы в различных регионах Российской Федерации по данным станций, работающих по программе фонового мониторинга атмосферы, используются следующие характеристики: коэффициент интегральной прозрачности ( $P_2$ ) и оптическая плотность атмосферы (ОПА), отнесенные к оптической массе атмосферы  $m = 2$ , т.е. к высоте Солнца, равной  $30^\circ$ . В таблице 1.2.3.1 указаны районы расположения и координаты станций, проводящих наблюдения за этими характеристиками.

**Таблица 1.2.3.1. Расположение региональных станций фонового мониторинга, проводящих наблюдения за интегральной прозрачностью и оптической плотностью атмосферы**

Станция	Район расположения	Широта в град. с.ш.	Долгота в град. в.д.
Туруханск	Красноярский край	65,8	87,9
Усть-Вымь	Республика Коми	62,2	50,4
Сыктывкар*	Республика Коми	61,7	50,8
Войково	Ленинградская обл.	60,0	30,7
Памятное	Курганская обл. Курганская обл.	56,0	65,7
Курган*	Иркутская обл.	55,5	65,4
Хужир	о-в Ольхон (оз. Байкал)	53,2	107,3
Иркутск*	Иркутская обл.	52,2	104,3
Шаджатмаз	Карачаево-Черкесская Республика	43,7	42,7
О-в Диксон**	Красноярский край	73,5	80,3

*Примечания к таблицам:*

- (\*) городские станции, являющиеся парными фоновыми, указанным на строку выше.
- (\*\*) станция Диксон начало наблюдения с 2014 г.

Интегральная оптическая плотность (синонимы – толщина, толща) атмосферы (ОПА) определяется по данным стандартных актинометрических измерений прямой солнечной радиации из соотношения:

$$\text{ОПА} = -0,5 \ln (S_{\rho,30} / S_0) = -\ln P_2 \quad (1),$$

где  $S_{\rho,30}$  – величина измеренного потока прямой солнечной радиации в  $\text{kVt/m}^2$ , приведенная к среднему расстоянию от Земли до Солнца и оптической массе атмосферы  $m = 2$ ;  $S_0$  – величина потока радиации на верхней границе атмосферы,  $P_2$  – коэффициент интегральной прозрачности атмосферы при  $m = 2$ . ОПА дает возможность косвенно судить об аэрозольном

ослаблении в атмосфере, поскольку она представляет собой оптическую плотность атмосферы для прямой солнечной радиации в диапазоне длин волн  $\Delta\lambda = 0,3 - 4$  мкм при оптической массе  $m = 2$  (т.е. при высоте солнца 30°). В этом диапазоне длин волн ее вариации определяются, главным образом, содержанием в атмосфере аэрозоля и водяного пара. Именно поэтому в теплое время года из-за увеличения влагосодержания и турбулентного обмена в атмосфере значения ОПА выше, чем в холодный период.

Средние за 2015 г. значения  $P_2$  и ОПА для региональных станций фонового мониторинга и трех парных им городов, в сравнении со значениями 2014 года, приводятся в табл. 1.2.3.2. Поскольку ОПА более чувствительна к изменению прозрачности атмосферы (см. формулу 1) по сравнению с  $P_2$ , то для получения наиболее наглядного представления о произошедших изменениях в состоянии замутнения атмосферы в дальнейшем будет рассматриваться именно параметр ОПА.

В 2015 г. увеличение ОПА по сравнению с 2014 г. зафиксировано на 3-х станциях из девяти, а именно, на станциях Усть-Вымь, Памятное и о-в Диксон, причем на о-ве Диксон оптическая плотность атмосферы выросла на 16,8% (табл. 1.2.3.2). На остальных станциях ОПА уменьшилась, причем наибольшее снижение ОПА зарегистрировано на городской станции Иркутск (-11,8%), станции Воейково (13,8%).

Горная станция Шаджатмаз, расположенная на высоте 2070 м над уровнем моря, является самой чистой станцией фонового мониторинга. На данной станции ОПА в 2015 г. составила 0,169, что на 4,5% ниже по сравнению с прошлым годом.

**Таблица 1.2.3.2.** Среднегодовые значения  $P_2$  и ОПА и стандартные отклонения ( $\pm\sigma$ ) средних месячных значений  $P_2$  и ОПА от среднего за год на станциях фонового мониторинга в 2015 г., а также изменения ( $\Delta$ %) этих параметров в 2015 г. по сравнению с 2014 г.

Станция	$P_2 \pm \sigma$ 2014 г.	$P_2 \pm \sigma$ 2015 г.	$\Delta$ (%)	$\text{ОПА} \pm \sigma$ 2014 г.	$\text{ОПА} \pm \sigma$ 2015 г.	$\Delta$ (%)
Туруханск	0,798 ± 0,017	0,805 ± 0,013	0,9	0,226 ± 0,021	0,217 ± 0,016	-4,0
Усть-Вымь	0,806 ± 0,043	0,795 ± 0,044	-1,4	0,217 ± 0,055	0,231 ± 0,055	6,4
Сыктывкар*	0,772 ± 0,026	0,790 ± 0,022	2,3	0,259 ± 0,035	0,236 ± 0,028	-8,8
Воейково	0,772 ± 0,024	0,799 ± 0,022	3,5	0,260 ± 0,031	0,224 ± 0,027	-13,8
Памятное	0,781 ± 0,028	0,772 ± 0,042	-1,2	0,248 ± 0,038	0,261 ± 0,056	5,2
Курган*	0,760 ± 0,036	0,769 ± 0,042	1,2	0,282 ± 0,048	0,265 ± 0,056	-6,0
Хужир	0,799 ± 0,033	0,803 ± 0,026	0,5	0,226 ± 0,044	0,220 ± 0,032	-2,6
Иркутск*	0,752 ± 0,023	0,778 ± 0,017	3,5	0,287 ± 0,031	0,253 ± 0,024	-11,8
Шаджатмаз	0,838 ± 0,027	0,845 ± 0,023	0,8	0,177 ± 0,032	0,169 ± 0,027	-4,5
о-в Диксон**	0,808 ± 0,022	0,781 ± 0,030	-3,3	0,214 ± 0,027	0,25 ± 0,039	16,8

О внутригодовой изменчивости ОПА в 2015 г. на фоновых станциях, а также в парных им городах дает представление рис. 1.2.3.6, где показан годовой ход ОПА на парных и непарных фоновых станциях.

В 2015 году проявились две особенности: во-первых, различия в степени замутнения атмосферы на фоновых и городских станциях были невелики, и, во-вторых, на двух парах станций, Усть-Вымь – Сыктывкар и Памятное – Курган, во вторую половину года ОПА в городах была ниже (прозрачность выше), чем на парных фоновых станциях (рис. 1.2.3.6 а, б). Столь длительное превышение ОПА на фоновых станциях над соответствующими значениями в городе – достаточно редкое явление.

На паре станций Хужир – Иркутск соотношение между значениями ОПА в городе и на фоновой станции в течение 2015 года оставалось нормальным, т.е. ОПА в городе была больше, чем ОПА на фоновой станции. Максимальное превышение ОПА на городской станции над фоновым значением было в марте и составило 26,3%.

Внутригодовые изменения ОПА на непарных фоновых станциях показаны на рис. 1.2.3.6 г. На обычно наиболее загрязненной станции Воейково, расположенной в 12 км к востоку от Санкт-Петербурга, в 2015 г., как отмечалось выше, зафиксировано заметное падение среднегодового значения ОПА по сравнению с 2014 годом – на 13,8%.

В отдельные месяцы среднемесячные значения ОПА в Воейково оказались сопоставимыми с аналогичными значениями ОПА на более чистых фоновых станциях, например, на станции Туруханск, находящейся в Красноярском крае (рис. 1.2.3.6 г).

Горная станции Шаджатмаз (Северный Кавказ), по-прежнему остаётся наименее загрязненной станцией. Однако в августе 2015 г. среднее значение ОПА повысилось на ней до величины 0,238 и практически сравнялось с соответствующими значениями на станциях Туруханск и Воейково (рис. 1.2.3.6 г).

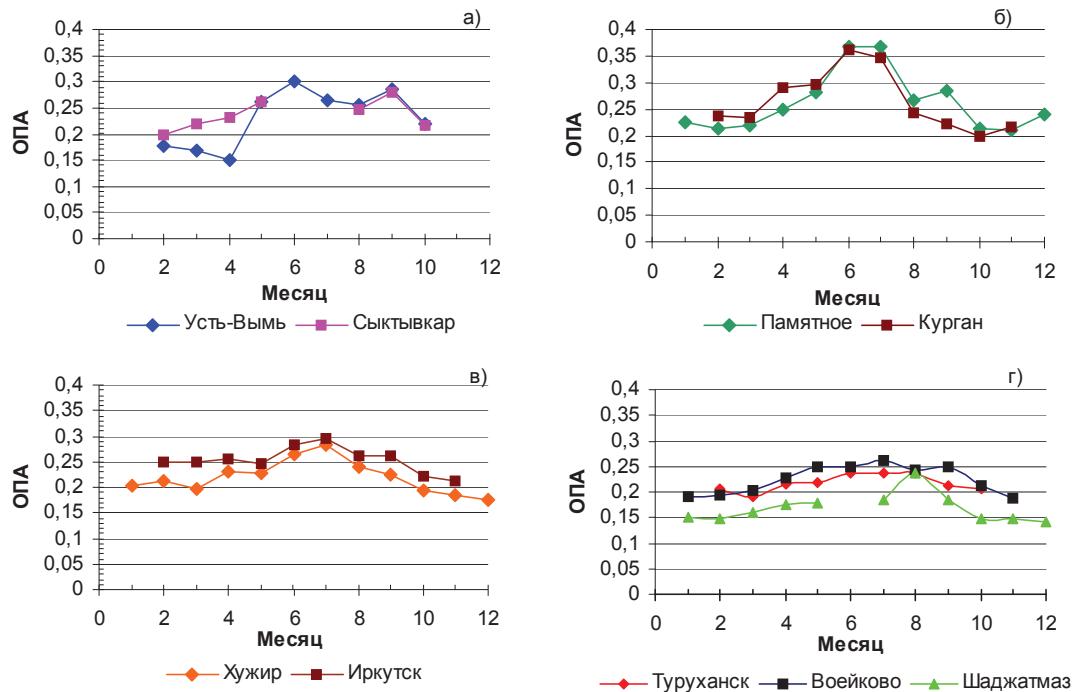


Рис. 1.2.3.6. Годовой ход ОПА на парных (а, б, в) и непарных (г) станциях фонового мониторинга в 2015 г.

Представление об изменении ОПА в 2015 г. по сравнению с многолетней нормой дано на рисунках 1.2.3.7 и 1.2.3.8. На рис. 1.2.3.7 приведены многолетние нормы ОПА за 30 лет фактических наблюдений для всех станций фонового мониторинга атмосферы, а на рис. 1.2.3.8 – нормированные аномалии для каждой станции, т.е. отнесенные к многолетней норме и выраженные в процентах аномалии ОПА на рассматриваемых станциях.

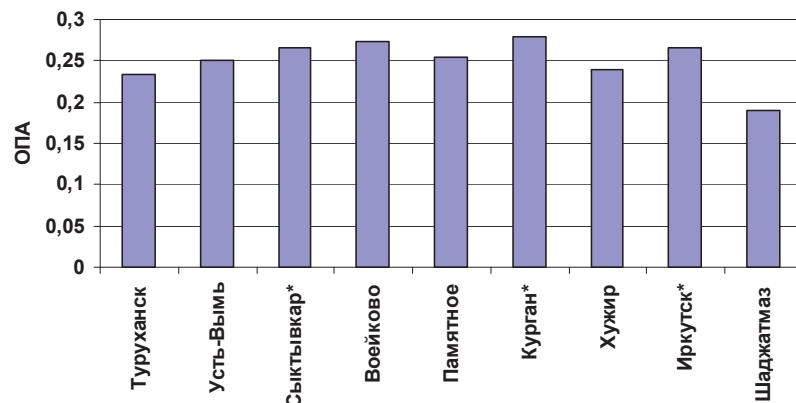
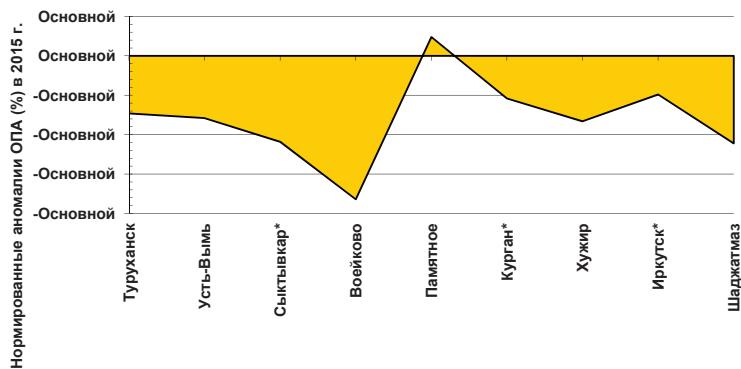


Рис. 1.2.3.7. Нормы ОПА за 30 лет фактических наблюдений для станций фонового мониторинга атмосферы

За нормы ОПА принимались средние значения ОПА за период с 1979 по 2012 год. Из этого периода были изъяты 1983–1984 и 1992–1993 гг., когда наиболее сильно проявлялось влияние вулканического аэрозоля после извержений вулканов Эль-Чичон (апрель 1982 г.) и

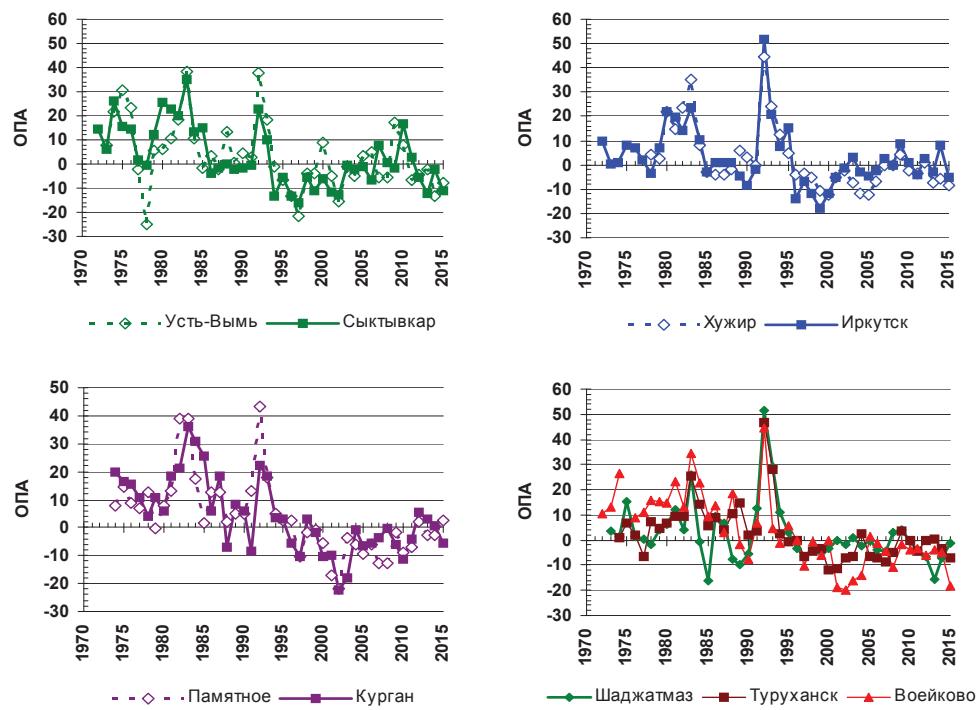
Пинатубо и Хадсон (июнь и август 1991 г.). Фактический период наблюдений, по которому рассчитывались нормы, составил 30 лет.

Как видно из рис. 1.2.3.7, наиболее чистыми станциями являются Туруханск, Хужир и горная станция Шаджатмаз. На этих станциях норма для ОПА < 0,25, причем на станции Шаджатмаз норма для ОПА самая низкая и составляет 0,19. В парных городах норма для ОПА не превышает 0,30.



**Рис. 1.2.3.8. Нормированные аномалии ОПА в 2015 г. на станциях фонового мониторинга**

Как видно из рис. 1.2.3.8, в 2015 г. на всех станциях фонового мониторинга, за исключением станции Памятное, где имела место небольшая положительная нормированная аномалия (2,4%), наблюдалось снижение ОПА (повышение прозрачности атмосферы) по сравнению с многолетней нормой. Самым заметным оно было на станции Воейково, где отрицательная нормированная аномалия ОПА составила - 18,2%.



**Рис. 1.2.3.9. Межгодовая изменчивость нормированных аномалий ОПА(%) на станциях фонового мониторинга атмосферы**

О межгодовых колебаниях оптической плотности атмосферы на станциях фонового мониторинга относительно их многолетних норм позволяет судить рис. 1.2.3.9, где показано изменение нормированных аномалий ОПА (в %) на всех фоновых станциях с начала 1970-х

годов и по 2015 г. включительно. Видно, что наиболее долгий период с положительными нормированными аномалиями ОПА определялся крупными вулканическими извержениями – Фуэго (1974), Эль-Чичон (1982) и Пинатубо и Хадсон (1991). Самым сильным был отклик атмосферы на извержения вулканов Пинатубо и Хадсон в июне и августе 1991 года. После этих извержений значения положительных нормированных аномалий ОПА достигали 40–50%.

В середине 1990 годов в результате самоочищения атмосферы начался рост прозрачности, падение ОПА и постепенный переход нормированных аномалий ОПА в область отрицательных значений. Здесь сыграло свою роль и сокращение промышленной активности в постперестроечные годы.

Минимальные значения нормированных аномалий (до - 20%) были зарегистрированы на станциях Усть-Вымь и Сыктывкар, Хужир и Иркутск во второй половине 1990-х годов. На горной станции Шаджатмаз снижение ОПА было менее существенным и тоже пришлось на конец 1990-х годов. На станциях Памятное, Курган, а также Туруханск и Воейково максимальное снижение ОПА отмечалось в начале 2000-х годов. На большинстве станций к середине первого десятилетия XXI-ого века прозрачность атмосферы вновь начала уменьшаться и ОПА, соответственно, расти и приближаться к норме.

#### 1.2.4. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы

В Обзор включены данные совместных измерений градиента потенциала электрического поля атмосферы  $V'$  и удельных полярных электрических проводимостей воздуха  $L+$  и  $L-$ , выполненных на станции Воейково (В) и в ОГМС Иркутск (И). Также представлены данные измерений  $V'$  в ОГМС Верхнее Дуброво (ВД) в окрестностях Екатеринбурга и на аэрологической станции в Южно-Сахалинске (ЮС). Общая продолжительность измерений в Воейково составила 66 лет, в Иркутске – 56 лет, в Верхнем Дуброво – 58 лет, в Южно-Сахалинске – 47 лет. Датчики измерителей  $V'$ ,  $L+$  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  $V'_c$  за 2010–2015 гг. приведены в табл. 1.2.4.1. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

**Таблица 1.2.4.1. Сезонные ( $V'_c$ ), среднегодовые ( $V'_r$ ) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения  $V'$  (дав/м) за 2010–2015 гг. на станциях Верхнее Дуброво (ВД), Воейково (В), Иркутск (И), Южно-Сахалинск (ЮС)**

Станция	Год	$V'_c$ , (V)				$V'_r$ , (V)
		Зима	Весна	Лето	Осень	
ВД	2015	17 (16, 17)	15 (13, 18)	9 (9, 10)	11 (5, 17)	13 (5, 18)
	2014	14 (12, 16)	15 (10, 22)	10 (7, 13)	13 (12, 14)	13 (7, 22)
	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)
В	2015	12 (11, 12)	10 (8, 10)	9 (8, 10)	11 (9, 13)	10 (8, 13)
	2014	10 (7, 13)	10 (6, 14)	11 (9, 12)	14 (13, 15)	11 (6, 15)
	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, 15)
И	2015	10 (9, 11)	8 (6, 10)	6 (6, 6)	8 (5, 10)	8 (5, 11)
	2014	11 (10, 12)	9 (8, 11)	7 (6, 8)	9 (7, 10)	9 (6, 12)
	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)
ЮС	2015	38 (34, 42)	17 (9, 24)	9 (7, 10)	12 (9, 15)	19 (7, 42)
	2014	36 (33, 38)	20 (11, 28)	9 (8, 11)	17 (15, 20)	21 (8, 38)

Станция	Год	$V'_c, (V)$				$V'_r, (V)$
		Зима	Весна	Лето	Осень	
	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)

Примечание к табл. 1.2.4.1 и 1.2.4.2:

Среднесезонные значения, полученные по данным за два месяца, отмечены буквой «Н».

Измерения удельных полярных электрических проводимостей воздуха  $L_+$  и  $L_-$  на протяжении 2015 г. проводились в Воецково и Иркутске. В табл. 1.2.4.2 приведены обобщенные по сезонам результаты измерений удельной суммарной электрической проводимости воздуха  $L_S$  и данные расчета отношений  $K_c$  удельной положительной к удельной отрицательной проводимости воздуха на станциях Воецково и Иркутск за 2010–2015 гг. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

Заметные вариации значений  $V'_c$ , 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.

На станции Воецково в 2015 году обрабатывались только значения  $L_+$ , а удельная суммарная электрическая проводимость воздуха  $L_S$  вычислялась как удвоенное значение  $L_+$ .

Из представленных в таблицах данных наблюдений следует, что существенных изменений  $V'$  и  $L_S$  в 2015 г. по сравнению с предшествующим периодом (2010–2014 гг.) не произошло, хотя на станции Воецково отмечается некоторое снижение сезонных (кроме осеннего сезона) и годовых значений суммарных электрических проводимостей в 2015 году (табл. 1.2.4.2).

**Таблица 1.2.4.2.** Сезонные ( $L_c$ ) и среднегодовые ( $L_r$ ) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха (фСм/м), сезонные значения отношений  $K_c$  (в относительных единицах) удельной положительной к удельной отрицательной электрической проводимости воздуха, минимальные и максимальные среднемесячные значения суммарной электрической проводимости  $L_S$  (в скобках) за 2010–2015 гг. на станциях Воецково (В), Иркутск (И)

Станция	Год	$L_c, (L_S)$ (верхняя строка), $K_c$ (нижняя строка)				
		Зима	Весна	Лето	Осень	$L_r, (L_S)$
В	2015	16 (12, 18) -	18 (16, 20) -	18 (16, 20) -	20 (18, 20) -	18 (12, 20) -
	2014	20 (19, 21) 1,0	22 (22, 23) 1,0	24 (22, 26) 0,9	19 (16, 22) 1,1	21 (16, 26) -
	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) -
И	2015	25 (22, 27) 1,0	24 (22, 27) 1,0	16 (14, 19) 1,0	22 (18, 26) 1,0	22 (14, 27) -
	2014	17 (15, 20) 1,0	18 (18, 19) 1,0	26 (26, 27) 1,0	23 (21, 26) 1,0	21 (15, 27) -
	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) -

На рис. 1.2.4.1 показаны среднегодовые значения  $V'$  по всем станциям, где проводились соответствующие измерения за период с 1998 по 2015 гг. Как видно из графиков, многолетний ход  $V'$  на всех станциях в целом не имел одностороннего тренда.

На рис. 1.2.4.2 представлен годовой ход  $L_S$  по станциям Войсково и Иркутск в 2015 г. на фоне осредненного годового хода  $L_S$  за предшествующий период (2008–2014 гг.). На станции Войсково в 2015 г. все среднемесячные значения  $L_S$  (за исключением апрельского значения) были ниже по сравнению с соответствующими значениями для осредненного годового хода этого параметра. При этом в феврале, мае и июне это снижение  $L_S$  было наиболее заметным.

В Иркутске с января по апрель наблюдалось превышение, а с августа по ноябрь уменьшение  $L_S$  относительно соответствующих значений за предшествующий период.

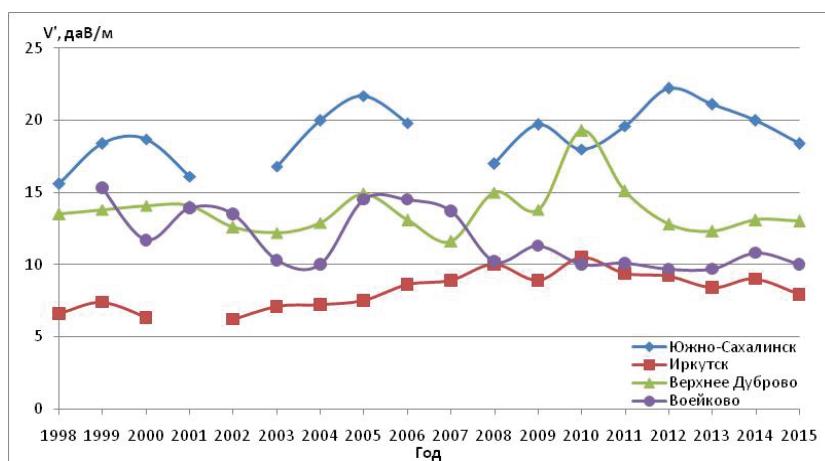


Рис. 1.2.4.1. Среднегодовые значения  $V'$  за период с 1998 по 2015 гг.

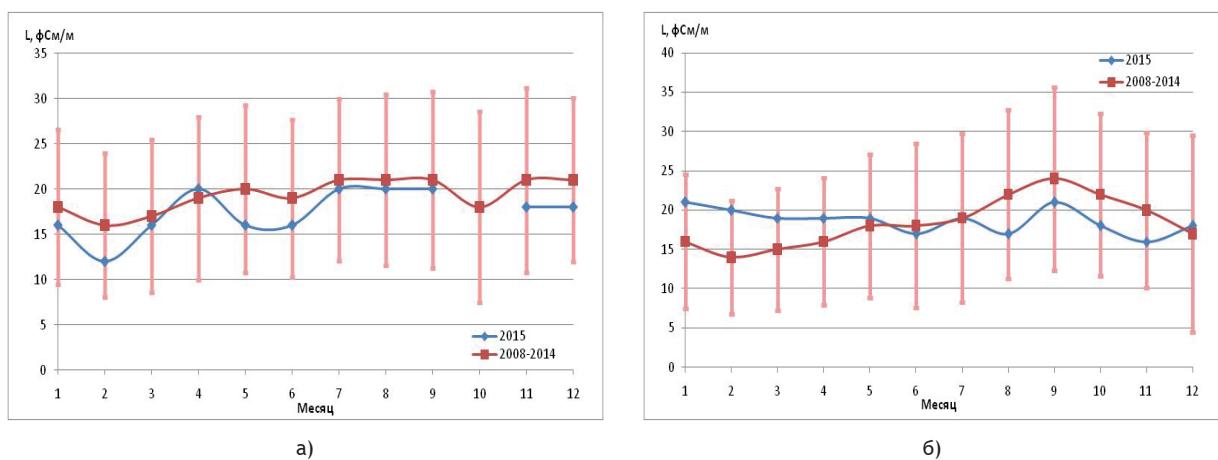


Рис. 1.2.4.2. Годовой ход  $L_S$  по станциям (а) Войсково, (б) Иркутск в 2015 г. на фоне осредненного годового хода  $L_S$  за предшествующий период измерений. Вертикальными отрезками показаны среднеквадратические отклонения  $L_S$  относительно средних значений.

## **1.3. Химический состав атмосферных осадков**

### **1.3.1. Загрязняющие вещества в атмосферных осадках**

#### **Тяжелые металлы**

В 2015 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ - 0,5 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ – 2,9 мкг/л, Астраханского БЗ – 0,6 мкг/л, Воронежского БЗ – 1,3 мкг/л, Алтайского БЗ – 0,6 мкг/л (табл. 1.3.1.1). На территории всех заповедников в течение года были отмечены концентрации свинца ниже предела обнаружения. В 2015 году средневзвешенная годовая фоновая концентрация свинца в атмосферных осадках на территории Кавказского БЗ была почти в 2 раза ниже по сравнению с прошлым годом. На территории Приокско-Террасного БЗ концентрация свинца была близка к среднегодовой концентрации в 2014 году и была несколько ниже, чем в предыдущие годы.

На территории Кавказского БЗ и Приокско-Террасного БЗ «мокрые» выпадения свинца в 2015 году составили менее 0,9 мг/м<sup>2</sup> и более 1,5 мг/м<sup>2</sup> соответственно. На территории Алтайского заповедника – менее 0,4 мг/м<sup>2</sup>, Воронежского заповедника – более 0,6 мг/м<sup>2</sup> (табл. 1.3.1.2). На территории Астраханского БЗ «мокрые» выпадения свинца были самыми низкими - около 0,14 мг/м<sup>2</sup> за 9 месяцев (количество осадков на территории Астраханского заповедника так же самое низкое).

В 2015 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации кадмия в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ – 0,03 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ – 0,56 мкг/л, Воронежского БЗ – 0,12 мкг/л, Алтайского БЗ – 0,05 мкг/л (табл. 1.3.1.1). Средневзвешенная годовая фоновая концентрация кадмия в атмосферных осадках на территории Кавказского БЗ в 2015 году была близка к среднегодовой концентрации в 2014 году и была наиболее низкой за весь рассматриваемый период. На территории Приокско-Террасного концентрация кадмия (как и ртути) была выше обычных уровней, что обусловлено экстремально высокой месячной концентраций в мае 2015 года и повышенных концентраций в январе и июле.

На территории Приокско-Террасного БЗ «мокрые» выпадения кадмия в 2015 году составили менее 300 мкг/м<sup>2</sup>, на территории Воронежского заповедника – менее 60 мкг/м<sup>2</sup>, Алтайского заповедника – более 30 мкг/м<sup>2</sup> (табл. 1.3.1.2). На территории Астраханского БЗ «мокрые» выпадения кадмия оставались аномально высокими. На территории Кавказского БЗ выпадения кадмия составило менее 50 мкг/м<sup>2</sup> и последние три года уменьшались (в 2014 - около 100 мкг/м<sup>2</sup>, в 2013 г. примерно 150 мкг/м<sup>2</sup>).

В 2015 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации ртути в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ – 0,41 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ – 1,19 мкг/л, Воронежского БЗ – 0,05 мкг/л, Алтайского БЗ – 0,06 мкг/л, Астраханского БЗ - 2,49 мкг/л (табл. 1.3.1.1). Средневзвешенная годовая фоновая концентрация ртути в атмосферных осадках на территории Кавказского БЗ в 2015 году соответствовала уровням большинства предыдущих лет и была близка к среднегодовой концентрации в 2014 году.

На территории Приокско-Террасного БЗ «мокрые» выпадения ртути в 2015 году составили более 600 мкг/м<sup>2</sup>, на территории Воронежского заповедника – менее 30 мкг/м<sup>2</sup>, Кавказского БЗ – более 700 мкг/м<sup>2</sup>, Алтайского заповедника – более 40 мкг/м<sup>2</sup>, Астраханского БЗ - около 600 мкг/м<sup>2</sup>.

В 2015 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации меди в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ – 2,7 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ – 3,1 мкг/л, Воронежского БЗ – 5,4 мкг/л, Алтайского БЗ – 0,8 мкг/л, Астраханского БЗ - 1,9 мкг/л (табл. 1.3.1.1). Средневзвешенные годовые фоновые концентрации меди в атмосферных осадках на территории Кавказского БЗ и Приокско-Террасного БЗ в 2015 году соответствовали уровням большинства предыдущих лет.

На территории Приокско-Террасный БЗ «мокрые» выпадения меди в 2015 году составили менее 1500 мкг/м<sup>2</sup>, на территории Воронежского заповедника – более 2500 мкг/м<sup>2</sup>, Кавказского БЗ – более 4700 мкг/м<sup>2</sup>, Алтайского заповедника – более 500 мкг/м<sup>2</sup>, Астраханского БЗ – менее 500 мкг/м<sup>2</sup>.

Изменение содержания тяжелых металлов в атмосферных осадках фоновых районов в 2000-2015 гг. представлено на рис. 1.3.1.1.

### Полиароматические углеводороды

В 2015 г. среднегодовая концентрация бенз(а)пирена в осадках в фоновых районах ЕТР изменилась от 0,58 до 0,80 нг/л, что на уровне прошлогодних значений, при этом более высокие уровни значений наблюдались в холодное полугодие. В южных районах Сибири средние концентрации бенз(а)пирена снизились по сравнению с прошлогодним уровнем и составили около 0,44 нг/л (табл. 1.3.1.1).

### Пестициды

По данным наблюдений фоновых станций в 2015 г. содержание пестицидов в атмосферных осадках соответствовало крайне низкому уровню прошлых лет. Концентрации γ-ГХЦГ на всех СКФМ были на уровне 5-17 нг/л. Среднегодовые значения суммы изомеров ДДТ составляли 60-154 нг/л, сохраняясь на уровне прошлогодних значений (табл. 1.3.1.1).

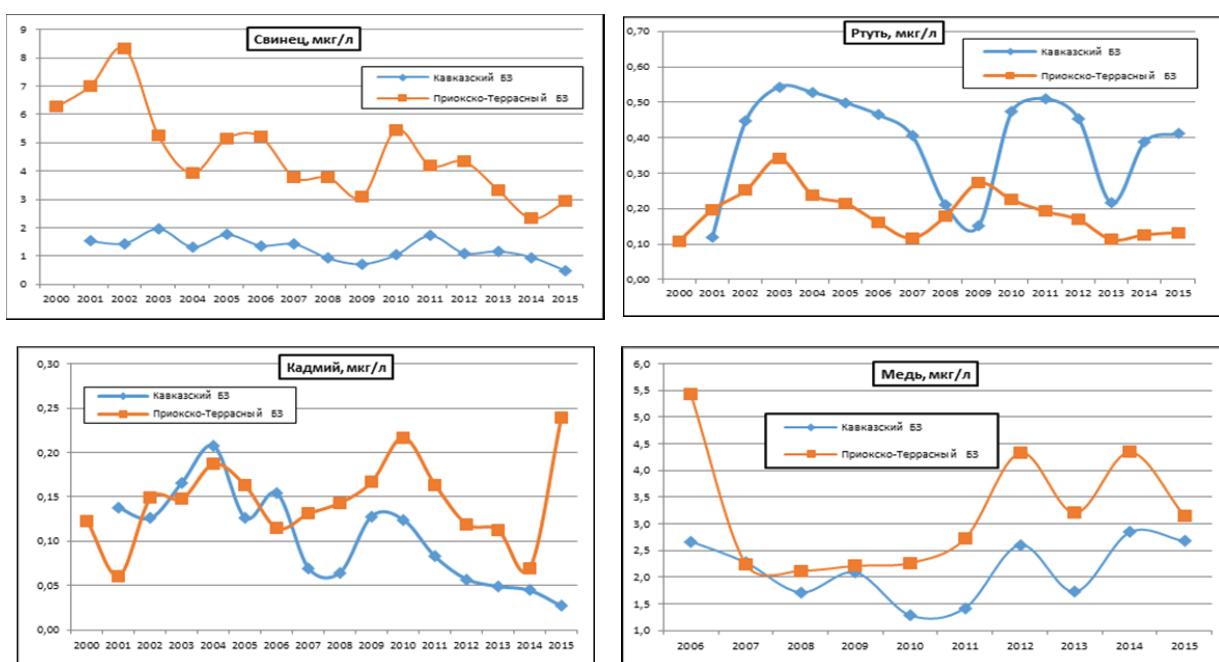
**Табл. 1.3.1.1. Концентрации загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов в 2015 г.**

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2015 г	Диапазон	2015 г	Диапазон	2015 г
Кавказский БЗ	1982-2015	0,19 - 69,0	0,537	0,020-49,0	0,031	0,001-22,4	0,445
Приокско-Террасный БЗ	1983-2015	0,2 - 696,0	2,945	0,009-20,0	0,382	0,01-80,0	0,142
Астраханский БЗ	1987-2015	0,05 - 1,0	0,915	0,025-19,0	0,194	0,02-376,0	1,623
Воронежский БЗ	1989-2015	0,18 - 44,2	1,071	0,011-2,5	0,056	0,001-311,0	0,101
Яйлю	1998-2015	0,25 - 48,0	0,878	0,001-2,5	0,056	0,001-0,97	0,046

Заповедник	Период наблюдений	Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		γ-ГХЦГ, нг/л	
		Диапазон	2015 г	Диапазон	2015 г	Диапазон	2015 г
Кавказский БЗ	1982-2015	0,05 - 61,0	0,581	1,01 - 1811	154,30	0,25 - 190	8,95
Приокско-Террасный БЗ	1983-2015	0,05 - 28,0	0,804	1,5 - 1729	60,190	0,25 - 12960	17,643
Астраханский БЗ	1987-2015	0,05 - 22,72	0,582	1,5 - 994	67,183	0,3 - 111,0	3,675
Воронежский БЗ	1989-2015	0,05 - 10,4	0,706	1,0 - 341	60,629	0,23 - 40,7	11,966
Яйлю	1998-2015	0,1 - 14,0	0,443	0,4 - 350	139,62	0,1 - 120	4,93

НПО - значение ниже предела обнаружения



**Рис. 1.3.1.1. Изменение содержания тяжелых металлов в атмосферных осадках фоновых районов в 2000-2015 гг.**

**Табл. 1.3.1.2.** Выпадения тяжелых металлов с атмосферными осадками в фоновых районах ( $\text{мкг}/\text{м}^2$  месяц)

Свинец					
Месяц	Приокско-Террасный БЗ	Кавказский БЗ	Астраханский БЗ	Воронежский БЗ	Яйлю
1	97,21	194,27	23,52	41,90	12,32
2	65,01	95,22	1,75	12,90	21,78
3	41,25	49,71	16,80		30,24
4	151,36	68,66	28,07	50,36	
5	305,66	34,44	27,76		
6	197,30	44,64		9,55	100,75
7	272,91	0,00	20,13	62,31	70,70
8	68,50	23,11		13,75	68,07
9	79,70	0,00		15,07	75,60
10	30,91	93,55	3,19	12,85	
11	70,35	112,52	9,60	345,60	
12	129,60	137,84	6,42	65,10	
Кадмий					
Месяц	Приокско-Террасный БЗ	Кавказский БЗ	Астраханский БЗ	Воронежский БЗ	Яйлю
1	18,52	2,52	156,80	3,51	0,63
2	0,95	4,33	13,68	1,29	0,40
3	1,82	2,49	324,00		1,54
4	15,14	7,90	297,49	1,64	
5	128,18	2,79	763,40		6,15
6	24,88	4,12		1,43	7,75
7	64,51	0,00	125,12	10,95	5,66
8	2,19	2,57		1,55	8,23
9	12,34	0,00		0,74	3,50
10	1,43	3,72	24,32	1,71	
11	6,10	7,18	141,00	13,44	
12	11,66	9,85	137,78	20,83	

### 1.3.2. Фоновый уровень ионного состава атмосферных осадков

В систему Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО входят 10 станций, распределенных по трем зонам: Европейская территория России (ЕТР) — Усть-Вымь, Воронежский БЗ и Приокско-Террасный БЗ; Азиатская территория России (АТР) – Туруханск, Хужир, Памятная и Терней (Сихотэ-Алинский БЗ); горные станции – Кавказский БЗ и Шаджатмаз. К группе горных добавлена метеостанция Приморская. Средневзвешенная за год сумма ионов в 90% случаев не превышает 15,0 мг/л.

**Среднегодовой химический состав осадков (ХСО).** Практически по всем зонам и большей части станций (табл. 1.3.2.1) в 2015 г среднегодовая сумма ионов (M) понизилась по сравнению с уровнем 2014 года и варьировала в интервале от 4,8 (Туруханск) до 18,2 мг/л (Шаджатмаз). Минерализация осадков обусловлена, в основном, сульфатами, гидрокарбонатами и нитратами, а также кальцием и натрием. Вместе они обеспечивают от 71% (Терней) до 87% (Шаджатмаз) суммы ионов. Содержание циклической составляющей осадков – хлоридов на всех станциях изменялось в пределах 0,4–1,2 мг/л. Сульфаты существенно преобладали на ст. Приморской и на ст. Хужир, создавая повышенную кислотность осадков.

**Таблица 1.3.2.1.** Средневзвешенные за год концентрации ионов в осадках и величина pH на станциях фонового мониторинга, 2015 г

Станция	Зона	q, мм	$\text{SO}_4^{2-}$	$\text{Cl}^-$	$\text{NO}_3^-$	$\text{HCO}_3^-$	$\text{NH}_4^+$	$\text{Na}^+$	$\text{K}^+$	$\text{Ca}^{2+}$	$\text{Mg}^{2+}$	M	pH	$k_{\text{мкСм}/\text{см}}$	
			мг/л									рНср			
Усть-Вымь		656,7	1,1	0,5	0,8	3,3	0,6	0,4	0,1	0,7	0,2	7,8	6,3	5,7	18
Приокско-Террасный БЗ	ЕТР	487,8	1,1	0,7	1,2	1,9	0,4	0,2	0,1	0,8	0,2	6,8	6,0	4,8	14
Воронежский БЗ		576,3	1,4	0,7	1,5	1,9	0,3	0,4	0,3	0,8	0,2	7,5	6,0	5,3	18
Кавказский БЗ		1727,0	0,9	0,4	0,4	2,7	0,2	0,2	0,1	1,0	0,2	6,2	6,2	5,4	17
Шаджатмаз	Горы	524,9	1,8	0,8	2,0	9,2	0,7	0,9	0,3	2,0	0,6	18,2	6,4	5,9	25
Приморская		1156,5	3,0	1,0	1,7	0,8	0,7	0,8	0,4	0,8	0,2	9,4	5,6	4,2	37
Памятная		488,8	2,5	1,0	1,4	2,0	0,5	0,6	0,3	0,9	0,3	9,6	6,0	5,0	21
Туруханск	АТР	719,2	1,1	0,7	0,5	1,1	0,1	0,5	0,3	0,3	0,2	4,8	5,8	5,1	11
Хужир		114,6	2,7	0,5	0,8	3,4	0,6	0,4	0,4	0,6	0,4	9,8	6,2	5,7	19
Терней		901,6	1,8	1,2	0,5	0,2	0,2	0,8	0,2	0,4	0,1	5,2	5,4	4,8	14

Повышенное содержание сульфатов и нитратов в Приокско-Террасном БЗ способствует закислению осадков. На других станциях ЕТР, АТР и особенно в горах выпадают осадки гидрокарбонатного или гидрокарбонатно-сульфатного типа. Фоновая загазованность воздуха оксидами серы и азота, по-видимому, несколько выше в западных, а запыленность - больше в восточных районах РФ.

**Годовой ход минерализации осадков.** Изменения среднемесячной минерализации осадков по зонам и станциям представлено на рис. 1.3.2.1.

В основном месячная сумма ионов расположена ниже регионального фона с более частыми превышениями на горных станциях. Колебание её происходит в интервале от 2 (Терней) до 40 мг/л (Воронежский БЗ) Следует отметить, что более высокие концентрации компонентов определены при малой за период отбора сумме осадков. Чаще стали выпадать осадки с предельно низкой минерализацией 3 - 4 мг/л (Кавказский, Приокско-Террасный, Воронежский БЗ и Туруханск). Характерно, что по абсолютно минимальной величине pH осадки стали менее кислыми.

На всех станциях, за исключением Хужир и Приморская, чаще всего при величине  $pH \leq 5,0$  преобладают сульфаты, а при  $pH > 5,5$  - гидрокарбонаты. В среднем по ЕТР содержание сульфатов в 1,5 раза ниже, а гидрокарбонатов почти в 3 раза выше, чем на АТР. Вместе они составляют (кроме Тернея) более 50% суммы ионов. В Тернене преобладают сульфаты и хлориды. Наибольший разброс концентрации сульфатов приходится на станции Воронежский БЗ (0,8 - 13 мг/л), Приморская (1,4 - 7,9 мг/л) и Хужир (1,0 - 6,6 мг/л). Интервал колебаний гидрокарбонатов в Кавказском БЗ составил 1,2 - 11,4 мг/л и в Усть-Выми - 1,7 - 10,5 мг/л, что значительно ниже уровня прошлого года. Следующими по вкладу в минерализацию осадков следует считать нитраты и затем хлориды. Нитраты имеют более широкий диапазон от 0,1 до 11,8 мг/л, хлориды 0,3 - 3 мг/л.

Из катионов преобладает кальций, изменяясь от 0,2 до 3,5 мг/л, далее следуют ионы натрия (0,1 - 2,5 мг/л) и калий (0,1 - 2,4 мг/л). На побережье содержание натрия близко к 3,0 мг/л, а хлоридов к 6,0 мг/л. Максимальная кислотность осадков изменяется от 2 мкг/л (Усть-Вымь,  $pH = 5,7$ ) до 63,1 мкг/л (Приморская,  $pH = 3,65$ ). Внутри диапазонов абсолютно минимальных или абсолютно максимальных значений наблюдаются также различия величины pH.

**Временной ход химического состава осадков.** Средневзвешенная сумма ионов на станциях фонового мониторинга периодически превышает уровень 15 мг/л. Наибольшие межгодовые колебания суммы ионов и отдельных компонентов происходят на ЕТР на ст. Усть-Вымь и в Воронежском БЗ, на АТР на ст. Памятная и практически на всех Горных станциях.

В течение 2009-2015 гг. профиль суммы ионов повторяет ход одного или двух основных компонентов (рис. 1.3.2.2). Нередко к ним присоединяются нитраты. Наиболее чистыми станциями в течение 30 лет остаются Приокско-Террасный БЗ на ЕТР и Терней на АТР. Концентрация аммония на всех станциях составляет до 1 мг/л, доля которого периодически достигает 2,0 мг/л на ст. Усть-Вымь, Памятная и Приморская. На этих же станциях наблюдается повышенное содержание нитратов. В целом на ЕТР содержание сульфатов и нитратов понизилось, а гидрокарбонатов либо сохранилось неизменным, либо возросло.

**Кислотность атмосферных осадков.** На рис. 1.3.2.3 представлены временные характеристики средней за год величины pH. За рассматриваемый период произошли её существенные изменения. В 2006 г интервал значений pH составлял 5,4 - 6,1 на ЕТР и 5,4 - 6,4 на АТР. К 2015 г осадки на обеих территориях стали менее кислые, изменившись соответственно на интервалы pH 6,0 - 6,4 и 5,6 - 6,0.

К 2015 г минимальная величина pH возросла до 5,6, максимальная - до 6,4. Диапазоны, в которых варьирует величина pH, существенно различны. Причём, крайние значения постепенно сходятся, в основном за счёт повышения щёлочности максимально кислых осадков, к  $pH = 6,2$  на ЕТР и к  $pH = 5,8$  на АТР. Абсолютно максимальная кислотность осадков на всех станциях (кроме Хужира) уменьшилась примерно на 30 - 40%.

На ст. Усть-Вымь щелочность возросла примерно в 10 раз (рН с 4,8 до 5,7). В 2015 г. наиболее кислые осадки выпадали на ст. Приморской (рН = 4,2).

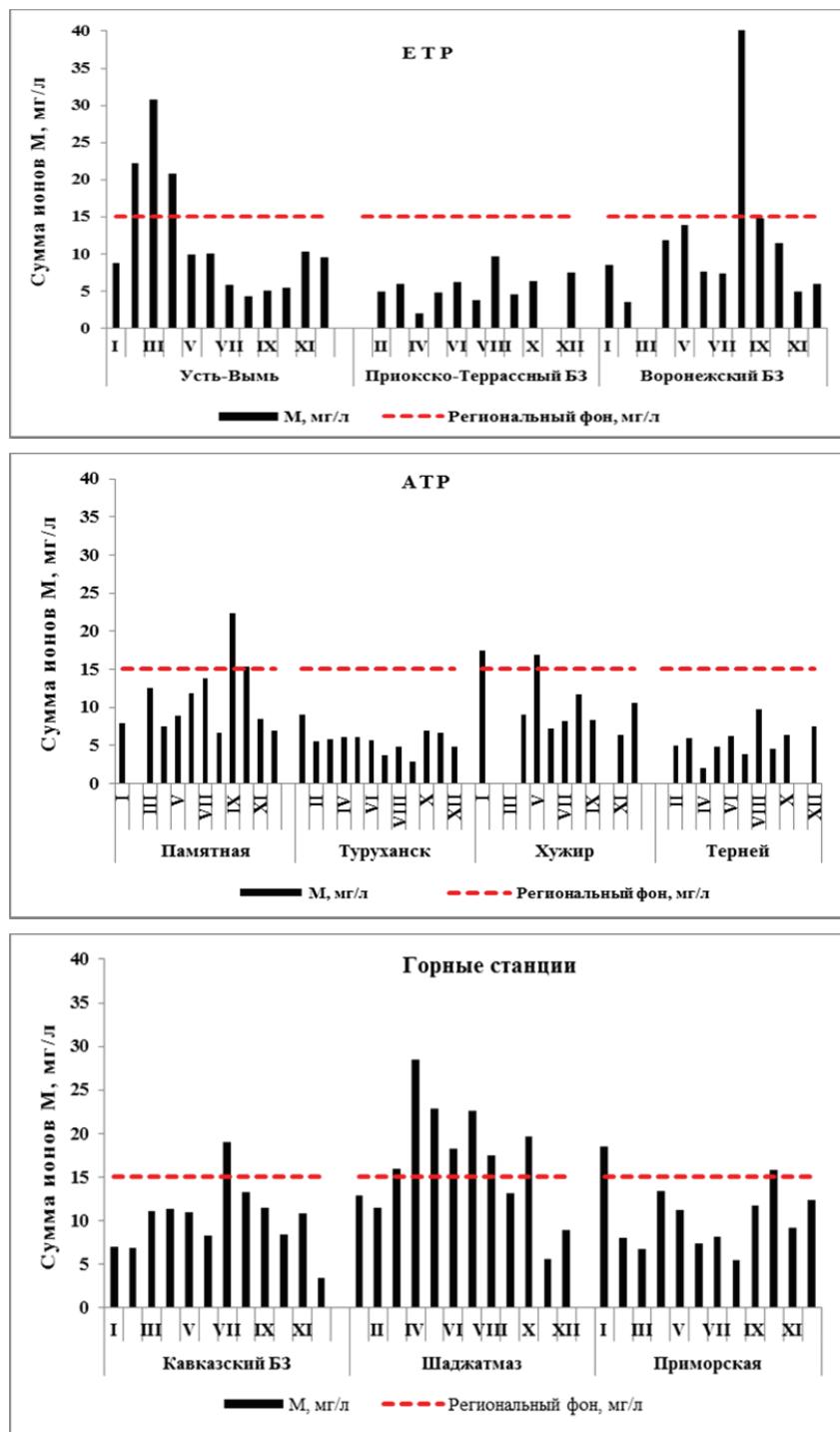


Рис. 1.3.2.1. Годовой ход минерализации осадков на станциях ГСА ВМО, 2015 г.

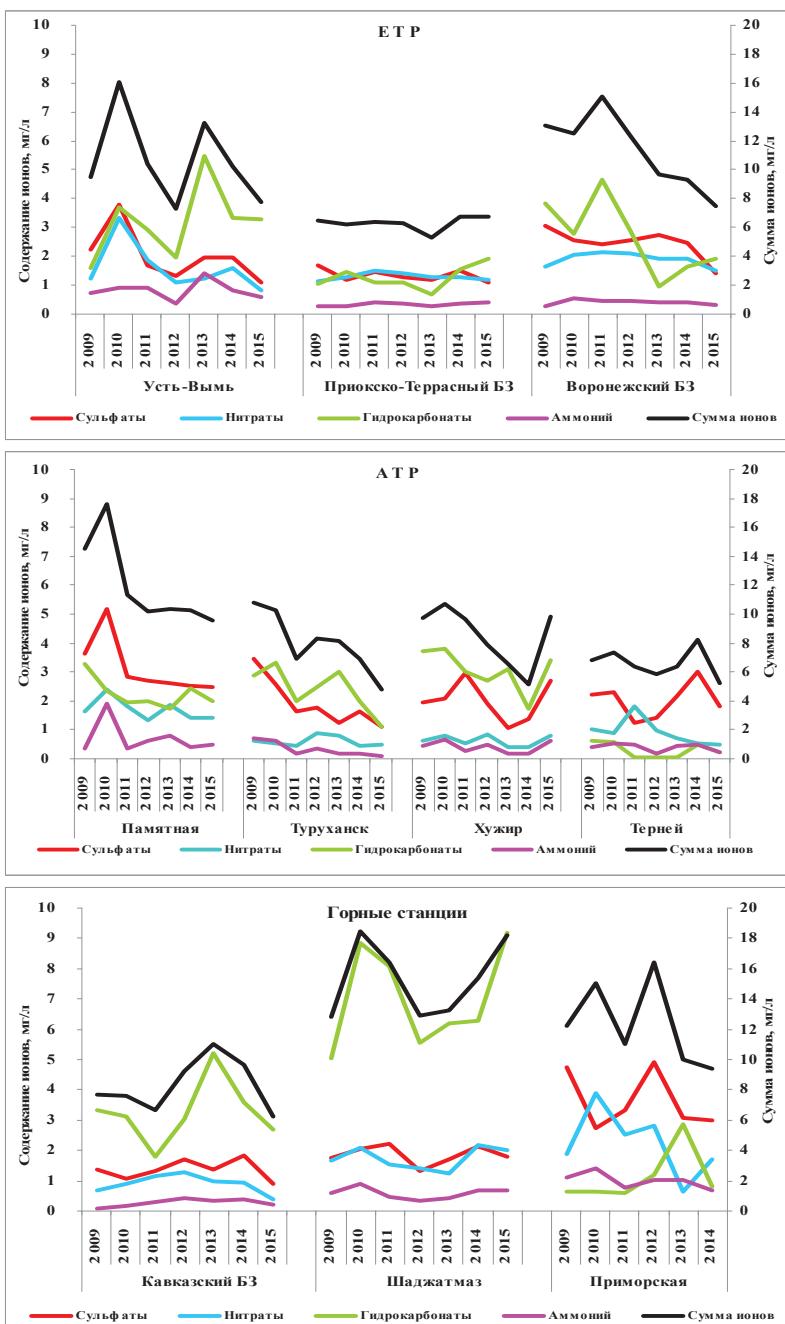
**Выпадение веществ с осадками.** В таблице 1.3.2.2 показаны средние за год выпадения веществ с атмосферными осадками (влажные выпадения) и ход изменения их со временем. Годовая сумма осадков, входящая в расчётную формулу, по рассматриваемым станциям возросла (кроме Шаджатмаза, Хужира и Тернея) от 2% (Туруханск) до 80% (Приморская). Соответственно возросли или сохранились неизменными влажные выпадения.

Сохранилось преобладание азота аммиачного над нитратным (за исключением Воронежского БЗ и Туруханска) в соотношении примерно от 1,2 до 2,5.

Сера сульфатная примерно в 1,5 раза превышает суммарный азот на АТР и составляет около половины от суммы азота на ЕТР.

**Таблица 1.3.2.2. Выпадение серы, азота и суммы ионов с осадками, 2015 г**

Станция	q, мм	S(SO <sub>4</sub> )	N(NO <sub>3</sub> )	N(NH <sub>4</sub> )	ΣN	Q	N(H)/N(O)	S / Σ N
		т/км <sup>2</sup> год						
Усть-Вымь	656,7	0,24	0,12	0,30	0,42	5,1	2,58	0,57
Приокско-Террасный БЗ	487,8	0,18	0,13	0,15	0,28	3,3	1,15	0,63
Воронежский БЗ	576,3	0,26	0,19	0,13	0,32	4,2	0,69	0,82
Кавказский БЗ	1926,9	0,51	0,15	0,27	0,42	10,6	1,72	1,22
Шаджатмаз	524,9	0,31	0,23	0,28	0,51	9,4	1,20	0,60
Приморская	1156,5	1,16	0,44	0,63	1,07	10,9	1,42	1,08
Памятная	488,8	0,39	0,15	0,18	0,33	4,5	1,23	1,18
Туруханск	719,2	0,26	0,08	0,06	0,14	3,4	0,69	1,93
Хужир	114,6	0,10	0,02	0,05	0,07	1,1	2,58	1,39
Терней	901,6	0,54	0,10	0,14	0,24	4,7	1,38	2,24

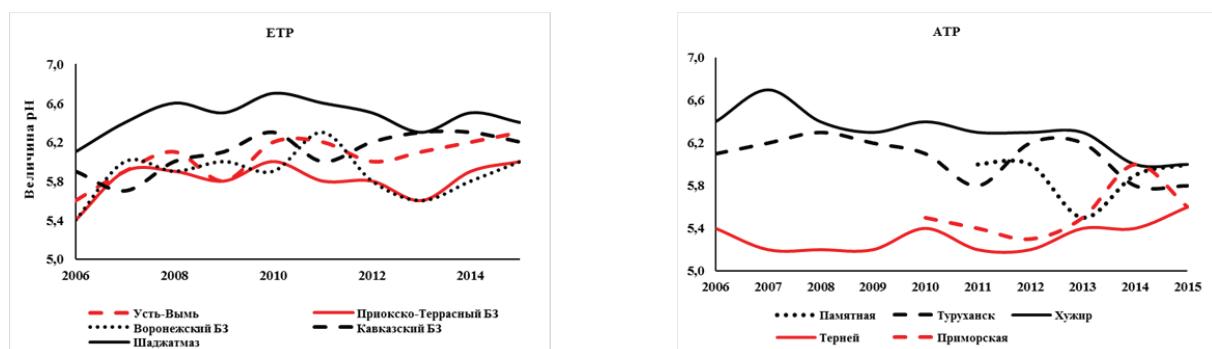


**Рис. 1.3.2.2. Многолетний ход концентрации ионов и минерализации осадков, 2009-2015 гг.**

Во временном ходе серы выпадает меньше или равное количество с суммарным азотом на ЕТР и в некоторых случаях превышает суммарный азот на АТР. Если взять количество серы и суммарного азота за весь рассматриваемый период (2009-2015 гг.), то в Российской Федерации сера и азот выпадают с осадками примерно в равных количествах.

Наибольшие колебания элементов и суммы ионов происходит в горной местности: в Кавказском БЗ и на ст. Шатжатмаз, а также на ст. Терней и на ст. Приморская. Суммарные выпадения всегда более высокие на горных станциях из-за постоянно повышенного количества осадков (1926,9 мм в Кавказском БЗ). На других станциях общее выпадение также определяется суммой осадков, которые оказались довольно большими на ст. Усть-Вымь (656,7 мм), на ст. Приморская (1156,5 мм) и на ст. Терней (901,6 мм). В общем влажные выпадения изменяются от 0,2 - 0,3 (Хужир) до 2,3 т/км<sup>2</sup>.год (Приморская).

За рассматриваемый период отмечается некоторая тенденция к уменьшению выпадений серы и азота на ст. Усть-Вымь, в Кавказском БЗ и на ст. Терней.



**Рис. 1.3.2.3.** Изменение со временем средней за год величины рН на станциях фонового мониторинга, 2006-2015 гг.

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

На территории России в рамках международной Сети мониторинга выпадения кислотных осадков в Восточной Азии (Acid Deposition Monitoring Network in East Asia - EANET) с 2000-2002 гг. постоянно работают 4 станции мониторинга: три в регионе оз. Байкал - Иркутск (городская), Листвянка (региональная) и Монды (фоновая); одна в Приморском крае – Приморская (региональная). В настоящее время только станции ЕАНЕТ предоставляют результаты регулярного мониторинга содержания загрязняющих веществ в атмосфере вне городов на азиатской части территории России.

По данным измерений в 2015 г. впервые содержание газообразного хлористого водорода в целом преобладало среди газовых примесей, измеряемых на станциях ЕАНЕТ (рис. 1.4.1). На станции Приморская среднегодовое содержание аммиака и диоксида серы одно из самых низких в сравнении с наблюдениями за предыдущие годы, при этом наблюдавшиеся концентрации  $\text{SO}_2$  в Приморье были ниже, чем в районе озера Байкал. Среднемесячные концентрации  $\text{SO}_2$  на фоновом уровне (ст. Монды) в 2015 г. регистрировались на уровне ниже  $0.05 \text{ мкг}/\text{м}^3$ , с более высокими значениями для холодного периода года.

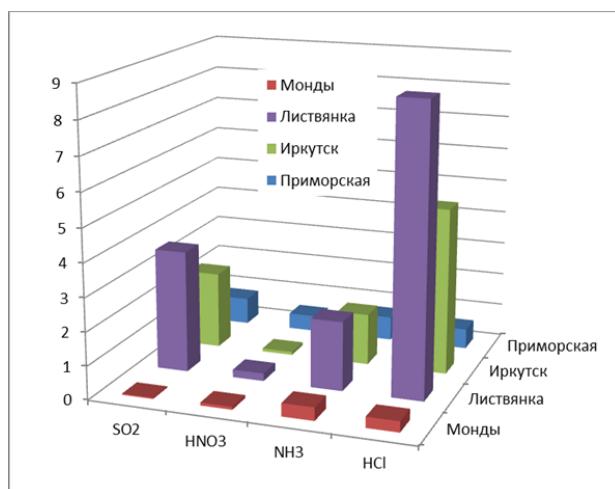


Рис. 1.4.1. Среднегодовое содержание газовых примесей в воздухе по данным измерений на станциях ЕАНЕТ в 2015 г. ( $\text{мкг}/\text{м}^3$ )

За весь период наблюдения на всех станциях ЕАНЕТ наибольшие концентрации в составе взвешенных частиц характерны для сульфатов – около 55-60% состава атмосферных аэрозолей по массе, при этом наиболее высокие значения практически всех ионов характерны для измерений в Приморском крае (рис. 1.4.2). В Байкальском регионе за период наблюдений содержание практически всех основных ионов в воздухе уменьшилось более чем вдвое. При этом наблюдаемое региональное загрязнение атмосферы (ст. Листвянка) в 5 и более раз превышает фоновые уровни загрязнения (ст. Монды). Концентрации сульфатов, нитратов и аммония в аэрозолях в Приморье заметно выше, чем в регионе Байкала.

В годовом ходе аэrozолей сульфатов и нитратов на региональных станциях хорошо прослеживается максимум в зимний период. В целом, в 2015 г. среднесезонные концентрации в районе оз. Байкал были на уровне многолетних характерных значений или чуть ниже, а в Приморье – как в 2014 г, оставаясь несколько выше многолетних характерных значений.

В многолетнем ходе средних концентраций серо- и азотсодержащих веществ в воздухе отмечается некоторая стабилизация среднегодовых значений на всех станциях ЕАНЕТ по сравнению с 2010-2014 гг. (рис. 1.4.3).

Оценка трендов изменения содержания основных загрязняющих веществ в воздухе за весь период наблюдений (табл. 1.4.1), показала, что на региональных станциях Листвянка

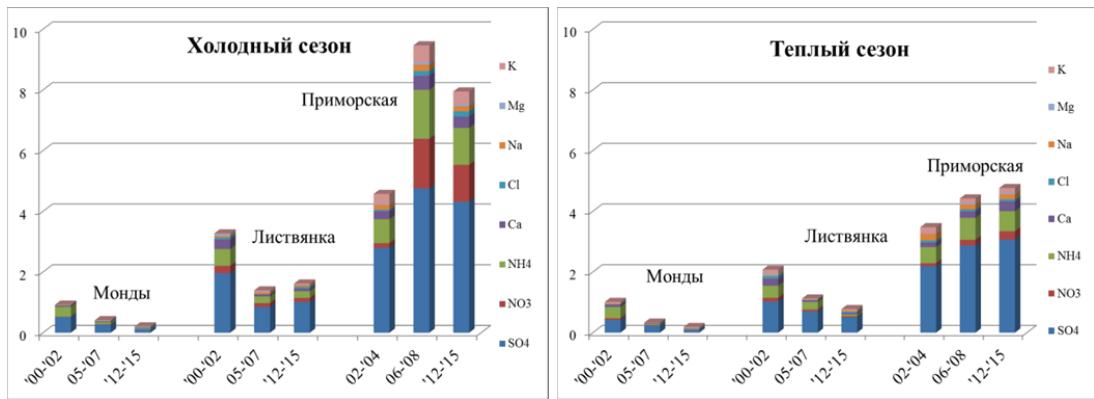


Рис. 1.4.2. Изменение среднего химического состава аэрозолей ( $\mu\text{г}/\text{м}^3$ ) на станциях ЕАНЕТ в холодный (слева) и теплый (справа) периоды по данным наблюдений в 2000-2015 г.

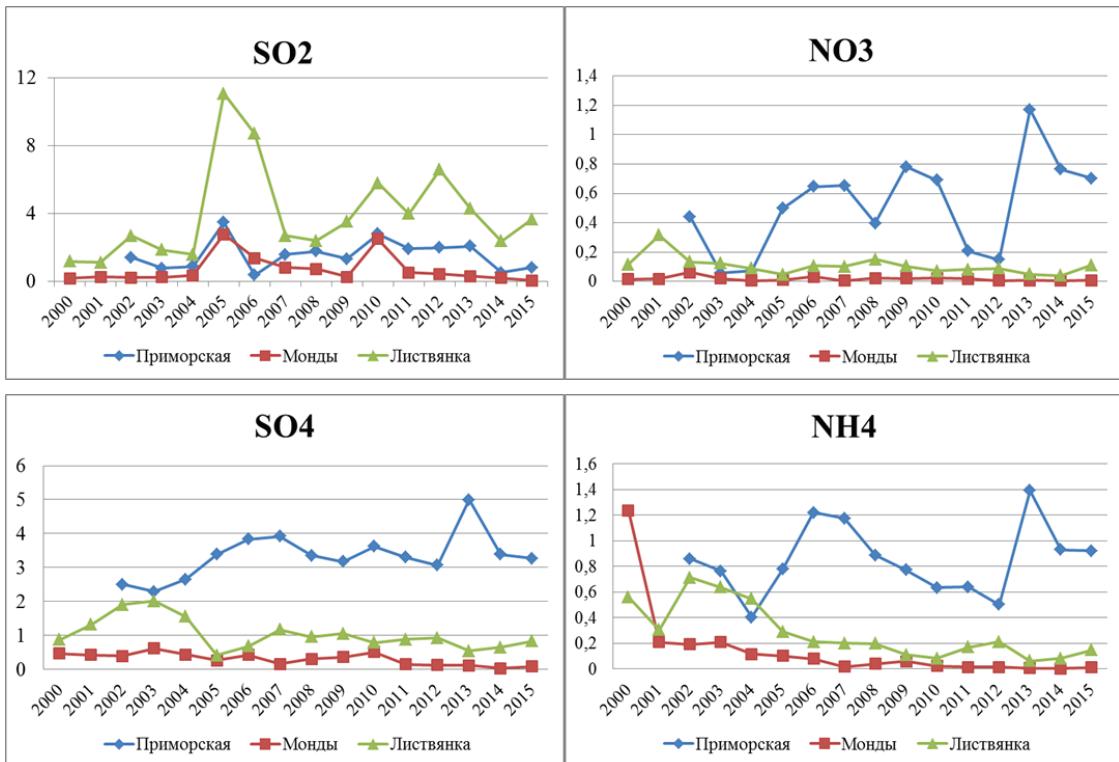
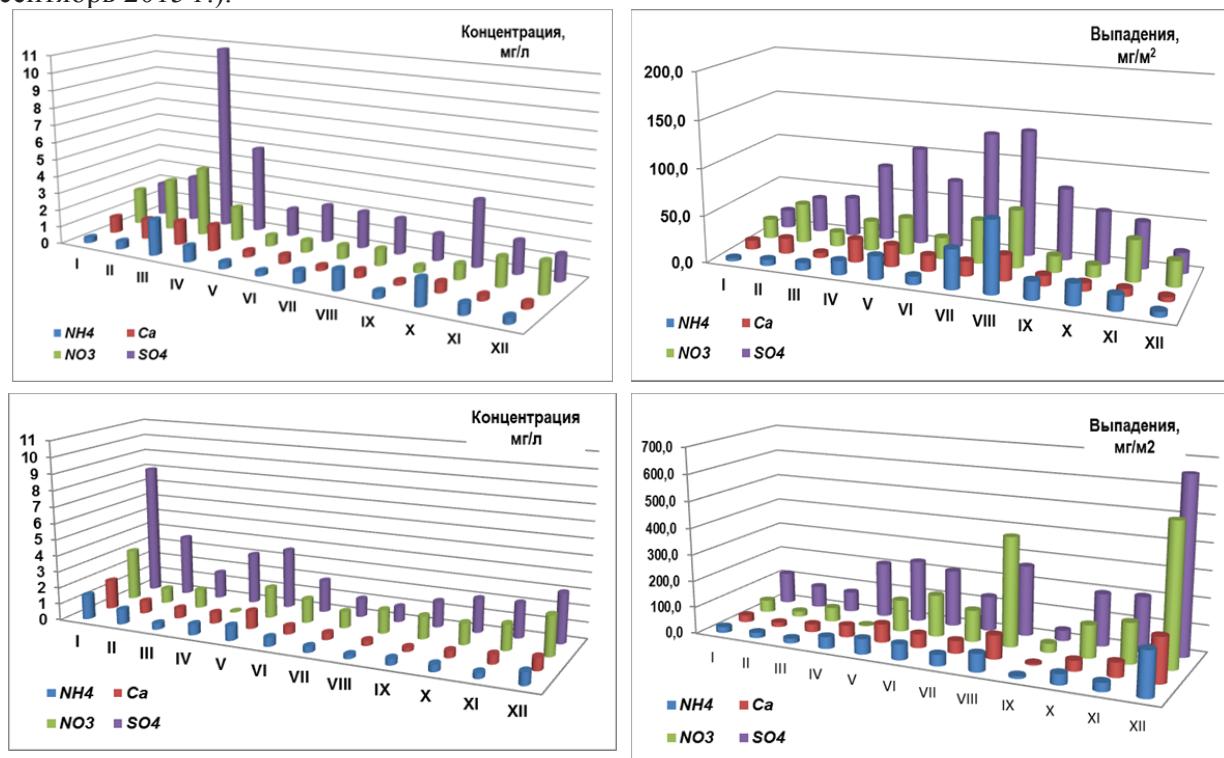


Рис. 1.4.3. Изменения средних годовых концентрации соединений серы (слева) и азота (справа) в воздухе на станциях ЕАНЕТ ( $\mu\text{г}/\text{м}^3$ )

и Приморская уровни концентраций диоксида серы в целом возрастили на 3,2-3,8% в год (по отношению к среднему многолетнему), в то время как концентрации сульфатов в регионе озера Байкал убывали в среднем на 3,8-4,7% в год. На станции Листвянка также отмечаются значимые убывающие тренды для всех основных ионов, определяемых в аэрозолях; на фоновой станции Монды такое убывание гораздо слабее или не является значимым. Оценки медианных трендов показали разнонаправленные изменения содержания аммиака в воздухе, и возрастание концентраций газовой HCl (от 5 до 16% в год) на всех трех станциях.

По результатам наблюдений за загрязнением осадков в 2015 г. на региональном уровне отмечается небольшие различия содержания сульфатов, аммония и других соединений для региона Байкала и Приморья, определяемые, в основном, разницей внутригодового хода. Сезонные изменения влажных выпадений сульфатов и других ионов определяются, в основном, годовым ходом осадков. Максимальные потоки сульфатов в 2015 г. отмечены в Приморье в декабре ( $0,65 \text{ г}/\text{м}^2$ ), значительные в апреле-августе ( $0,20 - 0,26 \text{ г}/\text{м}^2$  в месяц), а в холодный период 2014-2015 г. влажные выпадения сульфатов в целом составили  $0,41 \text{ г}/\text{м}^2$  ( $0,07 - 0,13 \text{ г}/\text{м}^2$  в месяц в декабре-марте), несмотря на относительно

высокие концентрации их в осадках (рис. 1.4.4). В регионе Байкала внутригодовой ход выпадений выражен явно с максимумами в конце весны-лета практически для всех соединений, вместе с наибольшими суммами осадков в течение года (более 85% за апрель-сентябрь 2015 г.).



**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 2015 году

**Таблица 1.4.1.** Оценки трендов концентраций основных загрязняющих веществ в воздухе на станциях ЕАНЕТ (в год) за период 2000-2014 г. (статистически незначимые величины выделены серым цветом ячейки)

Измеряемое вещество		Станции мониторинга ЕАНЕТ		
		Приморская	Монды	Листвянка
Газы, млрд <sup>-1</sup> /год	SO <sub>2</sub>	0.016	0.003	0.032
	HNO <sub>3</sub>	0.002	0	-0.004
	HCl	0.015	0.010	0.009
	NH <sub>3</sub>	-0.132	-0.002	0.019
Аэрозоли, мкг/м <sup>3</sup> в год	SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup>	0.027	-0.013	-0.035
	NO <sub>3</sub> <sup>-</sup>	0.002	-0.002	-0.008
	Cl <sup>-</sup>	-0.003	0	-0.005
	NH <sub>4</sub> <sup>+</sup>	-0.005	-0.008	-0.019
	Na <sup>+</sup>	0.001	0	-0.001
	K <sup>+</sup>	0	-0.001	-0.002
	Mg <sup>2+</sup>	0.001	-0.001	-0.001
	Ca <sup>2+</sup>	0.006	-0.002	-0.006

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. 1.4.2). При этом

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

**Таблица 1.4.2.** Сравнение суммарных выпадений серы и азота с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2008-2015 г. и критических нагрузок, используемых в ЕМЕП, г/м<sup>2</sup>/год

Станция	Влажные выпадения (в единицах элемента) (в скобках - среднее за 7 лет)			Критические нагрузки (ЕМЕП)	
	S (SO4)	N (NO3)	N (NH4)	S <sub>CL</sub>	N <sub>CL</sub>
Листвянка	0,09 - 0,34 (0,22)	0,032 - 0,10 (0,073)	0,034 - 0,16 (0,096)	1,6 - 2,4	0,56 - 0,98
Монды	< 0,01 - 0,051 (0,030)	<0,001 - 0,022 (0,015)	<0,001 - 0,04 (0,020)	0,32 - 0,64	< 0,28
Приморская	0,44 - 0,78 (0,61)	0,087 - 0,33 (0,23)	0,31 - 0,58 (0,40)	1,6 - 2,4	0,56 - 0,98

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

Главную роль в формировании трансграничного загрязнения воздуха и осадков играют выбросы кислотообразующих соединений в атмосферу, главным образом, газообразных оксидов серы и азота. В период их пребывания в атмосфере происходит химическая трансформация до кислотных ионов, и реализуются возможности дальнего, в том числе трансграничного, переноса загрязняющих веществ. В рамках выполнения международной «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) в 2015 г. проводились наблюдения на четырех станциях ЕМЕП, расположенных в северо-западном регионе России (Янискоски, Пинега) и в центральной части Европейской России: на станциях Данки (юг Московской области), Лесной заповедник (Тверская область). Основные измерения по программе ЕМЕП представляют собой регулярный анализ содержания в атмосфере и атмосферных осадках основных химических соединений, определяющих кислотно-щелочной баланс. По результатам обработки годовых массивов полученных данных оценены реальные величины атмосферных выпадений (нагрузок) серы и азота, образующих приоритетные кислотообразующие соединения, в районах размещения станций.

При использовании традиционного анализа степени закисления атмосферных осадков по величине pH, показателю концентрации свободных ионов водорода, необходимо учитывать, что он также характеризует соотношение анионов закисляющих соединений и щелочных нейтрализующих катионов, образующихся и абсорбируемых в облачных слоях в ходе переноса. На это соотношение влияют как природные, так и антропогенные факторы. Для различных районов земного шара и в разные сезоны pH атмосферных осадков варьирует в весьма широких пределах, внутри которых осадки условно можно подразделить на: кислые (при pH < 4), слабокислые (4 < pH < 5), природно-нейтральные (5 < pH < 7) и слабощелочные (pH > 7).

Распределение повторяемости наблюдавшихся значений pH суточных осадков в различных диапазонах характера кислотности представлено в табл. 1.5.1, из которой видно, что кислые осадки (pH < 4) в 2015 г. не наблюдались. На приграничных территориях отмечаются слабокислые осадки, тем не менее, в северо-западной части ЕТР атмосферные выпадения в целом нейтральные, с наибольшей вероятностью значений pH от 5 до 6.

**Таблица 1.5.1.** Распределение измеренных значений показателя кислотности (ед. pH) по диапазонам характера закисления атмосферных осадков в районах расположения российских станций ЕМЕП в 2015 г.

Станция / широта, гр. с.ш.	pH, среднее	Доля проб в диапазоне pH, %				
		< 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	> 7
Янискоски,	69	5,08	0	9	55	33
Пинега,	65	5,66	0	0	23	77
Лесной,	56	5,50	0	8	64	27
Данки,	55	5,64	0	3	63	33

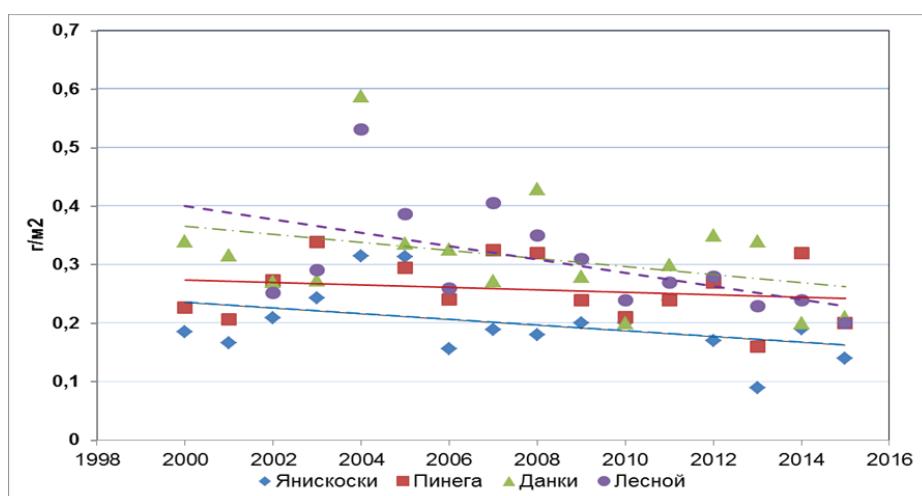
Величина выпадений соединений серы и азота на подстилающую поверхность дает возможность оценить степень опасности воздействия загрязнения атмосферы на состояние окружающей среды, в частности, в долгосрочной перспективе избыточное поступление этих веществ может привести к закислению почвенных растворов и ухудшению свойств почвы. Поток загрязняющих веществ из атмосферы осуществляется с атмосферными осадками (влажные выпадения) и при осаждении (поглощении) веществ в виде газов и аэрозольных частиц на подстилающей поверхности (сухие выпадения).

Поток влажных выпадений серы и азота (нитратного и аммонийного) на подстилающую поверхность определяется их содержанием в осадках и количеством последних. При этом колебания концентраций основных ионов в атмосферных осадках

могут быть меньше, чем изменчивость сумм выпадающих осадков, особенно для межгодовых вариаций сезонных и годовых значений.

Среди составляющих ионного баланса атмосферных осадков сульфат-ион является доминирующим кислотным анионом для всех станций ЕМЕП, его вклад составляет 17-31%, однако вклады нитрат-иона и ионов аммония также довольно существенны - 7-15% и 10-22%, соответственно. Среднегодовая концентрация сульфатной серы в осадках в 2015 г. изменилась от 0,28 мг S / л на станции Янискоски до 0,41 мг S/л на станции Данки (в районе Приокско-Террасного биосферного заповедника). Характер пространственного распределения содержания нитратов в осадках практически совпадал с наблюдающимся в 2015 г. для сульфатов: наименьшее значение среднегодовой концентрации составило 0,12 мг N / л на станции Янискоски (Мурманская обл.), на территориях более низких широт вдали от промышленных районов и крупных городов (станции Пинега и Лесной заповедник) 0,24 - 0,28 мг N/л, на станции Данки – 0,31 мг N/л. Для ионов аммония были характерны практически одинаковые значения среднегодовых концентраций, 0,43 – 0,45 мг N/л.

Во внутригодовом ходе максимальные концентрации сульфатов в районах на станций ЕМЕП наблюдались в весенний и осенний периоды, при более чем пятикратном превышении значений в холодный период по сравнению с теплым. Наиболее высокая концентрация нитратов и ионов аммония в осадках также наблюдается в холодный период года, отражая важную роль переноса от антропогенных источников при формировании уровней содержания азотсодержащих соединений в осадках.

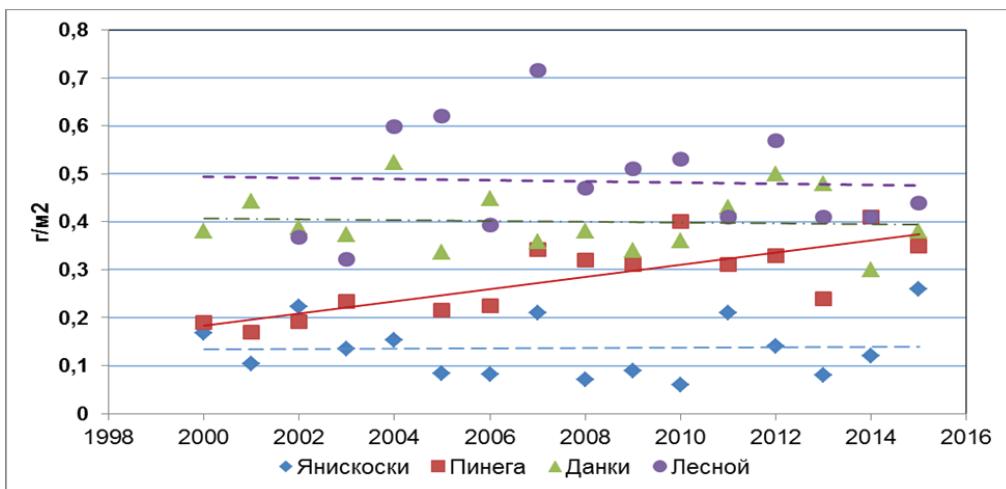


**Рис. 1.5.1. Многолетние выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г S / м<sup>2</sup> / год)**

Рассчитанные по средневзвешенным концентрациям и месячным суммам выпавших осадков величины влажных выпадений для районов станций составляли в 2015 г.: серы 0,14 – 0,21 г/м<sup>2</sup> в год и азота 0,26 – 0,44 г/м<sup>2</sup> в год. Для всех станций ЕМЕП количество влажных выпадений серы и азота в зимний период существенно ниже, чем в летний. Доля аммонийного азота составила около 60% от суммарного влажного выпадения азота. Многолетние вариации выпадений связаны с межгодовой изменчивостью сумм осадков (вариации месячных и годовых величин могут составить десятки процентов от среднемноголетних значений), а также с динамикой выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в странах Европы. Идентификация роли последнего фактора является важной задачей ЕМЕП, так как одной из целей программы является мониторинг, и подтверждение эффективности согласованных предпринятых природоохранных мер в странах-участницах и в Европе в целом для улучшения качества окружающей среды.

Изменение значений годовых выпадений серы из атмосферы с осадками на российских станциях ЕМЕП представлено на рис. 1.5.1. При относительно большой вариации годовых значений можно отметить практически отсутствие направленного

уменьшения сумм влажных выпадений за период действия Гетеборгского протокола (подписан в 1999 г.) с незначимыми характеристиками линейного тренда. По результатам расчета многолетних выпадений с осадками суммы нитратного и аммонийного азота, представленным на рис. 1.5.2, отмечается, что в целом на некоторых российских станциях ЕМЕП можно отметить рост выпадений азота. Темпы этого роста различны от станции к станции, что может быть связано с высокой межгодовой вариабельностью значений.



**Рис. 1.5.2. Многолетние выпадения суммарного азота (нитратного и аммонийного) из атмосферы с осадками (г N / м<sup>2</sup> / год)**

Среднее содержание оксидов серы и азота (газы и аэрозоли) в атмосферном воздухе, оценивающееся по результатам определения среднесуточных концентраций газов и аэрозолей на станциях ЕМЕП, в целом закономерно возрастает с севера ЕТР к центральным районам России. Уровни концентраций значительно ниже, чем принятые границы допустимых значений для самых чувствительных видов наземной растительности, указанные в научной литературе. Внутригодовая изменчивость концентраций окислов серы имеет явную сезонную зависимость: наибольшие средние концентрации сернистого газа на станции Данки в 2015 г. наблюдались в феврале-марте (0,94 - 1,08 мкг/м<sup>3</sup>), аэрозольного сульфата – в январе-марте (от 0,53 до 0,96 мг S/m<sup>3</sup>).

Для характеристики степени экологической опасности, вызываемой поступлением избыточного содержания кислотообразующих веществ из атмосферы, в программах Конвенции (включая ЕМЕП) используется сравнение с уровнями критических нагрузок, рассчитанных с учетом чувствительности почв в части изменения их свойств в долгосрочной перспективе при условии, что экосистемы могут выдерживать воздействие количества подкисляющих выпадений без какого-либо ущерба. Величины критических нагрузок оценены для разных географических районов с использованием методических рекомендаций ЕЭК ООН, однако для азота они являются ориентировочными.

Поступление из атмосферы рассчитывается в виде суммы сухих и влажных выпадений всех химических соединений серы и азота, при этом согласно ранее выполненным оценкам для российских станций ЕМЕП вклад сухих выпадений составляет около 40% от суммарных для серы и около 10% для азота. Последнее можно считать несколько заниженной оценкой, поскольку программа мониторинга на российских станциях ЕМЕП не включает измерения газообразной азотной кислоты, аммиака и оксидов азота.

Сравнение годовых влажных выпадений серы и суммарного азота с осадками в 2015 г. и значений критических нагрузок по этим элементам для районов расположения станций, представленных в табл. 1.5.2, позволяют сделать вывод, что выпадения серы существенно ниже критических нагрузок. Для азота суммарные выпадения близки к критическим значениям, что является тревожным сигналом с учетом существующих тенденций изменения выпадений азота с осадками к росту год от года.

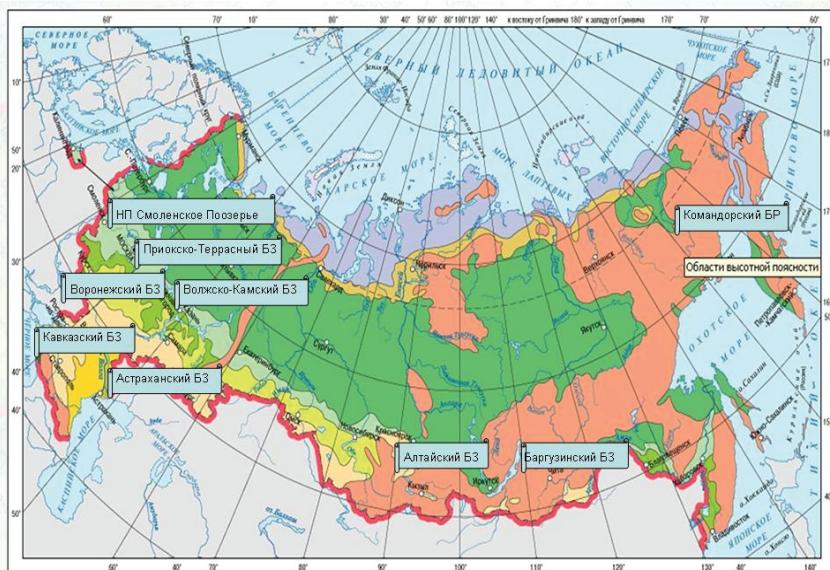
**Таблица 1.5.2.** Сравнение суммарных влажных выпадений в 2015 г. и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП, г / м<sup>2</sup> / год

Станция ЕМЕП	Суммарные выпадения и критические нагрузки для серы		Суммарные выпадения и критические нагрузки для азота	
	Выпадения	Нагрузки	Выпадения	Нагрузки
Янискоски	0,14	0,32-0,64	0,26	<0,28
Пинега	0,20	0,32-0,64	0,35	<0,28
Лесной	0,21	1,6-2,4	0,44	0,56-0,98
Данки	0,20	1,6-2,4	0,38	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

Наблюдения за содержанием в почвах приоритетных экотоксикантов проводятся на постоянных пробных площадках станций комплексного фонового мониторинга (КФМ), располагающихся в пределах особо охраняемых природных территорий федерального значения – биосферных заповедников и национальных парков, которые приурочены к основным биоклиматическим зонам европейской и азиатской частей России, включая диапазон от подтаежной до полупустынной зон, а также области высотной поясности (рис. 2.1.1). Пробные площадки организованы в наиболее представительных биогеоценозах регионов, что позволяет охарактеризовать фоновое поступление загрязняющих веществ в типичные ландшафты.



**Рис. 2.1.1. Карта - схема распределения станций КФМ по природным зонам России**

Отбор проб почв и растительности на станциях КФМ осуществляется с периодичностью 1 раз в 3-5 лет по унифицированной для всех КФМ схеме. Образцы почв отбираются методом конверта с площади 100 – 2500 м<sup>2</sup> из верхнего минерального слоя профиля на глубину 10 см, а в лесных экосистемах – дополнительно из горизонта лесной подстилки. Пробы вегетативных частей растительности отбираются раздельно по фракциям: листва и хвоя древостоев, надземная часть высшей растительности травянистого (разнотравье) яруса и низшей растительности мохового яруса.

В 2015 году проводились плановые обследования фонового загрязнения почв на станциях КФМ Кавказского БЗ, Приокско-Террасного БЗ и Астраханского БЗ. Кроме того, представлены данные комплексных обследований фонового уровня загрязнения почв и растительности на всех станциях КФМ за последние 10 лет.

#### Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах биосферных заповедников по данным сети станций комплексного фонового мониторинга

В целом, за период наблюдений с 2005 по 2015 год в почвах станций КФМ не зарегистрировано случаев значимого превышения концентраций загрязняющих веществ сверх установленных нормативных величин ПДК (ОДК) для валовых форм соединений тяжелых металлов (табл. 2.1.1) и стойких органических загрязнителей (табл. 2.1.2).

Тем не менее, содержание загрязнителей, численно превышающее величину 0,5 ПДК (ОДК), спорадически зарегистрировано за последнее десятилетие в автоморфных

дерново-подзолистых почвах Приокско-Террасного БЗ (валовые формы соединений свинца, кадмия и меди, а также сумма метаболитов ДДТ), Воронежского БЗ (соединения свинца, бенз(а)пирена и суммы метаболитов ДДТ) и Волжско-Камского БЗ (сумма метаболитов ДДТ), горных бурых лесных почвах Кавказского БЗ (соединения свинца), горно-луговых почвах Алтайского БЗ (соединения кадмия), горных мерзлотно-таежных почвах Баргузинского БЗ (сумма метаболитов ДДТ), т.е. на большинстве пробных площадок станций КФМ. Полученные данные свидетельствуют о наличии значимой антропогенной нагрузки в этих регионах, особенно в приуроченных к равнинной части европейской территории России. Лишь в случае размещения станций КФМ в гористых ландшафтах можно предположить естественную литогенную природу обогащенности почв валовыми формами соединений тяжелых металлов, которая определяется халькофильно-сидерофильной специализацией массивов покровных отложений.

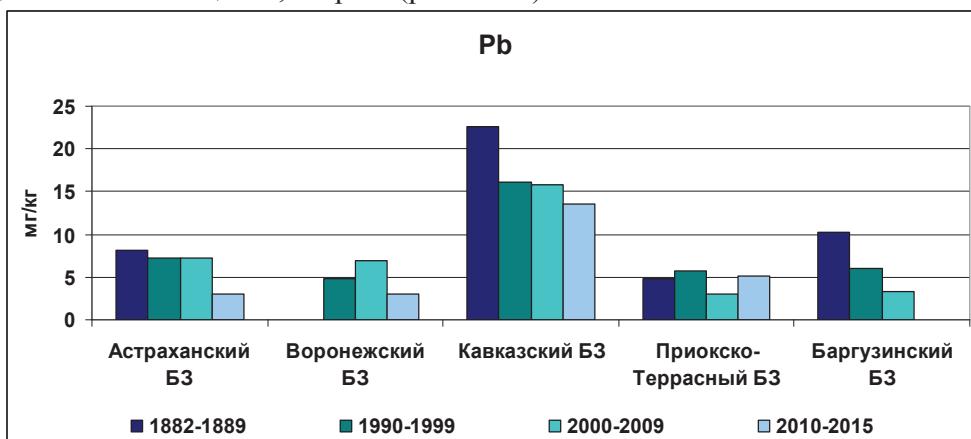
**Таблица 2.1.1.** Средние концентрации приоритетных неорганических загрязняющих веществ в почвах в 2013-2015 гг. и диапазоны значений за период 2005-2015 гг. по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга

Станция КФМ	Опробованные почвы	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг	
		Диапазон	2013 г./2015 г.	Диапазон	2013 г./2015 г.	Диапазон	2013 г./2015 г.
<i>Центральный федеральный округ</i>							
НП Смоленское Поозерье*	Дерново-подзолистые супесчаные	3,7-10,0	8,8/-	0,12-0,35	0,35/-	2,2-16,0	11,9/-
Приокско-Террасный БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	1,4-19,0	2,8/4,6	0,02-0,66	0,11/0,64	0,53-58,0	8,2/2,6
Воронежский БЗ*	Дерново-подзолистые песчаные	1,30-31,0	2,8/-	0,03-0,50	0,09/-	2,9-7,5	4,8/-
<i>Южный федеральный округ</i>							
Кавказский БЗ*	Горные бурые лесные	6,3-25,0	13,5/19,3	0,05-0,32	0,15/0,18	7,8-27,6	13,0/18,0
Астраханский БЗ	Аллювиальные луговые и лугово-болотные	1,5-6,6	5,4/2,1	0,07-0,3	0,30/0,14	9,7-14,0	11,2/9,4
<i>Приволжский федеральный округ</i>							
Волжско-Камский БЗ*	Дерново-подзолистые суглинистые	2,9-12,0	8,5/-	0,05-0,56	0,16/-	7,6-20,4	18,0/-
<i>Сибирский федеральный округ</i>							
Алтайский БЗ (Яйлю)*	Горно-луговые	3,7-12,5	10,8/-	0,05-0,80	0,22/-	6,10-57,0	8,5/-
Баргузинский БЗ*	Горные мерзлотно-таежные	2,4-8,2	4,9/-	0,04-2,8	0,23/-	3,1-12,0	6,1/-
<i>Дальневосточный федеральный округ</i>							
Командорский БР*	Подзолы	5,2	5,2/-	0,17	0,17/-	10,4	10,4/-
<i>ПДК(ОДК)<sub>вал</sub></i>		32		1		55	

- приведены данные последнего срока измерения

- нет данных

В то же время, анализ временных трендов изменения величин содержания в почвах станций КФМ загрязняющих веществ за период с 80-х годов XX века до настоящего времени показал, что к началу XXI века в почвах Кавказского, Баргузинского, Воронежского и Астраханского биосферных заповедников произошло снижение среднего уровня загрязнения почв соединениями свинца в 1,5-2 раза (рис. 2.1.2).



**Рис. 2.1.2.** Динамика средних значений валовой концентрации свинца в почвах биосферных заповедников по длительным периодам наблюдений

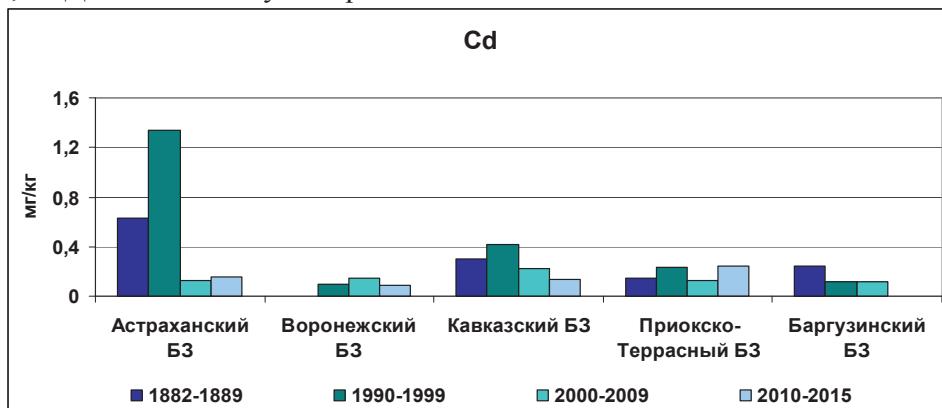
**Таблица 2.1.2.** Средние концентрации приоритетных органических загрязняющих веществ в почве в 2013-2015 гг. и диапазоны значений за период 2005-2015 гг. по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга

Станция КФМ	Опробованные почвы	Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		$\gamma$ -ГХЦ, мкг/кг	
		Диапазон	2013 г./2015 г.	Диапазон	2013 г./2015 г.	Диапазон	2013 г./2015 г.
<b>Центральный федеральный округ</b>							
НП Смоленское Поозерье*	Дерново-подзолистые супесчаные	0,2-1,2	0,2/-	$\leq$ 0,2-10,0	$\leq$ 0,2/-	$\leq$ 0,2-0,7	$\leq$ 0,2/-
Приокско-Террасный БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	0,1-0,9	0,4/-	0,5-70,8	34,2/1,2	$\leq$ 0,05-6,0	3,8/2,1
Воронежский БЗ*	Дерново-подзолистые песчаные	0,1-18,1	0,09/-	0,5-77,9	28,0/-	$\leq$ 0,05-4,5	3,2/-
<b>Южный федеральный округ</b>							
Кавказский БЗ*	Горные бурые лесные	0,08-1,4	0,4/-	0,5-41,1	3,9/18,5	$\leq$ 0,05-5,64	0,03/0,7
Астраханский БЗ	Аллювиальные луговые и лугово-болотные	0,08-0,45	0,5/0,4	0,3-25,1	4,2/22,3	$\leq$ 0,05-13,2	6,5/0,5
<b>Приволжский федеральный округ</b>							
Волжско-Камский БЗ*	Дерново-подзолистые суглинистые	0,1-0,3	0,1/-	0,5-71,4	23,3/-	$\leq$ 0,2-4,5	2,8/-
<b>Сибирский федеральный округ</b>							
Алтайский БЗ (Яйлю)*	Горно-луговые	0,1-3,7	0,5/-	0,5-52,6	4,8/-	$\leq$ 0,05-2,2	0,25/-
Баргузинский БЗ	Горные мерзлотно-таежные	0,3-1,6	0,5/-	0,5-98,6	15,5/-	$\leq$ 0,05-3,4	1,7/-
<b>Дальневосточный федеральный округ</b>							
Командорский БР*	Подзолы	0,3/-	0,3/-	36,0	36,0/-	1,1	1,1/-
<b>ПДК</b>		20		100		100	

- приведены данные последнего срока измерения

- нет данных

Уровень концентраций соединений кадмия в почвах Астраханского БЗ в конце прошлого века превышал ОДК, но понизился в последние десятилетия до близкого к кларку в земной коре (0,13 мг/кг), в то время как в почвах других станций КФМ достоверных изменений валовых концентраций не отмечается, а регистрируемые концентрации элемента стабильно низкие (рис. 2.1.3). Исключение представляют дерново-подзолистые почвы Приокско-Террасного БЗ, в которых в последнее пятилетие отмечен рост фонового уровня концентраций соединений кадмия, в том числе в 2015 г. зафиксировано превышение величины 0,5 ПДК по валовому содержанию кадмия.

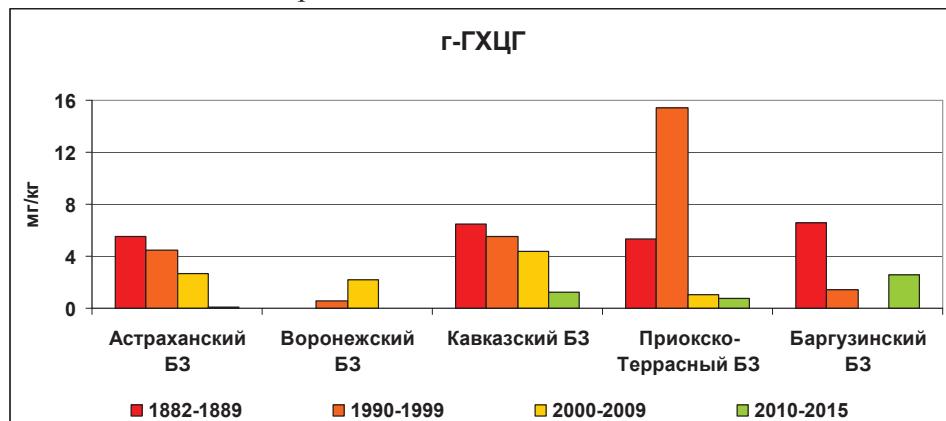


**Рис. 2.1.3. Динамика средних значений валовой концентрации кадмия в почвах биосферных заповедников по длительным периодам наблюдений**

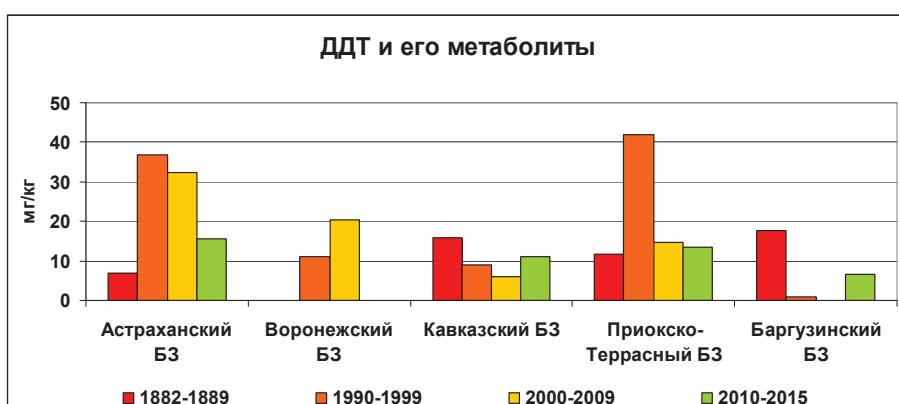
Одновременно с этим на станциях КФМ отмечается тенденция снижения фонового уровня загрязнения почв остаточными количествами пестицидов (рис. 2.1.4 и 2.1.5). В наибольшей степени снижение остаточных количеств отмечается для  $\gamma$ -ГХЦГ, концентрация этого пестицида в почвах некоторых пробных площадок снизилась в 5 и более раз. В настоящее время в почвах заповедников регистрируются значения, в 50 и более раз ниже установленных ПДК и близкие к пределу лабораторного обнаружения, что позволяет говорить о фактическом отсутствии загрязнения почв  $\gamma$ -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  $\gamma$ -ГХЦГ. Регистрируемые в последние годы концентрации обычно в 3-5 раз ниже установленного ПДК, что в целом также позволяет характеризовать почвы как «чистые» по содержанию ДДТ. Однако в ряде почв станций КФМ с суглинистым составом отмечается достаточно высокие концентрации пестицида, поступившего ранее из атмосферы и сохранившегося на сорбционных геохимических барьерах вплоть до настоящего времени.



**Рис. 2.1.4. Динамика средних значений  $\gamma$ -ГХЦГ в почвах биосферных заповедников по длительным периодам наблюдений**



**Рис. 2.1.5. Динамика средних значений концентрации ДДТ (с метаболитами) в почвах биосферных заповедников по длительным периодам наблюдений**

#### Фоновое содержание загрязняющих веществ в растительности биосферных заповедников по данным сети станций комплексного фонового мониторинга

По результатам фонового мониторинга состояния растительности в районах размещения станций КФМ, проведённого в 2005-2015 гг., содержание большинства тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в вегетирующих органах растений находится в пределах интервалов колебаний характеристик природного фона (табл. 2.1.3 и табл. 2.1.4).

В то же время, для ряда контролируемых параметров в последние 3 года наблюдений были отмечены максимумы значений. В частности, в 2013 г. в Приокско-Террасном БЗ наблюдались наивысшие для многолетней динамики показатели содержания соединений кадмия в листе деревьев, а для  $\gamma$ -ГХЦГ – как в листе деревьев, так и в разнотравье напочвенного покрова; в Воронежском БЗ – соединений свинца в моховом покрове и суммы-ДДТ в хвое сосны; в Кавказском БЗ –  $\gamma$ -ГХЦГ в хвое и листе древесного яруса; в Алтайском БЗ (Яйлю) – бенз(а)пирена в травянистой растительности. Поскольку применение хлорсодержащих органических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было в основном прекращено после 1980-х гг., то зафиксированное повышение их остаточных количеств в растительности ряда станций КФМ может определяться спецификой биоклиматических особенностей вегетации в текущий год наблюдений.

**Таблица 2.1.3.** Средние концентрации приоритетных неорганических загрязняющих веществ в растительности в 2013-2015 гг. и диапазоны значений за период 2005-2015 гг. по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга

Станция КФМ	Проба	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг	
		Диапазон	2013 г./2015 г.	Диапазон	2013 г./2015 г.	Диапазон	2013 г./2015 г.
<b>Центральный федеральный округ</b>							
НП Смоленское Поозерье*	Осина, листва Липа, листва Черника Мох	0,3-7,3	1,2/- 3,4/- 0,3/- 4,0/-	0,18-0,96	0,90/- 0,39/- 0,22/- 0,90/-	-	5,3/- 9,2/- 8,0 4,3/-
Приокско-Террасный БЗ	Береза, листва Разнотравье	0,05-1,5 0,51-1,5	1,2/0,4 0,5/0,3	0,15-3,50 0,16-0,71	3,50/0,30 0,60/0,49	0,7-20,0 1,9-9,0	5,6/4,9 3,2/2,3
Воронежский БЗ*	Хвоя сосны Разнотравье Мох	0,5-1,9 0,1-1,7 3,1-10,3	1,6/- 1,4/- 10,3/-	0,17-0,60 0,10-0,62 0,40-0,90	0,50/- 0,39/- 0,90/-	-	-
<b>Южный федеральный округ</b>							
Астраханский БЗ	Ясень, листва Ветла, листва Тростник Ежевика	0,5-7,4 0,68-17,0	7,4/0,6 0,8/0,3 0,8/0,3 1,0/0,6	0,30-5,30 0,40-6,70	1,60/2,60 3,00/2,30 1,10/0,37 0,68/1,40	9,5-107,0 3,3-98,0	37,5/6,3 50,0/5,2 98,0/7,8 21,0/5,9
Кавказский БЗ	Разнотравье	0,54-2,3	0,7/2,3	0,10-0,65	0,20/0,38	2,8-7,6	2,8/2,8
<b>Приволжский федеральный округ</b>							
Волжско-Камский БЗ*	Сосна, хвоя Разнотравье Мох	1,3-2,9 1,4-3,9 4,0-42,0	2,5/- 3,0/- 37,0/-	0,25-0,50 0,28-2,70 0,70-1,40	0,40/- 1,50/- 0,80/-	3,7-18,0 3,5-9,8 4,2-11,0	4,2/- 3,5/- 5,0/-
<b>Сибирский федеральный округ</b>							
Баргузинский БЗ*	Листья деревьев Хвоя кедра Разнотравье Мох	0,36-0,53 0,44-1,3 0,29-1,4 1,0-3,5	0,5/- 0,7/- 0,7/- 2,2/-	0,33-0,88 0,20-0,48 0,06-0,27 0,30-1,30	0,60/- 0,30/- 0,15/- 0,60/-	0,5-4,0 1,1-2,5 0,8-3,2 2,3-3,2	2,3/- 1,9/- 1,9/- 2,7/-
Алтайский БЗ (Яйлю)*	Разнотравье	1,0-2,6	1,4/-	0,19-0,66	0,19/-	2,4-7,2	6,1/-
<b>Дальневосточный федеральный округ</b>							
Командорский БР*	Рододендрон	-	0,5/-	-	0,10/-	-	4,0/-

\* - приведены данные последнего измерения

- нет данных

**Таблица 2.1.4.** Средние концентрации приоритетных органических загрязняющих веществ в растительности в 2013-2015 гг. и диапазоны значений за период 2005-2015 гг. по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга

Станция КФМ	Проба	Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		$\gamma$ -ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон	2013 г./2015 г.	Диапазон	2013 г./2015 г.	Диапазон	2013 г./2015 г.
<b>Центральный федеральный округ</b>							
НП Смоленское Поозерье*	Осина, листва Липа, листва Черника Мох	0,03-1,10	0,03/- 0,13/- 0,14/-	$\leq$ 0,5-21,0	1,1/- 11,0/- 7,1/-	$\leq$ 0,05-2,0	$\leq$ 0,05/- 1,0/- 1,7/-
Приокско-Террасный БЗ	Береза, листва Разнотравье	0,05-0,19 0,16-0,19	0,15/0,36 0,16/-	0,5-58,7 0,5-51,0	4,3/3,7 34,4/-	$\leq$ 0,05-3,2 $\leq$ 0,05-3,8	3,2/1,7 3,8/-
Воронежский БЗ*	Хвоя сосны Разнотравье Мох	0,40	0,40/-	2,0-37,3	37,3/-	0,05-2,4	2,4/-
<b>Южный федеральный округ</b>							
Астраханский БЗ	Ясень, листва Ветла, листва Тростник Ежевика	0,12-0,30 0,12-0,27	0,22/0,36 0,31/0,18 0,15/0,18 0,15/0,36	0,77-78,7 ≤0,5-15,6	3,3/18,7 8,2/4,4 -/≤0,2 0,9/18,3	0,3-2,6 $\leq$ 0,05-4,5	2,0/1,1 1,4/0,5 0,9/0,3 1,1/0,3
Кавказский БЗ	Разнотравье	0,15-0,54	0,15/0,54	$\leq$ 0,5-44,2	23,0/24,8	$\leq$ 0,05-4,2	1,4/0,3
<b>Приволжский федеральный округ</b>							
Волжско-Камский БЗ*	Сосна, хвоя Разнотравье Мох	0,21-0,28 0,07 0,07-0,14	0,25/- 0,07/- 0,10/-	1,0-23,0 3,0 46-220	12,0/- 3,0/- 122/-	2,7-5,4 2,0 0,5-5,0	4,0/- 2,0/- 2,5/-
<b>Сибирский федеральный округ</b>							
Баргузинский БЗ*	Листья деревьев Хвоя кедра Мох	0,02-0,60 0,24-0,60 0,24-0,60	0,25/- 0,35/- 0,33/-	3,4 13,0	3,4/- 13,0/-	1,5 3,4	1,5/- 3,4/-
Алтайский БЗ (Яйлю)*	Разнотравье	0,14-0,30	0,30/-	0,5-37,2	7,8/-	$\leq$ 0,05-2,6	1,3/-
<b>Дальневосточный федеральный округ</b>							
Командорский БР*	Рододендрон	-	0,10/-	-	51,4/-	-	-

\* - приведены данные последнего измерения

- нет данных

В целом, для отдельных показателей фонового загрязнения растительного покрова веществами глобального рассеяния максимальные уровни содержания соединений свинца (37,0 мг/кг) отмечаются в моховом покрове Волжско-Камского БЗ, кадмия (2,1 мг/кг) и меди (59,5 мг/кг) – соответственно в листве ясения и в травостое ежевики Астраханского БЗ, бенз(а)пирена (0,4 мкг/кг) – в хвое сосны Воронежского БЗ, остаточных количеств ДДТ и его метаболитов (122 мкг/кг) – в растительности мохового яруса, а остаточных количеств  $\gamma$ -ГХГЦ (4,0 мкг/кг) – в хвое сосны Волжско-Камского БЗ.

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

Для сравнения уровней загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) вблизи источников промышленных выбросов с фоновыми массовыми долями соответствующих химических веществ ежегодно проводится 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.

Ежегодно летом отбирается от 1 до 10 объединённых проб почв в фоновых районах обследуемых городов, в которых определяются массовые доли тяжелых металлов (ТМ), нефти и нефтепродуктов (НП), фтора, нитратов, сульфатов и бенз(а)пирена (БП).

В табл. 2.2.1 представлены значения массовых долей нитратов и водорастворимого фтора в почвах фоновых районов Западной Сибири, Иркутской, Самарской и Свердловской областей.

**Таблица 2.2.1.** Массовые доли нитратов и водорастворимого фтора, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Нитраты	Фтор
Западная Сибирь Новосибирск 338 км с. Прокудское	Подзолистые	1998-2015	2-16	но<3,0
Кемерово, д. Калинкино ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Серые лесные	1995-2015	6,2-88	но-3,5
г. Новокузнецк, пос. Сарбала ЮЮВ 32 км от ГРЭС	Подзолистые	1995-2015	3,8-25	но-9,5
г. Томск, с. Ярское Ю 43 км от ГРЭС-2		2001-2015	1,0-49	но-3,8
Иркутская область г. Иркутск В, Ю, С 30 км п. Листвянка СЗ 15 км	Серые лесные	2004-2015	-	0,9-4,4
Самарская область Волжский район НПП «Самарская Лука» 3 30 км от г. Самара	Чернозёмы	2006-2015	1-47	но-2,4
Волжский район АГМС пос. Аглос ЮЗ 20 км от г. Самара		2006-2015	3-34	но-8
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 51 км от г. Екатеринбург	Подзолистые	1995-2015	0,2-13	<0,2-28

\* но - не обнаружено

Массовые доли кислоторастворимых форм никеля в фоновых пробах почв, отобранных в 2015 году в 25 км к юго-западу от г. Бирск в д. Тартышево и в 21 км к северо-западу от г. Благовещенск в д. Сорвиха Республики Башкортостан, составляют соответственно 98 мг/кг в чернозёме выщелоченном и 15 мг/кг в серой лесной почве. Фоновые значения кислоторастворимых форм никеля в подзолистых почвах для городов Новосибирск и Томск, исследованных в 2011 – 2015 годах, изменяются соответственно от 5,5 до 32 мг/кг и от 17 до 25 мг/кг.

Результаты многолетних наблюдений за фоновыми валовыми и (или) кислоторастворимыми (сравнимыми с валовыми) формами массовых долей кобальта, марганца, никеля, ртути в почвах отдельных регионов РФ приведены в табл. 2.2.2.

Значение фоновой массовой доли обменных сульфатов в бурых лесных почвах Приморского края в районе г. Владивосток находится в пределах от 8,1 до 21 мг/кг. В серых лесных почвах Иркутской области по результатам наблюдений 2015 г. значение массовой доли сульфатов на расстоянии 30 км на юг и восток от г. Иркутск составили 40 и 64 мг/кг соответственно, на расстоянии 15 км на северо-запад от п. Листвянка Иркутского района –

114 мг/кг. В фоновой пробе, отобранный на дерново-карбонатной почве в 30 км на север от г. Иркутск, массовая доля сульфатов составила 125 мг/кг.

**Таблица 2.2.2.** Массовые доли кобальта, марганца, никеля и ртути, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Co	Mn	Ni	Hg
Верхнее Поволжье Нижегородская обл. п. Неклюдово, Борский район г. Кстово, садоводческое товарищество «Приозёрье»	Дерново- подзолистые	2015	<5-5	409-552	13-16	0,03
		2015	8-9	501-585	21-25	<0,02-0,03
Республика Мордовия г. Саранск 3 от 20 до 25 км	Чернозёмы	2015	5-11	381-692	15-42	0,03-0,04
		2013-2015	<5-11	77-1400	<10-58	<0,02-0,07
Иркутская область г. Иркутск в 2015 г. В, Ю, С 30 км	Серые лесные	2004-2015	4-13	177-1353	22-138	0,014-0,110
			5-12	650-1522	23-147	0,045-0,200
Московская область г. Павловский Посад С 65 км	Дерново- подзолистые	1998, 2015	5 -6	200-260	7-11	-
Приморский край г. Владивосток в 2015 г. С 49 км	Бурые лесные	2004-2015	13	750-830	13-15	0,042
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»	Дерново- подзолистые	2008-2015	2-7	250-600	2-36	0,012-0,039
		2008-2015	5-9	223-390	15-60	0,012-0,046
Свердловская область п. Марийинск ЮЗ 51 км от г. Екатеринбург г. Артёмовский СЗ 10 км	Подзолистые	1995-2015	4-44	77-3110	10-181	0,01-0,20
		2015	22	693	59	0,035

Фоновые массовые доли металлов, НП и сульфатов в чернозёмных почвах Волжского района Самарской области, установленные в 2006 – 2015 годах, представлены в табл. 2.2.3.

**Таблица 2.2.3.** Массовые доли металлов, НП и сульфатов, мг/кг, в почвах Волжского района Самарской области за 2006-2015 гг.

Место наблюдений	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Cd	Al	НП	Сульфаты
НПП «Самарская Лука» 3 30 км от г. Самара	13-88	43-515	11-87	35-219	11-118	0,2-2,8	920-2900	9-143	но-456
АГМС пос. Аглос ЮЗ 20 км от г. Самара	1-17	175-778	14-103	43-271	8-55	0,1-2,5	1020-6850	12-96	но-192

На территории Верхнего Поволжья в 2015 году определялось фоновое содержание ТМ в дерново-подзолистых почвах Нижегородской области, в выщелоченных чернозёмах окрестностей г. Саранск Республики Мордовия и г. Йошкар-Ола Республики Марий Эл. В Нижегородской области в почве садоводческого товарищества «Приозёрье» г. Кстово и п. Неклюдово Борского района массовые доли валовой формы железа изменялись соответственно от 2892 до 9843 мг/кг и от 1674 до 3324 мг/кг, магния – от 459 до 1281 и от 240 до 1415 мг/кг, хрома – от 19 до 27 мг/кг и от <10 до 12 мг/кг. В почвах на расстоянии от 20 до 25 км в западном направлении от г. Саранск валовое содержание железа варьирует от 6802 до 11490 мг/кг, магния – от 1316 до 1954 мг/кг, хрома – от 24 до 51 мг/кг. На расстоянии 20 км по разным направлениям от г. Йошкар-Ола валовая массовая доля железа в почве находится в пределах от 1160 до 17890 мг/кг, магния – от 161 до 1388 мг/кг, хрома – от <10 до 55 мг/кг. В изучаемых почвах фоновых районов городов Кстово, Нижний Новгород, Саранск и Йошкар-Ола массовые доли подвижных форм меди изменяются соответственно от <0,1 до 0,2 мг/кг, от <0,1 до 0,1 мг/кг, от 0,2 до 0,4 мг/кг, от <0,1 до 0,3 мг/кг; цинка – от <0,1 до 1,4 мг/кг, от 3,6 до 7,0 мг/кг, от 1,6 до 55,2 мг/кг, от <0,1 до 2,9 мг/кг; свинца – от <0,4 до 0,7 мг/кг, от 1,4 до 2,0 мг/кг, от 0,6 до 1,9 мг/кг, от <0,4 до 0,9 мг/кг. Содержание подвижных форм никеля в исследуемых почвах ниже 1,0 мг/кг, кадмия ниже 0,1 мг/кг, кроме фоновых

районов г. Йошкар-Ола, в почвах которых массовые доли подвижных форм никеля варьируют от <1,0 до 3,0 мг/кг, кадмия – от 0,1 до 0,4 мг/кг.

Результаты наблюдений, проведенные с 1999 по 2015 год в районе п. Марийск Свердловской области, показали, что в дерново-подзолистых почвах фоновые массовые доли подвижных форм хрома изменяются от 0,5 до 1,9 мг/кг, свинца – от 1,2 до 19 мг/кг, марганца – от 30 до 485 мг/кг, никеля – от 0,2 до 5,0 мг/кг, цинка – от 1,6 до 57 мг/кг, меди – от 0,5 до 25 мг/кг, кобальта – от <0,01 до 2 мг/кг, кадмия – от <0,01 до 1,12 мг/кг.

Фоновые значения массовых долей подвижных форм цинка и марганца в бурой лесной почве на расстоянии 49 км на север от г. Владивосток Приморского края составляли соответственно 4,5 и 71 мг/кг. Подвижные и водорастворимые формы свинца, меди, никеля и кадмия, а также водорастворимые формы цинка в почвах не были обнаружены. Массовая доля водорастворимых форм марганца в бурой лесной почве не превосходит 0,27 мг/кг.

Массовые доли валовых и (или) кислоторастворимых (сравнимых с валовыми) форм кадмия, меди, свинца и цинка, а также НП и БП представлены в табл. 2.2.4.

В табл. 2.2.4 не включены фоновые значения массовых долей ТМ в дерново-подзолистой почве Павлово-Посадского района Московской области. В фоновой пробе почвы, отобранный в 65 км на север от г. Павловский Посад, содержание кадмия составило 0,6 мг/кг, меди – 8 мг/кг, свинца – 9,5 мг/кг, цинка – 21 мг/кг.

В Нижегородской области летом 2015 г. дополнительно определялись фоновые значения валовых массовых долей ТПП в дерново-подзолистой почве для отдельных городов, в которых уровень загрязнения почв не был установлен (табл. 2.2.5).

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 позволяет оценить состояние почв фоновых районов как благополучное.

**Таблица 2.2.4.** 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)
Верхнее Поволжье Нижегородская обл. п. Неклюдово, Борский район г. Кстово, садовое товарищество «Приозёрье»	Дерново-подзолистые	2015	<0,5	7-9	<20	52-62	107-134
			<0,5	13-15	<20	43-46	56-79
Республика Мордовия г. Саранск 3 от 20 до 25 км	Чернозёмы	2015	<0,5	6-24	<20	7-310	90-470
Республика Марий Эл г. Йошкар-Ола 20 км по 6 разным направлениям			<0,5-6,0	<5-54	<20-39	<10-83	25-207
Западная Сибирь г. Новосибирск 3 38 км с. Прокудское	Подзолистые	1998-2015	но-3,0	3-30	1,6-40	5-47	9-260
г. Кемерово д. Калинкино ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Серые лесные	1995-2015	но-6,3	4-41	5-31	18-169	6-110
г. Новокузнецк пос. Сарбала ЮЮВ 32 км от ГРЭС	Подзолистые	1995-2015	<0,1-0,6	0,6-27	но-25	<0,1-133	но-510
г. Томск, с. Ярское Ю 43 км от ГРЭС-2	Подзолистые	2001-2015	но-0,26	2-20	5,5-27	24-200	20-160
Иркутская область г. Иркутск В, Ю, С 30 км п. Листвянка СЗ 15 км	Серые лесные	2004-2015	но-0,1	17-45	13-83	77-111	40-550 по области
			0,06-0,1	30-39	9-146	80-127	
Приморский край г. Владивосток	Бурьи лесные	2015	0,66	9,4	20	52	(<0,005)

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Cd	Cu	Pb	Zn	НП (БП)
С 49 км							
Республика Татарстан г. Казань С3 20 км	Дерново-подзолистые	2008-2015	но-0,5	2,5-11	4-18	10-180	50-96
г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»		2008-2015	но-0,96	5-28	4-22	17-70	36-150
Республика Башкортостан г. Благовещенск С3 21 км	Серые лесные	2008-2015	но-1,1	19-27	17	32-40	-
г. Бирск ЮЗ 25 км			но	20-30	20-28	28-82	-
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 51 км от г. Екатеринбург	Подзолистые	1995-2015	0,5-2,2	13-368	7,0-137	44-201	-

**Таблица 2.2.5.** Массовые доли металлов и НП, мг/кг, в почвах отдельных районов Нижегородской области

Место наблюдений	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Cd	Hg	Co	НП
г. Семёнов Семёновский район п. Тарасиха	<20	358-802	<10	28-41	<5-6	<0,5	0,02	<5-6	50-69
д. Богоявление	<20	226-491	<10-13	25-83	<0,5-14	<0,5	<0,02	<5-5	24-104
с. Ильино-Заборское	<20-40	471-1252	<10-11	17-32	<5-8	<0,5	<0,02-0,03	<5-9	39-87
г. Лысково д. Ачапное	<20	283-1052	43-54	52-57	19-22	<0,5	<0,02	6-12	62-91
г. Городец СОЛ «Ждановец»	<20	98-153	<10	<10	<5	<0,5	0,03	<5	78-128
д. Федурино	<20	120-209	<10	<10-10	<5	<0,5	<0,02	<5	125-127

## **2.3. Оценка состояния древостоев севера Европейской территории России в рамках МСП КМ.**

Мониторинг древостоев Европейской территории России в рамках Международной совместной программы комплексного мониторинга (МСП КМ) / International Cooperative Programme on Integrated Monitoring (ICP IM) осуществляется силами ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» с 1986 года.

В цели МСП КМ входит осуществление мониторинга состояния экосистем и выявление связи их состояния с факторами воздействия окружающей среды. В рамках этого в задачи МСП КМ входит биоиндикация состояния биоценозов. Как известно, растительные сообщества дают интегрированный отклик на изменения среды обитания. Осуществление мониторинга биологических показателей позволяет выявить зависимости «воздействие-отклик» в экосистемах, что особенно актуально при фиксации воздействий на экосистемы климатических изменений и трансграничного переноса загрязнителей. Кроме того, одной из целей выполнения данной программы является формирование непрерывных временных рядов различных экологических переменных, используемых для обнаружения антропогенных трендов состояния биогеоценозов.

В ходе выполнения исследовательских работ осуществлялся мониторинг и решался ряд задач МСП КМ – выявлялся отклик древостоев на воздействие метеорологических факторов, проводилась оценка схожести трендов состояния лесных экосистем различных территорий Европейской России, а также проводилась оценка изменения жизненного состояния для древостоев разных видов.

В настоящем обзоре приводятся результаты проведенных в 1986-2015 гг. наблюдений за состояниями хвойных древостоев Европейской России по адаптированной к российским условиям методике МСП КМ. Многолетние ряды наблюдений были получены на территории четырех особо охраняемых природных территорий Европейской территории России – в Кандалакшском государственном природном биосферном заповеднике (на о. Великий, 66°34' N, 33°20' E), в Государственном природном заповеднике «Кивач» (62°16' N, 33°58' E), в Комплексном заказнике «Полярный круг» (мыс Киндо, 66° 34' N, 33° 08' E) и в Волжско-Камском государственном природном заповеднике (55°18' 10" N, 49° 17' 10" E) (1976-2005 гг.). Для территории станции МСП КМ (Ru16) располагающейся на территории Комплексного заказника «Полярный круг» были получены ряды данных по стандартной методике подпрограммы МСП КМ - «Повреждение лесов» (2006-2015 гг.).

В первом случае объектом исследования послужили древостои сосны обыкновенной. В задачи данного исследования входило выявление биотических аспектов изменчивости сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) в сухих, свежих и влажных биотопах Европейской территории России, а также определение наиболее значимых для характера индивидуальной изменчивости факторов среды.

Сосна обыкновенная, является одной из основных лесообразующих пород территории России и представляет собой информативный объект для исследований откликов древостоев на флуктуации параметров среды обитания; в силу своей чувствительности к различным изменениям окружающей среды, а также биологических особенностей роста. Для измерений отбирались деревья не моложе 7 лет и не выше 2,5 м. Результаты измерений были внесены в базу данных, ведущуюся в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Географическая близость трех «северных» ООПТ позволила оценить параметры изменчивости в типологически различных биотопах в пределах одной географической и климатической зоны. В свою очередь, отличие их месторасположения от расположения Волжско-Камского заповедника, позволило оценить параметры изменчивости в типологически сходных биотопах, расположенных в разных географических и климатических зонах.

Во втором случае объектами исследования послужили спелые древостои сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris L.*) и ели европейской (*Picea abies L.*). Методика проведения исследований представлена на интернет-сайте научного центра Программы, официальный русский

перевод руководства представлена на интернет-сайте ИГКЭ (<http://www.igce.ru>). Оценка жизненного состояния деревьев производилась по следующим показателям: видимость кроны, дефолиация, депигментация, диаметр ствола, высота деревьев, длина и ширина кроны. Для определения дефолиации и депигментации использовалась методика визуальной оценки. В задачи мониторинга по программе «Повреждения лесов» входила обработка данных, а также сравнение чувствительности видов к изменениям окружающей среды.

Анализ зависимостей рядов индексов линейных приростов от многолетних рядов метеорологических аномалий, а также сравнение трендов жизненного состояния спелых древостоев проводились путем корреляционного анализа; изменчивость параметров приростов оценивалась путем вариационного анализа. Массивы метеорологических данных (месячные суммы осадков вегетационных сезонов) были любезно предоставлены профессором Г.В. Груза, заведующим отделом мониторинга и вероятностного прогноза климата ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Для статистического анализа использовались пакеты Excel и SPSS.

Одной из величин, характеризующих норму реакции сосны исследуемых территорий на воздействие региональных (метеорологических) факторов, является амплитуда годичной вариабельности рядов прироста. Для оценки этой величины были вычислены значения среднеквадратического отклонения рядов коэффициентов вариации для каждой из ООПТ. В табл. 2.3.1 представлены результаты вычисления этих величин для массивов данных по всем ООПТ.

**Таблица 2.3.1.** Среднеквадратические отклонения рядов коэффициентов вариации для древостоев, изучаемых ООПТ за весь период измерений

	Сухие биотопы	Свежие биотопы	Влажные биотопы
	Среднеквадратическое отклонение	Среднеквадратическое отклонение	Среднеквадратическое отклонение
Волжско-Камский заповедник	0.174	0.151	0.341
Кандалакшский заповедник	0.163	0.066	X
Заказник «Полярный круг»	0.090	0.087	0.100
Заповедник «Кивач»	0.132	0.052	0.096

Графическая динамика изменчивости приростов для рассматриваемых ООПТ за весь период измерений представлена на рис. 2.3.1а-в.

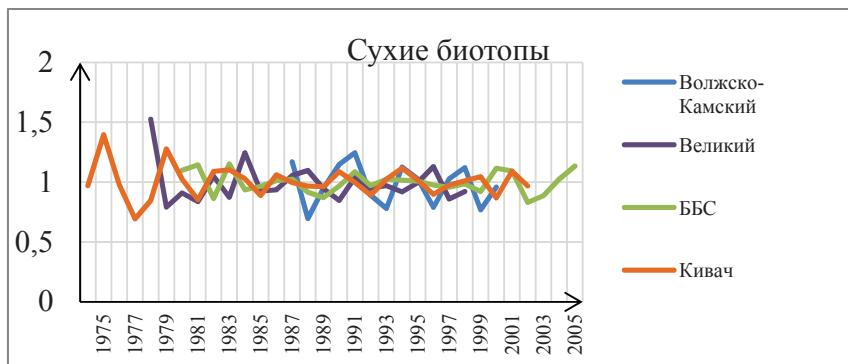
Данные, представленные графически, колеблются возле одних и тех же значений. Однако размах вариации данных различается, что подтверждается значимой разницей среднеквадратических отклонений между отдельными заповедниками. При этом наивысший разброс показателей зафиксирован для Волжско-Камского заповедника, в то время как среднеквадратические отклонения годового прироста «северных» заповедников сходны.

Для более глубокого анализа данных использовались статистические критерии. Так как разница между параметрами изменчивости древостоев сосны разных ООПТ предположительно могла быть заключена в вариации показателей, был использован тест Левена на равенство дисперсий. Статистически значимые результаты попарных сравнений древостоев сосны разных ООПТ представлены в табл. 2.3.2.

Как видно из табл. 2.3.2 наибольшее количество статистически значимых различий в дисперсиях было выявлено при сравнении древостоев сосны Волжско-Камского заповедника с аналогичными популяциями трех северных ООПТ.

Значимое отличие характера изменчивости древостоев сосны Волжско-Камского заповедника от изменчивости аналогичных популяций трех северных ООПТ, во многом объясняется различными климатическими условиями местообитаний. Если заповедник «Кивач», заказник «Полярный круг» и Кандалакшский заповедник расположены в области атлантического и арктического влияния с избыточной влажностью и таежной растительностью, то Волжско-Камский заповедник относится к области континентального вли-

ятия характеризуемой растительностью от южнотаежной до лесостепной. В литературе неоднократно отмечалось, что изменчивость растений содержит сильный климатический отклик, при этом ведущую роль в формировании древостояв целый ряд авторов отдавал количеству осадков. Очевидно, условия произрастания сосны в Татарстане отличаются от таких на севере Европейской территории РФ по степени увлажнения, которое зависит как от эдафических факторов, так и от количества осадков. Следовательно, вариабельность приростов сосны этих ООПТ должна давать различающийся отклик на аномалии количества осадков.



**Рис. 2.3.1а.** Динамика коэффициентов вариации линейного прироста сосны в сухих биотопах исследуемых ООПТ



**Рис. 2.3.1б.** Динамика коэффициентов вариации линейного прироста сосны в свежих биотопах исследуемых ООПТ



**Рис. 2.3.1в.** Динамика коэффициентов вариации линейного прироста сосны во влажных биотопах исследуемых ООПТ

Данная гипотеза была проверена при помощи проведения корреляционного анализа между рядами индексов приростов сосны четырех исследуемых ООПТ и рядами аномалий месячных сумм осадков текущего и предыдущего вегетационных сезонов. Результаты представлены в таблице 2.3.3 (уровень достоверности 90%)

Как следует из табл. 2.3.3, древостои Татарстана, как в сухих, так и в свежих и во влажных биотопах показывают значимые отклики на аномалии количества осадков вегетационного периода текущего и предыдущего годов. При этом значения коэффициентов корреляций Волжско-Камском заповеднике выше, чем на северных ООПТ (достигают высокого для биологических объектов уровня 0,82).

**Таблица 2.3.2.** Сравнение показателей изменчивости древостоев исследуемых ООПТ по тесту Левена

	Волжско-Камский заповедник	Кандалакшский заповедник	Заказник «Полярный круг»	Заповедник «Кивач»
Сухие биотопы				
Волжско-Камский заповедник			0,002	
Кандалакшский заповедник				
Заказник «Полярный круг»	0,002			
Заповедник «Кивач»				
Свежие биотопы				
Волжско-Камский заповедник		0,013	0,021	0,000
Кандалакшский заповедник	0,013			
Заказник «Полярный круг»	0,021			0,002
Заповедник «Кивач»	0,000		0,002	
Влажные биотопы				
Волжско-Камский заповедник			0,005	0,003
Кандалакшский заповедник				
Заказник «Полярный круг»	0,005			
Заповедник «Кивач»	0,003			

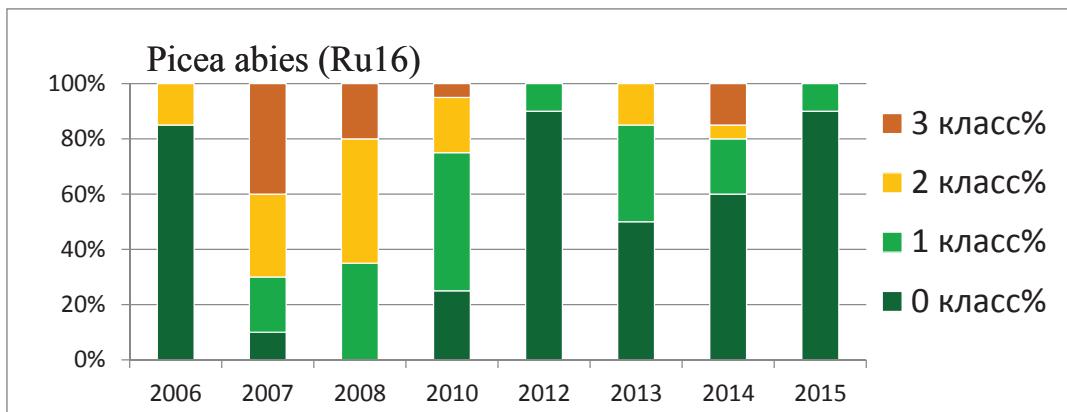
**Таблица 2.3.3.** Значимые коэффициенты корреляции рядов индексов приростов и аномалий сумм осадков для текущего (T) и предыдущего (П) вегетационных сезонов

	Сухие биотопы	Свежие биотопы	Влажные биотопы
Волжско-Камский заповедник	0,41 (май, Т) 0,75 (июнь, П) 0,53 (сентябрь, П)	0,69 (май, Т) -0,34 (июль, Т) -0,36 (август, Т) -0,45 (май, П) 0,82 (июнь, П) 0,65 (сентябрь, П)	-0,51 (июль, Т) -0,33 (май, П) 0,84 (июнь, П) 0,71 (сентябрь, П)
Кандалакшский заповедник	0,34 (май, П)	-0,34 (июль, П)	—
Заказник «Полярный круг»	-0,36 (июль, П)	-0,37 (июнь, Т) -0,37 (июль, Т)	-0,44 (май, П) -0,33 (июнь, П)
Заповедник «Кивач»	0,31 (июль, П)	0,33 (июль, П)	-0,47 (июнь, П) -0,53 (июль, П)

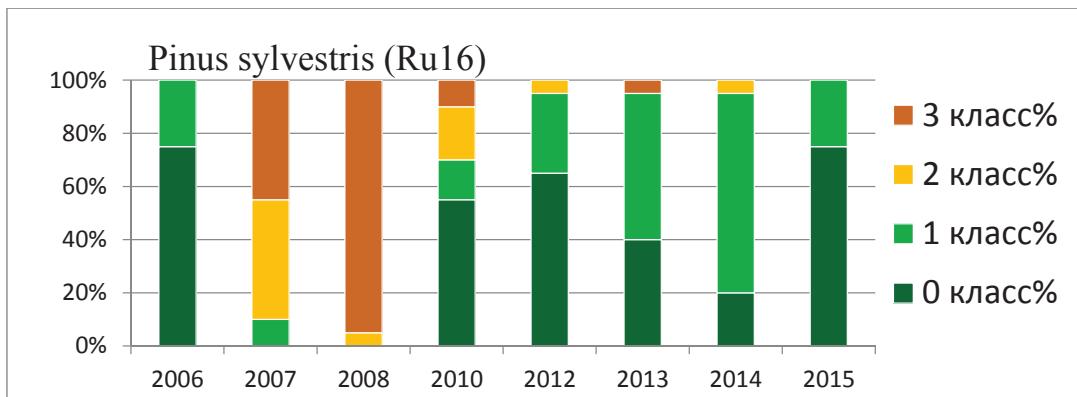
Проведенные в древостоях сосны обыкновенной исследования выявили высокую степень изменчивости показателей линейного подроста сосны Волжско-Камского заповедника в сравнении с сосняками Кандалакшского заповедника, заказника «Полярный круг» и заповедника «Кивач». Для древостоев Татарстана обнаружены корреляции среднемесячных аномалий сумм осадков вегетационных сезонов текущего и предыдущего лет и индексов приростов для всех типов исследуемых биотопов. Кроме того, для древостоев Татарстана обнаружены более высокие показатели зависимостей параметров приростов от месячных сумм осадков чем для ООПТ расположенных на северных территориях. Сосняки Волжско-Камского заповедника произрастают на южной границе ареала вида на песчаных почвах при недостатке влаги; на данной территории затрудненно возобновление сосны, что подтверждается малым относительно других территорий количеством подроста. Лимитирующим фактором для древостоев сосны обыкновенной всех исследуемых типов биотопов Волжско-Камского заповедника являются осадки, в то время как условия местообитаний по этому признаку на севере Европейской территории РФ являются более оптимальными.

Проведенные на станции Ru16 исследования по подпрограмме «Повреждение леса» МСП КМ, что как для сосны, так и для ели показатели дефолиации и депигментации древостоев изменяются синхронно, что позволило при анализе структуры древостоев по жизненному состоянию деревьев использовать комбинированные классы повреждения деревьев, учитывающие одновременно как дефолиацию, так и депигментацию. Согласно методике,

всего выделяется 4 комбинированных класса повреждения, от 0 (здоровый) 1 (ослабленные), 2 (сильно ослабленные) 3 (отмирающие и свежий сухостой). Изменения экологической структуры еловых древостоев на станциях наблюдений МСП КМ представлены на рис. 2.3.2а. Изменения экологической структуры сосновых древостоев представлены на рис. 2.3.2б.



*Рис. 2.3.2а. Изменения экологической структуры древостоев ели европейской (*Picea abies* L.)*



*Рис. 2.3.2б. Изменения экологической структуры древостоев сосны обыкновенной (*Pinus sylvestris* L.)*

Полученные данные иллюстрируют наличие межгодовых изменений жизненного состояния хвойных древостоев на особо охраняемых природных территориях, то есть на территориях с минимальным возможным негативным воздействием антропогенных факторов. Эти изменения происходят синхронно и односторонне у сосны и ели, коэффициент корреляции дефолиации между древостоями сосны и ели составил 0,94, а депигментации 0,87. Как показано на диаграммах, в 2007 году более 40% хвойных деревьев получили сильные повреждения и отнесены к классу 3, а к 2008 году состояние древостоев сосны еще более усугубилось. Причины ухудшения состояния хвойных древостоев на данный момент не установлены. Установление причин нарушений, за исключением отдельных случаев, например, при массовом поражении древостоев насекомыми вредителями, является крайне затруднительным и трудоемким исследованием. По результатам мониторинга по Международной кооперативной программе по оценке и мониторингу воздействия загрязнений атмосферы на леса (ICP-Forests) в России в 2010 году отмечалось, что 37 % повреждений модельных деревьев вызваны неустановленными причинами. Под «неустановленными причинами» подразумеваются повреждения модельных деревьев, которые невозможно определить визуально, и требующие дополнительных исследований, вплоть до валки модельных деревьев, которая запрещена на ООПТ и по методике мониторинга.

Так как антропогенное воздействие на территории ООПТ минимизировано, можно предположить, что флуктуации жизненного состояния древостоев обусловлены проявлением региональных и глобальных климатических процессов. Мы также не исключаем, что выявленные флуктуации являются отражением глобального изменения климата и его воздействия на бореальные леса. В этом случае проведение мониторинга на основе методов биоиндикации МСП КМ позволит проводить оценку воздействия изменений климата на лесные экосистемы.

Таким образом, при проведении мониторинга лесов методами биоиндикации на ООПТ возможны выявление и оценка изменения локальных, региональных и глобальных изменений окружающей среды (в частности, климатических процессов).

Обнаруженные закономерности следует учитывать при обнаружении и анализе трендов состояния лесных экосистем Европейской части РФ в условиях изменения климатической системы Земли. Понимание роли климатических (глобальных, региональных) и ценотических, эдафических (локальных) факторов в формировании лесных биогеоценозов необходимо для успешного развития методологии оценки состояния уязвимых природных экосистем. Применение данных методологий позволит точнее прогнозировать динамику биогеоценозов региона в соответствии с вероятными сценариями изменения климата, разработанными специалистами Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК).

### 3. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ

#### 3.1. Фоновые уровни загрязняющих веществ по данным сети СКФМ

##### Тяжелые металлы

В 2015 году фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства фоновых районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы, и составило для ртути 0,01 - 0,6 мкг/л, свинца 0,2 - 1,4 мкг/л, кадмия – не более 0,3 мкг/л (за исключением Астраханского БЗ, где концентрации кадмия и ртути стабильно высоки). На Азиатской территории России фоновые концентрации тяжелых металлов как правило ниже, чем на ЕТР (табл. 3.1.1).

##### Пестициды и ПАУ

В 2015 году концентрации суммы изомеров ДДТ в поверхностных водах большинства фоновых территорий, на которых проводятся регулярные измерения находились внутри диапазона измерений прошлых лет и не превышали 150 нг/л. Концентрации  $\gamma$ -ГХЦГ в большей части проб также не превысили 150 нг/л.

Содержание бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах заповедников, как и в прошлые годы, составило от 0,5 до 1,3 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.

**Таблица 3.1.1. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети КФМ**

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2015 г	Диапазон	2015 г	Диапазон	2015 г
Кавказский БЗ	1982-2015	0,2-16,0	0,488	0,01-2,5	0,054	0,03-1,4	0,341
Приокско-Террасный БЗ	1987-2015	нпо-39,4	1,398	0,03-3,5	0,329	0,03-8,7	0,299
Баргузинский БЗ	1982-2008	0,2-7,4	1,7*	0,01-1,5	0,09*	0,01-9,7	1,03*
Астраханский БЗ	1988-2015	0,16-128,0	0,522	0,1-5,5	1,194	0,022-74	2,341
Воронежский БЗ	1990-2015	0,34-50	0,34	0,01-4,6	0,016	0,003-1,0	0,1
Яйлю	2002-2015	0,01-3,6	0,246	0,01-0,7	0,031	0,01-0,097	0,069
Смоленское поозерье	2009-2015	0,15-6,0	0,877	0,03-0,67	0,116	0,01-3,5	0,57
Байкальский БЗ	2011-2014	0,45-0,8*	0,61*	0,21-0,46*	0,294*	0,036-89*	17,88*
Волжско-Камский БЗ	2012-2015	0,18-0,33	0,255	0,036-0,21	0,123	0,005-0,008*	0,007
Центрально-лесной БЗ	1988-2011	0,2-66,6	0,8*	0,03-5,7	0,5*	0,03-0,5	0,2*
Заповедник	Период наблюдений	Бенз(а)пирен, нг/л		$\gamma$ -ГХЦГ, нг/л			
		Диапазон	2015 г	Диапазон	2015 г	Диапазон	2015 г
Кавказский БЗ	1982-2015	0,05-8,9	0,743	нпо-370	147,967	нпо-188,4	10,967
Приокско-Террасный БЗ	1987-2015	0,05-12,9	0,503	нпо-215,200	86,083	нпо-129,3	35,325
Баргузинский БЗ	1982-2008	0,05-16,3	1,0*	1,6-112,5	17,57*	нпо-86,6	38,74*
Астраханский БЗ	1988-2015	нпо-11,7	0,88	нпо-328	91,106	нпо-92	8,472
Воронежский БЗ	1990-2015	0,05-5,6	1,237	нпо-232,6	148	нпо-151,6	151,6
Яйлю	2002-2015	0,2-3,6	0,551	нпо-311,24	80,629	нпо-258,8	6,750
Смоленское поозерье	2009-2015	0,16-0,88	0,49	нпо-288	60,43	нпо-29,1	9
Байкальский БЗ	2011-2014	0,05-1,64	1,06	1,6-112,5	17,57*	нпо-86,6	38,74*
Волжско-Камский БЗ	2012-2015	нпо-0,5	0,45	0,8-151,7	150,30	нпо*	
Центрально-лесной БЗ	1988-2011	0,05-22,0	1,3*			нпо-15	нпо*

нпо - ниже предела обнаружения

\* - последнее измерение

### 3.2. Данные станций гидрохимических наблюдений

Анализ динамики качества поверхностных вод на территории Российской Федерации представлен на основе статистической обработки данных гидрохимической сети наблюдений в 2015 г. по наиболее характерным для каждого водного объекта показателям.

Качество поверхностных вод оценено с использованием комплексных оценок (по гидрохимическим показателям). Проведена классификация степени загрязненности воды, т.е. условное разделение всего диапазона состава и свойств поверхностных вод в условиях антропогенного воздействия на различные интервалы с постепенным переходом от «условно чистой» к «экстремально грязной».

**Поверхностные воды Северо-Запада.** Неочищенные стоки, сбрасываемые с территорий промышленных и сельскохозяйственных предприятий, привели к загрязнению бассейнов рек Преголя и Неман, особенно на участке р. Преголя в черте г. Калининград в устьевой части, где вода реки характеризуется как «грязная».

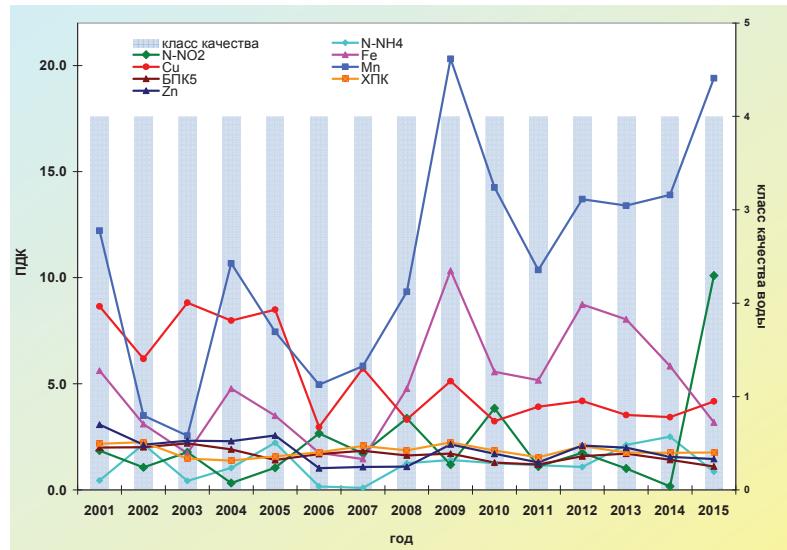
Качество воды р. Неман на территории Калининградской области стабильно оценивается как «загрязненная». Загрязненность воды р. Неман обусловлена, в основном, сбросами сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий и жилищно-коммунальных хозяйств городов Неман и Советск.

В 2015 г. уровень загрязненности трансграничных водотоков рукава Матросовка и р. Шешупе существенно не изменился, и вода характеризовалась как «загрязненная», среднегодовые концентрации органических веществ (по БПК<sub>5</sub> и ХПК), аммонийного и нитритного азота, соединений железа не превышали 2 ПДК.

Качество воды наиболее крупных рек Ленинградской области: Невы, Нарвы, Луг, Волхов и их притоков за последние годы изменялось в широком диапазоне от «слабо загрязненной» до «грязной». В 2015 г. большинство створов относились к разряду «загрязненных».

В собственном бассейне Невы в 2015 г. отмечалось повышенное содержание, в основном, соединений меди, железа, цинка, марганца.

В пределах г. Санкт-Петербург р. Нева загрязнена сточными водами промышленных предприятий, в многолетнем плане характеризуется от «слабо загрязненной» до «загрязненной». Самыми «грязными» реками сохраняются Охта, Славянка, Ижора, Мга.



**Рис. 3.2.1. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Охта, 0,05 км выше устья, в черте г. Санкт-Петербург**

Вода р. Охта на протяжении десятилетия оценивалась как «грязная» (рис. 3.2.1). Критического уровня достигала загрязненность воды соединениями марганца, нитритным

азотом. В течение 2015 г. отмечалось два случая экстремально высокого (ЭВЗ) загрязнения воды р. Охта соединениями марганца и один случай - нитритным азотом до 51, 52 и 62 ПДК соответственно. Кроме того, было зарегистрировано 13 случаев высокого загрязнения (ВЗ) соединениями марганца и 4 случая высокого загрязнения нитритным азотом - до 32-45 и 12-31 ПДК соответственно.

Водосборный бассейн р. Волхов отличается высоким уровнем хозяйственной освоенности. Сброс сточных вод промышленных и коммунальных предприятий, наземного и водного транспорта, дренажных вод, гидроэнергетика создают постоянную угрозу ухудшения качества поверхностных вод бассейна. Вода р. Волхов характеризуется низким качеством, в течение 2001-2015 гг. оценивалась от «загрязненной» до «грязной». Наибольшую долю в общую степень загрязненности воды вносят органические вещества (по ХПК), соединения железа, меди, марганца. На протяжении многих лет органические вещества (по ХПК) в воде ниже г. Кириши достигали критического уровня загрязненности, в 2015 г. величина ХПК составляла 100 мг/л (7 ПДК).

**Малые реки Кольского полуострова.** Наиболее распространенными загрязняющими веществами воды малых рек Кольского полуострова на протяжении последних десятилетий являются соединения никеля, меди, марганца, железа, молибдена, нефтепродукты, сульфатные ионы, аммонийный и нитритный азот, органические вещества (по БПК<sub>5</sub> и ХПК), дитиофосфат крезиловый.

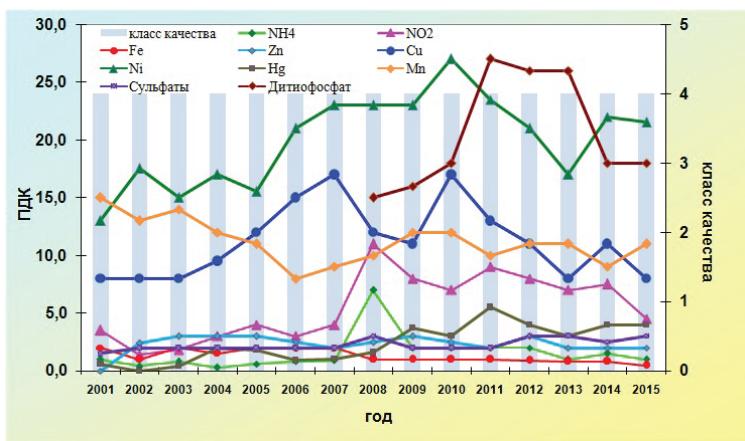
В 2015 г. на 15 водных объектах на территории Мурманской области было зарегистрировано 105 случаев высокого загрязнения и 61 случай – экстремально высокого загрязнения. Из 105 случаев высокого загрязнения 38 случаев связаны с высоким содержанием соединений никеля, 11 – меди, 8 – ртути, 6 – молибдена, 2 – цинка, 22 – дитиофосфату крезиловому, 7 – аммонийному азоту, 4 – легкоокисляемым органическим веществам (по БПК<sub>5</sub>), 2 – органическим веществам (по ХПК), 2 – по нефтепродуктам. Зарегистрированы единичные случаи высокого загрязнения сульфатами, фосфатами и растворенного в воде кислорода. Из 61 случая экстремально высокого загрязнения 18 случаев связаны с загрязнением соединениями молибдена, 11 - меди, 9 – ртути, 9 – с появлением запаха, 3 – никеля, 5 – легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК<sub>5</sub>), 5 - по pH, 1 – аммонийным азотом.

Негативное влияние на водные объекты Мурманской области оказывают сточные воды предприятий горнодобывающей, горнообрабатывающей и металлургической промышленности: АО «Кольская ГМК» - пр. Нюдуай (комбинат «Североникель»), Хауки-лампи-йоки и Колос-йоки (комбинат «Печенганикель»); ОА «Ковдорский ГОК» – пр. Можель и Ковдора; ООО «Ловозерский ГОК» - р. Сергеевань; АО «Олкон» - р. Белая и оз. Большой Вудъяvr. В зоне влияния сточных вод предприятий г. Мурманск и сельскохозяйственных комплексов находятся р. Роста и руч. Варничный, вода которых в 2015 г. характеризовалась низким уровнем качества - «экстремально грязная».

В воде р. Хауки-лампи-йоки наблюдалось превышение ПДК соединений цинка, марганца, меди, никеля, дитиофосфата крезилового и сульфатов; концентрации которых в среднем варьируют в пределах 1 - 3, 7 - 16, 3 - 14, 16 - 39,5, 7 - 36 и 1 - 4,5 ПДК соответственно. В течение 2001-2015 гг. вода реки стабильно характеризуется как «грязная» (рис. 3.2.2).

Загрязнение воды малых рек Кольского полуострова, испытывающих постоянную нагрузку сточными водами промышленных комплексов и населенных пунктов при низкой способности к самоочищению в условиях Арктики в течение ряда десятилетий носит хронический характер, что подтверждается повторяющимися случаями ВЗ и ЭВЗ, высоким средним уровнем содержания вредных веществ в воде, накоплением их в донных отложениях водных объектов.

Состояние воды малых рек Мурманской области продолжает находиться в критическом состоянии.



**Рис. 3.2.2. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Хауки-лампи-йоки, г. Заполярный**

**Бассейн р. Дон.** Качество воды р. Дон колеблется от «слабо загрязненной» до «грязной». Наиболее загрязнена р. Дон в верхнем течении в створах г. Донской, где в многолетнем плане характеризуется как «грязная». Основными источниками загрязнения являются сточные воды: в створе выше г. Донской – Новомосковского городского водоканала, ниже г. Донской – ООО «Коммунальные ресурсы Дон». Качество воды реки в этих створах в 2015 г. не изменилось. Низкое содержание растворенного в воде кислорода регистрировалось в августе в створе ниже г. Донской (2,80 мг/л). В 2015 г. возросло в воде содержание аммонийного азота в створе выше г. Донской: среднегодовое - в 3 раза до 6 ПДК, максимальное - более чем в 2 раза до 25 ПДК; увеличилась повторяемость случаев превышения 10 ПДК от 8 до 21%. В этом створе аммонийный азот является критическим показателем загрязненности воды. В створе р. Дон ниже г. Донской наблюдалось превышение ПДК 11 ингредиентов и показателей качества воды, среднегодовое содержание которых в 2015 г. практически не изменилось и составляло: органических веществ (по ХПК), соединений железа и меди – 2 ПДК, легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>), нитритного азота, сульфатов – 3 ПДК, фенолов – 4 ПДК, аммонийного азота – 9 ПДК. Достигался критический уровень загрязненности воды легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК<sub>5</sub>) и аммонийным азотом, максимальные концентрации которых достигали 7 и 18 ПДК.

В воде обоих створов города, как и в предыдущие годы, фиксировались случаи ВЗ аммонийным азотом (11-25 ПДК и 10-18 ПДК), легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК<sub>5</sub>) (7 ПДК) в створе ниже г. Донской, причиной являлся сброс сточных вод ООО «Новомосковский городской водоканал» и ООО «Коммунальные ресурсы «Дон». В большинстве остальных створов верхнего течения р. Дон вода характеризовалась как «загрязненная», в контрольных створах г. Воронеж, г. Нововоронеж и в обоих створах г. Лиски – «загрязненная», ниже г. Задонск – «слабо загрязненная».

В среднем течении реки (ст. Казанская – г. Калач-на-Дону) в течение последних 5-ти лет качество воды практически не меняется и оценивается как «загрязненная».

В 2015 г. вода Цимлянского водохранилища во всех створах на территории Волгоградской и Ростовской областей характеризовалась как «загрязненная».

В нижнем течении р. Дон в большинстве створов на участке г. Ростов-на-Дону – г. Азов отмечается тенденция ухудшения качества воды. Вода во всех створах этого участка оценивалась как «грязная». Сохранилась «загрязненной» вода реки в большинстве створов на участке г. Волгодонск – р.п. Багаевский. Характерными загрязняющими веществами воды нижнего течения р. Дон являлись органические вещества (по БПК<sub>5</sub> и по ХПК), в большинстве створов к ним добавлялись соединения железа и сульфаты, в отдельных створах - нитритный азот, в контрольных створах г. Семикаракорск и р.п. Багаевский - фенолы, в районе г. Волгодонск – соединения меди. Среднегодовые концентрации большинства указанных веществ находились, в основном, в пределах 1,5-2 ПДК, за

исключением сульфатов - 1-3,5 ПДК, соединений железа - 1,5-6 ПДК. В 2015 г. в воде выше г. Ростов-на-Дону и выше г. Азов отмечалось снижение среднегодового содержания соединений меди до значений ниже ПДК; увеличение соединений железа в черте г. Ростов-на-Дону (на уровне нового водозабора) и ниже г. Азов до 2 ПДК.

Содержание органических веществ (по БПК<sub>5</sub> и по ХПК), сульфатов и величина минерализации в воде р. Дон ниже г. Волгодонск и ниже г. Ростов-на-Дону практически не изменились и стабилизировались на уровне 2014 г. (рис. 3.2.3).

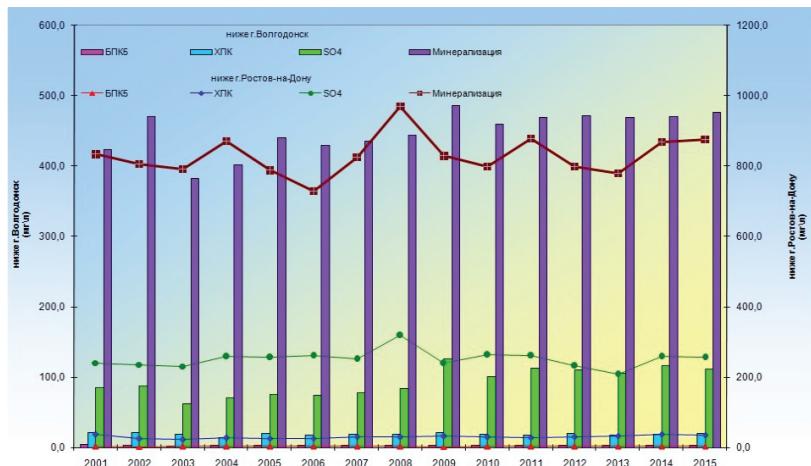


Рис. 3.2.3. Динамика концентраций отдельных характерных загрязняющих веществ в воде р. Дон ниже г. Волгодонск и ниже г. Ростов-на-Дону

Существенное негативное влияние на качество воды р. Дон оказывает р. Северский Донец, берущая начало в Белгородской области, протекающая по территории Украины и впадающая в р. Дон на территории Ростовской области.

Наименее загрязненной вода реки остается в верхнем течении на территории Белгородской области у с. Беломестное и характеризуется на протяжении последних 3-х лет как «загрязненная», в створах Белгородского водохранилища в 2015 г. - как «грязная» и «загрязненная». Загрязненность р. Северский Донец возрастает на территории Ростовской области, где вода на всем протяжении реки до устья в течение последних 9-10 лет стабильно характеризуется как «грязная». В 2015 г. для реки характерна загрязненность: в верхнем течении – органическими веществами (по БПК<sub>5</sub> и по ХПК), соединениями марганца; в Белгородском водохранилище (6 км ниже г. Белгород) к ним добавлялся нитритный азот; в нижнем течении – органическими веществами (по БПК<sub>5</sub> и по ХПК), нитритным азотом, соединениями железа, магния, сульфатами, в отдельных створах – фенолами и хлоридами. Среднегодовое содержание большинства этих загрязняющих веществ колебалось в пределах 1,5 - 3 ПДК, за исключением соединений марганца в верхнем течении – 5 – 6 ПДК и сульфатов в нижнем 4 – 6 ПДК. В 2015 г. наблюдалось снижение содержания в воде нитритного азота до значений ниже ПДК у с. Беломестное и в Белгородском водохранилище в створе 21 км ниже г. Белгород; до 2 ПДК в нижнем течении реки у х. Поповка; соединений железа до 2 ПДК у х. Поповка, до 3 ПДК в створах г. Белая Калитва. Случаев ВЗ в 2015 г. не наблюдалось.

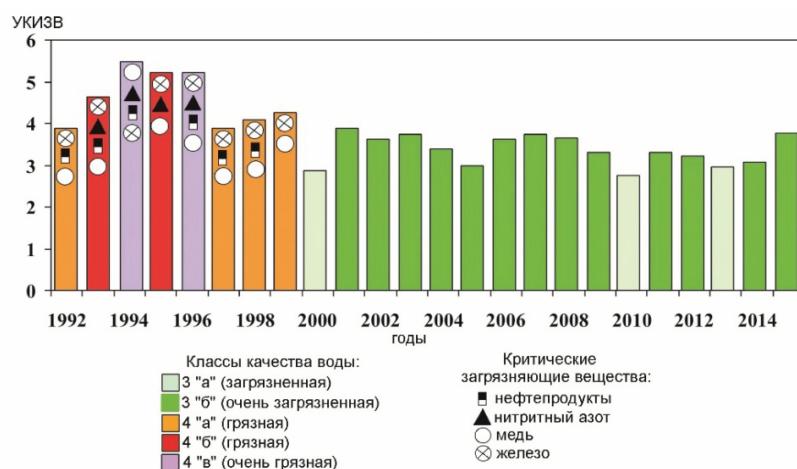
Большинство притоков р. Северский Донец в течение ряда лет характеризуются низким качеством воды. Вода рек Болховец, Оскол (контрольные створы г. Старый Оскол), Осколец (притоки верхнего течения р. Северский Донец), почти всех наблюдаемых притоков нижнего течения – р. Большая Каменка, Глубокая (кроме створа ниже г. Миллерово), Калитва, Быстрая, Кундрючья в 2015 г. оценивалась как «грязная»; р. Глубокая, ниже г. Миллерово – как «экстремально грязная». Достигался критический уровень загрязненности воды нитритным и аммонийным азотом р. Оскол (контрольные створы г. Старый Оскол) и нитритным азотом – р. Осколец (Белгородская область); сульфатами – во всех притоках, протекающих по территории Ростовской области, к которым добавлялся нитритный азот в р. Большая Каменка

и р. Кундрючья (ниже г. Красный Сулин), аммонийный, нитритный азот, соединения магния, хлориды и органические вещества (по БПК<sub>5</sub> и по ХПК) – в р. Глубокая, ниже г. Миллерово. Достигали уровня ВЗ концентрации нитритного азота в пределах 12-21 ПДК и аммонийного азота 10-13 ПДК в контрольных створах г. Старый Оскол (р. Оскол); нитритного азота 17 - 36,5 ПДК в створах г. Губкин (р. Осколец) в результате сброса сточных вод предприятиями ЖКХ г. Старый Оскол, г. Губкин, а также Оскольского электрометаллургического комбината; сульфатов – 13 ПДК (р. Кундрючья) в результате вымывания атмосферными осадками и грунтовыми водами из отвалов шахтных пород.

Высокое содержание в воде сульфатов, достигающее уровня ВЗ, остается характерным также для притоков нижнего течения р. Дон – рек Тузлов, Большой Несветай, Грушевка, где прослеживается влияние шахтных вод.

В 2015 г. наблюдалось снижение уровня загрязненности воды нитритным азотом р. Нежеголь, р. Короча, р. Оскол, соединениями железа – р. Большая Каменка (устье), р. Калитва (г. Белая Калитва); увеличение нитритным азотом – р. Осколец (г. Губкин), р. Кундрючья (выше г. Красный Сулин), аммонийным и нитритным азотом, органическими веществами (по ХПК), хлоридами, соединениями магния, фосфатами – р. Глубокая (ниже г. Миллерово).

**Бассейн Кубани.** Качество воды р. Кубань в 2015 г. практически не изменилось и в большинстве створов вода характеризовалась как «очень загрязненная». К характерным загрязняющим веществам воды р. Кубань в 2015 г. относились соединения меди на всем протяжении реки, к которым добавлялись: на участке г. Невинномысск – ст. Ладожская – сульфаты, в отдельных створах соединения железа; в Краснодарском водохранилище и в р. Кубань в районе г. Краснодар – легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>) и нитритный азот – в контрольных створах г. Краснодар, на устьевом участке реки – органические вещества (по ХПК). Среднегодовые концентрации большинства указанных веществ колебались, в основном, в пределах 1,5 – 3 ПДК, соединений меди 2 – 5 ПДК. Вода р. Кубань в районе г. Краснодар, начиная с 2000 г. практически постоянно характеризуется как «очень загрязненная» (рис. 3.2.4).

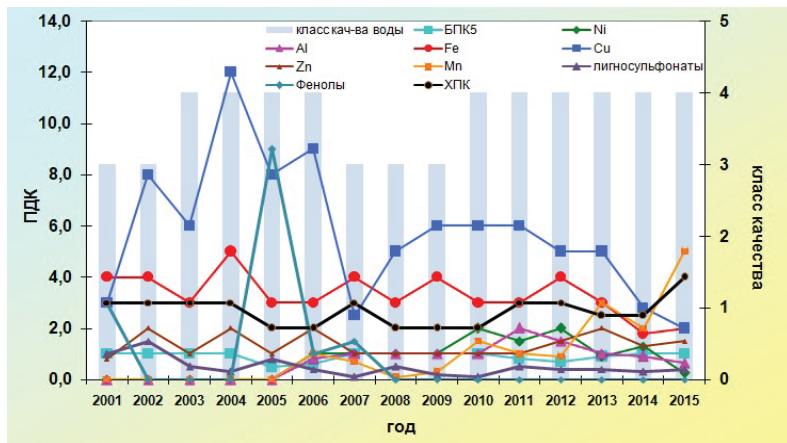


**Рис. 3.2.4. Динамика качества воды р. Кубань, г. Краснодар в многолетнем плане**

В 2015 г. в большинстве створов (42%) притоков р. Кубань наблюдалась тенденция ухудшения качества воды. Почти во всех створах вода рек характеризовалась как «загрязненная». В течение последних пяти лет наибольшее число створов притоков р. Кубань с водой «слабо загрязненной» (23%) и «условно чистой» (2,6%) регистрировалось в 2014 г., в 2015 г. створы с таким качеством воды отсутствовали.

**Бассейн р. Северная Двина.** Верхнее течение р. Северная Двина загрязнено сточными водами предприятий гг. Великий Устюг, Красавино, Котлас, льяльными водами судов речного флота и водами притоков Сухона и Вычегда.

На протяжении последних лет уровень загрязненности вода р. Северная Двина у г. Красавино (Вологодская область) стабильно оценивалась как «грязная» (рис. 3.2.5).



**Рис. 3.2.5.** Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Северная Двина, г. Красавино, 3,5 км ниже города за многолетний период

В среднем, нижнем течении и в устье Северной Двины (Архангельская область), вода реки, по-прежнему, характеризуется как «загрязненная».

Сточные воды предприятий целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, льяльные воды судов речного и морского флота являются основными источниками загрязнения рек бассейна Северной Двины, в том числе и устьевого участка реки, где в 2015 г. наблюдался незначительный рост среднегодового содержания в воде органических веществ (по ХПК) до 2-3 ПДК, соединений железа и марганца - до 3-5 ПДК, и некоторое снижение содержания соединений алюминия и цинка до 1-2 ПДК, меди - до 2-7 ПДК.

Качество воды дельты Северной Двины существенно не изменилось. Вода проток Кузнецеха и Маймакса продолжает оставаться «грязной», рукавов - **Никольского, Корабельного и Мурманского** - «загрязненной».

В дельте содержание соединений марганца, в среднем за год, сохранилось на уровне 4-7 ПДК, соединений алюминия незначительно снизилось до 1-2 ПДК, меди - до 3-4 ПДК, соединений железа несколько возросло до 3-5 ПДК, соединений цинка и органических веществ (по ХПК) стабилизировалось на уровне ПДК и 2-3 ПДК соответственно.

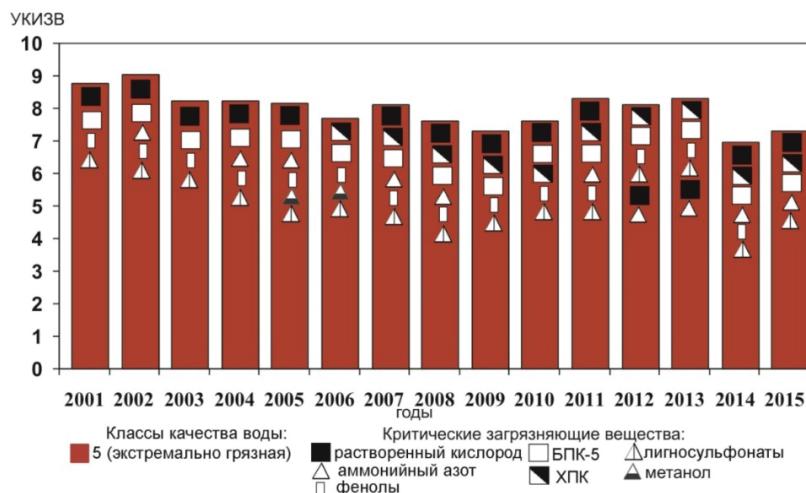
На фоне низкой водности в марте 2015 г. в прот. Кузнецеха, 4 км выше устья и прот. Маймакса наблюдались случаи нагонных явлений, сопровождающиеся проникновением морских вод в дельту реки, вследствие чего минерализация воды в этот период достигала концентраций 494 – 3854 мг/л.

**Река Сухона** на территории Вологодской области загрязнена льяльными водами судов речного флота, предприятий деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства. В 2015 г. вода реки характеризовалась как «грязная», что обусловлено ростом средних за год концентраций соединений цинка и марганца до 2-3 и 3-7 ПДК, соединений железа у г. Тотьма - до 4,5-5 ПДК, органических веществ (по ХПК) - до 3-4 ПДК.

**Река Пельшма** на протяжении многолетнего периода оценивается экстремально высоким уровнем загрязненности воды. Негативное влияние на формирование химического состава воды р. Пельшма оказывают недостаточно очищенные сточные воды ОАО «Сокольский ЦБК» и объединенных очистных сооружений г. Сокол.

Превышения ПДК легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>), органических веществ (по ХПК), аммонийного азота и лигносульфоната, являющихся на протяжении последних лет критическими показателями загрязненности воды, в течение года неоднократно достигали высокого и экстремально высокого уровня загрязнения (рис. 3.2.6).

Кислородный режим реки Пельшма в течение многих лет сохраняется неудовлетворительным. В 2015 г. дефицит растворенного в воде кислорода отмечался в январе - 2,90 мг/л, глубокий дефицит - в феврале до 1,74 мг/л



**Рис. 3.2.6. Динамика качества воды р. Пельшма, г. Сокол в многолетнем плане**

Вода р. Вычегда в 2015 г. в большинстве створов верхнего и среднего течения сохранилась «загрязненной», в нижнем течении - стабилизировалась на уровне «грязная». В среднем течении реки несколько повысились средние за год концентрации органических веществ (по ХПК) до 3 ПДК; во всех пунктах наблюдений возросло содержание фенолов до 3-4 ПДК, соединений железа - до 5-8 ПДК, меди - до 2-7 ПДК, в отдельных створах соединений алюминия и марганца - до 2-5 и 7-8 ПДК соответственно.

**Бассейн р. Обь** один из крупнейших на земном шаре, объединяет территории с различной орографией и широким биоклиматическим диапазоном. Наиболее характерной особенностью водосбора Оби является его исключительная заболоченность (особенно в нижнем течении).

В 2015 г. вода р. Обь в верхнем течении в большинстве створов на участке с. Фоминское - г. Камень-на-Оби (Алтайский край), также как и в предыдущие годы, характеризовалась как «загрязненная» и «очень загрязненная». Ухудшение качества воды было зафиксировано в контрольном створе г. Барнаул, где вода характеризовалась как «грязная» (в 2014 г. – как «загрязненная»).

В среднем течении р. Обь и Новосибирском водохранилище (Томская, Новосибирская обл.) вода оценивалась более низким качеством как «грязная», за исключением двух створов Новосибирского водохранилища – с. Ленинское и Бердский залив – где в 2015 г. вода характеризовалась как «загрязненная».

В Новосибирском водохранилище критического уровня загрязненности воды достигали нефтепродукты в районе с. Спирино-Чингисы, пгт Ордынское, с. Береговое; соединения меди - с. Спирино-Чингисы; соединения марганца - в створе 3 км ниже г. Новосибирск в воде р. Обь.

В Ханты-Мансийском, Ямало-Ненецком АО в нижнем течении р. Обь в 2015 г. на участке г. Нижневартовск – г. Салехард сохранился высокий уровень загрязненности воды, вода оценивалась как «грязная». В многолетнем плане ниже г. Салехард вода оценивалась как «грязная», в ранние годы - «грязная» и «экстремально грязная» (рис. 3.2.7). Критического уровня загрязненности воды в нижнем течении достигали соединения железа, цинка; в отдельных створах - марганца; в створе р. Обь с. Мужи – легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>); в створе р. Обь пгт Октябрьское – растворенный в воде кислород, минимальное содержание которого снижалось до уровня 1,06 мг/л.

Река Полуй, приток Оби в нижнем течении в многолетнем периоде характеризуется постоянно низким качеством воды. В 2015 г. в створах г. Салехард, 13 км выше г/п и 6 км выше г/п вода оценивалась как «грязная». Критического уровня загрязненности воды достигали соединения железа, марганца и цинка; в створе г. Салехард, 13 км выше г/п –

соединения меди. Характерными загрязняющими веществами в обоих створах являлись органические вещества (по ХПК), аммонийный азот, соединения железа, меди, цинка, марганца, повторяемость случаев превышения ПДК которыми составляла 58-92%. В течение 2015 г. в створах г. Салехард зарегистрированы: 1 случай ЭВЗ соединениями меди 75 ПДК, 2 случая ВЗ соединениями марганца 31-49 ПДК, 1 случай дефицита растворенного в воде кислорода до 2,60 мг/л.

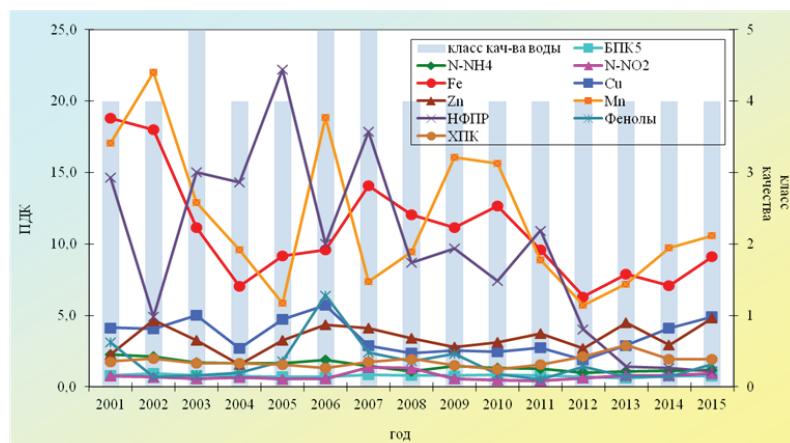


Рис. 3.2.7. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Обь ниже г. Салехард

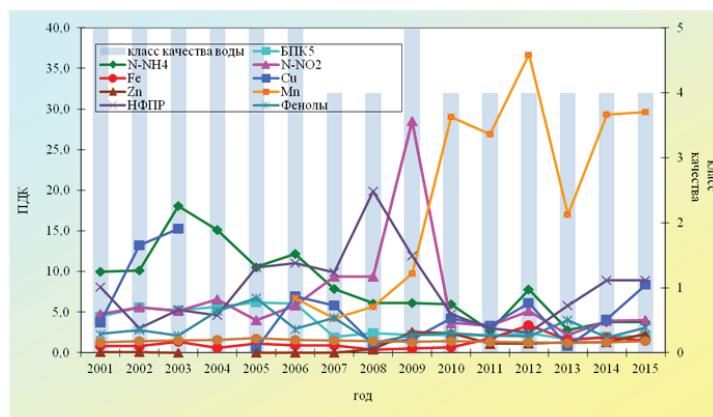


Рис. 3.2.8. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Каменка в 2015 г.

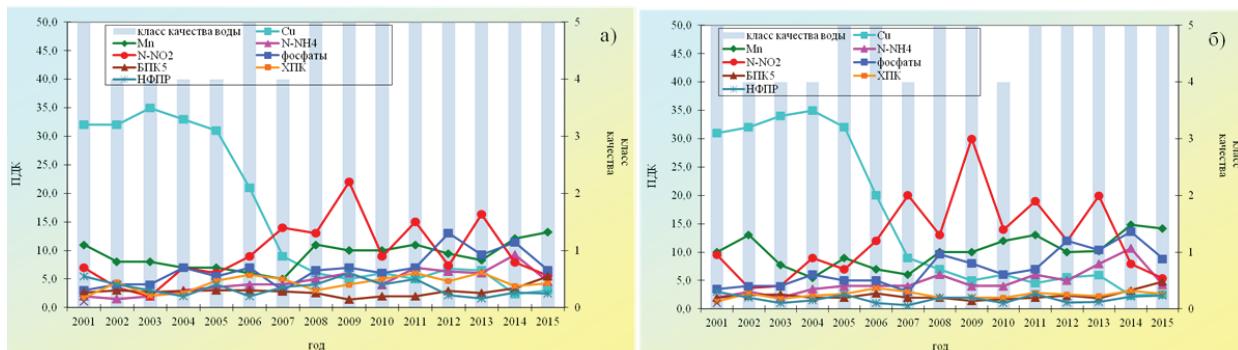
Как и в предыдущие годы, качество воды **малых рек, протекающих в районе г. Новосибирск**, сохраняется крайне низким. Вода рек Нижняя Ельцовка, Каменка, Тула, Камышенка, Плющиха, Ельцовка I, Ельцовка II характеризовалась как «грязная» (рис. 3.2.8). Критического уровня загрязненности воды всех рек достигали соединения марганца, в отдельных реках - аммонийный и нитритный азот, соединения цинка, меди. Минимальное содержание растворенного в воде кислорода было зафиксировано в р. Плющиха – 3,78 мг/л.

**Бассейн р. Иртыш.** Качество воды р. Иртыш (с. Татарка) на границе Казахстана с Россией в 2015 г. по сравнению с 2014 г. незначительно ухудшилось до уровня «загрязненная». Ниже по течению на территории Омской и Тюменской областей вода реки также характеризовалась как «загрязненная»; за исключением створа г. Омск, 0,5 км ниже впадения р. Омь, где в 2015 г. наблюдалось ухудшение качества воды до уровня «грязная».

На участке г. Тобольск – г. Ханты-Мансийск вода характеризовалась как «грязная». Критического уровня загрязненности в створе г. Омск, 0,5 км ниже впадения р. Омь достигали соединения марганца; у с. Уват - нефтепродукты; п. Горноправдинск – соединения цинка, железа; г. Ханты-Мансийск - соединения цинка, железа, марганца, меди. Минимальное содержание растворенного в воде кислорода было зафиксировано в створе

г. Омск, 0,5 км ниже впадения р. Омь – 3,70 мг/л. В 2015 г. в черте с. Уват был зарегистрирован 1 случай ВЗ нефтепродуктами (38 ПДК); ниже г. Тобольск - 1 случай ВЗ соединениями марганца (31 ПДК); в створах ниже и выше г. Ханты-Мансийск - 2 случая ВЗ соединениями марганца - 45 и 47 ПДК соответственно.

Вода р. Исеть ниже г. Екатеринбург в многолетнем плане оценивается как «грязная» и «экстремально грязная». Критического уровня загрязненности воды достигали аммонийный и нитритный азот, фосфаты, соединения марганца, легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>); в створе 7 км ниже г. Екатеринбург – органические вещества (по ХПК) (рис. 3.2.9).



**Рис. 3.2.9. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Исеть а) 7 км ниже г. Екатеринбург, б) 19,1 км ниже г. Екатеринбург в 2015 г.**

Качество воды р. Миасс в створах ниже г. Челябинск в 2015 г. практически не изменилось, вода оценивалась как «очень грязная». Нитритный азот являлся критическим показателем загрязненности воды в обоих створах; соединения цинка, легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), фосфаты – в створе 6,6 км ниже г. Челябинск.

Река Пышма в многолетнем плане в створах выше и ниже г. Березовский характеризуется «экстремально грязной» водой. В 2015 г. в створе 15 км выше г. Березовский в воде р. Пышма в августе 2015 г. наблюдался дефицит растворенного в воде кислорода до 1,19 мг/л; были зафиксированы 1 случай ВЗ и 5 случаев ЭВЗ соединениями марганца, 5 случаев ВЗ соединениями никеля, 4 случая ВЗ аммонийным азотом, 1 случай ВЗ нитритным азотом, 2 случая ВЗ легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК<sub>5</sub>). В створе 5 км ниже г. Березовский также были зарегистрированы 4 случая ВЗ аммонийным азотом, 4 случая ВЗ нитритным азотом, 2 случая ВЗ легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК<sub>5</sub>), 2 случая ВЗ соединениями марганца, 1 случай ВЗ соединениями цинка.

**Бассейн р. Енисей.** В 2015 г. как и в предыдущие годы, вода р. Енисей в Красноярском крае, Республиках Тыва и Хакасия, в большинстве створов характеризуется как «загрязненная»; в фоновом створе г. Абакан – как «слабо загрязненная». Нижнее течение р. Енисей на участке с. Подтесово – с. Селиваниха в многолетнем плане оценивается как «грязная». В створах с. Селиваниха, г. Игарка критического уровня загрязненности воды достигали нефтепродукты.

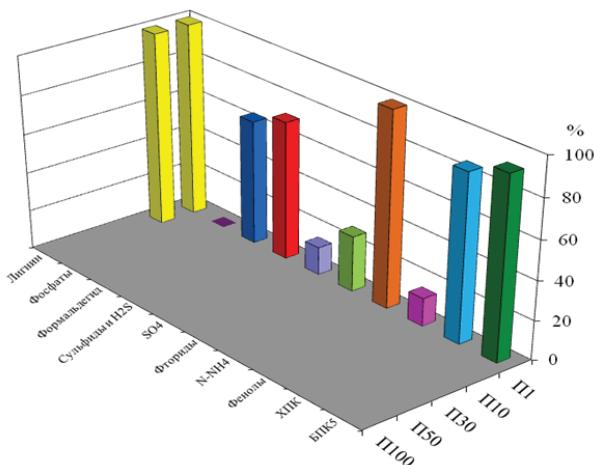
Качество воды притоков р. Енисей в 2015 г. по-прежнему характеризуется широким диапазоном: от «грязной» до «слабо загрязненной» (реки Тапса, Матур, Хемчик, Ус, Большой Он).

Критическими загрязняющими веществами воды большинства притоков р. Енисей являлись соединения меди; некоторых рек – соединения марганца (реки Илань, Уярка, Тея, Б. Аев), цинка (р. Илань), алюминия (реки Мана, Кача, Тея, Н. Тунгуска), кадмия (р. Рыбная), нефтепродукты (реки Подкаменная Тунгуска, Н. Тунгуска, руч. Миханьский); хлориды, сульфаты, (оз. Шира).

Вода Братского водохранилища в 2015 г. в большинстве створов характеризуется как «условно чистая», за исключением створа г. Братск, залив Сухой Лог, где вода стабильно характеризуется как «слабо загрязненная».

Качество воды Усть-Илимского водохранилища оценивалось как: «условно чистая» в створах п. Энергетик, 8 км ниже плотины Братской ГЭС; с. Дубынино; как «слабо загрязненная» - п. Энергетик, 0,5 км ниже плотины Братской ГЭС; с. Усть-Вихорева, 19,5 км выше п. Седаново; г. Усть-Илимск, 2 км выше плотины Усть-Илимской ГЭС; как «загрязненная» - с. Усть-Вихорева 24,5 км выше п. Седаново.

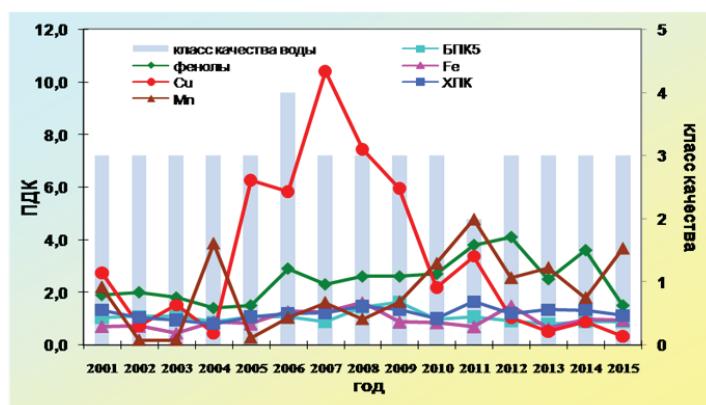
В 2015 г. изменения качества воды р. Вихоревой по сравнению с предыдущим годом не произошло. Вода оценивалась как «слабо загрязненная» у п. Чекановский. В створах 7 км ниже с. Кобляково и в районе г. Вихоревка вода характеризовалась как «грязная» и «загрязненная» соответственно. Сульфатный лигнин по-прежнему являлся критическим показателем загрязненности воды в этих створах (рис. 3.2.10).



**Рис. 3.2.10. Повторяемость числа случаев превышения ПДК разного уровня загрязняющими веществами в воде р. Вихорева, 7 км ниже с. Кобляково в 2015 г.**

**Бассейн р. Лена.** Распространенными загрязняющими веществами р. Лена и бассейна р. Лена на протяжении последних лет являются легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>) и органические вещества (по ХПК), фенолы, в отдельных створах к ним добавляются соединения железа, меди, цинка, марганца и нефтепродукты, нитритный азот.

В створах р.п. Пеледуй и ниже г. Якутск вода в многолетнем плане устойчиво характеризуется как «загрязненная» (рис. 3.2.11).



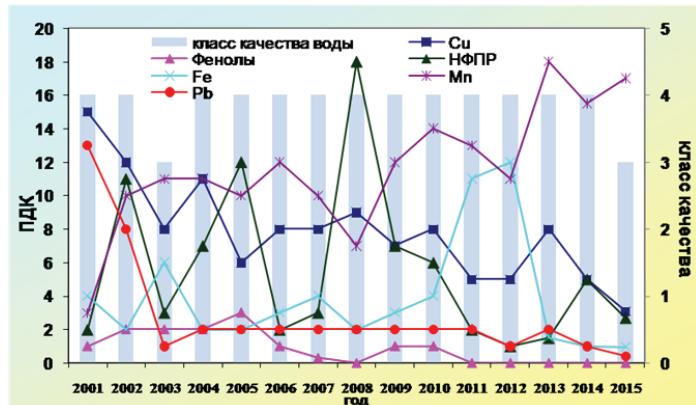
**Рис. 3.2.11. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, г. Якутск в многолетнем плане**

В воде р. Чара, 0,5 км выше с. Чара среднегодовое содержание соединений меди составляло 23 ПДК, в этом же створе наблюдался в июне 2015 г. экстремально высокий уровень загрязнения соединениями меди (до 56 ПДК).

**Бассейн р. Колымы.** В 2015 г. среднегодовые концентрации нефтепродуктов, соединений меди составляли 3 ПДК, марганца – 17 ПДК. В течение 2001-2015 гг. отмечено уменьшение содержания в воде соединений свинца от 13 ПДК (2001 г.) до уровня ниже ПДК

в 2015 г. Содержание остальных ингредиентов находилось в пределах ПДК. Вода р. Колыма ниже п. Усть-Среднекан в многолетнем плане характеризуется как «грязная»; в 2015 г. улучшилась до уровня «загрязненная» (рис. 3.2.12).

В бассейне р. Колыма экстремально высокий уровень загрязнения наблюдался 6 раз: 3 случая - соединениями марганца, 2 случая – соединениями меди, 1 случай – соединениями свинца.

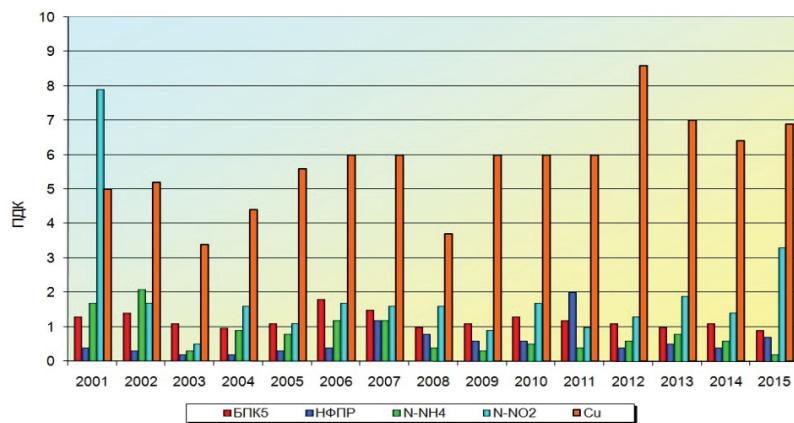


**Рис. 3.2.12. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Колыма, п. Усть-Среднекан**

**Бассейн р. Волга.** В последнее десятилетие вода Верхне-Волжских водохранилищ, за исключением единичных створов, характеризуется как «загрязненная» и «очень загрязненная». Вода Рыбинского водохранилища в Вологодской области (ниже г. Череповец) оценивается как стабильно «грязная».

К наиболее характерным загрязняющим веществам воды Верхне-Волжских водохранилищ, среднегодовое содержание которых в последние 10 лет изменяется, как правило, незначительно, относятся органические вещества (по ХПК), соединения меди, в отдельных створах – легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), в Иваньковском и Угличском водохранилищах к ним добавляются соединения железа, у г. Дубна – фенолы, в районе г. Череповец – фенолы и соединения цинка. Кроме того, в Рыбинском водохранилище в районе г. Череповец отмечается неустойчивая загрязненность воды в концентрациях, незначительно превышающих ПДК, соединениями алюминия и единичная загрязненность соединениями цинка.

В течение последних десяти лет в воде Чебоксарского водохранилища преобладают «загрязненные» воды, которые в 2015 г. были зафиксированы в 67% створов. Вода водохранилища в черте г. Нижний Новгород и ниже г. Кстово (Нижегородская область) на протяжении последних пяти лет стабильно оценивается как «грязная». Из приоритетных показателей загрязненности воды, в целом по водоему, выделяются органические вещества (по ХПК), соединения меди, реже – легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>) и соединения железа, повторяемость случаев превышения ПДК которыми по акватории колеблется в пределах: 84-100%, 75-100%, 14-75% и 22-80% соответственно. В 2014-2015 гг. критическим показателем загрязненности воды водохранилища у г. Нижний Новгород и г. Кстово является нитритный азот, максимальные концентрации которого приближаются к уровню В3. В 2015 г., по сравнению с десятилетним периодом, в водохранилище в черте и ниже г. Нижний Новгород возрос средний уровень загрязненности воды нитритным азотом в 2-3 раза до 2 и 3 ПДК соответственно (рис. 3.2.13). Содержание остальных основных загрязняющих веществ в воде по всей акватории водохранилища в 2015 г. изменилось незначительно и в среднем составляло: соединений меди - 3-7, железа - 1-2 ПДК, органических веществ (соответственно по БПК<sub>5</sub> и ХПК) - до 1 и 2 ПДК соответственно. Как и в предыдущие годы, метанол в концентрациях от 1 до 2 ПДК был зарегистрирован в водохранилище в районе г. Нижний Новгород и г. Кстово.



**Рис. 3.2.13. Динамика загрязняющих веществ в воде Чебоксарского водохранилища, 4,2 км ниже г. Нижний Новгород**

В течение многолетнего периода в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах преобладают «загрязненные» воды. Более высокий уровень загрязненности воды «грязный» чаще всего отмечается на участке Куйбышевского водохранилища в районе г. Казань и г. Новочебоксарск у с. Козловка. Вода водохранилищ характеризуется максимально высокой периодичностью загрязненности по акватории органическими веществами (по ХПК), среднегодовые и максимальные концентрации которых составляли 2 ПДК и 3-4 ПДК. Характерный уровень загрязненности воды соединениями меди отмечался на большей части акватории Куйбышевского водохранилища и в отдельных створах Саратовского водохранилища, в среднем, как правило, не выше 1-2 ПДК. Более высокий уровень загрязненности воды соединениями меди, в среднем 3-5 ПДК характерен для Куйбышевского водохранилища в районе г. Казань и г. Набережные Челны. Загрязненность воды нитритным азотом ниже г. Зеленодольск и ниже г. Казань достигала до 5-6 ПДК (в среднем 1 ПДК), соединениями алюминия у г. Казань, г. Набережные Челны и г. Нижнекамск - до 6-10 ПДК (в среднем 2-3 ПДК).

В 2015 г. вода Волгоградского водохранилища и р. Волга у г. Волгоград на территории Волгоградской области, как и в предыдущие годы, оценивалась как «загрязненная». По сравнению с вышеуказанными водохранилищами перечень характерных загрязняющих веществ воды возрастает до 4-5. К ним относятся органические вещества (по БПК<sub>5</sub> и ХПК), соединения меди и цинка, у г. Волгоград к ним добавляются фенолы, среднегодовые концентрации, как правило, незначительно превышают ПДК, соединения меди достигают 3 ПДК. Единичные случаи загрязненности воды Волгоградского водохранилища нефтепродуктами как выше, так и ниже г. Камышин достигают 10 ПДК.

Вода участка р. Волга ниже г. Астрахань в течение последних семи лет стабильно оценивается как «грязная». Число и перечень характерных загрязняющих веществ воды на этом участке реки остается неизменным; среднегодовые концентрации изменяются незначительно и составляют: нефтепродуктов - 2-3 ПДК, соединений меди - 3-4 ПДК, цинка, железа, органических веществ (по БПК<sub>5</sub> и ХПК) - 1-2 ПДК. На этом участке реки сохраняется неустойчивой загрязненность воды нитритным азотом - до 4-6 ПДК (рис. 3.2.15).

Качество воды притоков всех Волжских водохранилищ варьирует, как правило, от «загрязненных» до «грязных». Вода отдельных водотоков характеризуется как «слабо загрязненная» (реки Вазуза, Шоша, Воя, озера Селигер и Плещеево), «грязная» (р. Кошта в черте г. Череповец, р. Степной Зай ниже г. Альметьевск) и «экстремально грязная» (р. Падовая в районе г. Самара).

В бассейне Верхне-Волжских водохранилищ как "грязные" оцениваются реки на территории Московской области – Дубна, Сестра и Кунья, отдельные реки на территории в Вологодской области – Ягорба и Андога.

Критические показатели загрязненности воды р. Кошта – нитритный азот, соединения цинка и марганца; р. Андога, Ягорба и Шекснинского водохранилища – органические вещества (по ХПК); р. Кунья – аммонийный азот и легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>); рек Кострома, Меза, Немда и Нея – соединения железа. В течение года было зарегистрировано 5 случаев высокого загрязнения воды р. Кошта в черте г. Череповец, из них 3 случая нитритным азотом (13, 14 и 22 ПДК) и по одному случаю аммонийным азотом и соединениями цинка (соответственно 13 и 16 ПДК). В р. Андога, протекающей по территории Вологодской области, в марте был отмечен случай дефицита растворенного в воде кислорода – 2,18 мг/л.

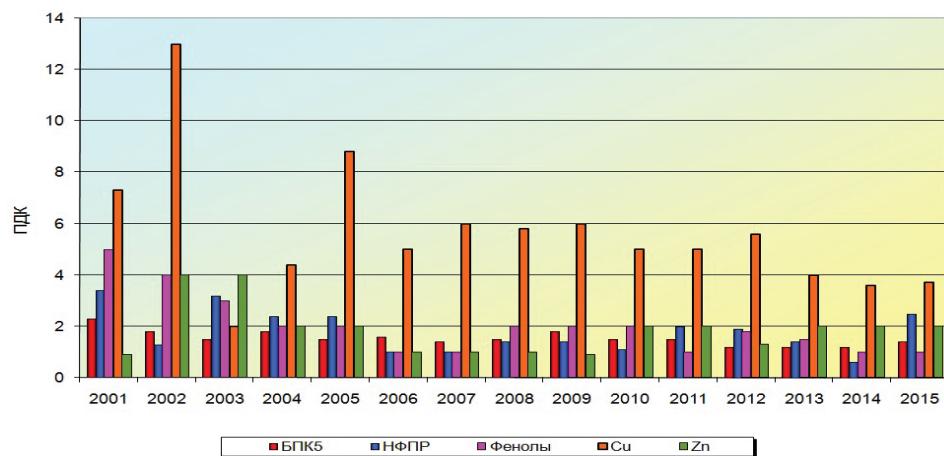


Рис. 3.2.15. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Волга, г. Астрахань

В бассейне Чебоксарского водохранилища по-прежнему как «грязная» характеризуется вода отдельных рек: в Нижегородской области – Пыра, Кудьма и Пьяна, в Республике Мордовия – Инсар и Нуя. В 2015 г. за счет роста среднегодового содержания отдельных загрязняющих веществ ухудшилось до «грязной» качество воды рек Нижегородской области: сульфатными ионами до 4 ПДК - р. Сундовик, нитритным азотом и нефтепродуктами до 3 ПДК - р. Большая Какша. К критическим показателям загрязненности воды водных объектов Нижегородской области относятся: соединения железа и марганца (р. Пыра), сульфатные ионы и нитритный азот (р. Кудьма), нефтепродукты (р. Керженец и р. Ветлуга), сульфатные ионы (р. Пьяна);– аммонийный азот (р. Нуя, Республики Мордовия). В связи с заболоченностью водозабора (природный фактор) содержание соединений железа и марганца в воде р. Пыра превышает уровень ВЗ (до 39 и 48 ПДК соответственно). В результате сброса сточных вод свиноводческого комплекса в апреле был зарегистрирован случай высокого загрязнения воды р. Нуя аммонийным азотом 17 ПДК.

В поверхностных водах бассейнов Куйбышевского и Саратовского водохранилищ существенных изменений в уровне загрязненности воды большинства створов не произошло. В 2015 г. 32,5% створов от общего числа оцениваются как «грязные». В 2015 году снизилось качество воды: на территории Республики Татарстан – р. Степной Зай ниже г. Альметьевск до «грязной»; Ульяновской области – р. Падовая до «экстремально грязной», где число критических показателей загрязненности воды возросло до трех и четырех соответственно (аммонийный, нитритный азот, соединения марганца и органические вещества (по БПК<sub>5</sub> и ХПК), аммонийный азот, растворенный в воде кислород). В течение 2015 г. в водных объектах Республики Татарстан было зарегистрировано 29 случаев высокого загрязнения воды, из них наиболее часто р. Степной Зай в районе городов Лениногорск, Альметьевск и Заинск – 11 случаев нитритным азотом (от 11 до 26 ПДК) и 3 случая соединениями марганца (33, 39 и 44 ПДК) и р. Зай – 8 случаев нитритным азотом (11-24 ПДК), а также 1 случай ЭВЗ соединениями марганца р. Карла (75 ПДК). В поверхностных водах Самарской области был зафиксирован 21 случай ВЗ, из них в р. Чапаевка 13 случаев легкоокисляемыми

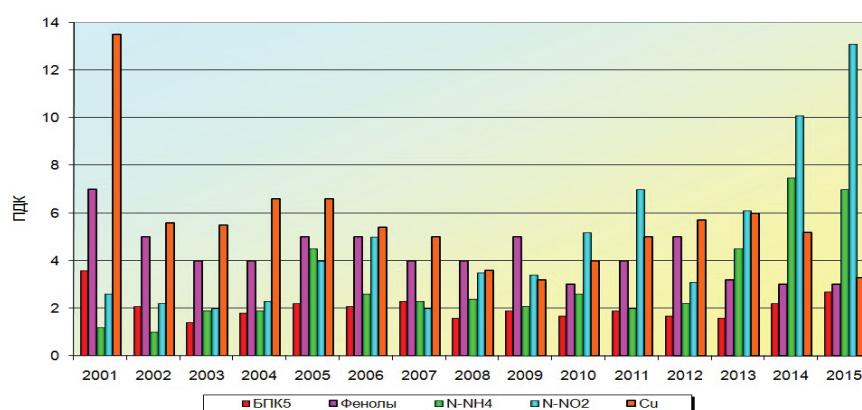
органическими веществами (по БПК<sub>5</sub>) (6-14 ПДК) и 1 случай аммонийным азотом (11 ПДК); в р. Падовая по одному случаю соединениями марганца (31 ПДК), сульфидами и сероводородом 37 ПДК, органическими веществами (14 и 11 ПДК соответственно по ХПК и БПК<sub>5</sub>); в р. Чагра, р. Самара и в Ветлянском водохранилище по одному случаю соединениями марганца (46, 34 и 31 ПДК). Экстремально высокий уровень загрязненности воды соединениями марганца наблюдался в р. Чапаевка (78 и 124 ПДК), аммонийным азотом - в р. Падовая (53 ПДК). Острый дефицит растворенного в воде кислорода до 0,30 мг/л был отмечен в ноябре в р. Падовая.

**Бассейн р. Ока.** Степень загрязненности воды р. Ока изменяется по течению. На участке реки, протекающей по территориям Орловской, Калужской и Тульской областей в течение многолетнего периода вода изменялась от «загрязненной» до «очень загрязненной». Ниже по течению реки в пределах Московской области ниже г. Серпухов до г. Коломна качество воды ухудшалось до «грязной». Снижение качества воды реки ниже г. Коломна обусловлено не только воздействием загрязненных сточных вод города, но и поступлением загрязненных вод р. Москва. Далее по течению реки вода характеризуется как «грязная».

Устойчивость и степень загрязненности воды реки отдельными загрязняющими веществами значительно изменяется по течению реки. Наиболее резко возрастает загрязненность воды аммонийным и нитритным азотом до критической ниже г. Коломна до 7 и 13 ПДК соответственно. По сравнению с предыдущим годом загрязненность воды реки ниже г. Коломна аммонийным азотом не изменилась, нитритным азотом и легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК<sub>5</sub>) возросла (рис. 3.2.16).

Высокая загрязненность воды нитритным азотом, характеризующаяся как критическая, сохраняется и ниже по течению реки, как в фоновых, так и в контрольных створах пунктов наблюдений г. Рязань, г. Павлово и в створе 1,5 км ниже г. Дзержинск, изменяясь, в среднем, от 6 до 3 ПДК.

В течение 2015 г. в реке было зарегистрировано 15 случаев высокого загрязнения воды, из них: на территории Московской области ниже г. Коломна – 5 случаев нитритным азотом (13-40 ПДК), 4 случая аммонийным азотом (11-18 ПДК), 1 случай легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК<sub>5</sub>) (8 ПДК); на территории Рязанской области у г. Рязань – 3 случая нитритным азотом (14-16 ПДК) и 1 аммонийным азотом (10 ПДК), ниже г. Касимов – 1 нитритным азотом (11 ПДК).



**Рис. 3.2.16. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Ока, ниже г. Коломна**

Случаи загрязненности воды реки метанолом, в концентрациях, незначительно превышающих ПДК, по-прежнему отмечаются на участках реки в районе г. Дзержинск и г. Нижний Новгород.

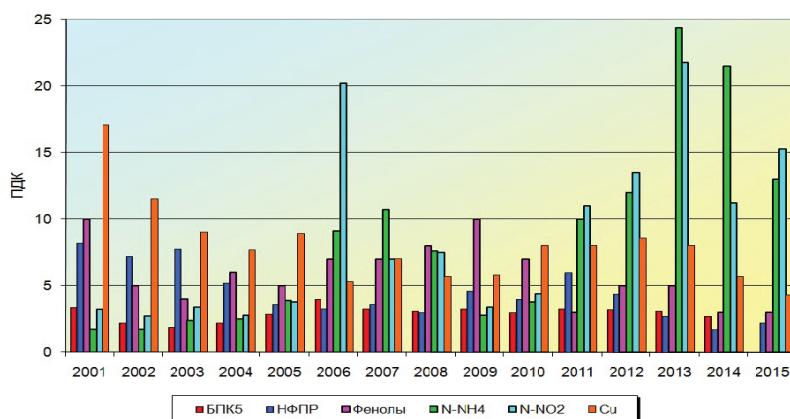
Вода притоков р. Ока в большинстве створов стабильно оценивается как «грязная» и «экстремально грязная». Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК<sub>5</sub>),

нитритного и аммонийного азота достигает критического уровня загрязненности воды, в основном, в притоках, протекающих по территориям Московской и Тульской областей.

Наиболее загрязненными притоками верхнего течения р. Ока являются водные объекты Тульской области: рр. Упа, Мышега и Шатское водохранилище, вода которых характеризуется как «грязная»; в них неоднократно регистрировались случаи ВЗ воды аммонийным и нитритным азотом, в р. Мышега – ЭВЗ нитритным азотом.

**Река Москва.** Загрязненность воды р. Москва возрастает от «загрязненной» на входе в г. Москва и «грязной» как в черте г. Москва, так и ниже по течению в створе ниже г. Воскресенск. Вода большинства притоков р. Москва по качеству оценивается как «грязная». На протяжении ряда лет критическими загрязняющими веществами воды как р. Москва, так и ее притоков являются аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>). В 2015 г. по сравнению с 2014 г. число случаев высокого загрязнения воды р. Москва возросло и соответственно вышеперечисленным ингредиентам составило: 83, 57 и 16 ПДК. В течение последних пяти лет сохраняется высоким средний уровень загрязненности воды реки аммонийным и нитритным азотом в черте г. Москва в районе Бесединского моста МКАД. В 2014-2015 гг. отмечается стабилизация среднегодового содержания нитритного азота (11-15 ПДК) на уровне 2011-2012 гг. (11-14 ПДК) и снижение содержания аммонийного азота в 2015 г. до 13 ПДК по сравнению с 2013-2014 гг. (22-24 ПДК) (рис. 3.2.17).

**Река Клязьма.** Повышение эффективности работы Щелковских очистных сооружений после проведенной реконструкции способствовало улучшению качества воды р. Клязьма на территории Московской области от «экстремально грязной» до «грязной» практически во всех створах наблюдений. Ниже по течению на территории Владимирской области вода реки стабильно оценивается как «грязная». В 2015 г. по сравнению с 2014 г. число случаев высокого загрязнения воды реки резко снизилось с 86 до 11, из них – 2 случая нитритным (10 и 16 ПДК) и 6 случаев аммонийным азотом (13-30 ПДК), 2 случая легкоокисляемыми органическими веществами по (БПК<sub>5</sub>) (12,0 и 17,0 мг/л), 1 случай соединениями свинца (5 ПДК). В 2015 г. уменьшился средний уровень загрязненности воды нитритным азотом в 2 раза до 3-5 ПДК, аммонийным азотом - в 3-5 раз до 3-5 ПДК.



**Рис. 3.2.17. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Москва выше Бесединского моста**

Наиболее загрязненным притоком р. Клязьма, по-прежнему, является р. Воймега как выше, так и ниже г. Рошаль, качество воды которой ухудшилось от "грязной" в 2009-2012 гг. до "экстремально-грязной" в 2013-2015 гг. Критические загрязняющие вещества воды реки: аммонийный азот, органические вещества (по ХПК и БПК<sub>5</sub>) в течение года неоднократно превышали уровень ВЗ, кроме того в течение года было отмечено 8 случаев дефицита растворенного в воде кислорода (2,02-2,31 мг/л).

**Бассейн р. Кама.** Качество поверхностных вод бассейна р. Кама, наиболее мощного притока р. Волга, многие годы определяется влиянием сточных вод ряда предприятий

различных отраслей промышленности, хозяйствственно-бытовых сточных вод крупных муниципальных образований, поверхностного стока с хорошо освоенных и густо заселенных водосборных площадей.

Начиная с 2012 г., на большинстве водных объектов вода стабильно оценивается как «грязная» и «загрязненная».

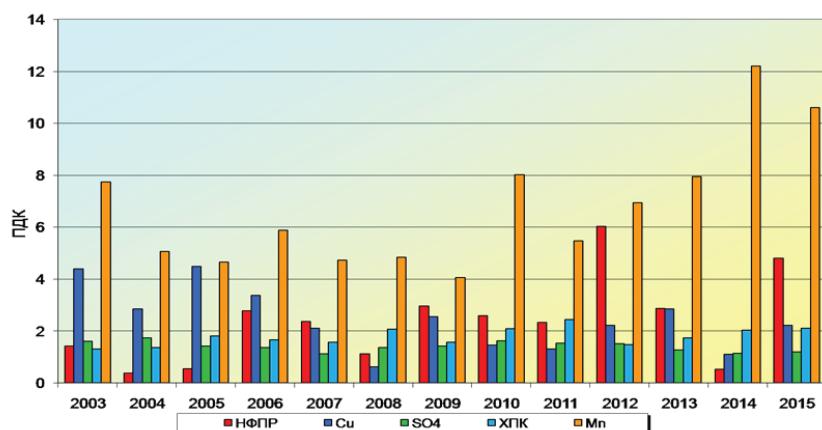
В многолетнем плане вода собственно р. Кама, каскада ее водохранилищ и притоков характеризовалась—повышенным содержанием соединений марганца, железа, меди и органических веществ (по ХПК), повторяемость превышения ПДК которыми в целом для бассейна в 2015 г. составляла 90%, 72%, 74%, 77% соответственно. В бассейне р. Белая сохранилась повышенной повторяемостью случаев загрязненности воды водных объектов, нефтепродуктами, которая в 2015 г. достигла 44%. Повышенное содержание соединений марганца и железа в основном, обусловлено влиянием природных факторов, формирующих химический состав поверхностных вод региона, загрязненность нефтепродуктами обусловлена преимущественно организованным и неорганизованным их поступлением с объектов нефтегазодобычи и переработки, аграрного сектора, водосборных площадей.

В 2015 г. вода р. Кама и ее водохранилищ оценивалась в основном, как «загрязненная». По-прежнему сохранялась несколько повышенной загрязненность воды **Нижнекамского водохранилища** в пункте д. Андреевка, где вода из года в год оценивалась как «грязная».

Изменение в многолетнем плане среднегодового содержания наиболее характерных загрязняющих веществ в воде Нижнекамского водохранилища в районе д. Андреевка представлено на рис. 3.2.18.

В 2015 г. в этом створе наблюдался резкий рост загрязненности воды нефтепродуктами. Практически до нуля снизилась загрязненность воды Нижнекамского водохранилища аммонийным и нитритным азотом, соединениями цинка и не изменилась органическими веществами (по ХПК) и сульфатами.

Химический состав воды Нижнекамского водохранилища в пункте 1,5 км к северо-востоку от с. Андреевка, в районе гидропоста, формируется под влиянием р. Белая и, как следствие, из года в год отличается повышенным для р. Кама и ее водохранилищ содержанием соединений марганца, которое в 2015 г. составляло в среднем 11 ПДК, в половине проб концентрации превышали 10 ПДК. В 2015 г. по сравнению с 2013-2014 гг. примерно в 5 раз повысилась загрязненность воды нефтепродуктами. По сравнению с 2014 г. существенно возросло содержание соединений железа. В целом в 2015 г на речных участках и водохранилищах р. Кама возросло количество створов, вода которых оценивалась как «загрязненная».



**Рис. 3.2.18. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды вдхр. Нижнекамское, д. Андреевка в многолетнем плане**

Среди притоков р. Кама и ее водохранилищ (без бассейна р. Белая) последние семь лет (2009-2015 гг.) превалировали «загрязненные» воды.

В 2015 г., как и в прошлые годы, в бассейне р. Кама (без бассейна р. Белая) наиболее грязными являлись реки (чаще отдельные пункты, либо участки рек) Косьва, Чусовая, Северушка, Иж, Позимь, Мензеля, вода которых характеризовалась как «грязная».

**Река Косьва** на участке ниже г. Губаха многие годы остается загрязненной соединениями железа, меди, марганца, периодически фенолами, аммонийным азотом, соединениями цинка.

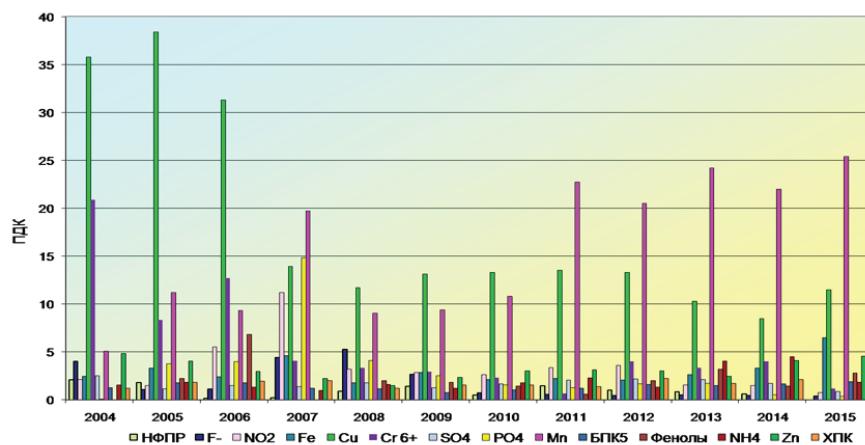
В 2015 г. резко увеличилась загрязненность воды р. Косьва ниже г. Губаха, где качество воды формируется под влиянием шахтных вод Кизеловского угольного бассейна. В створе 0,3 км ниже г. Губаха в 2015 г., как и в предыдущие годы, отмечались высокие концентрации в воде реки соединений железа, в среднем 44 ПДК, максимальная концентрация достигала уровня экстремально высокого загрязнения 110 ПДК. Наблюдалась повышенная загрязненность воды соединениями марганца, среднегодовая концентрация которых превышала ПДК в 7 раз. Максимальная концентрация фенолов достигала 24 ПДК, при этом среднегодовое содержание увеличилось до 7 ПДК. Среднее содержание органических веществ (по ХПК) составило 28,9 мг/л с максимальным значением 50,5 мг/л. Вода р. Косьва на участке ниже г. Губаха оценивалась как «грязная».

**Река Чусовая.** Химический состав воды р. Чусовая формируется под влиянием сточных вод предприятий жилищно-коммунального хозяйства муниципальных образований городов Полевской, Дегтярск, Ревда, Первоуральск, р.п. Староуткинск, в целом Первоуральско-Ревдинского промузла.

Многие годы р. Чусовая относится к наиболее загрязненным среди притоков р. Кама и ее водохранилищ. Низким качеством воды характеризуется участок реки в районе г. Первоуральск, для которого характерна высокая комплексность загрязненности воды. В 2015 г. в створах 1,7 и 17 км ниже г. Первоуральск фиксировалось загрязненность воды соединениями меди, шестивалентного хрома, марганца, цинка, железа, аммонийного азота, фенолами и другими химическими веществами.

В воде р. Чусовая, несмотря на изменения концентраций отдельных загрязняющих веществ, содержание большего количества загрязняющих веществ в течение десятков лет сохраняется постоянным. Изменение среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ в воде р. Чусовая в створе 1,7 км ниже г. Первоуральск представлено на рис. 3.2.19.

По сравнению с предыдущим годом несколько повысилась загрязненность воды соединениями меди, железа, фенолами, снизилась соединениями шестивалентного хрома, аммонийным азотом. Вода р. Чусовая на участке 1,7-17 км ниже г. Первоуральск в 2015 г. характеризовалась как «грязная».



**Рис. 3.2.19. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Чусовая, 1,7 км ниже г. Первоуральск в многолетнем плане**

Влияние сбросов в р. Чусовая в районе Первоуральско-Ревдинского промузла прослеживается вниз по течению вплоть до с. Усть-Утка. В приусտевой части реки, в районе г. Чусовой, загрязненность воды химическими веществами уменьшалась, вода р. Чусовая характеризовалась как «загрязненная».

**Бассейн р. Белая.** Вода р. Белая в течение более чем десятилетнего периода, характеризовалась повышенным содержанием в воде соединений марганца, меди, железа, нефтепродуктов и фенолов, органических веществ (по ХПК).

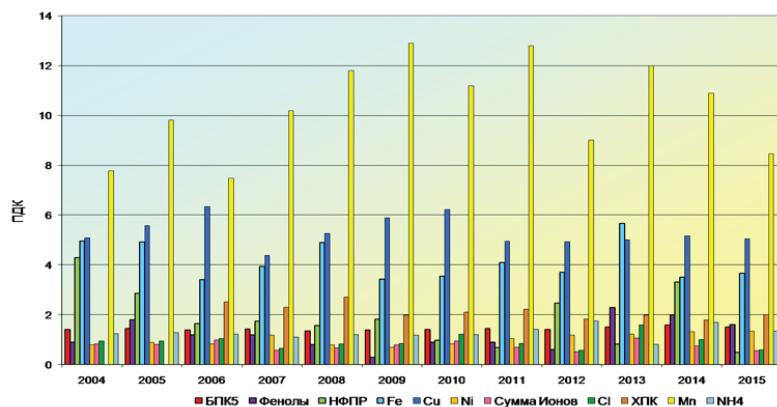
Вода р. Белая, за небольшим исключением, на всем протяжении характеризовалась как «грязная». По сравнению с 2014 г. снизилось число створов, где вода характеризовалась как «загрязненная».

В 2015 г. в р. Белая на участке г. Мелеуз - г. Стерлитамак содержание в воде нефтепродуктов снизилось в среднем до < 1 ПДК. Как и в предыдущем году, на продолжительном участке р.п. Прибельский – г. Дюртюли наблюдалось превышение 1 ПДК сульфатов, максимальные концентрации которых в створах выше р.п. Прибельский, г. Уфа и в районе г. Бирск достигали 3-5 ПДК.

Изменение среднегодового содержания основных для р. Белая загрязняющих веществ в контрольном створе 10,5 км ниже г. Стерлитамак представлено на рис. 3.2.20.

В 2015 г. притоки р. Белая были загрязнены органическими веществами (по ХПК), соединениями марганца, меди, железа, цинка, в ряде водных объектов нефтепродуктами. Вода притоков р. Белая варьировала от «загрязненных» до «грязных». Превалировали в бассейне «грязные» воды. К ним относились р. Уфа в среднем и нижнем течении, реки Дема, Уршак и другие.

В 2015 г. в отдельных притоках р. Белая – Быстрый Танып, Чермасан, Юрзань, Инзер и др., отмечалась невысокая загрязненность воды соединениями никеля (до 3 ПДК). Загрязненность воды притоков р. Белая нефтепродуктами сохранилась, в среднем, на уровне 2 ПДК, повысились среднегодовые концентрации нефтепродуктов в Павловском водохранилище до 3-7 ПДК.



*Рис. 3.2.20. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Белая, 10,5 км ниже г. Стерлитамак в многолетнем плане*

По-прежнему повышенное содержание сульфатов, обусловленное, в основном, наличием в бассейне карстовых явлений, наблюдалось в воде рек Ашкадар, Уршак, Селеук, Шугуровка, Дема, Чермасан, Быстрый Танып и др. В 2015 г. среднегодовые концентрации сульфатов несколько снизились, варьируя по бассейну от 1 до 3 ПДК, в оз. Асли-Куль достигали 7 ПДК.

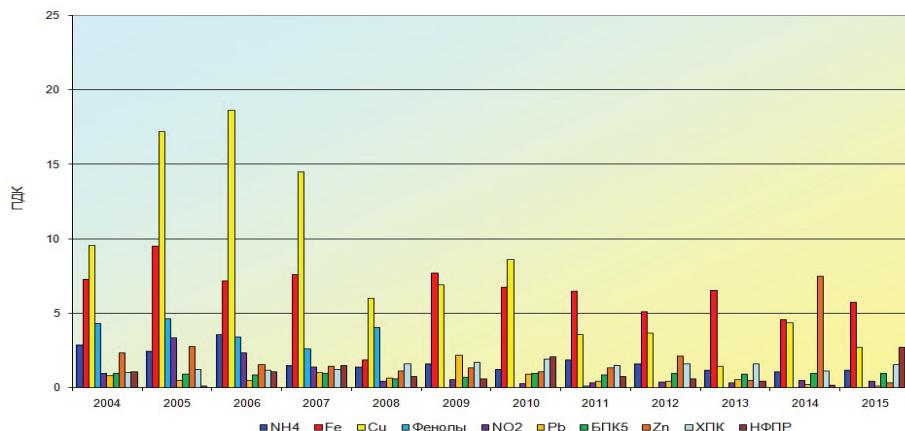
**Бассейн р. Амур.** Качество воды водных объектов бассейна р. Амур формируется под влиянием своеобразных природных условий, наличия сложной системы проток, рукавов, рудоносных и коллекторно-дренажных вод. В поверхностные воды бассейна поступают сточные воды городских очистных сооружений, железнодорожного транспорта, предприятий мясной и молочной промышленности, оказывают влияние поверхностный сток с

водосборной площади и неорганизованные источники загрязнения, как со стороны РФ, так и КНР.

К наиболее характерным загрязняющим веществам рек бассейна многие годы относятся соединения железа, марганца, меди и органические вещества (по ХПК).

**Река Амур.** В р. Амур, как и в реках его бассейна, содержание соединений марганца и железа частично обусловлено наличием в регионе повышенного регионального природного фона. В 2015 г. концентрации соединений марганца и железа изменились по длине реки, в среднем, в пределах 1-12 и 1-7 ПДК.

Наблюдалось превышение ПДК соединений меди в среднем в 2-3 раза, в приусտевой части - в 4-6 раз. По всему течению р. Амур фиксировалась невысокая, в основном, до 30,0 мг/л загрязненность воды органическими веществами (по ХПК).



**Рис. 3.2.21. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Амур в пункте г. Амурск**

В последние годы снизилось содержание химических веществ на одном из наиболее загрязненных ранее участков р. Амур в районе г. Амурск (рис. 3.2.21).

В 2015 г вода р. Амур практически по всей длине характеризовалась по створам как «загрязненная».

Характер и степень загрязненности воды водных объектов бассейна р. Амур существенно различались, как в пространственном, так и во временном аспектах. В 2015 г. в целом в реках бассейна р. Амур: Шилка, Онон, Зея, Тында, Бурея и др. по-прежнему превалировали «загрязненные» воды.

Загрязненность воды отдельных водных объектов бассейна р. Амур десятилетиями сохраняется «высокой» или «экстремально высокой».

**Река Чита** в Забайкальском крае многие годы является весьма загрязненной на участке в черте г. Чита. В 2015 г. фиксировались случаи высокого загрязнения воды аммонийным и нитритным азотом, фосфатами, органическими веществами (по БПК<sub>5</sub>). В течение многих лет, в том числе и в 2015 г., вода в этом пункте оценивалась как «очень грязная».

**Река Березовая** ниже с. Федоровка в Хабаровском крае на протяжении многих лет относится к наиболее грязным малым водотокам страны. В воде реки из года в год отмечаются случаи высокого загрязнения аммонийным и нитритным азотом, органическими веществами (по БПК<sub>5</sub>), обусловленные поступлением сточных вод МУП «Водоканал» г. Хабаровск.

В течение многих лет как «очень грязная» характеризуется р. Черная у с. Сергеевка. В 2015 г. наблюдались очень высокие концентрации аммонийного и нитритного азота, органических веществ (по БПК<sub>5</sub>), обусловленные сбросом сточных вод г. Хабаровск и поверхностным стоком с сельхозугодий.

В 2015 г на территории Приморского края «экстремально грязной» в **бассейне р. Уссури** сохранилась, как и в прошлые годы, **р. Дачная** в зоне влияния недостаточно

очищенных сточных вод предприятий г. Арсеньев. В воде реки отмечалась очень высокая загрязненность органическими веществами с максимальными значениями БПК<sub>5</sub> 124 мг/л и ХПК 120 мг/л, фосфатами до 23 ПДК при среднегодовой концентрации 14 ПДК и др. На участке реки в черте г. Арсеньев в 2015 г. почти вдвое увеличилось содержание фенолов (до 25 ПДК). С 2013 г. отмечается резкий рост загрязненности воды р. Дачная аммонийным азотом, среднегодовая концентрация которого в 2015 г. достигла 35 ПДК.

Изменение среднегодовых концентраций присутствующих в воде реки химических веществ представлено на рис. 3.2.22.

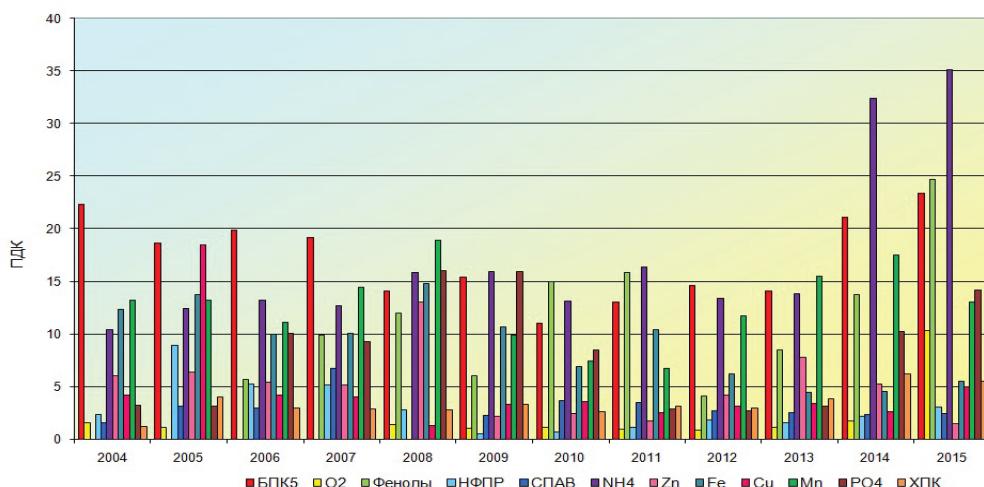


Рис. 3.2.22. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Дачная в черте г. Арсеньев.

В р. Уссури в 2015 г. качество воды несколько ухудшилось, в целом в бассейне стали превалировать «грязные» воды, к которым относились р. Арсеньевка, р. Илистая, р. Нестеровка и др.

Загрязненность воды рек бассейна Японского моря Приморского края в 2015 г. изменилась несущественно. Практически в равной степени вода оценивается как «загрязненная» и «грязная». Несколько уменьшилась загрязненность воды р. Кневичанка соединениями железа, марганца, несмотря на некоторое снижение сохраняется высокой минерализация воды и концентрация соединений магния в зоне влияния сточных вод «Артем-ТЭЦ».

Как «экстремально грязная» оценивалась в 2015 г. вода р. Раковка в районе г. Уссурийск, которая отличалась высокой комплексностью загрязненности. В р. Рудная ниже п. Краснореченский, как и в предыдущие годы, была отмечена чрезвычайно высокая, в среднем 48 ПДК, загрязненность воды соединениями цинка, обусловленная влиянием деятельности предприятий горнорудной промышленности.

**Реки о. Сахалин.** В Сахалинской области в 2015 г., как и в предыдущие годы, наиболее распространены «загрязненные» воды.

К загрязняющим, как правило, относились соединения железа и меди. В среднем на уровне 4 и 5 ПДК отмечалась загрязненность воды органическими веществами (по ХПК и БПК<sub>5</sub>).

В воде р. Сусуя ниже г. Южно-Сахалинск среднегодовая концентрация аммонийного азота превышала ПДК в 7 раз. В этом же створе наблюдался некоторый рост в воде фосфатов.

В р. Охинка в пункте г. Оха, также как и в предыдущие годы, отмечалась экстремально высокая загрязненность воды нефтепродуктами, среднегодовая концентрация которых в 2015 г. достигала 381 ПДК. В реке наблюдалось также превышение ПДК нитритным азотом, соединениями железа, меди, марганца, органическими веществами (по ХПК).

**Реки полуострова Камчатка.** Вода большинства рек Камчатского края в 2015 г. оценивалась как «загрязненная». В воде отмечалось превышение ПДК соединениями меди, цинка. Практически во всех реках края отмечалась загрязненность воды нефтепродуктами, но уровень её заметно снизился в таких реках, как Берш, Кавыча, Анавгай, Авача, Удова и др.

В р. Камчатка в районе п. Козыревск содержание в воде нефтепродуктов практически не изменилось и в 2015 г. среднегодовое составило 15 ПДК. В ряде рек, таких как Камчатка, Авача, Паратунка и др. фиксировалось превышение ПДК фенолов в среднем в 5-7 раз.

**Состояние качества поверхностных вод в 2015 г. на территории Республики Крым.** Реки Крыма в подавляющем большинстве оцениваются хорошим качеством воды.

**Реки, впадающие в Черное море.** «Условно чистой» оценивается вода р. Кучук-Узенбаш, в створе 0,5 км ниже с. Многоречье. Вода большинства рек в 2015 г. характеризуется как «слабо загрязненная»: (р. Бельбек, 0,5 км выше с. Фруктовое; р. Биюк-Узенбаш, в черте с. Счастливое; р. Черная, 2 км ниже с. Хмельницкое; р. Дерекойка, 0,5 км выше г. Ялта; р. Ускут, в черте с. Приветное) и как «загрязненная»: (р. Альма, в черте пгт Почтовое; р. Кача, 0,5 км выше с. Баштановка; р. Дерекойка, в черте г. Ялта; р. Улу-Узень, 0,2 км СВ от с. Солнечногорское; р. Демерджи, в черте г. Алушта; р. Таракташ, 0,25 км ниже пгт Судак).

Характерными загрязняющими веществами для всех рек являются органические вещества (по ХПК), соединения меди, среднегодовые концентрации которых составляют 1-3 ПДК, максимальные не превышают 1-5 ПДК; в отдельных створах к ним добавляются соединения железа, магния, сульфаты, нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК<sub>5</sub>), среднегодовое содержание которых колеблется в пределах ПДК, максимальные концентрации также невысокие в пределах 1-3 ПДК.

Вода Партизанского, Счастливого, Чернореченского, Феодосийского водохранилищ оценивается как «слабо загрязненная». Среднегодовые концентрации в воде загрязняющих веществ составляют 1-3 ПДК, максимальные - 1-4 ПДК. Для этих водохранилищ характерна загрязненность воды органическими веществами (по БПК<sub>5</sub> и по ХПК), соединениями меди; в отдельных створах – соединениями железа и магния. Повторяемость случаев превышения ПДК для большинства химических веществ находится в пределах 25-100%.

**Реки, впадающие в Азовское море** (р. Салгир, р. Малый Салгир и р. Биюк-Карасу) характеризуются в большинстве створов «загрязненной» водой - р. Салгир у с. Двуречье, р. Биюк-Карасу – «слабо загрязненной» водой. Для этих рек характерными загрязняющими веществами являются соединения меди, среднегодовые концентрации которых составляют 2-3 ПДК, максимальные - 4-6 ПДК; в отдельных створах - нитритный азот, соединения магния и сульфаты, максимальные концентрации которых не превышают 2-3 ПДК. Небольшой дефицит растворенного в воде кислорода регистрировался в 2015 г. в воде р. Биюк-Карасу, выше г. Белогорск (3,73 мг/л) и р. Салгир, выше с. Двуречье (3,52 мг/л). Минерализация воды рек варьирует от 434 – 705 мг/л до 696 – 1046 мг/л. Более минерализована вода р. Салгир, выше с. Двуречье. В реках Салгир (с. Пионерское, с. Двуречье), Малый Салгир (выше г. Симферополь) регистрируются хлорорганические пестициды.

Вода Аянского и Симферопольского водохранилищ в 2015 г. оценивается как «слабо загрязненная»; характерным для водохранилищ является повышенное содержание в воде соединений меди, превышающих ПДК в 2-5 раз. В марте 2015 г. в воде водохранилищ были зарегистрированы хлорорганические пестициды (ДДЭ, ДДД).

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

В районах расположения станций сети ЕАНЕТ на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока проводятся наблюдения по программе мониторинга химического состава поверхностных вод с целью получения данных для оценки воздействия кислотных выпадений на экосистемы водоемов и малых рек. Основные принципы организации наблюдений разработаны с использованием опыта 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 атмосферного 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 2014 и 2015 годах году не было выявлено существенных отличий уровня содержания кислотообразующих соединений и макроионов в водотоках районов станций ЕАНЕТ от результатов наблюдений в предыдущие годы, лишь некоторые показатели отличались от средних многолетних показателей (Табл. 3.3.1).

**Таблица 3.3.1.** Средние многолетние концентрации основных ионов и диапазон их изменений в поверхностных водах водотоков в районах станций ЕАНЕТ в 2007-2015 гг.

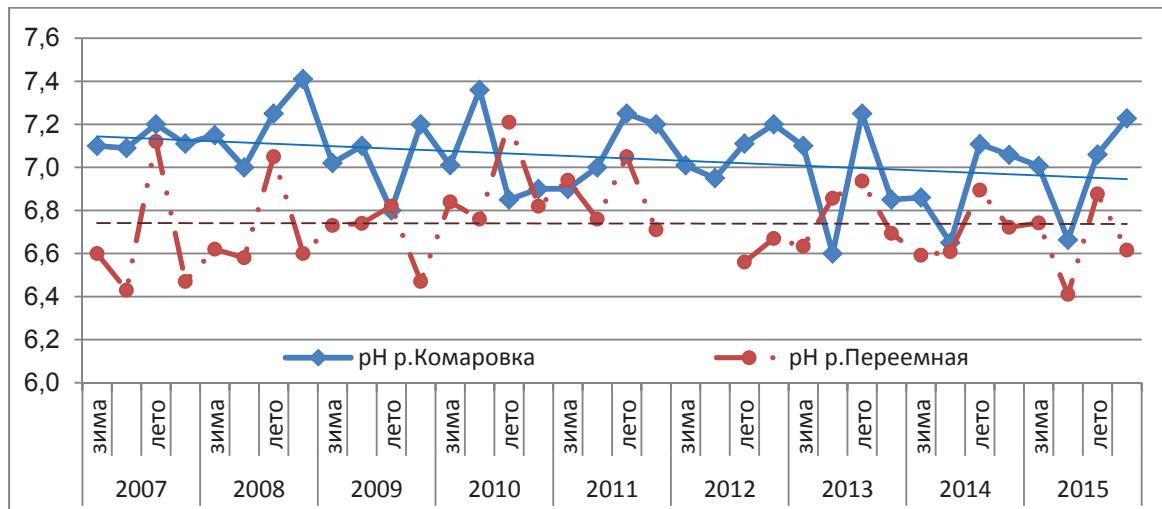
Вещество (измеряемое соединение)	р. Комаровка (Приморье)			р. Переемная (бассейн оз. Байкал)		
	Среднее		Диапазон измерений (2007-2015)	Среднее		Диапазон измерений (2007-2015)
	многолетнее	2015 г		многолетнее	2015 г	
pH	7,1	7,0	6,6 - 7,5	6,8	6,7	6,4 - 7,2
SO <sub>4</sub> <sup>2-</sup> , мг/л	11,1	13,5	3,6 - 15,8	10,9	10,5	6,4 - 15,4
NO <sub>3</sub> <sup>-</sup> , мг/л	1,0	1,3	0,1 - 5,3	0,77	0,48	0,18 - 1,29
NH <sub>4</sub> <sup>+</sup> , мг/л	0,2	0,12	0,01 - 1,0	0,04	0,01	нпо - 0,25
Ca <sup>2+</sup> , мг/л	8,1	8,7	6,4 - 10,2	4,8	4,6	3,0 - 6,3
Mg <sup>2+</sup> , мг/л	2,3	2,2	1,5 - 3,3	0,91	0,76	0,5 - 1,3
NO <sub>2</sub> <sup>-</sup> , мг/л	0,04	0,03	нпо - 0,12	0,002	0,003	нпо - 0,01

#### **Кислотность поверхностных вод**

За исследуемый период среднее годовое значение величины pH воды в р. Переемной изменялось в пределах от 6,6 до 6,9, при среднем многолетнем 6,8 и вариациями измеренных значений от 6,4 до 7,2 ед. pH. В сезонном ходе наиболее высокие значения наблюдаются летом : среднее за многолетний период 7,0 , средний pH для зимы - около 6,7 , наиболее низкие значения весной.

В Приморье в водах р. Комаровка значительных различий величины pH между сезонами и выраженного многолетнего внутригодового хода значений не отмечается: среднее значение для сезонов составляет  $7,0 \pm 0,1$  ед. pH. Тем не менее, как правило, для конца весны и летнего периода по сравнению с другими сезонами характерно некоторое снижение до 6,6–6,9 ед. pH.

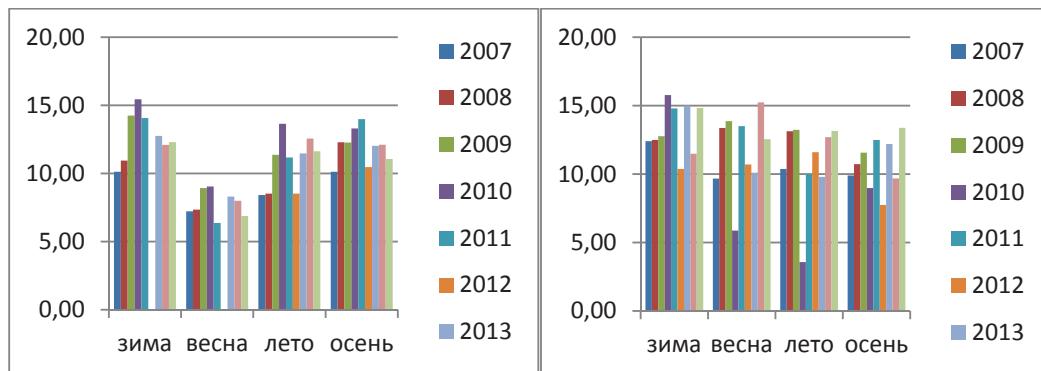
При сравнении уровней значений показателя кислотности для рек этих регионов зафиксировано, что pH воды в р. Переемной несколько ниже при схожих интервалах изменений., По результатам наблюдений за 2007-2015 гг. для этих водных объектов отмечаются различные тенденции: выраженный рост кислотности в р. Комаровка, и в среднем примерно одинаковый уровень значений в р. Переемная (рис.3.3.1). Однако, для надежного определения количественных характеристик изменений кислотности необходимы более длительные ряды измерения и, возможно, более специализированные детальные расчеты.



**Рис.3.3.1 Тенденции изменения pH в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в Приморье и в районе оз. Байкал.**

### Содержание сульфатов

В 2015 году среднегодовое содержание сульфатов в воде р. Комаровка составило 13,5 мг/л, что выше, чем в предыдущие годы, при этом в течение года значения изменялись относительно слабо, от 12,6 до 14,8 мг/л, в отличие от предыдущих лет, когда их изменения составляли 15-50% от среднего. Для р. Переемная среднегодовая концентрация близка к среднему многолетнему значению (Таблица 3.3.1), при этом интервал изменений также оставался на уровне характерных значений - от 6,9 до 12,3 мг/л.



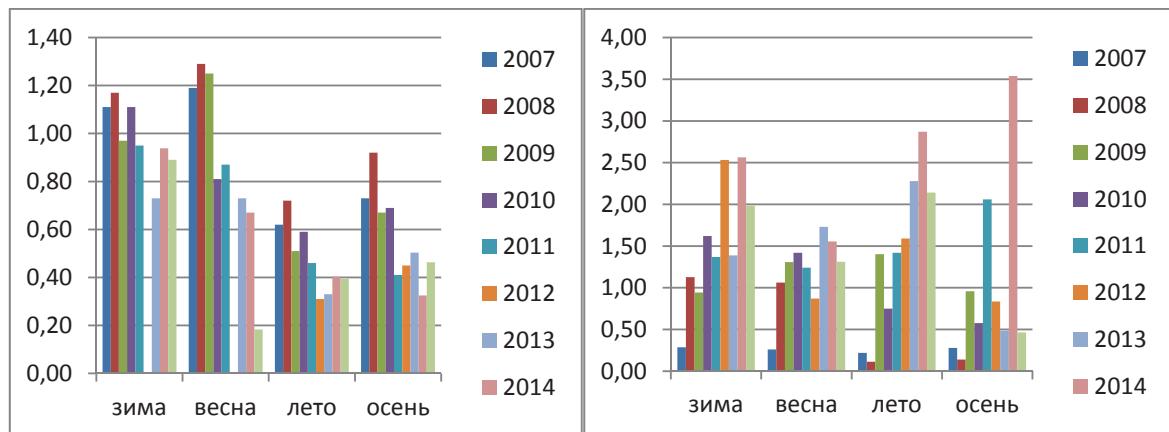
**Рис.3.3.2 Сезонные изменения концентраций сульфатов (мг/л) в водах р. Переемная (слева) и р. Комаровка (справа) в 2007-2015 гг.**

В годовом ходе концентраций для р. Комаровка отсутствуют повторяющиеся ежегодно сезоны с минимальным значением, тогда как для р. Переемной можно отметить выраженное уменьшение концентраций в весенние месяцы. За весь период 2007-2015 гг. абсолютные минимальные измеренные значения составили 3,57 для реки Комаровка (в летний период 2010 года) и 6,37 мг/л для реки Переемная (в весенний период 2011 года), тогда как максимальные концентрации сульфатов для обеих рек оказались близки по величине 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 2015 году среднегодовое содержание нитратов несколько отличаются от среднемноголетних концентраций в поверхностных водах рек, особенно после высоких значения для р. Комаровка в 2014 г.: 1,3 и 2,8 мкг/л, соответственно; тогда как для р. Переемная значительных изменений не отмечено. В целом интервал изменений измеренного содержания нитратов в р. Комаровка составляет от значений на уровне предела обнаружения до 5,3 мг/л, что

значительно больше, чем для р. Переемная (от 0,18 до 1,29 мг/л), а средние многолетние значения составляют 1,0 и 0,77 мг/л, соответственно. 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. 3.3.3).



**Рис.3.3.3** Внутригодовые изменения концентраций нитратов (мг/л) в р. Переемная (слева) и р. Комаровка (справа) в 2007-2015 гг.



**Рис.3.3.4** Тенденции изменения концентраций нитратов (мг/л) в поверхностных водах на станции ЕАНЕТ в Приморье (р. Комаровка) и в районе оз. Байкал (р.Переемная).

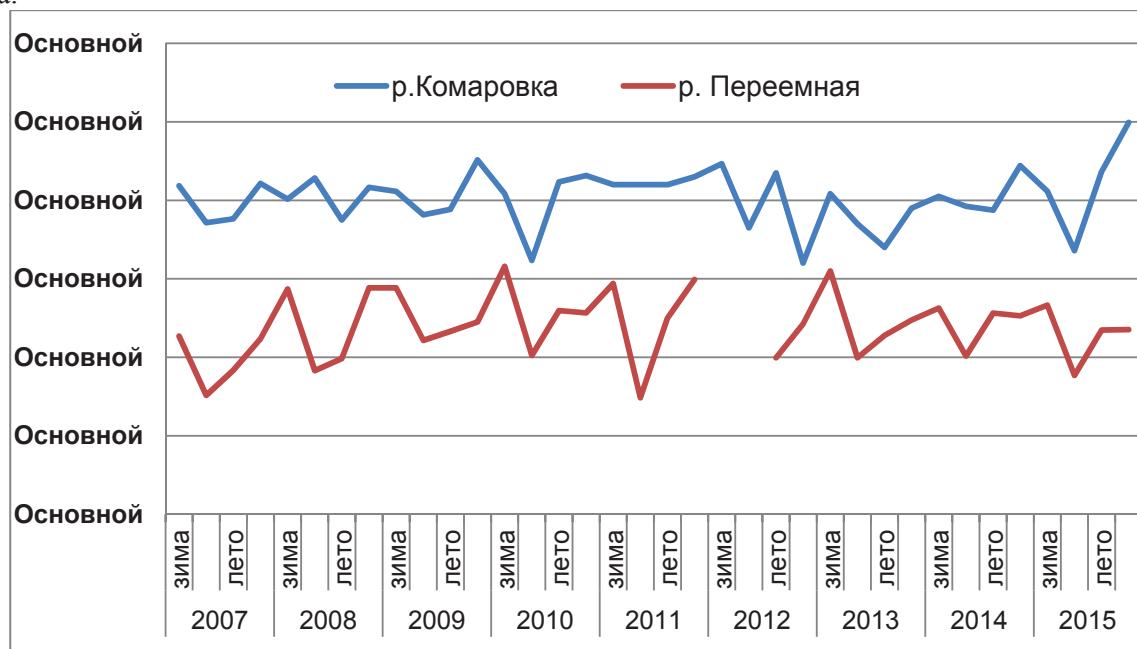
По результатам измерений в 2007-2015 гг. для р. Переемная отмечается устойчивое снижение содержания нитратов в воде с небольшой значимостью тренда при более низких значениях (после 2009 г.), чем для р. Комаровка. Для р. Комаровки не выявлен статистически значимый тренд что, возможно, связано с увеличением интервала измеренных концентраций этого иона в течение года (рис. 3.3.4).

### Основные катионы

Среднее содержание ионов кальция, являющегося преобладающим из катионов, и магния практически мало изменились в 2014-2015 г. как в водах р. Комаровка, так и в р. Переемная, оставаясь в пределах многолетних колебаний. В целом, уровни концентраций ионов кальция и магния в воде р. Комаровка значительно выше, чем в р. Переемная. Среднегодовое содержание ионов кальция в воде р. Комаровка в 2015 году было несколько выше, чем в

предыдущие за годы наблюдений, из-за более высоких концентраций в летний и осенний периоды (Рис. 3.3.5) и составило 8,73 мг/л, при среднем многолетнем 8,1 мг/л.

Среднегодовое содержание кальция в воде р. Переемная в 2015 г. было характерным для последних лет и составило 4,6 мг/л при небольших колебаниях концентраций в течение года.



**Рис.3.3.5 Изменения концентраций кальция (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в Приморье (р. Комаровка) и в районе оз. Байкал**

Содержание ионов магния в водах р. Комаровки в 2015 году снизилось после некоторого повышения в 2013 году, вернувшись к уровню средних многолетних значений, при отсутствии значимых вариаций концентраций в течение всех сезонов. Для р. Переемная минимальное содержание ионов магния в воде в 2015 году было зафиксировано в зимний период, хотя обычно в предыдущие годы минимум приходился на весенний период. В целом, содержание ионов магния в 2015 году существенно не отличалось от многолетних уровней.

Содержание аммония в водах р. Переемная в 2015 году было ниже среднего многолетнего и в разные сезоны практически находилось на одном уровне, с несколько более низким содержанием в осенний и весенний период. Отмечается продолжающаяся тенденция уменьшения концентраций аммония за последние 10 лет.

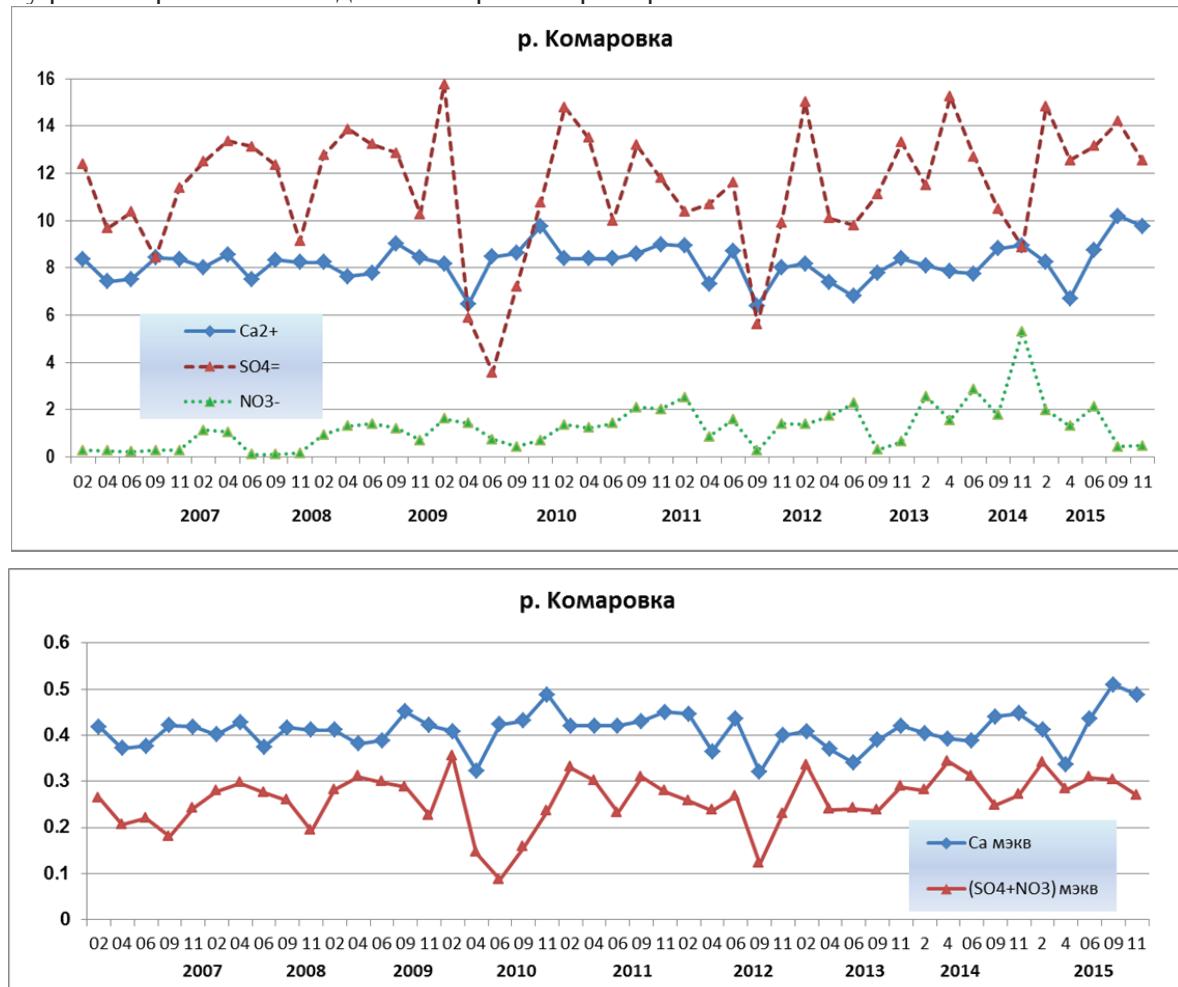
В водах р. Комаровка среднегодовое значение концентраций  $\text{NH}_4^+$  так же было ниже обычных. Наибольшие измеренные концентрации были зафиксированы в июле и сентябре 2015 года и превысили значения в другие месяцы в несколько раз.

### 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) по данным наблюдений практически малы (кроме редких случаев, например, уменьшения в апреле 2015 г.), в отличие от сульфатов. Содержание сульфатов в целом находится на более высоком уровне, чем содержание кальция. Отмеченная тенденция не была нарушена в 2015 г., и ход изменения содержания в течение года в целом был похож у обоих рассматриваемых веществ. Как отмечалось ранее, уровень концентраций нитратов существенно ниже концентраций кальция в водах реки.

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 (за редким исключением,

как в ноябре 2014 года, и нескольких подобных случаях, зафиксированных ранее). Для р. Комаровка содержание кальция (в эквивалентных единицах) практически всегда чуть более чем в полтора раза выше, чем общее содержание сульфатов и нитратов (суммы главных анионов), в том числе в 2015 году. Данное соотношение пока обеспечивает близкий к нейтральному pH поверхностных вод в малых реках Приморья.

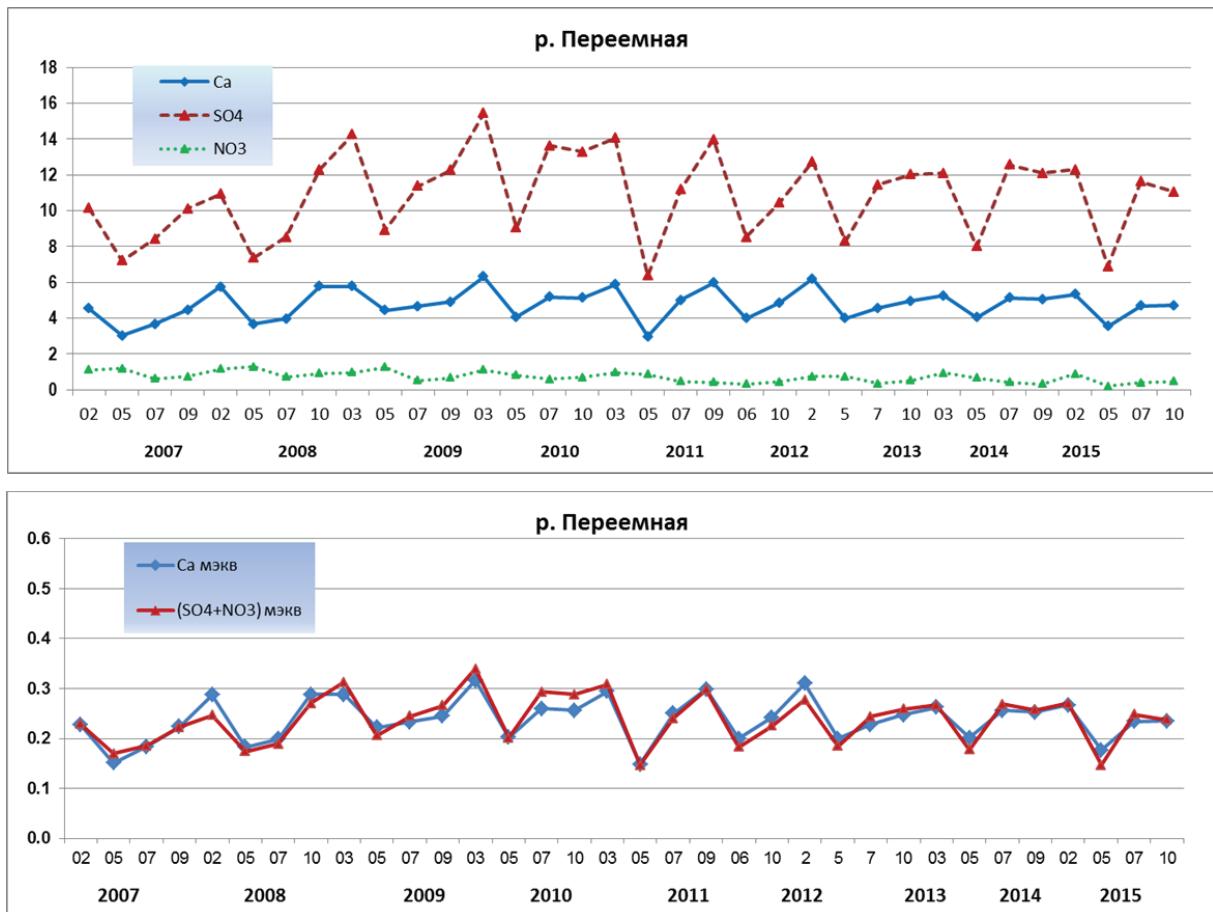


**Рис.3.3.6** Ход согласованного изменения сульфатов, нитратов и кальция (верхний, мг/л) и их эквивалентов (нижний, мэкв/л) в поверхностных водах на станции ЕАНЕТ Приморская в 2007-2015 гг.

Как и в предыдущие годы, в 2015 году в водах р. Переемная преобладающими анионами были сульфаты, а катионами – кальций, при этом сульфаты, по массовым концентрациям, также всегда превышают содержание кальция (Рис. 3.3.7). Уровень концентраций нитратов в водах р. Переемная также существенно ниже концентраций кальция и сульфатов.

В течение 2015 года отношение кальция к сумме ионов сульфатов и нитратов (в экв) составляло в среднем 1.0, за исключением некоторого отклонение в мае. Такое соотношение данных веществ характерно для вод р. Переемная и является причиной низкой буферной способности к нейтрализации кислотных компонентов. Вода реки оценивается как крайне неустойчивая к закислению.

В целом по результатам фоновых наблюдений за содержанием химических веществ в поверхностных водах в районах станций сети ЕАНЕТ уровни основных ионов ( $\text{SO}_4^{2-}$ ,  $\text{NO}_3^-$ ,  $\text{NH}_4^+$ ,  $\text{Ca}^{2+}$ ,  $\text{Mg}^{2+}$ ) в течение последних 9 лет, в общем, сохраняются стабильными, со слабо выраженным тенденциями роста сульфатов и нитратов в р. Комаровка (Приморье). Наблюдаются редкие отклонения от обычного содержания для некоторых веществ, но они единичны и не оказывают сильного влияния на общий уровень содержания веществ.



**Рис.3.3.7** Ход согласованного изменения сульфатов, нитратов и кальция (верхний, мг/л) и их эквивалентов (нижний, мэкв/л) в поверхностных водах р. Переемная в 2007-2015 гг.

### **3.4. Фоновое состояние пресноводных экосистем по гидробиологическим показателям**

Выбор станций фонового гидробиологического мониторинга поверхностных вод суши произведен в соответствии с РД 52.24.309-2011 в районах, удаленных от локальных источников антропогенного воздействия, не подверженных влиянию промышленных и хозяйственных стоков. К фоновым участкам водных объектов отнесены пункты наблюдений 4-ой категории, которые расположены на незагрязненных участках водоемов и водотоков, а также на территории государственных природных заповедников, национальных парков.

В 2015 году наблюдения на гидробиологической сети Росгидромета осуществляли на 85 пунктах, из них 4 в охранных зонах государственных природных заповедников (Лапландский, Усть-Ленский, Большехекцирский, Столбы). В обзоре проведен анализ по пунктам на 13 водных объектах в 5 гидрографических районах, которые наиболее соответствуют концепции фоновых участков.

#### **Баренцевский гидрографический район**

Наблюдения в 2015 г. проводились Мурманским УГМС на фоновых участках 5 водных объектов: 4 рек и 1 озера.

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

Фитопланктон фонового створа в 2015 году отличается максимальным видовым составом за весь период наблюдений, встречено – 48 видов (2014 – 38 видов; 2013 – 28; 2012 – 36; 2011 – 43; 2010 – 36; 2009 – 28). Наибольшим количеством видов представлены диатомовые 23 вида (15 видов 2013; 16 – 2014) и зеленые 14 видов (7 видов 2013; 10 – 2014). Олиготрофные воды характеризуются низкими значениями количественных показателей. В конце мая доминирует олигосапробный комплекс диатомей, в сентябре – комплекс сине-зеленых. ИС испытывает незначительные флюктуации и лежит в пределах среднемноголетних величин последние 7 лет, так в 2013 г. он составлял 1,31-1,36, в 2014 – 1,21-1,38, а в 2016 — 1,36-1,52, что соответствует I-II классам — воды реки условно чистые.

Видовой состав зоопланктона в 2015 г. также представлен максимальным за период наблюдений числом видов – 14 (2009 – 10 видов; 2010 – 6; 2011-12 гг. – 13), из них наибольшее количество видов принадлежало коловраткам – 8, ветвистоусые и веслоногие ракообразные представлены соответственно – 4 и 2 видами. Пик развития зоопланктона приходится на июнь — представлены все группы гидробионтов. Низкие значения биомасс зоопланктона в августе определялись доминированием коловраток, составлявших до 75% всей численности. ИС варьировал от 1,70 до 1,80 по сезонам в пределах среднемноголетних показателей. По показателю зоопланктон воды отнесены к слабозагрязненным (II класс).

Бентофауна реки весьма разнообразна достигает до 13 крупных таксонов в пробе. В сравнении с предыдущими годами видовое разнообразие возросло в 2-3 раза, так в 2013 г. оно составляло до 5 крупных таксона на пробу, в 2014 г. – 7. В зообентосе доминировала группа – хирономиды, составляя до 46% общей численности. Олигохеты — до 36%. Моллюски отмечены в августе, их доля не превышала 6%. БИ в 2015 г. в среднем – 4 балла, как и в 2009-2012 гг. и в 2014 г. В 2013 г. БИ был выше – 7, I класс качества воды, что в многолетних наблюдениях является скорее исключением. Динамика количественных показателей (рис. 3.4.1.) лежали в пределах среднемноголетних. Класс качества – III.

Качество воды в реке по показателям фитопланктона, зоопланктона и зообентоса остается стабильным последние 5 лет. Экосистема реки находится в состоянии экологического благополучия с элементами экологического напряжения.

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

Фитопланктон фонового створа представлен 48 видами, число которых лежит в пределах среднегодовых флюктуаций (2013 – 35; 2014 – 50 видов). Наибольшее число видов принадлежит диатомовым – 24 и зеленым водорослям – 15. Высокая частота встречаемости видов-индикаторов чистой воды, по-прежнему, определяет стабильный за период 2009-2014 гг. ИС 1,26-1,43 (I класс качества).

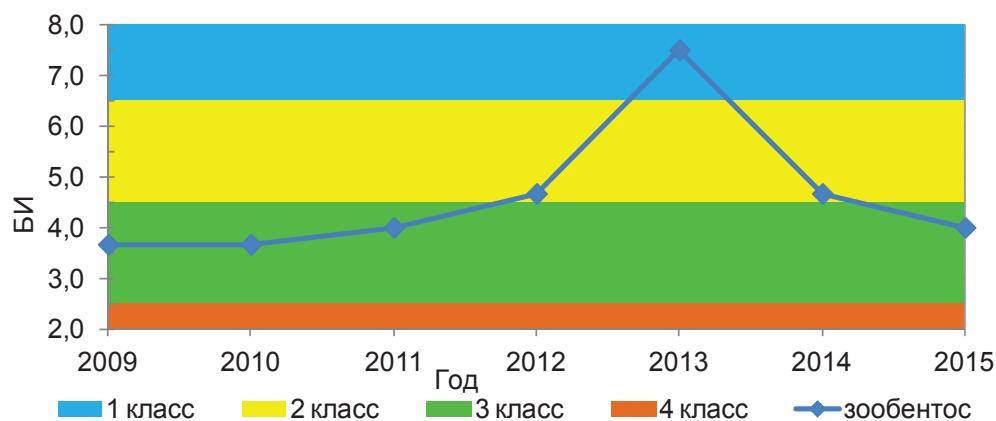


Рис. 3.4.1. Динамика значений БИ в 2009-2015 гг., р. Лотта

Наблюдается снижение видового разнообразия зоопланктона реки, выявлено 16 таксонов, среди них коловраток – 8, ракообразные представлены ветвистоусыми – 7 и веслоногими – 1 раками. В начале вегетационного периода отмечены минимальные количественные показатели. ИС 1,45-1,71, воды условно чистые – слабо загрязненные (I, II классы качества).

Бентофауна реки представлена 6-9 крупными таксонами в пробе, распределенных по 5-7 группам. Хирономиды составляют от 28 до 50% численности, олигохеты – от 13 до 64%, моллюски до 14-19%. Индикаторные виды отмечены во всех пробах. Доля личинок ручейников, мошек и гастропод в конце августа в сумме составляли 36%. Максимальные значения отмечены в июне. Количественные показатели выше значений прошлого года, но лежат в диапазоне среднемноголетних. Усредненный показатель БИ составляет 3 балла, что ниже значений 2013 г. – 7 баллов. В целом качество придонного горизонта оценивается III классом, что аналогично показателям за предыдущий период 2010-2012 гг. и 2014 г. Динамика среднегодовых значений БИ в 2009-2015 гг. представлена на рисунке 3.4.2.

Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения по показателям зоопланктона, зообентоса и фитопланктона, за последние 5 лет не изменилась.

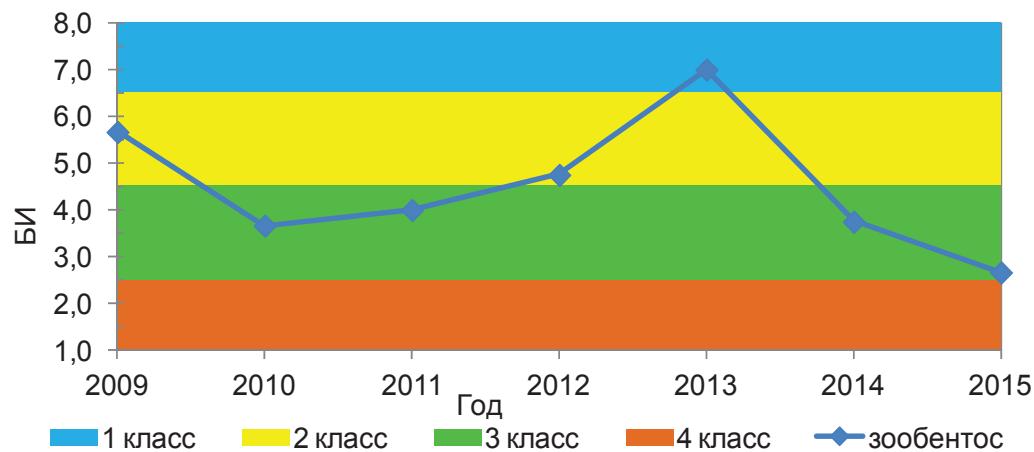


Рис. 3.4.2. Динамика значений БИ в 2009-2015 гг., р. Кица

**Лапландский биосферный заповедник.** На территории заповедника находится озеро Чунозеро, а также река Витте – на границе заповедника. Организованного сброса в эти водные объекты нет. Гидробиологические наблюдения на створах за пределами границ заповедника проводились с июня по сентябрь.

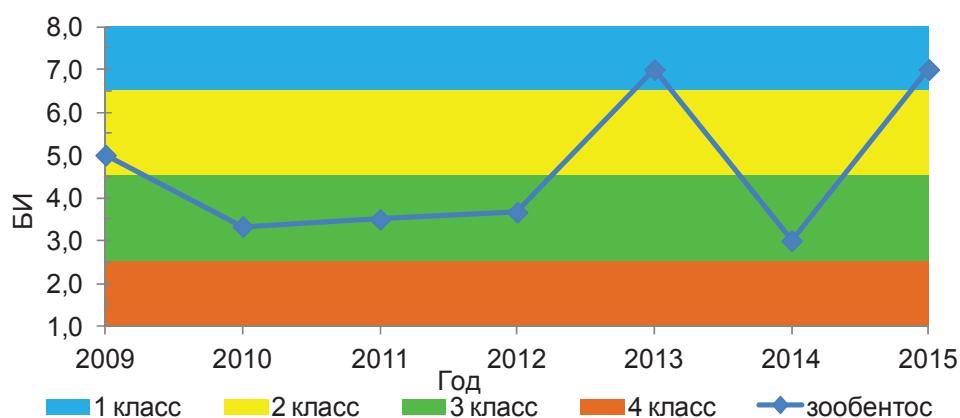
#### Бассейн реки Нивы: р. Вите (устье).

Гидробиологические наблюдения на реке проводятся на створе с внешней стороны у границы Лапландского биосферного заповедника по показателям фитопланктона, зоопланктона, зообентоса.

Фитопланктон в 2015 году насчитывал 43 вида, что находится в пределах среднемноголетних флуктуаций (в 2014 г. отмечено – 49, 2013 г. – 40, 2012 г. – 3, 2011 г. – 46, 2010 г. – 25) и характеризуется значительным разнообразием. Среди встреченных групп наибольшее видовое разнообразие принадлежит диатомовым – 19 и зеленым – 12 водорослям, в меньшей степени представлены: пирофитовые – 6, золотистые водоросли – 4 и сине-зеленые – 2. ИС не претерпевает значительных колебаний и лежит в пределах среднемноголетней динамики: 0,99-1,11 – 2015 г., 0,81-1,31 – 2014 г.; 0,90-1,46 – 2013 г., что соответствует I классу качества воды – условно чистые.

Зоопланктон фонового створа представлен 22 видами (в 2014 г. – 21, в 2013 г. – 16, в 2011-2012 гг.– 20), среди них 13 видов коловраток, 7 – ветвистоусых и 2 – веслоногих раков. В середине лета отмечен пик численности зоопланктона. В этот период доминировали коловратки, достигая 93% общей численности. ИС в 2009-2015 гг. варьировал в узком диапазоне 1,80-1,90, соответствовал слабо загрязненным водам – II класс.

Видовое богатство зообентоса реки лежало в диапазоне от 8 до 14 таксонов на пробу. По численности в каждой пробе доминировали личинки хирономид от 40 до 50%, олигохеты составляли до 32% общей численности в июне. В период наблюдений в каждой пробе были встречены личинки: ручейников, поденок, веснянок. Максимальное биоразнообразие отмечено в июле, определяя высокий БИ – 9 и высокую оценку качества воды (I класс). Полученные результаты лежат в пределах среднемноголетней динамики рис. 3.4.3. и свидетельствуют о благополучии состояния экосистемы, воды условно чистые.



*Рис. 3.4.3. Динамика значений БИ в 2009-2015 гг., р. Вите*

В сравнении с 2014 г. состояние воды в 2015 г. по показателям зообентоса улучшилось, но лежит в пределах многолетней тенденции. Экосистема реки находится в состоянии экологического благополучия.

#### **Бассейн оз. Чунозеро: исток р. Нижней Чуны.**

Расположен в Лапландском биосферном заповеднике, наблюдения проводили на р. Нижняя Чуна по показателям фитопланктона, зоопланктона, зообентоса.

Видовая композиция фитопланктона озера включает 54 вида (в 2014 г. отмечено – 55, 2013 г. – 47, 2012 г. – 50, 2011 г. – 46, 2010 г. – 40). Среди встреченных групп наибольшее видовое разнообразие принадлежит диатомовым – 29 и зеленым водорослям – 15, в меньшей степени представлены: сине-зеленые и пирофитовые – по 4, а так же золотистые – 2. ИС 1,12-1,30 соответствовал – I классу, что лежит в пределах многолетних оценок (стабильное состояние).

Наблюдается увеличение видового разнообразия зоопланктона озера: зафиксировано 24 таксона (в 2014 г. – 18, 2013 г. – 13), среди них наибольшее число видов отмечено у ветвистоусых раков – 11 и коловраток – 10 видов. Веслоногие представлены – 3 видами. Минимумы количественных показателей отмечены в июне. Максимальное развитие зоопланктона зарегистрировано в середине лета за счет преобладания коловраток достигавших до 85% общей численности в пробе. ИС лежал в диапазоне 1,55-1,76 свидетельствует

о слабом загрязнении вод (II класс качества). Качество воды на уровне многолетних значений. Динамика среднегодовых значений ИС в 2009-2015 гг. представлена на рисунке 3.4.4.

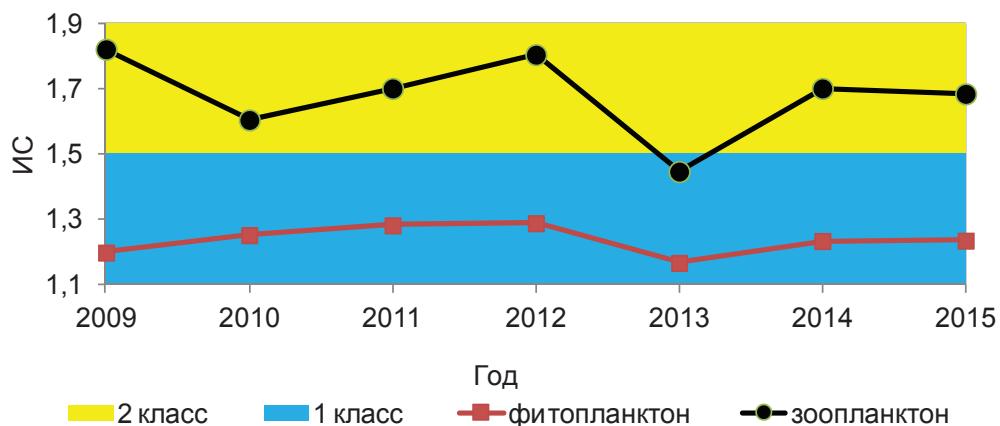


Рис. 3.4.4. Динамика значений ИС в 2009-2015 гг., оз. Чунозеро

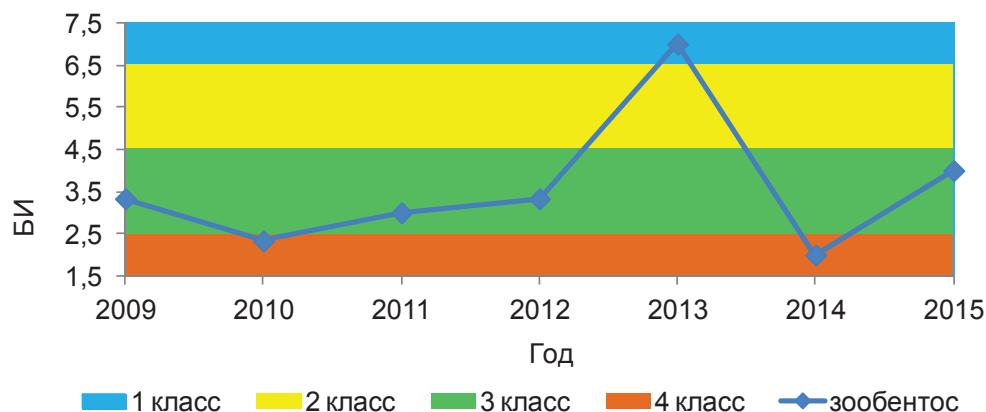


Рис. 3.4.5. Динамика значений БИ в 2009-2015 гг., оз. Чунозеро

Бентофауна озера состоит из псаммофильного комплекса, насчитывающего не более 5 крупных таксонов в пробе. По доле в общей численности доминировали личинки хирономид достигая 34%, доли в численности моллюсков, олигохет и ручейников составляли по 22%. Количественные показатели зообентоса, как и в предыдущий 2014 г. невысоки. Индикаторные виды представлены личинками – мошек, ручейников и веснянок, их суммарная доля в численности составляла до 32% донной фауны.

Грунты оцениваются III классом качества, в 2013 г. – I классом. В 2009-2012 гг. БИ был равен 3 (III класс качества).

Таким образом, качество придонного слоя воды на уровне многолетних значений. Динамика среднегодовых значений БИ в 2009-2015 гг. представлена на рисунке 3.4.5.

Качество воды озера по показателям фитопланктона, зоопланктона и зообентоса не испытывало значительных колебаний в период наблюдений. Придонный слой воды оценивается более низким качеством. Экосистема озера находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Фоновые пункты наблюдательной сети (река Вите), а также реки Вува и Нота, как и в предыдущие годы, находятся в состоянии экологического благополучия. По комплексной гидробиологической оценке экосистемы водотоков: Кица, Кола, Лотта, и водоем: Чунозеро, находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

## **Балтийский гидрографический район**

Наблюдения в 2015 г. проводились Северо-Западным УГМС на реке Шуя (Республика Карелия).

### **Бассейн Онежского озера: Река Шуя (нижнее течение и устье)**

В 2015 году отмечено сокращение видового разнообразия – встречено 39 видов и форм зообентоса (в 2014 г – 56 видов, в 2013 – 49), относящихся к 11 таксономическим группам. Из них наибольшее видовое разнообразие принадлежит хирономидам – 21 вид, в три раза меньше ручейников и поденок – по 7 видов, видовое разнообразие других групп значительно ниже: моллюски – 6, олигохеты – 5, жесткокрылые – 3, полужесткокрылые и веснянки – по 2 вида, большекрылые, стрекозы и пиявки – представлены по 1 виду. Видовая структура аналогична данным прошлых лет. Всего в каждой пробе присутствовало от 4 до 11 видов и форм макрозообентоса.

В пробах истокового створа обнаружено 26 видов. По численности и биомассе доминировали олигохеты и поденки, а по биомассе стрекозы. БИ варьировал от 0 (в марте) до 7 (в октябре), класс качества вод изменялся соответственно от I до V.

В пробах устьевого створа в течение всего года встречалось 24 вида. На устьевом створе р. Шуя по численности и биомассе доминировали олигохеты и подёнки, а по биомассе – моллюски. БИ варьировал от 1 до 7, класс качества варьировал от I до V.

В среднем, за год БИ на истоковом створе был несколько выше, в сравнении с устьевым створом. По результатам гидробиологических наблюдений бентофауны экосистема реки находится в состоянии экологического благополучия.

## **Восточно-Сибирский гидрографический район**

### **Дельта р. Лена (у п.с. Хабарова)**

Фоновые наблюдения проводились в районе полярной станции Хабарова, у о. Столб – Усть-Ленский биосферный заповедник. Для оценки были использованы показатели фитопланктона и зообентоса. Пробы по количественному и качественному составу остаются на уровне последних пяти лет. ИС в 2015 г. составлял 1,7 (варьировал от 1,63 до 1,72). За предыдущий год значения индекса сапробности были схожими. Изменений качества воды по показателям фитопланктона не выявлено.

По показателям зообентоса БИ в течение года изменялся в широком диапазоне от 1 до 8. Наиболее высокие показатели были зарегистрированы в период с июня по август, в остальные периоды в связи с биологическими особенностями видов БИ снижался до единицы. Значительная вариация БИ связана с тем, что донные биоценозы характеризуются скученным составом, поэтому присутствие редких единичных особей гидробионтов, принадлежащих к различным группам, могут значительно влиять на оценку качества вод. За предыдущий 2014 г. показатели качества воды по зообентосу были аналогичными, изменений в качестве воды не отмечено.

Качество воды в реке по гидробиологическим показателям находится на уровне многолетних значений показателей и является стабильным. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

### **Бассейн Нижней Лены: Река Копчик-Юрге (п. Полярка)**

Для оценки были использованы показатели зообентоса. БИ изменялся в течение года от 4 до 7. По сравнению с 2014 годом количественные и качественные показатели зообентоса не изменились.

Состояние изученных групп гидробионтов позволяет сделать вывод о том, что экосистема реки находится в переходном состоянии от экологического благополучия к состоянию антропогенного экологического напряжения. За многолетний период показатели биотического индекса остаются стабильными и изменяются незначительно.

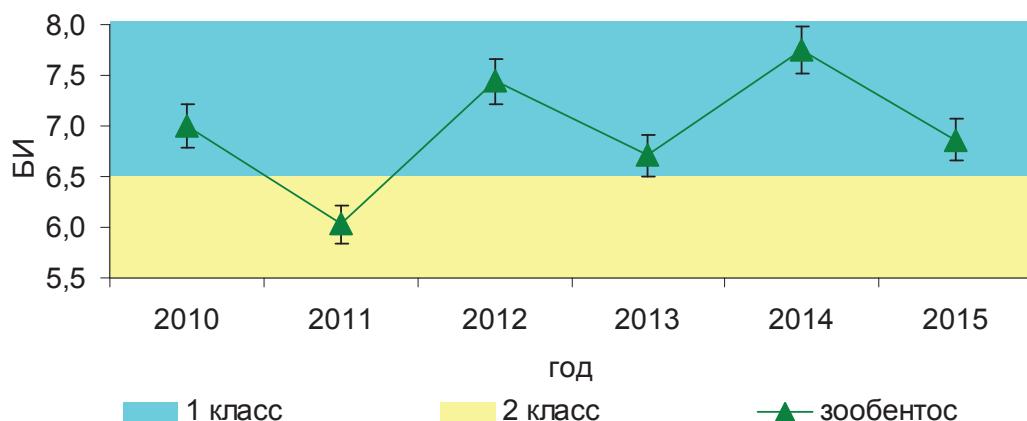
## **Карский гидрографический район**

### **Бассейн р. Енисей: Река Базаиха**

Для оценки фонового состояния было исследован створ реки в 9 км выше устья, расположенный в охранной зоне государственного природного заповедника «Столбы». Зоопланк-

тон реки малочисленный, в створе отмечено наличие 14 видов (7 видов в верхнем и 9 видов в нижнем створе). ИС – 1,79. Качество воды оценивается II классом.

За период исследований в составе перифитона обнаружено 110 видов организмов, принадлежащих к 17 систематическим группам. Количество видов перифитона сократилось по сравнению с показателями 2013-2014 гг. (124 и 116 вида соответственно) за счет выпадения некоторых видов диатомовых водорослей. Ведущее место занимали диатомовые водоросли (39 видов). В зооперифитоне наибольшее число видов принадлежит классу Insecta (30 видов). ИС по перифитону изменился от 1,62 до 1,92, среднегодовое значение составил 1,75.



**Рис. 3.4.6. Динамика значений БИ в 2010-2015 гг., р. Базаиха**

Бентос представлен 58 видами и формами из 9 систематических групп. Доминируют личинки двукрылых (22 таксонов), веснянок (5), ручейников и поденок – по 11 видов. В верхнем створе зарегистрирован 51 вид, в нижнем створе – 39. В пространственной динамике отмечено снижение плотности бентофауны от верхнего (фонового) створа к устью в 1,2 раза за счет снижения обилия веснянок, поденок и ручейников. БИ для верхнего створа составил 6,87 баллов, в устье – 6,86 баллов. Класс качества воды – I.

Динамика среднегодовых значений БИ в 2010-2015 гг. представлена на рисунке 3.4.6.

Экосистема реки находится в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения.

#### **Бассейн оз. Байкал: Река Джиды**

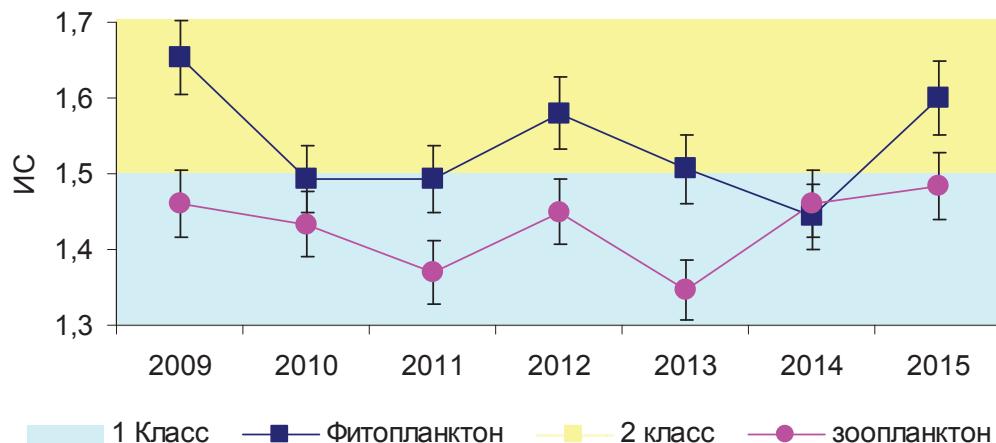
Оценка качества воды водотока проводилась по состоянию фитопланктона, зоопланктона и зообентоса. Видовой состав фитопланктона насчитывал 65 видов (в 2014 г. – 60), из которых наибольшее разнообразие принадлежало диатомовым – 57, зеленые – 6, синезеленые и пирофитовые – по 1 виду. Количественные показатели оставались на уровне 2014 г. ИС варьировал в пределах 1,55-1,63. По показателю фитопланктона воды реки в основном соответствуют II классу.

В зоопланктоне отмечено 12 систематических единиц: наибольшее видовое разнообразие принадлежит ветвистоусым ракам – 8 и коловраткам – 3 вида, веслоногие раки представлены одним видом. Доминировали кладоцеры. ИС по зоопланктону варьировал в пределах 1,46-1,52, среднесезонное значение – 1,48. Качество вод оценивается I классом.

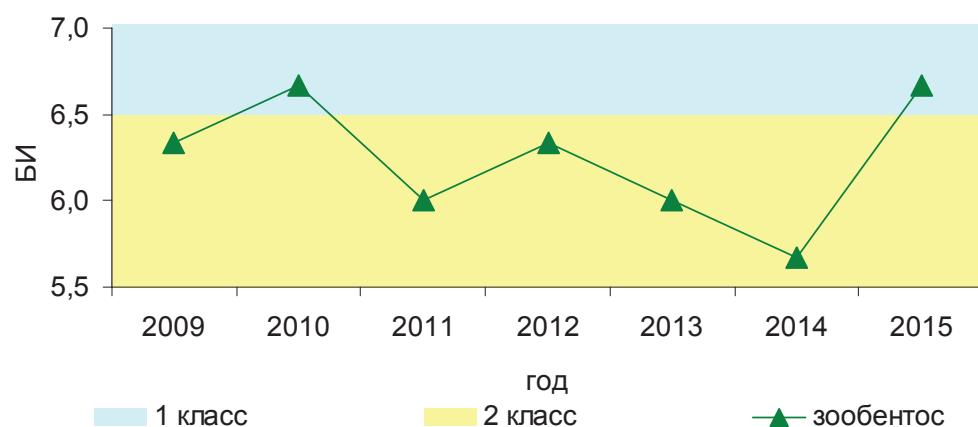
Динамика среднегодовых значений ИС в 2009-2015 гг. представлена на рисунке 3.4.7. Отмечено ухудшение качества вод (с I класс на II) по сравнению с 2014 г. по показателям фитопланктона.

В составе зообентоса за период наблюдений был зарегистрирован 21 вид. Среди них по численности доминировали хирономиды – 38%. В значительной степени присутствовали ручейники – 30% и поденки – 24%. Среднее значение БИ составляло 7. Качество вод оценивается I классом.

Динамика среднегодовых значений БИ в 2009-2015 гг. представлена на рисунке 3.4.8. Отмечено улучшение качества вод (со II класс на I) по сравнению с 2014 г.



*Рис. 3.4.7. Динамика значений ИС в 2009-2015 гг. р. Джиды*



*Рис. 3.4.8. Динамика значений БИ в 2009-2015 гг. р. Джиды*

Экосистема реки находится в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения.

### Тихоокеанский гидрографический район

#### Река Чирка

Гидробиологические наблюдения за качеством р.Чирка, протекающей по территории Большехекцирского государственного природного заповедника, проводились в 2,7 км от с.Чирки, в 61 км от города Хабаровск. Наблюдения проводились впервые.

Отобрано 4 пробы зоопланктона. В зоопланктоне доминировали ветвистоусые раки составляя – 78% общей численности, коловратки составляли – 12%, а веслоногие раки – 10%. Всего встречено 6 видов, среди которых наибольшее число видов принадлежит ветвистоусым ракообразным – 3 вида, чуть меньше – 2 вида коловраток и 1 вид веслоногих раков. Максимальное число видов в пробе 4. Минимальный ИС составил 1,53, максимальный – 1,66. Средний ИС – 1,56, что соответствует I, II классам, с преобладанием II класса (67%).

В макрообентосе по численности абсолютное доминирование принадлежит олигохетам – 70,8%, доля брюхоногих моллюсков составляла – 12,3%, хирономид – 10,4%, двукрылых – 3,8%, поденки, двустворчатые моллюски и нематоды, составляли – по 0,9% общей численности.

### Бассейн Охотского моря

#### Река Уркан

По доли в численности в зообентосе доминировали жуки (45,4%) им сопутствовали клопы и нематоды – по 18 %, по 9% представлены хирономиды и брюхоногие моллюски. Наибольшее число таксономических групп на пробу – 3. БИ 1-2, качество воды соответство-

вало IV и V классам. По сравнению с 2014 годом качество воды осталось на прежнем уровне. В многолетнем аспекте колебания БИ для р. Уркан схожи: в 2009-2011 гг. БИ изменялся в диапазоне 2-6, в 2012 г. БИ 3-6, в 2013 и 2014 гг. 2-6. Значительных изменений качества воды по показателю зообентоса в 2015 г. не отмечено, флюктуации БИ соответствуют многолетним наблюдениям. и связаны с сезонной изменчивостью фауны водотока. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического регресса с элементами метаболического регресса.

### **Река Гилуй**

По доли в численности в зообентосе доминировали жуки – 33% им сопутствовали хирономиды – 22%, двукрылые, гетерокопы, нематоды и олигохеты представлены равными долями – по 11%. Наибольшее число групп бентоса в пробе – 3 (в 2014 г. – 5). Качество воды соответствует IV, V классам. По сравнению с 2014 годом качество воды осталось на прежнем уровне. Многолетние наблюдения показывают, что качество придонного слоя воды изменяется довольно значительно, в 2009 г. был отмечен преимущественно V класс качества воды, в 2012 г. в разные сезоны изменялся от III к V, а в 2013 и 2014 гг. стабильно соответствовал уровню V класса. Такие флюктуации в качестве вод объясняются сезонным разбавлением загрязняющего фактора, а также биологическими особенностями гидробионтов. Фиксируется стабильно низкое качество воды в многолетней динамике, которое соответствует V классу и не имеет тенденции к улучшению. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического регресса с элементами метаболического регресса.

### **Река Малая Бира**

В зообентосе реки Малая Бира встречено 3 группы зообентоса. По доли в численности среди них доминировали личинки хирономид – 63% им сопутствовали брюхоногие моллюски – 25%, жестокрылые составляли – 13%. Наибольшее число групп в пробе – 2. Качество воды соответствует V классу. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического регресса и элементами метаболического регресса.

### **Бассейн Японского моря**

#### **Река Ивановка**

Фауна зоопланктона очень бедна, представлена коловратками, ветвистоусыми и веслоногими ракообразными. ИС во всех пробах – 1,55. Качество воды соответствует II классу. В период наблюдений 2009-2015 гг. качество воды не претерпело изменений, ИС варьировал в очень пределах от 1,50 до 1,55, что объясняется чрезвычайно бедным составом зоопланктона. Тенденций к изменению качества воды по ИС не отмечено. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного напряжения.

Таким образом, в Баренцевском, Балтийском, Карском и Восточно-Сибирском гидро-графических районах на всех 9 фоновых участках выбранных водных объектов экосистемы в 2013-2015 гг. находились в стабильном состоянии. Состояние экологического благополучия характерно только для фоновых участков рек Лотта и Витте (Лапландский БЗ) в Баренцевском гидрографическом районе. Все остальные водные объекты в данных гидрографических районах испытывают антропогенную нагрузку различной степени. В Тихоокеанском гидрографическом районе произошло значительное сокращение фоновых участков наблюдений в связи с приостановлением деятельности Дальневосточного УГМС. На реках Малая Бира, Гилуй и Уркан отмечается тенденция нарастания антропогенного воздействия. Экосистема реки Ивановка существенно не изменилась и находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

## **4. МНОГОЛЕТНЕЕ СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД НА СТАНЦИЯХ СКФМ СНГ**

Результаты многолетних наблюдений на действующих станциях КФМ и трансграничного переноса публикуются в ежегодных Обзорах (которые выкладываются на сайт ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»), передаются в ЕГФД, однако, результаты наблюдений на станциях КФМ, прекративших свою работу после распада СССР, недоступны в электронном виде. В данном разделе мы представляем обобщенные (за год или период в несколько лет) основные результаты наблюдений как на действующих, так и на закрывшихся станциях, собранных не по природным средам, а по станциям мониторинга.

Размерности данных, приведенных в таблицах раздела, если не указано иначе, следующие:

<b>№</b>	<b>Среда</b>	<b>Загрязняющие вещества</b>	<b>Размерность</b>
1	Атмосферный воздух	Тяжелые металлы	нг/м <sup>3</sup>
		Соединения серы и азота, взвешенные вещества	мкг/м <sup>3</sup>
		ПАУ	нг/м <sup>3</sup>
		Хлорорганические пестициды	нг/м <sup>3</sup>
2	Атмосферные осадки	Тяжелые металлы	мкг/л
		Соединения серы и азота, макроионы	мг/л
		ПАУ	нг/л
		Хлорорганические пестициды	нг/л
		pH	ед. pH
3	Поверхностные воды	Тяжелые металлы	мкг/л
		Соединения серы и азота, макроионы	мг/л
		ПАУ	нг/л
		Хлорорганические пестициды	нг/л
		pH	ед. pH
4	Почвы	Тяжелые металлы	мг/кг
		ПАУ	мкг/кг
		Хлорорганические пестициды	мкг/кг
		pH	ед. pH
5	Растительность	Тяжелые металлы	мг/кг
		ПАУ	мкг/кг
		Хлорорганические пестициды	мкг/кг

## **4.1. Березинский биосферный заповедник (Республика Беларусь)**

ГПУ «Березинский биосферный заповедник» расположен в Лепельском районе Витебской области Республики Беларусь. Центральная усадьба Государственного природоохранного учреждения «Березинский биосферный заповедник» расположена в 125 км от г. Минска, 140 км от г. Витебска и 37 км от г. Лепеля и находится в 3-х км от шоссе Минск-Витебск.

Государственный заповедник образован 30 января 1925 года.

Согласно ботанико-географическому районированию Беларуси, заповедник относится к подзоне дубово-темнохвойных (широколиственно-еловых) лесов, Ошмянско-Минскому округу, Верхнеберезинскому району. Зональное подразделение основано на географических закономерностях естественного растительного покрова на плакорах. Неплакорные местообитания (болота разных типов, поймы рек, террасы и т.п.) характеризуются другими интразональными растительными сообществами, хотя и связаны с зональными. Лесные формации региона представлены четырьмя основными группами: boreальными хвойными, широколиственными, лиственными болотными и лиственными вторичными.

Климат территории умеренно-континентальный с теплым и влажным летом, умеренно-холодной зимой с неустойчивым (особенно в последние годы) снежным покровом. Атмосферные циркуляционные процессы региона обеспечивают в целом преобладание западных и юго-западных ветров, весной и летом возрастает повторяемость восточных и юго-восточных, зимой – южных, определяющих колебания погоды, с летними похолоданиями и зимними оттепелями.



Березинский биосферный заповедник — это крупная природная лаборатория по экологическому мониторингу. Зоологические и ботанические исследования в нём ведутся с 1924 года.

В 1979 году Березинский заповедник включается в мировую сеть биосферных заповедников, созданных в рамках постоянной Программы «Человек и биосфера» (МАБ) ООН по вопросам образования, науки и культуры (ЮНЕСКО). В связи с этим сотрудники заповедни-

ка приступили к выполнению трех долгосрочных проектов МАБ, которые способствуют созданию научно-методических основ комплексного экологического мониторинга состояния природной среды зоны хвойно-широколиственных лесов Европы. Пункт мониторинга национальной системы мониторинга окружающей среды (НСМОС)

Территория Березинского заповедника дифференцируется на участки с различным режимом охраны (ядро, буферная, охранная зоны). Начинает функционировать станция фонового мониторинга, задачи которой заключаются:

- а) в слежении за общим состоянием геофизических сред и связанных с ним состояниями экосистем;
- б) в слежении за антропогенным воздействием в зоне расположения заповедника;
- в) в фиксировании изменений в основных ландшафтах заповедника.

На станции фонового мониторинга ежедневно ведутся исследования по оценке влияния поступающих на территорию заповедника различных видов загрязняющих веществ. Вся информация, получаемая по программам экологического мониторинга Березинского заповедника, широко используется как в Беларуси, так и в ряде европейских научных центров, поступает в систему ЕвроМАБ.

### **Атмосферный воздух**

По результатам непрерывных наблюдений, в 2015 г. содержание в воздухе сульфатов, твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), твердых частиц фракций размером 10 мкм и менее и углерода диоксида понизилось. Неблагоприятное влияние метеоусловий проявилось в феврале - марте и было связано с дефицитом осадков, в августе - с крайне неблагоприятными метеоусловиями, обусловившими образование смога на большей части территории республики и в конце октября - с отсутствием осадков, мощными приземными инверсиями и большой повторяемостью слабых ветров и штилей. В остальное время года основная роль в формировании уровня загрязнения воздуха принадлежала региональному и глобальному переносу.

В связи с переходом с апреля 2015 года на новые методы измерений, оценка тенденции изменения среднегодовых концентраций серы диоксида и азота диоксида не проводилась.

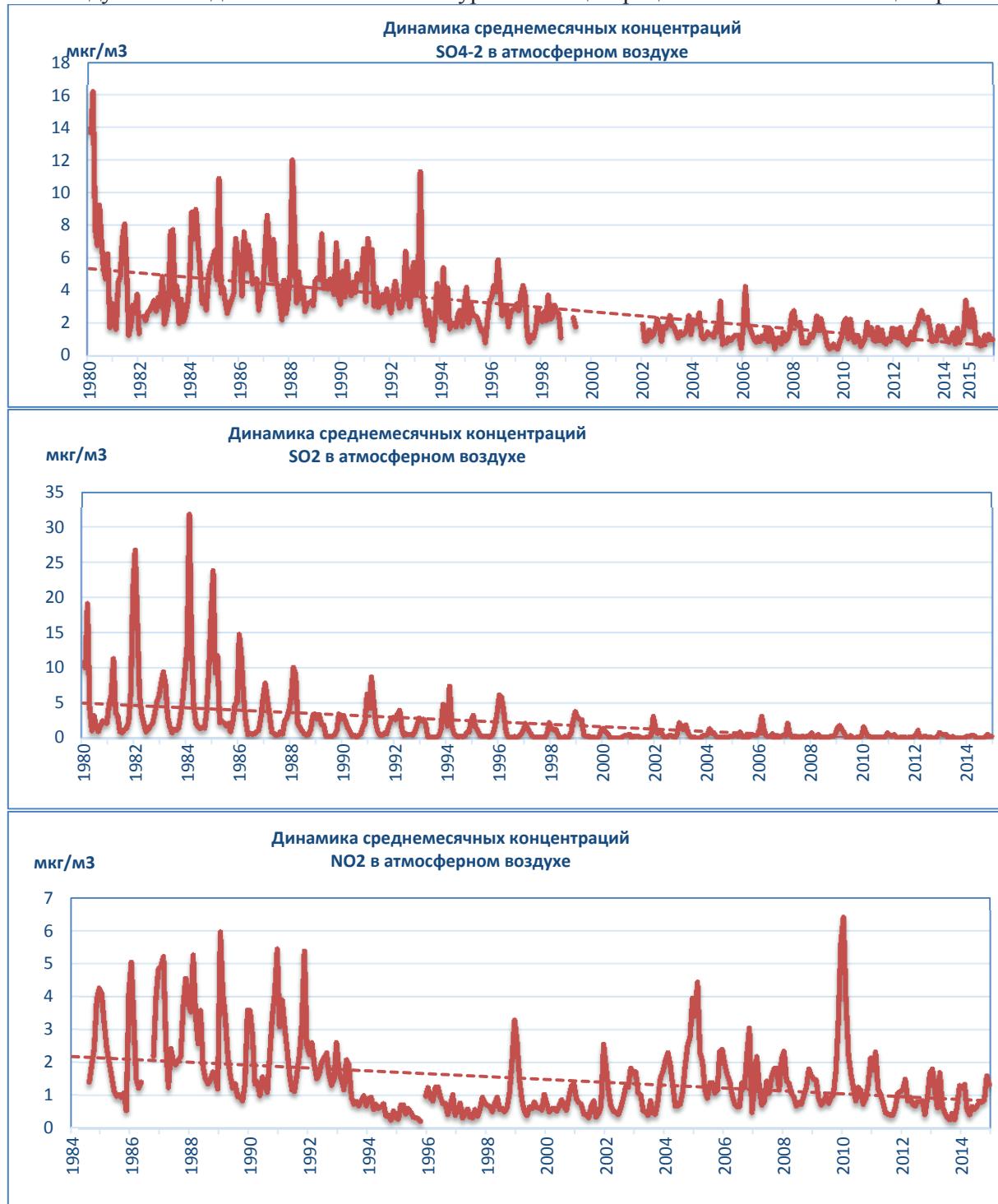
**Сульфаты.** Среднегодовая фоновая концентрация сульфатов составляла  $1,18 \text{ мкг}/\text{м}^3$  и была несколько ниже, чем в предыдущем году. В теплый период года (за исключением августа) среднемесячные концентрации варьировались в узком диапазоне: от  $0,63 \text{ мкг}/\text{м}^3$  до  $1,13 \text{ мкг}/\text{м}^3$ . Увеличение содержания сульфатов (до  $1,26 \text{ мкг}/\text{м}^3$ ) в августе было связано с дефицитом осадков. В холодный период концентрации сульфатов были почти в 2 раза выше, чем в теплый период. Максимальная среднесуточная концентрация  $10,14 \text{ мкг}/\text{м}^3$  зафиксирована 14 февраля.

**Твердые частицы** (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль). Среднегодовая фоновая концентрация твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль) составляла  $12 \text{ мкг}/\text{м}^3$ . В годовом ходе увеличение содержания в воздухе твердых частиц отмечено в марте, конце мая – июне и августе. Основная причина – дефицит осадков. Максимальная среднесуточная концентрация  $79 \text{ мкг}/\text{м}^3$  зарегистрирована 26 мая. Минимальный уровень загрязнения воздуха твердыми частицами отмечен в январе и ноябре – декабре: средние за месяц концентрации не превышали  $8 \text{ мкг}/\text{м}^3$ .

**Твердые частицы, фракций размером 10 мкм и менее.** По данным непрерывных измерений, среднегодовая фоновая концентрация твердых частиц, фракции размером до 10 микрон (далее – ТЧ-10) составляла  $9 \text{ мкг}/\text{м}^3$  ( $0,2 \text{ ПДК}$ ) и была ниже, чем в предыдущем году. Концентрации ниже этого уровня отмечены в 53% дней. Количество дней со среднесуточными концентрациями выше  $25 \text{ мкг}/\text{м}^3$  ( $0,5 \text{ ПДК}$ ) составляло всего 8% (в 2014 г. – 23%). В годовом ходе увеличение содержания в воздухе ТЧ-10, как и твердых частиц (недифференцированная по составу пыль/аэрозоль), отмечено в феврале – марте и августе. В остальное время года среднемесячные концентрации варьировались в диапазоне от  $6 \text{ мкг}/\text{м}^3$  до  $9 \text{ мкг}/\text{м}^3$ . Максимальная среднесуточная концентрация ТЧ-10  $1,2 \text{ ПДК}$  зафиксирована 29 марта.

Углерода диоксид. Среднегодовая концентрация углерода диоксида ( $\text{CO}_2$ ) составила  $827 \text{ мг}/\text{м}^3$ . Как и в предыдущие годы, среднесуточные концентрации варьировались в широком диапазоне: от  $588 \text{ мг}/\text{м}^3$  до  $932 \text{ мг}/\text{м}^3$ . Кратковременные (в течение 20 минут) повышения концентраций углерода диоксида до  $1175 - 1184 \text{ мг}/\text{м}^3$  зафиксированы в мае и июле. Сезонные изменения содержания в воздухе углерода диоксида незначительны: отклонения среднемесячных концентраций не превышали 5%.

Как следует из рисунка 4.1.1, по всем измеряемым загрязняющим веществам в атмосферном воздухе наблюдается явное снижение уровня концентраций с 1980х по настоящее время.

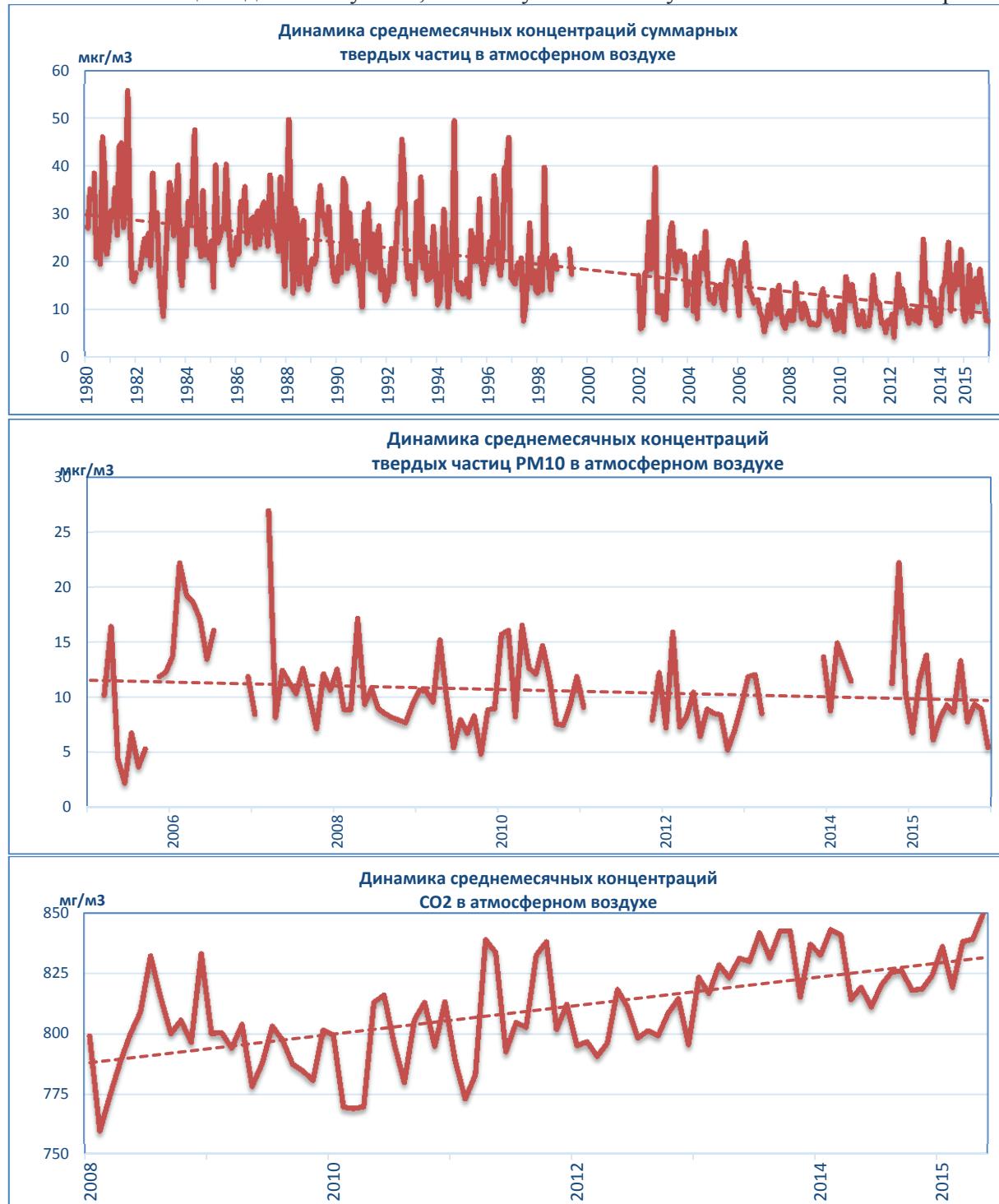


**Рис. 4.1.1.** Многолетние изменения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Березинского БЗ.

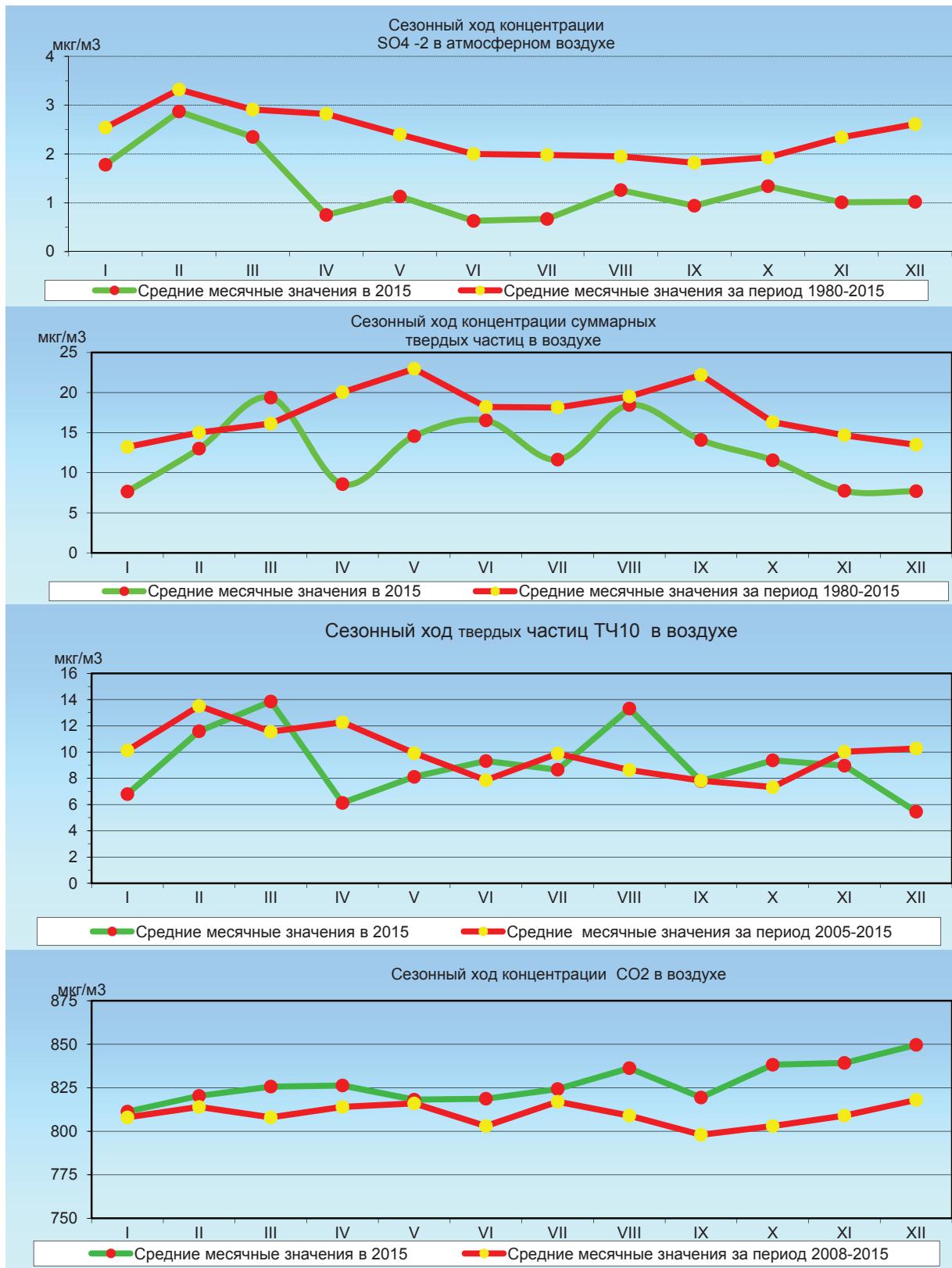
## Атмосферные осадки.

Мониторинг атмосферных осадков в Березинском БЗ проводится с 1981 года.

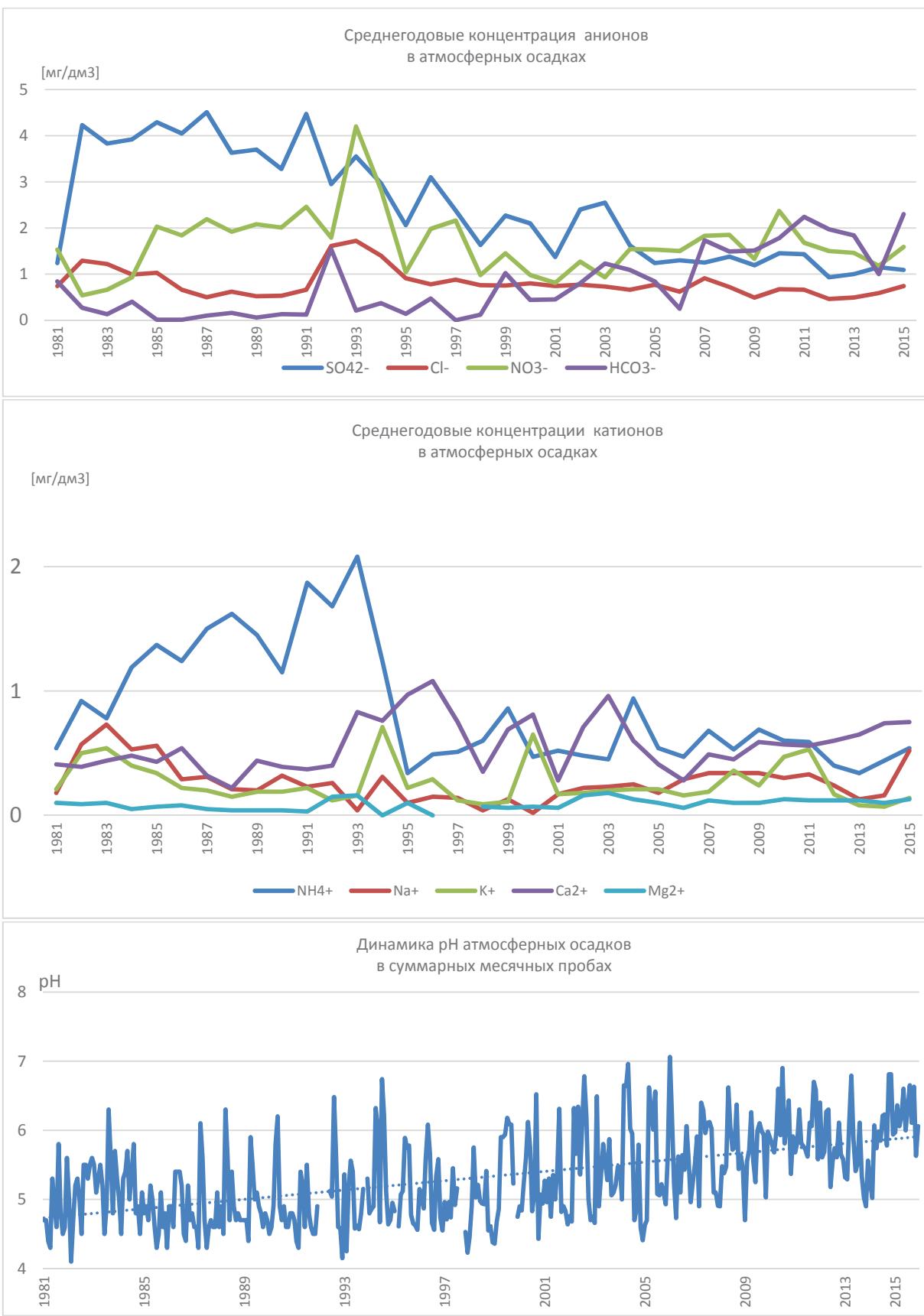
Концентрация отдельных компонентов в атмосферных осадках определяется как загрязненностью атмосферы, так и количеством осадков: чем больше количество осадков, тем ниже концентрация загрязняющих веществ. В 2015 г. в заповеднике выпало 552,6 мм осадков, или 78% нормы. В течение года осадки выпадали неравномерно: влажными были январь, май, сентябрь и ноябрь, больше всего осадков выпало в ноябре (около 2-х норм). Остальные месяцы года были сухими, самым сухим был август - 19% от месячной нормы.



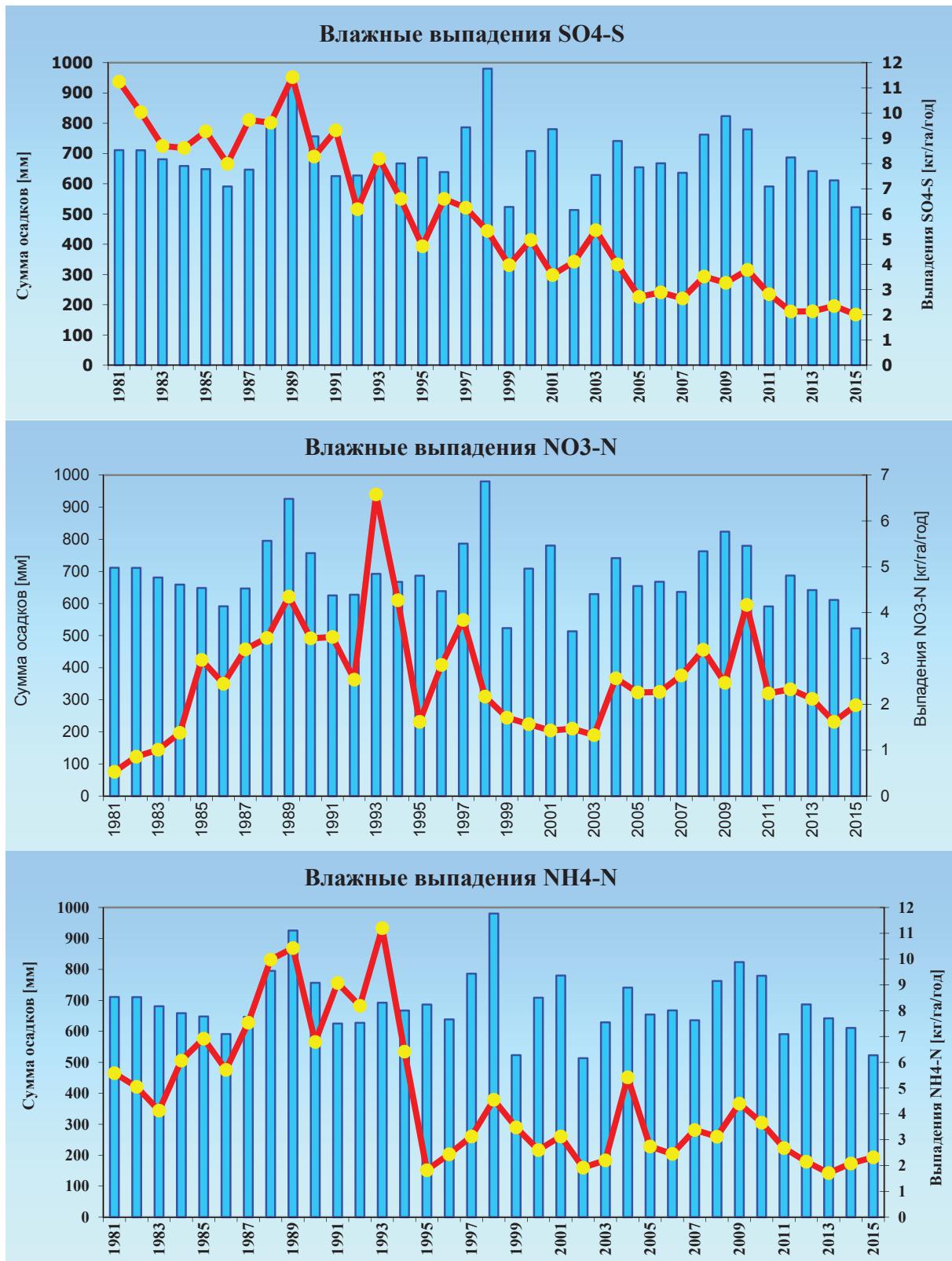
**Рис. 4.1.1. (окончание)** Многолетние изменения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Березинского БЗ.



**Рис. 4.1.2.** Сезонный ход фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Березинского БЗ.



**Рис. 4.1.3.** Среднегодовые концентрации основных ионов и динамика рН в атмосферных осадках Березинского БЗ.



**Рис. 4.1.4. Влажные выпадения соединений серы и азота в районе Березинского БЗ.**

В суммарных месячных пробах, как твердых, так и жидкких осадков определялась кислотность, концентрация компонентов основного солевого состава и удельная электропроводность.

В 2015 г. величина общей минерализации атмосферных осадков составила 7,80 мг/л.

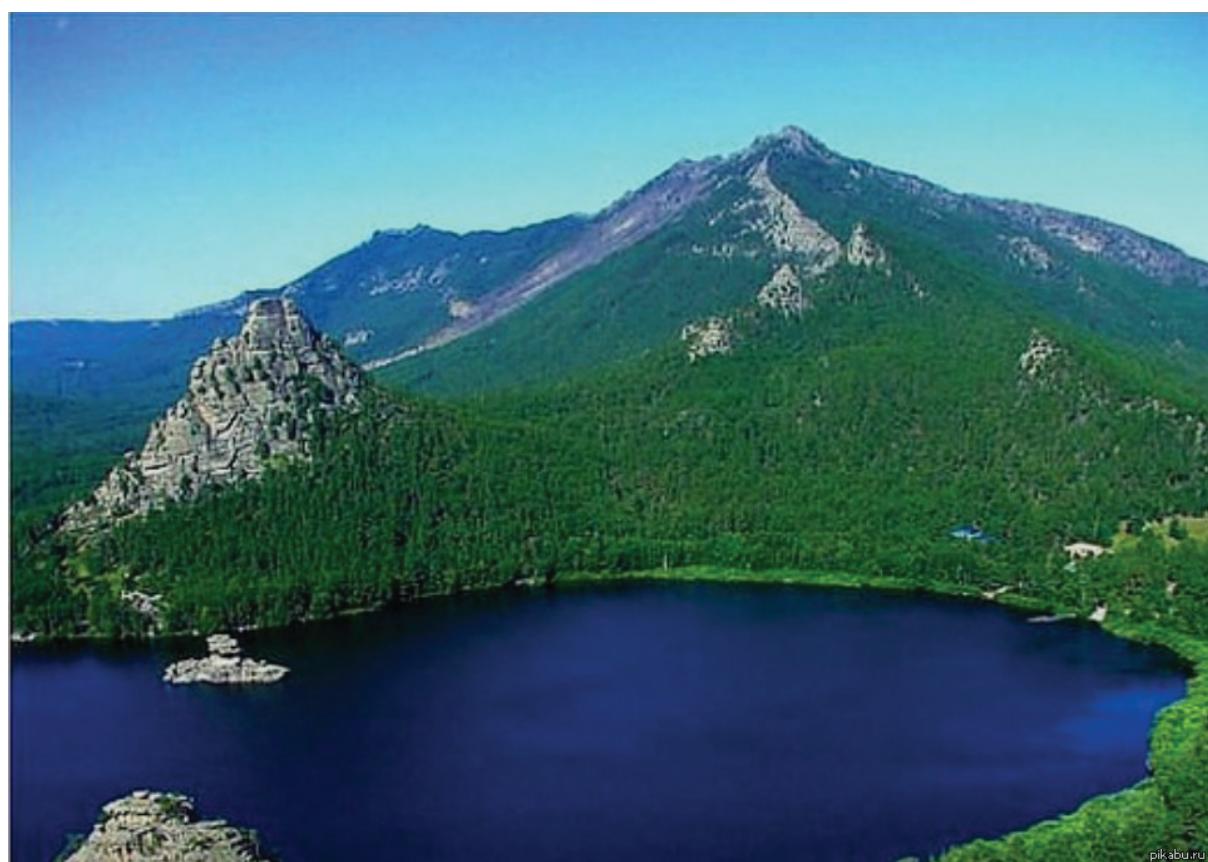
Доминирующее положение (50%) занимали нитрат-ион и гидрокарбонаты. Доля сульфат-иона составляла 14%. Максимальное содержание (10,2 мг/л) гидрокарбонатов в атмосферных осадках отмечено в августе, сульфат-иона (1,98 мг/л) – октябре, нитрат-иона (3,35 мг/л) – в феврале.

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.

## 4.2. Боровое (Казахстан)

Поселок Боровое получило свое название в честь озера, в непосредственной близости от которого он находится. Статус климатического курорта этот населенный пункт получил в 1910 году. Это невероятно живописное место с особой атмосферой, где можно не только насладиться красотой окружающей природы, но и поправить здоровье. Ценность этого места состоит прежде всего в особом микроклимате, а сочетание гор, озер и хвойных лесов делает воздух здесь особым и по-настоящему целебным. Помимо этого, Боровое – курорт, где применяют лечение минеральными водами и грязями, а также кумысом. Нередко этот регион называют «жемчужиной Казахстана» или «казахстанской Швейцарией».

Государственный заповедник Боровое был учреждён Постановлением ВЦИК и СНК СССР за подписью М.И. Калинина в 1925 году. Государственный национальный природный парк «Бурабай» (Боровое) создан в 2000 г. с целью охраны озерно-горно-лесных ландшафтов, упорядочения туризма и организации отдыха населения на его территории. Расположен парк на территории Щучинского района Акмолинской области. Его площадь 83511 га.



Это уникальный природный заповедник в Казахстане, поражающий сочетанием различных природных ландшафтов и их первобытной сохранностью.

В национальном парке Бурабай расположено 14 крупных озер, в том числе Бурабай, Щучье, Катарколь, а также множество мелких озёр. Визитной карточкой Борового называют гору Кокшетау (Синюха) высотой 947 метров.

Фауна Бурабая включает около 300 видов позвоночных, флора — около 800 видов лесных, луговых, солончаковых растений.

В конце 1970х в Боровом была организована первая станция системы комплексного фонового мониторинга, проработавшая до распада СССР. Основные результаты многолетних наблюдений представлены в таблицах ниже:

**Таблица 4.2.1.** Средние годовые концентрации неорганических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

YY	TSP	SO2	SO4	HG	PB	CD	NO2
76	29,20	1,51		14,92	16,73	0,46	
77	25,87	1,49		16,20	18,00	0,47	
78	22,15	2,48		9,90	17,81	0,47	
79	27,92	2,27		6,13	30,89	0,51	
80	32,01	4,54	3,72	21,18	28,34	0,42	
81	32,04	5,90	4,25	19,63	20,72	0,37	
82	32,27	6,79	3,40	25,05	20,09	0,52	
83	19,24	4,82	2,91	13,27	13,51	0,50	
84	17,30	6,50	3,16	20,36	13,87	0,60	
85	18,36	5,06	2,47	31,73	13,67	0,32	
86	27,61	6,17	5,34	13,95	17,11	0,33	
87	27,77	4,31	5,55	12,20	17,02	0,32	
88	24,42	2,84	4,14	12,24	11,11	0,31	
89	24,58	2,44	2,61	17,12	13,62	0,31	1,63
90	18,06	1,71	2,16	14,29	9,49	0,26	2,84
91	19,16	1,81	2,62	9,15	8,37	0,17	1,94
92	18,88	1,62	2,69		5,89	0,21	1,96
93	14,47	1,82	2,43		5,37	0,19	1,66
94	11,59	0,81	1,46		2,47	0,09	1,01
95	10,17	0,97	1,14	12,95	3,56	0,33	1,66
96	15,64	1,18	0,78		2,52	0,15	1,50
97	21,84	0,81	5,27				1,42
98	9,75	0,95	3,37				1,46
00	22,31	1,74	2,52				1,92
01	16,49	1,93	2,58				1,54

**Таблица 4.2.2.** Средние годовые концентрации органических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

YY	BP	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT	BPL
76	0,16							
77	0,24							
78	1,69							
79	0,44	0,37	0,28	0,05	0,06	0,22	0,33	
80	0,29	0,39	0,54	0,08	0,38	0,91	1,35	
81	0,49	0,23	0,18	0,03	0,10	0,28	0,41	
82	0,24	0,38	0,15	0,01	0,03	0,05	0,10	
83	0,17	0,43	0,28	0,04	0,02	0,19	0,24	
84	0,50	3,09	0,58	0,05	0,07	1,04	1,15	
85	0,17	0,49	0,74	0,11	0,29	0,84	1,24	0,17
86	0,19	0,48	0,39	0,10	0,25	0,57	0,89	
87	0,35	0,14	0,29	0,07	0,04	0,08	0,19	
88	0,26	0,07	0,05	0,05	0,07	0,11	0,23	
89	0,09	0,26	0,09	0,10	0,30	0,11	0,32	0,03
90	0,13	0,25	0,15			0,14	0,21	0,06
91	0,06	0,45	0,51			0,02	0,03	0,08
92	0,07	0,06	0,06	0,005	0,01	0,02	0,03	0,08
93	0,03	0,02	0,02			0,02	0,02	0,04
94	0,03	0,02	0,02			0,02	0,02	0,03
95	0,04	0,02	0,08			0,02	0,02	0,02
96	0,03	0,003	0,003			0,02	0,02	0,02

**Таблица 4.2.3.** Средние годовые концентрации неорганических загрязняющих веществ в атмосферных осадках.

YY	SO4	HG	PB	CD	NO3	NH4	PH
76		0,14	6,82	0,83			
77		0,10	1,18	0,16			
80		5,62	5,73	0,47			
81		0,46	2,97	0,37			
82	4,26	0,08	1,59	0,36			6,0
83	4,89		9,05	0,36			6,6
84	9,80	1,02	12,27	0,42			6,2
85	4,31	0,23	8,92	0,46			6,0
86	5,60	0,27	2,35	0,36	2,61	0,69	6,0
87	3,37	0,24	2,69	0,67	1,10	0,52	5,2
88	10,13	0,33	1,19	0,45	0,83	2,22	5,7
89	2,56	0,12	4,21	0,29	1,96	0,41	6,2
90		0,20	7,17	0,40			6,1
91	4,91	0,16	9,69	0,28	2,76	0,35	

**Таблица 4.2.4.** Средние годовые концентрации органических загрязняющих веществ в атмосферных осадках.

YY	BP	BPL	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
80	1,30		17,50	13,50			204,00	204,00
81			18,80	25,50			75,00	75,00
82	4,24	5,76	21,32	12,15	0,56	7,14	11,52	18,54
83			57,90	37,70	0,50	1,00	19,00	20,00
84			53,42	51,32	10,56	17,10	99,26	126,98
85	3,26	4,55	45,57	28,00	15,21	17,14	157,14	108,43
86			21,59	13,65	11,59	3,82	36,21	51,16
87	14,06		30,44	28,01	4,93	3,72	24,93	33,17
88	9,59		18,17	13,89	10,86	6,75	38,01	53,86
89	2,10	5,32	64,00	56,24	32,51		8,53	20,54
90	19,43	16,93	104,06	85,79			6,90	1,30
91	2,94	4,56	71,08	86,55	5,61	1,00	1,13	6,86

**Таблица 4.2.5.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в поверхностных водах.

YY	HG	PB	CD	CU	ZN	MN	BP
76	0,14	3,45	0,15				
77	0,04	6,65	0,34				
80	0,11	4,57	0,10				40,67
81		2,10	0,17				8,15
82	0,01	9,37	0,28				
83							2,60
84	0,01	1,28	0,08				
85	0,13	1,52	0,15				7,00
88	0,02	1,30	0,13	5,10	31,15	98,70	
89	0,01			11,48	14,62	151,04	
90		8,19	0,93	28,19	40,05	136,23	
91	0,01	1,95	0,03	3,81	7,20	74,42	
92	0,04	3,65	0,63	11,19	36,62	126,54	
93	0,03	3,77	0,10	9,36	43,75	676,10	

**Таблица 4.2.6.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в почвах.

YY	HG	PB	CD	CU	ZN	MN	NI	BP
76	0,12	4,98	0,06					
77	0,02	13,79	0,07					
80	0,04	12,12	0,09					0,46
81		7,18						
82	0,02	11,66	0,23					5,47
83								1,77
84	0,03	8,85	0,09					3,70
85	0,09	12,54	0,45					3,11
88	0,03	7,74	0,18	14,06	48,83	426,86	16,90	
89	0,03			33,66	59,16	968,71	17,91	
91	0,01	12,04	0,06	9,21	8,48	411,25	7,20	
92	0,08	14,95	0,39	6,48	22,55	493,00	13,80	
93	0,06	6,95	0,04	9,10	7,18	391,50		

**Таблица 4.2.7.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в растительности.

YY	HG	PB	CD	CU	ZN	MN	BP
76	0,14	3,45	0,15				
77	0,04	6,65	0,34				
80	0,11	4,57	0,10				40,67
81		2,10	0,17				8,15
82	0,01	9,37	0,28				
83							2,60
84	0,01	1,28	0,08				
85	0,13	1,52	0,15				7,00
88	0,02	1,30	0,13	5,10	31,15	98,70	
89	0,01			11,48	14,62	151,04	
90		8,19	0,93	28,19	40,05	136,23	
91	0,01	1,95	0,03	3,81	7,20	74,42	
92	0,04	3,65	0,63	11,19	36,62	126,54	
93	0,03	3,77	0,10	9,36	43,75	676,10	

## **4.3. Кавказский биосферный заповедник (РФ)**

В феврале 2014 года на прилегающих к Кавказскому государственному природному биосферному заповеднику (далее – Кавказский БЗ) территориях проведены XXII Зимние Олимпийские и XI Паралимпийские игры. Для обеспечения соблюдения природоохранных норм и проведения оценки возможного негативного воздействия строительства олимпийских объектов на уникальные природные комплексы Кавказского БЗ, Объекта всемирного наследия ЮНЕСКО, в биосферном заповеднике проводится экологический мониторинг. 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. Ачишсе, 500 м вверх от слияния с р. Лаура, близ кордона Лаура и в р. Лаура возле слияния с р. Ачишсе.

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 мятыников, 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 горные бурье 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.

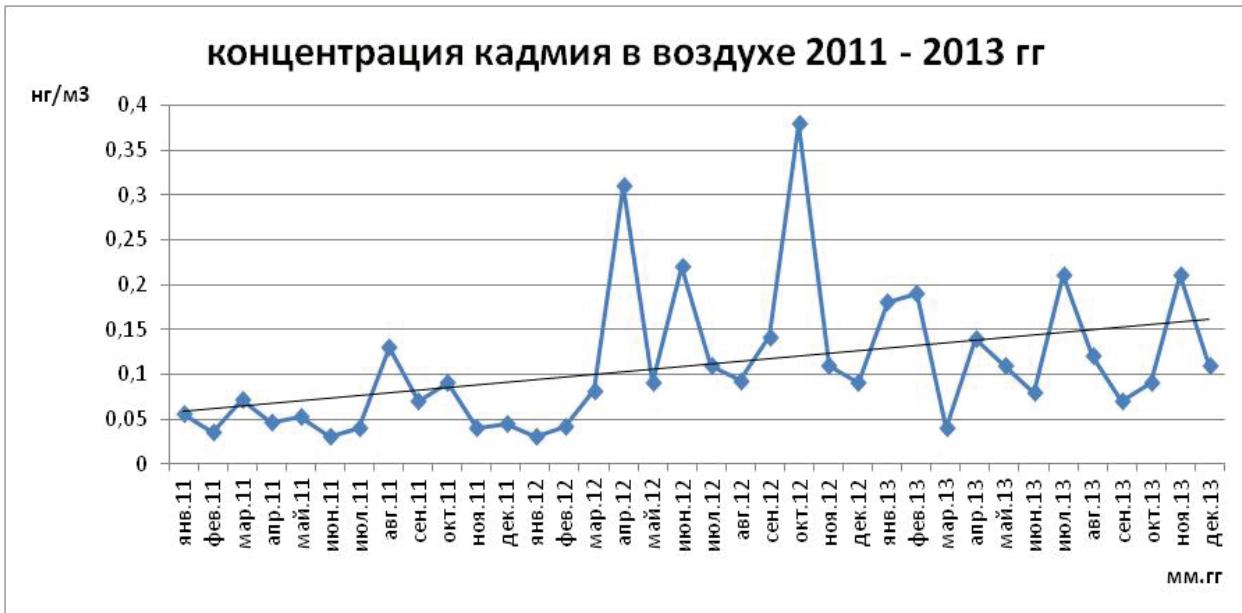
В 2010-2013 гг. среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 5-7 нг/м<sup>3</sup>, на СКФМ «Кавказский БЗ» до 2012 года регистрировались значение в 2-3 раза ниже (2,0- 2,5 нг/м<sup>3</sup>). В 2012 и 2013 году среднегодовая концентрация свинца в воздухе превысила значение 3,5 нг/м<sup>3</sup>. На рис. 4.3.1 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 оставалась на уровне, наблюдавшемся в последние годы – 0,2-0,3 нг/м<sup>3</sup>, в то время как в воздухе Кавказского БЗ средние значения концентраций были значительно ниже (0,06 нг/м<sup>3</sup>) до начала фазы активного строительства, а с 2012 году среднемесячные значения концентраций кадмия стабильного стали превышать 0,1 нг/м<sup>3</sup> (см. рис. 4.3.2).

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/м<sup>3</sup> в пересчете на элемент. Случаев превышения значений в 0,1 среднесуточного ПДК за последние 10 лет не отмечено.



Рис. 4.3.3.1 Динамика среднемесячных концентраций свинца в атмосферном воздухе в Кавказском БЗ (на кордоне Лаура, нг/м<sup>3</sup>)



**Рис.4.3.2 Концентрация кадмия в атмосферном воздухе ( $\text{нг}/\text{м}^3$ ) в Кавказском БЗ (кордон Лаура)**

Содержание бенз(а)пирена в атмосфере фоновых районов центра ЕТР, как и в Кавказском БЗ в среднем менее  $0,05 \text{ нг}/\text{м}^3$  при среднесуточной ПДК  $1 \text{ нг}/\text{м}^3$ . Ход концентраций бенз(а)пирена имеет ярко выраженный сезонный характер в связи с тем, что основным источником загрязняющего вещества является сжигание топлива (см. рис. 4.3.3). Максимальные концентрации бенз(а)пирена за трехлетний период отмечены в марте 2011 года, когда среднесуточные концентрации достигали  $0,1 \text{ нг}/\text{м}^3$  ( $0,1 \text{ ПДК}$ ).



**Рис.4.3.3 Концентрация бенз(а)пирена в атмосферном воздухе ( $\text{нг}/\text{м}^3$ ) 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 3.4.3.1 и 4.3.2.

За период наблюдений выявляется последовательный рост концентрации ртути в атмосферных осадках. Период 2010-2012 г. характеризуется наибольшими среднегодовыми средневзвешенными значениями концентрации ртути ( $0,54 \text{ мкг}/\text{l}$  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).

**Таблица 4.3.1.** Концентрации тяжелых металлов в осадках Кавказского БЗ за период 1983-2013 гг (средневзвешенная, мкг/л)

Годы	Ртуть		Свинец		Кадмий	
	среднее	диапазон <sup>1</sup>	среднее	диапазон <sup>1</sup>	среднее	диапазон <sup>1</sup>
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: <sup>1</sup>Указан диапазон средневзвешенных годовых значений

**Таблица 4.3.2.** 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 <sup>1</sup>	среднее	диапазон <sup>1</sup>	среднее	диапазон <sup>1</sup>
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: <sup>1</sup>указан 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 флюктуаций, обусловленных как погодными условиями в разные годы, так и погрешностями отбора и измерения. Среднегодовая концентрация ДДТ флюктуирует в диапазоне от 20 нг/л (2009 г.) до 250 нг/л (1995-1996 гг.).

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 4.3.3.

Наибольшее поступление в экосистему в абсолютных количествах характерно для свинца, диапазон годовых выпадений которого в последнее десятилетие от 2,5 до 4,2 мг/м<sup>2</sup>. Это в несколько раз меньше, чем выпадения в период 1982-1999 годов, когда в среднем выпадало в год с осадками около 10 мг/м<sup>2</sup>, при изменении диапазона интенсивности выпадений от 5 до 28 мг/м<sup>2</sup> 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/м<sup>2</sup>.

По выпадениям кадмия 2013 год был рекордным за весь период наблюдений (с 1983 г.), интенсивность выпадений достигла 1,4 мг/м<sup>2</sup> 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.

**Таблица 4.3.3.** Интенсивность выпадения загрязняющих веществ на подстилающую поверхность с атмосферными осадками в 2000-2013 годах (в мг/м<sup>2</sup>)

Экотоксикант	2000-2009 годы		2010 – 2012 годы		2013 год
	среднее	диапазон <sup>1</sup>	среднее	диапазон <sup>1</sup>	
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: <sup>1</sup>указан 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 предела 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 4.3.4.3.

**Таблица 4.3.4.3.** 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 концентрация 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 воде притока р. Лаура – р. Ачипсе, стекающей со склонов Кавказского БЗ и 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 стабилизировалась 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.

**Таблица 4.3.5.** 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. Ачишсе	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 Ачишсе	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 4.3.6 и 4.3.7 представлены данные о средних значениях и диапазонах вариации 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).

**Таблица 4.3.6.** 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	9,0-56 25	8,0-62 33	9-15 12	7,8 0,30	0,09-0,53 0,30	0,07-0,66 0,30	0,32-0,35 0,34	0,18
	5-10	11-45 20	-		13,6 0,19	0,09-0,41 0,19	=		0,10
Горная бурая лесная под лугом на кордоне Лаура	0-5	9,0-30 17,1	-	12-25 15	8,6 0,25	0,13-0,35 0,25		0,11-0,16 0,10	0,14
	5-10	5,2-23,0 14,3	-		13,0 0,17				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 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.

**Таблица 4.3.7.** 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			
Период:		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-</u> <u>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	0,5-23 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.

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 значение в почвах верхнего горизонта на протяжение 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 4.3.8 и 4.3.9.

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.

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

- 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.

- 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.
- 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.
- Достоверных изменений уровней загрязнения природных сред кадмием и пестицидом ДДТ за период наблюдений на выявлено, значения концентраций продолжают оставаться на стабильном низком фоновом уровне.
- 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.

**Таблица 4.3.8.** 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.

**Таблица 4.3.9.** 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.

## **4.4. Приокско-Террасный биосферный заповедник (РФ)**

Приокско-Террасный государственный природный биосферный заповедник лесе - Приокско-Террасный БЗ) находится на юге Московской области, у границ с Тульской и Калужской областями. Территория заповедника охватывает левобережные террасы реки Оки от поймы до коренного берега. Зональным типом лесной растительности считаются хвойно-широколиственные леса. Большая часть лесов заповедника представлена спелыми и старовозрастными сосняками и вторичными смешанными осиново-березовыми и сосновыми лесами на песчаных террасах р. Оки. Заповедник расположен у северной границы широколиственных лесов, которые произрастают преимущественно на правом берегу Оки, а на левом берегу представлены лишь отдельными участками дубрав на первой надпойменной террасе. Высокое биоразнообразие Приокско-Террасного БЗ связано как с граничным его положением, так и с высокой естественной мозаичностью ландшафта, в том числе наличием участков степной растительности в пойме и на первой надпойменной террасе р. Оки.



Фото М.Н.Брынских

Регулярные наблюдения за содержанием загрязняющих веществ на станции КФМ «Приокско-Террасный БЗ» начаты в ноябре 1983 года. По продолжительности рядов наблюдений за загрязнение природных сред это вторая станция в России (после Кавказского БЗ) и единственная станция, полная программа наблюдений которой за весь период не претерпела существенных изменений и охватывает период уже более 30 лет. Помимо наблюдений по программе КФМ на станции выполняются измерения ещё по трем международным программам наблюдений за загрязнением: ЕМЕП (мониторинга трансграничного загрязнения воздуха), МСП КМ (международная совместная программа комплексного мониторинга) и ГСА ВМО (мониторинга состава атмосферных осадков).

Результаты наблюдений на станции КФМ «Приокско-Террасный БЗ» отражают состояние фонового загрязнения природных сред в наиболее густо населенной части Центрального Федерального округа. Образно говоря, станция КФМ «Приокско-Террасный БЗ» расположена в «зеленом острове» почти в центре промышленного региона Центральной России. Расстояние от границ Большой Москвы до заповедника составляет около 40 км.

**Загрязнение атмосферного воздуха и осадков.** Отбор проб атмосферного воздуха и осадков осуществляется на полигоне, расположенном в охранной зоне Приокско-Террасного БЗ возле д. Сушки на лесной поляне полого южного склона долины реки Оки. Полигон представляет собой огороженную метеоплощадку 50\*70 м, на которой установлены метеорологические приборы и оборудование для отбора проб воздуха и атмосферных осадков. Расположение наблюдательной площадки не изменялось за весь период наблюдений.

Межгодовая динамика большинства приоритетных загрязняющих веществ в воздухе, в целом, соответствует выявленным ранее закономерностям их изменения в Европейской России (Черногаева и др., 2009). В связи с падением промышленного производства и сокращением выбросов в России в период с 1985 по 1995 г. произошло снижение концентраций загрязняющих веществ в воздухе фоновых территорий России в 2–3 раза. С 1995 по 2009 г. наблюдалась стабилизация низких уровней фонового загрязнения. Однако с 2010 г. здесь, как и на других станциях КФМ в биосферных заповедниках, проявляется тенденция роста концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

Усредненные значения концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Приокско-Террасного БЗ за последние 10 лет приведены в таблицах 4.4.1-4.4.2. Значения соответствуют средним уровням концентраций в фоновых районах ЕТР. По ряду загрязняющих веществ средние значения находятся у верхней границы диапазона «фоновых» концентраций или незначительно превышают его. Например, среднегодовые (среднегеометрическая) концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 5–7 нг/м<sup>3</sup>, в Приокско-Террасном БЗ 5,6 нг/м<sup>3</sup>. Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР остаются на уровне 0,20–0,30 нг/м<sup>3</sup>, в Приокско-Террасном БЗ – 0,36 нг/м<sup>3</sup>. Содержание бенз(а)пирена в атмосфере фоновых районов центра ЕТР 0,02–0,10 нг/м<sup>3</sup>, в Приокско-Террасном БЗ 0,06 нг/м<sup>3</sup>.

По наблюдениям на станции КФМ «Приокско-Террасный БЗ», в атмосферных осадках, как и в воздухе, с середины 1990-х годов, по сравнению с серединой 1980-х, отмечается снижение концентраций основных приоритетных загрязняющих веществ в 2–5 раз, а затем их стабилизация на низком уровне значений.

В атмосферных осадках Приокско-Террасного БЗ средневзвешенные годовые концентрации ТМ, ХОП и ПАУ находятся в пределах фоновых значений для ЕТР. В таблице 4.4.3 представлены данные о концентрациях тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в мокрых выпадениях 4.4.3.

При снижении концентраций в атмосферных осадках наблюдается снижение и потока поступления загрязняющих веществ на подстилающую поверхность. Наиболее отчетливо проявляется тенденция снижения потока свинца и бенз(а)пирена с мокрыми выпадениями (см. рис 4.3.4.3.1). Явный тренд снижения интенсивности мокрых выпадений этих загрязняющих веществ с атмосферными осадками на подстилающую поверхность связан как с понижением концентраций в осадках, так и с отмечаемым снижением количества выпадающих осадков в последние годы.

**Таблица 4.4.1.** Концентрация  $\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_2$  в атмосферном воздухе Приокско-Террасного БЗ (в  $\text{мкг}/\text{м}^3$ )

год	$\text{SO}_4$				$\text{SO}_2$				$\text{NO}_2$			
	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс
2007	1,66	1,23	0,01	9,55	1,06	0,49	0,01	20,50	5,30	4,23	0,10	32,70
2008	1,91	1,41	0,01	8,11	0,93	0,50	0,01	7,80	4,92	4,20	0,70	19,10
2009	1,68	1,00	0,01	7,64	1,10	0,42	0,01	10,00	4,77	4,07	0,50	24,20
2010	2,91	1,72	0,01	25,70	0,79	0,31	0,01	8,50	5,41	4,82	1,50	19,60
2011	2,12	1,44	0,15	8,08	1,11	0,54	0,01	16,20	7,08	5,87	1,30	37,10
2012	2,37	1,63	0,01	8,68	0,90	0,39	0,01	19,20	5,57	4,50	1,10	27,50
2013	1,79	1,21	0,01	10,69	1,28	0,53	0,05	15,60	6,51	5,52	1,30	28,50
2014	2,12	1,50	0,01	8,87	0,78	0,42	0,05	7,30	5,62	3,01	0,05	24,10
2015	0,72	0,20	0,01	5,26	0,41	0,18	0,05	5,40	4,76	3,68	0,05	24,90
среднее за 10 лет	1,92	1,11	0,01	25,70	0,93	0,40	0,01	20,50	5,55	4,36	0,05	37,10

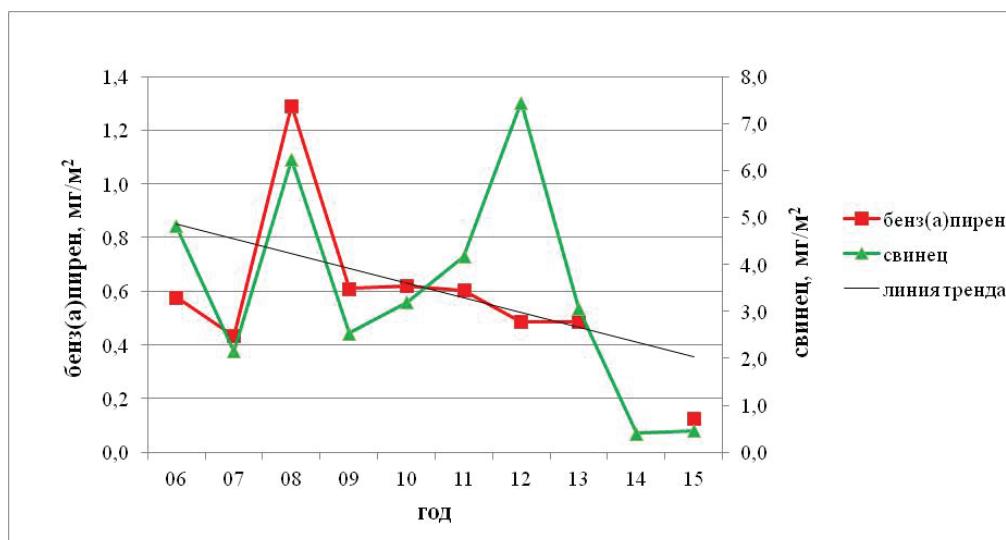
**Таблица 4.4.2.** Концентрация тяжелых металлов и БП в атмосферном воздухе Приокско-Террасного БЗ ( $\text{нг}/\text{м}^3$ )

год	свинец				кадмий				рутуть				бенз(а)пирен			
	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс
2007	4,69	3,86	1,10	22,00	0,038	0,032	0,007	0,112	5,40	4,43	1,50	21,00	0,08	0,06	0,005	0,421
2008	6,37	4,31	0,90	61,00	0,190	0,145	0,030	1,40	5,29	4,39	1,30	20,00	0,11	0,07	0,009	0,785
2009	4,46	3,55	0,89	16,00	0,146	0,122	0,033	0,56	3,10	2,73	0,20	14,30	0,11	0,06	0,001	0,506
2010	10,84	7,70	1,40	98,00	0,456	0,332	0,043	2,10	3,04	2,51	0,42	14,00	0,16	0,05	0,005	4,446
2011	12,08	9,88	1,60	37,00	1,064	0,373	0,080	34,00	4,98	3,93	1,10	46,60	0,02	0,02	0,006	0,050
2012	15,87	8,99	0,50	319,00	0,457	0,327	0,070	2,20	4,22	3,38	0,88	45,00	0,03	0,01	0,001	0,600
2013	6,66	5,59	1,00	24,00	0,382	0,207	0,053	13,00	4,98	3,34	0,28	32,00	0,01	0,01	0,0003	0,054
2014	9,62	6,26	0,17	63,00	0,208	0,159	0,020	1,00	4,69	3,63	0,69	18,00	0,01	0,01	0,002	0,081
2015	6,60	4,06	0,26	47,00	0,266	0,167	0,015	1,67	2,46	1,84	0,12	14,00	0,01	0,01	0,004	0,070
среднее за 10 лет	8,58	5,63	0,17	319,0	0,36	0,17	0,01	34,00	4,24	3,24	0,12	46,60	0,06	0,02	0,0003	4,446

**Таблица 4.4.3.** Концентрация тяжелых металлов и СОЗ в атмосферных осадках Приокско-Террасного БЗ (средневзвешенная)

	Свинец, мкг/л	Кадмий, мкг/л	Ртуть, мкг/л	бенз(а)пирен нг/л	$\gamma$ -ГХЦГ, нг/л	ДДТ сумма, нг/л
год	среднее	среднее	среднее	среднее	среднее	среднее
2006	6,84	0,12	0,20		0,92	8,97
2007	3,73	0,20	0,18		0,77	6,34
2008	7,84	0,17	0,27		1,79	8,87
2009	4,59	0,21	1,25		1,10	6,65
2010	6,02	0,25	0,68		1,28	3,55
2011	7,01	0,34	0,24		1,02	0,36
2012	9,83	0,13	1,14		0,64	-
2013	3,31	0,10	0,12		0,53	3,84
2014	2,84	0,10	0,18		-	17,90
2015	2,93	0,56	1,19		0,68	28,61

**Загрязнение поверхностных вод.** Наблюдения за химическим составом поверхностных вод осуществляется на р. Пониковка. Водосбор реки располагается полностью на территории заповедника, что исключает наличие каких-либо современных действующих локальных источников загрязнения поверхностных вод. Отбор проб поверхностных вод осуществляется 4 раза в год в основные фазы гидрологического режима.



**Рисунок 4.4.1.** Изменение интенсивности мокрых выпадений свинца и бенз(а)пирена из атмосферного воздуха Приокско-Террасного БЗ ( $\text{мг}/\text{м}^2$ )

В таблицах 4.4.4-4.4.5 показаны средние арифметические значения концентраций. Как правило, концентрации загрязняющих веществ (за исключением ДДТ и ГХЦГ) в атмосферных осадках выше, чем в поверхностных водах, что подтверждает отсутствие локальных источников загрязнения в водотоке. В то же время превышение концентраций ДДТ и ГХЦГ в поверхностных водах подтверждает полученные ранее данные, согласно которым источниками поступления ХОП в поверхностные водные объекты являются как атмосферные осадки, так и поверхностный сток с дренируемой территории на частицах почвы (Ровинский и др., 1990). Данное свидетельствует о продолжающемся процессе вымывания из почвы пестицидов, накопленных за период их интенсивного использования в период 50–70-х годов прошлого века, в том числе и на территории заповедника.

Концентрации тяжелых металлов в поверхностных водах Приокско-Террасного БЗ (р. Пониковка) соответствуют средним значениям, характерным для биосферных заповедников ЕС России. Например, при интервале средних значений концентрации ртути 0,2–3,5 мкг/л, свинца – 0,8–6,1 мкг/л, кадмия не более 0,2 мкг/л в р. Пониковка среднегодовые концентрации составляли 0,5 мкг/л, 1,8 мкг/л и 0,15 мкг/л соответственно.

**Таблица 4.4.4.** Концентрация тяжелых металлов в р. Пониковка в Приокско-Террасном БЗ (мкг/л)

год	Свинец			кадмий			ртуть		
	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
2006	2,00	-	-	0,036	-	-	0,62	-	-
2007	1,23	0,90	1,80	-	-	-	0,14	0,1	0,22
2008	0,77	0,70	0,84	0,11	0,06	0,17	2,10	-	-
2009	2,24	0,93	3,50	0,11	0,05	0,23	0,14	0,056	0,20
2010	1,10	0,39	1,70	0,15	0,08	0,20	0,16	0,11	0,24
2011	3,10	0,50	7,60	0,34	0,04	0,93	0,29	0,14	0,49
2012	2,53	0,70	5,80	0,13	0,06	0,23	0,20	0,10	0,39
2013	3,27	0,50	6,90	0,07	0,02	0,15	0,06	0,03	0,08
2014	0,68	0,50	0,85	0,04	0,02	0,07	-	-	-
2015	1,10	0,20	3,90	0,33	0,04	0,77	0,30	0,13	0,47
среднее за 10 лет	1,80	0,20	7,60	0,15	0,02	0,93	0,45	0,03	0,49

**Таблица 4.4.5.** Концентрация СОЗ в воде р. Пониковка Приокско-Террасного БЗ (нг/л)

год	бенз(а)пирен			γ-ГХЦГ			ДДТ сумма		
	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
2006	1,2	-	-	20,00	-	-	109,68	-	-
2007	0,5	0,3	0,8	5,90	2,40	13,30	72,45	25,70	120,50
2008	0,6	-	-	7,30	-	-	64,73	-	-
2009	1,3	0,6	2,00	7,25	3,90	10,60	341,39	289,07	393,70
2010	1,1	0,9	1,3	1,12	0,25	1,70	16,47	6,40	27,10
2011	1,3	0,68	1,92	0,25	-	-	107,10	6,80	178,40
2012	0,39	0,19	0,76	-	-	-	-	-	-
2013	0,33	-	-	0,25	-	-	82,80	27,10	138,50
2014	-	-	-	31,14	-	-	50,10	-	-
2015	0,50	0,39	0,90	27,23	0,25	74,50	79,86	2,00	216,20
среднее за 10 лет	0,80	0,19	2,00	11,16	0,25	74,50	102,73	2,00	393,70

**Загрязнение почв и растительности.** Наблюдения за содержанием загрязняющих веществ в почве и растительности проводятся на постоянных пробоотборных площадках (далее ППП). Пробы отбираются с периодичностью 1 раз в 3-5 лет. Отбор проб почв осуществляется с глубины 0-5 и 5-10 см, растительности с площадки 1 м<sup>2</sup>.

В настоящее время отбор проб осуществляется с трех ППП.

«Родниковая поляна» - окруженный лесом суходольный луг. Почва представлена зональным типом – дерново-подзолистой, супесчаной, подстилаемой известняками и элювием на глубине 75 см.

Смешанный средневозрастный сосново-елово-березовый лес, почвы дерново-слабоподзолистые, легкосуглинистые, местами оглеенные.

Спелый сосняк сложный с разнотравным покровом и зеленомошником, почвы дерново-слабоподзолистые, песчаные, подстилаемые мореной на глубине 75–125 см.

Максимальные концентрации загрязняющих веществ отмечены в лесной подстилке и в верхних 5 см почвы. Средние значения и диапазоны варьирования концентраций загрязняющих веществ по десятилетиям, представлены в таблицах 4.3.4.3.6 и 4.3.4.3.7.

**Таблица 4.4.6.** Концентрации тяжелых металлов в слое почвы 0-5 см по десятилетним периодам 1984 – 2015 гг (мг/кг воздушного сухого веса)

местообитание	свинец				кадмий			
	1984-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2015	1984-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2015
Суходольный луг	5,3 4,3-6,7	5,4 0,91-9,0	2,8 3,7-5,1	4,7 3,7-5,0	0,23 0,16-0,29	0,26 0,07-0,45	0,16 0,10-0,21	0,69 0,17-1,6
Смешанный лес	6,1	3,8	3,4 2,9-3,9	8,2 1,4-19,0	0,23	0,07	0,13 0,07-0,18	0,23 0,06-0,39
Сосняк сложный	2,7 2,4-2,9	3,7 2,0-6,5	нд	2,7	0,05 0,04-0,05	0,06 0,01-0,12	нд	0,04

В почвах накопление загрязняющих веществ может проходить в течение длительного периода времени, а общий валовый запас превышает уровень современного ежегодного вы-

падения из атмосферы в 10–100 раз и более. Поэтому в условиях Приокско-Террасного заповедника имевшее место в середине 1990-х гг. снижение концентраций загрязнителей в атмосфере и осадках нашло отражение в пробах почв только к началу 2000-х гг. При этом концентрация тяжелых металлов и ГХЦГ последовательно снижалась за весь период наблюдений, а заметных изменений содержания ДДТ как в почве, так и в атмосферных выпадениях не отмечалось.

**Таблица 4.4.7.** Концентрация хлорорганических пестицидов в слое почвы 0-5 см по десятилетним периодам 1984–2015 гг. (мг/кг воздушного сухого веса)

местообитание	ДДТ сумма				$\gamma$ -ГХЦГ			
	1984-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2015	1984-1989	1990-1999	2000-2009	2010-2015
Суходольный луг	<u>6,5</u> 4,9-8,0	<u>18,7</u> 0,5-52,3	<u>13,4</u> 0,5-38,6	<u>28,20</u> 1,9-70,8	<u>6,1</u> 0,3-13,7	<u>6,24</u> 0,05-18,05	<u>0,56</u> 0,16-0,83	<u>2,08</u> 0,05-4,5
Смешанный лес	29,6	12,9	<u>18,76</u> 0,5-29,9	<u>9,95</u> 0,5-28,4	15,2	1,03	<u>0,96</u> 0,05-2,64	<u>1,6</u> 0,05-2,5
Сосняк сложный	7,0	<u>25,3</u> 10,8-39,8	нд	34,5	25,2	11,49	нд	6,00

Концентрации загрязняющих веществ в растительности показаны в таблицах 4.3.4.3.8 и 4.3.4.3.9. Максимальные концентрации тяжелых металлов отмечены в зеленом мхе. По полученным данным можно отметить снижение уровня загрязнения растительных объектов свинцом и ГХЦГ к 2000 г. Изменение в загрязнении растительности пестицидом ДДТ за последние 30 лет не выявляется.

**Таблица 4.4.8.** Концентрация тяжелых металлов в растительных объектах на СКФМ «Приокско-Террасный БЗ» по десятилетним периодам 1984-2015 гг (мг/кг).

Годы	Растительный объект	Ртуть		Свинец		Кадмий	
		среднее	диапазон	среднее	диапазон	среднее	диапазон
1984-1989	Трава	0,028	0,01-0,1	1,6	0,1-5,4	0,41	0,07-0,83
	Хвоя	0,059	0,01-0,2	1,1	0,2-2,4	0,28	0,16-0,35
	листва	0,034	0,03-0,04	1,5	1,0-2,0	нд	нд
1990-1999	Трава	нд	нд	2,0	0,04-8,5	0,37	0,06-1,40
	Хвоя	0,006	0,002-0,015	1,4	0,2-2,1	0,36	0,08-0,77
	листва	0,017	0,010-0,023	1,2	0,1-3,3	0,35	0,10-0,61
2000-2009	Трава	нд	нд	1,3	1,2-1,5	0,79	0,16-1,5
	листва	нд	нд	1,0	0,5-1,5	0,79	0,60-1,00
	мох	нд	нд	9,4	6,7-11,7	1,34	1,30-1,40
2010-2015	Трава	нд	нд	0,6	0,3-1,0	0,6	0,5-0,7
	листва	нд	нд	0,7	0,05-1,3	1,15	0,15-3,5
	хвоя	нд	нд	0,2	нд	0,12	нд

Проведенный анализ динамики загрязнения в Приокско-Террасном БЗ позволяет сделать следующие выводы:

- В последние 10 лет концентрации тяжелых металлов (свинца, кадмия, ртути), бенз(а)пирена, ГХЦГ и ДДТ во всех природных средах находятся в пределах фоновых значений для ЕТР.
- Концентрации соединений серы и азота в атмосферном воздухе снижаются за весь рассматриваемый нами период наблюдений.
- Содержание свинца, кадмия и бенз(а)пирена в атмосферных осадках за весь период наблюдений снижается. В 2015 году отмечается увеличение содержания кадмия и бенз(а)пирена до 0,38 мкг/л и 0,74 мкг/л соответственно. Направленных тенденций в изменении концентраций ртути и ДДТ не отмечается.
- В водах р. Пониковка за последние 10 лет среднегодовые концентрации свинца, кадмия, ртути, бенз(а)пирена и ГХЦГ снижаются.
- Усредненные за десятилетний период концентрации свинца в 0-5 см слое почвы гораздо ниже кларка земной коры (16 мг/кг) и составляют 3,85–5,65 мг/кг. Содержание кадмия превышает значение кларка земной коры (0,16 мг/кг) и составляет 0,18 – 0,41 мг/кг.

**Таблица 4.4.9. Концентрация СОЗ в растительности на СКФМ «Приокско-Террасного БЗ»**

Годы	Растительный объект	бенз(а)пирен		ГХЦГ		ДДТ	
		среднее	диапазон	среднее	диапазон	среднее	диапазон
1984-1989	Трава	6,6	3,4-12,0	13,6	6,6-31,5	14,0	3,1-52,1
	Хвоя	7,1	2,7-15,7	7,2	1,9-15,5	22,8	9,2-41,6
	листва	1,7	н.д.	7,0	5,3-8,7	27,5	23,6-31,3
1990-1999	Трава	н.д.	н.д.	8,0	0,5-15,5	39,1	9,1-59,1
	Хвоя	н.д.	н.д.	7,8	1,9-13,7	39,2	10,2-68,2
	листва	н.д.	н.д.	3,3	0,2-17,3	24,5	0,5-46,1
2000-2009	Трава	н.д.	н.д.	0,7	0,2-1,1	17,5	0,5-51,0
	листва	н.д.	н.д.	1,0	0,4-1,3	5,6	0,5-19,1
2010-2015	Трава	0,2	н.д.	1,3	0,05-3,8	11,8	0,5-34,4
	листва	0,2	0,05-0,4	1,3	0,05-3,2	16,8	0,5-58,7

## 4.5. Баргузинский биосферный заповедник (РФ)

Баргузинский государственный природный биосферный заповедник — заповедник в Бурятии, на территории Северо-Байкальского района. Исторический центр — Давша; с 2012 года управление заповедником располагается в посёлке Усть-Баргузин. Баргузинский заповедник является старейшим заповедником России. Назван по Баргузинскому уезду Забайкальской области, на территории которого был создан 29 декабря 1916 (11 января 1917) как Баргузинский соболиный заповедник для сохранения и увеличения численности соболя. На момент создания насчитывалось всего 20-30 особей соболя, в настоящее время — 1-2 особи на 1 км<sup>2</sup>. Это единственный государственный заповедник страны, учрежденный до революции 1917 года.

Расположен на западных склонах Баргузинского хребта (2840 м), включая северо-восточное побережье и часть акватории озера Байкал. Площадь заповедника — 374 322 гектара, в том числе 15 000 гектаров составляет заповедная акватория Байкала. Он находится на абсолютных отметках от 456 м. (урез воды Байкала) до 2652 м.



Широко распространены ледниковые формы рельефа, что объясняется тем, что ранее данная территория подвергалась сильному оледенению. Современных ледников в заповеднике нет, однако есть снежники, иногда не успевающие растаять за лето. Большая часть территории лежит выше 1250 м. Ландшафты с абсолютными отметками от 600 до 1250 м. занимают примерно одну треть территории.

Климат заповедника характеризуется как резко континентальный, однако, имеет место отепляющее воздействие Байкала. Несмотря на это, среднегодовая температура здесь отрицательная, она является самой низкой на всем побережье озера. Годовая норма осадков меняется от 300 до 650 мм.

На территории заповедника выделены 7 основных видов почв, содержащие 29 подтипов и почвенных разностей: перегнойно-подзолистые, перегнойно-подзолистые глеевые, горно-лесные подзолистые, горно-лесные дерново-подзолистые, горно-луговые дерново-перегнойные, горно-тундровые торфянисто-глеевые, горно-тундровые перегнойные. Наибольшее распространение получили подбуры - в верхнем поясе гор, бурые почвы - в нижнем таежном поясе, подзолистые - в среднегорье.

Для заповедника характерен особый тип поясности, получивший название прибайкальского. Примерно 60% заповедной территории занимают высокогорья. Основными типами растительности здесь являются альпийские луга, кедровый стланик и ерник. Огромные площади в центральной части Баргузинского хребта заняты голыми скалами. Ниже растет горная тайга, а еще ниже – леса, представленные главным образом лиственницей. Наибольшие площади занимает кедр (23,6%); далее в порядке убывания идут кедровый стланик, сосна и лиственница. Всего здесь произрастают 878 видов сосудистых растений, 212 видов лишайников и 242 вида мхов. Охраняемые виды местной флоры, входящие в Красную книгу, включают 31 вид сосудистых растений и 9 видов лишайников.

Фауна Баргузинского заповедника – вполне обычна для таежных лесов. Млекопитающие насчитывают 41 вид, из которых более 80% – это лесные животные. В заповеднике насчитывается 281 вид птиц, 6 видов пресмыкающихся, 3 вида земноводных, 46 видов рыб и более 800 видов насекомых. В заповедной части озера Байкал живет особенно интересное животное – байкальская нерпа, которая является эндемиком самого глубокого в мире озера. Кроме того, это единственный пресноводный тюлень в мире. Охраняемые виды животных включают двух птиц – орлан-белохвост и черный аист, внесенных в Международную Красную книгу.

С середины 1980х по 1998 г. в Давше была работала станция системы комплексного фонового мониторинга. Основные результаты многолетних наблюдений представлены в таблицах ниже:

**Таблица 4.5.1.** Средние годовые концентрации неорганических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

YY	TSP	SO2	SO4	HG	PB	CD
82			0,66	8,13	3,19	0,04
83			0,89	7,45	2,47	0,08
84			1,43	3,33	3,00	0,05
85		9,08	1,44	13,88	2,47	0,60
86	11,53	0,50	1,06	3,28	3,43	0,04
87	15,99	0,64	0,86	12,67	4,12	0,13
88	21,48	0,07	1,56	7,00	3,40	0,12
89	17,91	0,62	2,13	1,92	2,28	0,07
90	17,60	0,10	1,49	5,45	5,15	0,06
91	13,81	0,25	2,06	6,72	3,57	0,08
92	22,86	0,34	1,50		3,58	0,06
93	13,48	0,07	1,24		3,21	0,02
94	21,34	0,11	1,43		1,94	0,03
95	21,67	0,11	1,32		0,84	0,03
96	20,15	0,28	1,67		0,88	0,05
97	12,97	0,17	1,47		1,66	0,03
98		0,10				

**Таблица 4.5.2.** Средние годовые концентрации органических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

YY	A_HCCN	G_HCCN	DDE	DDD	DDT	S_DDT	BP	BPL
86	0,22	0,27	0,02	0,02	0,18	0,21		
87	0,21	0,13	0,05	0,05	0,22	0,31	0,08	
88	0,07	0,03	0,17	0,07	0,13	0,27	0,09	
89	0,15	0,03	0,01		0,02	0,04	0,09	
90	0,03	0,01	0,01	0,01	0,03	0,04	0,13	
91	0,05	0,03	0,01	0,01	0,03	0,05	0,07	
92	0,02	0,03	0,02	0,01	0,06	0,09		
93	0,02	0,02	0,02		0,05	0,08		
94	0,07	0,03	0,02	0,13	0,54	0,69		
95	0,12	0,09	0,03	0,03	0,22	0,27	0,02	0,015
96	0,11	0,06	0,04	0,06	0,50	0,60	0,02	0,015
97	0,06	0,03	0,08	0,11	0,70	0,89	0,002	0,007
98	0,03	0,02	0,02	0,07	0,34	0,43		

**Таблица 4.5.3.** Средние годовые концентрации неорганических загрязняющих веществ в атмосферных осадках.

YY	SO4	HG	PB	CD	NO3
85		0,44			
86	4,02	0,27	1,27	0,21	0,95
87	4,00	0,36	1,61	0,27	0,71
88	4,81	0,27	1,63	0,65	1,32
89		1,05	2,94	0,48	
90		1,11	2,13	0,23	
91		0,58	2,79	0,18	
92			3,50	0,13	
93		0,36	4,74	0,12	
94		2,79	0,88	0,07	
95		2,13	2,69	0,23	
96		1,52	2,46	0,13	
97		0,96	4,24	0,18	
98		0,27	2,80	0,19	

**Таблица 4.5.4.** Средние годовые концентрации органических загрязняющих веществ в атмосферных осадках.

YY	BP	BPL	A_HCCN	G_HCCN	S_HCCN	DDE	DDD	DDT	S_DDT
82	13,00	4,77							
86			45,71	13,47	59,19	13,29	2,43	220,29	235,93
87	13,61		8,29	5,94	9,23	4,81	3,82	19,10	24,03
88	5,66		2,91	2,26	4,91	9,86	7,85	44,26	60,73
89	4,78		6,79	5,95	11,41	5,72	7,20	11,39	13,23
90	2,18		2,60	2,42	4,75	3,95		10,98	14,93
91			3,07	4,66	7,73	2,46	1,00	4,89	7,56
92	6,09		1,97	3,11	5,08	4,03	1,00	10,01	15,03
93			1,14	1,09	2,07	2,69	1,00	6,67	10,35
94	0,34	0,72	3,40	3,00	2,99	6,40	1,00	15,27	21,74
95	0,40	1,46	18,98	29,82	42,29	19,16	14,72	103,18	136,75
96	0,10	15,13	5,23	8,06	13,23	8,68	5,75	166,76	175,66
97	9,20	50,90	14,47	32,02	46,49	40,66	46,97	669,19	355,60
98	0,56	3,28	2,02	1,74	3,76	6,78	6,73	83,12	96,63

**Таблица 4.5.5.** Средние годовые концентрации неорганических загрязняющих веществ в поверхностных водах.

YY	HG	PB	CD	CU	ZN	NI
82	0,05	1,50	0,10			
83		0,28	0,07			
88	0,17	1,75	0,55			
89	0,16	3,47	0,39			
90	1,53	1,82	0,30	1,56	43,52	
91	1,46	2,80	0,16	5,03	16,92	
92		2,75	0,08	1,81	27,34	
93	0,09	1,91	0,01	13,83	7,36	
94	0,68	2,12	0,06	0,69	9,45	
95	1,40	0,80	0,05			
96	4,38	2,81	0,18			
97	2,17	0,25	0,13			
03		1,01	0,04			
04	1,32	0,53	0,05			
06	2,02	1,58	0,24	3,05	35,30	
07	0,29	3,18	0,20	1,65	31,75	
08	1,03	1,73	0,09	0,90	30,33	2,03
13	0,02	1,72	0,10	1,44		

**Таблица 4.5.6.** Средние годовые концентрации органических загрязняющих веществ в поверхностных водах.

YY	BP	BPL	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
88	1,77							
89	8,28							
90	2,10							
92	6,47							
95	0,05							
96	0,26							
97	1,17							
05	0,53	0,93	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо	нпо
07	0,67	0,63	1,12	1,22	0,99	2,79	22,35	26,13
13	1,06	1,80	0,10	4,10	4,28	0,10	293,38	297,77

**Таблица 4.5.7.** Средние за период концентрации загрязняющих веществ в почвах.

	СВИНЕЦ	КАДМИЙ	РТУТЬ	БЕНЗ(А)ПИРЕН	ДДТ	ГХЦГ
1884-1889	10,30	0,25	0,05	2,35	17,68	6,59
1990-1999	6,07	0,12	0,09		1,01	1,44
2000-2009	3,29	0,12				
2010-2013				0,62	6,59	2,53

**Таблица 4.5.8.** Средние концентрации тяжелых металлов в почвах.

Период	Слой	ЗВ	среднее	диапазон
1982-1989	0-5 см	ртуть	0,05	0,005-0,22
		свинец	10,66	3,8-24,7
		кадмий	0,24	0,04-0,46
	подстилка	ртуть	0,29	0,1-0,53
		свинец	5,35	1,6-9,9
		кадмий	0,47	0,2-1,0
1990-1997	0-5 см	ртуть	0,09	0,014-0,21
		свинец	6,07	0,47-11,0
		кадмий	0,12	0,01-0,5
	подстилка	ртуть		
		свинец	4,28	1,7-9,5
		кадмий	0,50	0,1-1,6
2000-2004	0-5 см	ртуть		
		свинец	3,29	1,9-4,8
		кадмий	0,12	0,04-0,33

**Таблица 4.5.9.** Средние концентрации загрязняющих веществ в растительности.

		ЛИСТВА		ХВОЯ		ТРАВА		МОХОВО-ЛИШАЙНИКОВЫЙ	
		сред- нее	диапа- зон	сред- нее	диапа- зон	сред- нее	диапа- зон	сред- нее	диапазон
1988-1989	ртуть			0,08	0,06-0,12	0,11	0,06-0,17		
	свинец	2,52	1,95-3,03	0,89	0,1-1,54	1,12	0,1-1,89	10,58	2,74-35,5
	кадмий	0,50	0,38-0,61	0,33	0,21-0,69	0,26	0,11-0,67	0,31	0,24-0,4
1990-1999	ртуть	0,04	0,005-0,12	0,03	0,01-0,04	0,03	0,01-0,11	0,05	0,02-0,11
	свинец	2,64	0,085-4,73	1,93	0,074-4,33	3,89	0,31-14,8	10,15	1,66-42,6
	кадмий	0,40	0,01-1,42	0,40	0,01-1,89	0,33	0,01-2,09	0,42	0,01-0,52
2000-2009	свинец	1,16	0,02-1,8	0,51	0,02-0,9	1,17	0,3-2,1	2,01	0,47-5,5
	кадмий	0,24	0,17-0,4	0,12	0,08-0,18	0,16	0,06-0,2	0,12	0,06-0,18
2013	Бенз(а)пирен	0,25	0,015-0,6	0,33	0,24-0,6	0,35	0,24-0,6	0,81	0,48-1,78

## 4.6. Сихотэ-Алинский биосферный заповедник (РФ)

Сихотэ-Алинский государственный природный биосферный заповедник находится в центральной части Сихотэ-Алинской горной области, вытянутой вдоль побережья Японского моря. Господствующим типом растительного покрова заповедника является лесной, занимающий около 97% площади. Нелесные типы растительности – луга, болота, мари, растительные сообщества каменистых россыпей, скальных обрывов, морских побережий занимают незначительную площадь – около 2%. Основные лесообразователи и доминанты лесных экосистем – кедр корейский, ель аянская, дуб монгольский.



Сихотэ-Алинский биосферный заповедник, р. Серебрянка. Фото Бондарчука С.Н.

В районе станции КФМ в радиусе до 90 км отсутствуют крупные источники выбросов. Сихотэ-Алинский хребет препятствует проникновению воздушных масс из промышленных регионов Приморского края. Данные станции КФМ были необходимы для отслеживания фонового уровня загрязнения для Приморского края. Следует отметить, что станция КФМ «Сихотэ-Алинский БЗ» в некоторой степени могла выполнять роль трансграничной с Японией станцией, так как располагалась на минимальном расстоянии от Японского острова Хоккайдо до российской материковой территории (менее 400 км).

Регулярные наблюдения за содержанием тяжелых металлов (ртуть, свинец, кадмий) и стойких органических загрязнителей в составе полиароматических углеводородов, таких как бенз(а)пирен и бенз(е)перилен, а также ХОП в составе ДДТ (суммарное содержание действующих веществ pp'ДДТ и его метаболитов (продуктов распада) – ДДД и ДДЭ) и пестицида линда/гексахлорциклогексана по  $\gamma$ -изомеру гексахлорциклогексана (далее ГХЦГ) в атмосферном воздухе, осадках, поверхностных водах, почвах и растительности проводились на станции КФМ, расположенной на территории заповедника, с 1983 по 1990 годы. Первоначально, станция располагалась на морской террасе у кордона Благодатное. Однако, по результатам первого года наблюдений было выявлено влияние океана на концентрацию ртути и других металлов в воздухе. Это послужило причиной переноса полигона на 25 км вглубь материка, на кордон Усть-Серебряный. Подача электроэнергии обеспечивалась за счет ветрового генератора и резервных дизельных станций, укрытых в специальных капонирах для предотвращения влияния выбросов на результаты измерений. Усредненные значения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и осадков за период наблюдения 1983–1990 гг. приведены в таблицах 4.6.1 и 4.6.2.



Кордон Усть-Серебряный. Фото Бондарчука С.Н.

Отмечаются повышенные в сравнении с другими фоновыми станциями КФМ уровни загрязнения свинцом и ртутью атмосферного воздуха, средние значения  $12,77 \text{ нг}/\text{м}^3$  и  $5,83 \text{ нг}/\text{м}^3$  соответственно, а максимальные значения доходили до  $93,00$  и  $25,00 \text{ нг}/\text{м}^3$  соответственно.

Концентрации СОЗ в атмосферном воздухе находились в пределах фоновых значений для Азиатской части России. По данным на 1987–1988 гг. диапазон фоновых значений для ХОП составил  $0,005$ – $1,8 \text{ нг}/\text{м}^3$  для  $\gamma$ -ГХЦГ и  $0,06$ – $1,4 \text{ нг}/\text{м}^3$  для ДДТ [1].

**Таблица 4.6.1.** Концентрация загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Сихотэ–Алинского БЗ в 1983–1990 гг.

Загрязняющее вещество	Единицы измерения	ср.арифм.	ср.геом.	мин	макс
Свинец	$\text{нг}/\text{м}^3$	12,77	7,91	0,34	93,00
Кадмий	$\text{нг}/\text{м}^3$	0,33	0,22	0,01	6,25
Ртуть	$\text{нг}/\text{м}^3$	5,83	3,74	0,80	25,00
SO4	$\text{мкг}/\text{м}^3$	3,81	3,42	1,00	10,00
SO2	$\text{мкг}/\text{м}^3$	0,02	0,02	0,01	0,04
Бенз(а)пирен	$\text{нг}/\text{м}^3$	0,94	0,39	0,00	9,25
$\gamma$ -ГХЦГ	$\text{нг}/\text{м}^3$	0,11	0,03	0,00	1,80
ДДТ (сумма)	$\text{нг}/\text{м}^3$	0,25	0,18	0,02	3,05

**Загрязнение поверхностных вод:** Наблюдения за химическим составом поверхностных вод Сихотэ–Алинского БЗ осуществлялись с 1988 по 1989 на р. Серебрянка, усредненные данные за период наблюдений представлены в таблице 4.3.6.3. Содержание загрязняющих веществ в р. Серебрянка в пределах фоновых значений [2]. Так, концентрация свинца в фоновых районах Азиатской части России находилась в диапазоне  $0,2$ – $6,5 \text{ мкг}/\text{л}$ , на территории Сихотэ–Алинского БЗ средняя концентрация свинца в воде составила  $1,46 \text{ мкг}/\text{л}$ . Диапазон содержания кадмия в фоновых районах  $0,03$ – $1,5 \text{ мкг}/\text{л}$ , в Сихотэ–Алинском БЗ –  $0,48 \text{ мкг}/\text{л}$ . Значения концентраций ртути в водах фоновых районов составили  $0,01$ – $0,7 \text{ мкг}/\text{л}$ , в р. Серебрянка –  $0,1 \text{ мкг}/\text{л}$ .

Отмечается превышение концентраций загрязняющих веществ в атмосферных осадках по сравнению с поверхностными водами по свинцу, кадмию, ртути и бенз(а)пирену, что свидетельствует об отсутствии локальных источников загрязнения или природных аномалий.

**Таблица 4.6.2.** Концентрация загрязняющих веществ в атмосферных осадках Сихотэ-Алинского БЗ в 1983-1990 гг. (мкг/л).

Загрязняющее вещество	ср.арифм.	мин	макс
Свинец	5,04	0,20	96,00
Кадмий	0,36	0,04	1,59
Ртуть	0,18	0,01	1,50
Бенз(а)пирен	6,61	1,40	15,00
γ-ГХЦГ	12,68	0,30	92,00
ДДТ (сумма)	28,86	1,00	215,00

**Таблица 4.6.3.** Концентрация загрязняющих веществ в р. Серебрянка (мкг/л) за 1988-89 гг.

Загрязняющее вещество	ср.арифм.	мин	макс
свинец	1,46	0,20	5,42
кадмий	0,48	0,10	1,50
ртуть	0,10	0,01	0,20
Бенз(а)пирен	3,78	2,30	7,80

**Загрязнение почв и растительности:** Наблюдения за загрязнением почв и растительности проводились на трех постоянных пробоотборных площадках в районе кордона «Усть-Серебряный». Усредненные данные по содержанию загрязняющих веществ в верхнем 5 см слое почвы и растительных объектах представлены в таблицах 4.6.4 и 4.6.5 соответственно, различия в концентрациях загрязняющих веществ между почвами на разных ППП в пределах ошибки.

**Таблица 4.6.4.** Концентрация загрязняющих веществ в почвах Сихотэ-Алинского БЗ (мг/кг) в 1988-1989 гг.

Ингредиент:	свинец			кадмий			ртуть		
	ср. арифм	мин	макс	ср. арифм.	мин	макс	ср. арифм.	мин	макс
Площадка 1	14,70	12,40	17,00	0,36	0,35	0,36	0,01	0,01	0,01
Площадка 2	15,38	13,00	18,90	0,48	0,39	0,58	0,04	0,01	0,06
Площадка 3	16,23	13,00	20,40	0,43	0,38	0,53	0,04	0,02	0,08

Содержание загрязняющих веществ в растительных объектах находились в пределах фоновых значений. Наибольшие концентрации свинца и ртути в моховой растительности (16,00 мг/кг и 0,04 соответственно), максимальные значения концентраций кадмия характерны для листвы деревьев при незначительных различиях в сравнении с другими видами растительного материала.

**Таблица 4.6.5.** Концентрация загрязняющих веществ в растительных объектах Сихотэ-Алинского БЗ (мг/кг) в 1988–1989 гг.

Ингредиент:	свинец			кадмий			ртуть			
	Растительный объект	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
трава		1,58	0,41	2,74	0,74	0,50	0,97	0,02	-	-

## 4.7. Репетекский биосферный заповедник (Туркменистан)

РЕПЕТЕКСКИЙ ЗАПОВЕДНИК, расположен в Туркмении, в Восточных Каракумах в 70 км к юго-западу от Чарджоу. Заповедник основан в 1928 году, первым из пустынных заповедников в 1978 году получил статус биосферного, в современных границах существует с 1952 г. Площадь 34 600 га. Биосферный резерват "Репетек" практически расположен почти в центре пустыни Восточные Каракумы. В основном ландшафт заповедника - это песчаная равнина с крупными грядами и долинными депрессиями среди них. Рельеф бугристо-грядовый, выделяются подвижные пески и барханы длиной от нескольких десятков до нескольких сотен метров, а также закрепленные песчаные гряды, среди них — крупные (высотой до 10 м), вытянутые с юго-запада на северо-восток.

Климат континентальный, субтропического типа, очень сухой; со зноным летом и мягкой зимой. Средняя температура июля 32 °C (воздух днем нагревается до 42—43 °C, поверхность почвы до 70 °C и больше), средняя температура января 0 °C, среднегодовое количество осадков 105 мм.

Репетекский заповедник относится к континентальным пустыням и полупустыням.

В заповеднике зарегистрировано 211 видов растений, 17 видов кустарников, 4 вида деревьев; около 37% всех видов растений — эндемики.

Животный мир типичен для пустыни Каракумы, зарегистрировано 29 видов млекопитающих, 196 видов птиц, 23 вида пресмыкающихся (13 видов ящериц, 9 видов змей), более тысячи видов насекомых и паукообразных.



В Репетекском БЗ была организована станция системы комплексного фонового мониторинга, проработавшая с 1980 по 1999 гг. Основные результаты многолетних наблюдений представлены в таблицах ниже:

**Таблица 4.7.1.** Средние годовые концентрации неорганических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

YY	TSP	SO2	SO4	HG	PB	CD	NO2
80	51,57	1,02	2,48	2,38	13,88	0,17	
81	69,41	0,62	4,46	69,57	14,22	0,38	
82	65,92	0,99	4,09	41,07	10,77	0,37	
83	72,40	1,40	6,23	33,27	7,97	0,12	
84	80,89	1,68	6,48				
85	42,53	0,37	7,30	44,87			
86	152,62	0,71	5,94	79,66	13,19	0,41	
87	169,05	1,07	6,86	25,75	8,20	0,29	
88	109,60	0,98	5,73	21,43	8,09	0,20	1,12
89	209,06	0,93	6,35	40,22	8,44	0,52	2,48
90	237,59	0,62	6,84	30,82	12,30	0,71	2,03
91	116,08	0,53	7,28	19,73	13,38	0,59	1,81
92	93,84	0,20	9,02		10,41	0,69	0,62
93	135,29	0,08	8,98		9,65	0,79	0,97
94		0,05	7,82		4,59	0,49	0,91
95		0,27	4,35		3,33	0,39	0,61
96		0,05					0,42
97							0,38
98							0,53
99							0,73

**Таблица 4.7.2.** Средние годовые концентрации органических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

YY	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT	BP	BPL
80	0,50	0,37	0,19	0,22	0,35	0,76	0,20	
81	0,47	0,41	0,19	0,22	0,35	0,75		
82	0,67	0,33	0,15	0,17	0,24	0,56	0,14	
83	0,54	0,33	0,08	0,07	0,25	0,40	0,59	
84	0,09	0,05	0,02	0,02	0,03	0,07	0,19	
85	4,44	0,04	0,08	0,03	0,16	0,27	0,67	
86	0,17	0,13	0,03	0,03	0,10	0,16	0,05	0,07
87	0,19	0,10	0,01	0,01	0,09	0,12	0,01	0,03
88	0,15	0,95			0,05	0,05	0,07	
89	1,19	0,67			0,04	0,04	0,21	0,04
90	1,01	0,19			0,14	0,24	0,33	0,15
91							0,17	0,18
92							0,13	0,17
93							0,09	0,13
94							0,07	0,07
95							0,12	0,07

**Таблица 4.7.3.** Средние годовые концентрации неорганических загрязняющих веществ в почвах.

YY	HG	PB	CD	CU	ZN	MN	NI	AS	PH
80		7,33	0,13					1,65	
81		5,78	0,38					2,10	
82	0,01	9,75	0,41						
83	0,01	1,53	0,07					1,63	
88	0,02	4,48	0,06	7,45	17,10	148,00	20,95		7,82
89	0,63	3,30	0,10	6,28	18,45	198,25	11,03		8,44
91	0,04	3,30	0,05	5,15	21,13	137,03	12,16		
92	0,05	1,30	0,21	2,30	2,05	48,05	1,25		
93	0,02	3,18	0,20	0,58	3,08	37,43	1,73		
94	0,02	1,04	0,21	0,80	1,20	36,13			

**Таблица 4.7.4.** Средние годовые концентрации органических загрязняющих веществ в почвах.

YY	BP	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
80	2,33	1,78	4,70	4,00	10,67	16,25	27,75
81	1,85	2,68	7,45	3,00	11,50	22,50	36,50
82	0,43	0,58	1,45	0,55	1,33	6,35	7,85
83	0,82	1,05	3,13	0,47	2,98	8,53	11,83
85		6,00	3,67	25,67		25,00	42,40
88		5,68	2,93			21,78	45,53
89		2,18	0,87			8,23	15,96
91		1,37	0,55			6,55	5,73
92		1,72	0,62			3,60	11,06
93		4,97	3,04			5,06	9,4675

**Таблица 4.7.5.** Средние годовые концентрации неорганических загрязняющих веществ в растительности.

YY	HG	PB	CD	CU	ZN	MN	NI	AS
80		4,22	0,33					0,16
81	2,35		0,21					0,12
82	0,01	3,62	0,15					
83		0,34	0,05					0,55
88	0,01	2,40	0,11	6,63	13,31	17,04		
89	0,10	1,57	0,16	2,82	7,85	33,83	4,46	
90	0,03	2,33	0,17	3,97		37,85	2,53	
91	0,02	3,12	0,06	3,40	13,07	28,89	2,67	
92	0,02	1,48	0,17	2,98	10,06	29,26	2,58	
93	0,01	2,42	0,10	1,51	12,18	45,48	0,93	
94	0,01	1,30	0,14	1,48	7,14	22,94		

**Таблица 4.7.6.** Средние годовые концентрации органических загрязняющих веществ в растительности.

YY	BP	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
80		6,27	16,73	2,38	18,24	38,20	50,67
81	7,50	8,50	15,15	0,10	0,20	59,85	60,15
82	43,32	6,08	7,32	1,42	2,27	12,62	16,53
83	3,40		4,00	0,10	0,20	11,50	16,80
85							10,20
88		5,98	1,74	0,10	0,20	24,34	44,35
89		11,98	5,01	0,10	0,20	1,07	2,96
90		5,90	4,17	0,10	0,20	2,94	5,42
91		11,59	4,97	0,10	0,20	3,52	3,82
92		3,43	9,36			7,17	9,92
93		7,98	2,95			0,62	1,60

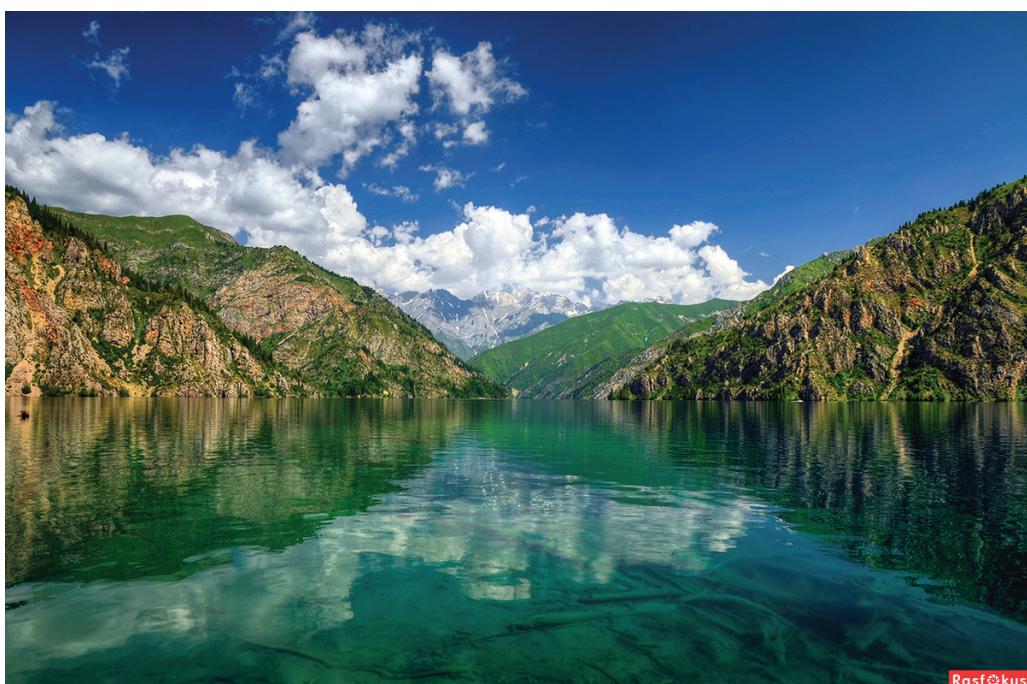
## 4.8. Сары-Челекский биосферный заповедник (Кыргызстан)

Сары-Челекский заповедник, расположен в отрогах Чаткальского хребта Тянь-Шаня в Киргизской ССР. Контора - в пос. Арkit. Сары-Челекский государственный биосферный заповедник — это особо охраняемая природная территория Киргизии, которая располагается на Чаткальском и Ат-Ойнокском хребтах в Джалал-Абадской области. В 1979 году заповедник был включен в международную сеть биосферных заповедников ЮНЕСКО.

При образовании, площадь заповедника составляла 20 810 гектар. Впоследствии, после присоединения Афлатунского лесхоза, площадь заповедника увеличилась до 23 868 гектар. После уточнения площади с помощью цифровых методов, окончательно она принята как 23 832,8 гектар, включая 9076,9 га лесных насаждений, 2001,1 га редин, 435,5 га прогалин и пустырей, 7639,1 га пастбищ, 2 га дендропарк, 64,31 га садов и виноградников, 93,6 га усадеб, 2,1 га болот, 576,2 га вод, 118 га ледников, 3825,8 га — прочее.

Нижняя граница проходит на высоте 1200 м над уровнем моря, самая высокая точка - 4247 м (гора Мустор). Наибольшее из озер (507 га) - Сары-Челек. В заповеднике свыше 1000 видов растений (составляющих 73% от видов всего Западного Тянь-Шаня); до высоты 2100 м преобладают леса из грецкого ореха и яблони. На высоте 2100-3000 м - субальпийский пояс, включающий пихтовые и еловые леса; выше - разнотравно-злаковые луга. В заповеднике обитают 41 вид млекопитающих, 157 видов птиц, 7- пресмыкающихся, 2 - амфибий и 3 вида рыб. 30 видов произрастающих здесь растений и 4 вида обитающих в заповеднике животных: тяньшанский бурый медведь, снежный барс, рысь и манул занесены в Красную Книгу Кыргызской Республики.

Территория заповедника защищена от вторжения холодных воздушных масс зимой, что определяет климат с относительно мягкой, малоснежной зимой и теплым, влажным летом. Средняя месячная температура воздуха самого холодного месяца (январь) составляет — 4,9°C, иногда с морозами до —27°C. Средняя температура воздуха самого теплого месяца (июнь) составляет 21,9°C, а максимальная 38°C (июль). Среднегодовая норма осадков составляет 836 мм, причем примерно 42 % их годовой нормы приходится на весну, 30 % — на зиму, до 20 % — на лето и до 8 % — на осень.



Rastokus

С 1961 года на территории заповедника действует гидрометеорологическая станция «Сары-Челек», с метеоплощадкой, расположенной на высоте 1360 м над уровнем моря.

В Сары-Челекском БЗ была организована станция системы комплексного фонового мониторинга, проработавшая с 1983 по 1992 гг. Основные результаты многолетних наблюдений представлены в таблицах ниже:

**Таблица 4.8.1.** Средние годовые концентрации неорганических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

YY	TSP	SO2	SO4	HG	PB	CD	NO2
83				3,02	49,63	1,23	
84	57,71	0,50	3,41	17,70	34,52	0,62	
85	47,91	0,53	4,01	17,62	24,32	0,57	
86	47,41	0,35	4,12	39,25	21,49	0,57	
87	44,50	0,24	3,92	22,42	14,29	0,52	
88	38,08	0,25	4,96	29,12	15,77	0,35	1,47
89	44,03	0,48	2,73	36,77	12,00	0,22	1,34
90	41,71	0,39	3,10	28,82	10,50	0,17	1,54
91	32,74	0,35	2,46	18,60	11,81	0,20	1,42
92	30,22	0,33	2,97				1,97

**Таблица 4.8.2.** Средние годовые концентрации органических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

YY	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT	BP	BPL
83	1,96	0,33	0,07	0,02	0,20	0,28		
84	2,64	0,69	0,11	0,09	0,19	0,39		
85	2,19	0,58	0,11	0,04	0,21	0,37	0,09	
86	0,96	0,50	0,01	0,02	0,03	0,04	0,01	0,02
87	1,06	0,21	0,05	0,02	0,09	0,16	0,01	0,02
88	1,15	0,26			0,14	0,27	0,04	
89	1,49	0,49			0,15	0,45	0,09	0,02
90	0,49	0,19			0,10	0,17	0,09	0,04
91	0,21	0,15			0,02	0,03	0,04	0,06

**Таблица 4.8.3.** Средние годовые концентрации неорганических загрязняющих веществ в атмосферных осадках.

YY	SO4	HG	PB	CD	NO3	NH4	PH
85		1,63					
86		0,44					
87		0,86	4,59	0,16			
88	0,12	0,88	9,71	0,83	1,37	0,83	6,3
89	2,91	0,20	5,03	0,59	3,59	0,51	6,7
90		0,23	8,53	0,68			7,1
91	2,74	0,19	8,54	0,29	2,66	0,73	

**Таблица 4.8.4.3.** Средние годовые концентрации органических загрязняющих веществ в атмосферных осадках.

YY	BP	BPL	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
84				5,00	3,00	0,50	1,00	1,00
85				62,83	118,47	3,49	1,00	20,42
86				631,83	269,32	4,49	2,32	7,50
87	0,88			210,48	72,19			43,26
88				88,14	26,89			31,70
89	3,38	4,67		63,08	34,14	1,00	1,00	9,76
90	19,23	14,15		58,34	108,91			21,44
91	5,25	11,65		76,41	82,84	5,83	1,00	5,20
								11,21

**Таблица 4.8.5.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в поверхностных водах.

YY	SO4	HG	PB	CD	CU	ZN	BP
82		0,79		1,16			
83			14,58	1,92			
88	0,08	0,83	4,77	0,18	4,15	6,11	
89		0,22	5,93	0,32	6,00	8,63	1,60
90		0,23	8,28	0,53	3,58	8,90	9,88
91		0,40	6,07	0,14	2,31	7,37	4,61

**Таблица 4.8.6.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в почвах.

YY	HG	PB	CD	CU	ZN	MN	NI	AS	PH
77	0,05	20,50	0,19					0,35	
83	0,01	16,95	0,28					5,73	
84	0,03	23,58	0,31					24,58	
88	0,01	14,05	0,12	16,13	41,73	171,50	16,85		6,6
89	0,01	15,10		18,78	65,48	948,50	25,55		7,8
91	0,08	3,49	0,03	2,84	3,89	76,28			

YY	BP	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
77							
83		3,14	5,78	7,86	4,50	36,68	56,35
84	3,80	2,87	3,47	6,73	2,48	7,17	18,32
88		2,95	0,97			10,20	19,80
89		1,57	0,81			3,99	7,80
91		5,28	2,69			7,26	0,50

**Таблица 4.8.7.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в растительности.

YY	HG	PB	CD	CU	ZN	MN	AS	NI
77		2,00	0,25				0,08	
83	0,47	2,20	0,32				1,40	
84	0,20	1,69	0,14				0,89	
88	0,01	3,10	0,11	3,95	18,05	23,25		0,79
89	0,005			4,16	17,38	62,24		3,14
90	0,02	8,50	0,10	5,58	38,37	77,35		4,46
91	0,03	2,39	0,06	6,04	4,51	4,27		2,26

YY	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
77						
83	21,40	25,38	4,03	4,83	44,45	65,58
84	15,60	17,20	3,23	4,43	19,63	34,97
88	2,95	0,97	0,10	0,20	10,20	19,80
89	24,14	10,43	0,10	0,20	13,60	18,16
90	26,04	18,64	0,10	0,20	26,70	34,92
91	25,16	17,14	0,10	0,20	26,70	27,00

## 4.9. Чаткальский биосферный заповедник (Узбекистан)

Чаткальский государственный биосферный заповедник — старейший государственный заповедник на территории Узбекистана организован в 1947 году. Его площадь 35,2 тыс.га. Он расположен на склонах Чаткальского хребта в Западном Тянь-Шане (Ташкентская область, Паркенский район). Территория заповедника состоит из двух участков: Башкизилсайского (Паркентский район) и Майдантальского (Бостанлыкский район), диапазон их высот колеблется в пределах от 1200 до 4000 м над уровнем моря. Вся территория находится в горной части бассейнов крупных рек Сырдарьи, Чирчика и Ахангарана.

Чаткальскому заповеднику присвоен статус "биосферного", и он включен в список всемирного наследия UNESCO, как особо охраняемая территория.



На территории заповедника климат резко континентальный с холодной снежной зимой, температурой воздуха опускающейся до - 40 градусов, с выпадением осадков в зимне-весенний периоды от 720 до 1157 мм в год. Для зоны высоких предгорий характерны сильные ливни (весной и в начале лета). Относительная влажность воздуха колеблется в пределах от 48 до 63%.

Климат Башкызылсайского участка - высота, которого колеблется в пределах от 1080 до 3260 м над уровнем моря, отличается от Майдантальского более жарким летом, менее суровой зимой и менее обильными осадками. Майдантальский участок (1500 - 3800 м) более суров, температура воздуха отмечается до - 40 градусов по Цельсию, а лето не жаркое + 30 - 35 градусов, перепад суточных температур еще резче.

На территории заповедника в предгорьях и низкогорьях до высоты от 1200 до 1300 м отмечены сероземы. В средневысотных горах на высоте от 1400 до 2200 м и в зависимости от коренных пород - коричневые почвы. Бурые горно-лесные почвы, также характерны для средневысотных гор Западного Тянь-Шаня.

Светло-бурые лугостепные почвы - верхнего пояса гор. Они распространены на водоразделах хребтов и прилегающих к ним частях склонов.

В близи родников и снежников высокогорий - развиваются светло - бурые луговые и торфоболотные почвы.

Территория заповедника расположена на водораздельной части двух основных речных бассейнов Западного Тянь - Шаня: Чирчикского и Ахангаранского. Всего по территории заповедника протекает 10 рек.

Флора и фауна Чаткальского заповедника богата и разнообразна, многие виды растений и животных занесены в "Красную книгу". Условно территория заповедника подразделяется на три растительных пояса: горно-степной (1000-1600 м над у.м.), древесно-кустарниковый (1600-2400 м над у.м.) и субальпийский (свыше 2400 м над у.м.). И везде растительность и животный мир проявляет себя по-разному: каждому поясу соответствуют свои виды, свой климат, свое разнообразие...

В заповеднике произрастает более 1168 видов высших растений, из них 6 эндемичных видов : горицвет голочашечный, лук пскемский, аллохруза качимовидная, ветреница вытянутая, астрагал красножилковый и змееголовник Комарова. Кроме того флора заповедника очень богата техническими, лекарственными, эфиромасличными, плодово-ягодными и корковыми растениями, являющиеся ценным генетическим фондом. Растительность заповедника разнообразна, и за пройденные десятилетия с момента создания заповедника, на растительный мир не оказывалось сильного антропогенного воздействия, в результате чего внешний растительный покров довольно сильно отличается от растительности за пределами заповедника. Прежде всего, можно говорить о его густоте и разнообразии.

На территории заповедника по неполным данным отмечены следующие виды животных: Насекомые - более 1000 видов; Рыбы - 4 вида; Амфибии – 2; Рептилии - 17 видов; Птиц - 176 видов (гнездящихся - 103); Млекопитающие - 33 вида.

Единственный заповедник в республике, который имеет на заповедной территории Гидрометеопост.

В Чаткальском БЗ была организована станция системы комплексного фонового мониторинга, проработавшая с 1983 по 2007 гг. Основные результаты многолетних наблюдений представлены в таблицах ниже:

**Таблица 4.9.1.** Средние годовые концентрации неорганических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

YY	TSP	SO2	SO4	HG	PB	CD	NO2
83		12,77	12,70	15,08	112,69	2,71	
84				10,34	70,39	1,43	
85	110,70			16,86	92,95	1,39	
86	56,33			38,14	70,04	1,78	
87	104,73	2,56	10,24	20,01	38,82	0,87	2,15
88	111,33	2,81	5,63	29,92	45,23	1,03	2,22
89	94,58	5,16	7,83	22,16	53,39	1,25	2,71
90	101,30	3,24	9,05	20,81	38,13	1,29	2,37
91	117,30	1,92	8,75	18,10	61,49	0,95	2,14
92	81,17	1,97	4,73	14,72	50,81	3,01	1,64
93	72,13	0,98	2,61	16,79	34,32	0,77	1,92
94	82,81	0,84	1,95	15,90	35,23	0,70	2,54
95	83,85	0,95	3,02	19,23	43,60	1,14	2,50
96	74,87	0,71	2,42	21,03	38,48	0,79	1,70
01	103,43	1,35	1,17	24,54	26,25	0,77	1,85
02	84,95	0,62	1,58	27,86	118,39	1,67	1,74
03	107,07	2,13	2,79	18,62	33,39	1,63	
05		0,22					
07		0,35					

**Таблица 4.9.2.** Средние годовые концентрации органических загрязняющих веществ в атмосферном воздухе.

YY	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT	BP	BPL
83	3,282	0,496	0,223	0,234	0,324	0,788	0,106	
84		2,324			0,261			
85	4,919	1,230	0,111	0,021	0,155	0,291	0,287	
86	0,795	1,160	0,076	0,015	0,046	0,105	0,145	0,105
87	1,043	0,249	0,019	0,009	0,023	0,046	0,024	0,051
88	0,934	0,311			0,131	0,295	0,094	
89	0,980	0,181			0,108	0,266	0,306	0,128
90	0,861	0,228			0,109	0,168	0,320	0,139
91	0,926	0,249			0,060	0,068	0,106	0,132
92	0,279	0,120	0,005	0,010	0,015	0,030	0,071	0,096
93							0,049	0,073
94							0,052	0,038
95							0,115	0,064
96							0,057	0,074
01							0,009	0,004
02							0,014	0,003

**Таблица 4.9.3.** Средние годовые концентрации неорганических загрязняющих веществ в атмосферных осадках.

YY	SO4	HG	PB	CD	NO3	NH4	PH
86		1,14					
87		0,73	11,01	0,30			
88	0,17	0,21	16,15	0,90	3,24	0,86	6,1
89	2,67	0,15	8,43	0,52	2,78	1,46	5,8
90		0,21	5,76	0,59			5,9
91	4,74	0,31	7,27	0,52	2,43	0,73	
92	4,01	0,32	7,21	0,40	1,52	1,47	
93	3,43	0,18	8,52	0,64	2,49	0,38	
94	4,91	0,18	1,43	0,28	2,92	0,60	7,3
95	5,15	0,32	3,99	0,22	3,75	0,25	7,1
96	6,99	0,20	3,89	0,26	5,90	0,12	6,4
00	6,80	0,15	12,36	0,41	5,56	0,40	7,0
06							6,1
07							6,8

**Таблица 4.9.4.3.** Средние годовые концентрации органических загрязняющих веществ в атмосферных осадках.

YY	BP	BPL	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
84	14,80		170,01	66,82	0,53	2,05	8,07	10,25
85			100,68	62,25	2,48	1,00	21,30	24,98
86			374,36	192,31	5,94	1,00	2,29	9,10
87	1,64		163,64	50,77	1,00	1,00	23,95	26,09
88			85,42	29,55			59,86	61,46
89	4,95	6,16	60,63	26,37	1,00		4,61	9,78
90	8,17	7,49	33,71	25,64			1,26	4,37
91	2,35	10,71	92,58	150,65	4,45	1,00	1,28	6,01
92	1,51	3,97	12,37	253,38	1,00	1,00	11,22	14,38
93	4,09	8,61	26,87	13,76			10,91	11,63
94	5,95	5,88	16,13	7,03			1,00	3,63
95	7,15	7,19	45,34	22,40			1,00	16,55
96	3,38	1,30	22,67	9,80			1,00	1,50
00	1,04		1,07	1,21			1,00	1,50
02	3,45	0,001	0,22	0,25			1,00	1,50

**Таблица 4.9.5.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в поверхностных водах.

YY	SO4	HG	PB	CD	CU	ZN	AL	BP
83			0,96	0,04				
88	0,12	0,29	5,36	0,19	4,15	37,79	3,29	
89		0,20	7,74	0,22	3,64	18,11		1,79
90		0,17	9,94	0,92	4,93	6,81		7,16
91		0,52	10,46	0,44	1,91	96,10		2,14
92	6,51	0,22	8,90	0,20	3,55	3,78		1,13
93	5,73	0,36	6,74	0,18	1,42	14,72		4,38
94	4,78	0,16	1,68	0,12	2,62	14,50		4,87
95	6,01	0,46	2,91	0,16	2,96	12,80		4,81
96	8,82	0,32	1,50	0,15	0,77	1,29		1,63
02	8,41	0,21	2,41	0,19	2,36	2,30		1,72
06	10,53	0,01	0,34	0,14	0,96	15,86		1,08
07	16,74		0,95	0,16	1,09	7,54		0,31

**Таблица 4.9.6.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в почвах.

YY	HG	PB	CD	CU	ZN	MN	NI	AS	PH
83	0,01	16,17	0,10					2,03	
88	0,03	16,90	0,11	19,80	67,30	622,00	28,03		7,1
89	0,06	30,73	0,29	22,10	46,05	317,75	25,08		7,8
91	0,01	9,89	0,21	11,37	20,55	340,00	8,47		
92	0,03	41,35	0,75	12,95	61,60	35,94	6,18		
93	0,05	8,90	0,28	5,95	10,65	318,50	3,55		
94	0,01	8,53	0,11	5,65	13,95			6,10	
95	0,04	17,13	0,26	8,18	22,63			4,03	
96	0,01	2,93	0,07	2,35	16,23	235,75	6,53		
99	0,01	18,18	0,68	10,61	24,13				
02	0,39	15,83	0,54	7,02	20,53				
06	0,00	18,53	0,58	8,19	17,83				
07	0,00	20,65	0,56	8,48	19,33				

YY	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
83	0,40	1,83	2,00	5,27	8,97	8,97
84	3,00	3,00	4,02		6,75	8,65
85	11,33	7,33	6,25		8,33	12,50
88	3,46	1,89			9,50	18,89
89	10,13	2,77			23,63	44,65
91	11,20	3,85			15,05	24,55
92	12,98	4,63			24,03	38,73
93	5,55	3,29			4,27	7,02

**Таблица 4.9.7.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в растительности.

YY	HG	PB	CD	CU	ZN	MN	NI	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT	BP
83	0,009	0,39	0,27	8,83				10,90	8,83	1,40	1,48	19,25	22,05	
84								27,88	14,14	2,05	0,20	8,25	10,25	
85								30,00	15,27	11,91	0,20	24,90	29,13	3,14
88	0,051	27,82	0,39	13,16	35,94	153,03	3,47	19,11	5,58	0,10	0,20	13,39	22,37	
89	0,014	19,05	0,39	8,52	30,86	97,51	4,02	94,78	27,13	0,10	0,20	7,22	18,66	
90	0,027	9,93	0,33	4,46	20,21	44,25	2,49	22,58	7,27	0,10	0,20	0,86	3,78	
91	0,013	8,79	0,12	3,47	9,07	19,98	1,27	49,79	21,79	0,10	0,20	4,46	4,76	
92	0,017	13,30	0,38	7,54	16,86	81,31	5,78	20,73	6,07			2,85	3,60	
93	0,033	14,88	0,42	4,47	20,51	51,24	0,46	8,83	6,64			3,34	4,73	
94	0,009	9,30	0,19	15,17	17,39		1,50							
95	0,011	19,83	0,49	6,41	18,63		0,65							
96	0,006	6,67	0,13	1,05	19,64	48,23	0,93							
99	0,005	10,10	1,82	6,30	17,90									
02	0,039	19,98	0,55	4,22	25,80									

## 4.10. ВОРОНЕЖСКИЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК (РФ)



Усманский бор Фото А.С.Мишина

Воронежский государственный природный биосферный заповедник расположен Воронежской области, в 40 км от г. Воронеж и занимает северную половину островного лесного массива – Усманского бора. С северо-востока граница заповедника проходит по границе с Липецкой областью. Зональным типом лесной растительности считаются дубово-липовые сообщества с примесью ясеня и клена. Усманский лесной массив назван «бором» по преобладанию на его территории сосновых лесов. Такие боры располагаются на песчаных наносах по левым берегам рек и представляют природу более северных — таёжных лесов. Высокое флористическое своеобразие островных лесов Воронежского биосферного заповедника определяется сочетанием северных лесных видов растений, зональных широколиственных лесов и подступающих с юга представителей степной флоры.

Регулярные наблюдения на станции КФМ «Воронежский биосферный заповедник» (далее «Воронежский БЗ») начаты с 1990 года. Результаты наблюдений на станции КФМ «Воронежский БЗ» отражают состояние фонового загрязнения природных сред южной части индустриально развитого Центрального Федерального округа, в Центрально-Черноземном экономическом регионе России.

**Загрязнение атмосферного воздуха и осадков.** Первоначально и до 2006 г. опорная наблюдательная площадка (наблюдательный полигон) за загрязнением воздуха располагалась в 12 км от поселка центральной усадьбы заповедника, в центре заповедного лесного массива на Каверинском кордоне. Близ площадки отсутствовали локальные источники загрязнения воздуха. На полигоне осуществлялась полная программа наблюдений, включающая непрерывные наблюдения за содержанием в атмосферном воздухе приоритетных загрязняющих веществ: диоксидов серы и азота, сульфатов, тяжелых металлов (ртуть, свинец, кадмий), канцерогенных поликароматических углеводородов (бенз(а)пирен и бенз(е)перилен), хлорорганических пестицидов (ДДТ и ГХЦГ). В лаборатории станции КФМ осуществлялись измерения содержания диоксидов азота и серы в пробах воздуха до 2005 года.

С 2006 года в связи с неурегулированностью вопросов функционирования станции КФМ Росгидромета на территории заповедника лаборатория КФМ закрыта, а опорная пло-

щадка станции КФМ была перенесена на кордон заповедника близ поселка центральной усадьбы, была сокращена программа станции КФМ по числу наблюдаемых ингредиентов и количеству измерений.

Согласно полученным данным за 26 лет наблюдений содержание загрязняющих веществ во всех природных средах находится в пределах фоновых значений для ЕТР и не превышают установленные нормативы качества окружающей среды.

Среднегодовые концентрации диоксида серы изменялись от 0,42 до 0,04 мкг/м<sup>3</sup> за период наблюдений. Максимальные концентрации в холодный период. Среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в атмосферном воздухе значительно выше, чем содержание диоксида серы и составляли от 2 до 8 мкг/м<sup>3</sup>. Межгодовые динамики концентраций диоксида серы и сульфатов в воздухе весьма схожи. Наибольшие уровни загрязнения характерны для периода 1990-94 гг. С 1996 по 2005 годы наступает относительная стабилизация уровней загрязнения. После частичного восстановления наблюдений с 2010 г. по вновь получаемым данным отмечается незначительная тенденция роста содержания соединений серы в воздухе (табл. 4.10.1).

Среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе изменялись за период наблюдений от 0,3 до 2,3 мкг/м<sup>3</sup>. Максимальные концентрации, как и для соединений серы, регистрировались в период 1990-1994 гг., в то же время последующий рост концентраций диоксида азота в воздухе наметился раньше, чем соединений серы (табл. 4.10.1).

Полученные данные свидетельствуют, что, несмотря на относительную близость расположения заповедника к городу Воронеж, содержание диоксидов серы и азота в воздухе сохраняется на относительно низком уровне. Годовая динамика имеет явно выраженный сезонный характер, с максимальными уровнями зимой, связанными с увеличением выбросов в отопительный сезон.

В сравнении с другими станциями КФМ, на станции КФМ «Воронежский БЗ» отмечаются средние уровни концентраций. Такие уровни загрязнения характерны для так называемых «фоновых» равнинных участков ЕТР, то есть находящихся на удалении от крупных промышленных центров и источников загрязнения.

Как правило, большинство загрязняющих веществ, за исключением газов, хлорорганических пестицидов и ртути, в атмосферном воздухе содержится на взвешенных в воздухе твердых пылевых частицах. Максимальные уровни содержания твердых пылевых частиц в воздухе Воронежского БЗ отмечались в период 1990-1995 годы. За период после 1995 года отмечается стабилизация показателя на уровне 20 мкг/м<sup>3</sup>.

Содержание бенз(а)пирена и бенз(е)перилена в атмосфере фоновых районов центра ЕТР в среднем не превышает 0,1 нг/м<sup>3</sup>. Следовые концентрации хлорорганических пестицидов (ДДТ и ГХЦГ) на уровне, близком к пределу обнаружения 0,02 и 0,05 нг/м<sup>3</sup> для ГХЦГ и ДДТ соответственно.

Анализ изменения содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе ЕТР за период с 1990 по настоящее время дает основания полагать, что наблюдавшееся в середине 1990-х снижение концентраций обусловлено спадом промышленного производства в России. В последнее десятилетие отмечается рост фонового загрязнения атмосферы некоторыми загрязняющими веществами, особенно в холодный период.

За последние годы значимых изменений концентраций тяжелых металлов воздухе над Воронежским БЗ не произошло, значения соответствуют средним уровням концентраций в фоновых районах ЕТР (табл. 4.10.2). Например, среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 5-7 нг/м<sup>3</sup>, в Воронежском БЗ – 5,9 нг/м<sup>3</sup>. Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР остаются на уровне 0,20-0,30 нг/м<sup>3</sup>, в Воронежском БЗ – 0,31 нг/м<sup>3</sup>.

Сезонные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе не имеют ярко выраженного характера. В период 2006-2011 гг. выявляется тенденция повышения концентраций тяжелых ядовитых металлов в воздухе за счет отдельных «всплесков», то есть многократных превышений суточных значений над средним уровнем. Так, максимальные среднесуточные

концентрации за этот период были существенно больше среднегодовых и составляли 91 и 31 нг/м<sup>3</sup> для свинца и кадмия, соответственно.

Рост концентраций загрязняющих веществ в воздухе за последнее десятилетие, отмечаемый по данным станции КФМ «Воронежский БЗ», отчасти, может быть связан с изменением места расположения наблюдательной площадки в 2006 году и приближением ее к Центральной усадьбе заповедника, в результате чего могла возрасти роль локальных источников загрязняющих веществ.

Межгодовая динамика концентраций тяжелых металлов в атмосферных осадках по свинцу и кадмию совпадает с ходом межгодовой динамики загрязнения воздуха. При этом, максимальные уровни загрязнения воздуха и осадков характерны для периода 1989-1993 годов. Данные о концентрациях ряда приоритетных загрязняющих веществ в осадках за последнее десятилетие показаны в табл. 4.10.3.

**Загрязнение поверхностных вод.** Регулярный отбор проб поверхностных вод осуществляется из р.Усмань, а в отдельные годы на р. Ивница. Концентрации основных приоритетных загрязняющих веществ в поверхностных водах Воронежского БЗ близки к средним значениям, характерным для малых рек в фоновых районах на территории биосферных заповедников России.



Весна на р.Усмань. Фото А.С.Мишина

Средние значения концентраций в воде р. Усмань следующие: по свинцу 1,34 мкг/л; кадмию – 0,06 мкг/л; ртути – 0,42 мкг/л; меди – 3,00 мкг/л; бенз(а)пирену – 0,98; бенз(е)пирену – 2,7; ГХЦГ (сумма изомеров) – менее 9,9 нг/л; ДДТ (сумма с метаболитами) – 45 нг/л. Среднегодовые данные за последние 10 лет представлены в таблицах 4.10.5 – 4.10.6.

**Таблица 4.10.1.** Концентрация  $\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_2$  в атмосферном воздухе Воронежского БЗ ( $\text{мкг}/\text{м}^3$ )

год	$\text{SO}_4$				$\text{SO}_2$				$\text{NO}_2$			
	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2009	3,64	3,44	1,29	6,54	-	-	-	-	-	-	-	-
2010	3,73	3,23	0,86	12,89	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	3,82	3,41	1,06	10,14	0,39	0,26	0,01	2,14	2,01	1,63	0,23	5,73
2012	3,42	3,18	0,95	6,08	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	3,36	3,30	2,05	4,16	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	-	0,39	0,30	0,001	1,820	3,29	2,61	0,01	7,99
2015	-	-	-	-	0,65	0,51	0,01	3,70	4,03	3,32	0,50	19,09
среднее за 10 лет	3,59	3,31	0,86	12,89	0,48	0,34	0,001	3,70	3,11	2,42	0,01	19,09

**Таблица 4.10.2.** Концентрация тяжелых металлов и бенз(а)пирена в атмосферном воздухе Воронежского БЗ ( $\text{нг}/\text{м}^3$ )

год	свинец				кадмий				БП			
	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс
2006	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2007	6,89	5,31	0,84	34,00	0,26	0,21	0,04	1,40	0,08	0,05	0,01	0,64
2008	6,18	4,16	0,24	56,00	0,23	0,13	0,02	6,97	0,17	0,09	0,01	1,03
2009	6,60	5,29	1,10	32,00	0,22	0,16	0,04	3,00	0,12	0,06	0,01	1,23
2010	6,88	5,09	0,45	41,00	0,29	0,20	0,026	1,800	0,06	0,03	0,001	0,33
2011	9,09	7,43	1,20	29,00	0,28	0,18	0,01	2,60	0,02	0,01	0,002	0,27
2012	8,83	6,46	1,30	91,00	0,86	0,24	0,03	31,00	0,01	0,01	0,001	0,040
2013	5,56	4,80	1,20	15,00	0,211	0,184	0,054	0,700	0,006	0,003	0,001	0,028
2014	4,88	4,06	1,20	31,86	0,17	0,14	0,04	0,57	0,009	0,005	0,001	0,062
2015	7,62	5,06	0,57	40,52	0,22	0,17	0,02	0,89	0,010	0,007	0,001	0,046
среднее за 10 лет	6,95	5,21	0,24	91,00	0,31	0,18	0,01	31,00	0,055	0,016	0,001	1,231

**Таблица 4.10.3.** Концентрация тяжелых металлов в атмосферных осадках Воронежского БЗ ( мкг/л)

год	свинец			кадмий			ртуть		
	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
2006	2,71	0,77	6,30	0,21	0,09	0,48	0,05	0,015	0,09
2007	1,90	0,60	5,40	0,12	0,05	0,23	0,03	0,012	0,07
2008	1,54	0,50	3,40	0,18	0,10	0,37	1,70	0,028	9,1
2009	1,14	0,54	2,10	0,29	0,08	1,24	0,591	0,03	0,42
2010	1,28	0,40	2,70	0,16	0,05	0,32	0,29	0,015	1,00
2011	2,04	0,60	4,20	0,44	0,04	1,30	0,82	0,12	2,20
2012	3,38	0,40	7,00	0,26	0,10	0,60	0,51	0,018	2,5
2013	5,83	3,60	8,70	0,23	0,13	0,40	0,17	0,07	0,37
2014	4,33	0,56	14,80	0,16	0,08	0,30	0,06	0,016	0,16
2015	1,07	0,22	3,60	0,19	0,03	1,10	0,10	0,028	0,38
среднее за 10 лет	2,52	0,22	14,80	0,22	0,03	1,30	0,43	0,012	9,1

**Таблица 4.10.4.** Концентрация бенз(а)пирена и СОЗ в атмосферных осадках Воронежского БЗ, (мкг/л)

год	БП			γ-ГХЦГ			ДДТ (сумма)		
	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
2006	1,01	0,40	3,20	1,57	0,25	5,50	93,91	2,00	186,00
2007	0,96	0,40	2,50	6,06	1,20	28,40	51,69	1,90	174,90
2008	0,93	0,15	1,70	2,37	0,25	8,10	52,86	2,00	124,80
2009	0,96	0,40	1,70	1,81	0,25	4,50	49,68	10,90	103,70
2010	1,83	1,00	3,00	0,98	0,25	3,20	28,45	7,30	67,70
2011	-	-	-	6,03	0,25	40,70	163,66	2,00	823,10
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	0,38	-	-	0,05	-	-	128,10	-	-
2014	-	-	-	3,56	0,05	11,90	184,99	2,00	939,90
2015	0,71	0,39	1,35	23,04	0,25	58,80	53,99	2,00	159,10
среднее за 10 лет	0,97	0,15	3,20	5,05	0,05	58,80	89,70	1,90	939,90

**Таблица 4.10.5.** Концентрация тяжелых металлов в р. Усмань Воронежского БЗ (мкг/л)

год	свинец			кадмий			ртуть		
	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
2006	0,92	0,60	1,20	0,05	0,04	0,07	0,03	0,02	0,05
2007	2,15	1,10	3,20	0,07	-	-	0,04	0,03	0,05
2008	1,00	0,50	1,50	0,08	0,05	0,10	0,04	-	-
2009	1,41	0,72	2,10	0,09	0,08	0,09	0,23	0,22	0,23
2010	0,62	-	-	0,09	-	-	2,08	0,36	3,80
2012	2,93	0,45	5,40	0,06	0,05	0,07	0,42	0,35	0,49
2014	0,34	-	-	0,02	-	-	0,10	-	-
2015	-	-	-	-	-	-	-	-	-
среднее за 10 лет	1,34	0,45	5,40	0,06	0,04	0,07	0,42	0,02	3,80

**Таблица 4.10.6.** Концентрация БП и СОЗ в р. Усмань Воронежского БЗ, (мкг/л)

год	бенз(а)пирен			γ-ГХЦГ			ДДТ (сумма)		
	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
2006	0,5	-	-	0,25	-	-	2,00	-	-
2007	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2008	1,1	-	-	0,25	-	-	68,00	-	-
2009	0,83	0,6	1,1	2,42	0,25	3,7	36,07	23,8	51
2009	1,4	0,7	2,1	2,65	2,2	3,1	25,70	19,4	32
2010	0,8	-	-	0,25	-	-	18,80	8,50	32,50
2011	-	-	-	0,25	-	-	2,00	-	-
2012	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2014	-	-	-	31,15	2,36	80,4	59,84	7,78	152,15
2015	1,24	0,86	1,5	41,87	0,3	97,1	148,83	55,8	233,1
среднее за 10 лет	0,98	0,6	2,1	9,89	0,25	97,1	45,16	7,78	233,1

**Загрязнение почв и растительности.** Отбор проб почв и растительности осуществляется на 3-х постоянных пробоотборных площадках (далее ППП):

- Каверинский луг, участок с луговым, преимущественно злаковым разнотравьем на дерново-луговой глеевой супесчаной почве (ППП1);

- пойменный черноольшанник в долине р. Усманка (ППП2), почва аллювиальная, дерново-подзолистая;

- сосняк зеленомошник на дерново-подзолистой супесчаной почве. На данной площадке производится отбор проб растительности мха, наземной травянистой растительности и хвои (ППП3).

Данные за последние 15 лет представлены в таблицах 4.10.7 – 4.10.10. Значимых различий в концентрациях загрязняющих веществ на различных ППП не выявлено. По результатам наблюдений, проведенных в 2009 году, показано влияние железной дороги на уровни концентрации загрязняющих веществ в прилегающих к ней экосистемах заповедника по содержанию бенз(а)пирена и ТМ в сосновой хвои.

**Таблица 4.10.7. Концентрация тяжелых металлов в почве Воронежского БЗ, (мг/кг)**

пл.1 кв 246	0-5 см	2001-2009 гг.						2013 г.	
		свинец			кадмий			свинец	кадмий
		среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	среднее
		3,3	2,7	4,2	0,09	0,06	0,13	1,3	0,04
	5-10 см	3,9	1,9	6,7	0,10	0,07	0,15	2,6	0,197
пл.2 кв.508	0-5 см	5,7	2,6	8,4	0,20	0,12	0,35	-	-
	5-10 см	5,2	4,8	5,7	0,19	0,13	0,3	-	-
пл.3 кв.461	0-5 см	7,8	1,8	31	0,14	0,06	0,29	5,8	0,09
	5-10 см	8,2	1,3	23	0,12	0,03	0,34	1,4	0,03
кв.331/351	0-5 см	16,4	3,8	29	0,27	0,04	0,5	-	-
	5-10 см	10,1	6	14,2	0,14	0,09	0,18	-	-

**Таблица 4.10.8. Концентрация СОЗ в почве Воронежского БЗ, (мкг/кг)**

пл.1 кв 246	0-5 см	2001-2009 гг.						2013 г.	
		γ-ГХЦГ			ДДТ (сумма)			γ-ГХЦГ	ДДТ (сумма)
		среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	среднее
		0,75	0,05	1,50	15,00	0,50	44,00	2,70	77,90
	5-10 см	0,29	0,05	0,51	10,97	0,50	31,90	3,50	18,22
пл.2 кв.508	0-5 см	1,27	0,10	2,43	1,58	0,50	2,66	-	-
	5-10 см	0,94	0,05	1,83	2,27	0,50	4,03	-	-
пл.3 кв.461	0-5 см	3,06	0,05	8,72	28,02	0,50	44,76	4,50	19,70
	5-10 см	1,42	0,67	2,90	12,61	0,50	26,20	2,00	32,90
кв.331/351	0-5 см	0,67	0,30	1,30	39,03	21,50	66,00	-	-
	5-10 см	0,83	0,50	1,40	42,17	24,00	58,20	-	-

В сравнении с другими станциями КФМ, на станции КФМ «Воронежский БЗ» отмечаются средние уровни концентраций, характерные для биосферных заповедников на ЕТР. Уровни концентраций ряда приоритетных загрязняющих веществ в воздухе, поверхностных водах, почвах и растительности Воронежского БЗ соответствуют значениям концентраций загрязнителей в воздухе в фоновых районах и отражают уровень фонового загрязнения на значительной территории Центрально-Черноземного региона. За период более 20 лет мониторинг фонового загрязнения природных сред на станции КФМ «Воронежский БЗ» позволяет сделать следующие основные выводы.

- Уровни загрязнения региона по большинству загрязняющих веществ отличались максимальными значениями в период 1990-1993 гг.
- Минимальный уровень фонового содержания в атмосфере, соединений серы и азота, полиароматических канцерогенных углеводородов и ряда других загрязняющих веществ

антропогенного происхождения в фоновых районах регистрировался в период 1994 по 1997 гг.

- После незначительного повышения фонового уровня загрязняющих веществ в атмосфере в конце 90-х годов в период с 2000 года отмечается стабилизация уровня концентраций загрязняющих веществ.
- В последние 5 лет наметилась тенденция роста концентраций тяжелых металлов и ряда других загрязняющих веществ, однако значения концентраций в 2-3 раза ниже, чем был в период максимального загрязнения в 1990-93 гг.

**Таблица 4.10.9.** Концентрация тяжелых металлов в растительных объектах Воронежского БЗ, (мг/кг)

Растительный объект	2001-2009 гг.					
	свинец			кадмий		
	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
разнотравье	1,122	0,109	1,900	0,445	0,110	0,620
хвоя	1,000	0,200	1,900	0,350	0,170	0,590
мох	6,733	3,100	10,300	0,673	0,370	0,940
листва	1,850	1,600	2,100	0,390	0,350	0,430

**Таблица 4.10.10.** Концентрация СОЗ в растительных объектах Воронежского БЗ, (мкг/кг)

Растительный объект	2001-2009 гг.					
	$\gamma$ -ГХЦГ			ДДТ (сумма)		
	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
разнотравье	0,68	0,05	1,30	1,49	0,50	2,47
хвоя	1,76	0,05	3,46	10,17	0,50	19,84
мох	0,82	0,05	1,58	4,04	1,90	6,18
листва	1,32	0,05	2,40	14,75	1,95	37,30

## 4.11. ЦЕНТРАЛЬНО-ЛЕСНОЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК (РФ)

Центрально-Лесной государственный природный биосферный заповедник расположен на Каспийско-Балтийском водоразделе Русской равнины в юго-западной части Валдайской возвышенности, на границе таежных и подтаежных смешанных еловово-широколиственных лесов.

Природный комплекс заповедника типичен для южно-таежной подзоны и является эталоном первичного биогеоценотического покрова обширной области моренного рельефа центральной части Русской равнины. Здесь сохранился уникальный, единственный в Европе, исторически сложившийся комплекс малонарушенных южнотаежных ельников. В структуре растительного покрова ельники занимают доминирующее положение (47% площади).



Бореальный ельник.

Первичное комплексное обследование фонового загрязнения природных сред проведено в 1985 году. В 1987 году в Центрально-Лесном БЗ была открыта станция КФМ «Лесной заповедник» и с 1988 года начались регулярные наблюдения за содержанием тяжелых металлов (ртуть, свинец, кадмий) и стойких органических загрязнителей в составе полиароматических углеводородов, таких как бенз(а)пирен, а также ХОП в составе ДДТ (суммарное содержание действующих веществ pp'ДДТ и его метаболитов (продуктов распада) – ДДД и ДДЭ) и пестицида ГХЦХ в атмосферном воздухе и осадках, поверхностных водах, почвах и растительных объектах. Наблюдения за загрязнением воздуха прекратились в 1994 году, а в 1995 году принято решение закрыть станцию КФМ. Однако, с июня 2000 года на станции «Лесной заповедник» производится ежедневный отбор проб атмосферных осадков, а с 2007 г – и проб атмосферного воздуха по программе ЕМЕП.

В радиусе более 100 км от заповедника отсутствуют крупные источники промышленных выбросов. Территория равноудалена на 180-200 км от крупных промышленных городов России и Белоруссии: Великий Новгород, Тверь, Смоленск, Витебск. Результаты наблюдений на станции КФМ «Лесной заповедник» отражают состояние фонового загрязнения природных сред в таежной зоне Северо-Западной части России.

**Загрязнение атмосферного воздуха и осадков:** Полигон для наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха станции КФМ был расположен в охранной зоне, возле западной границы Центрально-Лесного БЗ, в 1,5 км от центральной усадьбы заповедника (д. Но-

вофедоровское). На стандартной метеоплощадке полигона был установлен ПОСТ 2 с комплексом метеооборудования и приборы для отбора проб воздуха ЭА-3. Метеоданные и отбор проб осадков осуществлялся на метеостанции в центральной усадьбе заповедника.

Отбор проб атмосферного воздуха и осадков осуществлялся в районе центральной усадьбы. Усредненные значения загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и осадках за период наблюдений 1987–1994 гг. приведены в таблицах 4.11.1 и 4.11.2.

Было отмечено, что содержание свинца и кадмия в воздухе Центрально–Лесного БЗ несколько ниже значений в других европейских БЗ. Так, по данным на 1991 год, среднее содержание свинца в фоновых районах составляло 10–20 нг/м<sup>3</sup>, в Центрально–Лесном БЗ – 8,6 нг/м<sup>3</sup>, для кадмия фоновые значения – 0,2–0,6 нг/м<sup>3</sup>, в Центрально–Лесном БЗ – 0,2 нг/м<sup>3</sup>.

**Таблица 4.11.1.** Содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Центрально – Лесного БЗ

Период наблюдения	Единицы измерения	1987-1994 гг			
		ср. арифм	ср. геом.	мин	макс
Свинец	нг/м <sup>3</sup>	8,63	4,76	1,00	66,00
Кадмий	нг/м <sup>3</sup>	0,24	0,17	0,10	4,00
Ртуть	нг/м <sup>3</sup>	15,59	11,30	1,00	181,00
SO <sub>2</sub>	мкг/м <sup>3</sup>	2,38	0,82	0,01	30,40
SO <sub>4</sub>	мкг/м <sup>3</sup>	5,81	4,29	0,05	42,00
Бенз(а)пирен	нг/м <sup>3</sup>	0,66	0,36	0,001	9,01
γ-ГХЦГ	нг/м <sup>3</sup>	0,05	0,01	0,002	2,23
ДДТ (сумма)	нг/м <sup>3</sup>	0,43	0,15	0,01	10,78

**Таблица 4.11.2.** Содержание загрязняющих веществ в атмосферных осадках Центрально – Лесного БЗ (мкг/л)

Период наблюдения	1988-1994 гг.		
	ср. арифм	мин	макс
Свинец	4,11	0,20	19,00
Кадмий	0,33	0,04	2,10
Ртуть	0,23	0,02	1,00
Бенз(а)пирен	5,81	0,05	30,80
γ-ГХЦГ	2,56	0,25	28,80
ДДТ (сумма)	29,73	1,50	426,00

**Загрязнение поверхностных вод:** Наблюдение за химическим составом поверхностных вод осуществлялось на р. Межа, относящейся к бассейну р. Западная Двина. Усредненные значения загрязняющих веществ за период наблюдений 1988–1994 гг. представлены в таблице 4.11.3.

**Таблица 4.11.3.** Содержание загрязняющих веществ в р. Межа Центрально – Лесного БЗ (мкг/л)

Загрязняющее вещество	1988-1994 гг.		
	ср.арифм	мин	макс
Ртуть	0,20	0,03	0,45
Свинец	4,43	0,20	66,60
Кадмий	0,47	0,03	5,72
Бенз(а)пирен	2,79	0,05	22,00

**Почвы и растительность.** Отбор проб почв и растительности проводится на 4-х площадках заповедника, расположенных в еловых лесах неморального и бореального типа. На тех же пробоотборных площадках проводился отбор проб растительности: еловой хвои, мхов и лишайников, листвы березы и травянистого покрова. Под ельниками формируются слабо и среднеподзолистые суглинистые почвы. Результаты представлены в таблицах 4.11.4 и 4.11.5.

Значения концентраций свинца и кадмия в верхнем 5 см слое почв различных ельников Центрально–Лесного БЗ практически одинаковы и, вероятно, не зависят от типа растительности. В целом все значения концентраций свинца, кадмия и ртути находились в пределах фоновых значений ЕТР (15 мг/кг; 0,5 мг/кг; 0,08 мг/кг соответственно).

**Таблица 4.11.4.** Содержание загрязняющих веществ в почвах Центрально–Лесного БЗ за период 1988–1994 гг. (в мг/кг).

Тип леса	свинец			кадмий			ртуть			Бенз(а)пирен		
	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
ельник boreальный, кисличник с черникой, 80 квартал	12,36	2,60	19,00	0,41	0,07	0,93	0,05	0,03	0,09	29,2	4,4	54,0
ельник сложный в покрове неморальное разнотравье, 96 квартал	9,58	2,70	16,00	0,46	0,07	0,93	0,08	0,01	0,21	14,4	8,3	20,4
ельник boreальный сфагново-зеленомошный 91 квартал	9,39	0,20	20,00	0,38	0,04	0,94	0,11	0,05	0,19	24,8	2,9	46,7
ельник зеленомошный чернично-кисличный 95 квартал	9,92	1,90	21,00	0,34	0,06	0,75	0,20	0,09	0,36	20,2	3,9	36,4

**Таблица 4.11.5.** Содержание загрязняющих веществ в растительных объектах Центрально–Лесного БЗ в 1987–1994 гг. (мг/кг)

Объект	свинец			кадмий			ртуть		
	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
травянистые растения	1,84	0,004	10,60	0,40	0,05	0,85	0,09	0,01	0,27
листва березы	2,12	0,26	6,40	0,50	0,17	1,07	0,07	0,01	0,12
мхи и лишайники	6,44	2,60	14,00	0,38	0,20	0,65	0,08	0,08	0,08
еловая хвоя	1,34	0,68	2,10	0,26	0,08	0,65	0,19	0,03	0,46

Наибольшее содержание свинца в растительных объектах Центрально – Лесного БЗ отмечалось во мхах и лишайниках и в среднем составило 6,44 мг/кг.

В Центрально-Лесном БЗ в 1986–1989 гг. проведены исследования загрязнения животных стойкими хлорорганическими соединениями – ХОП и ПХБ. Были отобраны пробы различных тканей волка и ряда видов птиц, результаты представлены в таблице 4.11.6. Во всех пробах тканей животных были обнаружены пестициды ГХЦГ и метаболиты пестицидов ДДТ. Обнаруженные уровни концентраций во всех проанализированных пробах показали уровни ниже значимого порога воздействия хлорорганических соединений на животных.

**Таблица 4.11. 6.** Содержание стойких хлорорганических соединений в тканях животных объектах Центрально–Лесного БЗ (мг/кг сырого веса) в 1986 – 1989 гг.

Виды животных	ГХЦГ		сумма ДДТ		ПХБ	
	среднее	макс.	среднее	макс.	среднее	макс.
Волк <i>Canis lupus</i> L.	0,010	0,020	0,010	0,090	<0,005	-
Лисица <i>Vulpes vulpes</i> L.	0,010	0,020	0,012	0,111	<0,005	-
Глухарь <i>Tetrao urogallus</i> L.	0,002	0,008	0,001	0,026	0,015	0,030
Рябчик <i>Bonasa bonasea</i> L.	0,001	0,002	0,001	0,008	<0,005	<0,005
Буроголовая гаичка <i>Parus montanus</i> Conrad	0,003	0,021	0,038	0,076	0,124	0,280
Чиж обыкновенный <i>Carduelis spinus</i> L.	0,008	0,010	0,016	0,021	0,044	0,056
Желтоголовый королек <i>Regulus regulus</i> L.	0,015	0,050	0,230	0,740	0,405	2,000

## **4.12. АСТРАХАНСКИЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК (РФ)**

Астраханский государственный биосферный заповедник располагается в низовьях дельты р. Волги и состоит из трех кластеров, расположенных в западной (Дамчикский), центральной (Трехизбинский) и восточной (Обжоровский) частях дельты.

Регулярные наблюдения за содержанием тяжелых металлов (ртуть, свинец, кадмий) и стойких органических загрязнителей в составе полиароматических углеводородов, таких как бенз(а)пирен (далее БП), а также ХОП в составе ДДТ (суммарное содержание действующих веществ pp'ДДТ и его метаболитов (продуктов распада) – ДДД и ДДЭ) и пестицида линдан/гексахлорциклогексан по  $\gamma$ -изомеру гексахлорциклогексана (далее ГХЦГ) в атмосферном воздухе и осадках, поверхностных водах, почвах и растительных объектах проводятся с 1987 года. Полигон для наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха станции КФМ расположен на территории Дамчикского участка Астраханского БЗ. На стандартной огороженной метеоплощадке установлены метеоприборы и оборудование для отбора проб воздуха и атмосферных осадков.

Результаты наблюдений на станции КФМ «Астраханский БЗ» отражают состояние фонового загрязнения в степной зоне юга России, а с распадом СССР станция приобрела и трансграничное значение, так как расположена на расстоянии менее 50 км от границы с Казахстаном.



### **Загрязнение атмосферного воздуха и осадков.**

За последние 10 лет значительных изменений в загрязнении атмосферного воздуха на территории Астраханского БЗ не отмечается (таблицы 4.12.1-4.12.2). Средние значения концентраций загрязняющих веществ ниже среднего уровня концентраций для фоновых районах ЕТР. Так, например, среднегодовые концентрации свинца в фоновых районах составляют 5–7 нг/м<sup>3</sup>, в Астраханском БЗ – 4,53 нг/м<sup>3</sup>. Максимальные среднегодовые концентрации свинца в атмосферном воздухе отмечаются в период с 2010 по 2012 гг. Концентрация кадмия для фоновых районов составляет 0,2–0,3 нг/м<sup>3</sup>, в Астраханском БЗ – 1,61 нг/м<sup>3</sup>. Содержание бенз(а)пирена в фоновых районах составляет 0,02–0,10 нг/м<sup>3</sup>, в Астраханском БЗ – 0,009 нг/м<sup>3</sup>.

В таблицах 4.12.3 и 4.12.4 представлены данные по концентрациям загрязняющих веществ в атмосферных осадках. Среднегодовая динамика изменения концентраций свинца в атмосферных осадках аналогична изменению концентраций в атмосферном воздухе.

**Таблица 4.12.1. Концентрация  $\text{SO}_4$ ,  $\text{SO}_2$  и  $\text{NO}_2$  в атмосферном воздухе Астраханского БЗ**

год	$\text{SO}_4$			$\text{SO}_2$			$\text{NO}_2$					
	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс
2007	7,62	6,55	0,20	22,80	0,65	0,63	0,30	1,30	1,47	1,18	0,07	5,56
2008	10,60	8,90	1,60	33,10	0,50	0,37	0,02	13,00	1,92	1,52	0,01	7,15
2009	5,70	4,63	0,40	23,30	0,21	0,11	0,01	1,08	2,93	2,48	0,17	12,27
2010	7,21	6,21	0,30	18,70	0,41	0,33	0,01	3,85	1,50	1,19	0,03	6,82
2011	8,23	6,77	1,10	23,80	0,17	0,13	0,005	1,23	1,70	1,01	0,005	14,30
2012	9,79	7,75	1,00	32,10	0,59	0,41	0,01	1,93	1,92	1,44	0,02	6,60
2013	9,86	7,88	0,80	27,30	0,76	0,69	0,20	2,63	2,72	2,34	0,29	6,66
2014	3,87	2,70	0,10	16,00	1,08	0,22	0,005	13,10	1,44	1,11	0,05	9,08
2015	5,76	3,40	0,12	28,00	0,19	0,14	0,010	0,55	1,28	0,82	0,03	4,94
среднее за 10 лет	7,63	5,70	0,10	33,10	0,51	0,28	0,005	13,10	1,87	1,37	0,005	14,30

**Таблица 4.12.2. Концентрация тяжелых металлов и БП в атмосферном воздухе Астраханского БЗ (нг/м<sup>3</sup>)**

год	свинец			калий			БП					
	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс	среднее арифм.	среднее геом.	мин	макс
2007	0,52	15,60	0,52	15,60	1,49	1,09	0,23	13,10	0,017	0,009	0,0010	0,093
2008	6,98	4,29	0,34	44,00	1,71	0,84	0,06	61,80	0,025	0,015	0,0020	0,112
2009	3,58	2,86	0,55	12,00	1,16	0,95	0,24	3,90	0,020	0,010	0,0005	0,119
2010	7,12	4,97	0,96	78,00	2,05	1,61	0,20	10,00	0,012	0,005	0,0005	0,093
2011	5,72	4,41	1,00	21,00	1,82	1,43	0,23	7,60	0,002	0,002	0,0010	0,004
2012	5,97	3,93	0,87	26,00					0,002	0,001	0,0003	0,009
2013	2,98	2,12	0,10	17,00	1,19	0,66	0,05	13,00	0,001	0,001	0,0003	0,009
2014	3,44	2,68	0,10	20,90	1,14	0,80	0,05	5,00	0,002	0,002	0,0005	0,006
2015	4,48	2,88	0,74	37,40	2,33	1,70	0,17	12,27	0,003	0,003	0,0006	0,026
среднее за 10 лет	4,53	4,01	0,10	78,00	1,61	1,08	0,05	61,80	0,009	0,004	0,0003	0,119

**Таблица 4.12.3. Концентрация тяжелых металлов в атмосферных осадках Астраханского БЗ (мкг/л)**

год	ртуть			свинец			кадмий		
	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
2006	0,72	0,05	3,70	9,87	0,90	24,00	-	-	-
2007	1,25	0,09	4,10	2,83	0,27	9,10	-	-	-
2008	0,67	0,30	2,00	1,80	0,60	4,20	16,65	0,59	41,50
2009	0,51	0,16	1,10	1,36	0,54	3,80	-	-	-
2010	0,68	0,15	2,20	2,29	0,40	4,60	-	-	-
2011	2,04	0,11	4,50	2,10	0,61	6,50	-	-	-
2012	1,93	0,10	4,00	1,76	0,28	4,10	-	-	-
2013	0,53	0,11	0,89	2,70	0,58	7,70	-	-	-
2014	0,84	0,16	2,30	1,55	0,48	3,90	-	-	-
2015	1,62	0,18	4,00	0,92	0,32	2,40	-	-	-
среднее за 10 лет	1,08	0,05	4,50	2,72	0,27	24,00	16,65	0,59	41,50

**Таблица 4.12.4. Концентрация БП и СОЗ в атмосферных осадках Астраханского БЗ (мкг/л)**

год	БП			γ-ГХЦГ			ДДТ (сумма)		
	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
2006	1,80	1,00	2,90	14,47	5,90	38,80	56,98	15,80	158,90
2007	0,55	0,40	0,70	3,53	0,25	6,80	14,40	2,00	26,80
2008	1,00	0,70	1,30	3,20	2,40	4,00	20,55	18,50	22,60
2009	0,90	0,70	1,10	5,36	0,25	8,60	46,18	2,00	105,20
2010	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2011	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2012	0,43	0,19	1,14	0,25	-	-	242,40	-	-
2013	0,71	0,35	1,80	0,25	-	-	135,20	4,10	275,30
2014	0,78	0,35	1,61	10,59	0,25	37,80	73,27	2,00	245,00
2015	0,71	0,39	1,35	23,04	0,25	58,80	53,99	2,00	159,10
среднее за 10 лет	0,86	0,19	2,90	7,59	0,25	25,80	80,37	2,00	275,30

**Загрязнение поверхностных вод.** Регулярные наблюдения за загрязнением поверхностных вод осуществляются на протоках дельты р. Волга - Коклюй и Быстрая. В таблицах 4.12.5 и 4.12.6 представлены значения концентраций загрязняющих веществ в поверхностных водах на территории Астраханского БЗ. Значения концентраций свинца и бенз(а)пирена находятся в пределах фоновых значений, наблюдаемых на ЕТР и составляют 1,44–1,53 мкг/л и 0,99–1,27 нг/л соответственно. Превышение фоновых значений концентраций отмечается по ртути и кадмию. Так, средние фоновые концентрации ртути ЕТР составляют 0,02–1,3 мкг/л, в Астраханском БЗ - 2,47–2,91 мкг/л, по кадмию фоновые значение составляют не более 0,3 мкг/л, в Астраханском БЗ 4,94–5,41 мкг/л.

Необходимо отметить, что средние арифметические концентрации свинца, кадмия, γ-ГХЦГ и ДДТ в атмосферных осадках, как правило, несколько выше значений тех же загрязняющих веществ в поверхностных водах реки Волги, что свидетельствует об отсутствии или низком воздействии локальных источников загрязнения в заповедной дельте Волги.

**Загрязнение почв и растительности.** Отбор проб почв и растительности осуществляется на 2-х основных ППП:

- на правом берегу протоки Быстрая, на прирусловом валу острова напротив пос. Дамчик, в 200 метрах к западу от полигона СКФМ (ППП 1), растительность представлена деревьями, кустарниками и травянистыми растениями, преимущественно тростником;

- на правом берегу р. Быстрая, в 250 м вглубь острова от прируслового вала (ППП 2), древесной растительности нет, преимущественно тростниковые заросли и кустарники.

Для обоих ППП характерны аллювиальные болотные иловато-перегнойно-глеевые почвы. Почвообразующие породы представлены современными аллювиальными отложениями разного гранулометрического состава. Растительность, в местах отбора проб, представлена луговым типом, преимущественно болотистого вида с наличием древесно-кустарникового редколесья. Доминирующим видом трав являются: тростник южный (*Phragmites australis* (Cav.) Trin. ex Steud.) и осока заостренная (*Carex acutiformis* Ehrh.).

**Таблица 4.12.5.** Концентрация тяжелых металлов в поверхностных водах Астраханского БЗ (мкг/л)

год	Водный объект	Ртуть			Свинец			Кадмий		
		среднее	мин	макс	среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
2008	р. Коклюй	0,85	0,13	2,3	2,27	0,5	5,00	9,98	0,27	40
	р. Быстрая	0,54	0,16	1,10	2,41	0,50	8,90	5,91	1,30	16,70
2009	р. Коклюй	13,95	0,2	41,00	1,73	0,40	3,40	11,4	0,94	39,4
	р. Быстрая	7,04	0,25	27,00	1,12	0,32	2,30	10,23	4,10	22,00
2010	р. Коклюй	0,57	0,17	1,60	1,81	0,68	4,50	6,46	1,00	12,50
	р. Быстрая	0,44	0,24	0,61	1,42	0,68	2,20	5,56	3,30	9,30
2011	р. Коклюй	1,06	0,11	2,20	1,69	0,30	4,20	4,73	0,5	8,20
	р. Быстрая	3,08	0,03	8,60	1,97	0,40	6,40	8,58	0,37	22,00
2012	р. Коклюй	2,17	0,19	8,40	1,90	0,53	9,80	6,15	0,89	22,00
	р. Быстрая	4,52	0,44	8,00	1,74	0,33	4,00	4,79	0,61	11,00
2013	р. Коклюй	0,27	0,03	0,67	1,59	0,34	5,50	1,08	0,27	3,10
	р. Быстрая	0,20	0,03	0,55	1,42	0,23	5,00	0,55	0,32	0,69
2014	р. Коклюй	1,03	0,11	2,8	0,68	0,26	1,30	2,10	0,70	5,50
	р. Быстрая	1,56	0,10	4,40	0,82	0,30	1,40	2,00	1,20	3,80
2015	р. Коклюй	3,42	0,28	7,50	0,53	0,25	1,20	1,42	0,16	3,30
	р. Быстрая	2,39	0,06	6,40	0,63	0,20	2,30	1,86	0,10	5,70
среднее за 10 лет	р. Коклюй	2,91	0,03	41,00	1,53	0,25	9,80	5,41	0,16	40,00
	р. Быстрая	2,47	0,03	27,00	1,44	0,20	8,90	4,94	0,10	22,00

**Таблица 4.12.6.** Концентрация БП и СОЗ в поверхностных водах Астраханского БЗ (нг/л)

год	Водный объект	БП			γ-ГХЦГ			ДДТ (сумма)		
		сред- нее	мин	макс	сред- нее	мин	макс	сред- нее	мин	макс
2006	р. Коклюй	1,38	0,80	2,10	6,05	0,25	19,00	130,71	1,25	250,00
	р. Быстрая	2,22	0,90	3,70	21,94	0,25	49,10	51,40	11,50	144,80
2007	р. Коклюй	0,54	0,30	1,50	2,66	0,25	4,40	165,72	2,14	456,90
	р. Быстрая	0,62	0,10	1,50	5,47	1,40	8,20	79,87	2,00	327,00
2008	р. Коклюй	0,79	0,15	1,300	8,05	2,70	12,90	41,24	13,00	67,07
	р. Быстрая	1,90	0,80	3,00	5,40	2,80	8,40	33,30	17,80	49,30
2009	р. Коклюй	0,84	0,50	1,00	2,41	0,25	5,10	60,00	39,90	91,20
	р. Быстрая	1,35	0,60	2,30	1,88	0,25	3,30	43,77	11,30	71,80
2010	р. Коклюй	1,04	0,40	1,300	2,28	0,25	6,00	60,82	5,40	147,70
	р. Быстрая	1,63	0,90	2,60	1,57	0,25	3,40	43,22	3,50	159,80
2011	р. Коклюй	1,28	0,34	3,60	0,25	0,25	0,25	56,55	2,00	284,40
	р. Быстрая	0,71	0,39	1,02	0,51	0,25	1,80	90,24	2,00	482,60
2012	р. Коклюй	-	-	-	-	-	-	-	-	-
	р. Быстрая	-	-	-	-	-	-	-	-	-
2013	р. Коклюй	0,58	0,41	0,84	0,25	0,25	0,25	58,44	2,00	184,30
	р. Быстрая	0,94	0,42	1,64	1,28	0,25	5,40	45,14	2,00	217,70
2014	р. Коклюй	-	-	-	10,10	0,25	28,60	79,84	6,30	211,90
	р. Быстрая	-	-	-	9,29	0,25	20,20	131,20	3,60	350,10
2015	р. Коклюй	1,51	0,44	4,51	10,33	0,25	39,80	61,20	4,20	318,00
	р. Быстрая	0,75	0,41	2,70	15,13	0,25	58,20	89,12	2,00	276,50
сред- нее за 10 лет	р. Коклюй	0,99	0,15	4,51	4,71	0,25	39,80	79,39	1,25	456,90
	р. Быстрая	1,27	0,10	3,70	6,94	0,25	58,20	67,47	2,00	482,60

Редколесье представлено ясенем обыкновенным (*Fraxinus pennsylvanica* Marsh.), вязом гладким (*Ulmus laevis* Pall.), среди кустарников встречаются аморфа кустарниковая (*Amorpha fruticosa* L.). Отбирались пробы листвы ясения и вяза.

Результаты наблюдений за содержанием загрязняющих веществ в почвах и растительности, усредненные по десятилетиям, показаны в таблицах 4.12.7 – 4.12.10.

Все значения концентраций тяжелых металлов в верхнем 0-5 см слое почвы находятся в пределах кларка земной коры (0,16 мкг/кг для кадмия и 16 мкг/кг для свинца) и колеблются в диапазоне 2,40–4,13 мкг/кг для свинца и 0,14–0,21 мкг/кг для кадмия. За рассматриваемый нами период наблюдается тенденция к снижению концентрации свинца. Однако наибольшие значения были достигнуты в период с 2000 по 2009 годы и составили в почвах на приусловом валу 14,07 мкг/кг. Направленных тенденций в изменении концентраций кадмия в почве за рассматриваемый нами период не наблюдается, что в значительной степени связано с режимом регулярного затопления и промывания почв в дельте.

**Таблица 4.12.7.** Концентрация тяжелых металлов 0-5 см слое почвы Астраханского БЗ (мг/кг)

Период	Место отбора	свинец			кадмий		
		среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
1988-1989	прирусловой вал	9,00	-	-	0,46	-	-
	вглубь острова	7,20	-	-	0,80	-	-
1990-1999	прирусловой вал	8,47	4,70	14,00	2,65	0,04	10,60
	вглубь острова	6,25	3,90	9,60	0,44	0,07	0,71
2000-2009	прирусловой вал	14,07	1,70	59,00	0,14	0,13	0,30
	вглубь острова	2,64	1,50	3,70	0,11		0,16
2011-2015	прирусловой вал	4,13	2,50	6,60	0,21	0,13	0,30
	вглубь острова	2,40	2,10	2,70	0,14	0,11	0,16

**Таблица 4.12.8.** Концентрация СОЗ в 0-5 см слое почвы Астраханского БЗ (мкг/кг)

Период	Место отбора	γ-ГХЦГ			ДДТ (сумма)		
		среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
1988-1989	прирусловой вал	1,55			4,45		
	вглубь острова	2,59			9,30		
1990-1999	прирусловой вал	2,66	0,66	4,66	32,11	0,72	63,50
	вглубь острова	3,37	0,93	5,80	41,82	5,53	78,10
2000-2009	прирусловой вал	2,18	0,05	5,37	3,34	3,17	3,50
	вглубь острова	1,53	0,70	2,21	11,21	6,47	19,40
2010-2015	прирусловой вал	4,43	0,05	13,20	11,63	4,30	20,00
	вглубь острова	0,08	0,05	0,10	23,80	20,30	27,30

**Таблица 4.12.9.** Концентрация тяжелых металлов в растительных объектах Астраханского БЗ (мг/кг)

Период	Растительный объект	свинец			кадмий		
		среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
1988-1989	трава	0,68	0,10	1,70	0,36	0,18	0,60
	листва	1,98	1,30	3,70	0,67	0,25	1,50
1990-1999	трава	2,70	0,03	7,20	0,41	0,03	1,40
	листва	3,79	0,02	17,70	0,64	0,01	2,20
2000-2009	трава	1,29	0,68	1,90	1,85	0,40	3,30
	листва	3,05	2,30	3,80	2,89	0,48	5,30
2010-2015	трава	6,04	0,32	17,00	1,26	0,37	2,30
	листва	4,67	0,62	7,40	1,77	1,10	2,60

**Таблица 4.12.10.** Концентрация СОЗ в растительных объектах Астраханского БЗ (мкг/кг)

Период	Растительный объект	γ-ГХЦГ			ДДТ (сумма)		
		среднее	мин	макс	среднее	мин	макс
1988-1989	трава	5,35	-	-	14,50	-	-
	листва	3,30	2,26	4,34	14,80	11,10	18,50
1990-1999	трава	4,41	2,90	5,97	19,81	6,95	28,50
	листва	0,23	0,05	0,59	0,50	0,50	0,50
2000-2009	трава	1,14	0,05	2,72	36,62	0,37	188,91
	листва	1,14	0,90	1,48	34,79	0,77	78,70
2010-2015	трава	0,87	0,30	1,40	13,50	0,50	48,30
	листва	1,70	1,10	2,60	8,17	1,20	18,90

По результатам проведенного нами анализа динамики загрязнения природных сред на территории Астраханского БЗ можно сделать следующие выводы:

- Концентрация тяжелых металлов (ртуть, свинец, кадмий), бенз(а)пирена, ДДТ и ГХЦГ в атмосферном воздухе, осадках, почве и растительности находится в пределах фоновых значений концентраций для ЕТР.
- В поверхностных водах отмечаются значительные превышения фоновых значений концентраций по ртути и кадмию и составляют 2,47–2,91 мкг/л и 4,94–5,41 мкг/л соответственно.
- Концентрации загрязняющих веществ в атмосферных осадках выше концентраций в поверхностных водах, что указывает на отсутствие локальных источников загрязняющих веществ.
- Концентрации свинца и кадмия в 0-5 см слое почвы находятся в пределах значения кларка земной коры и составили 2,40–4,13 мкг/кг для свинца и 0,14–0,21 мкг/кг для кадмия.

## **4.13. АЛТАЙСКИЙ ГОСУДАРСТВЕННЫЙ ПРИРОДНЫЙ БИОСФЕРНЫЙ ЗАПОВЕДНИК (РФ). ЯЙЛЮ.**

Алтайский государственный природный биосферный заповедник — особо охраняемая природная территория в Алтайских горах. Основан в 1932 году, впоследствии упразднялся и воссоздавался вновь. Часть объекта всемирного наследия ЮНЕСКО «Золотые горы Алтая». Входит в состав ассоциации заповедников и национальных парков Алтай-Саянского экорегиона.

Заповедник расположен в горах Южной Сибири в Турочакском и Улаганском районах Республики Алтай. Площадь — 881 238 га по лесоустройству 1981 года. Протяжённость территории с северо-запада на юго-восток — 230 км, ширина 30—40 км, до 75 км.

Алтайский заповедник — один из наиболее крупных заповедников России, его площадь составляет 9,4 % от всей территории Республики Алтай. Весь правый берег Телецкого озера и 22 тыс. га его акватории находятся на заповедной территории. На Телецком озере расположена центральная усадьба Алтайского заповедника — поселок Яйлю. Территория практически непроходима.



Основная цель создания заповедника — сохранение ценнейшего и редкостного по красоте Телецкого озера, его ландшафтов, защита кедровых лесов, спасение находившихся на грани исчезновения важнейших охотничьих-промысловых животных — соболя, лося, марала и других, а также постоянное стационарное изучение природы региона в целом.

Климат заповедника континентальный, горный. Зависит от особенностей рельефа. Зима на берегах Телецкого озера — одна из самых мягких в Сибири, что связано с влиянием обычных в это время года восточных и юго-восточных фенов. Северо-западные ветры,

напротив, приносят похолодание. К югу зимние температуры падают. Лето из-за возвышенного положения заповедника прохладное, на горных вершинах отсутствует.

Благодаря континентальности климата и непрерывно и энергично идущему процессу почвообразования на территории заповедника можно встретить весьма своеобразные почвенные комплексы. Почвенный покров территории заповедника характеризуется вертикальной поясностью и широтной зональностью. Под черневыми и осиново-пихтовыми и пихтово-кедровыми лесами формируются оподзоленные буроземы и серые лесные почвы. В таежном поясе, под пихтово-кедровой, кедровой и кедрово-еловой тайгой образуются кислые скрытоподзолистые, дерновые неоподзоленные и перегнайно-подзолистые почвы. Под лиственничной тайгой преобладают дерново-подзолистый и перегнайно-подзолистый почвообразовательные процессы. В высокогорье, где господствуют кедровые субальпийские и подгольцовые леса образуются глубоковыщелоченные и торфянисто-подзолистые почвы в сочетании с горно-луговыми.. По степным склонам развиты преимущественно черноземовидные и каштановидные примитивные сильнощебнистые почвы. В северной части заповедника под черневыми осиново-пихтовыми и пихтово-кедровыми лесами формируются оподзоленные буроземы и серые лесные почвы. В центральной части заповедника под лиственничными и кедровыми лесами образуются маломощные подзолы, а на границе с высокогорьем – перегнайные и дерново-перегнайные почвы. В высокогорьях при низких температурах и повышенном атмосферном увлажнении формируются на каменисто-щебнистой основе горнотундровые примитивные торфянистые и торфяно-глеевые почвы.

Алтайский заповедник входит в пятерку заповедников России, обладающих самым высоким биологическим разнообразием: из 2050 обитающих здесь видов растений более 250 относятся к алтае-саянским эндемикам, 120 – реликтовые виды. Из 136 видов растений, занесенных в Красную книгу Республики Алтай, 49 отмечены в Алтайском заповеднике, 32 из них (в том числе 9 видов лишайников) – занесены в Красную книгу России. Леса заповедника в основном состоят из хвойных пород: лиственница сибирская, сибирский кедр и пихта сибирская. 34 вида мхов, грибов, лишайников и сосудистых растений занесены в Красные книги Республики Алтай и России. Более 200 эндемиков, а также редкие степные, лесные, водные и высокогорные сообщества находятся на территории Алтайского заповедника. Это определяет выдающуюся его роль в деле охраны флоры и растительности Южной Сибири.

В заповеднике обитает 16 видов рыб, 337 видов птиц, 50 из которых занесены в Красную книгу Республики Алтай, 32 – в Красную книгу России. Из 70-ти видов млекопитающих 11 занесены в Красную книгу Республики Алтай, 3 в Красную книгу России (снежный барс ирбис, горный баран аргали, северный олень (лесной подвид)), 3 - в международный красный список МСОП (снежный барс ирбис, алтайский горный баран аргали, кабарга). На территории Алтайского заповедника обитает 59 редких и исчезающих видов животных, что составляет около 52 % от всех охраняемых в Республике Алтай видов животных.

В Алтайском БЗ работает станция системы комплексного фонового мониторинга, регулярные наблюдения начались с 1998 г. Основные результаты многолетних наблюдений представлены в таблицах ниже:

**Таблица 4.13.1.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в атмосферных осадках.

YY	HG	PB	CD	Cu	BP	BPL	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
98	0,39	10,00	0,13		1,10	3,90	0,77	1,05	0,10	0,10	68,01	68,21
99	0,04	1,24	0,13		0,10	0,10	2,21	3,50	10,52	0,10	8,37	18,98
00	0,02	3,76	0,74		3,33	17,03	0,35	1,52	2,29	0,10	26,60	28,99
01	0,07	1,33	0,10		2,72	3,78	7,96	1,91	0,10	0,10	92,48	92,68
02	0,03	1,20	0,13		2,39	2,64	1,58	3,77	1,92	0,10	2,15	4,17
03	0,03	2,50	0,25		1,76	2,32	10,27	7,60	13,21	0,10	65,16	78,48
04	0,13	2,34	0,28		1,37	1,67	3,20	8,62	2,56	1,15	14,39	18,10
05	0,03	2,74	0,15		0,83	0,99	1,37	1,47	1,27	0,10	1,05	2,42
06	0,07	3,09	0,18	1,92	1,50	1,51	4,99	12,84	7,46	0,10	67,80	75,36
07	0,04	1,82	0,16	1,84	0,66	0,89	4,49	3,39	9,86	0,10	48,03	57,99
08	0,07	1,58	0,30	2,62	2,09	3,59	2,08	3,12	15,15	7,00	28,80	50,95
09	0,06	2,91	0,29	1,90	1,18	2,98	1,47	2,34	7,02	0,10	28,71	35,83
10	0,10	9,45	0,40	2,32	1,17	3,69	1,36	0,65	2,52	0,10	12,06	14,68
11	0,09	4,56	0,99	1,54	0,90	7,53	2,14	24,12	3,86	7,68	212,54	224,08
12	0,08	2,51	0,16	3,09	0,57	1,08						
13	0,03	1,63	0,07	4,37	0,62	1,26	0,36	0,10	1,48	1,49	65,51	68,48
14	0,05	2,25	0,08	2,98	0,60	0,96						
15	0,04	0,73	0,05	0,97	0,80	0,87						

**Таблица 4.13.2.** Средние концентрации тяжелых металлов в поверхностных водах.

Водный объект	Период	ЗВ	среднее	диапазон
р.Кокши	2000-2009	ртуть	0,04	0,01-0,078
		свинец	1,22	0,4-2,7
		кадмий	0,11	0,034-0,43
оз. Айрикель	2010-2015	ртуть	0,05	0,011-0,29
		свинец	1,35	0,38-5,3
		кадмий	0,55	0,02-11,0
оз. Айрикель	2000-2009	ртуть	0,06	0,012-0,026
		свинец	0,95	0,29-1,6
		кадмий	0,14	0,05-0,3
	2010-2015	ртуть	0,04	0,022-0,072
		свинец	0,76	0,63-0,85
		кадмий	0,20	0,046-0,46

**Таблица 4.13.3.** Средние концентрации органических ЗВ в поверхностных водах.

YY	BP	BPL	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
05	0,74	1,20	8,17	0,87	0,10	0,10	0,10	0,30
06	1,01	1,48	1,63	1,35	6,06	4,75	128,15	123,52
07	0,56	0,96	1,47	2,84	7,63	0,10	29,90	37,63
08	0,89	2,17	2,46	1,27	11,05	4,43	33,75	42,20
09	0,71	1,93	0,66	2,44	8,74	0,10	26,19	27,24
10	0,76	2,38	1,07	0,34	5,26	0,10	42,83	48,19
11	0,85	13,57	0,63	5,41	0,10	2,43	154,91	157,44
12			0,10	0,10	5,60	0,10	10,70	
13	0,51	1,42	0,10	0,14	1,15	2,43	50,19	
14	0,66	0,79						
15	0,58	0,79						

**Таблица 4.13.4.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в почвах.

YY	PB	CD	CU	ZN	NI	BP	BPL	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
95								0,18	0,05	0,10	0,20	29,70	30,00
96								3,87	3,88	4,80	20,08	191,18	215,90
97								1,08	1,95	6,50	6,77	85,65	98,75
99	6,00	0,091						0,05	0,05	0,10	0,20	3,72	
03	5,00	0,170	4,90	10,35	6,00								
05	6,40	0,11						0,90	0,05	0,10	0,20	0,20	0,50
07	10,50	0,140						0,12	0,87	2,40	1,59	6,21	10,20
09	8,68	0,33	23,65			1,83	2,73	0,14	0,93	6,18	0,20	46,15	52,53
11	10,75	0,225	12,65			0,40	0,59	0,05	0,05	3,26	0,20	19,84	23,30
13	6,00	0,091				0,46	0,38	0,28	0,28	2,10	2,00	0,70	4,80

**Таблица 4.13.5.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в растительности.

YY	PB	CD	CU	BP	BPL	A_HCCH	G_HCCH	DDE	DDD	DDT	S_DDT
<b>96</b>	10,9	0,2045				2,24	4,10	3,29	3,07	25,40	31,76
<b>97</b>	8,9	0,710				3,11	3,20	4,40	1,96	26,77	33,13
<b>99</b>	6,000	0,425				0,050	0,050	0,100	0,200	0,495	0,795
<b>01</b>						0,178	0,050	0,400	0,200	0,200	0,80
<b>03</b>						0,300	2,117	0,843	2,167	42,133	45,143
<b>07</b>						0,282	0,908	3,674	1,066	18,584	23,324
<b>09</b>	4,233	0,630		0,1	0,1	0,05	0,55	5	0,2	16,3	21,5
<b>11</b>	1,200	0,275	6,600	0,175	0,315	0,05	0,05	0,1	0,2	17,15	17,45
<b>13</b>	1,400	0,190	3,200	0,3	0,375	0,225	1,325	2,95	2,9	1,95	7,8

## **4.14. СТАНЦИИ ЕАНЕТ (РФ).**

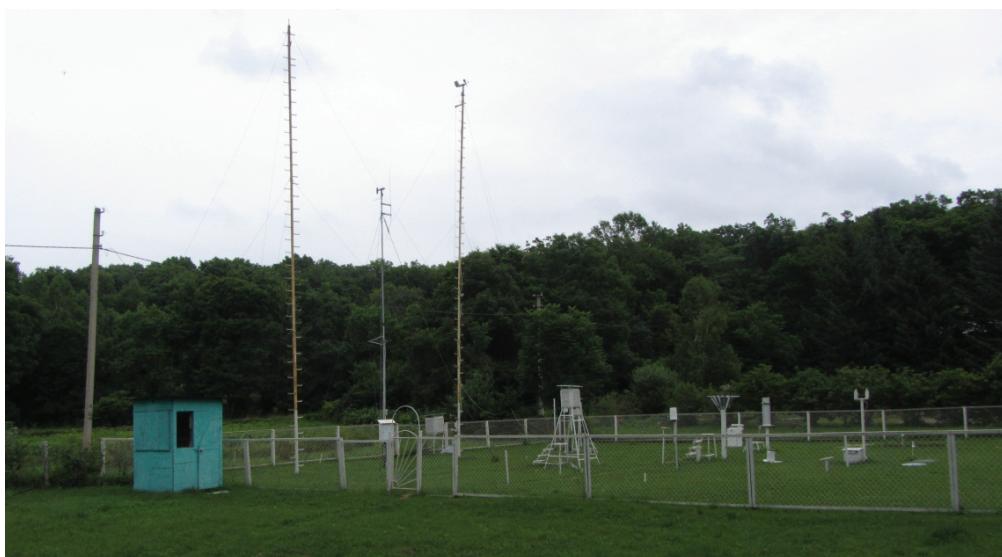
### **Станция ЕАНЕТ «ПРИМОРСКАЯ»**

Станция организована на базе Гидрологической станции 1 разряда Приморского УГМС ( $43^{\circ} 37'45''$  с.ш.,  $132^{\circ}14'13''$  в.д., высота 85 м над уровнем моря) в южной части Приморского края в селе Каменушка, Уссурийского района. Метеорологическая площадка, на которой установлено пробоотборное оборудование, находится на правом берегу реки Комаровка.

Территория расположена на западном макросклоне горного массива Сихотэ-Алинь, с характерными лесными, горными речными водосборами рек и безлесными, равнинными площадями Западно-Приморской низменности. Физико-географические условия являются типичными для южной части Приморья, с долинами рек преимущественно дождевого питания. Рельеф местности сопочный, изрезанный долинами рек, распадками, с площадями, занятыми под выращивание сельско-хозяйственных культур, в том числе, для животноводства.

Климат характерен для территорий восточных окраин материков умеренных широт, с выраженным сезонным режимом осадков (почти «муссонного» типа). Средняя годовая температура воздуха и составляет  $3.5^{\circ}\text{C}$ . Безморозный период длится около 142 дней. Самым холодным месяцем является январь со среднемесячной температурой  $-17.4^{\circ}\text{C}$ , самым теплым - август ( $20.2^{\circ}\text{C}$ ). Абсолютные максимумы температуры могут составлять ниже  $32-35^{\circ}\text{C}$  мороза зимой и выше  $+30-32^{\circ}\text{C}$  в самый теплый месяц. Среднегодовое количество осадков составляет 740мм, наибольшее количество выпадает в теплый сезон (среднее многолетнее для августа - 140мм), наименьшее – зимой (в январе около 15мм). Нередко, при выходах тихоокеанских циклонов, возможно выпадение до 80-100 мм осадков за сутки.

Наблюдения за загрязнением атмосферы в рамках программы мониторинга кислотных выпадений в Восточной Азии (ЕАНЕТ) начаты с конца 2001 года, станция по классификации сети относится к «негородским» (rural). В программу работ входят отбор атмосферных осадков (ежедневно) и проб воздуха (газов и аэрозолей) с помощью малорасходной установки фильтропак (двухнедельный непрерывный отбор). Также на гидрологическом створе р. Комаровка в районе метеостанции проводится отбор проб поверхностных вод в основные гидрологические фазы. Анализ химического состава осадков, поверхностных вод и проб воздуха проводится в лаборатории Приморского ЦМС



Средние годовые концентрации измеряемых в воздухе и осадках ингредиентов представлены в таблицах 4.14.1 и 4.14.2

**Таблица 4.14.1.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в воздухе ( $\text{мкг}/\text{м}^3$ )

Год	SO <sub>2</sub>	HNO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	Cl	Na	Mg	K
2002	1,39	0,455	0,74	2,50	0,44	0,86	0,195	0,060	0,205	0,012	0,226
2003	0,76	0,006	3,35	2,29	0,06	0,76	0,191	0,056	0,157	0,025	0,259
2004	0,86	0,157	5,07	2,65	0,07	0,40	0,212	0,061	0,207	0,074	0,270
2005	3,45	0,193	0,44	3,39	0,50	0,78	0,256	0,005	0,152	0,059	0,146
2006	0,34	0,324	1,10	3,83	0,65	1,22	0,343				
2007	1,57	0,921	2,02	3,92	0,65	1,18	0,298	0,071	0,190	0,057	0,309
2008	1,76	0,414	2,14	3,36	0,40	0,89	0,297	0,148	0,183	0,057	0,270
2009	1,30	0,308	1,26	3,18	0,78	0,77	0,366	0,086	0,238	0,066	0,300
2010	2,79	0,826	1,63	3,62	0,69	0,63	0,360	0,075	0,205	0,059	0,335
2011	1,90	0,045	2,22	3,30	0,21	0,64	0,246	0,077	0,097	0,038	0,227
2012	1,98	0,151	0,77	3,06	0,15	0,50	0,318	0,069	0,106	0,046	0,212
2013	2,05	0,536	0,79	4,99	1,17	1,39	0,492	0,268	0,275	0,091	0,416
2014	0,51	0,577	0,53	3,38	0,76	0,93	0,255	0,086	0,168	0,052	0,273
2015	0,81	0,483	0,72	3,27	0,70	0,92	0,388	0,080	0,170	0,041	0,162

**Таблица 4.14.2.** Средневзвешенные годовые концентрации ионов в осадках (мг/л)

	кол-во осадков, мм	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Cl	HC0 <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub>	Na	K	Ca	Mg
2007		2,96	1,19	0,66	0,58		0,53	0,46	0,24	0,56	0,10
2008		3,90	2,05	0,91	0,65		0,91	0,53	0,35	0,78	0,15
2009	863	2,16	1,15	0,52	0,47		0,52	0,29	0,17	0,47	0,07
2010	664	3,19	1,31	1,17	0,44		0,85	0,48	0,23	0,67	0,09
2011	617	1,40	2,27	2,70	0,47		1,08	0,27	0,27	0,55	0,09
2012	915	1,99	1,45	1,06	0,24		0,49	0,53	0,20	0,49	0,11
2013	714	2,82	1,16	1,51	0,29		0,71	0,58	0,22	0,73	0,12
2014	573	3,08	0,49	0,89	1,27		0,77	0,36	0,19	0,76	0,15
2015	1057	2,05	1,49	0,91	0,45		0,49	0,65	0,31	0,54	0,14

## Станция ЕАНЕТ «Монды» (фоновая)

Станция Монды ( $51^{\circ} 37' 18''$  с.ш.,  $100^{\circ} 55' 10''$  в.д., высота 2000м над уровнем моря) расположена на приграничной с Монголией территории в Тункинском районе, занимающем Саяно-Прибайкальскую часть западной Бурятии. По ложу Тункинской долины течёт главная река района — [Иркут](#). Станция находится на окраине безлесного плато западных отрогов Большого Саяна.

Климат района резко континентальный, с большими суточными и годовыми амплитудами температур и небольшим количеством годовых сумм осадков. Зимой район находится в области влияния сибирского антициклона, формирующего холодные воздушные массы и преобладание ясной, безветренной и морозной погоды. Средняя температура января  $-19^{\circ}\text{C}...-21^{\circ}\text{C}$ , с абсолютным минимумом до  $-50^{\circ}\text{C}$ . Летом наблюдается прохождение циклонов с пасмурной дождливой погодой, средняя температура июля  $+11^{\circ}\text{C}...+14^{\circ}\text{C}$ , с максимумами на открытых местах выше  $+30^{\circ}\text{C}$ . Годовое количество осадков в горах составляет от 500 до 600 мм, на высотах более 1000-1500 м — менее 300 мм. Преобладают ветры западного и восточного направления в соответствии с направлением долины реки [Иркута](#) и самой котловины (с запада на восток).

Станция Монды находится вдали от крупных дорог и жилых поселений, согласно классификации, определенной в ЕАНЕТ, является фоновой («удаленной»). Оборудование располагается на территории Саянской обсерватории ИСЗФ СО РАН, на расстоянии от существующих зданий и объектов. В рамках работы национальной сети ЕАНЕТ станция начала функционировать с 2000 года. В соответствии с типовой программой наблюдений производится регулярный ежедневный отбор проб осадков, мониторинг содержания загрязняющих веществ в воздухе с помощью фильтрапака (4х стадийный отбор проб в течение 2 недель), пассивных пробоотборников и автоматического анализатора на содержание озона. Раз в пять лет производится отбор проб и наблюдения по программе мониторинга почвы и растительности. Анализ проб, отобранных на станции Монды, осуществляется лабораторией Лимнологического института СО РАН.



Средние годовые концентрации измеряемых в воздухе и осадках ингредиентов представлены в таблицах 4.14.3 и 4.14.4.

**Таблица 4.14.3.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в воздухе ( $\text{мкг}/\text{м}^3$ )

Год	SO <sub>2</sub>	HNO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	Cl	Na	Mg	K
2000	0,17	0,005	0,20	0,47	0,02	1,24	0,079	0,005	0,023	0,014	0,021
2001	0,25	0,034	0,07	0,43	0,02	0,21	0,057	0,012	0,020	0,007	0,007
2002	0,21	0,081	0,26	0,40	0,06	0,19	0,040	0,017	0,009	0,004	0,026
2003	0,22	0,015	0,48	0,61	0,02	0,21	0,049	0,027	0,018	0,006	0,035
2004	0,33	0,042	0,28	0,44	0,00	0,12	0,041	0,007	0,030	0,008	0,034
2005	2,75	0,050	0,21	0,27	0,01	0,10	0,016	0,003	0,014	0,002	0,010
2006	1,35	0,015	0,94	0,42	0,03	0,08	0,052				
2007	0,80	0,009	0,63	0,16	0,00	0,02	0,010	0,013	0,008	0,002	0,007
2008	0,71	0,056	0,29	0,31	0,02	0,04	0,025	0,003	0,012	0,004	0,015
2009	0,24	0,003	0,28	0,36	0,02	0,06	0,057	0,001	0,016	0,006	0,021
2010	2,49	0,385	0,68	0,51	0,02	0,02	0,114	0,087	0,294	0,010	0,062
2011	0,50	0,073	4,46	0,15	0,02	0,01	0,028	0,026	0,008	0,003	0,017
2012	0,41	0,006	0,79	0,13	0,01	0,02	0,021	0,106	0,027	0,003	0,044
2013	0,29	0,008	0,12	0,12	0,01	0,01	0,030	0,055	0,034	0,003	0,039
2014	0,19	0,006	0,13	0,03	0,00	0,00	0,011	0,034	0,008	0,002	0,009
2015	0,04	0,087	0,39	0,09	0,01	0,01	0,005	0,027	0,018	0,002	0,008

**Таблица 4.14.4.** Средневзвешенные годовые концентрации ионов в осадках (мг/л)

	кол-во осадков	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub>	Na	K	Ca	Mg
2007		0,89	0,53	0,14	1,22	0,017	0,54	0,07	0,10	0,28	0,04
2008		0,68	0,46	0,15	0,71	0,011	0,18	0,04	0,08	0,32	0,05
2009	119	0,78	0,47	0,13	0,83	0,009	0,40	0,05	0,13	0,21	0,02
2010	90	0,68	0,49	0,14	1,05	0,009	0,35	0,06	0,10	0,37	0,04
2011	74	0,45	0,26	0,21	1,29	0,003	0,18	0,08	0,20	0,36	0,05
2012	23	0,93	0,61	0,22	2,30	0,011	0,60	0,11	0,39	0,58	0,10
2013	330	0,34	0,31	0,13	0,16	0,002	0,05	0,03	0,08	0,18	0,02
2014	123	0,53	0,29	0,13	0,26	0,006	0,06	0,05	0,08	0,28	0,03
2015	136	0,620	0,326	0,131	0,890	0,005	0,244	0,037	0,133	0,336	0,052

## Станция ЕАНЕТ «Листвянка»

Станция Листвянка ( $51^{\circ} 50' 47''$  с.ш.,  $100^{\circ} 55' 10''$  в.д., высота 646 м) расположена на западном берегу озера Байкал, в 70 км к востоку от Иркутска, по правую сторону истока реки Ангары.



Климат региона размещения станции резко-континентальным, хотя для побережья в районе Листвянки имеет черты морского. Огромные водные массы озера Байкала в летний период прогреваются до глубины 200—250 метров и аккумулируют большое количество тепла, расходуемого в следующие сезоны. По сравнению с другими городами окружающих регионов (Иркутск, Улан-Удэ, Чита и др.) осень в Листвянке теплее, зима значительно мягче, а лето прохладнее и весна холоднее. Средняя температура января варьирует в интервале от -20°C до -12°C, средняя температура июля — от +14°C до +23°C. Годовая сумма осадков составляет около 430мм, минимум осадков в годовом ходе приходится на январь-март, максимум на июль-август.

Станция Листвянка расположена на окраине одноименного поселка городского типа, на открытой к озеру площадке полигона астрофизической обсерватории ИСЗФ СО РАН. Согласно классификации, принятой для сети ЕАНЕТ, является «сельской» (негородской или региональной) станцией, то есть удаленной от промышленных предприятий и больших дорог, но, тем не менее, возможно подверженной незначительному антропогенному влиянию. Специалисты Лимнологического института СО РАН неоднократно фиксировали и оценивали эпизоды «псевдо струйного переноса» загрязнения по долине р. Ангара из Иркутска при некоторых характерных метеорологических ситуациях в этом районе. В качестве станции национальной сети ЕАНЕТ она начала функционировать с 2000 года. В соответствии с типовой программой наблюдений на станции производится регулярный отбор проб осадков, проб атмосферного воздуха на содержание загрязняющих веществ с помощью фильтрапака (4x стадийный отбор проб в течение 2 недель), использование пассивных пробоотборников и автоматического монитора на содержание озона. Раз в три-пять лет производится отбор проб и наблюдения о программе мониторинга почвы и растительности на полигонах в 18-20 км к

северу вдоль побережья (пос. Большие Коты). Анализ проб, отобранных на станции Листвянка, осуществляется в лаборатории Лимнологического института СО РАН.

Средние годовые концентрации измеряемых в воздухе и осадках ингредиентов представлены в таблицах 4.14.5 и 4.14.6

**Таблица 4.14.5.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в воздухе ( $\text{мкг}/\text{м}^3$ )

Год	SO <sub>2</sub>	HNO <sub>3</sub>	NH <sub>3</sub>	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	NH <sub>4</sub>	Ca	Cl	Na	Mg	K
2000	1,16	0,010	0,52	0,88	0,12	0,56	0,413	0,021	0,008	0,066	0,074
2001	1,09	0,158	0,09	1,32	0,32	0,30	0,294	0,133	0,056	0,053	0,124
2002	2,68	0,682	0,14	1,90	0,13	0,71	0,152	0,145	0,082	0,030	0,058
2003	1,85	0,118	0,73	2,02	0,12	0,64	0,150	0,011	0,087	0,023	0,098
2004	1,58	0,135	0,83	1,55	0,09	0,55	0,182	0,010	0,068	0,027	0,052
2005	11,05	0,077	0,28	0,42	0,05	0,29	0,021	0,003	0,016	0,005	0,021
2006	8,70	0,089	2,30	0,69	0,11	0,21	0,063				
2007	2,68	0,035	0,98	1,17	0,10	0,20	0,106	0,031	0,047	0,016	0,035
2008	2,38	0,069	1,62	0,96	0,15	0,20	0,098	0,014	0,087	0,016	0,059
2009	3,50	0,033	2,07	1,06	0,10	0,11	0,113	0,012	0,104	0,020	0,087
2010	5,78	0,194	1,78	0,79	0,07	0,08	0,113	0,087	0,061	0,012	0,065
2011	3,96	0,292	0,55	0,88	0,08	0,17	0,073	0,023	0,024	0,009	0,055
2012	6,57	0,017	0,05	0,93	0,09	0,21	0,096	0,075	0,074	0,007	0,085
2013	4,27	0,034	0,65	0,55	0,05	0,06	0,043	0,044	0,038	0,005	0,051
2014	2,36	0,018	0,69	0,65	0,04	0,08	0,051	0,018	0,031	0,005	0,033
2015	3,64	0,229	2,07	0,83	0,11	0,15	0,091	0,057	0,055	0,006	0,029

**Таблица 4.14.6.** Средневзвешенные годовые концентрации ионов в осадках (мг/л)

	кол-во осадков	SO <sub>4</sub>	NO <sub>3</sub>	Cl	HCO <sub>3</sub>	NO <sub>2</sub>	NH <sub>4</sub>	Na	K	Ca	Mg
2007		1,64	1,27	0,15	0,21	0,006	0,28	0,06	0,05	0,36	0,05
2008		1,84	0,96	0,10			0,28	0,06	0,09	0,34	0,05
2009	312	1,93	0,98	0,12	0,40	0,005	0,27	0,08	0,08	0,50	0,06
2010	325	2,07	1,19	0,14	0,224	0,007	0,37	0,07	0,07	0,50	0,06
2011	471	2,22	1,84	0,27	0,074	0,008	0,34	0,11	0,10	0,64	0,06
2012	370	1,98	1,14	0,13	0,357	0,005	0,46	0,09	0,08	0,45	0,06
2013	278	1,73	0,97	0,21	0,033	0,003	0,18	0,15	0,15	0,46	0,07
2014	279	1,67	0,82	0,13	0,298	0,005	0,25	0,11	0,12	0,51	0,06
2015	335	2,02	0,96	0,19	0,057	0,004	0,66	0,07	0,08	0,40	0,05

## **4.15. СТАНЦИИ ЕМЕП (РФ).**

### **Станция ЕМЕП Янискоски**

Станция ЕМЕП расположена в пограничной зоне России с Финляндией и Норвегией на территории Печенгского района Мурманской области ( $68^{\circ}58'$  с.ш.,  $28^{\circ}47'$  в.д.). Находится за полярным кругом на северной окраине Балтийского (Фенноскандинавского) кристаллического щита, на высоте 118 метров над уровнем моря, в долине реки Паз, зарегулированной каскадом ГЭС. Регион относится к северотаежной подзоне, в районе станции растут восстанавливающиеся сосновые леса, граничащие с территорией государственного природного заповедника «Пасвик».

Для климата, сформировавшегося под влиянием Нордкапской ветви Северо-Атлантического теплого течения в границах атлантико-арктической области субарктического пояса, характерна сравнительно мягкая зима и прохладное лето, частые и быстрые перемены погоды при изменении направления ветра, высокая влажность воздуха и большое количество дней с осадками. Преобладающими направлениями ветра являются северные, северо-восточные в теплый период и южные, юго-западные – в холодный. Отличительной особенностью региона является высокая повторяемость циклонов зимой и антициклонов летом. В зимний период наблюдается преобладание морских воздушных масс и прохождение интенсивных циклонов, формирующихся в Северной Атлантике. Это приводит к межгодовой нерегулярности формирования периодов низких средних температур воздуха зимой, т.е. нельзя абсолютно определенно отметить наиболее холодный месяц.

Интенсивность и количество выпадающих осадков в течение года определяется циклонической активностью в регионе Баренцева моря, в теплый период выпадает около 70% средней годовой суммы осадков, составляющей 527 мм, при этом основное количество в июле-августе.



Официально станция ЕМЕП Янискоски начала свою работу в январе 1979 года на базе метеорологической станции II разряда. В 1980е-начале 1990х годов ее возможности активно использовались для проведения интенсивных экспериментальных измерений совместно с Финским Метеорологическим Институтом при поддержке Координационного Химического

Центра ЕМЕП (NILU, Норвегия), включая измерения приземного озона, кислотообразующих газов с помощью автоматических газоанализаторов и малорасходных установок фильтропак на наблюдательном посту на дамбы плотины ГЭС. В 2000е годы на станции выполнялись также работы в рамках двухсторонних проектов международной программы АМАП. По своему расположению станция относится к классу фоновых, постоянное население практически отсутствует, на расстоянии более 10 км расположена центральная усадьба заповедника Пасвик – поселок Раякоски (население не более 30-40 человек).

В настоящее время в рамках ЕМЕР выполняется сокращенная программа, включающая суточный отбор атмосферных осадков и определение их кислотности (с 2007 г.), пробы для анализа на макройоны пересыпаются в национальную лабораторию ЕМЕП (ИГКЭ). С 2003 г. Мурманским УГМС организован параллельный отбор месячных проб на химический состав осадков (национальная сеть ХСО). На станции, относящейся к разряду труднодоступных, все наблюдения (включая метеорологические) проводят 2 сотрудника.

Средние годовые концентрации измеряемых в осадках ингредиентов представлены в таблице 4.15.1.

**Таблица 4.15.1.** Средневзвешенные годовые концентрации ионов в осадках (мг/л)

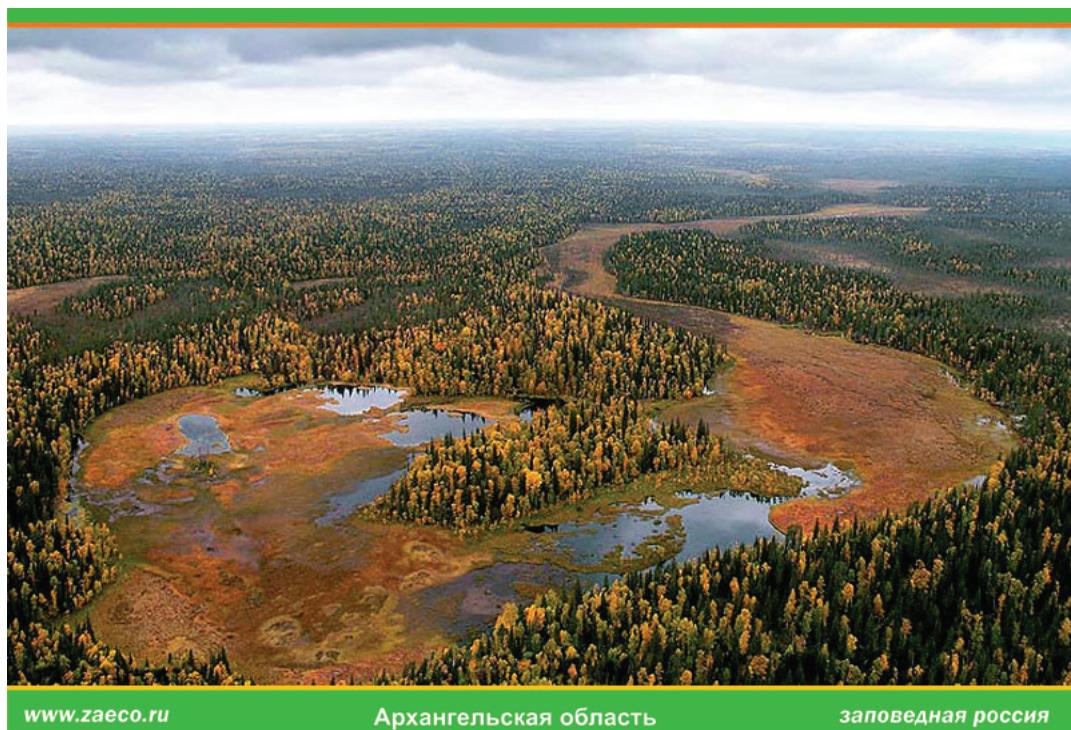
	SO4-S	NO3-N	NH4-N	Na	Mg	Ca	Cl	H	K
1999	0,37	0,10	0,17	0,68	0,02	0,12	1,16	15,25	0,38
2000	0,33	0,09	0,18	1,11	0,05	0,12	1,70	7,19	0,49
2001	0,30	0,07	0,12	0,90	0,03	0,18	1,40	10,49	0,48
2002	0,42	0,10	0,34	1,81	0,14	0,42	2,71	9,31	1,87
2003	0,46	0,09	0,17	1,11	0,09	0,28	1,38	16,35	0,55
2004	0,62	0,13	0,20	1,12	0,07	0,26	1,48	17,71	0,52
2005	0,50	0,07	0,07	0,77	0,05	0,26	0,56	23,14	0,38
2006	0,45	0,12	0,11	1,06	0,13	0,51	0,89	18,99	0,39
2007	0,31	0,05	0,29	1,14	0,22	0,43	1,63	8,31	0,47
2008	0,69	0,09	0,11	1,23	0,12	0,32	2,24	16,40	0,52
2009	0,45	0,07	0,12	0,29	0,06	0,24	0,44	14,78	0,10
2010	0,31	0,04	0,08	0,23	0,04	0,11	0,34	11,34	0,12
2011	0,75	0,32	0,27	0,57	0,08	0,65	1,31	0,00	0,71
2012	0,31	0,10	0,14	0,41	0,04	0,25	0,78	9,03	0,29
2013	0,23	0,07	0,14	0,56	0,07	0,25	1,31	6,84	0,26
2014	0,46	0,12	0,17	0,46	0,05	0,33	0,87	8,4	0,24
2015	0,28	0,12	0,44	1,08	0,05	0,40	2,78	3,01	1,63

## Станция ЕМЕП Пинега

Станция находится Пинежском районе Архангельской области в поселке Пинега (с населением в поселке более 3 тысяч человек), высота 28 метров над уровнем моря ( $64^{\circ}42'$  с.ш.,  $43^{\circ}24'$  в.д.), в береговой зоне реки Пинега. Расположена в пределах западного крыла Мезенской синеклизы Русской плиты, в границах ледникового ландшафта с элементами карста, с характерным холмисто-увалистым рельефом. Район находится в северотаежной подзоне, основными лесообразующими породами являются хвойные. Поселок и станция находятся на границе государственного заповедника “Пинежский”.

Территория относится к Атлантико-Арктической климатической области субарктического пояса, со среднегодовой температурой воздуха ниже нуля, сезоны выражены четко. Климат формируется в условиях малого количества солнечной радиации зимой, под влиянием выноса воздуха с акватории северных морей и интенсивного западного переноса влажных морских масс воздуха с Атлантики. Характерной особенностью является неустойчивость погодных условий из-за частой смены воздушных масс различных регионов формирования, контрастных по температуре и влажности. Арктический воздух поступает в район станции с акватории северных морей, включая Карское. Прохождения циклонов из Атлантического океана и западных районов Баренцева моря усиливается осенью и зимой, а летом ослабевает, при этом южные циклоны (из региона Средиземного и Черного морей) вызывают повышение температуры воздуха в любое время года. При формировании отрогов антициклонов зимой с востока, а летом с юго-востока наблюдается поступление сухого континентального воздуха умеренных широт.

В течение года преобладающими ветрами являются южные, но поздней весной и летом преобладают северные ветра. В районе расположения станции холодный период длиннее теплого на 3-29 дней, продолжительность безморозного периода 85-95 дней, велико количество дней с облачностью (до 280 дней в году), наибольшее число ясных дней отмечается в январе, марте и сентябре. При годовой сумме осадков около 500 мм наибольшая их часть выпадает летом.



Станция Пинега, организованная на базе гидрологической обсерватории, начала работу по программе ЕМЕП с января 1990. До 1996 г наблюдения включали измерения призем-

ного озона, кислотообразующих веществ в виде аэрозолей с помощью малорасходной установки фильтропак на наблюдательном посту вне поселка, в охранной зоне Пинежского заповедника. В настоящее время в рамках ЕМЕР выполняется сокращенная программа, включающая суточный отбор атмосферных осадков на площадке метеостанции и определение их кислотности, пробы для анализа на макройоны пересыпаются в национальную лабораторию ЕМЕР (ИГКЭ). Станция относится к классу региональных, проботборное устройство размещено на площадке метеостанции в границах поселка (население более 3000 чел.).

Средние годовые концентрации измеряемых в осадках ингредиентов представлены в таблице 4.15.2.

**Таблица 4.15.2. Средневзвешенные годовые концентрации ионов в осадках (мг/л)**

	SO <sub>4</sub> -S	NO <sub>3</sub> -N	NH <sub>4</sub> -N	Na	Mg	Ca	Cl	H	K
1999	0,43	0,15	0,21	0,26	0,04	0,22	1,05	8,80	0,80
2000	0,36	0,14	0,16	0,26	0,06	0,26	0,51	10,32	0,25
2001	0,39	0,11	0,21	0,38	0,08	0,34	0,62	8,08	0,40
2002	0,40	0,07	0,21	0,87	0,22	1,09	1,12	3,77	0,70
2003	0,46	0,09	0,17	1,11	0,09	0,28	1,38	9,72	16,35
2004	0,48	0,12	0,43	0,55	0,13	0,56	0,59	3,31	0,35
2005	0,56	0,14	0,27	0,92	0,27	1,37	0,64	3,13	0,66
2006	0,44	0,14	0,27	0,89	0,22	1,00	0,94	3,72	0,61
2007	0,49	0,17	0,35	0,91	0,28	0,59	1,68	4,03	0,81
2008	0,49	0,20	0,29	0,98	0,12	0,43	1,38	2,95	0,43
2009	0,39	0,14	0,35	0,50	0,10	0,38	0,75	3,47	0,39
2010	0,48	0,22	0,72	0,56	0,20	0,51	0,83	2,68	0,55
2011	0,59	0,21	0,55	0,88	0,20	0,84	1,37	2,73	0,53
2012	0,40	0,16	0,34	0,51	0,10	0,70	0,83	2,08	0,36
2013	0,32	0,17	0,32	0,49	0,13	0,56	0,84	1,98	0,45
2014	0,57	0,18	0,55	0,55	0,15	0,64	0,80	2,25	0,55
2015	0,38	0,24	0,43	0,51	0,15	0,72	0,82	1,16	0,47

## Станция ЕМЕП Данки

Станция ЕМЕП Данки расположена на территории Приокско-Террасного БЗ, описание станции представлено в разделе 4.4.

Средние годовые концентрации измеряемых в осадках и воздухе ингредиентов представлены в таблицах 4.15.3 и 4.15.4.

**Таблица 4.15.3.** Средневзвешенные годовые концентрации ионов в осадках (мг/л)

	SO4-S	NO3-N	NH4-N	Na	Mg	Ca	Cl	H	K
1999	0,51	0,25	0,49	0,20	0,04	0,34	0,38	9,76	0,26
2000	0,59	0,32	0,34	0,22	0,08	0,40	0,35	11,95	0,25
2001	0,48	0,30	0,37	0,23	0,03	0,24	0,35	10,21	0,24
2002	0,48	0,28	0,40	0,33	0,08	0,70	0,31	10,33	0,26
2003	0,41	0,25	0,31	0,29	0,07	0,48	0,33	9,60	0,25
2004	0,83	0,34	0,40	0,50	0,09	0,52	0,49	14,46	0,35
2005	0,50	0,21	0,29	0,42	0,14	0,78	0,27	11,81	0,30
2006	0,46	0,29	0,34	0,34	0,13	0,68	0,30	19,78	0,33
2007	0,47	0,27	0,35	0,67	0,24	0,54	1,40	14,19	0,46
2008	0,55	0,28	0,21	0,96	0,07	0,39	0,65	10,65	0,30
2009	0,50	0,27	0,33	0,21	0,05	0,36	0,27	11,62	0,15
2010	0,38	0,27	0,42	0,16	0,05	0,29	0,41	7,90	0,18
2011	0,51	0,30	0,41	0,16	0,06	0,49	0,82	10,50	0,18
2012	0,47	0,31	0,37	0,18	0,06	0,50	0,33	8,07	0,24
2013	0,38	0,25	0,27	0,16	0,07	0,54	0,30	7,77	0,20
2014	0,49	0,30	0,43	0,22	0,07	0,58	0,35	5,69	0,23
2015	0,41	0,31	0,45	0,20	0,07	0,68	0,30	2,31	0,21

**Таблица 4.15.4.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в воздухе (мкг/м<sup>3</sup>)

	S - (SO2)	S - (SO4)	N - (NO3)	N - (NH4)
2001	0,26	0,42	0,12	0,55
2002	0,20	0,43	0,17	0,49
2003	0,33	0,56	0,23	0,42
2004	0,14	0,18	0,06	0,18
2005	0,30	0,67	0,21	0,42
2006	0,24	0,51	0,24	0,33
2007	0,12	0,48	0,20	0,30
2008	-	-	-	-
2009	0,10	0,32	0,13	0,31
2010	0,15	0,39	0,21	0,34
2011	0,15	0,43	0,24	0,29
2012	0,13	0,51	0,23	0,28
2013	0,16	0,47	0,24	0,30
2014	0,18	0,51	0,22	0,30
2015	0,12	0,35	0,19	0,32

## Станция ЕМЕП Лесной

Станция ЕМЕП Лесной расположена на территории Центрально-Лесного БЗ, описание станции представлено в разделе 4.11.

Средние годовые концентрации измеряемых в осадках и воздухе ингредиентов представлены в таблицах 4.15.5 и 4.15.6.

**Таблица 4.15.5.** Средневзвешенные годовые концентрации ионов в осадках (мг/л)

	SO4-S	NO3-N	NH4-N	Na	Mg	Ca	Cl	H	K
2008	0,43	0,28	0,32	0,78	0,08	0,40	1,12	5,41	0,43
2009	0,35	0,22	0,31	0,41	0,03	0,29	0,60	5,19	0,30
2010	0,32	0,25	0,47	0,19	0,05	0,25	0,31	3,70	0,21
2011	0,41	0,26	0,36	0,15	0,04	0,35	0,29	9,00	0,12
2012	0,31	0,10	0,14	0,41	0,04	0,25	0,78	9,03	0,29
2013	0,32	0,26	0,29	0,16	0,04	0,37	0,26	8,21	0,15
2014	0,41	0,28	0,42	0,24	0,04	0,35	0,41	6,89	0,22
2015	0,34	0,28	0,44	0,34	0,06	0,51	0,43	3,20	0,23

**Таблица 4.15.6.** Средние годовые концентрации загрязняющих веществ в воздухе (мкг/м<sup>3</sup>)

	S - (SO2)	S - (SO4)	N - (NO3)	N - (NH4)
2010	0,06	0,30	0,09	0,13
2011		0,44	0,15	0,16
2012	0,09	0,32	0,12	0,13
2013	0,103	0,453	0,138	0,148
2014	0,113	0,449	0,135	0,142
2015	0,058	0,325	0,124	0,149

## **ЗАКЛЮЧЕНИЕ**

Оценка тренда фонового содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и осадках за последние 15-20 лет, включая 2015 г., на территории Беларуси и России свидетельствует о сохранении на территории указанных государств низких фоновых уровней концентраций свинца, кадмия, соединений серы и азота, бенз(а)пирена, пестицидов в природной 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 в 2000-2001 г., и прогнозируется возможное увеличение фонового загрязнения атмосферы некоторыми загрязняющими веществами.

По данным наблюдений возрастание концентрации СО<sub>2</sub> в атмосфере неуклонно продолжается: за последний десятилетний период наблюдений на российских фоновых станциях ВМО: Териберка и Тикси, которые расположены в условиях, близких к фоновым, концентрация метана возросла на 4,1 %, концентрация диоксида углерода увеличилась на 5,4%.

Практически на всех российских станциях различия среднемесячных ОСО в 2015 г. и предыдущем году находились в пределах погрешностей измерений. В последние полтора десятилетия в умеренных широтах Северного полушария четко выраженных односторонних долговременных изменений озонового слоя не происходило.

В 2015 г положительные аномалии оптической плотности атмосферы ОПА наблюдались на 3 фоновых станциях, и их величина не превышала 17% (Диксон), величина отрицательных аномалий ОПА не превысила 13,8% (Воейково). Рассматривая изменения за весь период наблюдений на станциях фонового мониторинга (1973 – 2015), можно отметить тенденцию к некоторому снижению оптической плотности атмосферы, т.е. к росту прозрачности. Однако на большинстве станций к середине первого десятилетия XXI-ого века прозрачность атмосферы вновь начала уменьшаться и, соответственно, значения ОПА стали расти и приближаться к ранее рассчитанной норме.

По сравнению с предшествующим периодом (2007 – 2014 гг.) в 2015 году не отмечалось существенных изменения градиента потенциала электрического поля атмосферы, хотя на станции Воейково отмечается некоторое снижение сезонных (кроме осеннего сезона) и годовых значений суммарных электрических проводимостей.

В 2015 г. среднегодовые фоновые концентрации тяжелых металлов и полиароматических углеводородов в атмосферных осадках сохранились на низком уровне. Содержание пестицидов в атмосферных осадках также сохранялось на крайне низком уровне прошлых лет.

Практически по всем зонам и на большей части станций в 2015 г среднегодовая сумма ионов в осадках понизилась по сравнению с уровнем 2014 года и варьировалась в интервале от 4,8 (Туруханск) до 18,2 мг/л (Шаджатмаз). В целом на ЕТР содержание сульфатов и нитратов понизилось, а гидрокарбонатов либо сохранилось неизменным, либо возросло. К 2015 г минимальная величина pH возросла до 5,6, максимальная - до 6,4,3. Выпадения сульфатной серы примерно в 1,5 раза превышает поток суммарного азота на АТР и примерно вдвое меньше выпадений суммы азота на ЕТР.

На российских станциях ЕМЕП за последнее десятилетие величины выпадений для совокупности всех станций практически не изменились. Выпадения серы лишь в районе северных станций (Пинега, Янискоски) сравнимы с критическими величинами. Выпадения азота 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.

За весь период наблюдения на всех станциях ЕАНЕТ наибольшие концентрации в составе взвешенных частиц характерны для сульфатов – около 55-60% состава атмосферных аэрозолей по массе, при этом наиболее высокие значения практически всех ионов характерны для измерений в Приморском крае. В Байкальском регионе за период наблюдений содержание

практически всех основных ионов в воздухе уменьшилось более чем вдвое. При этом наблюдаемое региональное загрязнение атмосферы (ст. Листвянка) в 5 и более раз превышает фоновые уровни загрязнения (ст. Монды). В многолетнем ходе средних концентраций серо- и азотсодержащих веществ в воздухе отмечается некоторая стабилизация среднегодовых значений на всех станциях ЕАНЕТ по сравнению с 2010-2014 гг. Уровни потоков серы и азота с осадками (без учета сухих выпадений) в Прибайкалье ниже значений критических нагрузок, предлагаемых в Европе для оценки величины выпадений. Тем не менее, для некоторых районов Приморья общие выпадения азота могут приближаться к указанным критическим значениям.

По результатам обследования в 2011-2015 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 среднемноголетних значений.

По программе МСП КМ определены межгодовые изменения жизненного состояния хвойных древостоев на территориях с минимальным возможным негативным воздействием антропогенных факторов. Эти изменения происходят синхронно и односторонне у сосны и ели, коэффициент корреляции дефолиации между древостоями сосны и ели составил 0,94, а депигментации 0,87.

Фоновое содержание ртути, свинца, кадмия, бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах большинства районов России соответствовало интервалам величин, наблюдавшихся в последние годы.

Анализ полученной гидрохимической информации для створов сети ГСН показал, что в 2015 г. вода водных объектов, не испытывающих прямых антропогенных воздействий, оценивается в подавляющем большинстве как «слабо загрязненная» или «загрязненная»; вода незначительного числа водных объектов характеризуется как «условно чистая» или как «очень загрязненная».

В 2014 и 2015 годах году не было выявлено существенных отличий уровня содержания кислотообразующих соединений и макрионов в водотоках районов станций ЕАНЕТ от результатов наблюдений в предыдущие годы. В целом уровни содержания основных ионов в речной воде в течение последних 9 лет сохраняются стабильными, со слабо выраженными тенденциями роста сульфатов и нитратов в Приморье.

В 2015 году для обзора проведен анализ по пунктам на 13 водных объектах в 5 гидрографических районах, которые наиболее соответствуют концепции фоновых участков, из общего количества пунктов наблюдения на гидробиологической сети Росгидромета. В Баренцевском, Балтийском, Карском и Восточно-Сибирском гидрографических районах на всех 9 фоновых участках выбранных водных объектов экосистемы в 2013-2015 гг. находились в стабильном состоянии. Состояние экологического благополучия характерно только для фоновых участков рек Лотта и Витте (Лапландский БЗ), все остальные объекты испытывают антропогенную нагрузку различной степени. В Тихоокеанском гидрографическом районе, при значительном сокращении фоновых участков наблюдений Дальневосточного УГМС, отмечается тенденция нарастания антропогенного воздействия на реках Малая Бира, Гилой и Уркан. Экосистема реки Ивановка существенно не изменилась, находясь в состоянии антропогенного экологического напряжения.

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.

Приведены обобщенные результаты многолетних наблюдений за фоновыми концентрациями загрязняющих веществ как на действующих (РФ, Республика Беларусь) станциях комплексного фонового мониторинга, так и на прекративших ранее работу (РФ, Казахстан, Узбекистан, Туркменистан, Кыргызстан).

## **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	- Сеть мониторинга кислотных выпадений в Восточной 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
<b>1</b>	<b>АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ОСАДКИ</b>		<b>7</b>
	1.1	Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (С.Г.Парамонов, М.И.Афанасьев, Л.В.Бурцева, Б.В.Пастухов, Е.С. Конькова, Б.А.Латышев)	7
	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, С.Г.Парамонов, В.Н. Арефьев, К.Н. Вишератин, Ф.В. Кашин, М.Д. Орозалиев, В.П. Синяков, Л.И. Сорокина)	13
	1.3	Химический состав атмосферных осадков	29
	1.3.1	Загрязняющие вещества в атмосферных осадках (С.Г.Парамонов, М.И.Афанасьев, Л.В.Бурцева, Б.В.Пастухов, Е.С. Конькова, Б.А.Латышев)	29
	1.3.2	Фоновый уровень ионного состава атмосферных осадков (Свистов П.Ф., Павлова М.Т., Першина Н.А., Полищук А.И., Семенец Е.С.)	31
	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.Нецветаева).	36
	1.5	Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ. (А.Г.Рябошапко, И.М.Брускина)	40
<b>2.</b>	<b>ПОЧВА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ</b>		<b>44</b>
	2.1	Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности биосферных заповедников по данным сети станций комплексного фонового мониторинга (Т.А.Парамонова, С.Г.Парамонов, Л.В.Бурцева, М.А.Афанасьев, Б.В. Пастухов, Е.А. Позднякова)	44
	2.2	Содержание загрязняющих веществ в почвах по результатам наблюдательной сети Росгидромета (Л.В. Сатаева, Г.Е.Подвязникова)	50
	2.3	Оценка состояния древостоев севера Европейской территории России в рамках МСП КМ (Е.А. Позднякова, А.А. Волков, Г.Л. Волкова, А.Е. Кухта.)	54
<b>3.</b>	<b>ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ</b>		<b>60</b>
	3.1	Фоновые уровни загрязняющих веществ по данным сети СКФМ (М.И.Афанасьев, Л.В.Бурцева, С.Г.Парамонов)	60
	3.2	Данные станций гидрохимических наблюдений (Минина Л.И., Лобченко Е.Е., Ничипорова И.П., Емельянова В.П., Лямперт Н.А., Первышева О.А., Лавренко Н.Ю., Чернова Т.В., Листопадова Н.Н.)	61
	3.3	Содержание основных кислотообразующих веществ в поверхностных водах на станциях мониторинга ЕАНЕТ (С.А. Громов, Е.С. Конькова, Е.Н. Мачаева, Л.М. Сороковикова, И.В. Томберг, Т.В. Ходжер)	82
	3.4	Фоновое состояние пресноводных экосистем по гидробиологическим показателям (Д.В. Малашенков, Ю.А. Буйволов)	88
<b>4</b>	<b>МНОГОЛЕТНЕЕ СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД НА СТАНЦИЯХ СКФМ СНГ (Ю.А.Буйволов, С.Г.Парамонов, В.Ю.Вертянкина, С.А. Громов, Е.С. Конькова, А.М.Трифонова-Яковлева, Б.В.Пастухов, А.В.Срыбный)</b>		<b>96</b>
<b>ЗАКЛЮЧЕНИЕ (С.Г.Парамонов)</b>			<b>172</b>
<b>Список сокращений</b>			<b>174</b>

Отпечатано в типографии ООО «Принт»  
426035, г. Ижевск, ул. Тимирязева, 5.