

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ФБГУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН»

ОБЗОР

**фонового состояния
окружающей природной среды
на территории стран СНГ за 2013-2014 гг.**

Под редакцией
профессора
Г.М. Черногаевой

2015

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

ОБЗОР
ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
НА ТЕРРИТОРИИ СТРАН СНГ ЗА 2013-2014 гг.

Под редакцией
профессора Г.М. Черногаевой

В Обзоре представлены обобщенные результаты фонового мониторинга состояния природной среды на территории стран СНГ за 2013 – 2014 гг. Обзор содержит данные об уровне и тенденциях многолетних изменений содержания загрязняющих веществ в атмосфере и атмосферных выпадениях, в почве, растительности и поверхностных водах в фоновых районах, а также результаты экологической оценки состояния сухопутных и водных экосистем.

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

© - Росгидромет, 2015 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, Москва, 2015 г.

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

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

В представлении данных наблюдений и подготовке материалов к выпуску "Обзора фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2013-2014 гг." приняли участие:

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

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

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

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

Авторы разделов текста Обзора представлены в оглавлении.

ВВЕДЕНИЕ

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

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

Всего на территории СССР было создано 15 станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ), преимущественно на территориях государственных природных биосферных заповедников (БЗ): Березинский БЗ (Белоруссия), Боровое (Казахстан, ныне в границах национального парка «Барубай»), Чаткальский БЗ, Сары-Челекский БЗ, Ледник Абрамова (Узбекистан), Репетекский БЗ (Туркмения), Прейла (Литва), Кавказский БЗ, Приокско-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 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 право-

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

- ведение систематических наблюдений на СКФМ по стандартизированной программе КФМ, совмещающей измерение концентраций глобальных загрязняющих веществ в различных природных средах, проведение метеонаблюдений и иных сопутствующих измерений;
- соблюдение единой методологии измерения содержания загрязняющих веществ, включающей унифицированные методы отбора и химического анализа природных объектов на содержание загрязняющих веществ, комплекс пробоотборной аппаратуры и систему регулярного контроля качества данных со стороны научно-исследовательского центра;
- использование химических, геофизических и биологических методов при исследовании и мониторинге экосистем.

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

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

Настоящий информационный сборник продолжает тридцатилетнюю серию ежегодных публикаций о состоянии фоновых загрязнений на территориях, расположенных на значительном удалении от крупных урбанизированных и промышленных центров в границах бывшего СССР. По состоянию на 2014 год в России продолжают функционировать 5 специализированных станции национальной сети КФМ Росгидромета, расположенные в Приокско-Тerrasном, Воронежском, Астраханском, Алтайском и Кавказском БЗ. Продолжаются наблюдения на СКФМ в Березинском БЗ (Республика Беларусь). Данные этих станций составляют информационную основу фоновых мониторинга на территории России и стран СНГ.

Помимо данных СКФМ в Обзоре фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2013- 2014 годы использованы данные, получаемые на сети станций трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ (ЕМЕП), станциях мониторинга кислотных выпадений в Юго-Восточной Азии (ЕАНЕТ) и сети специализированных станций глобальной службы атмосферы Всемирной метеорологической организации (ГСА). Многие станции, осуществляющие фоновые наблюдения за состоянием природных сред, расположены на ООПТ федерального значения и/или их охранных зонах, из них некоторые ООПТ имеют международный статус Объектов Всемирного природного наследия ЮНЕСКО (ОВПН). Состав сети фонового мониторинга Российской Федерации в 2014 году приведен в таблице 1. На рис 1.1.1 показано размещение станций, осуществляющих фоновый мониторинг в России и странах СНГ. В настоящем Обзоре также представлены данные экспедиционных исследований, проводимых в рамках выполнения работ по расширению сети СКФМ.

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

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

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

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

Табл. 1. Состав сети фонового мониторинга Российской Федерации и стран СНГ в 2014 году

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

1. АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ОСАДКИ

Оценка фоновое загрязнение атмосферного воздуха и осадков выполнена по данным сети станций СКФМ, 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 атмосфере за месяц, сезон и год рассчитывались как среднегеометрические, в осадках - средневзвешенные.

1.1. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Оценка фоновое загрязнение атмосферного воздуха и осадков выполнена по данным сети станций комплексного фоновое мониторинга (СКФМ) и специализированных станций Глобальной службы атмосферы (ГСА ВМО). В 2013-2014 гг. наблюдения за фоновым загрязнением атмосферного воздуха проводились на четырех СКФМ, обеспечивая необходимый объем информации только для характеристики регионального фоновое загрязнение атмосферы в Центральных районах Европейской территории России (ЕТР).

Анализ состояния подготовлен с использованием осредненных значений концентраций измеряемых на СКФМ веществ в воздухе за месяцы, сезоны и год, рассчитанных из рядов годового цикла наблюдений с октября 2012 г. по сентябрь 2014 г.

Тяжелые металлы

Среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 2,1 – 5,6 нг/м³. Значимых изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий по сравнению с предыдущим годом не произошло (рис. 1.1.2). Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР оставалась на уровне, наблюдавшемся в последние годы – 0,08 - 0,8 нг/м³.

Сезонные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе не имели ярко выраженного характера, однако уровни отопительного периода превышали летний (рис. 1.1.4). Максимальные среднесуточные концентрации были существенно больше среднегодовых – более 60 (Приокско-Террасный БЗ) и 13 (Приокско-Террасный, Астраханский и Кавказский БЗ) нг/м³ для свинца и кадмия соответственно.

Фоновое содержание ртути в атмосферном воздухе в центральном районе ЕТР остается стабильно низким: в 2013 г. среднегодовая концентрация составила 3,34 нг/м³, а в 2014 - 3,63 нг/м³ (табл. 1.1.1).

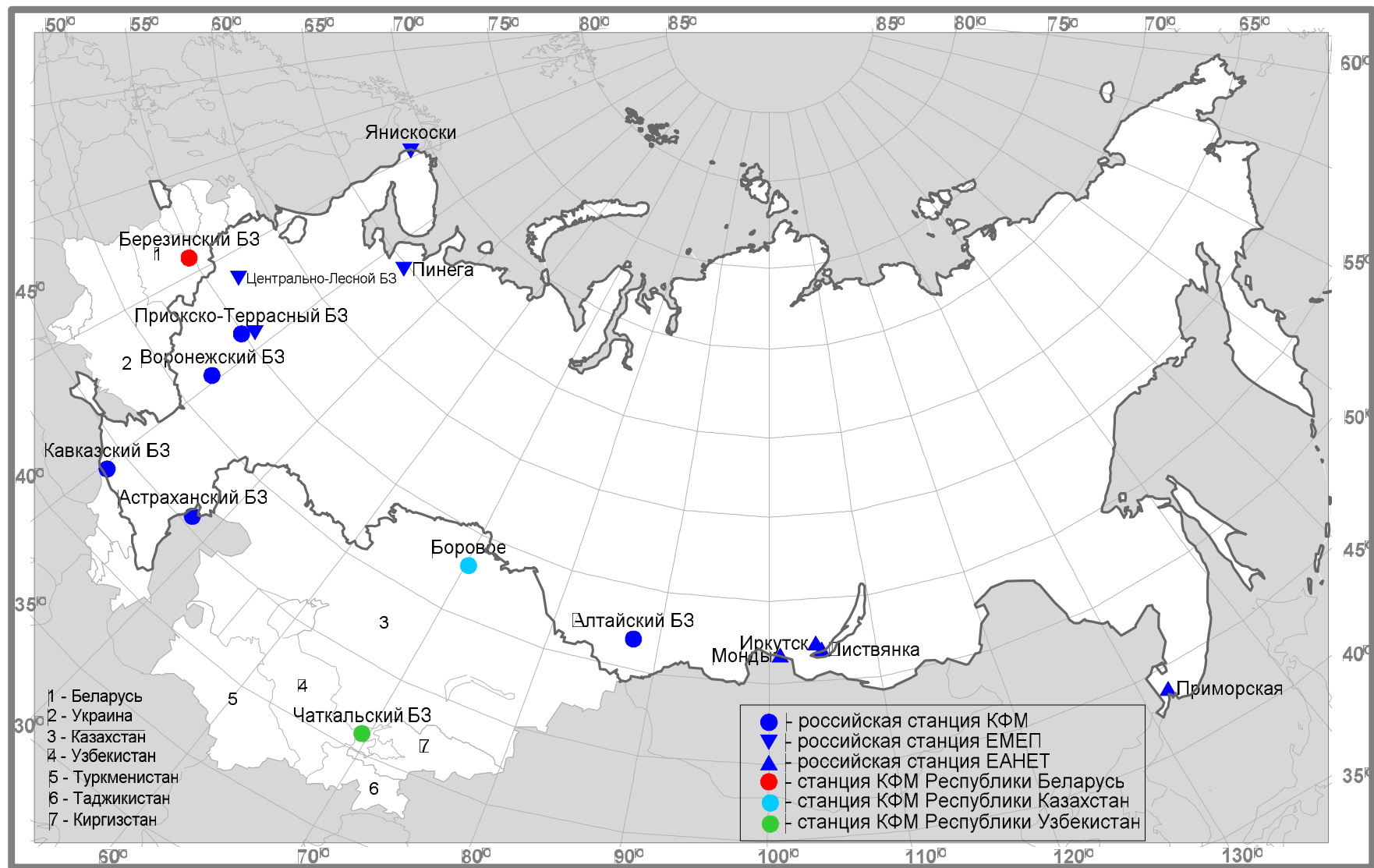


Рис. 1.1.1. Расположение станций мониторинга природной среды в СНГ.

Хлорорганические пестициды

В 2013-2014 гг. на ЕТР среднегодовые значения фоновых концентраций сумм изомеров ГХЦГ и ДДТ в воздухе оставались низкими, на уровне, близком к пределу обнаружения аналитическими методами (как и прошлые годы от 30 до 50 % проб ниже предела измерения). В целом, содержание пестицидов в воздухе по данным измерений в 2013-2014 гг. находилось в пределах колебаний уровня их концентраций за последние 10 лет.

Взвешенные частицы

В 2013-2014 г. среднегодовые концентрации взвешенных частиц в воздухе на ЕТР изменялись в пределах 4-34 мкг/м³, что на уровне значений последних 10 лет (рис. 1.1.2). Эпизодические повышенные концентрации взвешенных частиц наблюдались в теплый период года: среднесуточные концентрации превышали - 200 мкг/м³ (Приокско-Тerrasный и Астраханский БЗ) (табл. 1.1.1). Сезонные изменения содержания взвешенных частиц в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в летний период (рис. 1.1.4), что свидетельствует о природном происхождении отбираемых на СКФМ пробах пыли.

Диоксид серы

В 2013-2014 гг. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на равнинных станциях ЕТР оставались на низком уровне – около 0,5-0,75 мкг/м³ (рис. 1.1.3). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы, увеличиваясь в отдельные сутки до 28 мкг/м³ (табл. 1.1.1). В долгосрочной динамике можно отметить стабилизацию уровней концентраций года после отмечавшегося их уменьшения в течение 10 предыдущих лет. Обращает на себя внимание стабильное увеличение концентраций диоксида серы на СКФМ в Кавказском БЗ в 2013 году, вероятно, связанное со строительством олимпийских объектов в г.Сочи. Сезонные изменения содержания диоксида серы имеют ярко выраженный максимум в холодный период (рис. 1.1.4), что связано с отопительным сезоном.

Диоксид азота

В 2013-2014 гг. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на европейской территории оставались на уровне прошлых лет, изменяясь от 1 до 6,5 мкг/м³ (рис. 1.1.3). Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный период в центре ЕТР повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций, достигающих 28,5 мкг/м³ (Приокско-Тerrasный БЗ) (табл. 1.1.1).

Сульфаты

В 2013-2014 гг. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕТР составляли 1,2-3,3 мкг/м³, при этом значения меньше 5 мкг/м³ были зарегистрированы в 95% измерений. В южных районах ЕТР среднегодовые концентрации составляли около 7,9 мкг/м³ (рис. 1.1.3). В целом, отно-

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

Табл. 1.1.1. Результаты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на станциях комплексного фоновом мониторинга в 2014 г.

Загрязняющие вещества	Статистики	ПТБЗ	Воронежский БЗ	Астраханский БЗ	Кавказский БЗ
Pb нг/м ³	макс	63,00	31,86	20,90	20,00
	мин	0,17	1,20	0,10	0,38
	ср.арифм.	9,62	4,88	3,44	4,88
	ср.геом.	6,26	4,06	2,68	3,51
Cd нг/м ³	макс	1,000	0,566	5,00	0,290
	мин	0,020	0,040	0,05	0,003
	ср.арифм.	0,208	0,166	1,14	0,102
	ср.геом.	0,159	0,137	0,80	0,078
Hg нг/м ³	макс	18,00			
	мин	0,69			
	ср.арифм.	4,69			
	ср.геом.	3,63			
SO2 мкг/м ³	макс	7,30	1,82	13,10	0,380
	мин	0,05	0,00	0,01	0,010
	ср.арифм.	0,78	0,39	1,08	0,061
	ср.геом.	0,42	0,30	0,22	0,051
NO2 мкг/м ³	макс	24,10	7,99	9,08	
	мин	0,05	0,01	0,05	
	ср.арифм.	5,62	3,29	1,44	
	ср.геом.	3,01	2,61	1,11	
SO4 мкг/м ³	макс	8,87		16,00	
	мин	0,01		0,10	
	ср.арифм.	2,12		3,87	
	ср.геом.	1,50		2,70	
Взвешенные частицы мкг/м ³	макс	209,0	37,0	235,0	81,0
	мин	1,0	8,0	2,5	1,4
	ср.арифм.	39,8	20,7	43,5	22,1
	ср.геом.	27,3	19,5	33,7	18,3
H2S мкг/м ³	макс			0,93	
	мин			0,01	
	ср.арифм.			0,12	
	ср.геом.			0,09	
BP нг/м ³	макс	0,0813	0,0617	0,0061	0,0494
	мин	0,0019	0,0007	0,0005	0,0008
	ср.арифм.	0,0145	0,0088	0,0018	0,0051
	ср.геом.	0,0111	0,0054	0,0015	0,0032
BPL нг/м ³	макс	1,1172	0,0960	0,0057	0,0563
	мин	0,0031	0,0011	0,0008	0,0009
	ср.арифм.	0,0156	0,0089	0,0021	0,0055
	ср.геом.	0,0117	0,0050	0,0018	0,0031

Полиароматические углеводороды

Как и в предыдущие годы, в 2013-2014 г. содержание бенз(а)пирена и бензперилена в атмосфере фоновых районов ЕТР в среднем не превышало 0,02 нг/м³ (рис. 1.1.2, табл. 1.1.1). Сезонный ход по-

добен другим продуктам сгорания топлива – диоксидам серы и азота - с летним минимумом и зимним максимумом.

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

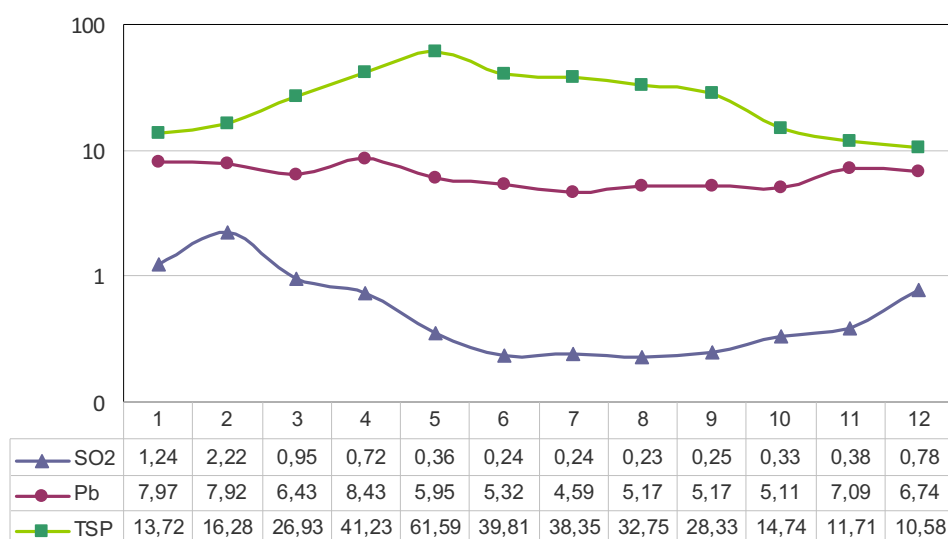


Рис. 1.1.4. Сезонный ход загрязняющих веществ в Приокско-Тerrasном БЗ, осредненный за 2003-2014 гг. (свинец - нг/м^3 , диоксид азота и взвешенные частицы - мкг/м^3).

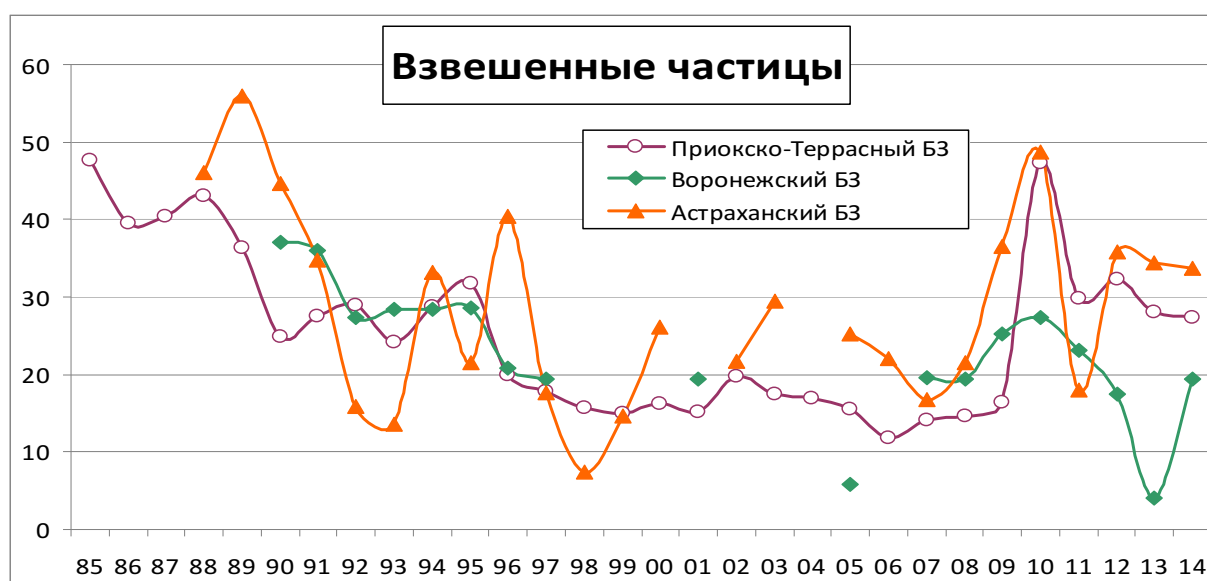
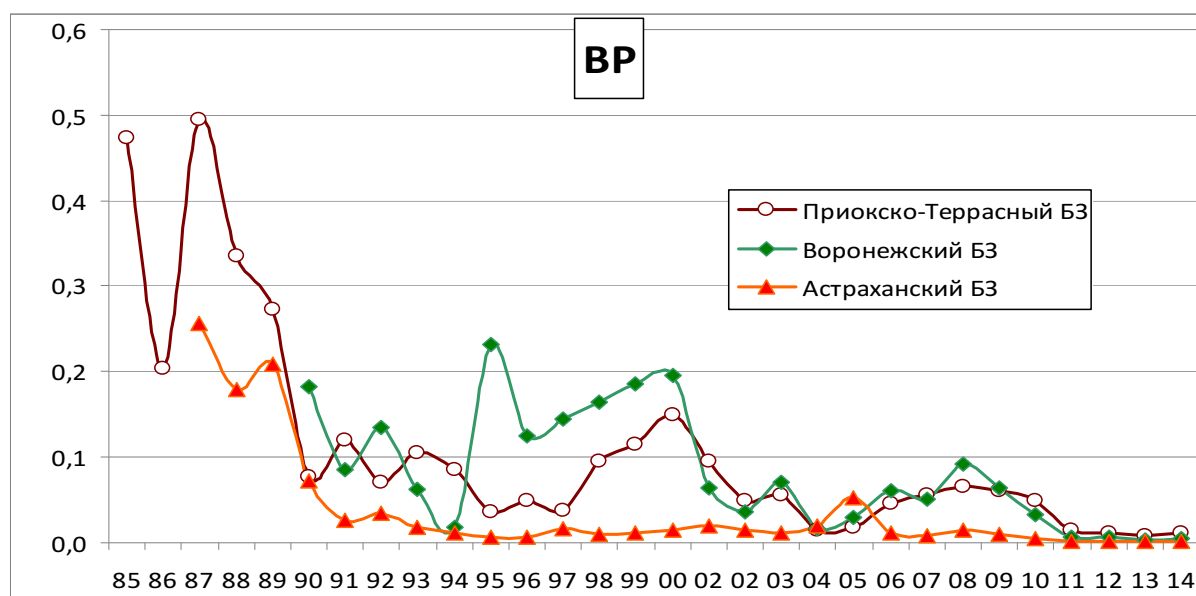
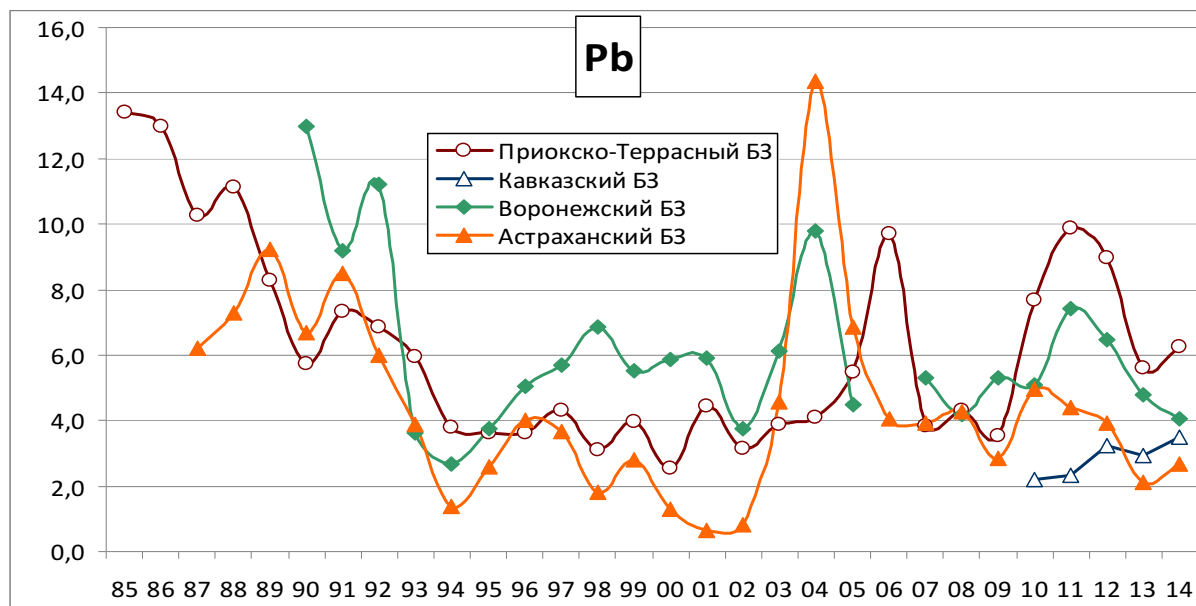


Рис.1.1.2. Изменение фонового содержания свинца ($\text{мкг}/\text{м}^3$), 3,4-бензпирена ($\text{нг}/\text{м}^3$) и взвешенных частиц ($\text{мкг}/\text{м}^3$) в атмосферном воздухе фоновых районов.

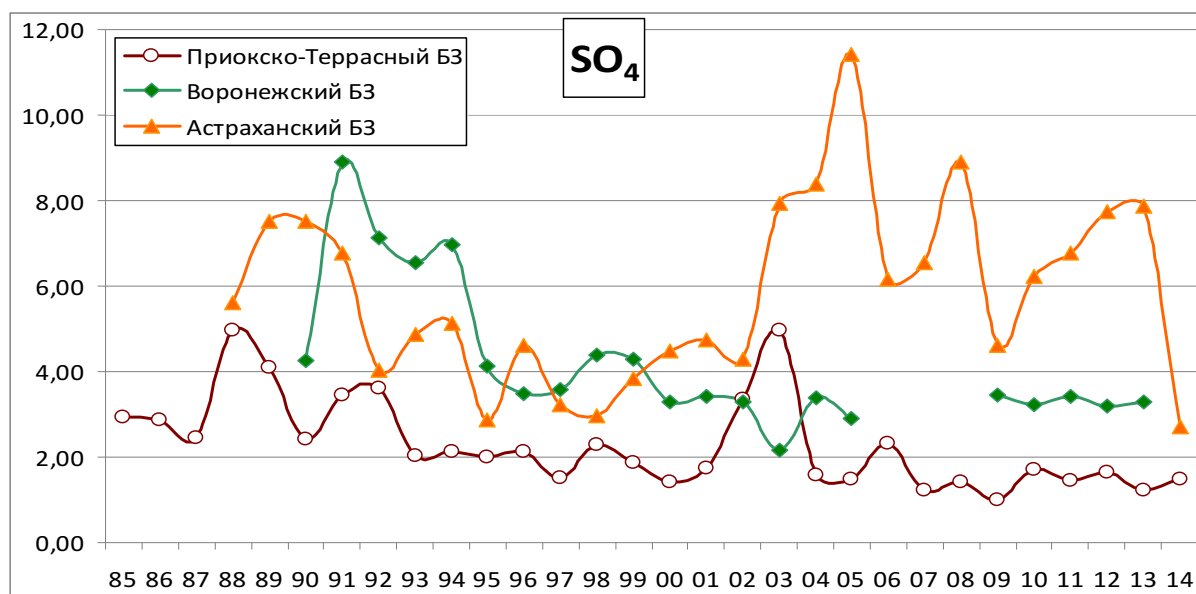
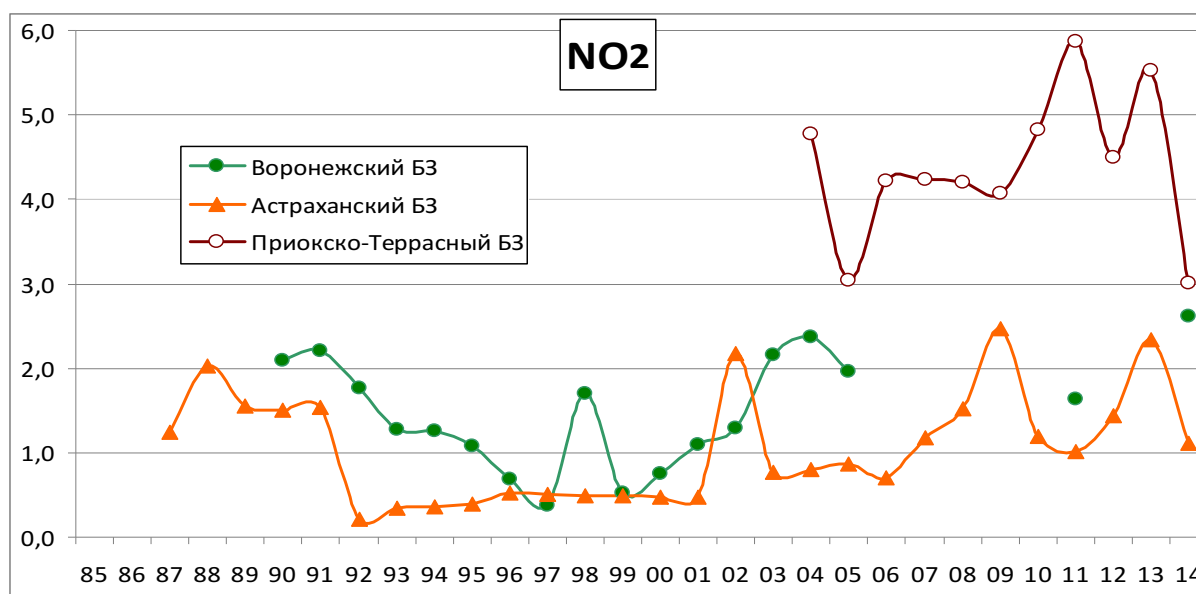
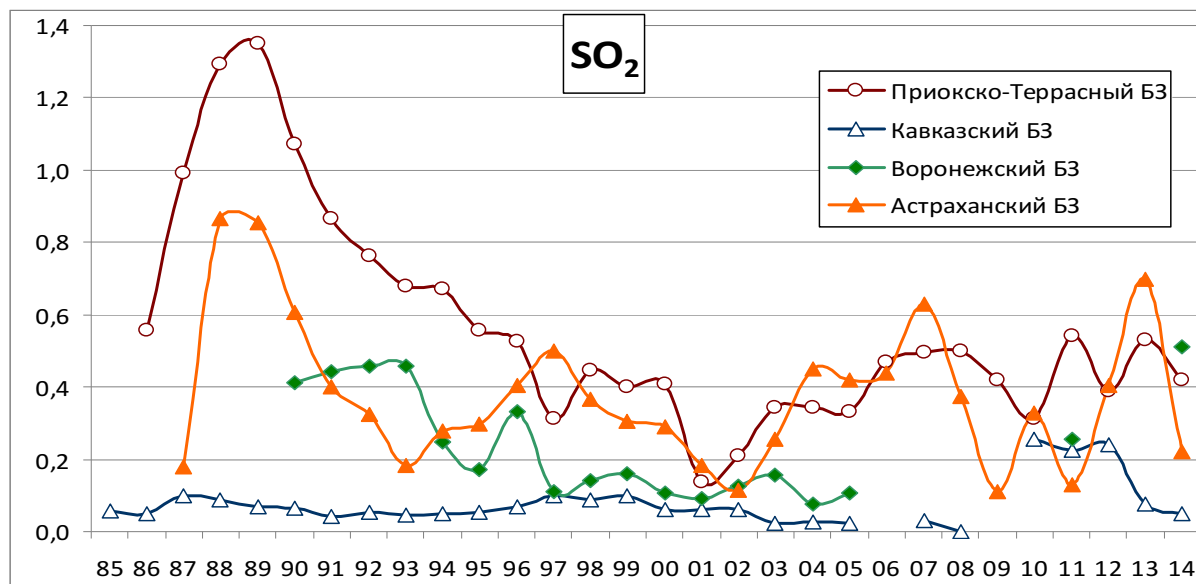


Рис. 1.1.3. Изменение фоновое содержания диоксида серы, диоксида азота и сульфатов в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м³).

1.2. Физические и химические характеристики атмосферы

1.2.1. Углекислый газ и метан

Анализ изменения содержания концентрации парниковых газов в приземном слое атмосферы выполнен на основе результатов измерений на четырех станциях наблюдений за содержанием парниковых газов. Характеристики станций приведены в таблице 1.2.1.1. Станция Териберка (Кольский полуостров, побережье Баренцева моря) и станция Тикси (Арктическое побережье, море Лаптевых, залив Сого) расположены в условиях, близких к фоновым. Станция Новый Порт (полуостров Ямал, берег Обской губы) и Воейково (пригород Санкт-Петербурга) находятся в районах крупномасштабных антропогенных источников парниковых газов. Для сравнения использованы данные станции Барроу, расположенной в том же широтном поясе (71,32° с.ш., 156,6° з.д.). В Мировой центр данных ВМО по парниковым газам (WDCGG) данные этой станции представляет Национальная Администрация по Океану и Атмосфере США (NOAA ESRL GMD). Данные станций Териберка и Тикси представляются в мировой центр данных (МЦД) по парниковым газам (WDCGG) в Японию 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 (м) над у.м.	Период наблюдений	Программа наблюдений
Териберка	69°12' с.ш.	+35°06' в.д.	40	с 1988	CO ₂ , CH ₄ с 1996 г.
Новый порт	67°41' с.ш.	72° 53' в.д.	11	с 2002	CO ₂ , CH ₄
Воейково	59° 57' с.ш.	30° 42' в.д.	72	с 1996	CH ₄
Тикси	71°35' с.ш.	128°55' в.д.	15	с 2011	CO ₂ , CH ₄

Результаты измерений парниковых газов на двух фоновых станциях (Териберка и Тикси) за последние 11 лет представлены в таблице 1.2.1.2.

Как следует из представленных данных, возрастание концентрации CO₂ в атмосфере неуклонно продолжается. В 2014 г. среднегодовое значение концентрации CO₂ на всех станциях превысило 400 млн⁻¹. Характеристики долговременной изменчивости, оцененные по данным станции Териберка, имеющей самый длинный ряд наблюдений (более 25 лет), остались неизменными. За последний десятилетний период концентрация CO₂ увеличилась на 5,6% (21 млн⁻¹). Среднегодовые значения концентрации CO₂ для станций Териберка и Тикси в период совместных наблюдений близки. Климатические различия сказываются на особенностях сезонного хода, в частности, времени начала спада и роста концентрации, связанного с деятельностью растительности, как стока CO₂.

Таблица 1.2.1.2. Среднегодовые значения и межгодовой рост (Δ) концентрации CH_4 и CO_2

Год	Териберка				Тикси			
	CH_4 , млрд ⁻¹	ΔCH_4 , млрд ⁻¹	CO_2 , млн ⁻¹	ΔCO_2 , млн ⁻¹	CH_4 , млрд ⁻¹	ΔCH_4 , млрд ⁻¹	CO_2 , млн ⁻¹	ΔCO_2 , млн ⁻¹
2004	1871,7	-7,5	379,2	1,5				
2005	1870,7	-1,0	381,6	2,4				
2006	1871,3	0,5	384,8	3,1				
2007	1877,3	6,0	385,0	0,3				
2008	1894,9	17,6	388,1	3,1				
2009	1905,0	10,1	390,1	2,1				
2010	1906,1	1,1	392,3	2,1				
2011	1906,8	0,8	394,1	1,8	1913,2		394,2	
2012	1910,8	4,0	396,4	2,4	1910,2	-3,0	396,0	1,8
2013	1908,4	-2,4	398,6	2,2	1915,7	5,5	399,1	3,0
2014	1914,1	5,7	400,4	1,7	1931,4	15,7	400,6	1,5

Концентрация CH_4 за десятилетний период изменилась на 2,3% (42 млрд⁻¹). С 2009 г. в северных широтах РФ наблюдался период по стабилизации концентрации метана. До 2014 г. среднегодовые значения концентрации CH_4 на станции Териберка изменялись в пределах 1905–1911 млрд⁻¹, а на станции Тикси - от 1910 млрд⁻¹ до 1916 млрд⁻¹ при отсутствии устойчивой тенденции роста. 2014 г. характеризуется отчетливо проявившимся ростом концентрации метана, особенно ярко выраженным на станции Тикси, для которой среднегодовое значение возросло на 15,7 млрд⁻¹ по сравнению с 2013 г. На станции Тикси в 2013 г. и 2014 г. зафиксированы более высокие значения концентрации метана по сравнению с данными станции Териберка (табл. 1.2.1.2), что может быть результатом повышенной региональной эмиссии метана.

Изменения концентрации парниковых газов для рассматриваемых станций от года к году показано на рис. 1.2.1.1 и 1.2.1.2 в сравнении с данными станции Барроу. Можно отметить согласованность основных особенностей межгодовых изменений концентрации парниковых газов для Российских и зарубежных станций. Возрастание концентрации метана, зарегистрированное на станции Тикси в 2014 г., сравнимо по величине с двумя аномалиями, наблюдавшимися в 2003 г. и 2008 г.

По результатам обобщения данных наблюдений в рамках Глобальной Службы Атмосферы (GAW) ВМО увеличение концентрации метана наблюдается в глобальном масштабе с 2007 г. со скоростью, близкой к 5 млрд⁻¹/год. В бюллетене ВМО по парниковым газам № 9 (ноябрь 2013 г.) приведены оценки, показывающие, что вклад в указанное увеличение концентрации метана вносит эмиссия метана в тропической зоне и средних широтах Северного полушария. При этом изменение эмиссии в Арктических широтах не было обнаружено. Оценки, представленные в бюллетене ВМО № 9, выполнены на основе результатов наземной сети наблюдений за концентрацией парниковых газов и спутниковых данных с использованием соответствующего моделирования.

Представленные результаты измерений в 2014 г., предполагают возможную связь потепления климата и увеличения эмиссии метана в зоне вечной мерзлоты за счет высвобождением метана из крупных северных резервуаров углерода.

На рисунках 1.2.1.3 и 1.2.1.4 представлены среднемесячные значения концентрации CO_2 и CH_4 для станции Тикси в 2013 г. и 2014 г. в сравнении с данными станции Барроу. Видно, что изменение содержания углекислого газа в атмосфере в большей степени проявляется в зимний и весенний периоды. Одним из основных факторов наблюдаемой изменчивости является снижение интенсивности процессов перемешивания в холодное время года. Сезонный ход концентрации CO_2 на станции Тикси близок к данным станции Барроу. Вместе с тем, превышение концентрации CO_2 по отношению к данным станции Барроу наблюдается как для станции Тикси, так и для станции Териберка и составляет в среднем за период наблюдений 0,3% и 0,1% соответственно.

Сезонный ход концентрации метана на станции Тикси (рис.1.2.1.4) ярко демонстрирует возрастание концентрации в 2014 г. по сравнению с 2013 г., начиная с июня месяца. Максимальное увеличение CH_4 было зафиксировано в июле 2014 г. и составило 50 млрд⁻¹. Данные станции Териберка (рис. 1.2.1.5) также регистрируют увеличение содержания метана в атмосфере, однако возрастание среднемесячных значений находится в пределах 10 – 20 млрд⁻¹ и наблюдается в осенние и зимние месяцы.

Зафиксированные особенности изменения концентрации метана в 2014 г. на станции Тикси согласуются с представлением о возможном высвобождении метана при деградации вечной мерзлоты.

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 на месторождениях природного газа и нефти в Западной Сибири, которые приводят к существенному превышению концентрации метана над фоновым уровнем, а также к повышенному относительно фоновых значений содержанию CO_2 .

Для контроля изменений эмиссии метана в районе Санкт-Петербурга с 1996 г. проводятся наблюдения за содержанием CH_4 в воздухе в окрестностях Санкт-Петербурга на станции Воейково (12 км восточнее административной границы города), а также с 2000 г. непосредственно в Санкт-Петербурге.

Влияние источников парниковых газов, действующих в районах расположения станций, рассматривается на основе определения превышения концентрации над фоновым уровнем, в качестве которого используются данные станции Териберка. Среднегодовые значения превышения концентрации парниковых газов показаны на рис. 1.2.1.6 и приведены в таблице 1.2.1.3.

Как видно из представленных данных, превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем в 2014 г. близко к средним многолетним значениям.

Таблица 1.2.1.3. Превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем

	Превышение концентрации CH_4				Превышение концентрации CO_2			
	млрд ⁻¹	%	млрд ⁻¹	%	млн ⁻¹	%	млн ⁻¹	%
	Новый порт				Новый порт			
Период осреднения	2004-2014		2014		2004-2014		2014	
год	76,6	4,1	57,0	3,0	4,7	1,2	3,1	0,4
	Воейково							
Период осреднения	1996-2014		2014					
	77,2	4,1	90,8	4,7				
	Санкт-Петербург							
Период осреднения	2000-2014		2014					
	164,1	8,7	153,0	8,0				

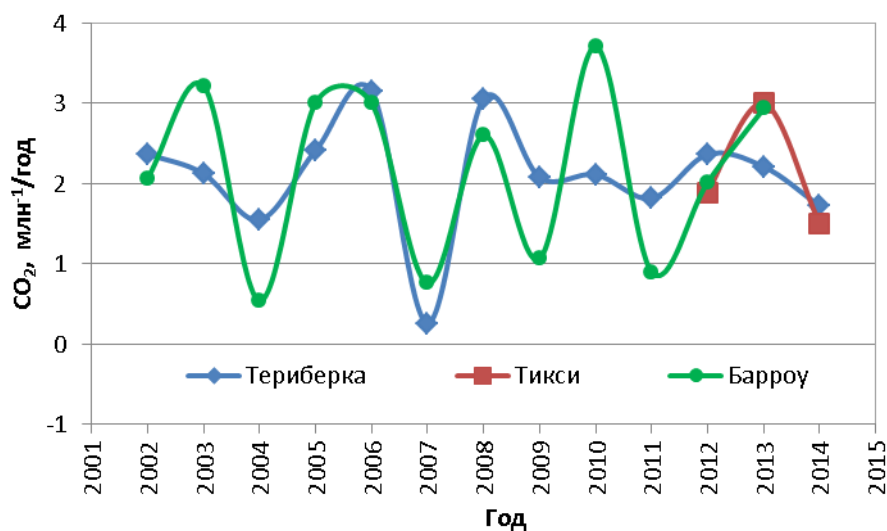


Рис. 1.2.1.1. Межгодовые изменения концентрации CO_2

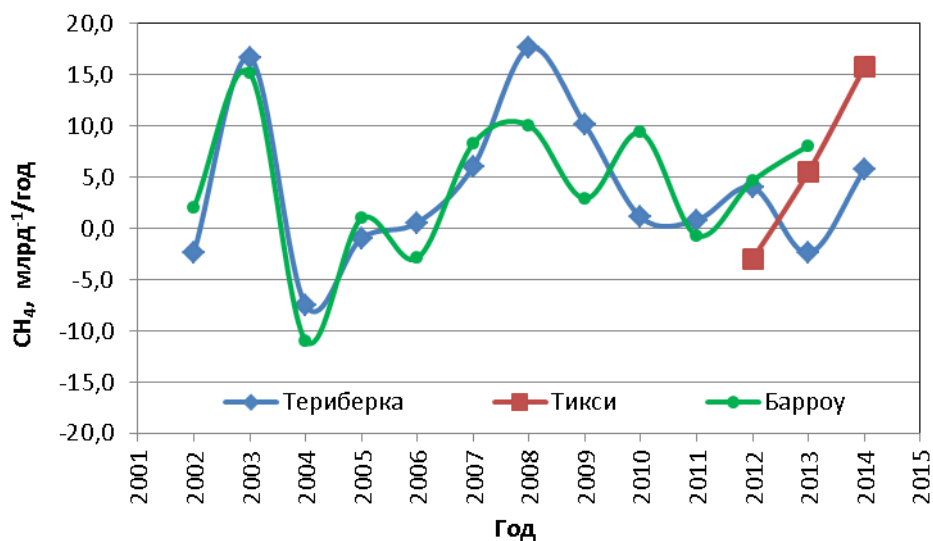


Рис. 1.2.1.2. Межгодовые изменения концентрации CH_4

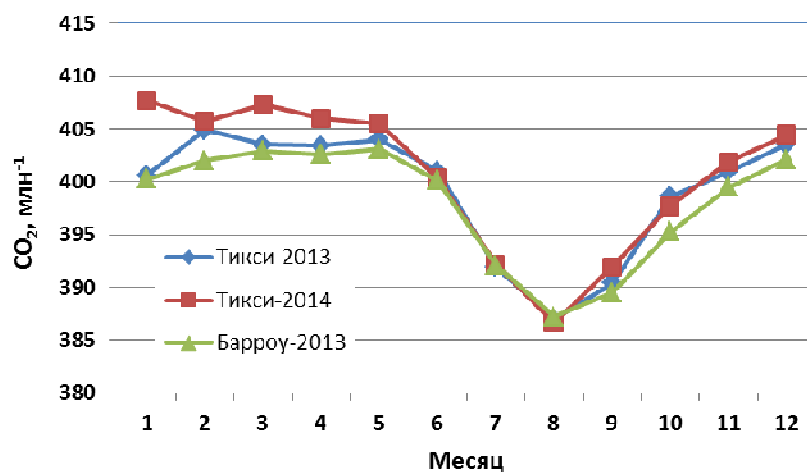


Рис. 1.2.1.3. Сезонный ход концентрации CO₂ для станции Тикси и Барроу

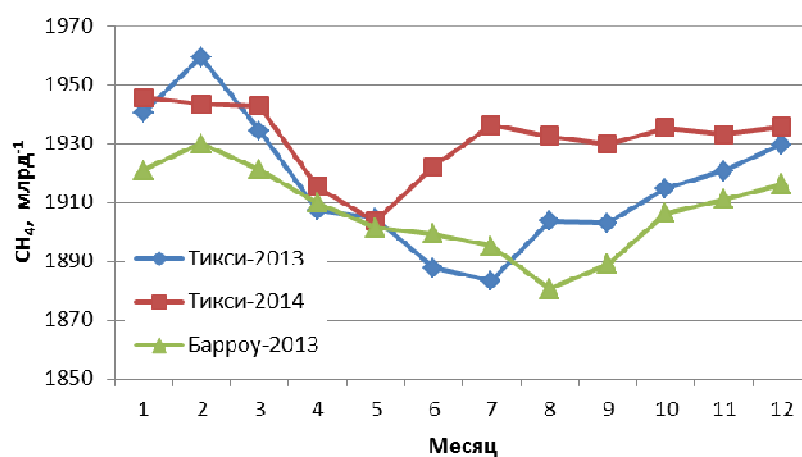


Рис. 1.2.1.4. Сезонный ход концентрации CH₄ для станции Тикси и Барроу

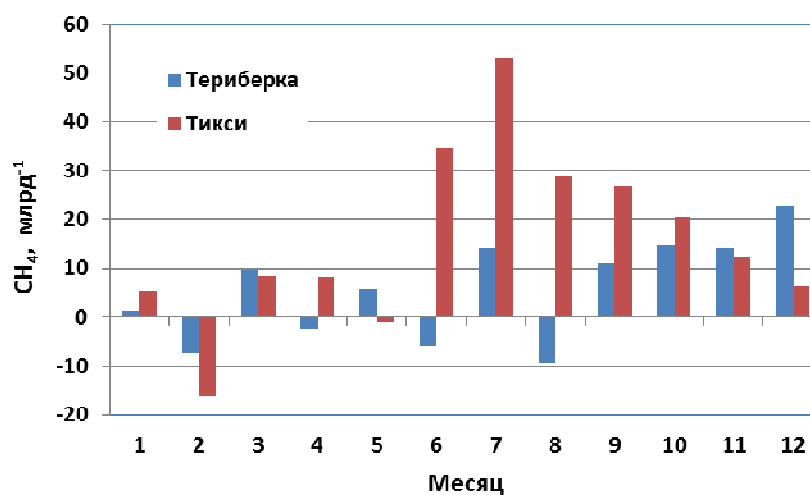


Рис. 1.2.1.5. Изменение среднемесячных значений концентрации метана 2013-2014 гг. для станций Тикси и Териберка

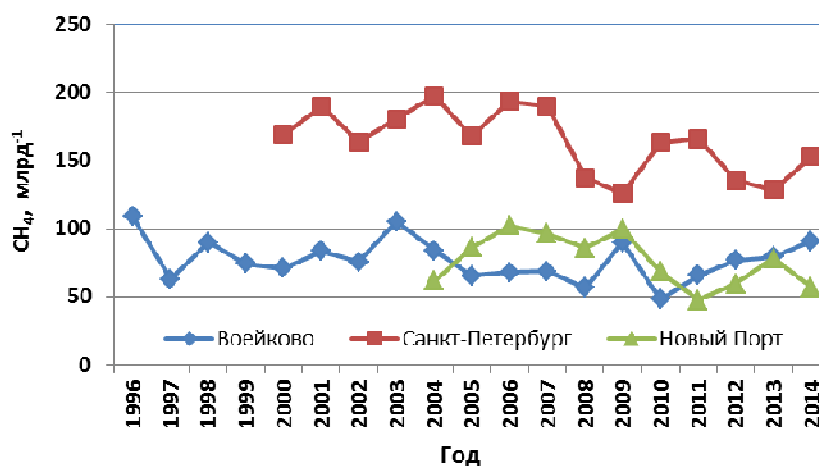


Рис. 1.2.1.6. Среднегодовое превышение концентрации CH_4 над фоновым уровнем

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

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

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

Среднемесячные концентрации ПГ по результатам наблюдений за 2011-2014 гг. приведены в табл.

1.2.1.4.

Изменения среднегодовых концентраций метана и CO₂ за период 2007-2014 гг. представлены на рис.

1.2.1.7.

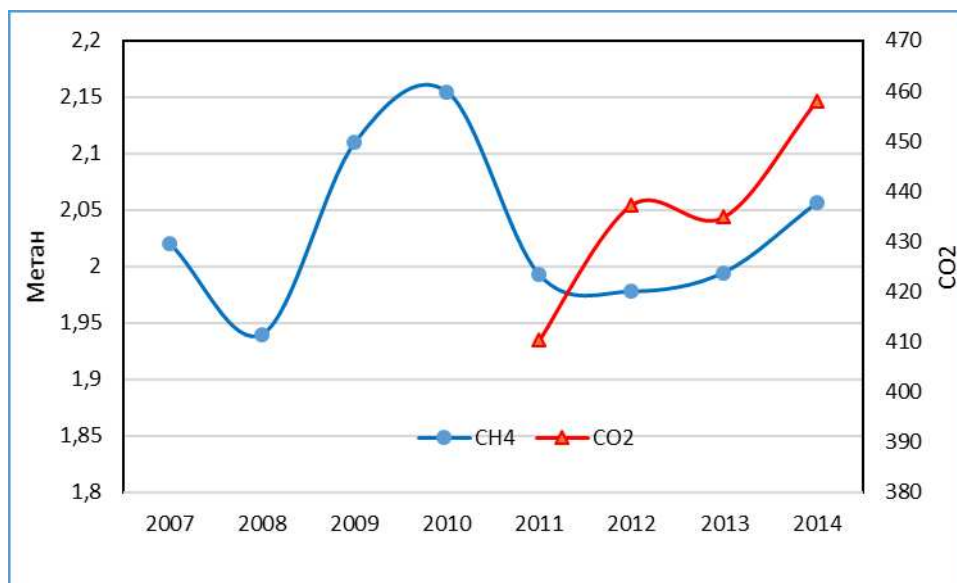


Рис 1.2.1.7. Среднегодовые концентрации метана и CO за период 2007-2014 гг. на СКФМ «Приокско-Тerrasный БЗ».

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

Месяц года	2011 год.		2012 год.		2013 год.		2014 год.	
	Концентрация, млн ⁻¹ (ppm)		Концентрации, млн ⁻¹ (ppm)		Концентрации, млн ⁻¹ (ppm)		Концентрации, млн ⁻¹ (ppm)	
	Метан	Диоксид углерода	Метан	Диоксид углерода	Метан	Диоксид углерода	Метан	Диоксид углерода
Январь	2,1443±0,019	421,2±3,4	2,0301±0,010	477,5±1,5	2,0410±0,010	467,2±0,8	2,1403±0,41	468,5±0,1
Февраль	2,1226±0,017	426,4±3,4	2,1065±0,011	466,7±1,2	2,0180±0,006	463,6±0,9	2,0345±0,28	468,9±0,36
Март	2,1342±0,017	404,7±2,8	2,0377±0,005	454,1±1,8	1,9270±0,008	431,7±0,9	1,9835±0,6	454,5±0,4
Апрель	2,1348±0,015	416,6±2,5	1,9372±0,012	415,7±1,3	1,9504±0,007	456,2±1,6	1,9804±0,2	490,3±0,3
Май	2,0689±0,012	398,8±2,4	1,9256±0,008	392,6±1,6	1,9290±0,005	372,6±0,4	2,0530±0,38	445,6±0,26
Июнь	1,8970±0,013	397,8±2,7	1,8865±0,004	388,6±1,7	1,9021±0,009	388,5±1,2	1,9092±0,34	408,6±0,38
Июль	1,8954±0,012	385,4±3,1	1,8840±0,006	399,2±1,1	2,0678±0,007	411,6±0,9	1,9154±0,5	401,9±0,5
Август	1,9256±0,013	368,2±2,0	2,0470±0,008	405,9±1,3	2,2011±0,005	433,2±1,1	1,9383±0,25	454,8±0,25
Сентябрь	1,8270±0,014	380,9±2,9	1,8903±0,007	436,6±1,1	1,9730±0,003	423,4±0,5	1,9268±0,4	457,2±0,2
Октябрь	1,8543±0,011	398,9±2,0	1,9904±0,008	462,3±1,4	1,9650±0,006	457,0±1,5	1,9836±0,3	4917±0,3
Ноябрь	1,9009±0,012	427,3±2,6	2,0035±0,006	479,5±1,4	1,9480±0,005	462,1±1,4	2,0462±0,2	474,3±0,22
Декабрь	2,0057±0,018	496,8±3,9	1,9940±0,006	469,3±1,5	2,0150±0,008	451,7±1,4	2,1204±0,1	459,6±0,23
Среднее значение за год	1,9925±0,014	410,3±2,8	1,9778±0,008	437,3±1,4	1,9947±0,007	434,9±1,2	2,0562±0,3	457,9±0,25

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

практически не отмечается роста концентрации метана из года в год; колебание за последние 7 лет находится на уровне среднегодовой величины $2,0383 \text{ млн}^{-1}$ с максимальным размахом около 2,0 %, . Сравнение данных за 2011-2014 гг. с аналогичными фоновыми значениями по станциям Териберка и Тикси указывают на избыток концентрации над фоном в 70-85 млрд⁻¹. Аналогичные значения избытка концентраций отмечаются для станций Новый Порт и Воейково;

Среднегодовые концентрации диоксида углерода имеют повышенные значения по сравнению с фоновыми, при этом избыток концентрации над фоном составил $16,2 \text{ млн}^{-1}$ в 2011 году и $40,9 \text{ млн}^{-1}$ в 2012 году. Указанная разница связана с более высокими концентрациями в холодные месяцы года, обусловленные влиянием антропогенного источника – местной отопительной котельной, работающей на угле. Особенно это хорошо прослеживается по данным наблюдений в 2012 году, когда была очень холодная и продолжительная зима;

Отмечается внутригодовой сезонный ход концентраций метана и диоксида углерода: в холодные месяцы года они всегда на 10-13 % выше по сравнению с теплыми месяцами года, что связано вероятно с общим повышением содержания ПГ в воздухе европейской части России в холодные сезоны года.

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

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

Начиная с 70-х годов прошлого века в Институте экспериментальной метеорологии ФГБУ "НПО "Тайфун" развиваются аппаратура и методика измерений общего содержания парниковых и радиационно-активных газов во всей толще атмосферы, основанные на использовании спектроскопического метода. В 1980 г. на ст. Иссык-Куль в Киргизии была установлена аппаратура и в содружестве с Киргизским национальным государственным университетом были начаты непрерывные регулярные наземные спектроскопические измерения общего содержания H_2O и средней во всей толще атмосферы концентрации CO_2 . С 2004 г. начались регулярные спектроскопические измерения содержания в толще атмосферы CH_4 . Эти измерения проводятся регулярно по настоящее время при методическом руководстве ФГБУ "НПО "Тайфун".

Полученные на станции «Иссык-Куль» данные измерений содержания CO_2 в толще атмосферы регу-

лярно передаются в Мировой центр данных по парниковым газам (World Data Center for Greenhouse Gases – WDCGG. Tokyo, Japan), а данные об общем содержании в атмосфере ОЗ в Мировой центр данных по озону и ультрафиолетовой радиации (World Ozone and Ultraviolet Radiation Data Center – WOUDC. Toronto, Canada) и публикуются в сборниках, периодически издаваемых этими центрами.

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

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

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

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

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

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

1.2.2. Общее содержание озона.

Анализ общего содержания озона (ОСО) выполнен по данным озонметрической сети стран СНГ с привлечением информации Мирового центра данных ВМО по озону и ультрафиолетовой радиации (WOUDC) в Канаде, а также данных аппаратуры SBUV-TOMS-OMI, размещенной на спутниках 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°C. 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 единицах Добсона (е.Д.); приведенная толщина слоя озона 3 мм соответствует 300 е.Д.

В целом, за 2014 г. поле отклонений среднегодовых значений ОСО от многолетних средних за 1973-1984 гг., принятых за "норму", оказалось несколько пониженным (рис. 1.2.2.1). Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы для всех анализируемых станций лежат в интервале от -8 до 1%. Наибольший дефицит среднегодового значения ОСО (8%) был зарегистрирован на станциях Самара и Тура. Максимальные превышения среднегодового значения ОСО над нормой (1%) были зарегистрированы на станциях, близких к границам стран СНГ: о. Хейс, Печора, Ашхабад и Нагаево.

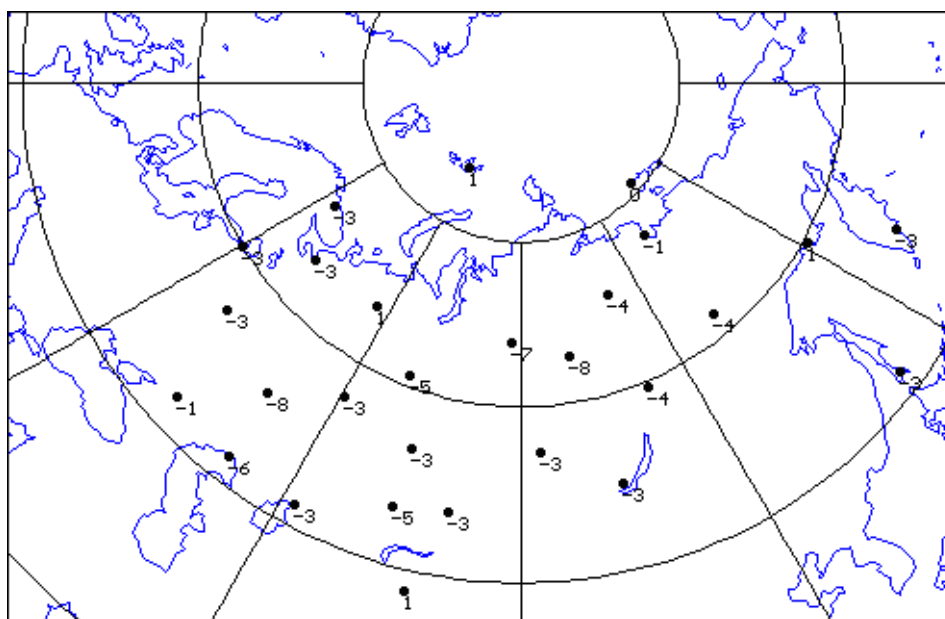


Рис. 1.2.2.1. Поле отклонений (%) общего содержания озона в целом за 2014 г. от нормы по данным озонметрической сети стран СНГ

В течение 2014 г. отдельные существенные кратковременные отклонения ежедневных значений ОСО от нормы отмечались в марте и апреле:

- - с 18 по 22 марта пониженные на 28-35% значения ОСО над севером Красноярского края и Якутией (296-347 ед. Д.).
- - с 1 по 3 апреля пониженные на 24-29% значения ОСО над Западной и Центральной Сибирью (288-327 ед. Д.).
- - с 15 по 18 апреля пониженные на 25-37% значения ОСО над Сибирью (262-336 ед. Д.).

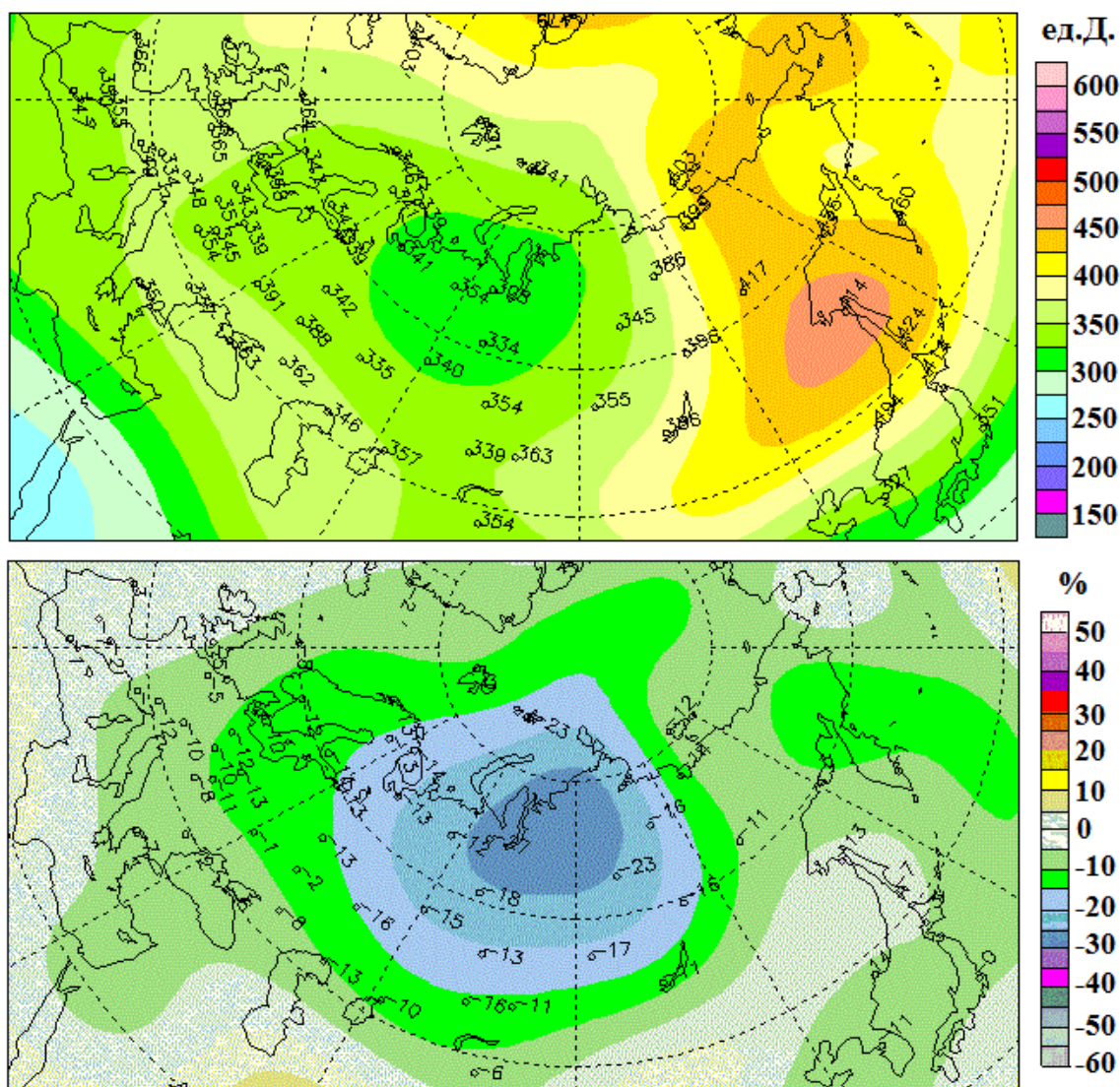


Рис.1.2.2.2. Поле общего содержания озона (ед. Д.; вверху) в марте 2014 г. и его отклонения (%; внизу) от средних многолетних (1978-1988 гг.) значений по данным WOUDC, Канада

По данным многолетних наблюдений, наиболее крупные среднемесячные аномалии ОСО обычно имеют место в марте, реже в апреле; среднегодовые аномалии ОСО в 2-3 раза меньше. В 2014 г. над большей частью территории стран СНГ средние за март аномалии ОСО были заметными, но не

"рекордными" (рис. 1.2.2.2). Самая крупная отрицательная среднемесячная аномалия ОСО наблюдалась над обширной областью с центром над севером Западной Сибири; она меньше "рекордных", наблюдаемых в 1997 и 2011 гг., почти в 2 раза.

На большинстве российских станций значительная часть 2014г. ОСО сохранилась на уровне предыдущего года и в целом долговременные изменения ОСО над российскими станциями наблюдений удовлетворительно согласуются с изменениями ОСО над соответствующими широтными зонами Северного полушария (в области 40–65° с.ш.). В целом, по данным наземных станций озонметрической сети и спутниковым данным можно констатировать, что после резкого понижения ОСО, вызванного извержением вулкана Пинатубо в 1991 г., и заметного увеличения ОСО во второй половине 1990-х гг. в последние полтора десятилетия озоновый слой над умеренными широтами Северного полушария четко выраженных однонаправленных долговременных изменений не испытывал. При сохранении существующих темпов увеличения ОСО, наблюдаемых с начала XXI века, ощутимых изменений ОСО можно ожидать лишь через 15-25 лет.

Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ

Анализ полученных результатов измерений общего содержания озона (ОСО) на озонметрических станциях России, также как и в предыдущие годы, был произведен на основе разделения поля ОСО над территорией РФ на регионы со сравнительно однородным содержанием озона в каждом из них: Северо-запад России (далее СЗ), Юго-запад России (ЮЗ), Западная Сибирь (ЗС), Восточная Сибирь (ВС) и Дальний Восток (ДВ).

В настоящем обзоре использованы данные озонметрических станций, которые соответствуют нормам качества, удовлетворяющим требованиям ВМО. Средние значения ОСО в указанных выше регионах в 2014 г. представлены результатами измерений от трех до восьми станций в регионе.

Вариации ОСО над территорией РФ в 2014г.

Ежемесячные и среднегодовые значения ОСО за 2014 г. над территорией каждого региона, норма (средние значения за 30 лет с 1973 по 2002 гг. и средние квадратичные отклонения для каждого региона), отклонения значений ОСО от нормы (в процентах) приведены в таблице 1.2.2.1. Отклонения от нормы представлены на рисунке 1.2.2.3.

На Севере ЕТР среднегодовой уровень ОСО в 2014 г. был существенно ниже нормы (-4,7%). Низкое содержание озона сохранялось практически в течение года за исключением декабря. Аномально низкие ОСО были отмечены в феврале (-13,3%), марте (15,5% ниже нормы) и в ноябре (-9,9%),

причем среднее за март значение ОСО – 330 Д.е. оказалось наименьшим за 41 год наблюдений в марте над территорией региона.

Таблица 1.2.2.1. Общее содержание озона в различных регионах России в 2014 г., (Д.е*) и отклонения от нормы **

Месяцы Регионы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
<i>Общее содержание озона в 2014 г., Д.е*.</i>													
Север ЕТР	325	328	330	388	371	346	320	314	291	280	259	321	323
Юг ЕТР	330	345	342	362	329	336	319	303	295	291	288	319	322
Зап. Сибирь	357	343	343	370	368	344	338	317	309	307	303	340	337
Вост. Сибирь	413	417	375	384	391	345	321	313	317	316	343	358	358
Дальний Восток	457	429	446	416	375	344	329	315	315	336	371	410	379
<i>Отклонения ОСО в 2014 г. от нормы, ** %</i>													
Север ЕТР	-4,1	-13,3	-15,5	-2,6	-2,2	-1,6	-3,4	-0,6	-3,3	-3,3	-9,9	3,2	-4,7
Юг ЕТР	-4,6	-7,1	-10,0	-4,3	-10,1	-4,0	-4,0	-5,4	-4,3	-2,1	-4,2	0,0	-5,0
Зап. Сибирь	-1,0	-10,3	-12,8	-5,6	-3,6	-2,7	1,3	-1,3	0,1	3,0	0,9	5,4	-2,2
Вост. Сибирь	6,4	0,7	-12,5	-10,4	-2,7	-3,4	-1,7	-0,7	0,9	0,9	6,2	5,2	-0,9
Дальний Восток	6,7	-4,2	-1,5	-3,6	-5,7	-4,5	-0,3	1,1	-0,5	1,6	2,1	4,3	-0,4
<i>Норма**, Д.е. и среднеквадратические отклонения, %</i>													
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	429	448	453	432	398	360	330	312	317	332	358	392	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 за 1973-2002 гг.

На Юге ЕТР среднегодовой уровень ОСО также был существенно ниже нормы (-5,0%). Низкие для региона значения ОСО сохранялись в течение всего года, только в декабре содержание озона установилось на уровне нормы. Наиболее низкая толщина озонового слоя наблюдалась в марте (-10,0%) и мае (-10,1%). Причем содержание озона в марте (342 Д.е.) и в мае (329 Д.е.) оказалось рекордно низким за 41 год наблюдений.

Над Западной Сибирью в течение 2014 г. вариации содержания озона относительно нормы были весьма заметными. Если в феврале и марте наблюдалось значительное понижение ОСО (-10,3% и -12,8% соответственно), то в декабре значения ОСО были на 5,4% выше нормы. Среднее за год содержание озона над Западной Сибирью было ниже нормы на - 2,2%.

Над Восточной Сибирью в 2014 году весной в марте и апреле также наблюдалось значительное понижение содержание озона (-12,5 и -10,4% соответственно). В то же время в январе значения ОСО были на 6,4% выше нормы. В конце года содержание озона было также выше нормы (в ноябре и декабре отклонения составили 6,2% и 5,2% соответственно). Среднее за год содержание озона над Восточной Сибирью было ниже нормы всего на -0,9%.

На Дальнем Востоке в течение 2014 г. вариации содержания озона по сравнению с другими регионами оказались наименьшими. Максимальное отклонение выше нормы на 6,7% наблюдалось в

январе, а минимальные значения ОСО были отмечены в мае (-5,7%). Среднее за год отклонение значений ОСО от нормы для Дальнего Востока составило всего -0,4%.

Таким образом, более низкое по сравнению с нормой содержание озона наблюдалось во всех пяти регионах. Наибольшее отклонение среднегодовых значений от нормы было отмечено на Европейской территории России (на Севере ЕТР – (-4,7%), на Юге ЕТР – (-5,0%).

Над всей территорией РФ в 2014 г. средняя за год толщина озонного слоя оказалась ниже нормы, среднее отклонение ОСО от нормы составило – 2,6%.

Многолетние вариации ОСО над территорией РФ

В течение 41 года с 1973 года по 2014 год измерения ОСО над территорией РФ выполняются по единой методике и одним типом приборов. Это позволило определить норму ежемесячных значений ОСО для регионов РФ с существенно различающимися климатическими условиями (табл. 1.2.2.1), а также получить однородный ряд многолетних измерений ОСО для каждого региона.

За период 1973–2014 гг. ход изменений ОСО от года к году в разных регионах при очевидных различиях климатических условий оказался очень сходным. Это демонстрирует рисунок 1.2.2.4, где показаны вариации средних за год значений ОСО над регионами в период 1973–2014 гг.

В свою очередь, сходство многолетних рядов ОСО в регионах позволяет использовать для анализа изменений состояния озонного слоя в рассматриваемый период средние значения ОСО для всей территории РФ.

Вариации среднегодовых значений ОСО над РФ в течение периода 1973–2014 гг. показаны на рисунке 1.2.2.5. Рассмотрены четыре части этого временного периода, для которых ход межгодовых изменений ОСО существенно различался:

- - 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);
- - 1996–2014 гг. - значительные межгодовые колебания, средний уровень содержания озона несколько ниже нормы, слабое падение ОСО (- 0,4 Д.е./год).

В течение 1973–2014 гг. толщина озонного слоя ниже нормы более чем на 5% наблюдалась в следующие годы: 1977 г. (-5,8%), 1992 г. (-5,4%), 1993 г. (-7,1%), 1995 г. (-5,9%), 2008 г. (-5,4%), 2011 г. (-5,8%).

В течение 41 года наблюдений ОСО над РФ совершенно отчетливо проявилось чередование максимумов и минимумов среднегодовых значений ОСО с периодом 2,4 года, так называемая «квазидвухлетняя» цикличность.

ОСО и особенности циркуляции 2014 г.

Комплексный анализ полей ОСО по данным наземной озонометрической сети и данным измерений со спутника, совмещенный с анализом циркуляции в нижней стратосфере и верхней тропосфере, показывает, что в околополярной зоне Северного полушария в зимнее полугодие постоянно располагается глубокий циркумполярный вихрь с очень низким содержанием озона и низкой температурой. Такое же состояние озонового слоя и температуры наблюдается над Северной Атлантикой.

В то же время, в течение зимы над Сибирью, Дальним Востоком и Востоком Канады устанавливается высотный антициклон с высоким содержанием озона и высокой температурой.

В 2014 г. богатый озоном теплый воздух стратосферы уже в середине января практически заполнил большую часть субполярных широт Северного полушария. Высокое содержание озона распространилось на Восток Северной Америки и даже на Северную Атлантику, где обычно наблюдается минимальное содержание озона. Соответственно весной минимум в поле ОСО сместился на Восточную Европу, что стало причиной исключительно низких значений ОСО над Европейской территорией России.

Такое необычное состояние поля ОСО сохранялось до осени 2014 г. При этом следует отметить, что аномальному состоянию поля озона соответствовало аномальное состояние погодных условий.

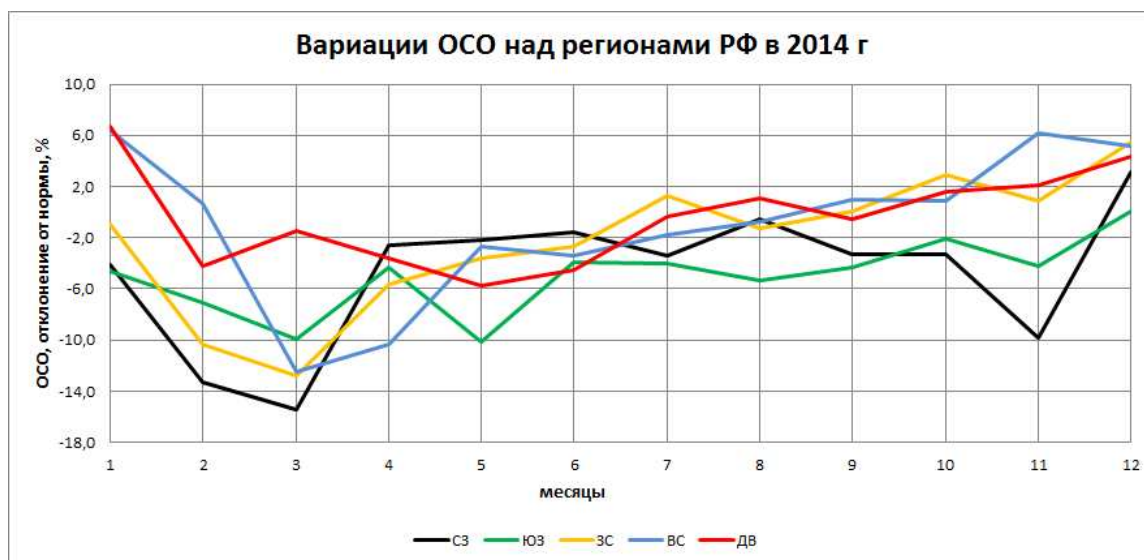


Рис.1.2.2.3. Отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы в регионах РФ в 2014 году на Севере Европейской территории России (СЗ), Юге Европейской территории России (ЮЗ), в Западной Сибири (ЗС), в Восточной Сибири (ВС), на Дальнем Востоке (ДВ)

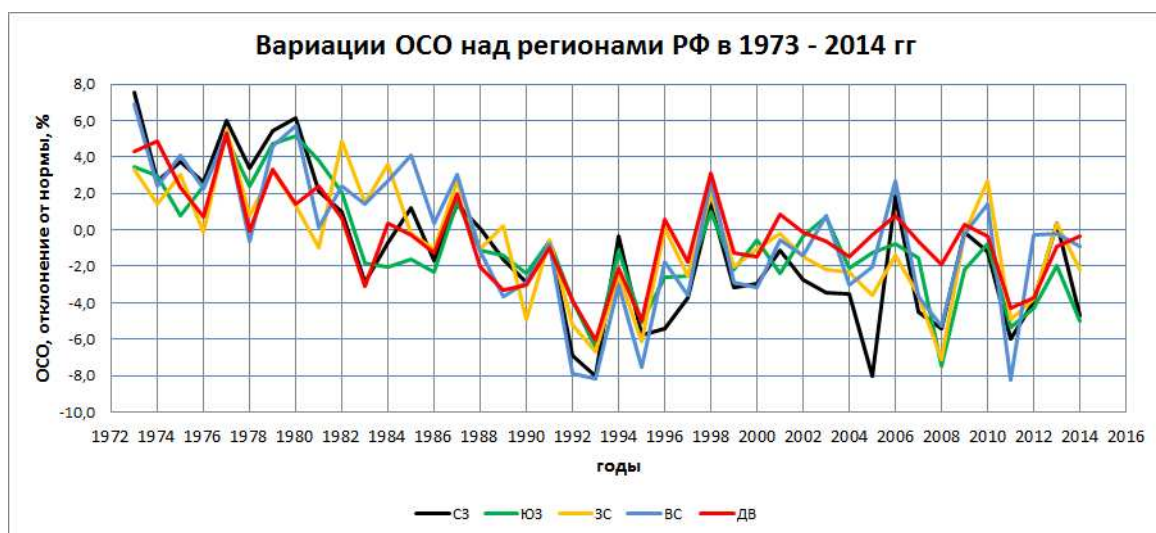


Рис. 1.2.2.4. Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы в регионах РФ в период 1973-2014 гг. на Севере Европейской территории России (СЗ), Юге Европейской территории России (ЮЗ), в Западной Сибири (ЗС), в Восточной Сибири (ВС), на Дальнем Востоке (ДВ)

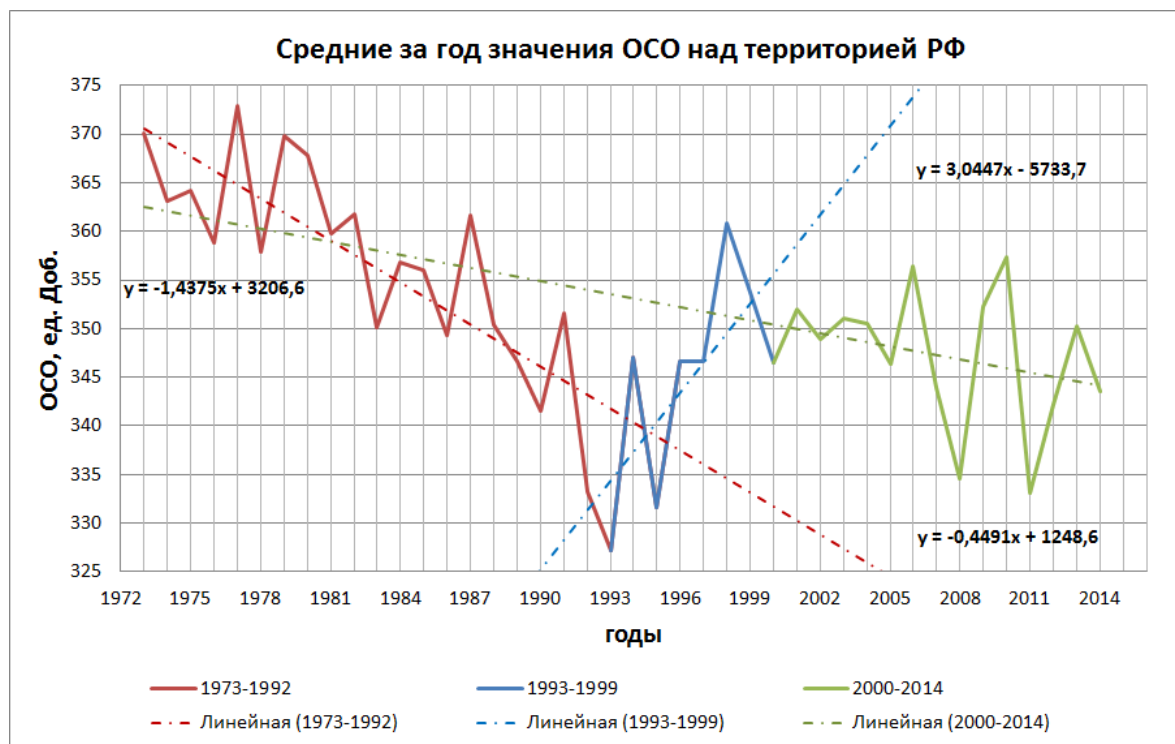


Рис. 1.2.2.5. Ход среднегодовых значений ОСО над территорией РФ в период 1973-2014 гг.

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 фоновому 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° . 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 фоновому 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
Воейково	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 1 и 2:

- (*) городские станции, являющиеся парными фоновым, указанным на строку выше.

- (**) станция Диксон начало наблюдения с 2014 г.

Средние за период 2014 г. значения P_2 и ОПА для региональных станций фоновому мониторинга и трех парных им городов приводятся в таблице 1.2.3.2. P_2 и ОПА связаны соотношением:

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

где $S_{p,30}$ - величина измеренного потока прямой солнечной радиации в кВт/м^2 , приведенная к среднему расстоянию от Земли до Солнца и оптической массе атмосферы $m = 2$; S_0 – величина потока радиации на верхней границе атмосферы. ОПА позволяет косвенно судить об аэрозольном ослаблении в атмосфере, поскольку представляет собой оптическую плотность атмосферы для прямой солнечной радиации в диапазоне длин волн $\Delta\lambda = 0,3 - 4$ мкм, где ее вариации главным образом определяются содержанием в атмосфере аэрозоля и водяного пара.

В таблице 1.2.3.2 для сравнения приведены значения P_2 и ОПА за 2013 год. Следует отметить, что ОПА несколько более чувствительна к изменению прозрачности (формула 1) по сравнению с P_2 , варьирует в более широких пределах и тем самым дает более отчетливое представление о происходящих изменениях состояния замутнения атмосферы.

Как следует из таблицы 1.2.3.2, самые высокие среднегодовые значения коэффициента прозрачности и наименьшие значения оптической плотности атмосферы в 2014 г., как и в предыдущие годы, зарегистрированы на горной станции Шаджатмаз, расположенной выше 2000 м над уровнем моря.

Тем не менее, коэффициент прозрачности здесь в 2014 г. снизился на 1,6% по сравнению с 2013 г., а ОПА выросла на 10,6%.

Таблица 1.2.3.2. Среднегодовые значения ОПА и P_2 и их стандартные отклонения ($\pm\sigma$) на станциях фоновых мониторинга в 2014 г., а также изменения ($\Delta\%$) этих параметров в 2014 г. по сравнению с 2013 г.

Станция	$P_2 \pm \sigma$ 2013 г.	$P_2 \pm \sigma$ 2014 г.	Δ (%)	ОПА $\pm \sigma$ 2013 г.	ОПА $\pm \sigma$ 2014 г.	Δ (%)
Туруханск	0,791 $\pm$ 0,020	0,798 $\pm$ 0,017	0,9	0,235 $\pm$ 0,024	0,226 $\pm$ 0,021	-3,8
Усть-Вымь	0,784 $\pm$ 0,033	0,806 $\pm$ 0,043	2,8	0,245 $\pm$ 0,044	0,217 $\pm$ 0,055	-11,4
Сыктывкар*	0,793 $\pm$ 0,026	0,772 $\pm$ 0,026	-2,6	0,233 $\pm$ 0,033	0,259 $\pm$ 0,035	11,2
Воейково	0,768 $\pm$ 0,028	0,772 $\pm$ 0,024	0,5	0,264 $\pm$ 0,037	0,260 $\pm$ 0,031	-1,5
Памятное	0,781 $\pm$ 0,019	0,781 $\pm$ 0,028	0,0	0,248 $\pm$ 0,024	0,248 $\pm$ 0,038	0,0
Курган*	0,751 $\pm$ 0,040	0,760 $\pm$ 0,036	1,2	0,288 $\pm$ 0,054	0,282 $\pm$ 0,048	-2,1
Хужир	0,801 $\pm$ 0,031	0,799 $\pm$ 0,033	-0,2	0,222 $\pm$ 0,040	0,226 $\pm$ 0,044	1,8
Иркутск*	0,774 $\pm$ 0,026	0,752 $\pm$ 0,023	-2,8	0,260 $\pm$ 0,035	0,287 $\pm$ 0,031	10,4
Шаджатмаз	0,852 $\pm$ 0,021	0,838 $\pm$ 0,027	-1,6	0,177 $\pm$ 0,032	0,177 $\pm$ 0,032	0,0
О-в Диксон**		0,808 $\pm$ 0,022		0,160 $\pm$ 0,026	0,214 $\pm$ 0,027	10,6

Близкие между собой значения параметров замутнения атмосферы в 2014 г. показали северные станции – арктическая станция о-в Диксон и станция Усть-Вымь (Республика Коми), причем для станции Усть-Вымь такое низкое среднегодовое значение ОПА (ОПА = 0,217) не является характерным. По сравнению с прошлым годом оно понизилось на 11,4%. На остальных региональных станциях изменения прозрачности были незначительны.

Из городских станций, парных фоновым, существенные изменения ОПА в сравнении с прошедшим годом произошли на станции Сыктывкар (+11,2%), парной станции Усть-Вымь, и станции Иркутск (+10,4%), парной станции Хужир. Интересно отметить, что на станциях Сыктывкар и Усть-Выми изменения ОПА были близки по абсолютной величине, но имели разные знаки, а на станции Иркутск увеличение ОПА свидетельствовало о повышении загрязнения именно в городе, поскольку на парной станции Хужир увеличение ОПА было незначительным. На третьей городской станции Курган ОПА уменьшилась незначительно, а на парной ей региональной фоновой станции Памятное никаких изменений по сравнению с предыдущим годом вообще не произошло.

О том, как варьировали в 2014 г. значения ОПА на станциях фоновых мониторинга по сравнению с многолетней нормой, дает представление рис. 1.2.3.1, на котором приведены относительные аномалии ОПА в процентах (аномалии среднегодовых значений ОПА, отнесенные к многолетней норме для каждой станции и выраженные в процентах).

В качестве норм ОПА использовались рассчитанные для каждой из этих станций 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 стратосферного аэрозоля после извержений вулканов Эль-Чичон (апрель 1982 г.) и Пинатубо и Хадсон (июнь и август 1991 г.). Таким образом, общий период, по которому рассчитывались нормы для оптической плотности атмосферы, составил 30 лет.

Оказалось, что в 2014 г. по сравнению с многолетней нормой наиболее сильно уменьшилась ОПА на станции Усть-Вымь (на 13,5%). Снизилась ОПА (на 5% и более) на станциях Хужир, Шаджатмаз и Воейково, а на городской станции Иркутск ОПА, наоборот, увеличилась более чем на 7%, что свидетельствует о росте общего замутнения атмосферы.

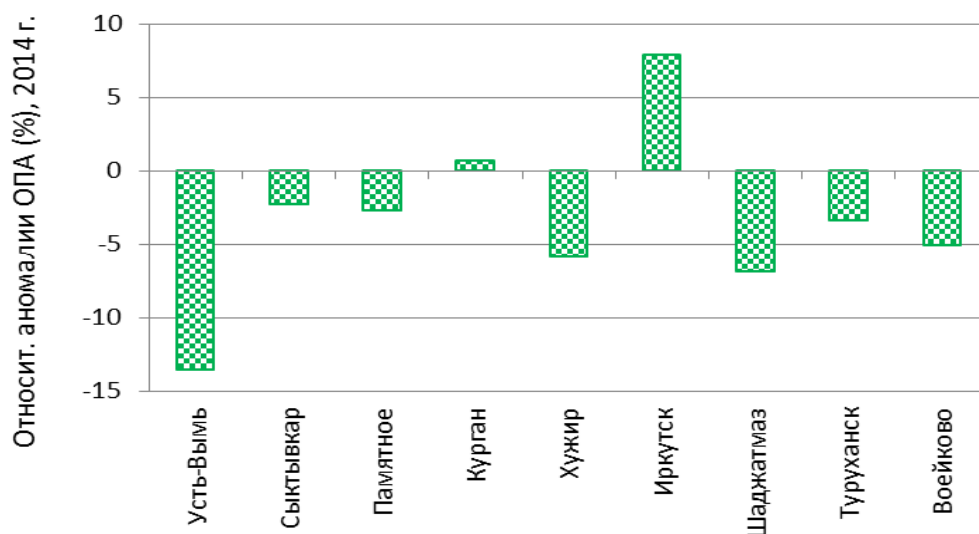


Рис. 1.2.3.1. Относительные аномалии ОПА (%) на станциях фонового мониторинга в 2014 г.

О характере изменений ОПА в течение 2014 г. на парных станциях дает представление рис.1.2.3.2. На величину оптической плотности атмосферы влияет множество факторов: циркуляционные процессы, происходящие в атмосфере, поступление в район наблюдений воздушных масс различной степени загрязненности, метеорологические условия, особенно направление и скорость ветра как у поверхности земли, так и на высотах, степень открытости подстилающей поверхности, частота выпадения атмосферных осадков, очищающих атмосферу, хотя наблюдения за P_2 и ОПА ведутся только в условиях ясного неба, и т.д. Все эти факторы в значительной степени определяют вклад в суммарное аэрозольное загрязнение интегрального столба атмосферы аэрозольных частиц естественного и антропогенного происхождения, поступающих в атмосферу в конкретном месте и приносимых воздушными массами.

Как следует из рисунка 1.2.3.2, оптическая плотность атмосферы в парных городах выше по сравнению с региональными фоновыми станциями, причем на парных станциях Хужир и Иркутск (рис. 1.2.3.2 в) это соотношение сохранялось в течение всего года, на парах Усть - Вымь и Сыктывкар (рис. 1.2.3.2 а), а также Памятное и Курган (рис. 1.2.3.2 б) – в течение большей части года, особенно в тёплый период. ОПА в городе может оказаться такой же (а иногда и ниже), чем на парной фоновой станции. Это может произойти при определенных направлениях ветра, когда

фоновая станция оказывается с подветренной по отношению к городу стороны и испытывает влияние общего факела городского загрязнения воздуха.

Обращает на себя внимание тот факт, что максимумы ОПА на двух парах станций Усть-Вымь – Сыктывкар и Памятное – Курган в 2014 г. пришлось не на летние месяцы, а на сентябрь, причем среднемесячные значения ОПА на фоновых станциях возросли и приблизились к городским значениям. В то же время на парных станциях Хужир и Иркутск, максимальные значения ОПА наблюдались в июле, что характеризует «классический» годовой ход этого параметра.

Из непарных станций максимальные значения ОПА и минимальная прозрачность атмосферы наблюдаются на станции Воейково (рис. 1.2.3.2 г), расположенной всего в 12 км к востоку от Санкт-Петербурга. Условия здесь максимально приближены к городским, что особенно проявилось в 2014 г. с мая по сентябрь, когда среднемесячные значения ОПА практически соответствовали значениям, обычно наблюдаемым в городе. Высокой степени замутнения в этот период способствовало и засушливое лето.

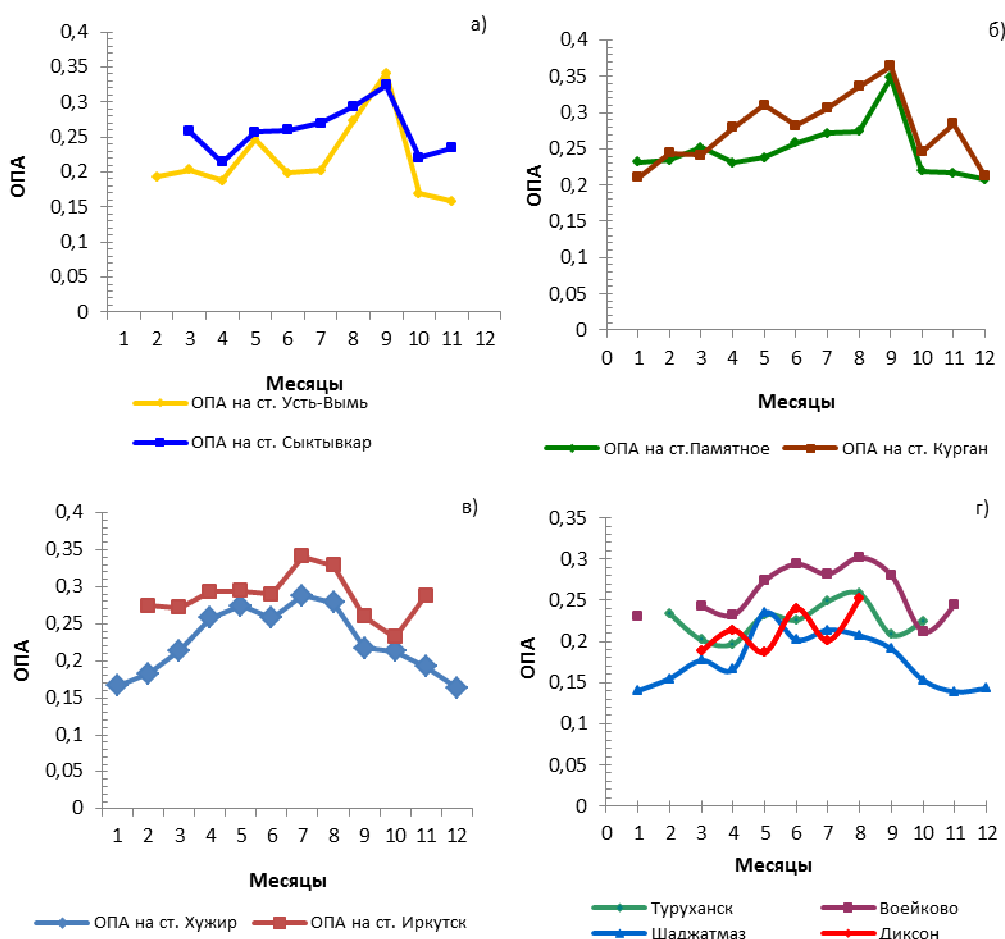


Рис. 1.2.3.2. Изменение ОПА в течение года на парных (фоновая – городская) станциях: а) Усть-Вымь-Сыктывкар, б) Памятная-Курган, в) Хужир-Иркутск, г) на непарных станциях - арктическая станция о-в Диксон

Неожиданно высокие значения ОПА имели место за этот же период на горной станции Шаджатмаз (рис. 1.2.3.2 г). Обычно атмосфера на этой станции существенно чище, чем на остальных региональных станциях.

На двух станциях Красноярского края (арктической станции о-в Диксон и станции Туруханск, расположенной южнее) в марте, апреле, июне и августе значения ОПА были близки между собой, а в мае и июле на о-ве Диксон атмосфера была гораздо чище, нежели в Туруханске (рис. 1.2.3.2 г). Обычно повышение ОПА на острове Диксон определяется выносом загрязненных воздушных масс с континента.

Как упоминалось в прежних Обзорах, российские станции фонового мониторинга начали свою работу с 1972 – 1973 гг. Эта работа проводилась в рамках международной программы фоновое мониторинга ВАРМоН под руководством WMO (Всемирной Метеорологической Организации). В 1989 г. ВАРМоН была трансформирована в Глобальную Службу Атмосферы (GAW). В ее программу входили наблюдения за аэрозольной оптической плотностью (или толщиной) атмосферы, осуществляемые с помощью измерений прямой солнечной радиации в определенных спектральных интервалах, по результатам которых рассчитывалась аэрозольная плотность атмосферы и показатель селективности аэрозольного ослабления. В 1995 г. эти наблюдения в России были прерваны в связи с невозможностью обеспечения необходимого метрологического сопровождения этих измерений. В 1997 г. на станциях фоновое мониторинга начала действовать сокращенная программа наблюдений за интегральной оптической плотностью и прозрачностью атмосферы (ОПА и P_2), позволяющих, как отмечалось выше, получить косвенные оценки аэрозольного замутнения атмосферы.

В 2014 г. удалось полностью закончить восстановление рядов результатов наблюдений за ОПА и P_2 на всех перечисленных в таблице 1.2.3.1 станциях не только за 1997 – 2015 гг., но за весь период их работы – с начала 1970-х годов по 2014 г. включительно. На рисунке 1.2.3.3 показано, как изменялись за этот период среднегодовые значения ОПА на парных и непарных станциях фоновое мониторинга атмосферы.

Максимальные пики на кривых изменчивости среднегодовых значений ОПА соответствуют периодам, когда сказывались последствия вулканических извержений Фуэго (1974), Эль-Чичон (1982), Пинатубо и Хадсон (1991), которые вызывали падение прозрачности и рост ОПА на протяжении не менее 2-х лет после самих извержений. Рассматривая весь период наблюдений на станциях фоновое мониторинга (1973 – 2014), можно отметить по-разному проявившуюся на разных станциях тенденцию к некоторому снижению оптической плотности атмосферы, т.е. к росту прозрачности. Однако статистически значимые отрицательные тренды ОПА зафиксированы только на станциях Воейково, Курган и Памятное.

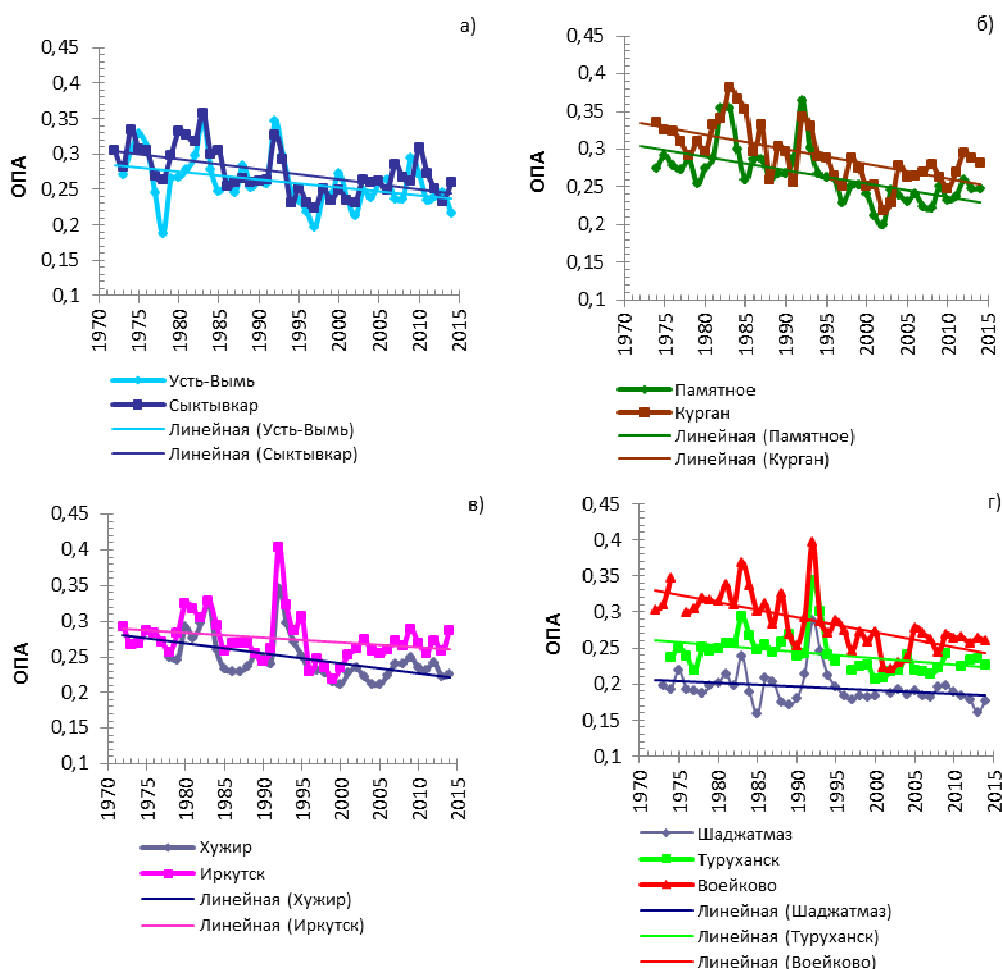


Рис. 1.2.3.3. Межгодовая изменчивость ОПА на парных (а, б, в) и непарных (г) станциях фонового мониторинга атмосферы

Наиболее наглядное представление о характере межгодовой изменчивости общего замутнения атмосферы относительно многолетней нормы дает гистограмма, приведенная на рис. 1.2.3.4. На нем показано изменение с начала 1970-х годов и по 2014 г. включительно относительных аномалий ОПА (%) на всех перечисленных выше станциях.

Из рисунка 1.2.3.4 видно, что наиболее длительный период с положительными отклонениями ОПА от нормы в значительной степени определялся серией вулканических извержений – Фуэго (1974), Эль-Чичон (1982) и Пинатубо и Хадсон (1991). Самый существенный отклик атмосферы был зарегистрирован на всех станциях после извержения вулкана Пинатубо в июне 1991 г. и последовавшего за ним в августе того же года извержения вулкана Хадсон. После двух этих извержений, следовавших одно за другим, отклонения от нормы относительных аномалий оптической плотности атмосферы достигали 40 – 50%. Исключение составила лишь отрицательная относительная аномалия ОПА на станции Усть-Вымь в 1978 г. (рис. 1.2.3.4 а), где в течение всего

года наблюдалась чрезвычайно высокая прозрачность. Такого года на этой станции больше не было за весь период ее работы.

К середине 1990 - х годов атмосфера полностью очистилась, началось постепенное повышение прозрачности, падение ОПА и постепенный переход относительных аномалий ОПА в область отрицательных значений. При этом на одних станциях максимальные отрицательные значения относительных аномалий (до - 20%) были зарегистрированы в 1997 – 1999 гг., а на других – в начале 2000 – х годов. К концу первого десятилетия XXI века прозрачность атмосферы начала постепенно снижаться и ОПА, соответственно, расти и приближаться к норме, что частично обусловлено активизацией работы промышленности на территории РФ.

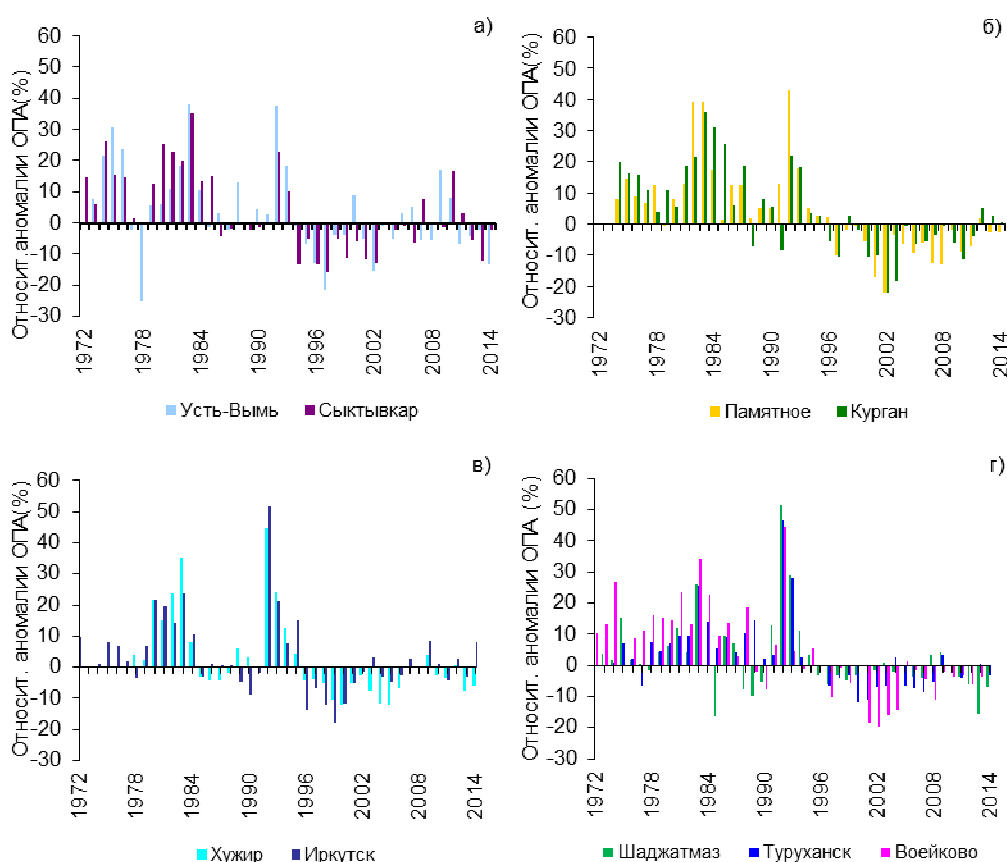


Рис. 1.2.3.4. Межгодовая изменчивость относительных аномалий ОПА (%) на парных (а, б, в) и непарных (г) станциях фонового мониторинга атмосферы

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) ФГБУ «ГГО» 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 65 лет, в Иркутске – 55 лет, в Верхнем Дуброво – 57 лет, в Южно-Сахалинске – 46 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 фоновое мониторинга атмосферы с 1980 г.

Таблица 1.2.4.1. Сезонные (V'_c), среднегодовые (V'_g) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения градиента потенциала электрического поля атмосферы V' (даВ/м) за 2007–2014 гг. на станциях Верхнее Дуброво (ВД), Воейково (В), Иркутск (И), Южно-Сахалинск (ЮС)

Станция	Год	$V'_c, (V)$				$V'_g, (V)$
		Зима (декабрь - февраль)	Весна (март - май)	Лето (июнь - август)	Осень (сентябрь - ноябрь)	
ВД	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)
	2009	16 (13, 19)	13 (11, 15)	11 (11, 12)	14 (14, 15)	14 (11, 19)
	2008	12 (10, 16)	18 (13, 21)	14 (13, 15)	12 (9, 15)	14 (9, 21)
	2007	13 (8, 19)	13 (10, 17)	10 (10, 11)	10 (9, 11)	11 (8, 19)
В	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, 18)
	2009	12 (9, 15)	12 (10, 16)	8 (7, 8)	8 (6, 8)	10 (6, 16)
	2008	8 (6, 10)	11 (9, 14)	10 (7, 13)	10 (7, 12)	10 (6, 14)
	2007	13 (11, 18)	10 (7, 12)	10 (9, 11)	10 (9, 10)	11 (7, 18)
И	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)
	2009	12 (10, 13)	8 (6, 11)	6 (5, 6)	9 (6, 10)	9 (5, 13)
	2008	11 (10, 12)	8 (7, 10)	5 (4, 5)	7 (5, 8)	8 (4, 12)
	2007	11 (9, 13)	9 (7, 12)	6 (6, 7)	8 (5, 9)	8 (5, 13)
ЮС	2014	36 (33, 38)	20 (11, 28)	9 (8, 11)	17 (15, 20)	21 (8, 38)
	2013	34 (32, 35)	23 (19, 27)	13 (12, 14)	17 (14, 19)	22 (12, 35)
	2012	34 (24, 40)	22 (14, 30) Н	11 (10, 12) Н	18 (14, 25)	21 (10, 40)
	2011	24 (21, 26)	18 (20, 15)	12 (11, 13)	20 (14, 26)	18 (11, 26)
	2010	33 (28, 41)	18 (10, 25)	8 (7, 8)	16 (12, 20)	19 (7, 41)
	2009	31 (24, 39)	20 (10, 29)	9 (7, 12)	17 (15, 20) Н	19 (7, 39)
	2008	32 (26, 40)	20 (11, 31)	11 (8, 15)	16 (15, 18)	20 (8, 40)
	2007	32(29, 36) Н	-	-	19 (13, 25) Н	-

Примечания к табл. 2.7. и 2.8.

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

2. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

Измерения градиента потенциала V' проводились на всех станциях. Обобщенные по сезонам результаты измерений V'_c за 2007–2014 гг. приведены в таблице 1.2.4.1. 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.

Таблица 1.2.4.2. Сезонные (L_c) и среднегодовые (L_r) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха, сезонные значения отношений K_c удельной положительной электрической проводимости воздуха к удельной отрицательной электрической проводимости воздуха, минимальные и максимальные среднемесячные значения L_s (в скобках) за 2007–2014 гг. на станциях Воейково (В) Иркутск (И) (L – в фСм/м, K_c – в относительных единицах)

Станция	Год	$L_c, (L_s)$ (верхняя строка), K_c (нижняя строка)				
		Зима (декабрь - февраль)	Весна (март - май)	Лето (июнь - август)	Осень (сентябрь-ноябрь)	$L_r, (L_s)$
В	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) -
	2009	21 (20, 22) 1,0	21 (19, 22) 1,1	26(24, 28) Н 1,0 Н	21 (18, 25) 1,0	22 (18, 28) -
	2008	16 (15, 17) 1,0	20 (17, 24) 1,0	22 (18, 23) 1,0	21 (18, 23) 1,0	20 (15, 23) -
	2007	17 (15, 18) 1,0	17 (13, 19) 1,0	19 (19, 20) 1,1	18 (15, 21) 1,0	18 (13, 21) -
И	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) -
	2009	15 (14, 16) 1,0	18 (16, 19) 1,0	20 (17, 21) 1,0	30 (35, 24) 1,0	21 (14, 35) -
	2008	16 (16, 16) 1,0	17 (17, 18) 1,0	16 (13, 18) 1,1	22 (21, 23) 1,0	18 (13, 23) -
	2007	13(12, 14) Н 1,0 Н	15 (14, 18) 1,0	16 (15, 18) 1,0	16 (12, 21) 1,0	15 (12, 21) -

Измерения удельных полярных электрических проводимостей воздуха L^+ и L^- на протяжении 2014 г. проводились в Воейково и Иркутске. В таблице 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 Воейково и Иркутск за 2007–2014 гг. Среднемесячные значения K_c варьируют в узком интервале от 1,0 до 1,2.

Из представленных в таблицах данных наблюдений следует, что существенных изменений V' и L_S в 2014 г. по сравнению с предшествующим периодом (2007–2013 гг.) не отмечается.

На рисунке 1.2.4.1 показан годовой ход по всем станциям за 2014 г. в сравнении с осредненным годовым ходом V' за предшествующий период с 2007 по 2013 гг. В 2014 г. на всех станциях существенных изменений среднегодового хода V' по сравнению с предшествующим периодом не произошло.

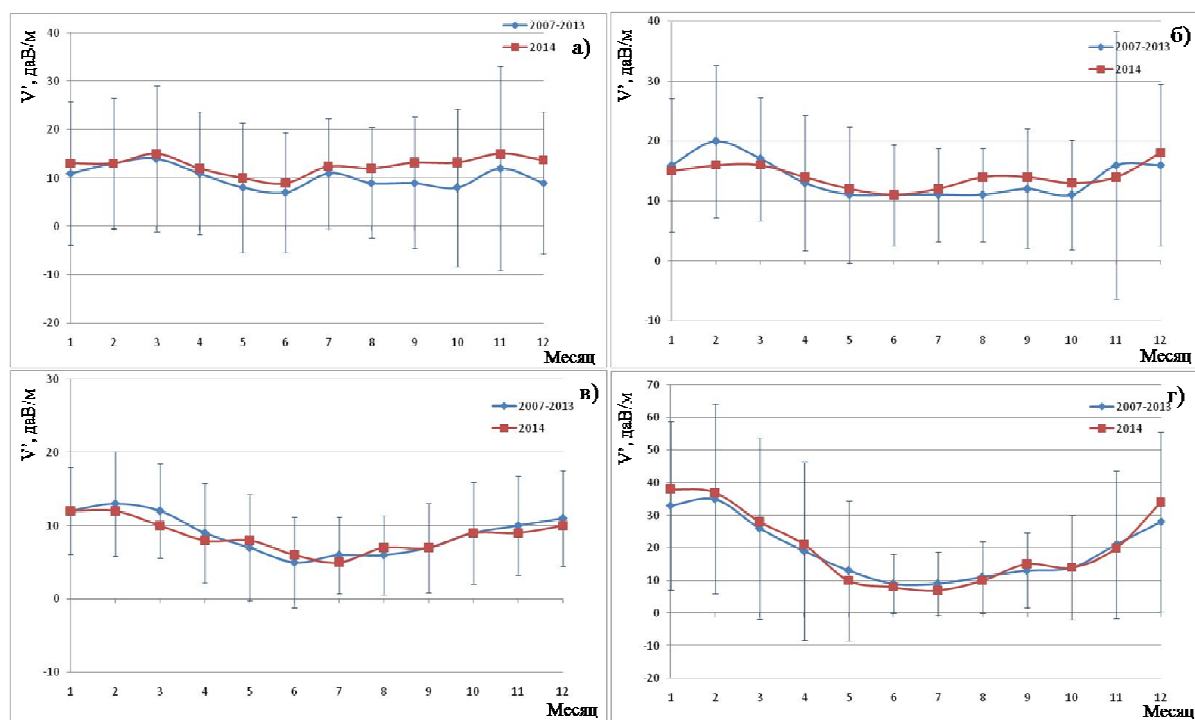


Рис. 1.2.4.1. Годовой ход V' по станциям: (а) Воейково, (б) Верхнее Дуброво, (в) Иркутск, (г) Южно-Сахалинск в 2014 г. на фоне осредненного годового хода V' за предшествующий период измерений. Вертикальными отрезками показаны стандартные отклонения для средних месячных значений V' за период с 2007 по 2013 гг.

На рисунке 1.2.4.2 представлен годовой ход L_S по станциям Воейково и Иркутск за 2014 год в сравнении с осредненным годовым ходом L_S за предшествующий период (2007 – 2013 гг.). На станции Воейково в 2014 г. с января по август и в октябре отмечалось некоторое превышение средних месячных значений L_S относительно соответствующих значений этого параметра за предшествующий период. В Иркутске такое превышение наблюдалось в марте, ноябре и декабре, но наиболее заметно проявилось с июня по сентябрь, т.е. в летние месяцы.

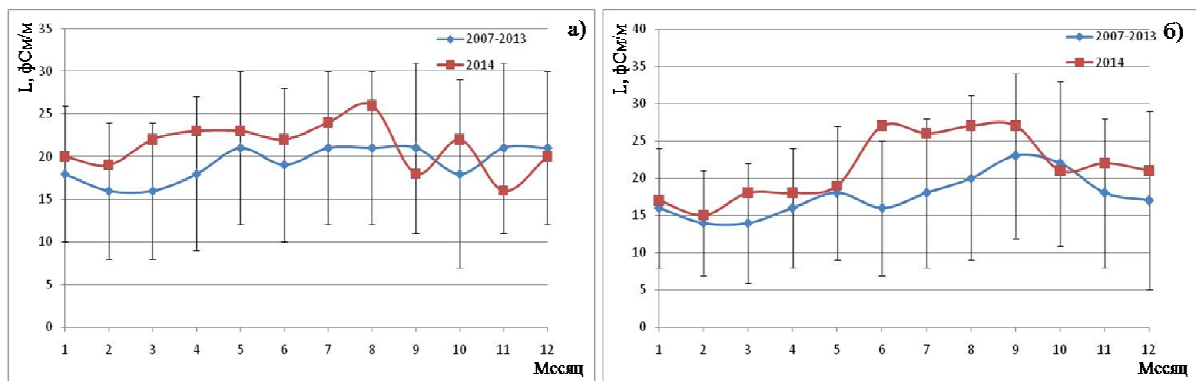


Рис. 1.2.4.2. Годовой ход L_s по станциям (а) Воейково, (б) Иркутск в 2014 г. на фоне осредненного годового хода годового L_s за предшествующий период измерений. Вертикальными отрезками обозначены стандартные отклонения для средних месячных значений L_s за 2007 – 2013 гг.

1.3. Химический состав атмосферных осадков

1.3.1. Загрязняющие вещества в атмосферных осадках

Тяжелые металлы

В 2014 г. среднегодовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ – 1 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ – 2,3 мкг/л, Астраханского БЗ – 1,2 мкг/л, Воронежского БЗ – 1,5 мкг/л. В Кавказском БЗ в течение 4 месяцев отмечались концентрации свинца ниже предела обнаружения. Рассматривая период с 2001 года, наблюдается тенденция к снижению концентрации свинца в атмосферных осадках. На территории Кавказского БЗ и Приокско-Террасный БЗ «мокрые» выпадения свинца в 2014 году составили более 2 мг/м² и более 1 мг/м² соответственно. На территории Астраханского БЗ «мокрые» выпадения свинца были значительно ниже (около 110 мкг/м² за 8 месяцев), скорее всего, вследствие более низкого количества осадков.

Среднемесячные концентрации кадмия в осадках на территории Кавказского БЗ в 2014 году были менее 0,1 мкг/л, среднегодовая концентрация составила 0,05 мкг/л. Среднемесячные концентрации кадмия на территории Приокско-Террасного БЗ также не превышали значение 0,1 мкг/л (за исключением мая и июня). Среднегодовая концентрация составила 0,07 мкг/л. На территории Астраханского БЗ были зафиксированы повышенные значения содержания кадмия в атмосферных осадках. Среднемесячные концентрации кадмия на территории Воронежского БЗ колебались в диапазоне от 0,1 до 0,2 мкг/л, среднегодовая концентрация составила 0,14 мкг/л. Начиная с 2010 года в многолетнем ходе концентраций кадмия в атмосферных осадках начала проявляться тенденция к уменьшению. В 2014 году также было зафиксировано меньшее, по отношению к предыдущему году, выпадение кадмия с атмосферными осадками. На территории Кавказского БЗ выпадения кадмия в 2014 составило около 100 мкг/м², в то время как в 2013 году выпадение составило примерно 150 мкг/м². На территории Приокско-Террасного БЗ выпадения были менее 100 мкг/м² (в 2013 году значение составило 150 мкг/м²).

Среднегодовая концентрация ртути в атмосферных осадках на территории Кавказского БЗ в 2014 году составила примерно 0,4 мкг/л, что соответствует уровням большинства предыдущих лет. На территории Приокско-Террасного концентрация ртути была сопоставима с концентрациями предыдущих лет и составила 0,13 мкг/л. Наиболее высокое среднегодовое значение концентрации ртути было зафиксировано на территории Астраханского БЗ и составило 0,6 мкг/л. На территории Воронежского БЗ среднегодовая концентрация ртути в 2014 году была ниже 0,05 мкг/л.

Среднегодовые концентрации меди в атмосферных осадках на территории Кавказского и Приокско-Террасного заповедников составили соответственно 2,2 и 4,3 мкг/л, что выше значения предыдущего года. Более высокие концентрации наблюдались на территории Астраханского БЗ и Воронежско-

го БЗ - 7 и 8 мкг/л соответственно. В то же время, «мокрые» выпадения на территории Астраханско-го БЗ были на уровне выпадений на территории Приокско-Тerrasного БЗ и составили 1,5 мг/м².

Полиароматические углеводороды

В 2013-2014 гг. среднегодовая концентрация бенз(а)пирена в осадках в фоновых районах ЕТР изменялась от 0,5 до 0,8 нг/л, что на уровне прошлых лет, при этом более высокие значения наблюдались в холодное полугодие. В южных районах Сибири средние концентрации бенз(а)пирена находились на прошлогоднем уровне – около 0,6-0,7 нг/л (табл. 1.3.1.1).

Пестициды

По данным наблюдений фоновых станций в 2013-2014 гг. содержание пестицидов в атмосферных осадках вернулось на крайне низкий уровень прошлых лет. В 2013 г. 100% проб γ -ГХЦГ на всех СКФМ были ниже предела обнаружения изомеров. В 2014 г. концентрации γ -ГХЦГ на всех СКФМ были на уровне 6-27 нг/л. Среднегодовые значения суммы изомеров ДДТ не превысили 135 нг/л, оставаясь на уровне прошлых лет (табл. 1.3.1.1).

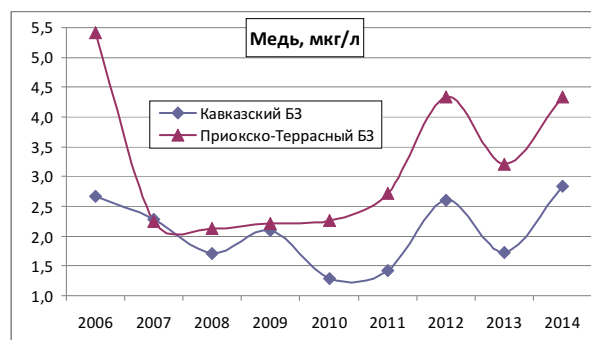
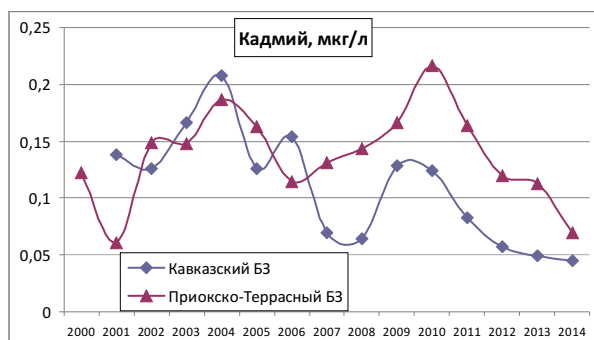
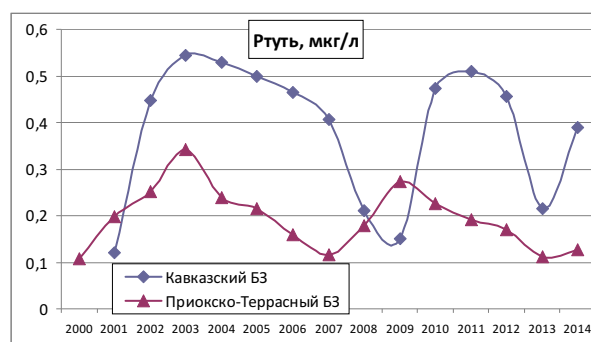
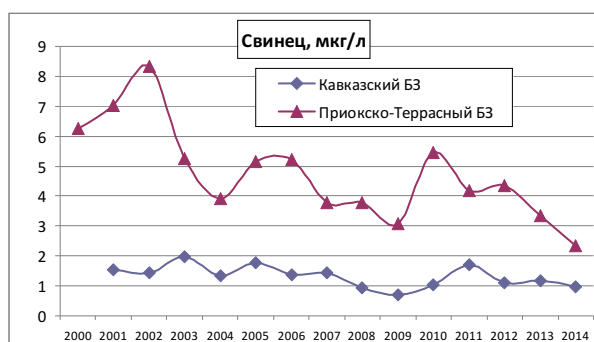


Рис. 1.3.1.1. Изменение содержания тяжелых металлов в атмосферных осадках фоновых районов в 2000-2014 гг.

Таблица 1.3.1.1. Концентрации загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2014 г	Диапазон	2014 г	Диапазон	2014 г
Кавказский БЗ	1982-2014	0,19 – 69,0	1,158	0,020 – 49,0	0,050	0,001 – 22,4	0,318
Приокско-Террасный БЗ	1983-2014	0,2 - 696,0	2,771	0,009 – 20,0	0,095	0,01 - 80,0	0,209
Астраханский БЗ	1987-2014	0,05 – 91,0	1,549		1,300	0,02 – 376,0	0,840
Воронежский БЗ	1989-2014	0,18 - 44,2	4,333	0,035 – 19,0	0,156	0,001 – 311,0	0,64
Яйлю	1998-2014	0,25 – 48,0	2,565	0,033 – 12,5	0,095	0,009 – 0,97	0,043

Заповедник	Период наблюдений	Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		γ-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2013 г	Диапазон	2014 г	Диапазон	2014 г
Кавказский БЗ	1982-2014	0,05 – 61,0	0,807	1,01 – 1811	86,01	0,25 - 190	13,938
Приокско-Террасный БЗ	1983-2014	0,05 – 28,0	0,487	1,5 – 1729	44,414	0,25 – 12960	26,378
Астраханский БЗ	1987-2014	0,05 – 22,72	0,688	1,5 – 994	26,183	0,3 – 111,0	12,6
Воронежский БЗ	1989-2014	0,05 – 10,4	0,770	1,0 – 341	113,30	0,3 – 40,7	6,25
Яйлю	1998-2014	0,1 – 14,0	0,677	0,4-350	31,07	0,1 – 120	24,863

нпо – значение ниже предела обнаружения.

нпо – значение ниже предела обнаружения.

1.3.2. Фоновый уровень ионного состава атмосферных осадков

В раздел вошли 10 станций, расположенных на Европейской (ЕТР) и Азиатской (АТР) территориях Российской Федерации (РФ). На химический анализ собирают атмосферные осадки за неделю (8 станций), месяц (Хужир) и единичные выпадения (Приморская). Все пункты расположены в сельской местности, поэтому химический состав осадков (ХСО) можно использовать для качественной оценки регионального и глобального фона загрязнения воздуха. Изменения средней за месяц минерализации осадков по станциям представлено на рис. 1.3.2.1.

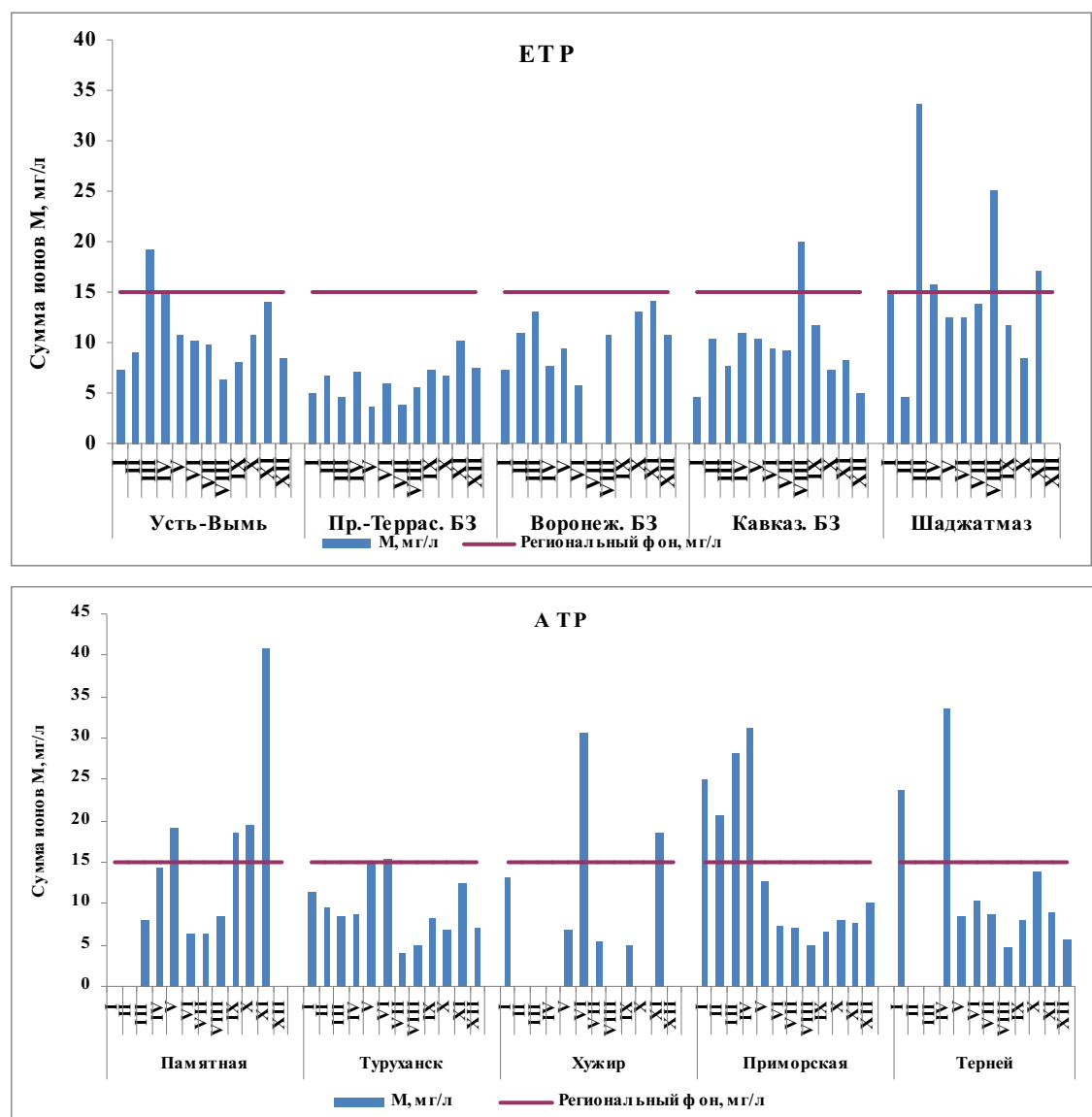


Рис. 1.3.2.1. Изменения суммы ионов в осадках по месяцам на ЕТР и АТР в 2014 году

В основном месячная сумма ионов расположена ниже регионального фона с более частыми превышениями на АТР. На ЕТР при средней сумме ионов за год 8,9 мг/л интервал колебаний в недельных пробах составил от 2,1(Кавказский БЗ) до 40 мг/л (Шаджатмаз) и на АТР при средней 7,6 — от 1,4 (Туруханск) до 47,0 мг/л (Приморская). По сравнению с прошлым годом в обоих случаях диапазоны

уменьшились примерно на 5% на Европейской и на 16,5% по Азиатской территориям. Нижний предел минерализации на станциях ЕТР (за исключением Воронежского БЗ), а также на станциях Туруханск и Приморская (АТР) соответствует уровню минимально возможной суммы ионов в естественных условиях (1,4-3,0 мг/л). Такие осадки всегда кислые (табл. 1.3.2.1). Сопоставление раздельно крайних значений показывает, что их изменения происходят в пределах 2-3% величины рН.

Сумма ионов, как известно, определяет проводимость осадков. По результатам исходных наблюдений отмечаются заметные расхождения между минерализацией и удельной электропроводностью в пробах Кавказского и Воронежского БЗ (ЕТР), а также в пробах Туруханска, Приморской и Тернея (АТР). Несоответствие может быть связано с присутствием неизмеренных компонентов.

В осадках за неделю по преобладанию отдельных компонентов абсолютный приоритет принадлежит сульфатам при величине $\text{pH} \leq 5,0$ и гидрокарбонатам при значении $\text{pH} > 5,5$. В среднем по ЕТР содержание сульфатов в 1,5 раза ниже, а гидрокарбонатов в 2 раза выше, чем на АТР. Вместе они составляют около 50% суммы ионов. Наибольший разброс концентрации сульфатов приходится на станции Приморская (0,4-25,4 мг/л) и Шаджатмаз (0,2-38,3 мг/л), а гидрокарбонатов — на Кавказский БЗ (0,1-20,4 мг/л) и Шаджатмаз (1,0-21,4 мг/л). Размах гидрокарбонатов уменьшился примерно вдвое. Следующими по вкладу в минерализацию осадков следует считать нитраты, и затем хлориды. Нитраты имеют более широкий диапазон от 0,1 до 12 мг/л с максимальным значением около 30 мг/л, хлориды 0,4-3 мг/л.

Из катионов преобладает щелочноземельный кальций, изменяясь от 0,3 до 7 мг/л, далее следуют ионы натрия (0,2-3,0 мг/л) и калий (0,1-2,0 мг/л). На побережье содержание натрия близко к 3,0 мг/л, а хлоридов к 6,0 мг/л. Максимальная кислотность осадков изменяется от 1,6 мкг/л (Шаджатмаз, $\text{pH}=5,8$) до 224 мкг/л (Приморская, $\text{pH}=3,65$). Внутри диапазонов абсолютно минимальных или абсолютно максимальных значений наблюдаются также различия величины рН.

Наименьшие колебания за пятилетие концентрации ионов и общей минерализации в Приокско-Террасном БЗ и на Хужире, наибольшие — на Шаджатмазе, в Кавказском БЗ и Приморской (рис. 1.3.2.2).

Сумма веществ, выпадающих с осадками по всем станциям, колеблется от 0,8 (Хужир) до 12,7 (Кавказский БЗ) т/км.кв.год (табл. 1.3.2.2). Влажные выпадения уменьшились примерно на 21%, то есть примерно на ту же величину, что и сумма осадков за год.

Снизилась влажные выпадения серы (13%), азота нитратного (31%) и аммонийного (21%). Отношение азота аммиачного к нитратному возросло на 11% (в Приморской в 3 раза), а серы к суммарному азоту — на 31%. В среднем выпадение серы и суммарного азота по многолетним данным держится в пределах 0,2 – 0,8 т/км.кв.год, за исключением Хужира и Приморской. На этих станциях отношение

близко к интервалу от 1 до 2 т/км.кв.год, хотя случаются и заметные отклонения. Однако чаще преобладает доля аммиачного азота.

Таблица 1.3.2.1. Средневзвешенные за год концентрации ионов в осадках на станциях фонового мониторинга, 2014 г

Станция	SO ₄ ²⁻	Cl	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	M	pH		k, мкСм/см
	мг/л										Мак	Мин	
Усть-Вымь	1,9	0,6	1,5	3,3	0,8	0,5	0,2	0,9	0,2	9,8	6,9	5,6	20
Приокско-Террасный БЗ	1,2	0,5	1,1	1,4	0,4	0,2	0,2	0,7	0,2	5,8	6,8	4,8	14
Воронежский БЗ	1,8	0,6	1,4	1,6	0,3	0,4	0,3	0,9	0,2	7,4	6,4	4,5	20
Кавказский БЗ	1,4	0,6	0,7	2,6	0,3	0,3	0,1	1,1	0,2	7,3	7,0	5,2	18
Шаджатмаз	1,7	0,7	2,1	6,2	0,6	0,3	0,3	2,1	0,4	14,2	7,5	5,8	28
Памятная	2,3	0,9	1,2	2,1	0,4	0,6	0,3	1,0	0,3	9,2	7,0	4,9	21
Туруханск	1,3	0,7	0,4	1,5	0,2	0,4	0,3	0,4	0,3	5,4	6,9	4,4	14
Хужир	1,4	0,4	0,4	1,7	0,2	0,2	0,3	0,4	0,2	5,1	7,0	5,6	12
Приморская	4,1	1,3	0,7	1,5	0,8	0,5	0,3	1,2	0,2	10,7	7,8	3,6	23
Терней	2,8	1,8	0,5	0,3	0,5	0,9	0,2	0,7	0,1	7,7	6,8	4,7	19

Таблица 1.3.2.2. Выпадение с осадками серы, азота и суммы ионов в 2014 г

Станция	S	N(NO3)	N(NH4)	Σ N	Q	H ⁺	N(H)/N(O)	S/Σ N
	т/км.кв.год					кг/км.кв.		
Усть-Вымь	0,31	0,17	0,31	0,48	4,85	1,24	1,86	0,64
Пр.-Террасный БЗ	0,17	0,10	0,11	0,21	2,37	6,46	1,12	0,79
Воронежский БЗ	0,24	0,13	0,08	0,21	2,92	12,46	0,65	1,14
Кавказский БЗ	0,79	0,28	0,41	0,69	12,65	10,98	1,43	1,15
Шаджатмаз	0,43	0,38	0,38	0,75	11,24	1,25	0,99	0,58
Памятная	0,34	0,12	0,12	0,24	4,02	5,51	0,97	1,40
Туруханск	0,29	0,07	0,09	0,15	3,82	26,68	1,31	1,90
Хужир	0,07	0,01	0,02	0,04	0,78	0,38	1,68	1,91
Приморская	0,87	0,10	0,40	0,51	6,85	143,39	3,87	1,72
Терней	0,91	0,11	0,36	0,47	7,46	19,30	3,30	1,92

За указанные 5 и 6-ти летние периоды (рис. 1.3.2.3) отклонения влажных выпадений от средней (за период) достигают 100% и более. По величине и разбросу зависят они главным образом от суммы выпадающих осадков.

Отдельные компоненты могут синхронно изменяться по годам. Так, в 2014 г выпадение суммарного азота сократилось на всех станциях кроме Шаджатмаза.

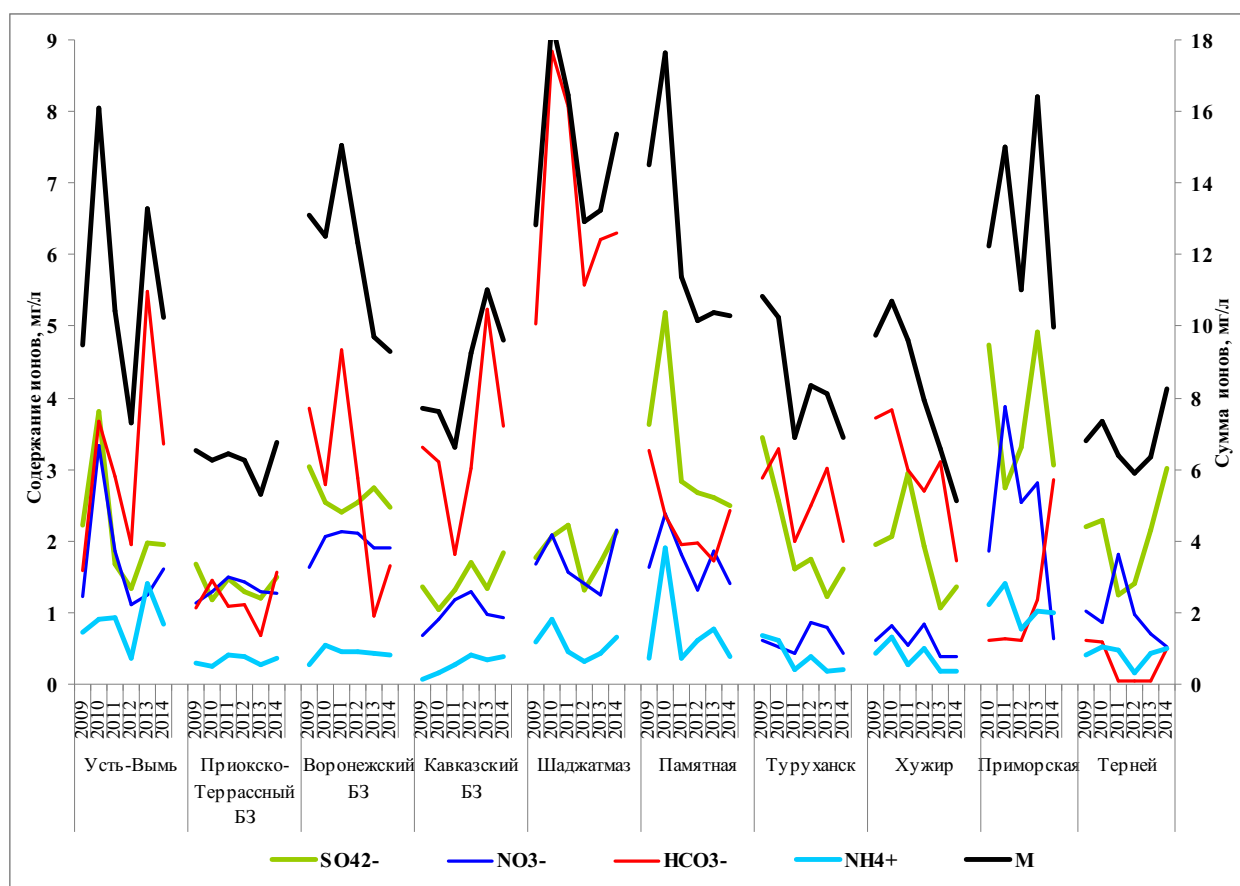


Рис. 1.3.2.2. Временной ход концентрации ионов в осадках за период 2009-2014 гг.

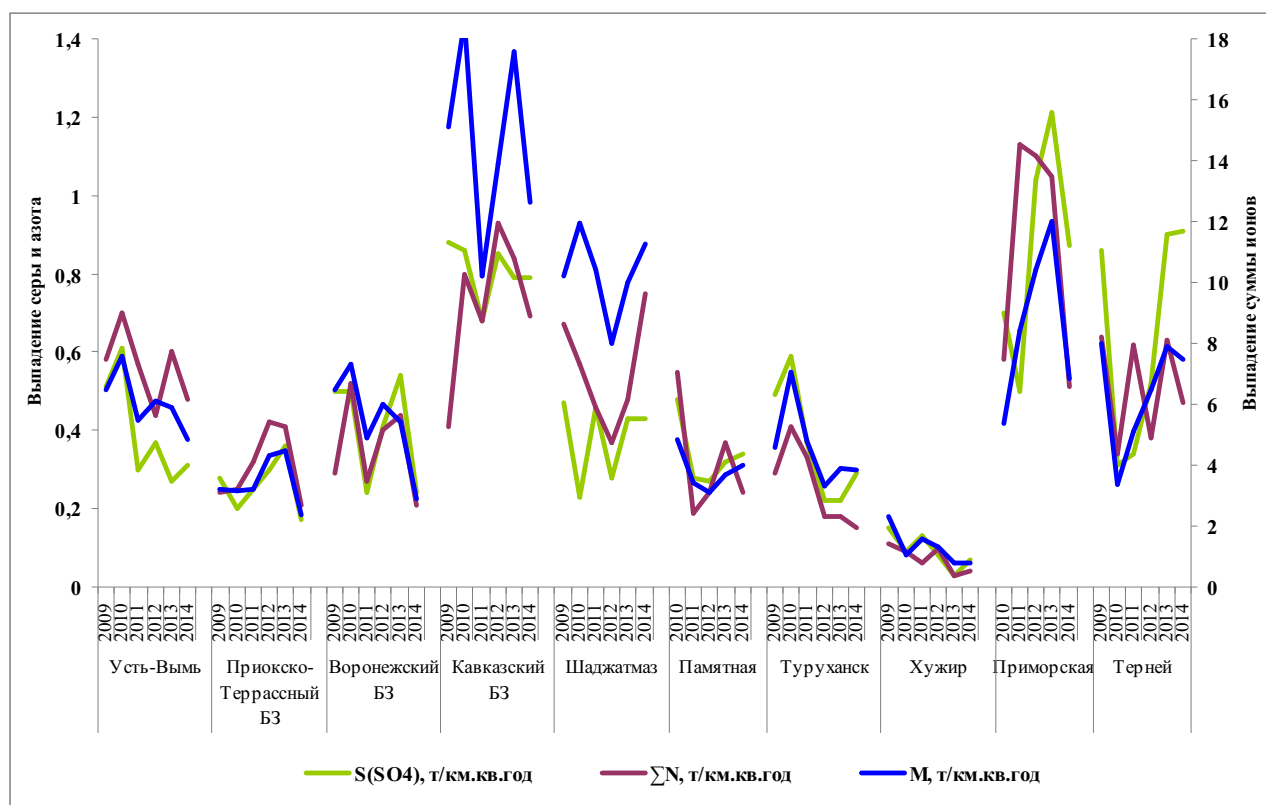


Рис. 1.3.2.3. Временной ход влажных выпадений суммы ионов (пунктирная линия), серы и суммарного азота за период 2009-2014 гг.

Самым важным показателем антропогенного влияния на ХСО остаётся величина рН, её повторяемость и направленность изменений (рис. 1.3.2.4).

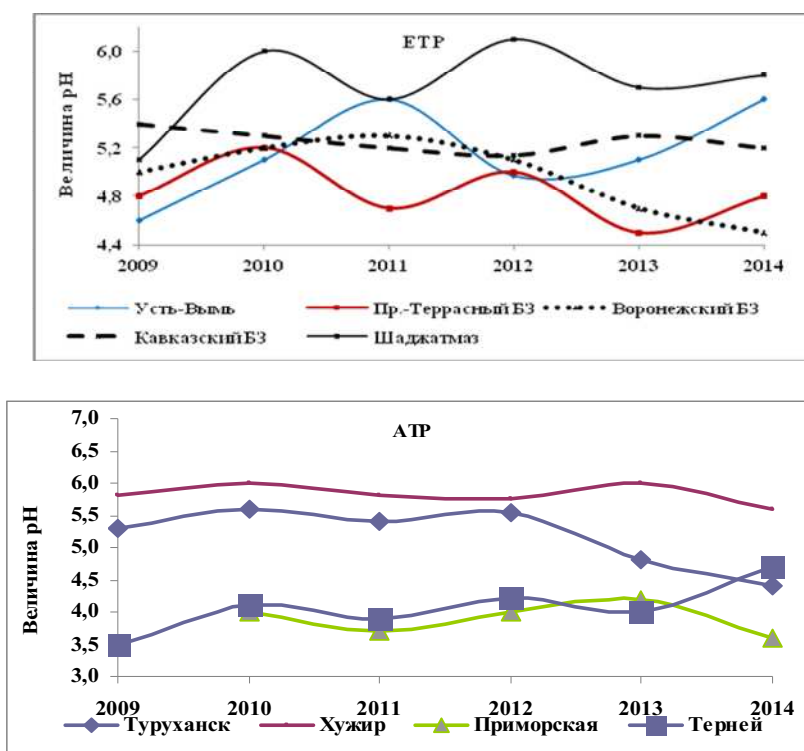


Рис. 1.3.2.4. *Ход изменений со временем абсолютно минимальной величины рН осадков на станциях ЕТР и АТР*

Очень кислые осадки выпадают в Приморской, где $[H^+] = 143,4$ мкг/л, затем в Туруханске 27 мкг/л, Воронежском БЗ 20 мкг/л и в Тернее — 19,3 мкг/л. Неуклонный рост кислотности в течение 4-х лет отмечается в осадках Воронежского БЗ и в течение последних двух в Туруханске.

Последние 5 лет общий размах отклонений единичных значений максимальной кислотности составляет рН от 3,6 до 6,1; минимальной кислотности — до 8,1.

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). Анализ проб и сбор первичной информации проводится в Лимнологическом институте СО РАН и Центре мониторинга Приморского УГМС; обработка и обобщение данных, их оценка и публикация осуществляется Центром деятельности ЕАНЕТ в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». В настоящее время только станции ЕАНЕТ предоставляют результаты регулярного мониторинга содержания загрязняющих веществ в атмосфере вне городов на азиатской территории России.

По данным измерений в 2014 г. содержание диоксида серы в целом преобладало среди газовых примесей в воздухе на станциях ЕАНЕТ (Рис.1.4.1), кроме станции Монды, где уровни концентрации хлористого водорода были выше, чем для остальных газов как в среднем за год, так и в отдельные сезоны. На станции Приморская среднегодовое содержание аммиака и диоксида серы одно из самых низких в сравнении с наблюдениями за предыдущие годы, при этом наблюдавшиеся концентрации SO_2 в Приморье были ниже, чем в районе озера Байкал. Среднемесячные концентрации SO_2 на фоновом уровне (ст. Монды) в 2014 г. регистрировались на уровне $0.03\text{--}0.5\text{ мкг/м}^3$, за исключением июня, когда среднемесячная концентрация составила 2.20 мкг/м^3 . Выраженного сезонного хода содержания диоксида серы в воздухе на станции Монды не наблюдалось.

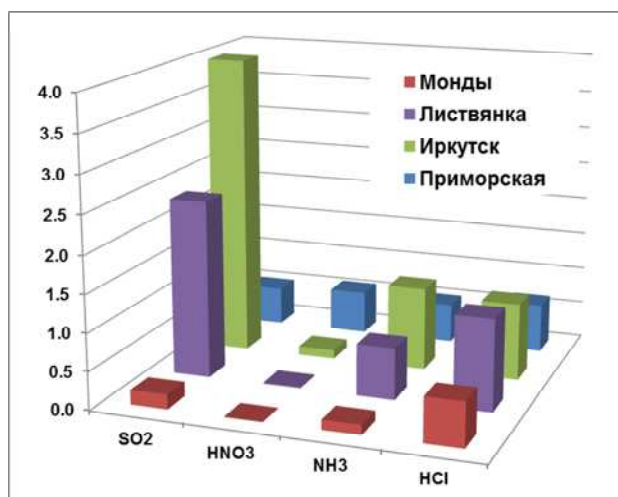


Рис. 1.4.1. Среднегодовое содержание газовых примесей в воздухе по данным измерений на станциях ЕАНЕТ в 2014 г. (мкг/м^3).

За весь период наблюдения на всех станциях ЕАНЕТ наибольшие концентрации в составе взвешен-

ных частиц в характерны для сульфатов – около 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 десять лет наблюдений содержание практически всех основных ионов в воздухе уменьшилось вдвое. При этом наблюдаемое загрязнение атмосферы на ст. Листвянка в 5 и более раз превышает фоновые уровни загрязнения на ст. Монды. Концентрации сульфатов и аммония в аэрозолях в Приморском крае продолжает оставаться заметно выше, чем в регионе Байкала.

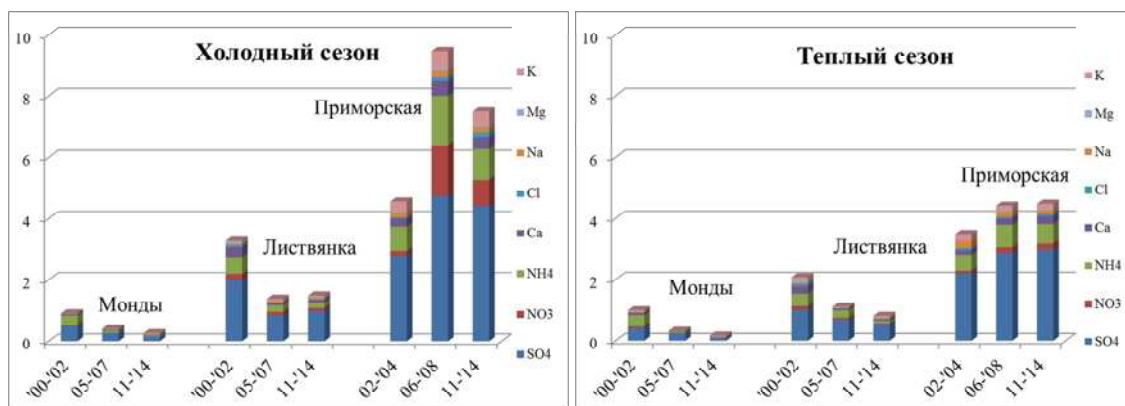


Рис. 1.4.2. Изменение среднего химического состава аэрозолей (мкг/м^3) на станциях ЕАНЕТ в холодный (слева) и теплый (справа) периоды по наблюдениям в 2000-2014 г.

В годовом ходе аэрозолей сульфатов и нитратов на региональных станциях хорошо прослеживается максимум в зимний период. В целом, в 2014 г. среднесезонные концентрации в районе оз. Байкал были на уровне многолетних характерных значений или чуть ниже, а в Приморье ниже значений 2013 года, приблизившись к уровню предыдущих многолетних характерных значений.

В многолетнем ходе средних концентраций серо- и азотсодержащих веществ в воздухе отмечается некоторое уменьшение среднегодовых значений на станциях в регионе оз. Байкал по сравнению с 2010-2013 гг. (Рис. 1.4.3), тогда как в Приморском крае в 2014 г. содержание в атмосфере аэрозолей серо- и азотсодержащих веществ понизилось в сравнении с 2013 годом.

В 2014 г. сотрудниками Центра деятельности ЕАНЕТ были проведены работы по оценке трендов изменения содержания основных загрязняющих веществ в воздухе на фоновой станции Монды и региональных станциях Листвянка и Приморская с использованием методологии, предложенной ранее ЕМЕП. По результатам оценочных расчетов линейных трендов изменения за весь период наблюдений (Табл. 1.4.1) уровни концентраций диоксида серы в целом возрастали, в то время как концентрации сульфатов возрастают лишь на станции Приморская, а в районе Байкала - убывают. Также на всех трех станциях возрастают концентрации HCl.

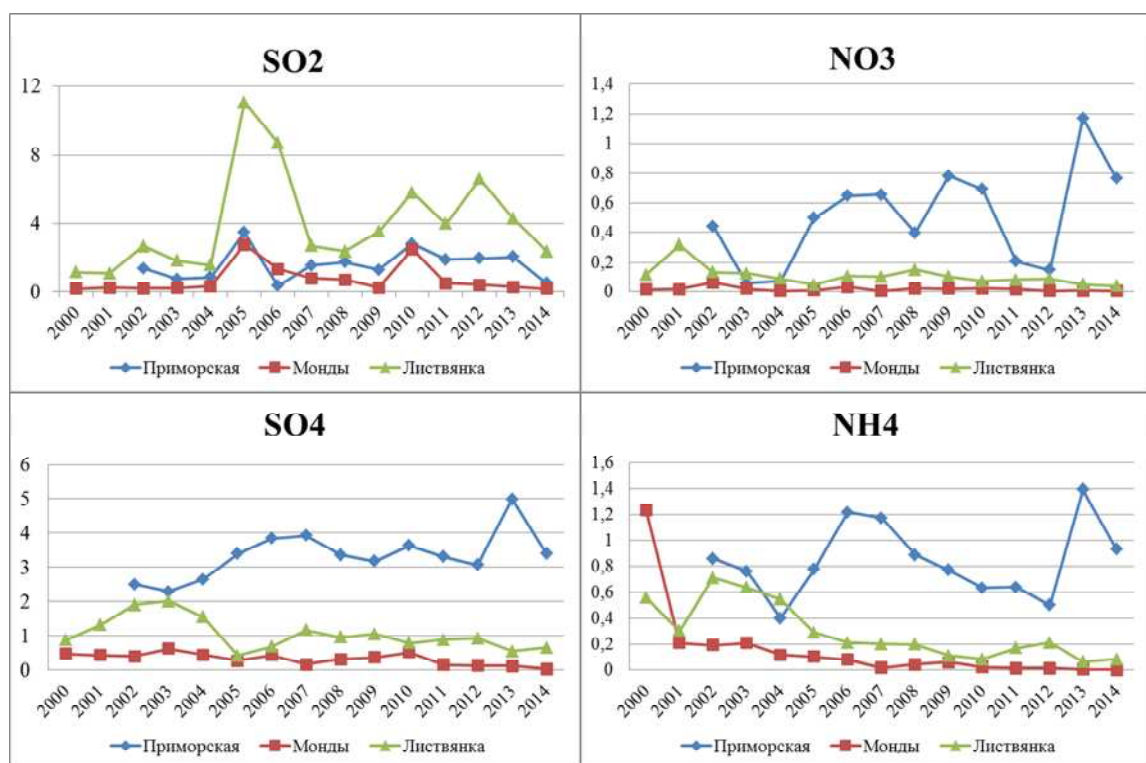


Рис. 1.4.3. Изменения средних годовых концентрации соединений серы (слева) и азота (справа) в воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг/м³).

Таблица 1.4.1. Оценки трендов концентраций основных загрязняющих веществ в воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг/м³ в год) за период 2000-2013 г. (Статистическая значимость оценки представлена цветом ячейки: красным - статистически значимое возрастание, зеленым – статистически значимое убывание, серым – статистически незначимые величины)

Измеряемое вещество		Станции мониторинга ЕАНЕТ		
		Приморская	Монды	Листвянка
Газы	SO ₂	0,032	0,004	0,084
	HNO ₃	0,004	0	-0,005
	HCl	0,029	0,022	0,048
	NH ₃	-0,234	-0,014	0,011
Аэрозоли	SO ₄ ²⁻	0,043	-0,034	-0,086
	NO ₃ ⁻	0,010	-0,002	-0,018
	Cl ⁻	-0,001	0,001	-0,002
	NH ₄ ⁺	-0,017	-0,018	-0,041
	Na ⁺	-0,003	0,000	-0,004
	K ⁺	0,001	-0,001	-0,004
	Mg ²⁺	0,003	0	-0,003
	Ca ²⁺	0,011	-0,004	-0,014

По наблюдениям за загрязнением осадков в 2014 г. на региональном уровне, как и ранее, для Дальнего Востока характерно более высокое содержание сульфатов и аммония в осадках в течение всего года. Сезонные изменения выпадений сульфатов определяется в основном годовым ходом осадков. Максимальные потоки сульфатов в 2014 г. отмечены в Приморье в мае ($0,51 \text{ г/м}^2$) и сентябре-ноябре (более $0,26 \text{ г/м}^2$ в месяц), а в холодный период 2013-2014 г. влажные выпадения сульфатов в целом составили $0,52 \text{ г/м}^2$ (менее $0,25 \text{ г/м}^2$ 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-летом практически для всех соединений, вместе с наибольшими суммами осадков в течение года (более 75% за апрель-август 2014 г.).

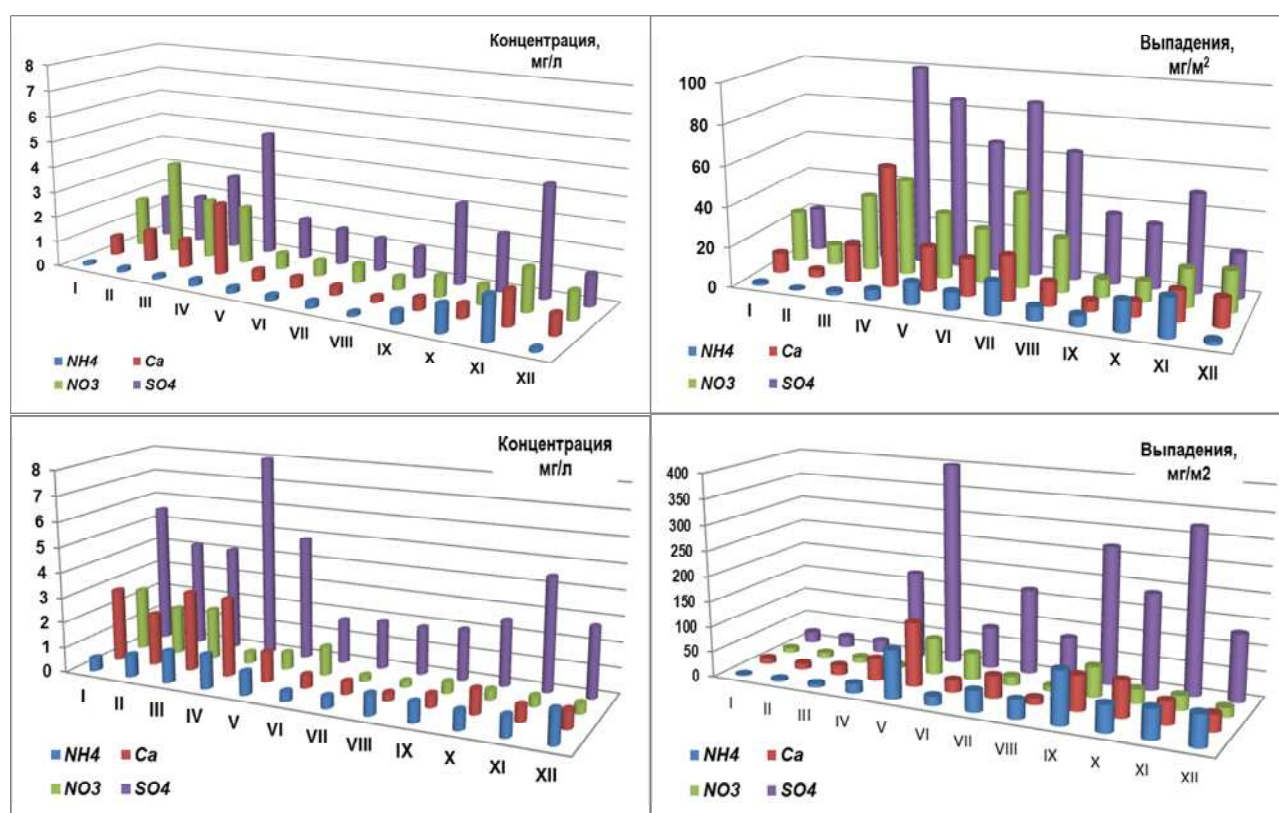


Рис. 1.4.4. Годовой ход концентраций (слева) и выпадений (справа) основных кислотообразующих ионов с осадками в регионе оз. Байкал (ст. Листвянка, верхний) и на Дальнем Востоке (ст. Приморская, нижний) в 2014 году.

Вследствие региональных особенностей поступления осадков, при сравнимых уровнях концентраций кислотных соединений в осадках величина их влажных выпадений значительно выше в Приморском регионе, чем в Байкальском регионе (Табл. 1.4.2). При этом уровни потоков серы и азота с осадками (без учета сухих выпадений) в Восточной Сибири все еще ниже значений критических нагрузок, предлагаемых в ЕМЕП для оценки выпадений. Тем не менее, для некоторых районов Приморья общие выпадения азота могут приближаться к указанным критическим значениям.

Таблица 1.4.2. Сравнение суммарных выпадений серы и азота с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2008-2013 г. и критических нагрузок, используемых в ЕМЕП, г/м²/год

Станция	Влажные выпадения (в единицах элемента) (в скобках – среднее за 7 лет)			Критические нагрузки (ЕМЕП)	
	S (SO ₄)	N (NO ₃)	N (NH ₄)	S _{CL}	N _{CL}
Листвянка	0,09-0,34 (0,21)	0,032-0,10 (0,072)	0,034-0,16 (0,081)	1,6-2,4	0,56-0,98
Монды	<0,01- 0,046(0,027)	<0,001- 0,022(0,014)	<0,001-0,04 (0,018)	0,32-0,64	< 0,28
Приморская	0,44-0,78 (0,60)	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 веществ.

Главную роль в трансграничном загрязнении играют выбросы в атмосферу. Это связано с тем, что в этом случае реализуются возможности дальнего, в том числе трансграничного, переноса загрязняющих веществ. Наблюдения в 2014 г. проводились в рамках «Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе – ЕМЕП» (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe – ЕМЕР) на четырех станциях ЕМЕП, расположенных в северо-западном регионе России (Янискоски, Пинеге) и на станциях Данки, Лесной заповедник, расположенных в центральной части России и на юге Московской области.

Работы по программе ЕМЕП предусматривают регулярный анализ содержания в атмосфере и атмосферных осадках химических соединений, определяющих кислотно-щелочной баланс. На основании экспериментально полученных данных оценены реальные величины концентраций и нагрузок соединений серы и азота в северо-западном и центральном районе России.

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

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

Наблюдения показали, что диапазон значений величины рН осадков, отобранных на станциях ЕМЕП, весьма широк и простирается от значений менее 4 до значений более 7. Табл. 1.5.1 дает представление о частотном распределении осадков в различных диапазонах кислотности. Очень

кислые осадки ($\text{pH} < 3$) не выпадали ни разу за весь период наблюдений. Данные таблицы показывают, что атмосферные осадки северо-западной части ЕТР следует отнести в целом к разряду слабых и нейтральных. Наиболее вероятно выпадение осадков в диапазоне pH от 5 до 6. Вероятность выпадения осадков с высокой кислотностью весьма мала на всей исследуемой территории. Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод о практическом пространственном постоянстве кислотности осадков для исследуемой территории: различие между максимальным и минимальным значениями pH составляет 0,3 единицы. Таким образом, анализ химического состава атмосферных осадков показал, что осадки, выпадающие в районе станций ЕМЕП, можно классифицировать как нейтральные.

Таблица 1.5.1. Выпадения с осадками серы и азота, кислотность и частотное распределение величин pH атмосферных осадков в районах расположения российских станций ЕМЕП (2014 г.)

Станция/широта, °N	Выпадения, г/м ² /год		pH	Доля проб в диапазоне pH , %				
	S	N		< 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	> 7
Янискоски, 69	0,17	0,14	5,08	0	34	65	2	0
Пинега, 65	0,27	0,33	5,66	0	4	49	46	2
Лесной, 56	0,27	0,57	5,16	0	21	76	3	0
Данки, 55	0,20	0,36	5,24	1	15	70	13	1

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

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

Диапазон изменений общей минерализации осадков на станциях ЕМЕП, рассчитанный на основе среднегодовых концентраций, лежит в пределах от 1 до 15 мг/л. Анализ данных ионного баланса атмосферных осадков показал, что сульфат - ион является доминирующим кислотным анионом для всех станций ЕМЕП. Его вклад в ионный баланс составляет 17-31 %, однако вклад нитрат - ионов и ионов аммония довольно существенен (7–15% и 10 –22% соответственно).

Концентрации сульфатов максимальны в районах, прилегающих к западной границе России и подверженных влиянию трансграничного переноса. На ст. «Лесной заповедник» среднегодовая концентрация сульфатной серы в осадках в 2014 г. составляла 0,41 мг S/л, на ст. Янискоски – 0,46 мг S/л, на ст. «Пинега» – 0,57 мгS/л, на ст. Данки – 0,49 мг S/л.

Характер меридианного распределения содержания нитратов в осадках соответствует распределению концентраций сульфатов в осадках. На ст. «Лесной заповедник» среднегодовая концентрация нитратов в осадках в 2014 г. составляла 0,28 мг N/л, на ст. Янискоски – 0,12 мг N/л, на ст. «Пинега» – 0,18 мг N/л, на ст. Данки – 0,30 мг N/л.

Необходимо отметить широкий диапазон варьирования концентраций ионов аммония в осадках. На ст. «Лесной заповедник» среднегодовая концентрация ионов аммония в осадках в 2014 г. составляла 0,42 мг N/л, на ст. Янискоски – 0,17 мг N/л, на ст. «Пинега» – 0,55 мг N/л, на ст. Данки – 0,43 мг N/л.

Концентрации серы и азота в осадках подвержены сезонным вариациям. Максимальные концентрации сульфат ионов на станции ЕМЕП наблюдались в весенний и осенний периоды. Содержание серы в осадках в холодный и теплый периоды может отличаться более чем в пять раз. Наиболее высокая концентрация нитратов и ионов аммония в осадках наблюдается в холодный период года, что соответствует сезонной изменчивости концентраций окислов азота в атмосферном воздухе и указывает на важную роль антропогенных источников в формировании уровней содержания нитратов в осадках. Количество в атмосфере окисленных серы и азота во многом определяется действием отопительных систем в холодный период года, тогда как аммонийный азот в большей степени поступает в атмосферу в теплый период года.

Оценка выпадений с осадками осуществлялась на основе средневзвешенных месячных концентраций и количества выпавших осадков. Величины мокрых выпадений для районов рассматриваемых станций находятся в пределах 0,19 – 0,32 г/м² в год для серы и 0,11 – 0,42 г/м² в год для азота. Количество мокрых выпадений серы и азота в зимний период существенно ниже, чем в летний, на всех станциях ЕМЕП. Доля аммонийного азота составляет порядка 60% от мокрого суммарного выпадения азота для станций ЕМЕП.

На рис. 1.5.1 показано, как изменялись среднегодовые значения выпадений серы из атмосферы с осадками на российских станциях ЕМЕП. Для каждой станции по точкам проведена линия линейно-

го тренда. Из рисунка следует, что вариации год от года относительно велики, однако это не мешает увидеть долговременные закономерности для ряда лет. Можно констатировать, что за период действия Гетеборгского протокола величины выпадений для совокупности всех станций практически не изменились. Незначительные тренды вполне могут быть объяснены незначительностью статистического материала при высокой межгодовой вариабельности значений.

Среднегодовые темпы выпадений с осадками суммы нитратного и аммонийного азота представлены на рис. 1.5.2. Из рисунка следует, что в целом российские станции ЕМЕП фиксируют рост выпадений азота. Темп этого роста закономерно меняется от станции к станции, что может быть, как и ранее объяснено незначительностью статистического материала при высокой межгодовой вариабельности значений.

Для оценки концентраций соединений серы и азота в атмосферном воздухе использовались значения суточных концентраций газов и аэрозолей. В целом концентрации диоксидов серы и азота закономерно возрастают при переходе с севера в центральные районы России. Пространственное распределение аэрозолей сульфатов и нитратов подобно распределению концентрации двуокиси серы. Измеренные концентрации значительно ниже, чем принятые в мировой литературе допустимые значения для самых чувствительных видов наземной растительности.

Анализ внутригодовой изменчивости концентраций диоксида серы показал явную сезонную зависимость. На станции Данки максимальные концентрации наблюдались в январе – феврале (1,19 – 1,59 мкг/м³). Подобным же образом ведет себя аэрозольный сульфат.

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

Необходимо отметить, что критические нагрузки рассчитаны с учетом суммы сухих и мокрых выпадений всех химических соединений серы и азота. Ранее выполненные оценки выпадений для российских станций ЕМЕП показали, что сухие выпадения серы дают вклад около 40% от суммарных. Для азота вклад «сухих» выпадений составляет около 10%. Следует, однако, отметить, что эта величина возможно несколько занижена, поскольку программа мониторинга на российских станциях ЕМЕП не предусматривает измерений газообразной азотной кислоты, аммиака и оксидов азота. Возможно, что поглощение этих веществ поверхностью может до двух раз увеличить значимость вклада «сухих» выпадений.

В табл. 1.5.2 сопоставлены значения мокрых выпадений серы и суммарного азота с осадками и значения критических нагрузок по сере и азоту для районов расположения станции. Величины критиче-

ских нагрузок оценены с использованием методических рекомендаций ЕЭК ООН. Значения критических нагрузок по азоту носят ориентировочный характер.

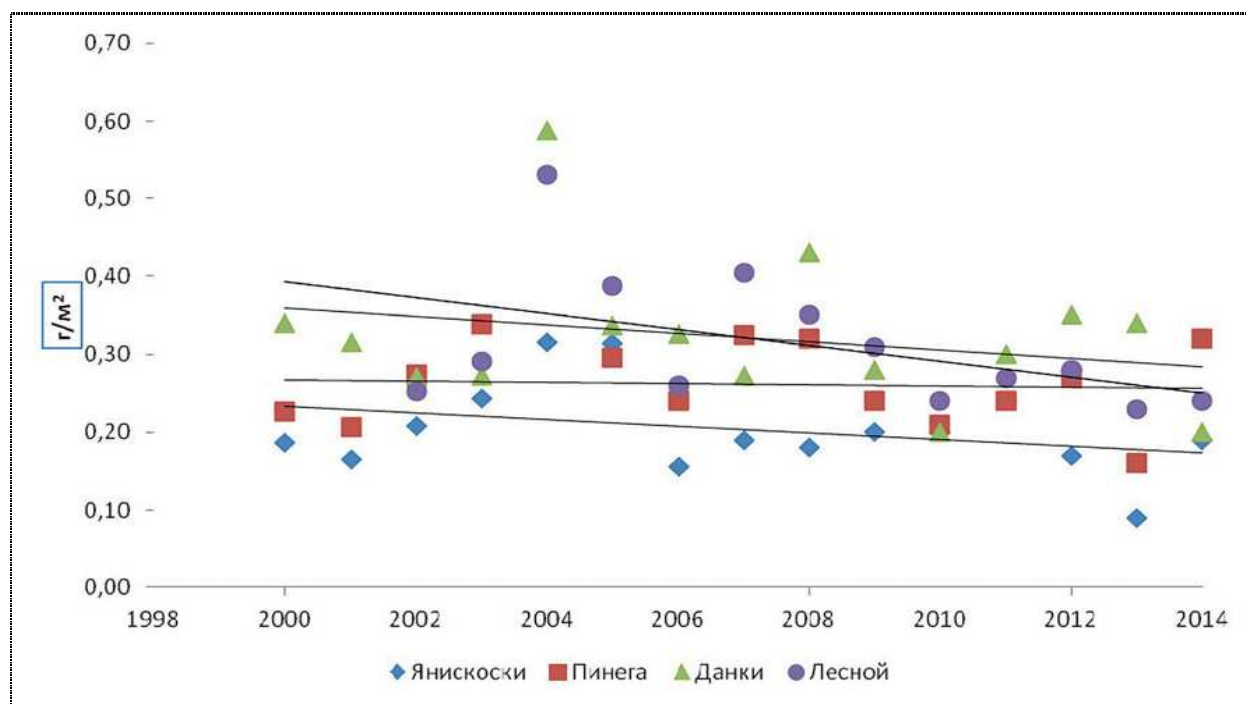


Рис. 1.5.1. Среднегодовые выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками, $гS/м^2/год$

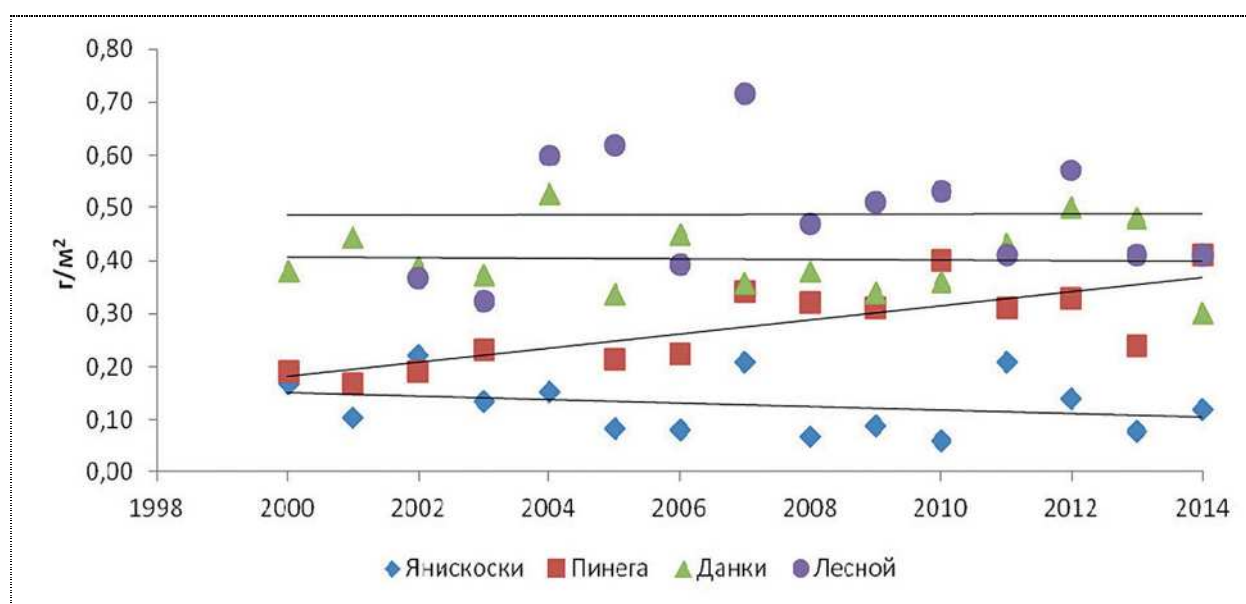


Рис. 1.5.2. Среднегодовые выпадения суммы нитратного и аммонийного азота из атмосферы с осадками, $г N/м^2/год$

На основе данных табл. 1.5.2 можно сделать вывод, что выпадения серы существенно ниже критических нагрузок. В случае азота выпадения близки к критическим значениям. Это весьма тревожный симптом, особенно с учетом того обстоятельства, что выпадения азота с осадками год от года растут.

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

	Выпадения S	Нагрузки S	Выпадения N	Нагрузки N
Янискоски	0,19	0,32-0,64	0,11	<0,28
Пинега	0,32	0,32-0,64	0,41	<0,28
Лесной	0,24	1,6-2,4	0,42	0,56-0,98
Данки	0,21	1,6-2,4	0,30	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 экотоксикантов в почвах проводятся на постоянных площадках на территории биосферных заповедников, в которых имеются станции КФМ, с периодичностью 1 раз в 3-5 лет. Отбор проб осуществляется из верхнего минерального 10 см слоя почвы, а в лесных экосистемах – также и из органогенного горизонта лесной подстилки. Постоянные пробные площадки приурочены к основным экотопам региона, что позволяет оценить интенсивность миграции загрязняющих веществ в ландшафте.

В 2014 году обследование состояния загрязнения почв на станциях КФМ не проводилось. В настоящем обзоре приведены обобщённые данные наблюдений прошлых лет, в том числе при проведённых комплексных обследованиях фонового уровня загрязнения почв и растительности в биосферных заповедниках «Волжско-Камский», «Командорский», а также в национальном парке (биосферном резервате) «Смоленское Поозерье».

В табл. 2.1.1 приведены полученные в 2011-2013 гг. значения концентраций тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в верхнем 10-сантиметровом слое почв станций КФМ (значения усреднены по разным экотопам) и диапазоны изменения массовых долей экотоксикантов в биосферных заповедниках в различных экотопах за период с 2005 по 2014 г.

В целом, за последнее десятилетие в почвах КФМ не зарегистрировано случаев превышения концентраций загрязняющих веществ сверх установленных нормативных величин ПДК (ОДК). Вместе с тем, периодически отмечались близкие к ПДК (ОДК) значения содержания соединений в почвах свинца и бенз(а)пирена в Воронежском БЗ, кадмия в Алтайском БЗ (Яйлю), меди в Алтайском и Приокско-Тerrasном БЗ, что свидетельствует о наличии значимого, но варьирующего во времени антропогенного прессинга в этих регионах. Наибольшими концентрациями свинца отличаются почвы Кавказского БЗ, что определяется литогенными особенностями почвообразующих пород.

Формирование пространственных характеристик ореолов фонового рассеяния загрязняющих веществ в почвах во многом определяется ландшафтным своеобразием районов размещения станций КФМ. В регионах с гумидным климатом и расчлененным рельефом, которые характеризуются выработанной водной миграцией веществ с поверхностным и внутрипочвенным стоком, в почвах гетерономных ландшафтов могут обнаруживаться более высокие средние уровни накопления экотоксикантов, чем в почвах автономных ландшафтов. Так, опробование почв трех экотопов в Воронежском БЗ в 2013 г. показало, что для находящихся в геохимическом подчинении аллювиальных ило-

вато-перегнойно-глеевых почв коэффициент латеральной миграции (отношение содержания элемента в почвах гетерономного ландшафта к его содержанию в почвах автономного ландшафте) составляет 1,4 для соединений свинца и 3,5 для соединений кадмия (рис. 2.1.1). Отношение уровней накопления соединений свинца и кадмия в полугидроморфных луговых почвах по отношению к автоморфным дерново-подзолистым песчаным почвам менее контрастно и составляет 0,8 и 1,8 соответственно. Таким образом, в гумидных ландшафтах кадмий характеризуется выраженной миграционной активностью, что определяет обязательность контроля его содержания в почвах пониженных частей рельефа.

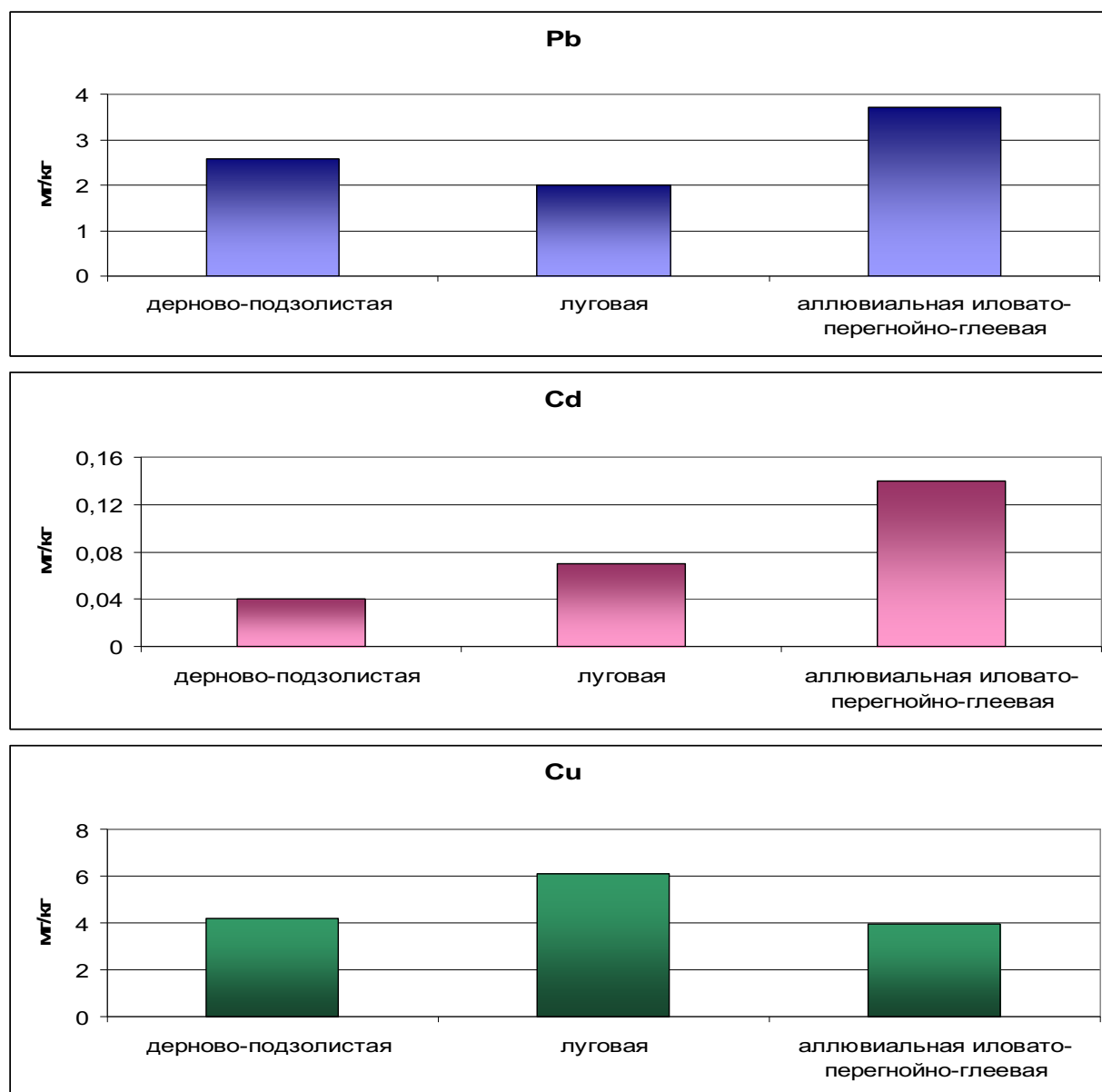


Рис. 2.1.1. Распределение содержания соединений тяжелых металлов в геохимически сопряженных почвах ландшафта Воронежского БЗ по данным 2013 г.

Пространственное распределение в почвах Воронежского БЗ соединений меди более однородно, при этом максимальный уровень её накопления отмечается в луговых почвах, что может опреде-

ляться меньшей миграционной активностью соединений меди в ландшафте вследствие ее стабилизации в составе устойчивых органо-минеральных комплексов с гумусовыми кислотами.

Наблюдения за загрязнением почв в биосферных заповедниках ведутся с 1982 года, и к настоящему времени накоплен фактический материал, позволяющий оценивать долговременные тенденции изменения средних величин концентраций в почвах соединений свинца, кадмия, ГХЦГ и ДДТ (с метаболитами).

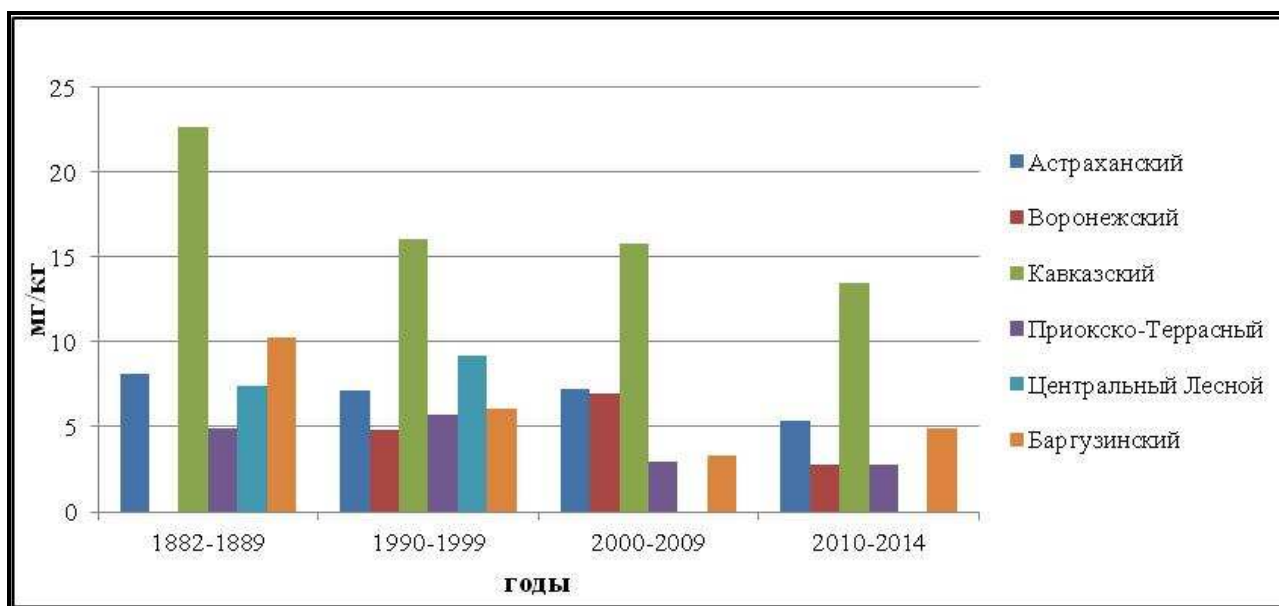


Рис.2.1.2. Динамика средних значений валовой концентрации свинца в почвах биосферных заповедников по 10-ти летним периодам

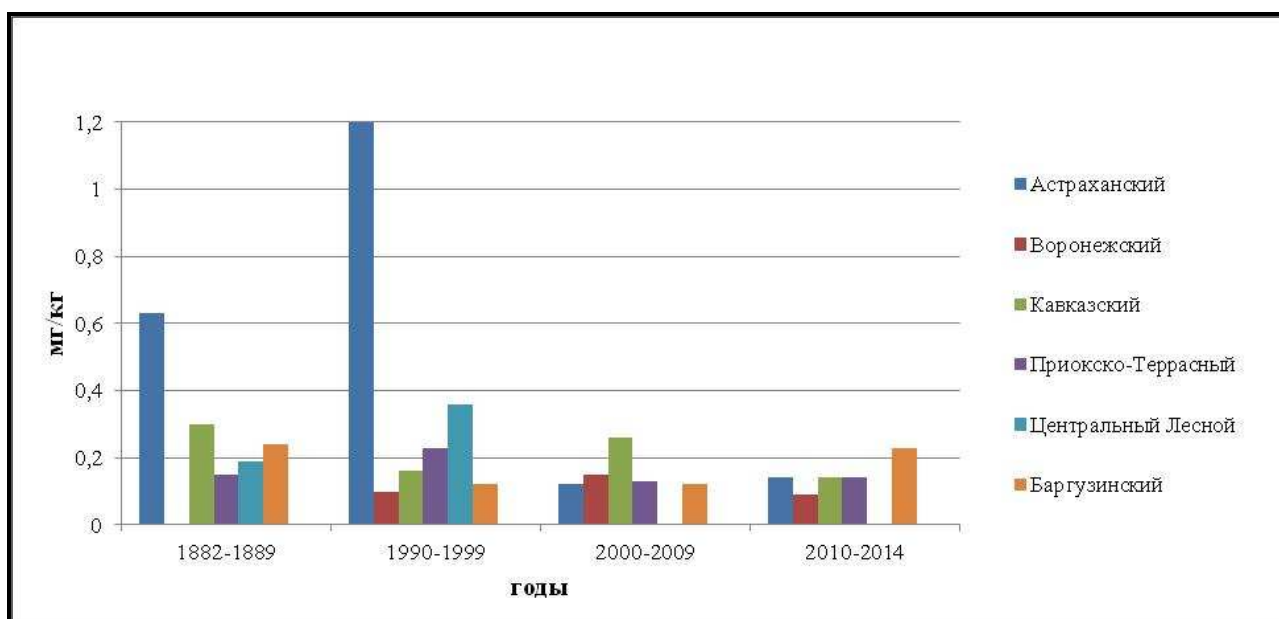


Рис. 2.1.3. Динамика средних значений валовой концентрации кадмия в почвах биосферных заповедников по 10-ти летним периодам

Анализ временных трендов изменения величин контролируемых показателей показал, что за период с 80-х к началу 2000-х годов произошло снижение в 1,5-2 раза среднего уровня загрязнения соединениями свинца почв Кавказского, Баргузинского, Воронежского, Астраханского и Приокско-Террасного БЗ (рис. 2.1.2).

Уровень концентраций соединений кадмия в почвах Астраханского БЗ в конце прошлого века существенно превышал ОДК (0,5 мг/кг для песчаных почв), но понизился в последние десятилетия, в то время как в других заповедниках достоверных изменений валовых концентраций не отмечается, а регистрируемые концентрации элемента находятся на уровне кларка для земной коры (0,16 мкг/кг) (рис. 2.1.3).

В целом, содержание тяжёлых металлов в верхних 10 см почвенного слоя в биосферных заповедниках, расположенных в европейской части России, соответствует ориентировочным значениям фоновых концентраций, установленным для почв Средней полосы России в конце 90-х гг. XX века (СП 11-102-97).

Одновременно с этим во всех биосферных заповедниках отмечается общая тенденция снижения фоновое уровня загрязнения почв остаточными количествами пестицидов (рис. 2.1.4 и 2.1.5). В наибольшей степени снижение остаточных количеств отмечается для γ -ГХЦГ, концентрация этого пестицида в почвах снизилась в 5 и более раз. Сегодня в почвах заповедников регистрируются значения, в 50 и более раз ниже установленных ПДК и близкие к пределу лабораторного обнаружения, что позволяет говорить о фактическом отсутствии загрязнения почв γ -ГХЦГ.

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

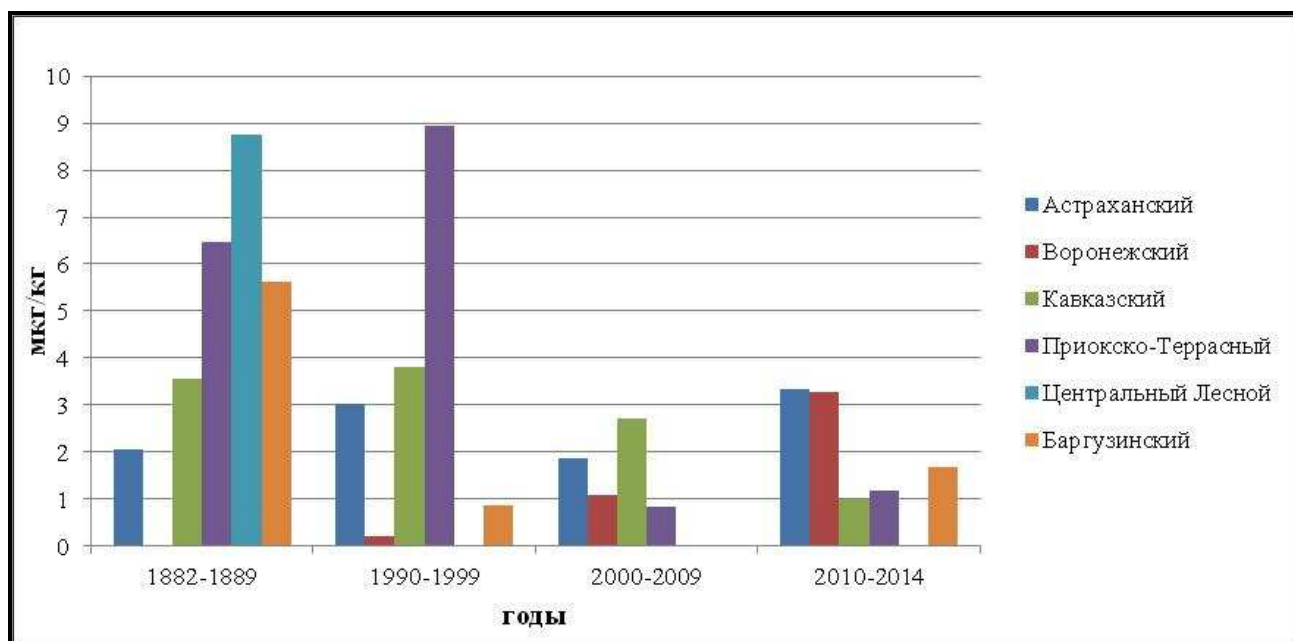


Рис. 2.1.4. Динамика средних значений γ -ГХЦГ в почвах биосферных заповедников по 10-ти летним периодам.

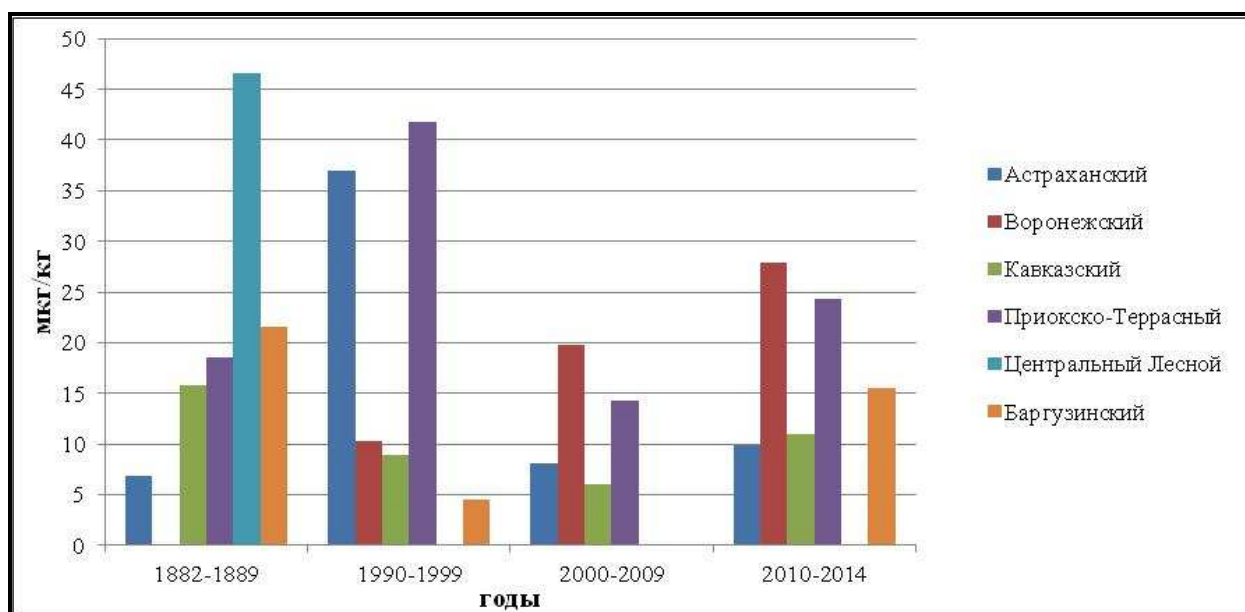


Рис. 2.1.5. Динамика средних значений концентрации ДДТ (с метаболитами) в почвах биосферных заповедников по 10-ти летним периодам.

Содержание загрязняющих веществ в растительности

Наблюдения за содержанием приоритетных загрязняющих веществ в вегетативных частях растений осуществляются на станциях КФМ с периодичностью 1 раз в 3-5 лет. При этом производится унифицированный отдельный пробоотбор и дальнейший анализ по фракциям: листва и хвоя древостоев, надземная часть высшей растительности травянистого (разнотравье) яруса и низшей мохового

яруса. В 2014 году обследования загрязнения растительности в биосферных заповедниках не проводилось.

По результатам фоновой мониторинга состояния растительности в районах размещения станций КФМ, проведённого в 2005-2014 гг., содержание большинства тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей находится в пределах интервалов колебаний, отмечаемых в течение последних 10 лет (табл. 2.1.2). В то же время, для ряда контролируемых параметров в последний срок мониторинговых наблюдений были отмечены максимумы значений. В частности, в Приокско-Тerrasном БЗ наблюдались наивысшие для многолетней динамики показатели содержания соединений кадмия в листе деревьев, а γ -ГХГЦ – 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 – γ -ГХГЦ в хвое и листе древесного яруса; в Алтайском БЗ (Яйлю) – бенз(а)пирена в травянистой растительности. Поскольку применение хлорсодержащих органических пестицидов групп ДДТ и ГХГЦ 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.

В целом, для отдельных показателей фоновой загрязненности 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 листе ясеня 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 γ -ГХГЦ (4,0 мкг/кг) – в хвое сосны Волжско-Камского БЗ.

Сравнительный анализ современных уровней накопления загрязняющих веществ в древесной и травянистой растительности биосферных заповедников показал, что не обнаруживается чётко выраженного яруса лесных фитоценозов, в котором отмечалось бы систематическое повышение концентраций отдельных тяжёлых металлов и/или загрязнителей органической природы (рис.2.1.6).

Таблица 2.1.1. Средние концентрации приоритетных загрязняющих веществ в почве (воздушно сухой вес) в 2013 -2014 гг. и диапазоны значений за период 2005-2014 гг. по данным сети наблюдений комплексного фоновго мониторинга

Биосферный заповедник	Почвы опробования	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг		Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		γ-ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013г.	Диапазон	2013г.	Диапазон	2013г	Диапазон	2013г	Диапазон	2013г
Ц е н т р а л ь н ы й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
НП Смоленское Поозерье	Дерново-подзолистые и болотно-подзолистые суглинистые	3,7-10,0	8,8*	0,12-0,35	0,35*	2,2-16,0	11,9*	0,2-1,2	0,2*	≤0,2-10,0	≤0,2*	≤0,2-0,7	≤0,2*
Приокско-Террасный БЗ	Дерново-подзолистые супесчаные	1,4-19,0	2,8	0,02-0,29	0,11	0,53-58,0	8,2	0,1-0,9	0,4	0,5-70,8	34,8	≤0,05-6	3,7
Воронежский БЗ	Дерново-подзолистые песчаные и аллювиальные болотные почвы	1,30-31,0	2,8	0,03-0,50	0,09	2,9-7,5	4,8	0,1-18,1	0,09	0,5-77,9	28,0	≤0,05-4,5	3,2
Ю ж н ы й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Астраханский БЗ	Аллювиальные луговые песчаные	1,5-6,6	5,4	0,07-0,3	0, 3	9,7-14,0	11,2	0,08-0,23	0,1	0,3-25,1	4,2	≤0,05-13,2	6,5
Кавказский БЗ	Горные бурые лесные – горно-луговые	6,3-25,0	13,5	0,05-0,32	0,15	7,8-22,0	13,0	0,08-1,4	0,4	0,5-41,1	3,9	≤0,05-5,64	0,03
П р и в о л ж с к и й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Волжско-Камский БЗ	Дерново-подзолистые супесчаные	2,9-12,0	8,5	0,05-0,56	0,16	7,6-20,4	18,0	0,1-0,3	0,1	0,5-71,4	23,3	≤0,2-4,5	2,8
С и б и р с к и й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Баргузинский БЗ	Горно-лесные подзолистые - горные мерзлотно-таежные	2,4-8,2	4,9	0,04-2,8	0,23	3,1-12,0	6,1	0,3-1,6	0,5	0,5-98,6	15,5	≤0,05-3,4	1,7
Алтайский БЗ (Яйлю)	Дерново-подзолистые, черноземовидные - горно-луговые – горно-лесные	3,7-12,5	10,8	0,05-0,80	0,22	6,10-57,0	8,5	0,1-3,7	0,5	0,5-52,6	4,8	≤0,05-2,2	0,25
Д а л ь н е в о с т о ч н ы й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Командорский БР	дерновые субарктические и подбуры	5,2	5,2*	0,17	0,17*	10,4	10,4*	0,3	0,3*	36,0	36,0*	1,1	1,1*

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

- нет данных

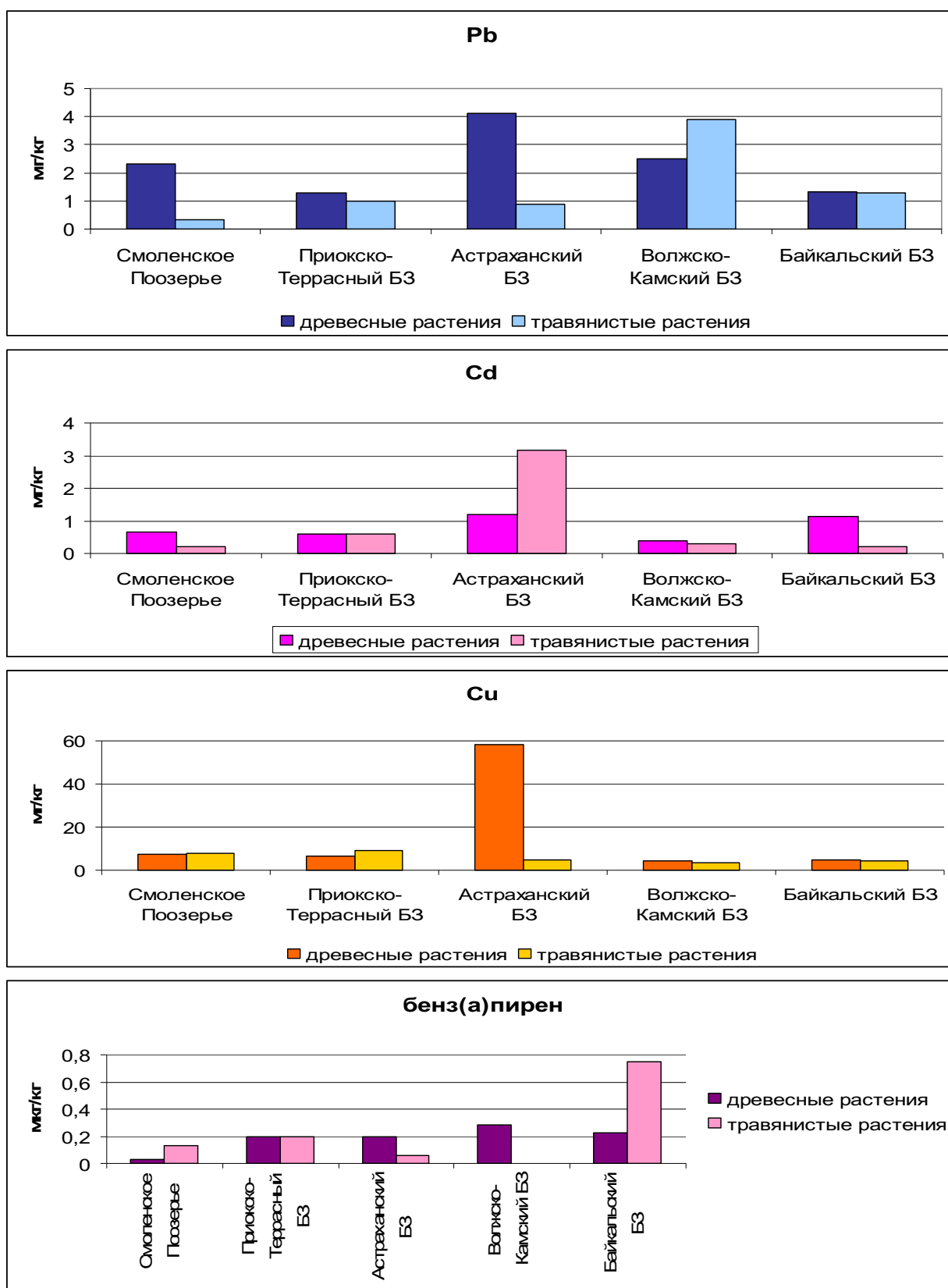


Рис.2.1.6. Сравнительное содержание загрязняющих веществ в растительности древесного и травянистого ярусов в биосферных заповедниках (в пересчёте на воздушно сухой вес)

Таблица 2.1.2. Средние концентрации приоритетных загрязняющих веществ в растительности (воздушно сухой вес) в 2013-2014 гг. и диапазоны значений за период 2005-2014 гг. по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга

Биосферный заповедник	Вид растительного образца	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг		Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		γ -ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013г.
Центральный федеральный округ													
Смоленское Поозерье	листва деревьев	0,3-7,3	1,2	0,18-0,96	0,90	-	5,3	0,03	0,03	1,0-2,0	1,1	≤0,05	≤0,05
	травянистый покров		3,4		0,39		9,2	0,10 –	0,40	≤0,5-21,0	11,0	≤0,05- 1,1	1,0
	мох		4,0		0,90		4,3	1,10	0,20	1,0 – 14,0	7,1	1,0-2,0	1,7
Приокско-Террасный БЗ	листва деревьев	0,05-1,5	1,2	0,15-3,50	3,50	0,7-20,0	5,6	0,05-0,19	0,15	0,5-58,7	4,3	≤0,05-3,2	3,2
	травянистый покров	0,51-1,5	0,5	0,16-0,71	0,60	1,9-9,0	3,2	0,16-0,19	0,16	0,5-51,0	34,4	≤0,05-3,8	3,8
Воронежский БЗ	хвоя сосны	0,5-1,9	1,6*	0,17-0,60	0,50*	-	-	0,40	0,40*	2,0-37,3	37,3*	0,05-2,4	2,4*
	травянистый покров	0,1-1,7	1,4*	0,10-0,62	0,39*								
	мох	3,1-10,3	10,3*	0,40-0,90	0,90*								
Ю ж н ы й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Астраханский БЗ	листва деревьев	0,59-7,40	5,9	0,30-5,30	2,05	9,5-107,0	37,5	0,12-0,30	0,22	0,77-78,7	3,3	0,3-2,6	2,0
	травянистый покров	0,68-17,0	10,8	0,40-6,70	0,89	3,3-98,0	59,5	0,12-0,15	0,15	≤0,5-15,6	≤0,2	≤0,05-4,5	0,9
Кавказский БЗ	листва/хвоя деревьев	0,41-13,0	7,3	0,14-1,9	0,81	0,3-2,7	1,5			≤0,5-18,3	2,9	≤0,05-2,0	2,0
	травянистый покров	0,54-1,3	0,7	0,10-0,65	0,20	2,8-7,6	2,8	0,15	0,15	≤0,5-44,2	23,0	≤0,05-4,2	1,4
П р и в о л ж с к и й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Волжско-Камский БЗ	хвоя сосны,	1,3-2,9	2,5	0,25-0,50	0,40	3,7-18,0	4,2	0,21-0,28	0,25	1,0–23,0	12,0*	2,7-5,4	4,0*
	травянистый покров	1,4-3,9	3,0	0,28-2,70	1,50	3,5-9,8	3,5	0,07	0,07	3,0	3,0	2,0	2,0*
	мох	4,0-42,0	37,0	0,70-1,40	0,80	4,2-11,0	5,0	0,07-0,14	0,10	46-220	122*	0,5-5,0	2,5
С и б и р с к и й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Баргузинский БЗ	листва деревьев	0,36-0,53	0,5	0,33-0,88	0,60	0,5-4,0	2,3	0,02-0,60	0,25	3,4	3,4	1,5	1,5
	травянистый покров	0,29-1,4	0,7	0,06-0,27	0,15	0,8-3,2	1,9	0,24-0,60	0,35	13,0	13,0	3,4	3,4
	хвоя кедровой сосны	0,44-1,3	0,7	0,20-0,48	0,30	1,1-2,5	1,9	0,24-0,60	0,33			-	-
	мох	1,0-3,5	2,2	0,30-1,30	0,60	2,3-3,2	2,7						
Алтайский БЗ (Яйлю)	травянистый покров	1,0-2,6	1,4	0,19-0,66	0,19	2,4-7,2	6,1	0,14-0,30	0,30	0,5-37,2	7,8	≤0,05-2,6	1,3
Д а л ь н е в о с т о ч н ы й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г													
Командорский БР	листья рододендрона	-	0,5*	-	0,10*	-	4,0*	-	0,10*	-	51,4*	-	-

* - последнее измерение

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

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 таблице 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 З 38 км с. Прокудское	Подзолистые	1998-2014	2-16	но*-3,0
Кемерово, д. Калинин	Серые лесные	1995-2014	6,2-88	но-3,5
ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Подзолистые	1995-2014	3,8-25	но-9,5
г. Новокузнецк, пос. Сарбала		2001-2014	1,5-49	но-3,8
ЮЮВ 32 км от ГРЭС				
г. Томск, с. Ярское	Серые лесные	2007-2014	-	1,5-6,9
Ю 43 км от ГРЭС-2				
Иркутская область г. Свирск ЮВ 28 км, 45 км, г. Черемхово Ю 30 км	Серые лесные	2007-2014	-	1,5-6,9
Самарская область Волжский район НПП «Самарская Лука»	Чернозёмы	2006-2014	1-28	но-2,4
З 30 км от г. Самара				
Волжский район		2006-2014	3-34	но-8
АГМС пос. Агрос	Подзолистые			
ЮЗ 20 км от г. Самара				
Свердловская область г. Екатеринбург по семи направлениям от города на расстоянии от 12 до 230 км	Подзолистые	1995-2014	0,2-26	<0,2-28

* но - не обнаружено.

Массовые доли кислоторастворимых форм никеля в фоновых пробах почв, отобранных в 2014 году в 2,5 км к северу от д. Кайраклы Белебеевского района и в 3 км на восток от с. Шингак-Куль Давлекановского района Республики Башкортостан, составляют 24 и 135 мг/кг соответственно. В упомянутых районах распространены типичные чернозёмы. Фоновые значения кислоторастворимых форм никеля в подзолистых почвах для городов Новосибирск и

Томск, исследованных в 2011-2014 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, хрома в почвах РФ приведены в таблице 2.2.2.

Значение фоновой массовой доли обменных сульфатов (извлекаемых 1 н раствором KCl) в лугово-бурых почвах Приморского края в районе г. Спасск-Дальний находится в пределах от 1,2 до 14 мг/кг. В серых лесных почвах Иркутской области по результатам наблюдений 2014 г. значение массовой доли сульфатов на расстоянии 28 и 45 км на юго-восток от г. Свирск составляет 137 и 157 мг/кг соответственно, на расстоянии 30 км на юг от г. Черемхово – 175 мг/кг. В фоновой пробе, отобранной на дерново-карбонатной почве в 30 км на северо-запад от г. Черемхово, массовая доля сульфатов составила 250 мг/кг.

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

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Co	Mn	Ni	Cr
Верхнее Поволжье г. Нижний Новгород Нагорная часть с. Богоявление Заречная часть пос. Строителей	Дерново- подзолистые	2014	8-18	125-313	15-23	<10-174 (до 2014 г.)
г. Арзамас, Арзамасский район, поле (2014 г.)		2014	<5	37-473	<10	
Нижегородская обл. г. Йошкар-Ола		2012-2014	10-24	485-546	18-24	
От 20 до 29 км по разным направлениям Республика Марий Эл	Чернозёмы	2013-2014	<5-8	77-525	<10-23	15-35 (до 2014 г.)
Иркутская область г. Свирск ЮВ 28 км, 45 км	Серые лесные	2014	8-14	487-1849	<10-30	-
г. Черемхово Ю 30 км			18	384	21	-
Московская область Солнечногорский район СЗ 60 км от МКАД	Дерново- подзолистые	2014	5	400	9	25
Приморский край г. Спасск-Дальний в 2014 г. СВ 50 км	Лугово-бурые	1981-2014	9-15	600-995	14-34	36-91
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км г. Нижнекамск	Дерново- подзолистые	2008-2014	2-7	250-600	2-36	30-150
г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»		2008-2014	5-9	223-375	15-60	50-300
Свердловская область г. Екатеринбург по семи направлениям от города на расстоянии от 12 до 230 км	Подзолистые	1995-2014	4-44	77-3110	10-181	7-117

Фоновые массовые доли металлов, НП и сульфатов в чернозёмных почвах Волжского района Самарской области, установленные в 2006-2014 годах, представлены в таблице 2.2.3.

Таблица 2.2.3. Массовые доли металлов, НП и сульфатов, мг/кг, в почвах Волжского района Самарской области за 2006-2014 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	14-87	57-219	11-118	0,2-2,8	920-2900	9-143	но-456
АГМС пос. Агрос ЮЗ 20 км от г. Самара		1-17	175-778	14-103	55-271	8-55	0,1-2,5	1020-6850	12-96	но-130

Впервые в почвах Верхнего Поволжья определялся магний и водорастворимые формы ТМ. В дерново-подзолистых почвах Арзамасского района Нижегородской области фоновое содержание магния варьирует от 1043 до 2534 мг/кг, в фоновых районах г. Нижнего Новгорода (в районе с. Богоявление Дальнеконстантиновского района и пос. Строителей) – от 58 до 225 мг/кг. В выщелоченных чернозёмах на расстоянии более 20 км по различным направлениям от г. Йошкар-Ола (Республика Марий Эл) содержание магния изменяется от 69 до 209 мг/кг.

Фоновые значения водорастворимых форм кадмия, марганца, меди, никеля, свинца и цинка в почвах в районе г. Арзамас ниже предела обнаружения методики, так же как в лугово-бурой почве в 50 км на северо-восток от г. Спасск-Дальний Приморского края, за исключением цинка (0,03 мг/кг) и марганца (0,24 мг/кг).

Фоновые значения подвижных форм массовых долей цинка и марганца в почвах в районе г. Спасск-Дальний составляют соответственно 2,06 и 87,2 мг/кг, остальные ТМ в подвижных формах не обнаружены. Результаты наблюдений, проведенные с 1999 по 2014 год в районе пос. Мариинск 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.

Массовые доли валовых и (или) кислоторастворимых (сравнимых с валовыми) форм кадмия, меди, свинца и цинка, а также НП и БП представлены в таблице 2.2.4. В эту таблицу не включены фоновые значения массовых долей ТМ в дерново-подзолистой почве Солнечногорского района Московской области, обследованного впервые. В фоновой пробе почвы, отобранной в 60,3 км на северо-запад от МКАД, содержание кадмия составило 0,5 мг/кг, меди – 11 мг/кг, свинца – 6,5 мг/кг, цинка – 30 мг/кг.

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.

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 г. Нижний Новгород Нагорная часть с. Богоявление	Дерново-подзолистые	2014	<0,5-0,9	12-18	<20	41-63	70-229
Заречная часть пос. Строителей		2014	<0,5	<5-10	<20-45	<10-19	114-288
г. Арзамас Арзамасский район, поле (2014 г.)		2012-2014	<0,5-2,1	15-56	<8-19	26-120	50-122
г. Йошкар-Ола от 20 до 29 км по разным направлениям	Чернозёмы	2013-2014	<0,5-0,5	<5-54	<20-39	<10-31	25-196
Западная Сибирь г. Новосибирск 3 38 км с. Прокудское	Подзолистые	1998-2014	но-3,0	3-30	1,6-28	5-47	9-260
г. Кемерово, д. Калинин ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Серые лесные	1995-2014	но-6,3	4-41	5-31	18-169	6-110
г. Новокузнецк, пос. Сарбала ЮЮВ 32 км от ГРЭС	Подзолистые	1995-2014	<0,1-0,5	0,6-27	но-25	<0,1-133	но-510
г. Томск, с. Ярское Ю 43 км от ГРЭС-2	Подзолистые	2001-2014	но-0,26	2-20	5,5-27	24-200	20-160
Иркутская область г. Свирск ЮВ 28 км, 45 км	Серые лесные	2014	<0,8-1,43	32-61	25-26	67-72	40-534*
г. Черемхово Ю 30 км			<0,8	32	<20	66	
Приморский край г. Спасск-Дальний в 2014 г. СВ 50 км	Лугово-бурые оподзоленные	1981-2014	<0,1-0,5	11-15	10-24	35-52	<0,005
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км	Дерново-подзолистые	2008-2014	но-0,5	2,5-11	4-18	10-180	50-96
г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»		2008-2014	но-0,96	5-28	4-22	17-70	36-150
Республика Башкортостан г. Белебей ЮВ 28 км	Чернозёмы	2007-2014	но	15-45	26-30	47-51	-
г. Давлеканово СВ 20 км		2009-2014	но	20-36	11-23	40-75	-
Свердловская область г. Екатеринбург по семи направлениям от города на расстоянии от 12 до 230 км	Подзолистые	1995-2014	но-3,0	8-368	6,4-81	19-409	-

* В почвах Иркутской области

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.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

Повреждения дендрофильными насекомыми были вторым по значимости фактором гибели лесных насаждений. В 2013 году, в связи с новым увеличением численности опасных вредите-

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

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

леса Северо-Западного федерального округа (20,0 тыс. га или около 49 % от всех погибших насаждений по стране). В древостоях этого округа в Ленинградской (на 6,2 тыс. га) и Вологодской (на 5,2 тыс. га) области выявлены максимальные объемы усыхания от этих причин. Значительные площади насаждений, погибших под воздействием неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов, отмечены также в Республике Коми (4,2 тыс. га), в Кировской (3,7 тыс. га) и Архангельской (2,4 тыс. га) областях. В 2013 году лесные насаждения южных регионов Дальнего Востока подверглись воздействию катастрофического наводнения. В результате разлива рек в Приамурье и Приморье было затоплено около 218 тыс. га земель лесного фонда. Как правило, кратковременное затопление насаждений не сказывается на их состоянии. Однако в Приамурье, где высокая вода держалась в течение 1,5...2 месяцев, отмечалась гибель несомкнувшихся лесных культур, посевов в питомниках, а также ослабление хвойных насаждений. Масштабы повреждений этих лесов будут оценены после проведения в повреждённых участках лесопатологических обследований и лесопатологической таксации в 2014-2015 гг.

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

Воздействие на леса антропогенных факторов и повреждений дикими животными в последнее время крайне незначительно. От данных причин в истекшем году погибло насаждений на пло-

щади 1,9 тыс. га, что составляет всего 0,4% от общего объема усыхания. Гибель лесов от воздействия этих факторов отмечена в 23-х регионах.

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

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

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

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

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

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

Дендрофильные насекомые могут оказывать отрицательное воздействие на состояние лесных насаждений. Размер ослабления и усыхания лесов под воздействием насекомых зависит, в

первую очередь, от площади очагов массового размножения этих вредителей, их видового состава и плотности популяций, породного состава насаждений и физиологического состояния деревьев, а также погодных условий двух предыдущих лет и текущего года. Очаги дендрофильных насекомых (исключая болезни леса) на конец 2013 года действовали на общей площади 2145,3 тыс. га, из них на 1362,6 тыс. га требуются проведение лесозащитных мероприятий в 2014 году. В течение года заселенная ими площадь возросла на 757,3 тыс. га или на 54,6% в лесах большинства федеральных округов страны. Это произошло, в основном, за счет увеличения площадей очагов непарного шелкопряда, которые возросли в течение года на 705,0 тыс. га. Наиболее существенное увеличение площадей очагов насекомых произошло в лесах Сибирского (на 584,6 тыс. га) и Уральского (на 223,4 тыс. га) округов, в основном, за счет возрастания площадей очагов непарного шелкопряда. В Центральном ФО они тоже значительно увеличились (на 184,4 тыс. га) в результате возрастания площадей очагов рыжего соснового пилильщика и шелкопряда-монашенки. В Приволжском округе площади очагов существенно уменьшились (на 134,1 тыс. га) за счет проведения в этих насаждениях истребительных мероприятий в очагах непарного шелкопряда и дубовой зеленой листовертки, а также их затухания на части площадей под действием естественных факторов. В Дальневосточном и Северо-Западном округе они сократились соответственно на 22,8 тыс. га и 36,3 тыс. га, в результате затухания площадей очагов сибирского шелкопряда и короеда-типографа. В настоящее время преобладают площади очагов листогрызущих вредителей – 1383,7 тыс. га; хвоегрызущие вредители действуют на 491,9 тыс. га; очаги иных групп вредителей леса отмечены на 269,7 тыс. га.

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

Очаги болезней леса действовали в насаждениях 65-ти субъектов Российской Федерации на

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

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

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

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

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

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

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

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

3. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ

3.1. Фоновые уровни загрязняющих веществ по данным сети СКФМ

Тяжелые металлы

Фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства фоновых районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы, и составило для ртути 0,02-3,5 мкг/л, свинца 0,2-5,4 мкг/л, кадмия – не более 0,3 мкг/л. На Азиатской территории России фоновые концентрации тяжелых металлов как правило ниже, чем на ЕТР (табл. 3.1.1).

Пестициды и ПАУ

В 2013-2014 гг. концентрации суммы изомеров ДДТ в поверхностных водах большинства фоновых территорий, на которых проводятся регулярные измерения были на уровне прошлых лет и не превышали 100 нг/л. Концентрации γ -ГХЦГ в большей части проб были близки к пределам обнаружения изомеров и также не превысили 50 нг/л. Экспедиционные обследования в 2013 г. зафиксировали высокие (до 300 нг/л) концентрации суммарного ДДТ в водах оз. Байкал.

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

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

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л		Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		γ-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2014 г	Диапазон	2014 г	Диапазон	2014 г	Диапазон	2014 г	Диапазон	2014 г	Диапазон	2014 г
Кавказский БЗ	1982-2014	0,2-16,0	0,667	0,01-2,5	0,037	0,03-1,4	0,334	0,05-8,9	0,82	нпо-370	37,96	нпо-188,4	40,95
Приокско-Террасный БЗ	1987-2013	0,04-39,4	0,675	0,03-3,5	0,044	0,03-8,7	0,20	0,05-12,9	0,54	нпо-163	24,8	нпо-33,2	31,14
Баргузинский БЗ	1982-2008	0,2-7,4	1,7*	0,01-1,5	0,09*	0,01-9,7	1,03*	0,05-16,3	1,0*	1,6-112,5	17,57*	нпо-86,6	38,74*
Астраханский БЗ	1988-2014	0,2-128,0	0,753	0,7-5,5	2,050	0,03-74	1,293	нпо-11,7	0,68	нпо-328	49,99	нпо-92	13,74
Воронежский БЗ	1990-2014	0,34-50	0,34	0,01-4,6	0,016	0,003-1,0	0,1	0,05-5,6	0,8*	нпо-123,5	29,59	нпо-80,4	31,15
Яйлю	2002-2014	0,3-3,6	0,861	0,016-0,7	0,053	0,01-0,08	0,024	0,2-3,6	0,49	нпо-311,24	41,63	нпо-258,8	53,02
Смоленское поозерье	2009-2014	0,3-6,0	1,1*	0,03-0,67	0,13*	0,01-3,5	0,13*	0,16-0,8	0,50	нпо-288	30,49	нпо-29,1	4,325
Байкальский БЗ	2011-2014	0,45-0,8*	0,61*	0,21-0,46*	0,294*	0,036-89*	17,88*	0,05-1,64	1,06	1,6-112,5	17,57*	нпо-86,6	38,74*
Волжско-Камский БЗ	2012-2014	0,22-0,25*	0,235	0,31-0,34*	0,325	0,042-0,062*	0,052	нпо-0,5	0,5	0,8-92,15*	28,43		19,74*
Центрально-лесной БЗ	1988-2011	0,2-66,6	0,8*	0,03-5,7	0,5*	0,03-0,5	0,2*	0,05-22,0	1,3*			нпо-15	нпо*

нпо – ниже предела обнаружения

* - последнее измерение

3.2. Данные станций гидрохимических наблюдений

Бассейн Азовского моря

Качество воды **р. Ворона в черте г. Уварово** в 2014 г. улучшилось до уровня «условно чистая». Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ были ниже ПДК (рис 3.2.1).

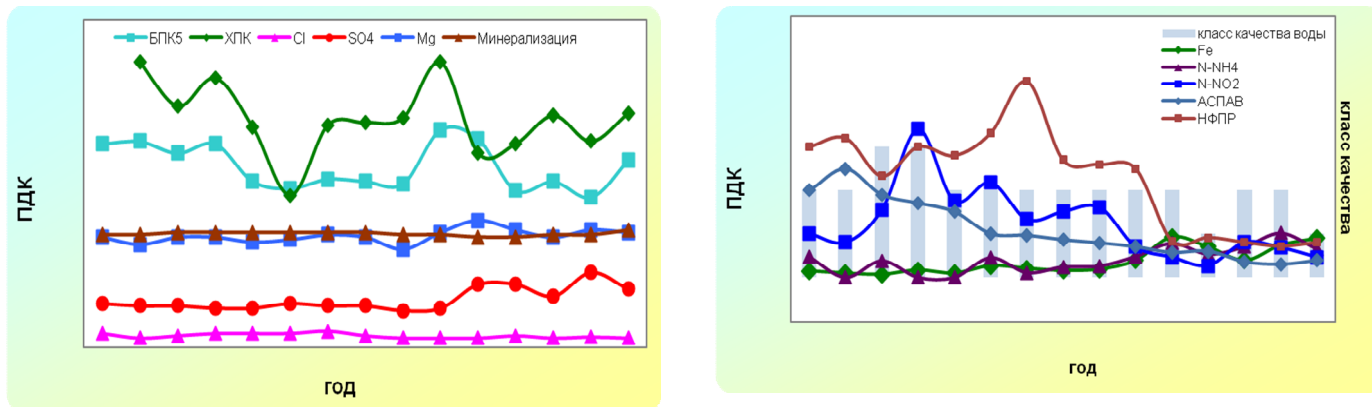


Рис. 3.2.1. Изменение среднегодовых концентраций основных ингредиентов и качества воды р. Ворона в черте г. Уварово

Качество воды реки Лесной Воронеж, выше г. Мичуринск с 2004 г. характеризовалось водой 2 класса «слабо загрязненная»; в 2014 г. качество воды улучшилось до 1 класса «условно чистая» вода (рис. 3.2.2).

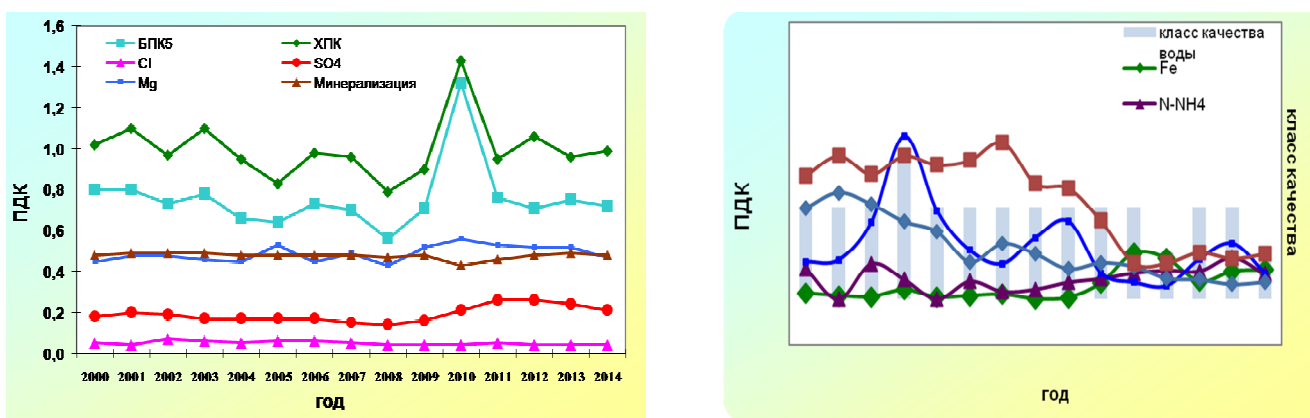


Рис. 3.2.2. Изменение среднегодовых концентраций основных ингредиентов и качества воды р. Лесной Воронеж, выше г. Мичуринск

Бассейн Карского моря

Притоки озера Байкал. В 2014 г. гидрохимические наблюдения проводились на устьевых участках 10 рек, выбранных в качестве фоновых.

Качество воды рек Сарма, Б. Сухая, Мантуриха, Мысовка, Снежная, Выдринная, Хара-Мурун, Утулик характеризовалось 1 классом «условно чистая», рек Голоустная и Бугульдейка характеризовалось 2 классом «слабо загрязненная». По сравнению с предыдущим годом, улучшилось качество воды в реках: Бугульдейка, Сарма, Сухая, Мантуриха, Мысовка, Снежная,

Выдринная, Хара-Мурин – вода перешла из класса «слабо загрязненной» в «условно чистую»; качество воды р. Утулик сохранилось на уровне 2013 г. На рисунке 3.2.3 представлено изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды притоков оз. Байкал за период с 2000 по 2014 г.

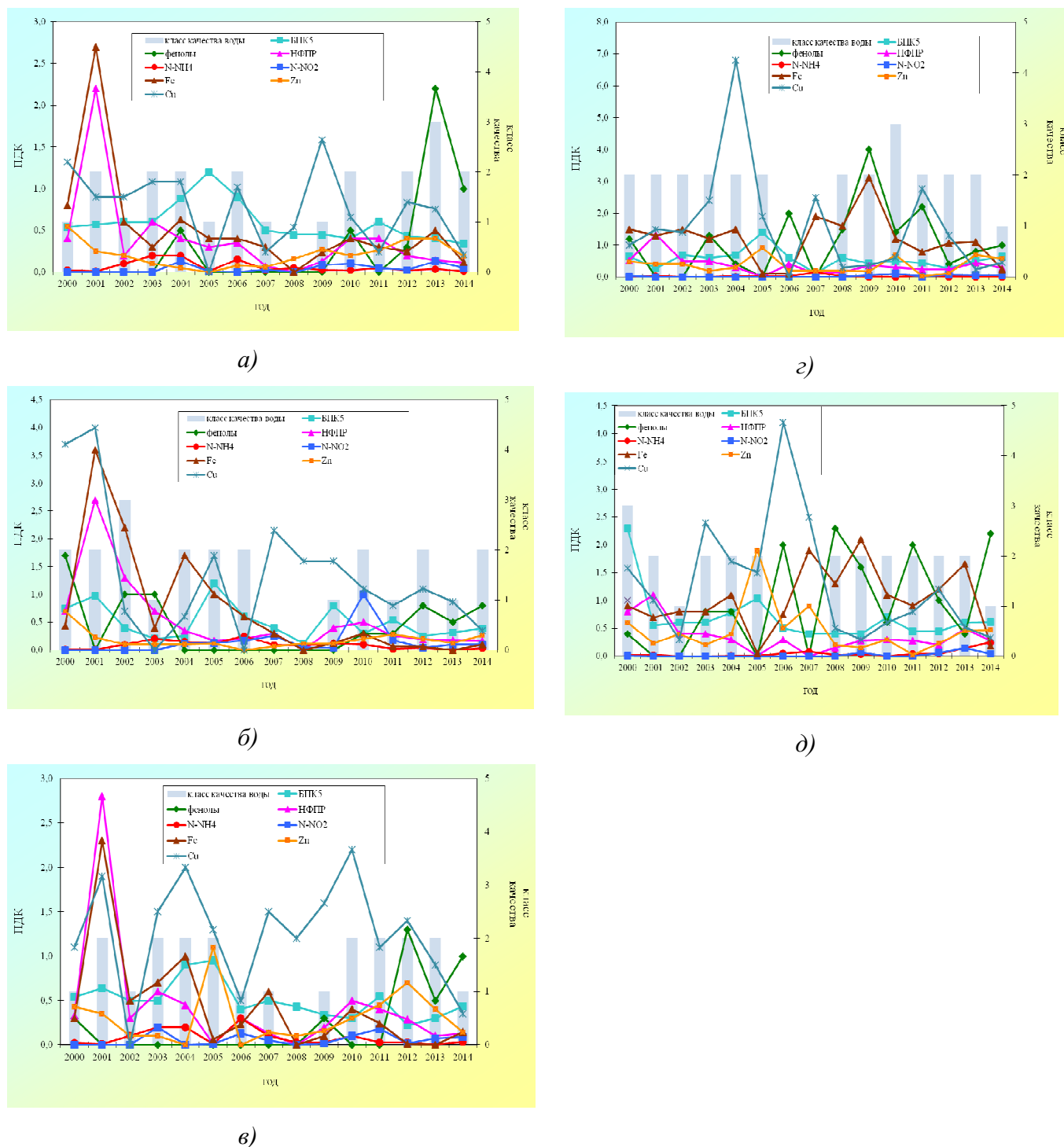


Рис. 3.2.3. Изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды притоков Байкала
а) р. Голоустная, б) р. Бугульдейка, в) р. Самра, г) р. Мантуриха, д) р. Мысовка

Иркутское водохранилище. В 2014 г. качество воды Иркутского водохранилища в створе 0,5 км выше ОГП-1 Исток Ангары улучшилось и из «слабо загрязненной» перешло в «условно чистую». Таким же качеством воды характеризовался участок водохранилища в районе п. Патроны, г. Иркутск. На рис. 3.2.4 показано изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища в створе ОГП-1 Исток Ангары за период 2000 - 2014 гг.

В 2014 г. в створе 0,5 км выше ОГП-1 Исток Ангары в воде водохранилища только среднегодовые и максимальные концентрации фенолов превышали предельно допустимый уровень и составляли 1 ПДК и 3 ПДК соответственно, остальные ингредиенты и показатели качества находились на уровне или ниже ПДК.

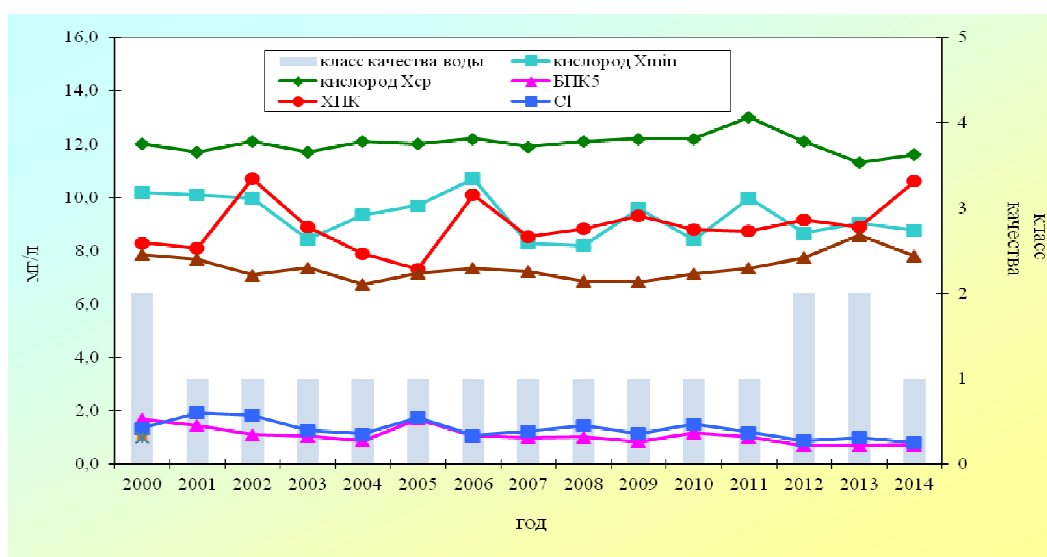


Рис.3.2.4. Изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища, ОГП-1 Исток Ангары за многолетний период

Бассейн Восточно-Сибирского моря

Река Лена. Вода реки Лена в верхнем течении в створе р.п. Качут в течение последних 10-14 лет характеризовалась как «слабо загрязненная», снижаясь до «условно чистой» в 2007 – 2008 гг., стабилизировалась на уровне 2 класса. Изменение содержания соединений железа и меди в воде показано на рисунке 3.2.5.

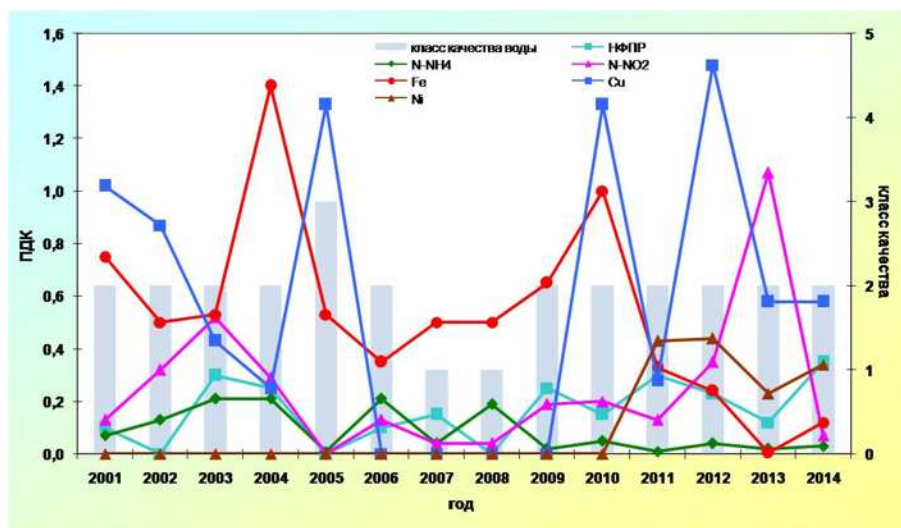


Рис. 3.2.5. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, р.п. Качуг

Качество воды в створе г. Усть-Кут на протяжении многих лет характеризуется колебаниями в пределах 1, 2 и 3 классов, в последние годы стабилизировалась на уровне 2-го класса «слабо загрязненная» (рис.3.2.6).

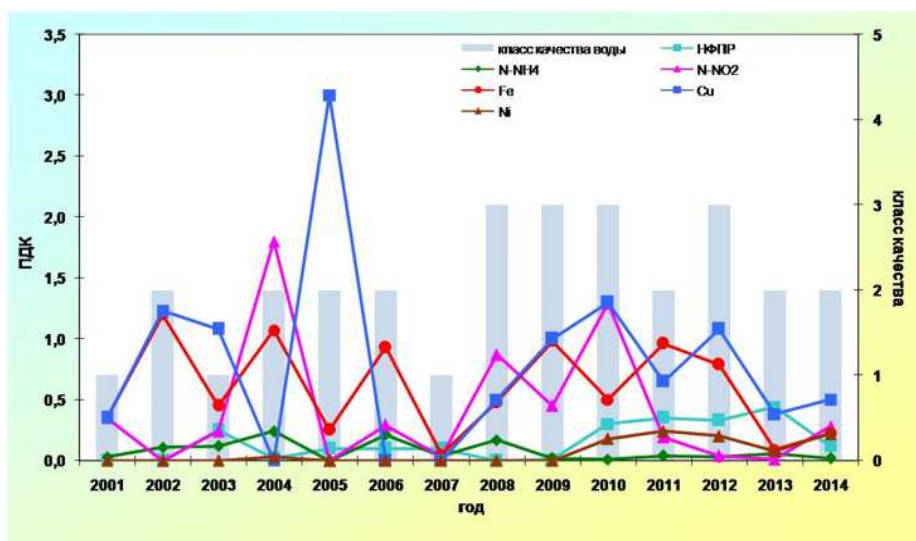


Рис. 3.2.6. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, г. Усть-Кут

Бассейн Тихого океана

Реки о. Сахалин. Фоновый мониторинг поверхностных вод острова Сахалин в 2014 г. проводился на участке р. Рогатка выше г. Южно-Сахалинск, на р. Правда выше п. Правда и р. Лагуринка у п. Лагури в районе гидропоста. В 2014 г. организованный сброс сточных вод в эти реки отсутствовал.

По основному химическому составу вода р. Рогатка относится к гидрокарбонатному классу - группе кальция, рек Правда и Лагуринка – группе кальция, а в меженный период – группе натрия.

Качество воды рек Рогатка, Лагуринка, Правда практически не изменилось по сравнению с предыдущим многолетним периодом и соответствует 2 классу «слабо загрязненных» вод.

В 2014 г. в воде р. Рогатка, притоке р. Сусуя, отмечалось незначительное снижение концентраций в воде соединений железа; также в пределах ПДК наблюдалось содержание соединений меди. Концентрации в воде р. Рогатка выше г Южно-Сахалинск нефтепродуктов, фенолов, соединений цинка и никеля, легко- (по БПК₅) и трудноокисляемых органических веществ (ХПК) соответствовали нормативным требованиям. В 2014 г., как и в предыдущие годы в воде р. Рогатка практически отсутствовали аммонийный и нитритный азот.

Река Лагуринка В течение последнего десятилетия снизилась загрязненность воды р. Лагуринка в фоновом створе выше п. Лагури. Вода в 2012 году стабилизировалась как «слабо загрязненная». По сравнению с предыдущим годом в 2014 г в воде реки незначительно возросли концентрации соединений железа, меди, трудноокисляемых органических веществ (по ХПК). Фиксировались единичные случаи повышенного содержания в воде соединений кадмия и цинка. Концентрации в воде р. Лагуинка соединений никеля и марганца в среднем соответствовали норме. Фенолы и нефтепродукты в воде реки не были выявлены.

Река Правда. Начиная с 2010 г., качество воды р. Правда заметно улучшилось, вода перешла из 3-го класса качества во 2-й и стабилизировалась на этом уровне. В течение 2014 г. в фоновом створе выше п. Правда наблюдалось некоторое снижение концентраций соединений железа (рис. 3.2.7).

В воде р. Правда на участке выше п. Правда практически не изменилось и сохранялось в пределах нормативных требований содержание легко – (по БПК₅) и трудноокисляемых органических веществ (ХПК), соединений цинка и никеля, несколько повысились концентрации соединений марганца.

Полуостров Камчатка. Изучение фонового состояния речных вод полуострова проводилось на участках р. Камчатка у с. Пушино, р. Берш в створе 2,5 км к западу от с. Пушино, р. Большая (Быстрая) выше с. Малки. По качеству вода этих рек в течение многих лет колебалась в пределах 2 – 3 класса и характеризовалась как «загрязненная» или «слабо загрязненная». В 2014 г. вода рек Камчатка, Берш, Большая (Быстрая) стабилизировалась в категории «слабо загрязненных».

В фоновых створах в районе с. Пушино, в р. Камчатка и в р. Берш из 15 выбранных для оценки до двух снизилось число веществ, по которым в течение 2014 г. отмечалось фоновое загрязнение (рис. 3.2.8).

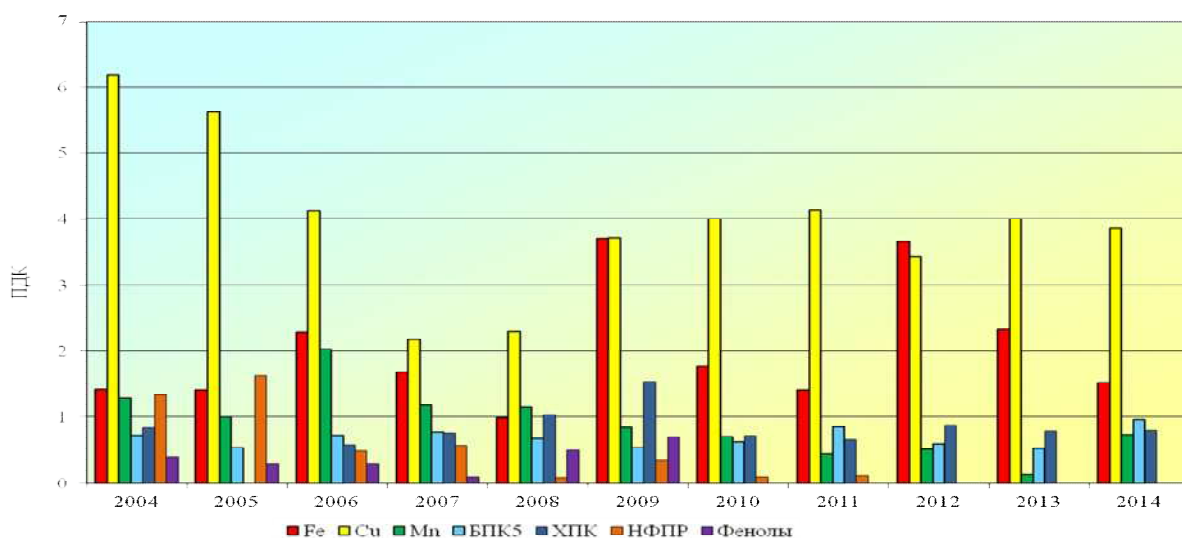


Рис. 3.2.7. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Правда выше п. Правда

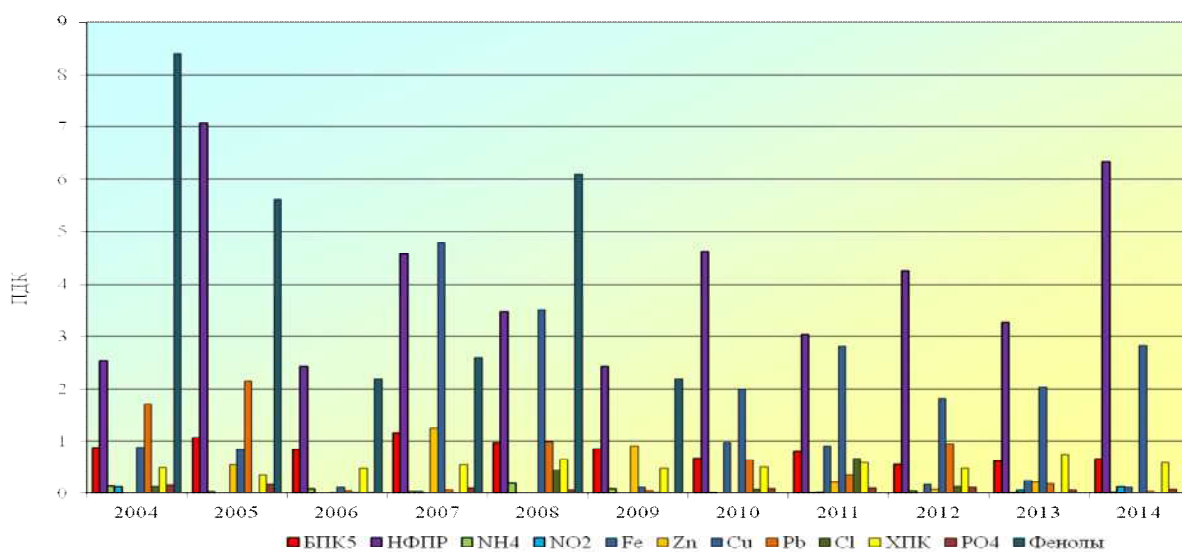


Рис. 3.2.8. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Берш 2,5 км к западу от с. Пушино

В 2014 г. в воде рек полуострова Камчатка почти вдвое до 6 ПДК возросли концентрации нефтепродуктов, также сохранилось повышенное содержание в воде соединений меди на уровне 3 ПДК, их максимальные концентрации фиксировались, как правило, на подъеме половодья.

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

В районах станций сети ЕАНЕТ на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока в 2013-2014 г. продолжались наблюдения по программе мониторинга химического состава поверхностных вод, реализуемой с целью получения данных для оценки воздействия кислотных выпадений на экосистемы водоемов и малых рек. Основные принципы организации наблюдений, включающие условия выбора объектов, периодичность измерений, набор измеряемых параметров и другие, определены согласованным Техническим руководством по мониторингу внутренних (поверхностных) вод в Восточной Азии (2010), который разработан с использованием опыта аналогичных программ мониторинга в рамках европейской Конвенции по трансграничному загрязнению воздуха (ICP-Waters, ICP-IM), региональных сетей мониторинга ряда стран, включая Россию, и долгосрочных исследовательских проектов в Европе и Японии.

На территории России долгосрочные наблюдения ведутся на двух водных объектах: р. Переемная, приток оз. Байкал, в регионе станции 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 2013-2014 годах не наблюдалось существенных отличий уровня содержания кислотообразующих соединений и макроионов в водотоках районов станций ЕАНЕТ от результатов наблюдений в предыдущие годы (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 2007-2014 гг.

Вещество (измеряемое соединение)	р. Комаровка (Приморье)				р. Переемная (бассейн оз. Байкал)			
	Среднее			Диапазон измерений (2007-2014)	Среднее			Диапазон измерений (2007-2014)
	Много-летнее	2013 г	2014г.		Много-летнее	2013г	2014г.	
pH	7,06	6,9	6,95	6,60-7,45	6,75	6,78	6,70	6,43-7,21
SO ₄ ²⁻ , мг/л	11,21	11,86	11,76	3,57-15,77	10,90	11,14	11,19	6,37-15,44
NO ₃ ⁻ , мг/л	1,24	1,27	2,81	0,10-5,31	0,75	0,57	0,58	0,31-1,29
NH ₄ ⁺ , мг/л	0,20	0,16	0,14	0,01-1,03	0,042	0,018	0,01	0,01-0,25
Ca ²⁺ , мг/л	8,14	7,71	8,29	6,40-9,77	4,77	4,92	4,87	2,97-6,32
Mg ²⁺ , мг/л	2,27	2,66	2,27	1,47-3,30	0,89	0,82	0,78	0,50-1,30
NO ₂ ⁻ , мг/л	0,04	0,02	0,03	<0,001-0,12	0,002	0,002	0,002	<0,001-0,008

Кислотность поверхностных вод

За период наблюдений 2007-2014 гг. величина pH воды в р. Переемной изменялась в пределах от 6,4 до 7,2 ед. pH при среднем многолетнем значении 6,75 ед. pH; среднее в 2013-2014 г. 6,70-6,78 ед. pH. В многолетнем годовом ходе наиболее высокие значения наблюдаются летом: средний pH в феврале-марте около 6,63 в июле – 6,96, а в сентябре/октябре – 6,64. (Рис. 3.3.1). Многолетний ход сезонных значений pH воды имеет достаточно характерные внутригодовые и межгодовые колебания с минимальными значениями в переходные сезоны, при этом наиболее резкое снижение, как правило, отмечается после летнего максимума значений.

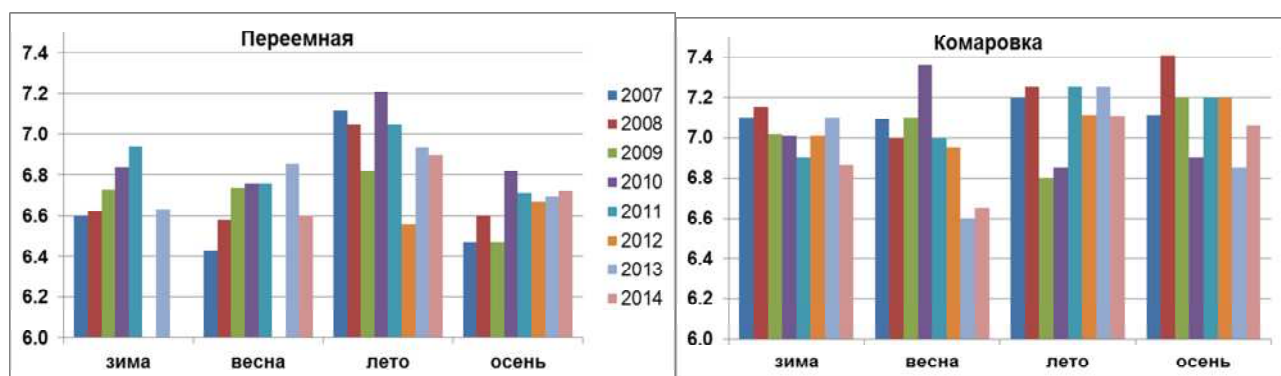


Рис.3.3.1 Изменение pH по сезонам года в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2014 гг.

Среднегодовое значение pH воды в р. Комаровка составило 6,90-6,95 ед. pH (близко к нейтральному), что несколько ниже среднего многолетнего за период наблюдений (7,06 ед. pH) при изменении результатов измерений в интервале от 6,60 до 7,45 ед. pH. Значительных различий между сезонами и выраженного многолетнего внутригодового хода не отмечается: среднее значение pH для апреля – 6,60 ед. pH, июня – 7,25 ед. pH, а в ноябре – 6,7 ед. pH. Тем не менее, как правило, для летнего и ранне-осеннего периодов характерно некоторое повышение значения pH по сравнению с другими сезонами, часто выше значения 7,0 ед. pH.

При сравнении уровней значений показателя кислотности для рек этих регионов зафиксировано, что pH воды в р. Переемной несколько ниже при почти равных интервалах изменений. Для определения количественных характеристик изменений кислотности необходимы более длительные измерения и детальные расчеты, тем не менее, по результатам за 2007-2014 гг. отмечаются разнонаправленные тенденции для этих водных объектов, с ростом кислотности в р. Комаровка в среднем на 0,22 ед. pH за 8 лет, и очень слабым увеличением щелочной реакции воды в р. Переемная за этот же срок - на 0,06 pH (рис.3.3.2.).

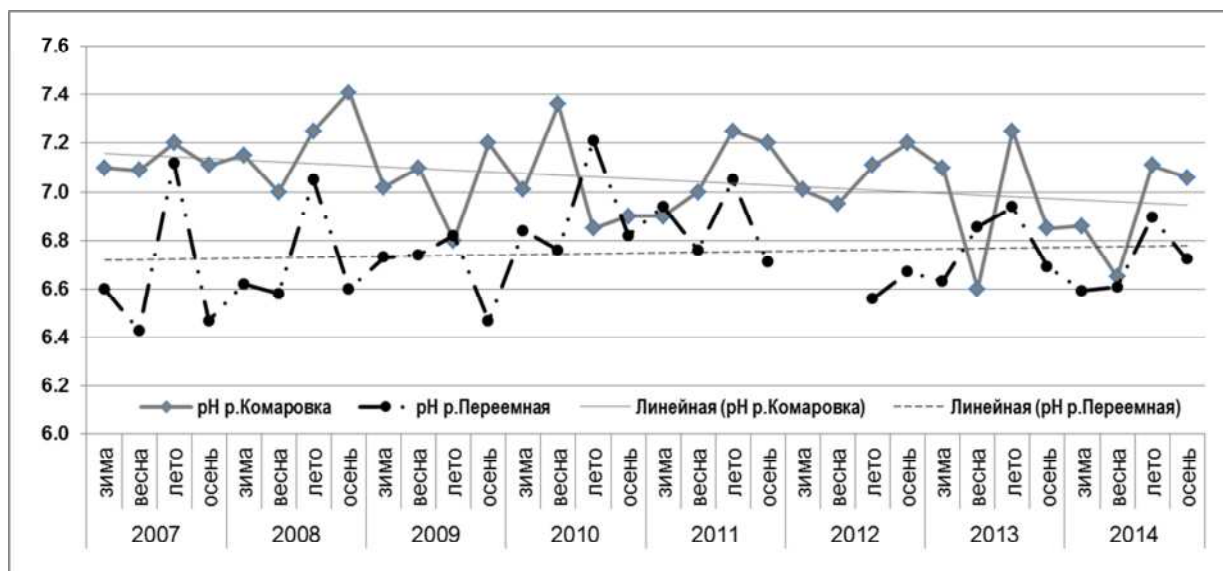


Рис.3.3.2. Тенденции изменения pH в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в Приморье и в районе оз. Байкал.

Содержание сульфатов

В 2014 году среднегодовое содержание сульфатов в воде р. Комаровка и р. Переемная составило 11,8 и 11,2 мкг/л, соответственно. Эти уровни концентраций являются характерными, и, при широком диапазоне изменений измеренных значений в предыдущие годы, близки к средним многолетним (Таблица 3.3.1). Содержание сульфатов в 2013-2014 годах в воде р. Комаровка изменялось от 8,9 до 15,2 мг/л и в р. Переемная - от 8,0 до 12,8 мг/л.

В годовом ходе концентраций для р. Комаровка минимальные значения наблюдаются нерегулярно, чаще летом и осенью, тогда как для р. Переемной можно отметить выраженное уменьшение концентраций в весенние месяцы. Абсолютные минимальные значения в период 2007-2014 г составили 3,57 (для реки Комаровка в летний период 2010 года) и 6,37 мг/л (для реки Переемная в весенний период 2011 года). Максимальные значения содержания сульфатов для обеих рек были близки и зафиксированы зимой 2010 г.: на р. Комаровка – 15,77 мг/л, а для р. Переемная – 15,44 мг/л (рис. 3.3.3).

Содержание нитратов

В 2014 году среднегодовое содержание нитратов в воде р. Комаровка составило 2,81 мкг/л, что почти 2 раза выше, чем в 2013 г (1,27 мг/л) и уровня среднемноголетних значений (1,24 мкг/л). Для р. Переемная средние концентрации в 2013-2014 г составили 0,57-0,58 мг/л, что близко к среднемноголетним значениям в поверхностных водах этого водотока на приграничной территории Азиатской России (0,75 мг/л). Интервал измеренных значений содержания нитратов в р. Комаровка (от значений равных пределу обнаружения до 5,3 мг/л) практически втрое больше, чем для р. Переемная (от 0,31 до 1,29 мг/л). Для р. Переемная в годовом ходе очевидно про-

слеживается снижение концентраций в летне-осенний период. В сезонном ходе р. Комаровка при отсутствии четких закономерностей в некоторые годы наблюдается снижение содержания нитратов летом и возрастание осенью (Рис. 3.3.4).

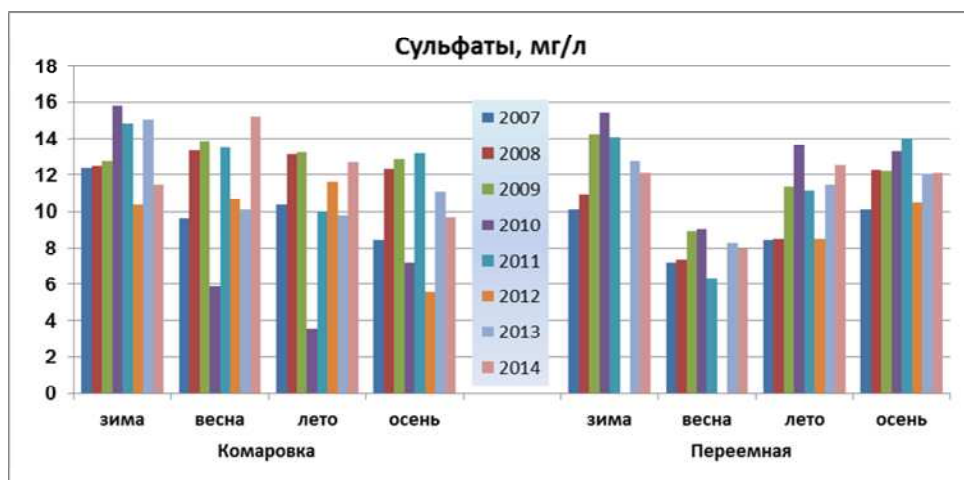


Рис.3.3.3 Сезонные изменения концентраций сульфатов (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2014 гг.

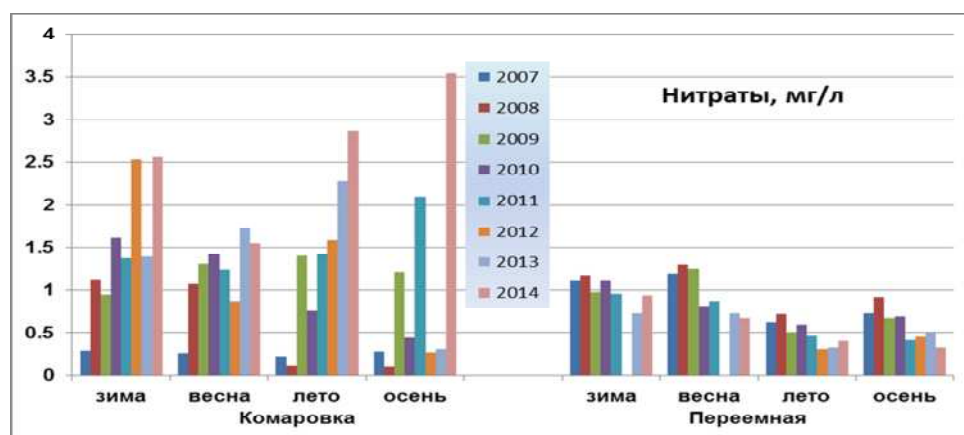


Рис.3.3.4 Внутригодовые изменения концентраций нитратов (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2014 гг.

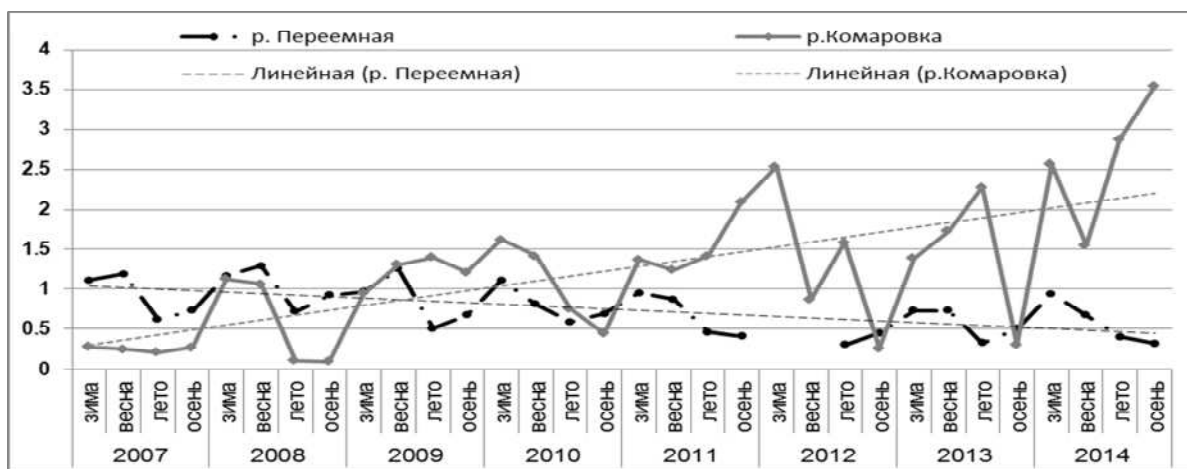


Рис.3.3.5. Тенденции изменения концентраций нитратов (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в Приморье и в районе оз. Байкал.

По результатам измерений в 2007-2014 гг. для р. Переемная отмечается устойчивое снижение содержания нитратов в воде при более низких значениях (после 2009 г.). Увеличение интервала измеренных концентраций этого иона в воде р. Комаровка в течение года не позволяет надежно оценить тенденции изменений для этого водного объекта за 8 лет (рис.3.3.5.).

Вклад основных кислотообразующих анионов

Для оценки вкладов основных кислотообразующих анионов для каждой реки было рассчитано по соотношению серы к азоту ($S_{SO_4^{2-}}/N_{[NO_3^-+NO_2^-]}$). Несмотря на различия сумм выпадений соединений этих элементов из атмосферы (см. раздел 1.4) преобладающими анионами в поверхностных водах были сульфаты (Рис. 3.3.6). Это связано с разными уровнями содержания анионов в поверхностных водах и отражает роль процессов поступления веществ из подстилающих пород. В Приморье, в воде р. Комаровка величина соотношения значительно снижалась, составив в среднем от 10 до 20 после 2009 г. без регулярной сезонной зависимости, но в 2013 г. наблюдалось увеличение серы в осенние месяцы, а в 2014 – увеличения нитратов. Анализ изменения соотношений сульфатов и нитратов, выраженных в эквивалентах, показал, что уровень соотношения и характер изменения практически не отличается от приведенного на рис. 3.3.6, с более высокими значениями (до 150) только для летних месяцев 2008 года.

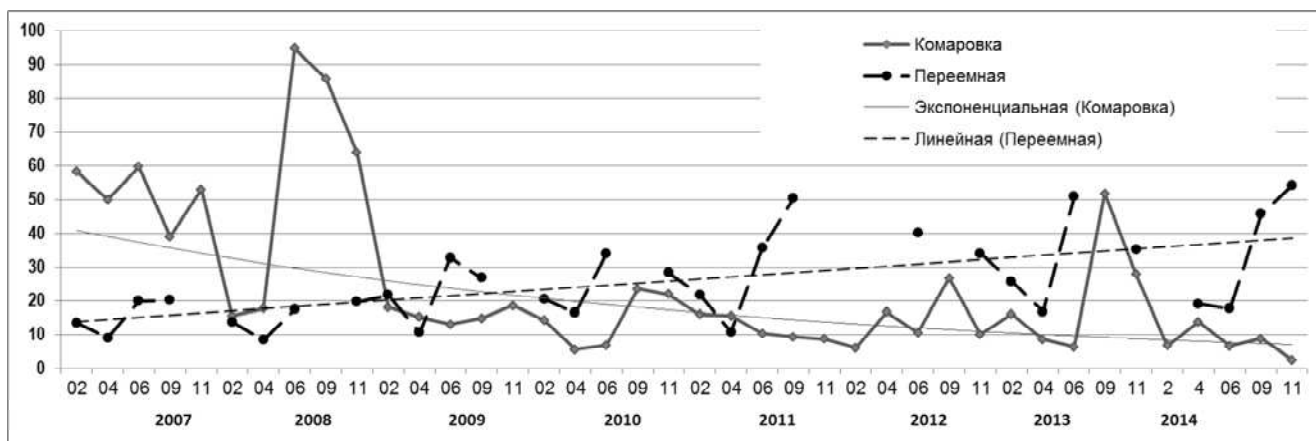


Рис.3.3.6. Тренды изменения соотношения сульфатной серы и нитратного азота в поверхностных водах на станции ЕАНЕТ в Приморье в 2007-2014 гг.

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

Основные катионы

Среднее содержание ионов кальция, являющегося преобладающим из катионов, практически мало изменялось в 2013-2014 г. как в воде р. Комаровка, так и в р. Переемная, составив 7,7-8,3 мг/л (при общем многолетнем интервале значений от 6,40 до 9,03 мг/л), и 4,9 мг/л (при интер-

вале от 2,97 до 6,32 мг/л), соответственно. Изменение концентрации магния осталось в пределах многолетних колебаний для рек: 1,47-3,30 мг/л и 0,50-1,30 мг/л, соответственно. Уровни содержания ионов кальция и магния в воде р. Комаровка значительно выше, чем в р. Переемная. В абсолютном значении вариабельность содержания ионов кальция в р. Комаровка и р. Переемная находится на одинаковом уровне (3,37 мг/л и 3,35 мг/л, соответственно), а ионов магния значительно отличаются (1,8 мг/л и 0,8 мг/л, соответственно).

Среднегодовое содержание ионов кальция в воде р. Комаровка в 2013 году было наименьшим за годы наблюдений (Таблица 3.3.2), также как и в летний период (6,80 мг/л). Тенденция к снижению содержания ионов кальция недостаточно явная, но не подтверждается наблюдениями в 2014г. Среднегодовое содержание кальция в воде р. Переемная в 2013-2014 г. было характерным для последних лет и составило около 4,9 мг/л. В течение года значительных отклонений от обычных значений концентраций ионов кальция не отмечалось.

Таблица 3.3.2. Среднегодовые многолетние концентрации основных катионов в поверхностных водах водотоков в районах станций ЕАНЕТ в 2007-2014 гг.

Водный объект\ Годы	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014
Ионы кальция								
Р. Комаровка	7,94	8,11	8,17	7,94	8,45	7,83	7,71	8,29
Р. Переемная	3,93	4,79	4,94	5,17	4,96	4,42	4,92	4,87
Ионы магния								
Р. Комаровка	2,36	1,97	2,04	2,20	2,18	2,43	2,63	2,27
Р. Переемная	0,85	1,05	0,97	1,05	0,83	0,67	0,82	0,78

Содержание ионов магния в водах р. Комаровки в 2013 году было больше, нежели в предыдущие годы: среднегодовое значение (2,63 мг/л) было самым высоким из всех, также как и максимальные зафиксированные концентрации в летний и осенний период. В воде р. Переемная в осенне-зимний период 2013-2014 годов уровень содержания ионов магния был несколько ниже, чем в предыдущие годы, и составил около 0,7 мг/л, но, в целом содержание ионов магния в 2013-2014 гг. существенно не отличалось от уровней 2007-2012 гг. В сезонном ходе практически ежегодно наблюдается снижения содержания катионов магния в р. Переемная в весенний период. Для р. Комаровка был отмечен похожий характер изменений, но не повторяющийся ежегодно.

Содержание аммония в воде р. Переемная низкое, не более 0,1 мг/л, и в разные сезоны практически находится на одном уровне, тем не менее, раз в несколько лет в осенний период наблюдаются значения выше этого уровня. Долговременные изменения содержания в воде ионов аммония не имеют четкой тенденции.

В водах р. Комаровка значения концентраций NH_4^+ не достигают 0,5 мг/л и находятся значительно ниже, хотя изменяются более заметно: от значений ниже 0,1 мг/л в зимнюю межень до

0,3-0,45 весной и летом. Среднее содержание аммония в воде в 2007-2014 г. в р. Комаровка составило от 0,08 до 0,25 мг/л, с более высокими среднегодовыми значениями в 2012 г (0,46 мг/л), когда в осенний период было зафиксировано максимальное его содержание (1.03 мг/л). В 2013-2014 году концентрации аммония были ниже 0,2-0,3 мг/л, максимальные значения было зафиксированы в летний период. При этом данные 2013-2014 года не подтверждают тенденцию роста концентраций аммония в поверхностных водах малых рек Приморья, наблюдающуюся ранее после 2008 г (Рис. 3.3.7).

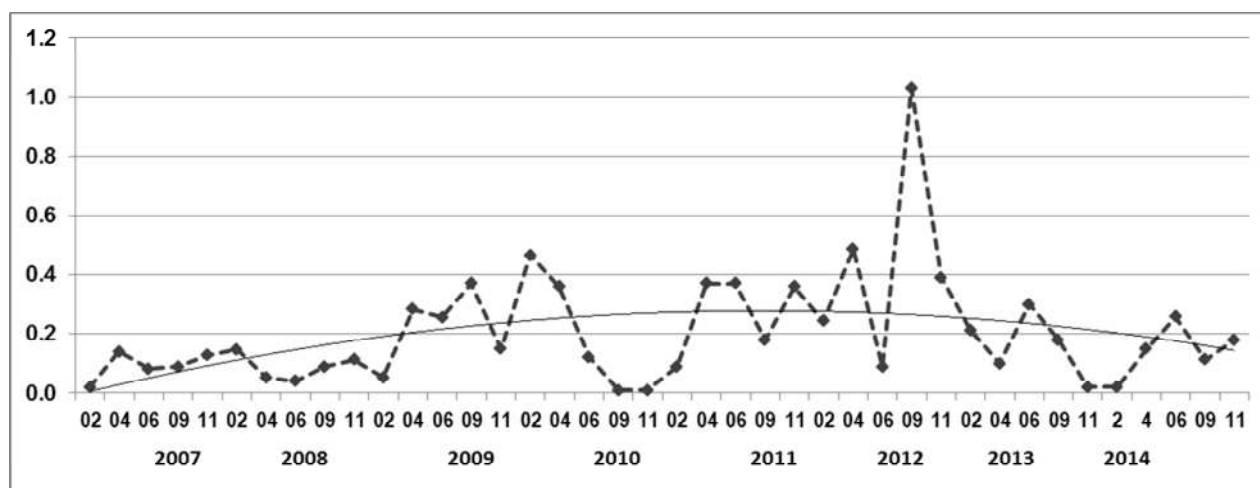


Рис.3.3.7. Многолетние изменения концентраций аммония (мг/л) в поверхностных водах на станции ЕАНЕТ в Приморье в 2007-2014 гг.

Соотношения основных анионов и катионов

При анализе совмещенных годовых ходов концентраций кальция и сульфатов можно отметить, что колебания содержания кальция в р. Комаровка (в Приморье) в течение 8 лет практически малы, в отличие от сульфатов. По весовым концентрациям сульфаты обычно превышают содержание кальция примерно на 3-5 мг/л, за исключением 2010 г и осени 2012 г., когда минимальные значения сульфатов, обычно наблюдающиеся в сентябре-ноябре, были зафиксированы в течение теплого периода с минимумами ниже значений кальция - 3,57 мг/л и 5,60 мг/л (Рис. 3.3.8). Уровень концентраций нитратов существенно ниже концентраций кальция в воде реки: в среднем в 5-10 раз (после 2008 г.). При этом ход концентраций нитратов в целом до 2013 г. похож на изменения сульфатов, но в 2014 г наблюдались сильные различия из-за резкого возрастания нитратов и уменьшения сульфатов.

Минимальные и максимальные значения основных анионов и кальция, выраженные в эквивалентной форме (для прослеживания их роли в формировании кислотно-щелочной реакции воды), наблюдаются практически в одни и те же периоды. Для р. Комаровка содержание кальция (в эквивалентных единицах) практически всегда в 1,5-2,5 раза выше, чем общее содержание

сульфатов и нитратов (суммы главных анионов), что пока обеспечивает близкий к нейтральному рН поверхностных вод в малых реках Приморья.

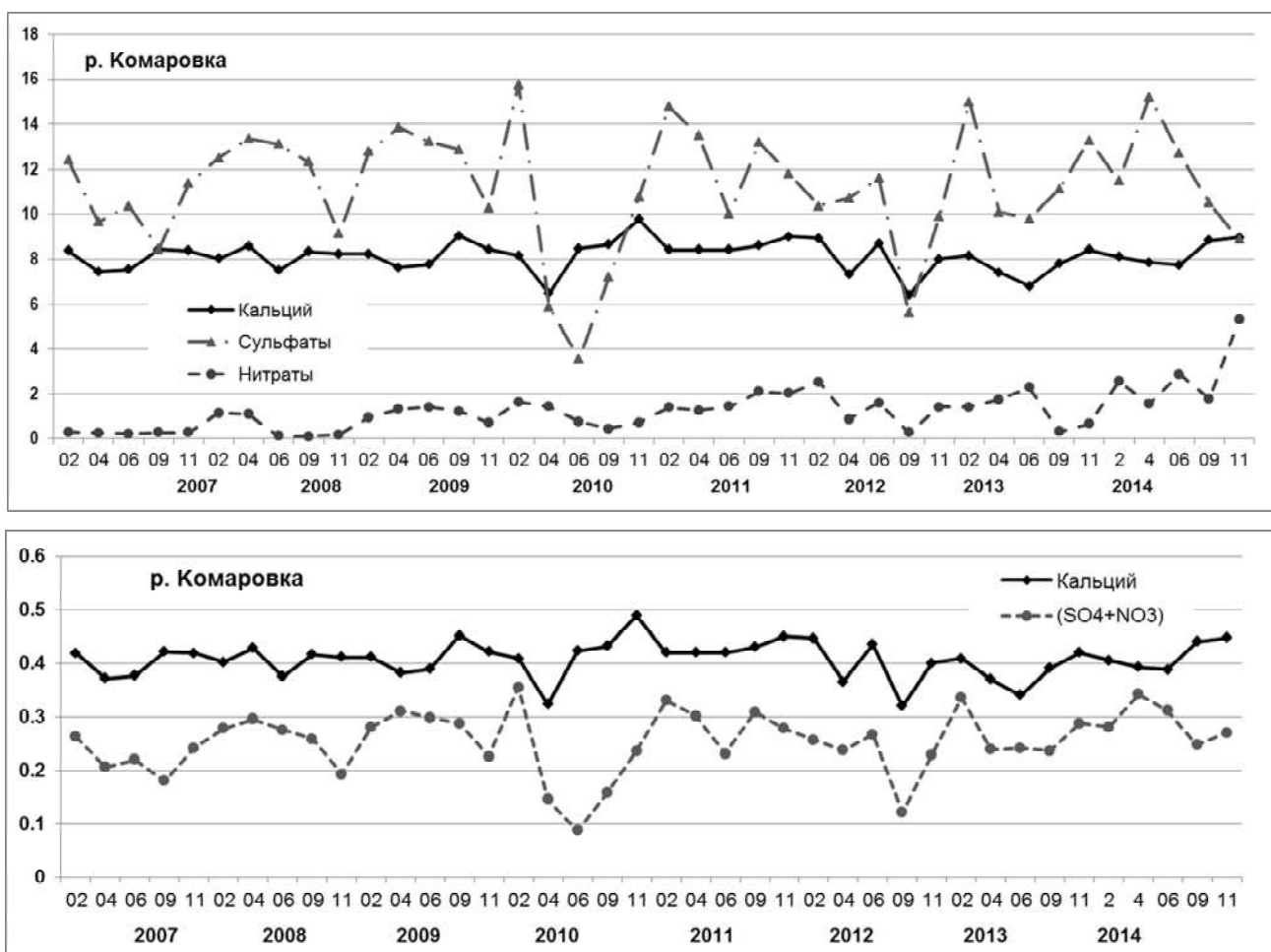


Рис.3.3.8 Тренды согласованного изменения сульфатов, нитратов и кальция (верхний, мг/л) и их эквивалентов (нижний, мэкв/л) в поверхностных водах на станции ЕАНЕТ Приморская в 2007-2014 гг.

Для р. Переемная, в целом, большую часть года преобладающими анионами были сульфаты, а катионами - кальций, по составу ионов вода реки относится к сульфатному классу группы кальция. Сульфаты по весовым концентрациям также всегда превышают содержание кальция в среднем на 6 мг/л (от 3,5 до 9,1 мг/л) (Рис. 3.3.9). Уровень концентраций нитратов существенно ниже концентраций кальция в воде реки Переемная, в среднем в 5 раз.

Из-за малых сумм ионов и низкой буферной способности к нейтрализации кислотных компонентов вода р. Переемной оценивается как крайне неустойчивая к закислению: отношение кальция к сумме ионов сульфатов и нитратов (в экв) составляет в среднем 1,0, изменяясь для периодов наблюдений от 0,88 до 1,16. Сравнение данных расчета «потенциала щелочности» по результатам мониторинга в 2007-2011 г. с результатами для периода 1955-1960 гг. (данные ЛИН СО РАН) показало, что за прошедшие 50 лет устойчивость речных вод к закислению сни-

зилась более чем вдвое: с 219 мкэкв/л до 99 мкэкв/л, понижаясь в период снеготаяния до критического уровня не более 50 мкэкв/л (развитие «рН шока»). Наиболее вероятной причиной этого может быть поступление закисляющих компонентов на водосбор реки из атмосферы (в составе атмосферных осадков и в виде сухого осаждения).

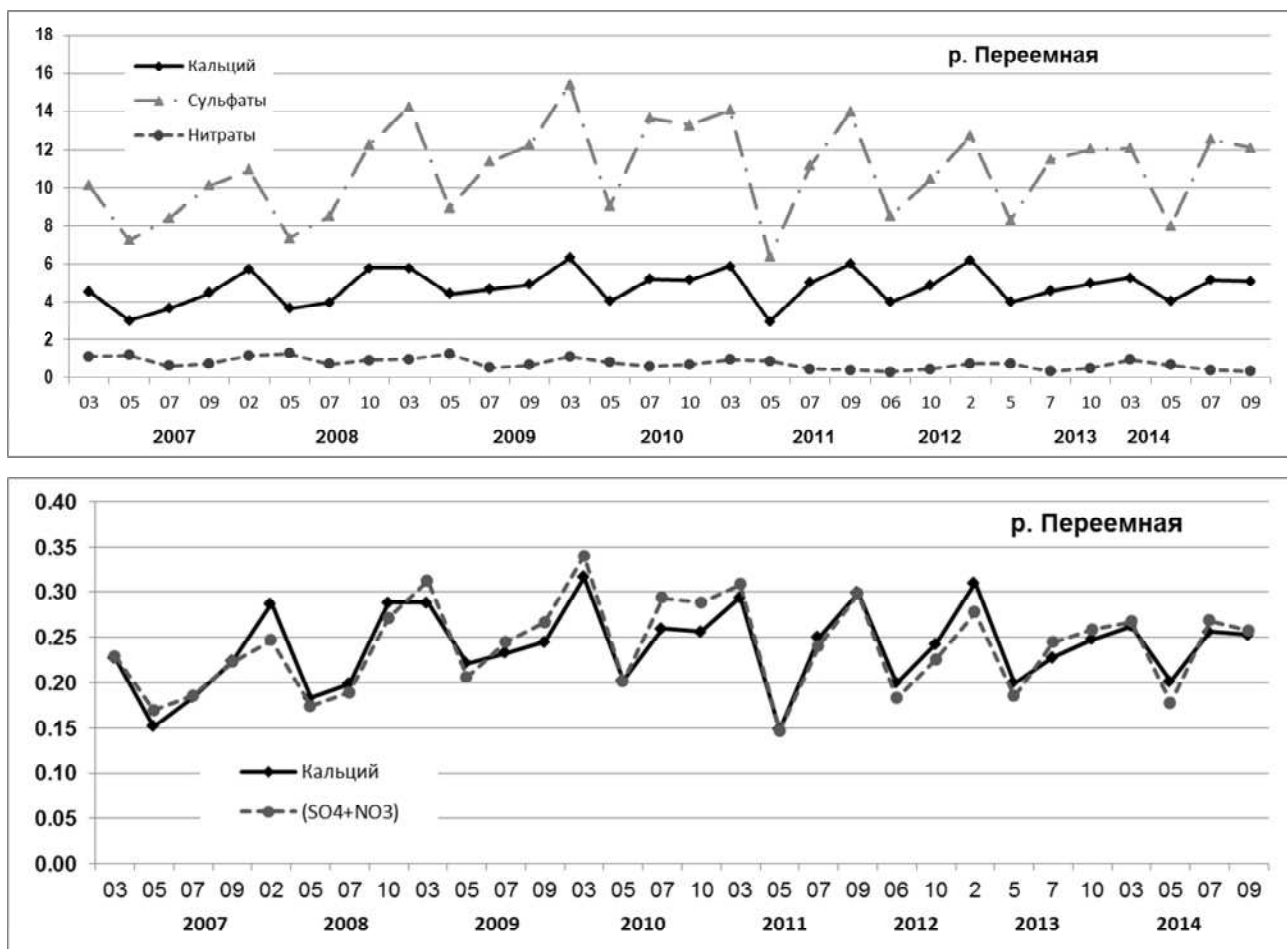


Рис.3.3.9 Тренды согласованного изменения сульфатов, нитратов и кальция (верхний, мг/л) и их эквивалентов (нижний, мэкв/л) в поверхностных водах р. Переемная в 2007-2014 гг.

В целом по результатам фоновых наблюдений за содержанием химических веществ в поверхностных водах в районах станций сети EANET уровни основных ионов (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) в течение последних 8 лет, в общем, сохраняются стабильными, со слабо выраженными тенденциями увеличения сульфатов в р. Переемная (регион оз. Байкал) и роста нитратов в р. Комаровка (Приморье).

3.4. Фоновое состояние пресноводных экосистем по гидробиологическим показателям

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

Оценка качества вод произведена по пятибалльной гидробиологической шкале РД 52.24.309-2011, действующей на наблюдательной сети Росгидромета. Приоритетными гидробиологическими показателями, позволяющими оценивать качество вод и состояние экосистемы в целом являются характеристики биоценозов фитопланктона, зоопланктона, перифитона, зообентоса. В Баренцевском гидрографическом районе проведены также наблюдения за состоянием бактериопланктона. Основными параметрами оценки является: биомасса, видовой состав и численность видов, индекс сапробности (ИС) и биотический индекс по Вудивиссу (БИ). Анализ состояния экосистем выполнен согласно РД 52.24.564-96, РД 52.24.565-96 и РД 52.24.309-2011. В зависимости от нагрузки на водную среду, различают следующие последовательные градации состояния экосистем:

- экологическое благополучие;
- антропогенное экологическое напряжение;
- антропогенный экологический регресс;
- антропогенный метаболический регресс.

В 2013 году наблюдения на гидробиологической сети Росгидромета были проведены на 82 пунктах 4 категории. В 2014 г. аналогичные наблюдения были осуществлены на 85 пунктах, из них 6 на территориях государственных природных заповедников, в том числе биосферных заповедников и их охранных зонах (Лапландский, Уссурийский, Лазовский, Усть-Ленский, Столбы, Пинежский). В обзоре проведен анализ по пунктам на 17 водных объектах в 5 гидрографических районах, которые наиболее соответствуют концепции фоновых участков.

Баренцевский гидрографический район

Наблюдения в 2013-2014 гг. проводились Мурманским УГМС на фоновых участках 4 рек и 1 озера.

Бассейн р. Туломы: р. Лотга (п. Светлый, устье). Показатели развития бактериопланктона остаются в пределах многолетних колебаний и свидетельствуют о благополучном состоянии

микробиоценозов фонового створа. В 2013 г. отмечены невысокие концентрации сапрофитных бактерий, которые ниже в 1,4 раза данных 2012 года. В последующем 2014 г. концентрации сапрофитных бактерий вернулись на уровень 2012 г. Вода реки условно-чистая.

Фитопланктон фонового створа по пробам 2014 г. был разнообразен – определено 38 видов (в 2013 – 28 видов; 2012 году – 36 видов, 2011-43, 2010-36, 2009-28). Наибольшего видового богатства достигают диатомовые (15 видов в 2013 г., 16 видов в 2014 г.) и зеленые водоросли (7 видов в 2013 г., 10 видов в 2014 г.). Олиготрофные воды характеризуются низкими значениями количественных показателей. В конце мая доминирует олигосапробный диатомовый комплекс, в сентябре – комплекс сине-зеленых микроводорослей. Расчетный ИС стабильный за последние 5 лет, в 2013 г. он составил 1,31-1,36, а в 2014 г. изменялся от 1,21 до 1,38. Воды реки условно чистые.

В составе зоопланктонной фауны в 2013 г. отмечено 9 видов организмов (в 2009 г. обнаружено 10 видов, в 2010 г. – 6, в 2011-12 гг. – 13), из них коловраток – 3, ветвистоусых ракообразных – 4, веслоногих рачков – 2. Минимальные количественные показатели зафиксированы в мае. Максимумы значений выявлены в сентябре; зоопланктон имеет ротаторно-кладоцерный тип. ИС составил 1,70-2,05. Разброс значений индекса по сезонам наблюдался и в предыдущие годы, при этом среднее значение индекса в 2013 году ниже, чем за 2011-12 гг., по состоянию зоопланктона воды относятся к слабо загрязненным. В 2014 г. наблюдений по зоопланктону не проводилось.

Бентофауна фоновой реки разнообразна и насчитывает до 5 крупных таксонов в пробе в 2013 г. и до 7 таксонов в 2014 г. Доминируют хирономиды (до 38% в 2013 г. и до 50% в 2014 г.), моллюски составляют от 20 до 33% общей численности организмов. Доля олигохет не превышает 25%. В 2013 г. в сентябре до 22% общей численности составляли поденки - организмы олигосапробного комплекса, являющиеся индикаторами чистой воды. В 2014 г. поденки обнаружены в сентябре, а также в июне, их доля составляла 6-10% от общей численности. БИ в 2014 г. составлял в среднем 4 балла, как и в 2009-2012 гг., придонный слой воды загрязненный. В 2013 г. БИ был выше (7), воды и грунты условно чистые, что является в многолетних наблюдениях скорее исключением. Видовая структура и динамика количественных показателей находятся в диапазоне данных многолетнего мониторинга.

Качество воды в реке по показателям фитопланктона, зоопланктона, бактериопланктона не изменялись за последние 5 лет и остаются стабильными. По показателям бентоса воды и грунты реки были наиболее чистые в 2013 г. Экосистемы реки находятся в состоянии экологического благополучия.

Бассейн р. Колы: р. Кица (ст. Лопарская, устье). Количественные показатели развития микрофлоры до 2014 г. оставались на уровне межгодовых колебаний, качество воды оценивалось как условно чистое. По сравнению с 2013 г., средние концентрации общей численности выросли в 1,2 раза. Средние значения сапрофитных бактерий выше данных 2013 года в 1,9 раз, что свидетельствует о некотором ухудшении качества вод по показателям развития микрофлоры. Отношение общей численности к сапрофитным бактериям 700-900 (в 2013 году 900-2200).

Фитопланктон фонового створа отличается разнообразием и включает 50 видов низших водорослей (в 2013 г. – 35, в 2012 году – 49 видов), из которых наибольшим числом видов характеризуются зеленые водоросли (21 вид в 2014 г. и 12 видов в 2013 г.) и диатомеи (19 видов в 2014 г. и 11 видов в 2013 г.). Высокая частота встречаемости индикаторов олигосапробной зоны определяет ИС в 2013 г. 0,87-1,27, а в 2014 г. 1,06-1,26, воды условно чистые.

В 2014 г. наблюдений по зоопланктону не проводилось. Наблюдается снижение видового состава зоопланктона реки в 2013 г. по сравнению с 2012 г. Определено 18 таксонов (в 2012 г. – 25), из них коловраток – 13, ветвистоусых рачков – 4, веслоногих ракообразных – 1. В июне выявлен максимум развития зоопланктонных организмов. ИС равен 1,63-1,89 и сопоставим со значениями предыдущих лет, качество воды по состоянию зоопланктона относится к слабо загрязненным.

Разнообразная по составу бентофауна насчитывает до 5 таксонов в пробе, распределенная по 4-5 группам. Доминируют хирономиды (до 50-57%), доля олигохет не превышает 28-30%. В августе 2013 г. индикаторные поденки составляли 7% всей численности. Организмы-индикаторы чистой воды в июне и сентябре 2014 г. составляли 23% и 8%, соответственно. В 2013 г. качество придонных вод по степени загрязненности - условно чистое. В 2014 г. усредненный показатель биотического индекса (БИ) указывал на загрязненность вод, что сходно с показателями 2010-2012 гг.

Экосистемы реки находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения, показатели бактериопланктона и зообентоса ухудшились по сравнению с 2013 г., показатели фитопланктона и зоопланктона не изменились и стабильны за последние 5 лет.

Лапландский биосферный заповедник. На территории заповедника находится озеро Чунозеро, а также река Вите - на границе заповедника. Организованного сброса в эти водные объекты нет. Гидробиологические наблюдения на створах на территории заповедника проводились с июня по сентябрь.

Бассейн р. Нивы: р. Вите (устье). Общая численность бактериопланктона в 2013 г. на фоне-вом створе остается на уровне 2012 года. Максимум определен в августе, в период наибольше-

го прогрева воды. Невысокая общая численность, низкие концентрации сапрофитных бактерий свидетельствуют об условно фоновом состоянии микробиоценозов. В 2014 г. уровень развития сапрофитных микроорганизмов в среднем выше данных 2013 года в 2,7 раза и свидетельствует о некотором ухудшении качества воды. Общая численность бактериопланктона на фоновом створе остается на уровне 2012-2013 гг. Воды реки Вите в 2013-2014 гг. имели переходный статус от условно-чистых вод до слабо загрязненных.

Фитопланктон 2013 г. отличается разнообразием и включает - 40 видов (в 2014 г. определено 49 видов, 2012 - 3, 2011 - 46, 2010 - 25, 2009 - 32), из которых наибольшим представительством характеризуются диатомовые и зеленые водоросли (по 16 видов). Сине-зеленые и эвгленовые водоросли не отмечены. Количественные показатели увеличиваются от июня к августу. Доминируют олигосапробные: диатомовый комплекс и нитчатые зеленые. ИС стабильный: в 2013 г. составлял 0,90-1,46, в 2014 г. 0,81-1,31, что является показателем воды как условно чистой.

Зоопланктонное сообщество реки в 2013 г. включало 16 видов (в 2009 г. отмечено 17, в 2010 г. – 15, в 2011-12 гг. – 20), из них коловраток – 8, кладоцер – 7, веслоногих рачков – 1. Минимальные значения общей численности и биомассы зафиксированы в июне, в данный период зоопланктон представлен единственными представителями – ветвистоусыми ракообразными. Пик развития организмов приходится на август. ИС равен 1,64-2,05. В 2014 г. зоопланктонное сообщество реки включало 21 вид организмов, среди которых доминируют представители коловраток и ветвистоусых ракообразных. Количественные показатели выше прошлогодних более чем в пять раз. ИС составлял 1,74. В многолетнем аспекте ИС по зоопланктону схож с показателями 2009-2013 гг. (1,77-1,86) и остается стабильным, воды слабо загрязненные.

Бентофауна реки насчитывает до 5 крупных таксонов в пробе (2013-2014 гг.). Доминируют хируномиды (до 50%). В 2014 г. в июне отмечено доминирование двукрылых насекомых (70%). На протяжении двух лет организмы олигосапробного комплекса достигают в августе 30-55% от общей численности. Количественные показатели отличаются низкими значениями. Полученные результаты в пределах многолетнего (2009-2014 гг.) мониторинга характеризуют придонный горизонт как загрязненный. В 2009 и 2013 гг. по показателям бентофауны качество воды несколько улучшилось и варьировало между условно чистым – слабо загрязненным.

В целом, состояние воды в реке по показателям фито- и зоопланктона стабильно, по бактериопланктону и бентосу хуже по сравнению с 2013 г., но на уровне многолетних тенденций. Экосистемы реки находятся в состоянии экологического благополучия.

Бассейн р. Нивы: оз. Чунозеро (исток р. Нижней Чуны). Сезонная динамика микрофлоры в 2013 г. отражает естественные процессы в водоеме. Максимальная численность отмечена в

августе, в период наибольшего прогрева воды. В 2014 г. по сравнению с 2013-2012 гг. значительных изменений в развитии микрофлоры нет. Воды озера в переходном состоянии от условно чистых до слабо загрязненных.

Фитопланктон фонового створа озера в 2014 г. включает 55 видов (в 2013 году – 47 видов, 2012 – 50, 2011 – 46, 2010 – 40, 2009 – 37), из которых: 21 – диатомовые (в 2013 г. – 24), 4 – золотистые (в 2013 г. – 3), 15 – зеленые (в 2013 г. – 13), 11 – сине-зеленые (в 2013 г. – 4), 4 – пирифитовые (в 2013 г. – 3). Следует отметить увеличение разнообразия сине-зеленых водорослей в 2014 г. В 2013 г. максимальные значения численности отмечены в августе, высокая за период наблюдений биомасса продуцентов отмечена в июле. Расчетный ИС стабильный 1,01-1,39 (2013 г.), 1,19-1,27 (2014 г.). Воды условно чистые.

В составе зоопланктона озера в 2014 г. обнаружено 18 таксонов: 7 видов коловраток (в 2013 г. – 3), 6 – ветвистоусых ракообразных (в 2013 г. – 8), 5 – видов копепод (в 2013 г. – 2). В предыдущие годы: в 2009 г. – зафиксировано 14 видов, в 2010 г. – 17, в 2011 г. – 14, в 2012 г. – 21. Во все периоды 2014 г. преобладают коловратки. ИС равен 1,53-1,87. В 2013 г. в начале лета присутствуют все группы зоопланктона, среди которых наиболее обильны коловратки, ИС 1,29-1,60 (в целом ниже значений индекса в 2010-12 гг.). За последние 2 года воды характеризуются как слабо загрязненные, в некоторые периоды условно чистые, что на уровне многолетних значений 2009-2012 гг.

Бентофауна озера представлена псаммофильным комплексом, насчитывающим до 4 групп в пробе. От 57 до 67% составляют хирономиды, моллюски и олигохеты от 25 до 33% от общей численности. В июле 2013 г. отмечены индикаторные организмы, в сумме достигающие 38,5%. Высокий и стабильный БИ в 2013 г. характеризовал воды как условно чистые, в 2014 г. придонный слой воды и грунты оцениваются как грязные.

Таким образом качество придонного слоя воды за последний год оказалось ниже многолетних значений. Качество воды озера по показателям бактерио-, фито- и зоопланктона стабильно и не изменяется с годами. Придонный слой воды в 2014 г. изменился и оценивается наиболее низким качеством за последние 5 лет. Экосистемы озера находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Балтийский гидрографический район

Наблюдения в 2013 г. проводились Северо-Западным УГМС на реке Шуя (Республика Карелия).

Бассейн Онежского озера: р. Шуя (нижнее течение и устье). В 2014 г. на реке было отмече-

но 56 видов бентофауны, относящихся к 11 биоиндикационным группам по Вудивиссу, в 2013 г. – 49 видов, относящихся к 12 биоиндикационным группам. Видовая структура аналогична данным прошлых лет. Всего в каждой пробе присутствовало от 4 до 13 видов бентофауны в 2014 г. и от 4 до 19 видов бентофауны в 2013 г.

В 2014 г. в пробах верхнего створа обнаружено: комары-звонцы – 9 видов, ручейники – 3, олигохеты – 5, поденки – 3, моллюски – 2, стрекозы – 2, пиявки – 1. На верхнем створе реки Шуя по численности и биомассе доминировали хирономиды. Средние показатели численности и биомассы макрозообентоса на реке Шуя составили 0,5 тыс.экз/м² и 0,9 мг/м² соответственно. БИ варьировал от 5 (в мае) до 7 (в марте и апреле). За 2013 г. было обнаружено 4 вида олигохет, 7 видов комаров-звонцов, по 3 вида поденок и ручейников, а также веснянки, большекрылые, клопы и двукрылые. БИ изменялся от 6 до 8. Верхний створ реки является условно чистым – слабо загрязненным.

В пробах устьевого створа в течение всего 2014 г. года было встречено 32 вида, в 2013 г. – 42 вида. На устьевом створе р. Шуя по численности доминировали хирономиды, поденки и моллюски. По биомассе в качестве доминант выступали хирономиды, ручейники, большекрылые и моллюски. Средние показатели численности и биомассы макрозообентоса реки составили 0,75 тыс.экз/м² и 11,8 мг/м² соответственно. БИ варьировал от 3 до 8 в 2014 г. В 2013 г. на устьевом створе по численности доминировали хирономиды, по биомассе доминировали моллюски, БИ изменялся от 3 до 9 и степень загрязнения воды оценивалась от условно-чистой до загрязненной.

В среднем за год, на верхнем створе качество воды было выше, по сравнению со створом в устье. По результатам гидробиологических исследований экосистема реки находится в состоянии экологического благополучия с элементами экологического напряжения, значения БИ не подвержены изменениям и находятся в стабильном состоянии.

Карский гидрографический район

Гидробиологические наблюдения в Карском гидрографическом районе проводились по показателям фитопланктона, зоопланктона и зообентоса на фоновых участках рек Джида и Базаиха.

Бассейн оз. Байкал: р. Джида (ст. Джида). Фитопланктон 2013 г. представлен 39 видами водорослей (2012 г. – 40 видов, 2011 – 30, 2010 – 24), из которых абсолютными доминантами по видовому богатству, как и в предыдущие годы, являются диатомовые – 36 видов. По количественным показателям доминируют также диатомеи. В сравнении с 2013 г. в 2014 г. отмечалось значительное увеличение количественных показателей (численности и биомассы) более

чем в 5 раз, видовое разнообразие фитопланктона насчитывало 60 микроводорослей из которых диатомовых – 54, зеленых – 5, сине-зеленых – 1. ИС стабильный в многолетнем аспекте – 1,36-1,65. Воды условно чистые – слабо загрязненные.

В зоопланктоне 2013 г., как и в 2012 г., отмечено 8 видов (2010-2011 гг. – по 10 видов). Доминирующей группой являются коловратки. Количественные показатели развития: 0,03-0,10 тыс.экз./м³ – численность, 0,24-0,89 мг/м³ – биомасса. ИС в 2013 г. составлял 1,2-1,4, в 2014 г. – 1,37-1,59. Воды водотока условно чистые, с незначительным уклоном в сторону ухудшения до слабо загрязненных вод.

В бентофауне в 2013 г. отмечено значительное снижение видового разнообразия до 9 групп организмов, которое сохранилось и в 2014 г. – 10 видов (2012 – 16 видов, 2011 – 13, 2010 – 17, 2009 – 16). В целом за сезон 2013 г. доминировали поденки, в 2014 г. личинки хирономид, а поденки выступали в роли субдоминантов. В 2013 г. общая численность изменялась от 26,8 до 74,7 экз./м², биомасса – от 0,067 до 0,167 г/м² соответственно. Численная доля поденок в структуре бентоценоза сократилась с 52% в 2013 г. до 38% в 2014 г. Значение БИ соответствовало средним многолетним данным – 6. Придонный слой и грунты реки можно считать слабо загрязненными.

Качество воды реки на исследуемом пункте по состоянию на 2014 г. не изменилось ни по одному из трех биологических показателей и является стабильным на протяжении последних 5 лет. Анализ экологического состояния исследованных групп гидробионтов позволяет сделать вывод, что экосистема реки находится в промежуточном состоянии между экологическим благополучием и антропогенным экологическим напряжением.

Бассейн р. Енисей: р. Базаиха (0,5 км и 9 км выше устья). Пробы отбирались на двух створах, в верхнем створе на территории государственного природного заповедника «Столбы» и устьевом в пос. Базаиха.

В 2013 г. в составе перифитона реки обнаружено 124 вида (2012 г. – 145 видов, 2011 – 109, 2010 - 125), по сравнению с 2012 г. видовое богатство уменьшилось за счет выпадения из видового состава некоторых видов диатомовых водорослей, личинок поденок и двукрылых.

В 2013 г. на верхнем и нижнем створе в видовом разнообразии фитоперифитона ведущее место занимали диатомовые водоросли – по 49 видов. В сообществе зооперифитона на обоих станциях наиболее богатым видовым разнообразием отличалась фауна насекомых. Видовое разнообразие зооперифитона в устье насчитывало 30 видов, в заповеднике 29 видов. На нижнем створе ИС составил 1,65, на верхнем 1,98, что соотносится с значениями прошлых лет. В се-

зонном аспекте было зарегистрировано ухудшение качества воды от весеннего периода к осеннему. В пространственном распределении качество воды выше в устье, вода слабо загрязненная.

В 2014 г. в составе перифитона обнаружено 116 видов. Видовое разнообразие перифитона уменьшилось по сравнению с показателями 2012-2013 гг. за счет выпадения из видового состава некоторых видов диатомовых водорослей, красных водорослей и пиявок. В составе фитоперифитона зарегистрировано 69, а зооперифитона – 47 видов.

В верхнем створе в видовом составе фитоперифитона ведущее место так же, как и в 2013 г. занимали диатомовые водоросли – 46 видов. В сообществе зооперифитона верхнего створа наиболее богатым видовым разнообразием отличалась фауна класса насекомых – 25 видов. На устьевом участке зарегистрировано 45 видов диатомовых водорослей, массово развивались флагаеллы и зеленые водоросли. Зооперифитон по своему видовому разнообразию практически соответствует таковому в сообществе выше расположенного створа (32 в устье и 33 вида в верховьях). ИС верхнего створа реки по перифитону составил 1,78 балла, в устье 1,80 балла. Наблюдения 2014 г. соответствуют многолетним значениям сапробности для данного водного объекта, которая за период 2009-2013 гг. изменялся от 1,65 до 1,80. Воды слабо загрязненные, в районе заповедника вода по состоянию перифитона более загрязнена, чем в устье.

В сообществе зоопланктона в 2013 г. отмечено уменьшение числа видов до 9 (2012 г. – 16 видов, 2011 – 11, 2010 - 17). Средние величины количественных показателей зоопланктона реки составили: – 0,08 тыс. экз./м³ (численность) и 0,3 мг/м³ (биомасса).

Зоопланктон верхнего створа представлен 6 видами, нижнего створа 7 видами в основном это коловратки и веслоногие ракообразные, ветвистоусые рачки отсутствуют на обоих створах. ИС составил у заповедника 1,87, в устье 1,88 баллов. По сравнению с 2012 г. в структуре зоопланктона реки произошли изменения – уменьшилось число видов и их количественные показатели. Воды оцениваются как слабо загрязненные, различий в качестве воды между верхним и нижним створами по показателю зоопланктона нет.

В 2014 г. зоопланктон оставался скудным как на верхнем, так и на нижнем створах. В верхнем створе отмечено наличие 6 видов, которые относятся к ветвистоусым ракообразным, веслоногим рачкам и коловраткам. Доминировали веслоногие. Зоопланктон нижнего створа представлен 7 видами. ИС на верхнем створе составлял 1,63, на нижнем 1,59, верхнее и нижнее течение реки по показателю зоопланктона сильно не отличается. Воды реки в 2009-2013 гг. имели тенденцию к нарастанию степени загрязненности по показателям зоопланктона, на данный момент воды оцениваются как слабо загрязненные.

В 2013 г. отмечается относительное обеднение бентофауны – 67 видов (2012 г. – 80 видов, 2011 – 75, 2010 - 84). На заповедном участке реки доминирующий комплекс был представлен личинками двукрылых – 16 видов, поденками – 12, ручейниками – 8, веснянками – 3, всего было зарегистрировано 48 видов и форм бентоса, БИ был равен 6,90. В устье реки зарегистрировано 49 таксонов, из видового состава по сравнению с вышерасположенным створом исчезли личинки хирономид и веснянок, развивались личинки двукрылых, поденок и ручейников. БИ нижнего створа был равен 6,57 баллов, по численности в течение всего периода преобладали личинки поденок. Вода условно чистая – слабо загрязненная, по величине БИ в заповеднике и в устье оценки схожи.

В 2014 г. в пространственной динамике от истока к устью отмечено снижение биомассы бентофауны в 1,86 раза за счет снижения плотности веснянок и ручейников. В верхнем створе отмечено наличие 34 видов и форм донных беспозвоночных, доминантами являлись: двукрылые – 12 видов, веснянки – 8, ручейники – 7, поденки – 4. В устье зарегистрировано 43 таксона, в видовом составе по сравнению с устьем увеличилось число двукрылых – 18, ручейников – 10, поденок – 8, снизилось веснянок – 1. БИ для верхнего участка реки составил 8-9 баллов (условно чистые воды), в нижнем течении – 6-7 баллов (условно чистые – слабо загрязненные). За период с 2009 по 2014 гг. значительных изменений значений БИ не отмечено. В целом воды оценивались как условно чистые – слабо загрязненные, что соответствует данным последних лет.

Анализ экологического состояния исследованных групп гидробионтов позволяет сделать вывод, что экосистема реки находится в промежуточном состоянии между экологическим благополучием и антропогенным экологическим напряжением. Вода реки имеет одинаковую степень загрязненности на верхнем и нижнем створах с естественными флуктуациями в сторону большего или меньшего значений ИС и БИ между двумя створами.

Восточно-Сибирский гидрографический район

Фоновые наблюдения проводились в дельте р. Лена, в районе полярной станции Хабарова – Усть-Ленский биосферный заповедник, а также на р. Копчик-Юреге. Для оценки были использованы показатели фитопланктона и зообентоса.

Дельта р. Лена (у п.с. Хабарова). В 2013 г. в составе альгофлоры определено 23 вида водорослей, в 2014 г. – 13 видов. Основную массу составили диатомовые. Пробы по количественному и качественному составу остаются на уровне последних пяти лет. ИС в 2014 г. составлял 1,64-1,68. За предыдущий год значения ИС были схожими: 1,69-1,74. Воды характеризуются

как слабо загрязненные. Изменений качества воды по показателям фитопланктона не отмечено. Воды слабо загрязненные.

По показателям зообентоса в пробах 2014 г. преобладали личинки поденок (26,4% от общей численности) и личинки хирономид (47%). БИ в течение года изменялся в широких пределах от 1 до 8. Наиболее высокие показатели чистоты были отмечены в период с мая по июль, в остальные периоды в связи с сезонным исчезновением видов, БИ снижался до единицы. Значительная вариация БИ связана с тем, что донные биоценозы характеризуются скудным составом, поэтому присутствие редких единичных особей гидробионтов, принадлежащих к различным группам, могут значительно влиять на оценку чистоты вод. За предыдущий, 2013 г. показатели качества воды по сообществам бентоса 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 дельты реки Лена находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Бассейн Нижней Лены: р. Копчик-Юреге (п. Полярка). В фитопланктоне видовое разнообразие скудно, в 2014 г. определено 8 видов (в 2013 г. – 6 видов) водорослей, преимущественно диатомовых. Средний ИС – 1,59, в 2013 г. – 1,66. Воды водотока слабо загрязненные.

БИ на гидробиологическом створе р. Копчик-Юреге менялся в течение 2014 г. от 6 до 4 (в августе-сентябре) до 8 (в июне-июле), степень загрязнения воды изменяется от условно чистой до загрязненной. Значительная вариация БИ связана со скудным составом бентоса, в связи с чем присутствие редких единичных особей гидробионтов, принадлежащих к различным группам, может значительно влиять на оценку чистоты вод. По сравнению с 2013 годом количественные и качественные показатели зообентоса не изменились. БИ в 2013 г. аналогично 2014 г. изменялся от 8 (в июне-июле), до 6 (в августе) и 4 (в сентябре-октябре).

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 БИ и ИС остаются стабильными и изменяются не значительно.

Тихоокеанский гидрографический район

Гидробиологические наблюдения проводились на фоновых участках 8 рек: Илистая, Бикин, Лазовка, Комаровка – по показателям зоопланктона, перифитона и зообентоса; Уркан, Гилуй, Малая Бира - по зообентосу, на реке Ивановка по зоопланктону.

Бассейн Японского моря

Река Лазовка (с. Лазо). Пробы отбирались в июне и августе на прилегающей к Лазовскому государственному природному заповеднику территории. Зоопланктон участка наблюдения в 2013 г. представлен простейшими (34% от общей численности), коловратками (53%) и личинками копепод (13%). ИС составляет 1,50-1,51. В 2014 г. зоопланктонное сообщество состояло из коловраток (41% от общей численности), простейших (35%), личинок копепод (15%), а также кладоцер (9%), среди всех организмов видов индикаторов – 72%. ИС в 2014 г. равен 1,50, что соответствует периоду 2011-2013 гг. По сравнению с 2009-2010 гг., когда ИС находился в пределах 1,65-1,75 в последние 4 года отмечается улучшение качества воды, ее постепенный переход от слабо загрязненной степени к условно чистой.

Зообентос створа в 2013-2014 гг. представлен олигохетами, хирономидами и поденками. Основу донного сообщества составили хирономиды (35-40%) и поденки (38-52%). Удельное обилие олигохет составляет 13,8%. БИ в 2014 г. равен 6 (в 2009-2011 аналогично), что лучше показателей 2012-2013 гг., когда БИ составлял 5. Воды слабо загрязненные.

Перифитон участка реки представлен диатомовыми, зелеными, желто-зелеными водорослями и сине-зелеными водорослями. Виды индикаторы относятся к олиго- и β -мезосапробным зонам, что указывает на довольно высокое качество вод. ИС за период исследований 2014 г. был равен 1,16-1,38, что соответствует многолетним наблюдениям, в 2009-2013 гг. В 2013 г. ИС варьировал в пределах 1,27-1,30. Значительных изменений состояния альгофлоры по сравнению с предыдущими годами не отмечено. Воды реки условно чистые.

В 2014 г. значимых изменений в качестве воды реки не отмечено. За последние 5 лет по показателям зоопланктона и зообентоса наблюдается тенденция в сторону незначительного улучшения качества воды, перифитон реки стабилен и соответствует многолетним показателям. Экосистема реки в переходном состоянии от антропогенного экологического напряжения к экологическому благополучию.

Река Ивановка (с. Ивановка). Оценка качества воды осуществлялась на основе показателя зоопланктонных сообществ. Фауна зоопланктона очень бедна и представлена в 2014 г. коловратками и ветвистоусыми ракообразными, иные представители не обнаружены. За последние 2 года доминируют коловратки, в 2013 г. в пробах были определены и веслоногие рачки. ИС во всех пробах – 1,55. За многолетний период наблюдений (2009-2013 гг.) качество воды не изменялось, ИС варьировал в очень незначительных пределах – 1,50-1,55, что объясняется чрезвычайно бедным составом зоопланктона. Тенденций к изменению качества воды по ИС не отмечено. Степень загрязнения воды находится в пограничном состоянии между условно чи-

стым статусом и слабо загрязненным. Экосистема реки в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Река Комаровка близ п. Комаровский. Створ наблюдения расположен в охранный зоне Уссурийского биосферного заповедника. Зоопланктон в 2014 г. представлен доминирующими коловратками (59% от общей численности, в 2013 г. – 53%), простейшими (24%, в 2013 г. – 23%) и личинками копепод (17%, в 2013 г. 23%). Среди обнаруженных видов индикаторной значимостью обладают более 80% организмов, все они α - или α - β -сапробы. ИС в 2014 г. составлял 1,00-1,20, в предыдущем 2013 г. ИС по зоопланктону составлял 1,00, а за период 2009-2012 гг. – 1,25-1,45 с тенденцией к уменьшению индекса, то есть улучшения качества воды. Вода в створе наблюдений оценивается как условно чистая.

Зообентос створа в 2013 г. был аналогичен 2014 г. и представлен олигохетами, хирономидами, поденками (3 вида) и ручейниками (1 вид). Основу сообщества формировали поденки (46% от общей численности) и хирономиды (30%). БИ в 2013 г. составлял 7 баллов, в 2014 г. 6 баллов. За период 2009-2011 гг. БИ составлял 8, однако после 2012 г. было отмечено снижение БИ до значений 6-7. Воды условно чистые – слабо загрязненные.

В перифитоне в 2013 и 2014 гг. массового развития достигают олиго- и β -сапробы, которые составляют соответственно 46% и 54% соответственно. В 2009 и 2012 гг. ИС по показателю перифитона были близкими к 1,40, в 2013-2014 гг. ИС изменялся в пределах 1,02-1,38 единиц. Степень загрязненности вод в районе биосферного заповедника оценивается как условно чистая.

В 2014 г. состояние фонового створа р. Комаровки по гидробиологическим показателям в сравнении с 2013 г. не изменилось. В многолетнем аспекте сохраняется тенденция к снижению ИС по зоопланктону, по перифитону. Показатели макрозообентоса в последние 3 года продолжают сохраняться на более худшем уровне, чем за период 2009-2011 гг. Экосистема реки в переходном состоянии от экологического благополучия к состоянию антропогенного экологического напряжения.

Бассейн Охотского моря

Река р. Илистая (с. Халкидон). В зоопланктоне створа в 2013 г. отмечено 50% от общей численности коловраток, 18% веслоногих рачков, а также 32% простейших. Индекс сапробности по зоопланктону равен 1,80. В 2014 г. в зоопланктоне створа отмечено присутствие коловраток (54% от общей численности), простейших (26%), веслоногих рачков (17%), а также ветвистых ракообразных (3%), большинство из них являются видами индикаторами качества воды. Среди организмов индикаторов большинство (46%) указывают на β -мезосапробную зону, дру-

гие организмы (34%) указывают на β-о-мезосапробную зону соответственно, что говорит о переходном состоянии реки в сторону большей загрязненности органическими веществами. ИС за последние 2 года составил 1,70-1,80 (за период 2009-2013 гг. ИС варьировал от 1,55 до 1,85). Состояние реки по показателям зоопланктона является стабильным на протяжении более 10 лет. Воды слабо загрязненные.

Зообентос створа на изучаемом участке реки представлен олигохетами, хирономидами, поденками и моллюсками. Основу сообщества составили хирономиды (47% от общей численности в 2013 г., 33% в 2014 г.) и поденки (27% от общей численности в 2013 г., 21% в 2014 г.). Удельное обилие олигохет – 13%. БИ в 2013 г. равен 5, а в 2014 г. составил 6 баллов, отмечен сдвиг в сторону не значительного улучшения качества воды по показателю зообентоса. Воды слабо загрязненные.

Перифитон 2013-2014 гг. представлен редкими экземплярами диатомей. По сравнению с 2012 г., когда ИС был равен 3,46 и качество воды было переходным от загрязненной к грязной, в 2014 г. показатель сапробности улучшился до 1,71-1,75, что соответствовало показателям 2009-2011 гг. (1,66-1,75). Воды слабо загрязненные.

Для реки характерна многолетняя стабильность по показателям зоопланктона, по показателям перифитона и макрозообентоса в 2014 г. отмечена тенденция к улучшению качества водотока. Экосистема реки в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Река Бикин (ст. Звеньевой). Зоопланктонное сообщество створа в 2013 г. представлено простейшими (29% от общей численности), коловратками (47%), науплиями веслоногих раков (15%) и ветвистоусыми раками (9%). Из 85% видов индикаторов, доминируют виды чистых вод (до 56%), отмечены и представители загрязненных вод (до 45%). ИС створа 1,60-1,70. В 2014 г. зоопланктон представлен коловратками (49% от общей численности), простейшими (28%), веслоногими раками (20%) и ветвистоусыми ракообразными (9%). Из 76% видов индикаторов, доминируют виды чистых вод (до 87%), отмечены и представители загрязненных вод (до 13%). ИС в 2014 г. на створе наблюдения 1,50-1,60. За последние 5 лет была отмечена динамика ИС от 1,30 (в 2010 г.) до 1,80 (в 2012 г.), с уклоном в сторону ухудшения качества воды и переходу от условно-чистой степени загрязненности к загрязненной. Текущие показатели ИС находятся на уровне 2013 г., значительных изменений в сторону ухудшения или улучшения качества воды не отмечено.

Зообентос в изучаемом створе реки в 2013 г. представлен в равной степени хирономидами, поденками и ручейниками (по 27% от общей численности). БИ равен 5 баллам. В 2014 г. донные сообщества представлены хирономидами (22% от общей численности) и поденками (59%,

3 вида), а также ручейниками (1 вид). БИ равен 7. По показателю зообентоса в 2014 г. отмечено значительное улучшение качества воды, по сравнению с периодом 2009-2013 гг. когда происходило постепенное ухудшение качества воды и переход БИ от 6 к 5.

В перифитоне преобладающее положение занимают диатомеи. Показатели качества вод относятся в основном к олиго- и β -мезосапробным зонам, что указывает на довольно высокое качество вод – условно чистые. В 2014 г. преобладающее положение так же занимают диатомеи. ИС составляет за последние 2 года 1,16-1,32. Значительных изменений состояния альгофлоры на данном участке реки по сравнению с периодом 2009-2012 гг. (ИС 1,24-1,32) не отмечено. Воды условно чистые.

Сообщество зоопланктонных гидробионтов реки указывает на стабилизацию качества воды в последние 2 года. Придонных слой воды по показателям зообентоса за последний год улучшился, а организмы обрастатели, которые более показательны для рек, чем плавающие зоопланктеры показывают более лучшие значения ИС, чем в 2013 г. Экосистема реки в переходном состоянии от состояния антропогенного экологического напряжения к экологическому благополучию.

Река Малая Бира (с. Алексеевка). Гидробиологические наблюдения проводились по показателям зообентоса. В 2014 г. определено 3 группы организмов: хирономиды (40% от общей численности), брюхоногие (40%), и жуки (20%). В 2013 г. состав фауны был более скуден, обнаружены не многочисленные хирономиды и брюхоногие моллюски. Фауна зообентоса весьма скудна, найденных видов было недостаточно для надежного расчета БИ. В многолетнем аспекте отмечены значительные колебания качества воды: в 2011 г. – загрязненная, в 2012 г. – слабо загрязненная-загрязненная, в 2013 г. – от слабо загрязненной до экстремально грязной. По сравнению с предыдущими годами, в 2014 г. качество воды в реке по показателям зообентоса значительно ухудшилось, количество индикаторных групп организмов стало недостаточно для оценки по БИ. Экосистема реки в состоянии антропогенного экологического регресса.

Река Гиллюй. Гидробиологические наблюдения осуществлялись на одном створе по организмам зообентоса. В 2014 г. общая численность организмов зообентоса выросла и составила 16 экз/м² (в 2013 г. – 11 экз/м²). Определено 7 систематических групп (в 2013 г. – 5): жуки (25% от общей численности), хирономиды (19%), двукрылые (19%), клопы (19%), брюхоногие (6%), олигохеты (6%), веснянки (6%). Доминируют, по-прежнему жуки, хотя процентное содержание их уменьшилось на 20%. Наибольшее число групп зообентоса в пробе – 5 (в 2013 г. – 3). В июне в пробах присутствовали веснянки. Многолетние наблюдения показывают, что качество придонного слоя воды изменяется довольно значительно, в 2009 г. степень загрязненности

воды была экстремально грязная, в 2012 г. в разные сезоны загрязненность изменялась от загрязненной к экстремально грязной, а в 2013 г. стабильно держалась на уровне экстремально грязной. Хотя такой разброс и можно объяснить сезонными изменениями – превращение личинок в имаго, в многолетнем аспекте можно зафиксировать стабильно низкое качество воды, которое соответствует экстремально грязной степени загрязненности и не имеет тенденции к улучшению. Экосистема реки в переходном состоянии от антропогенного экологического напряжения к состоянию антропогенного экологического регресса.

Река Уркан (п. Арби). В 2014 г. общая численность зообентоса составляла 13 экз/м² (как и в 2013 г.). Видовой состав организмов представлен следующими группами: жуки (54% от общей численности), хирономиды (15%), клопы (15%), веснянки (8%), двукрылые (8%). Доминируют, как и в 2013 г. жуки, процентное содержание которых увеличилось на 15%. По сравнению с 2013 г. годом не обнаружены ручейники и пиявки. БИ находится в пределах 6-2. Наиболее чистая вода определена в июне. В августе и в октябре БИ ухудшается, происходят сезонные изменения бентофауны. В многолетнем аспекте колебания БИ для р. Уркан схожи: в 2009-2011 гг. БИ составлял 6-2, в 2012 БИ был равен 6-3, в 2013 г. – 6-2. Значительных изменений качества воды по показателю зообентоса в 2014 г. не отмечено, колебания БИ соответствуют многолетним наблюдениям и связаны с сезонной изменчивостью фауны водотока. Экосистема реки в переходном состоянии от антропогенного экологического напряжения к состоянию антропогенного экологического регресса.

Таким образом, в Баренцевском, Балтийском, Карском и Восточно-Сибирском гидрографических районах на всех 9 фоновых участках выбранных водных объектах экосистемы в 2013-2014 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 в фоновых участках на реках Лазовка (Лазовский заповедник) и Бикин отмечается улучшение качества воды и улучшение в сторону восстановления естественного состояния экосистем рек. На реках Комаровка (Уссурийский БЗ), Малая Бира, Гилюй и Уркан отмечается тенденция нарастания антропогенного воздействия. Экосистемы рек Ивановка и Илистая существенно не изменяются и находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

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

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. Ачипсе, 500 м вверх от слияния с р. Лаура, близ кордона Лаура и в р. Лаура возле слияния с р. Ачипсе.

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

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

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

около 590 м.

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

Все ППП расположены в пределах водосбора р. Ачипсе. Для всех ППП характерны горные бурые лесные почвы с слабомощным профилем при глубине гумусового и иллювиального горизонта до 40 см и высокой щебнистостью (около 50%). Горные породы представлены преимущественно шиферным сланцем.

Загрязняющие вещества в атмосферном воздухе

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

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

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

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

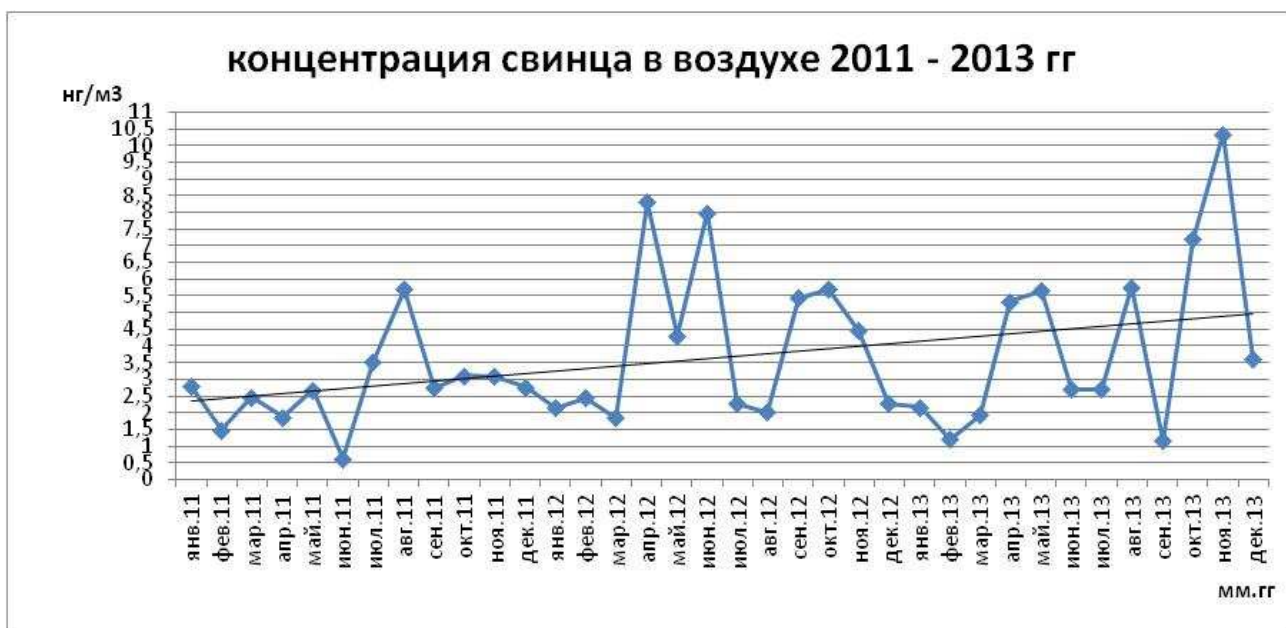


Рис. 4.1 Динамика среднемесячных концентраций свинца в атмосферном воздухе в Кавказском БЗ (на кордоне Лаура, нг/м³)

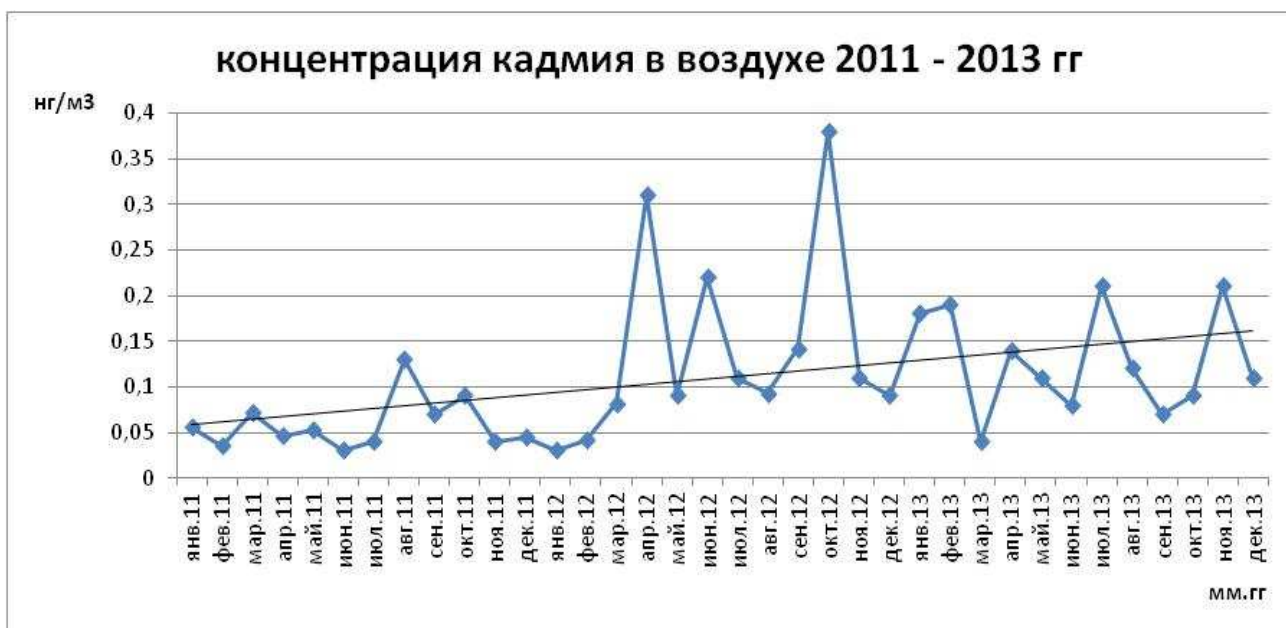


Рис.4.2 Концентрация кадмия в атмосферном воздухе (нг/м³) в Кавказском БЗ (кордон Лаура)

Содержание бенз(а)пирена в атмосфере фоновых районов центра ЕТР, как и в Кавказском БЗ в среднем менее 0,05 нг/м³ при среднесуточной ПДК 1 нг/м³. Ход концентраций бенз(а)пирена имеет ярко выраженный сезонный характер в связи с тем, что основным источником загрязняющего вещества является сжигание топлива (см. рис. 4.3). Максимальные концентрации бенз(а)пирена за трехлетний период отмечены в марте 2011 года, когда среднесуточные концентрации достигали 0,1 нг/м³ (0,1 ПДК).



Рис.4.3 Концентрация бенз(а)пирена в атмосферном воздухе (нг/м³) в Кавказском БЗ (кордон Лаура)

Загрязняющие вещества в атмосферных осадках

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

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

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

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

Значительное снижение ГХЦГ и бенз(а)пирена в атмосфере, в том числе в мокрых выпадениях, произошло в начале 90-х годов и в последующий период концентрации стабилизировались при

сохранении незначительной общей тенденции к снижению. Следует отметить, в 2011-2013 годах практически во всех пробах осадков ГХЦГ не выявлено (концентрации ниже стандартного предела обнаружения в 0,3 нг/л).

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

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

Примечание: ¹Указан диапазон средневзвешенных годовых значений

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

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

Примечание: ¹указан диапазон средневзвешенных годовых значений.

В межгодовой динамике концентраций кадмия и ДДТ (здесь и далее значения приводятся по сумме основного вещества pp'-ДДТ с метаболитами ДДД и ДДЕ) в осадках тенденции направленных изменений не выявлено. Средневзвешенная концентрация кадмия в осадках варьирует в диапазоне среднегодовых значений от 0,07 мкг/л (2012г.) до 0,56 (в 1984г.) за весь период наблюдений, а в целом изменения носят характер межгодовых флуктуаций, обусловленных как погодными условиями в разные годы, так и погрешностями отбора и измерения. Среднегодовая концентрация ДДТ флуктуирует в диапазоне от 20 нг/л (2009 г.) до 250 нг/л (1995-1996 гг.). 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 XX3.

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

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

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

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

Примечание: ¹указан диапазон средневзвешенных годовых значений.

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

В связи с регистрируемыми в последнее десятилетие значениями ГХЦГ на уровне 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 4.4.

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

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

За период наблюдений выраженной зависимости концентрации загрязняющих веществ от фазы гидрорежима не выявлено. Как правило, среднегодовая концентрация свинца и кадмия в поверхностных водах незначительно выше, чем в осадках. Однако, в последние 2 года проявилась тенденция роста концентрации ртути, свинца и кадмия в водах р. Лаура в сравнении с водами её притока р. Ачипсе, вытекающего с территории Кавказского государственного биосферного

заповедника. При этом, как показано выше, в атмосферных осадках тенденции явного увеличения концентрации этих токсичных элементов не прослеживается. По всей видимости, повышение концентраций кадмия и свинца в воде р. Лаура связано с появлением местного источника загрязняющих веществ от строительства олимпийских объектов, расположенных в верховье р. Лаура. В то же время в притоке р. Лаура – р. Ачипсе, стекающей со склонов Кавказского БЗ, долина которой не затронута хозяйственной деятельностью, увеличения концентраций не прослежено, уровни в поверхностных водах соответствуют концентрациям в осадках.

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

Данных по хлорорганическим пестицидам в поверхностных водах не достаточно для проведения достоверной оценки динамики уровней. Концентрации в водах рек примерно равны концентрации в осадках с учетом погрешности методов. Концентрации ГХЦГ в последние десятилетия 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 4.5. Концентрации хлорорганических пестицидов и бенз(а)пирена в поверхностных водах Кавказского БЗ за период 2006-2013 гг. (нг/л)

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

Загрязнение почв и растительности

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

В таблицах 4.6 и 4.7 представлены данные о средних значениях и диапазонах варьирования концентраций загрязняющих веществ в почвах за 10-ти летние периоды наблюдений. В связи с тем, что с начала 90-х годов ртуть и полиароматические углеводороды были исключены из

программы наблюдения, в таблице приведены результаты динамики только по 4-ем загрязняющим веществам – свинец, кадмий и 2 вида хлорорганических пестицида – ГХЦГ (по сумме альфа и гамма изомеров) и ДДТ (с метаболитами ДДД и ДДЭ).

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

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

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

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

Тип почвы, площадка отбора	Глубина слоя, см	ДДТ с метаболитами				сумма изомеров ГХЦГ			
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>6,4-18,9</u> 12,4	-	27	2,7	<u>3,1-17</u> 8,9	-	2,1	1,2
	5-10	<u>11-45</u> 20	-		4,5	<u>3,1-26</u> 8,0	-		1,6
Горная бурая лесная под лугом на кордоне Лаура	0-5	<u>1,3-35</u> 15	<u>0,5-19</u> 8,9	<u>0,5-23</u> 5,1	3,0	<u>2,5-9,2</u> 6,5	<u>0,5-5,7</u> 4,0	<u>0,5-8,4</u> 3,0	1,8
	5-10	<u>2,1-56</u> 20	-		5,7	<u>2,1-4,5</u> 3,5			1,6

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

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

Средняя концентрация свинца, регистрируемая в поверхностном слое почв Кавказского БЗ в последние десятилетия, несколько ниже среднего значения концентрации свинца в гранитном слое коры континента (кларк), составляющей 16 мг/кг. Этот факт позволяет говорить об отсутствии сколько-нибудь существенного накопления свинца в почвах Кавказского БЗ в течение последнего десятилетия, а регистрируемые значения показывают естественное содержание этого микроэлемента в почвообразующей породе. Для кадмия отмечается стабильное невысокое значения в почвах верхнего горизонта на протяжении всего периода наблюдений. Концентрация его в почвах также несколько ниже значения кларка (0,12 мг/кг при кларке в 0,16 мг/кг). Концентрации кадмия и ДДТ в почвах за 30-летний период достоверно не различаются, значения регулярных измерений находятся в границах общего диапазона концентраций за период наблюдений.

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

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

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

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

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

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

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

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

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

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

4. Выводы

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

1. Наблюдаемые на СКФМ «Кавказский БЗ» концентрации приоритетных загрязняющих веществ в воздухе и иных природных объектах свидетельствуют о более низком уровне фоновое загрязнения, в сравнении с другими станциями КФМ Центрально-Европейского региона России, не представляющем опасности для человека с точки зрения соблюдения установленных санитарно-гигиенических норм.
2. К концу 90-х годов отмечается многократное (в 2-4 раза) снижение уровня загрязнения природных сред (воздуха, атмосферных осадков, растительности) свинцом, бенз(а)пиреном и относительная стабилизация наблюдаемых значений концентраций в последнее десятилетие.
3. В природных объектах за последние 30 лет произошло снижение в 5-10 раз концентраций пестицида ГХЦГ и наблюдается тенденция дальнейшего снижения уровня загрязнения в связи с прекращением производства и сокращением использования пестицида, а также его распадом в окружающей среде.
4. Достоверных изменений уровней загрязнения природных сред кадмием и пестицидом ДДТ за период наблюдений не выявлено, значения концентраций продолжают оставаться на стабильном низком фоновом уровне.

5. В период подготовки к проведению Олимпийских игр после начала строительных работ отмечается увеличение поступления свинца и кадмия в природные комплексы, в том числе за счет роста выпадений из воздуха и поступления в поверхностные воды р. Лаура. Для оценки возможных воздействий увеличения загрязнения окружающей среды на уникальные экосистемы заповедника необходимо дальнейшее проведение наблюдений по программе комплексного фоновых мониторинга.

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

Атмосферный воздух

Взвешенные частицы

Концентрации взвешенных частиц в воздухе за период наблюдений с 1980 по 2014 год в среднем понизились с 30 до 10 мкг/м³, при этом за последние 10 лет существенно уменьшился диапазон средних концентраций (рис. 5.1). Сезонные изменения содержания взвешенных частиц в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в апреле – мае и августе - сентябре (рис. 5.2), что связано с проведением в регионе весенних и осенних сельскохозяйственных работ. Средние концентрации за 2008-2014 годы примерно вдвое ниже среднего уровня за весь период наблюдений.

Диоксид серы

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

Диоксид азота

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

Сульфаты

Фоновые концентрации сульфатов существенно уменьшились (рис. 5.1). Средние концентрации за 2008-2014 гг. примерно вдвое ниже средних за весь период наблюдений (1980-2014 гг.), причем, в отличие от прочих загрязняющих веществ, уменьшение происходило как в теплый, так и в холодный периоды года (рис. 5.2).

Атмосферные осадки

За период наблюдений изменился ионный состав осадков. Так, в 1980-90 гг. концентрации сульфатов были существенно выше концентраций хлоридов и гидрокарбонатов, а в последние 10 лет наблюдается обратная картина – преобладающими анионами стали нитраты и гидрокарбонаты. При этом концентрации сульфатов существенно уменьшились, гидрокарбонатов – возросли, а концентрации нитратов и хлоридов остались на прежнем уровне (рис. 5.3).

В составе катионов в 1980-е основным катионом был аммоний, однако в последние годы его концентрации значительно снизились и практически сравнялись с концентрациями ионов кальция и калия (Рис. 5.3). Концентрации прочих катионов – кальция, калия, магния и натрия не претерпели существенных изменений за период наблюдений.

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

Влажные выпадения соединений серы и азота зависят от концентрации этих веществ в осадках и суммы осадков. Выраженный тренд за 1980-2014 год суммы осадков отсутствует, следовательно, влажные выпадения определяются концентрациями в осадках аммонийного и нитратного азота и сульфатной серы. Выпадения сульфатной серы снижались с 1980-х по 1990-е гг., в последнее десятилетие сохранился незначительный негативный тренд, в то время как выпадения аммонийного азота стабилизировались, а нитратного – возросли (рис. 5.4).

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

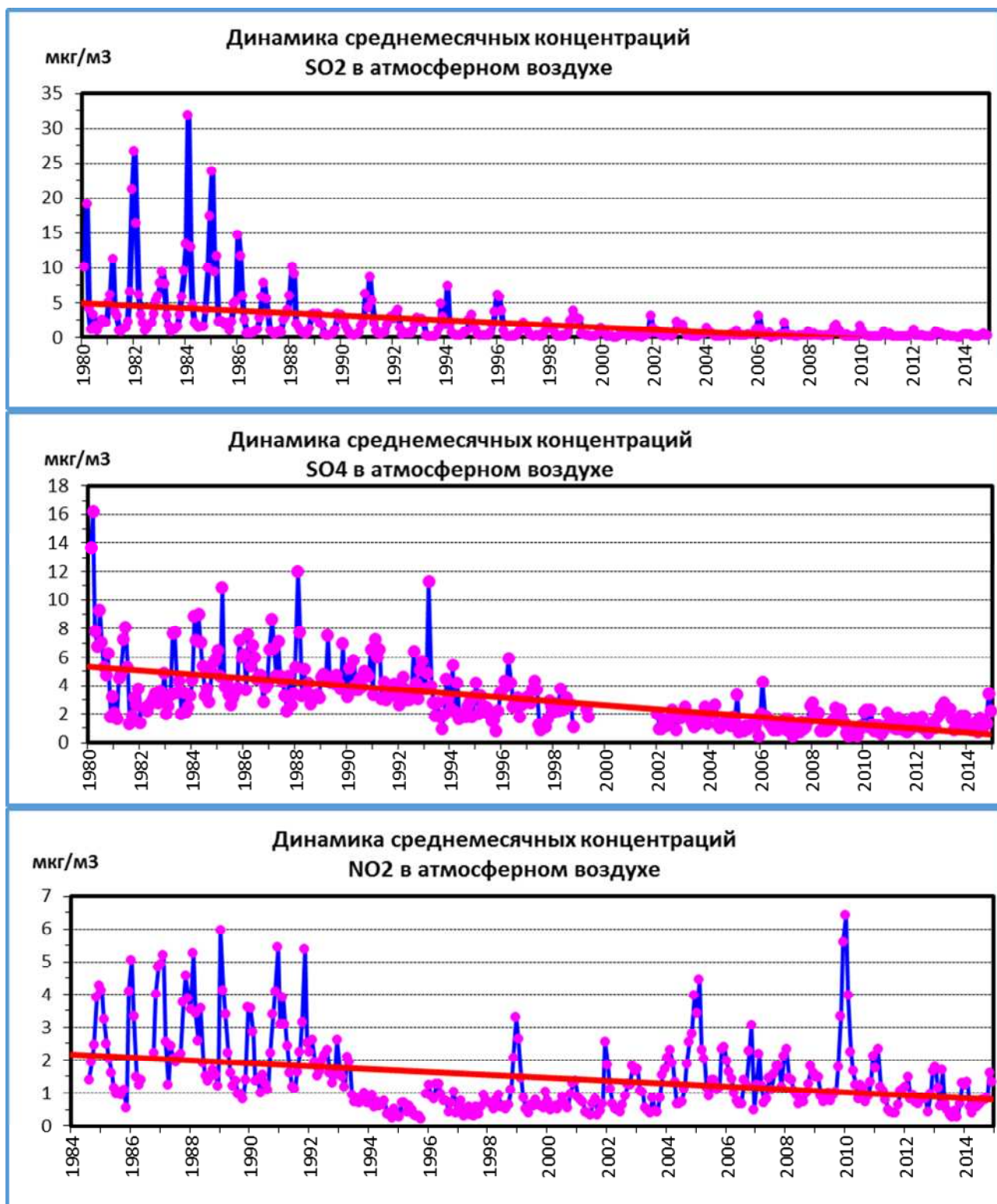


Рис. 5.1. Многолетние изменения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Березинского БЗ.

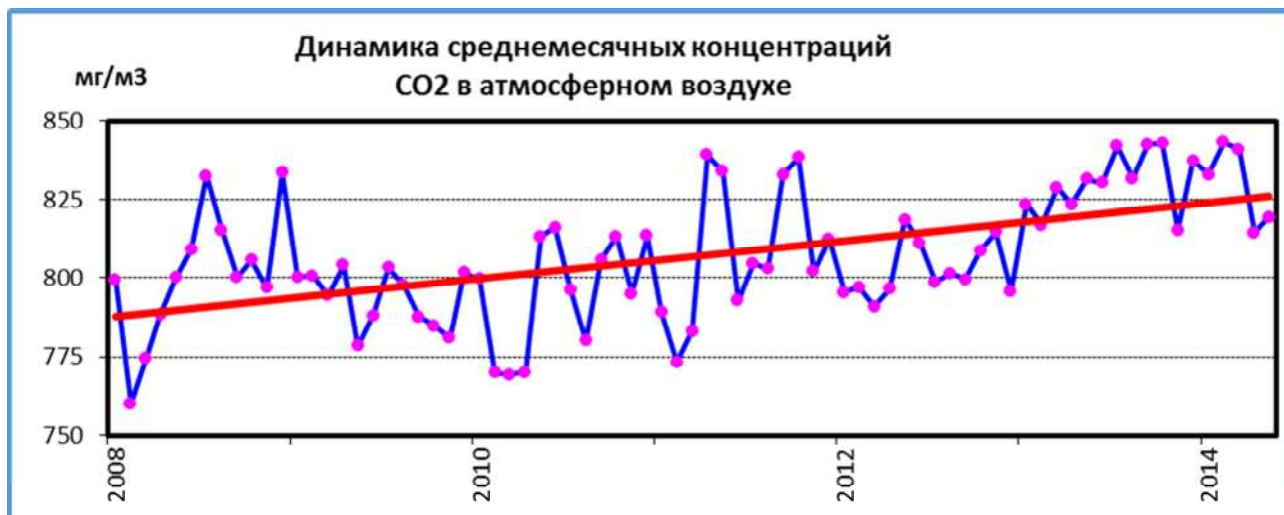
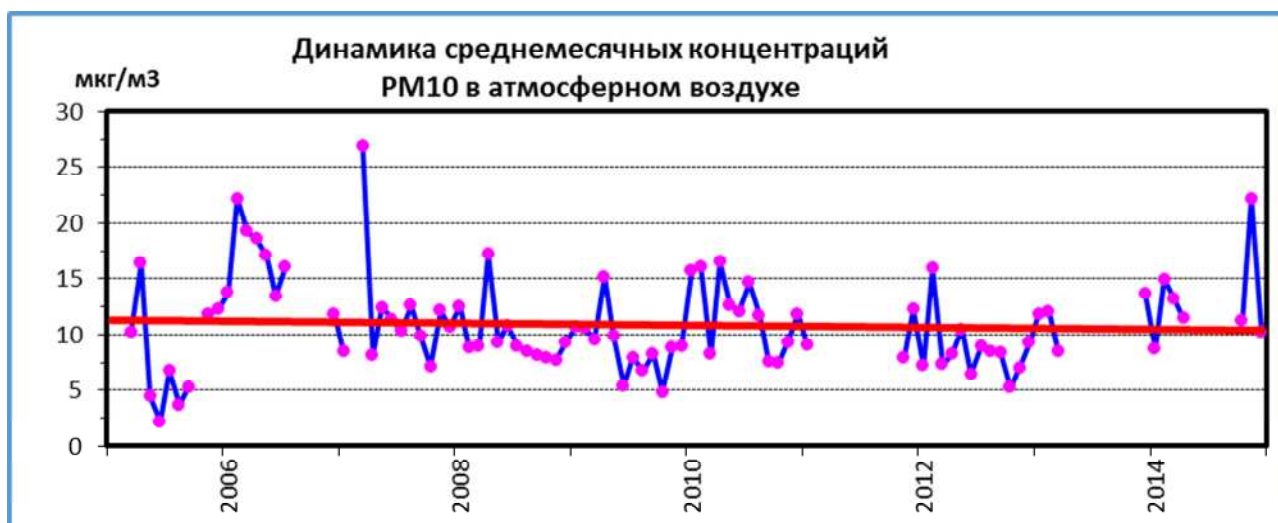
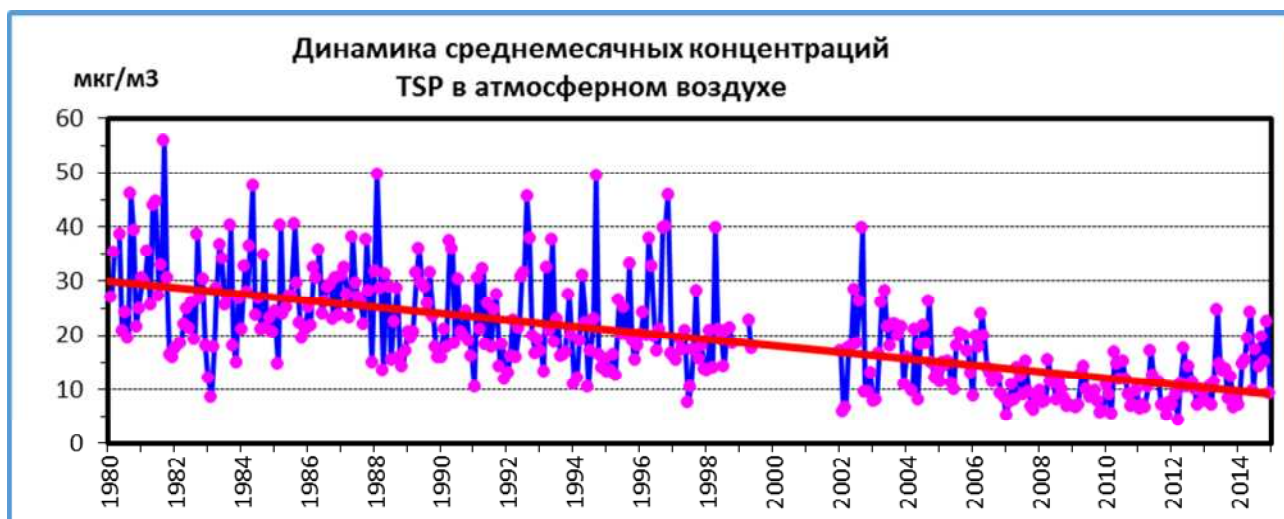


Рис. 5.1. (окончание) Многолетние изменения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Березинского БЗ.

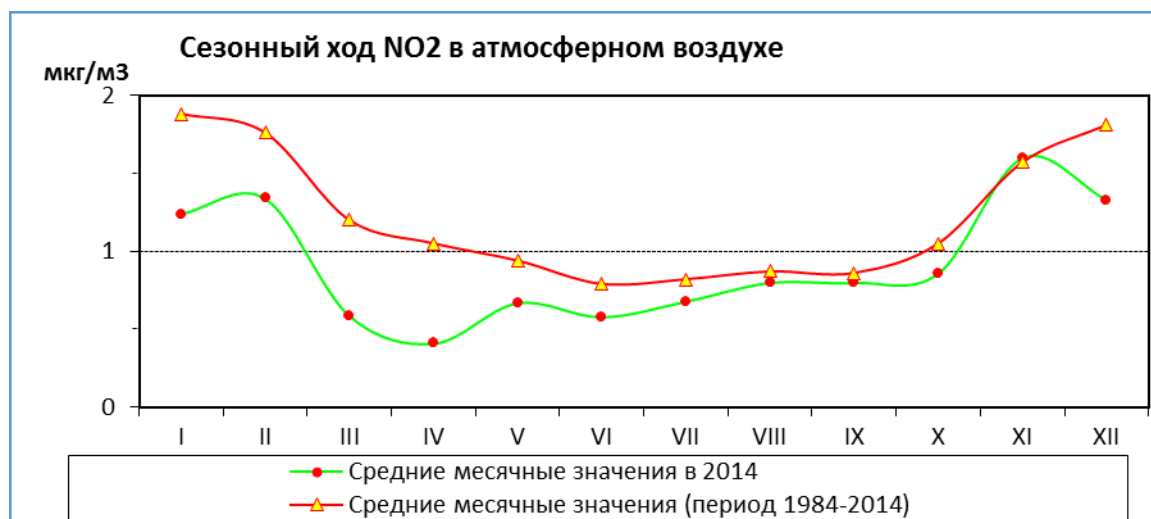
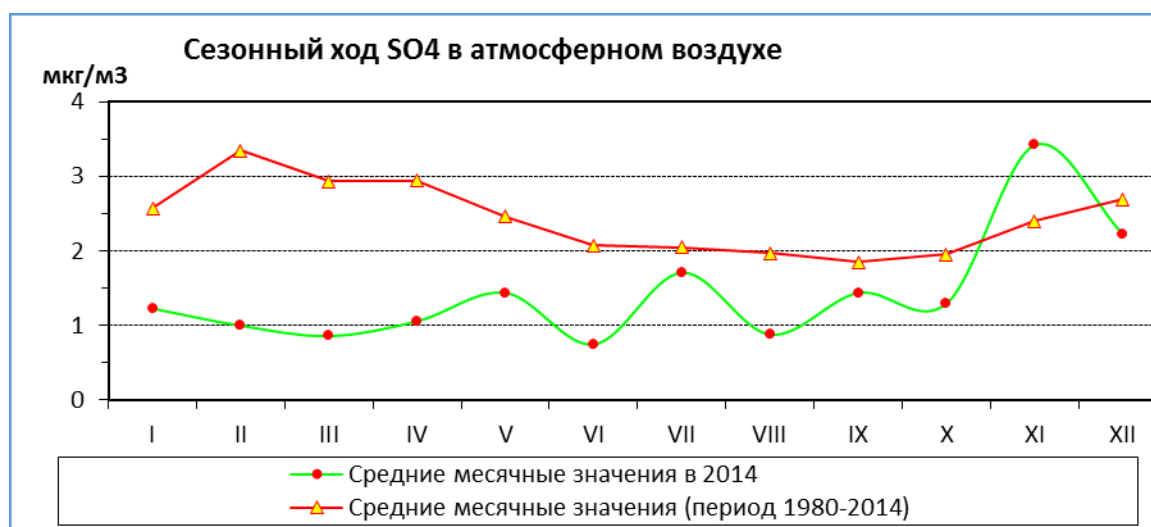
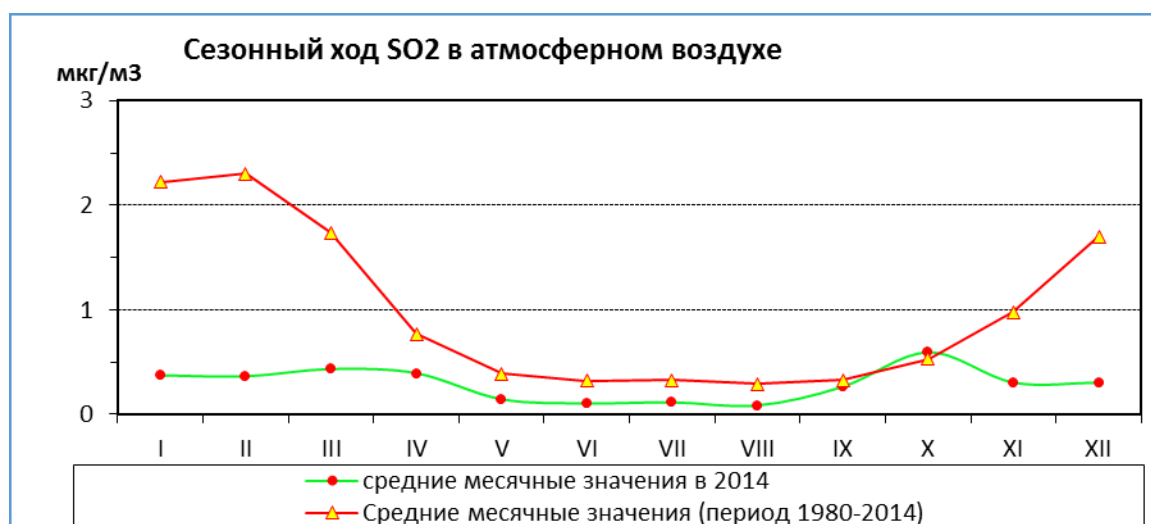


Рис. 5.2. Сезонный ход фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Березинского БЗ.

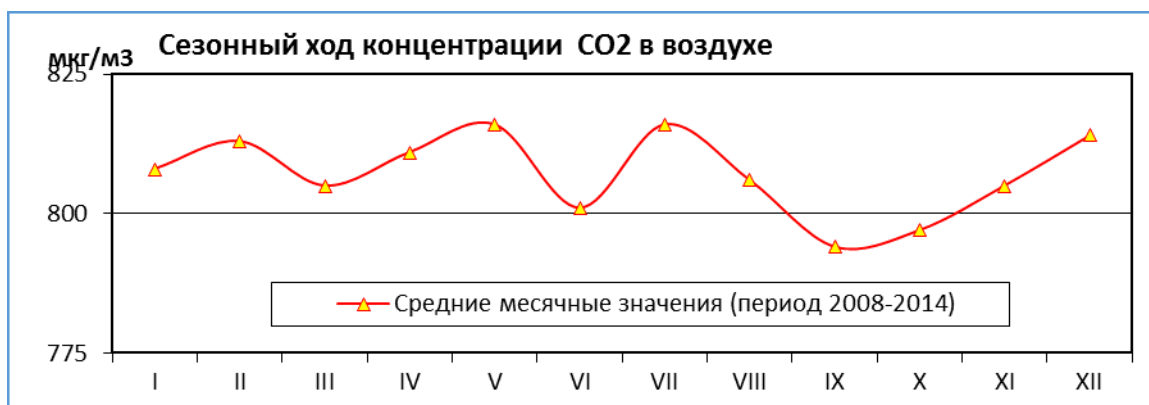
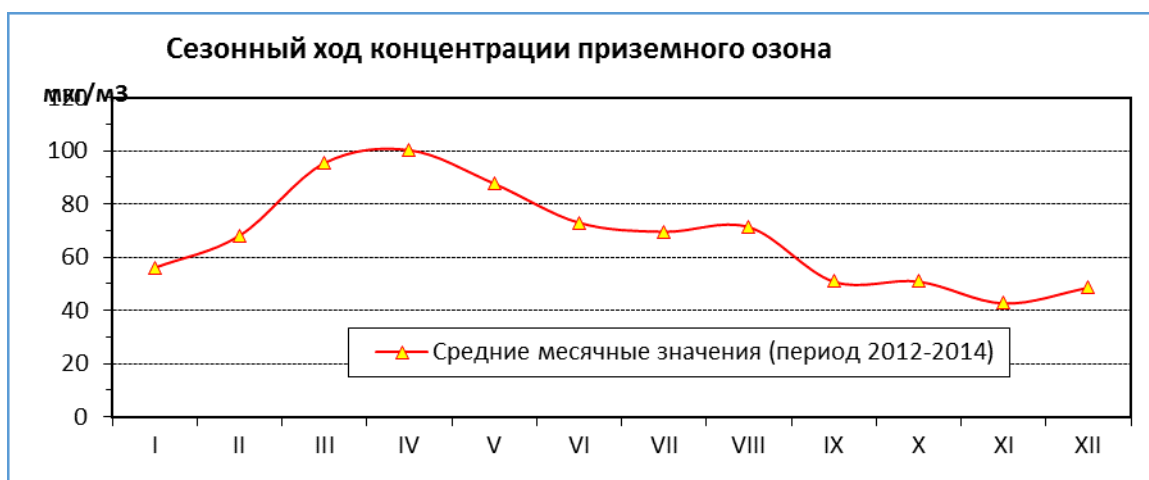
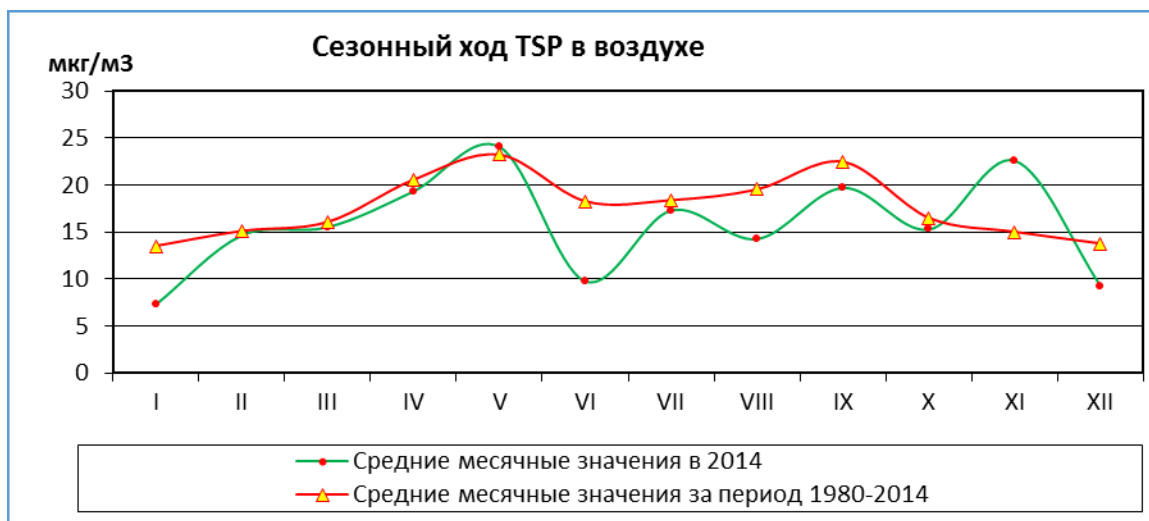


Рис. 5.2. (окончание). Сезонный ход фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Березинского БЗ.

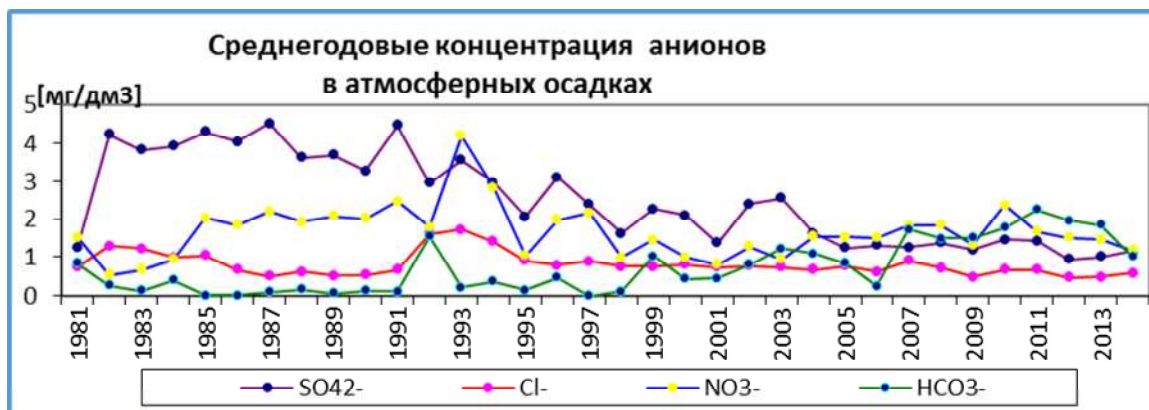
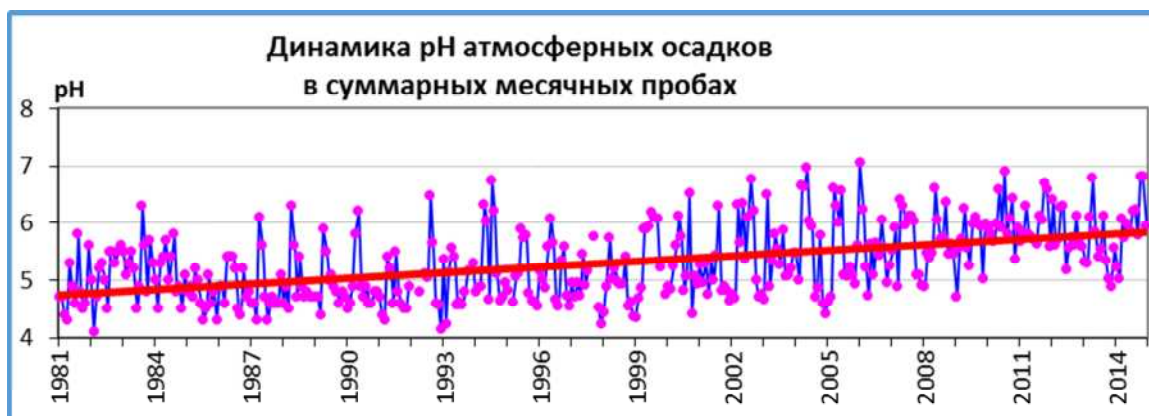


Рис. 5.3. Среднегодовые концентрации основных ионов и динамика pH в атмосферных осадках Березинского БЗ.

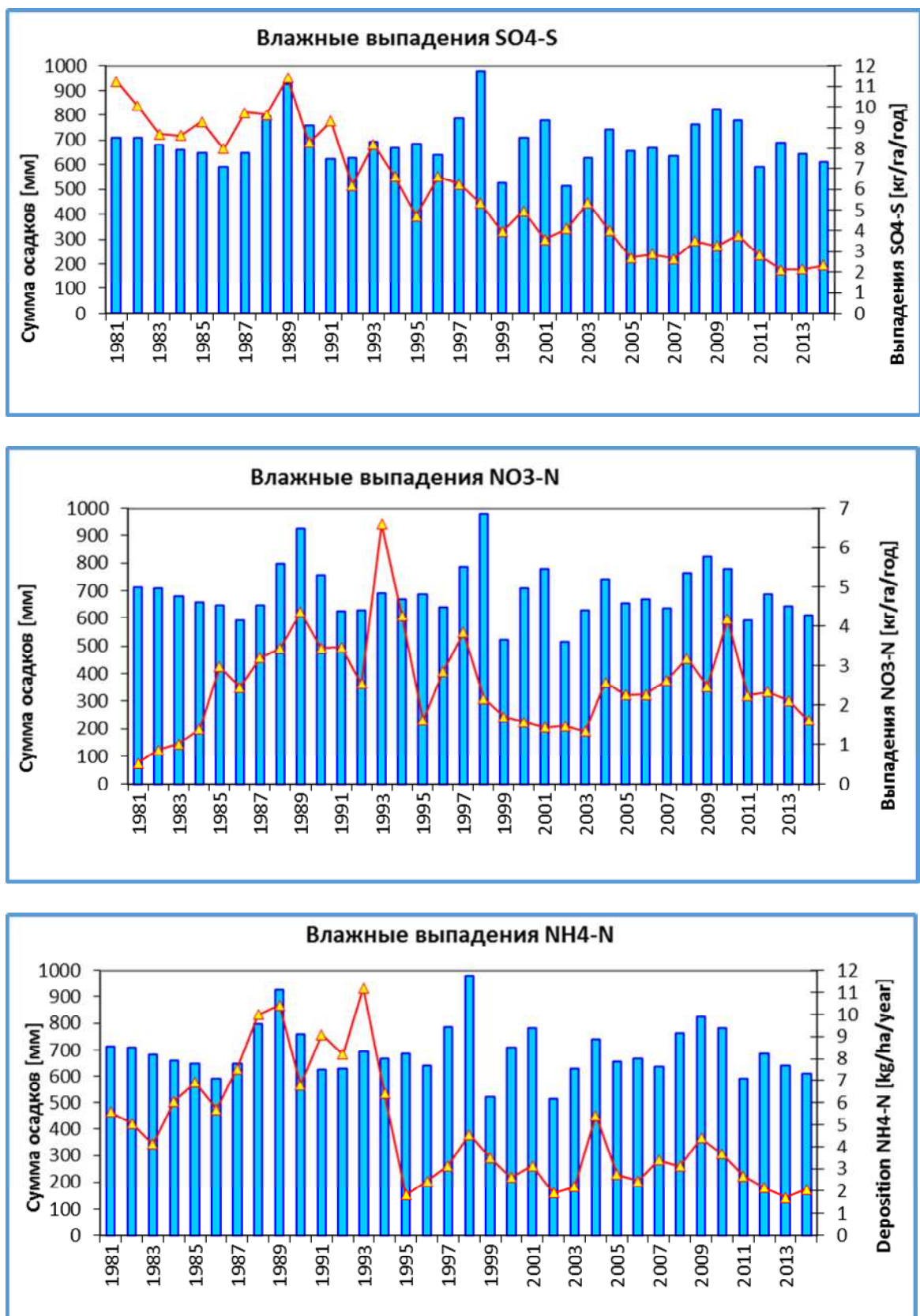


Рис. 5.4. Влажные выпадения соединений серы и азота в районе Березинского БЗ.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка тренда фонового содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и осадках за последние 15-20 лет, включая 2014 г., на территории стран Беларуси, России, свидетельствует о сохранении на территории указанных государств условий, обеспечивающих низкие фоновые уровни концентрации свинца, кадмия, соединений серы и азота, бенз(а)пирена, пестицидов в окружающей среде. Однако, Анализ изменения содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на Европейской территории России показывает, что наблюдавшееся в 1990-х снижение концентраций, обусловленное спадом промышленного производства, прекратилось, и можно ожидать увеличение фонового загрязнения атмосферы некоторыми загрязняющими веществами.

По данным наблюдений возрастание концентрации CO_2 в атмосфере неуклонно продолжается. В 2014 г. среднегодовое значение концентрации CO_2 на всех станциях превысило 400 млн^{-1} . Характеристики долговременной изменчивости, оцененные по данным станции Териберка, имеющей самый длинный ряд наблюдений (более 25 лет), остались неизменными. За последний десятилетний период концентрация CO_2 увеличилась на 5,6% (21 млн^{-1}). Концентрация CH_4 за десятилетний период изменилась на 2,3% (42 млрд^{-1}). Представленные результаты измерений в 2014 г., предполагают возможную связь потепления климата и увеличения эмиссии метана в зоне вечной мерзлоты за счет высвобождением метана из крупных северных резервуаров углерода. В Приокско-Тerrasном БЗ практически не отмечается роста концентрации метана из года в год; колебание за последние 7 лет находится на уровне среднегодовой величины $2,0383 \text{ млн}^{-1}$ с максимальным размахом около 2,0 %. Наблюдаемые концентрации ПГ на СКФМ «Приокско-Тerrasный БЗ» характеризуют региональный фон по измеряемым газам с учетом сезонности влияния антропогенных источников. В целом, по данным наблюдений, превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем в 2014 г. близко к средним многолетним значениям.

Над всей территорией РФ в 2014 г. средняя за год толщина озонного слоя оказалась ниже нормы, среднее отклонение ОСО от нормы составило – 2,6%.

В 2014 г положительные аномалии оптической плотности атмосферы ОПА наблюдались на 2 фоновых станциях и их величина не превышала 7% (Иркутск), величина отрицательных аномалий ОПА не превысила 13,5% (Усть-Вымь). Рассматривая весь период наблюдений на станциях фонового мониторинга (1973 – 2014), можно отметить тенденцию к некоторому снижению оптической плотности атмосферы, т.е. к росту прозрачности. Однако статистически

значимые отрицательные тренды ОПА зафиксированы только на станциях Воейково, Курган и Памятное.

По сравнению с предшествующим периодом (2007 – 2013 гг.) в 2014 году не отмечалось существенных изменений градиента потенциала электрического поля атмосферы на станциях Воейково, Верхнее Дуброво, Иркутск и Южно-Сахалинск.

В 2014 г. среднегодовые фоновые концентрации тяжелых металлов, и полиароматических углеводородов в атмосферных осадках сохранились на низком уровне. Содержание пестицидов в атмосферных осадках сохранилось на крайне низком уровне прошлых лет. 100% проб γ -ГХЦГ на всех СКФМ были ниже предела обнаружения изомеров, за исключением Приокско-Тerrasного БЗ, где ненулевые значения наблюдались в пробе снежного покрова.

Средняя за год минерализация осадков на ЕТР составляет от 8,9 и на АТР — 7,6 мг/л. Сумма веществ, выпадающих с осадками по всем станциям, колеблется от 1 (Хужир) до 17,6 (Кавказский БЗ) т/км² в год. Выпадение серы и суммарного азота остается на уровне 0,5 – 0,6 т/км² в год. В среднем по ЕТР содержание сульфатов в 1,5 раза ниже, а гидрокарбонатов в 2 раза выше, чем на АТР. Вместе они составляют около 50% суммы ионов. Следующими по вкладу в минерализацию осадков следует считать нитраты, и затем хлориды. Из катионов преобладает щелочноземельный кальций, изменяясь от 0,3 до 7 мг/л, далее следуют ионы натрия (0,2-3,0 мг/л) и калий (0,1-2,0 мг/л). На побережье содержание натрия близко к 3,0 мг/л, а хлоридов к 6,0 мг/л. Максимальная кислотность осадков изменяется от 1,6 мкг/л (Шаджатмаз, pH=5,8) до 224 мкг/л (Приморская, pH=3,65). Сумма веществ, выпадающих с осадками по всем станциям, колеблется от 0,8 (Хужир) до 12,7 (Кавказский БЗ) т/км.кв.год. Влажные выпадения уменьшились примерно на 21%, то есть примерно на ту же величину, что и сумма осадков за год.

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

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

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

По результатам обследования в 2011-2014 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 среднесуточных значений.

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

Фоновое содержание ртути, свинца, кадмия, бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах большинства районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы.

Анализ полученной гидрохимической информации показал, что в 2014 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 целом по результатам фоновых наблюдений за содержанием химических веществ в поверхностных водах в районах станций сети EANET уровни основных ионов (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) в течение последних 8 лет, в общем, сохраняются стабильными, со слабо выраженными тенденциями увеличения сульфатов в р. Переемная (регион оз. Байкал) и роста нитратов в р. Комаровка (Приморье).

В 2013 году наблюдения на гидробиологической сети Росгидромета были проведены на 82 пунктах 4 категории. В 2014 г. аналогичные наблюдения были осуществлены на 85 пунктах, из них 6 на территориях государственных природных заповедников, в том числе биосферных заповедников и их охранных зонах (Лапландский, Уссурийский, Лазовский, Усть-Ленский, Столбы, Пинежский). В обзоре проведен анализ по пунктам на 17 водных объектах в 5 гидрографических районах, которые наиболее соответствуют концепции фоновых участков. В большинстве случаев качество вод по гидробиологическим показателям характеризуется как «условно чистые».

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

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

Список сокращений

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

СОДЕРЖАНИЕ

		стр
	ПРЕДИСЛОВИЕ (В.И.Егоров)	3
	ВВЕДЕНИЕ (Ю.А.Буйволов)	4
1	АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ОСАДКИ	8
	1.1. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (В.И.Егоров, М.И.Афанасьев, Л.В.Бурцева, С.Г.Парамонов, Б.В.Пастухов, Б.А.Латышев)	8
	1.2. Физические и химические характеристики атмосферы (Е.Н.Русина, В.К.Боброва, Звягинцев А.М., Иванова Н.С., Крученицкий Г.М., Н.Н.Парамонова, В.И.Привалов, А.И.Решетников, Соколенко Л.Г., Зайнетдинов Б.Г., Попов И.Б., М.И. Афанасьев, В.Н. Арефьев, К.Н. Вишератин, Ф.В. Кашин, М.Д. Орозалиев, В.П. Синяков, Л.И. Сорокина)	15
	1.3. Химический состав атмосферных осадков	42
	1.3.1. Загрязняющие вещества в атмосферных осадках (В.И.Егоров, М.И.Афанасьев, Л.В.Бурцева, С.Г.Парамонов, Б.А.Латышев)	42
	1.3.2. Фоновый уровень ионного состава атмосферных осадков (А.И.Полищук, П.Ф.Свистов, М.Т.Павлова, Н.А.Першина)	45
	1.4. Загрязнение воздуха и осадков соединениями серы и азота по данным станций мониторинга ЕАНЕТ (Громов С.А., Трифонова-Яковлева А.М., Бунина Н.А., Набокова Е.В., Ходжер Т.В., Голобокова Л.П., О.Г.Нецветева)	49
	1.5. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ. (А.Г.Рябошапка, И.М.Брускина)	54
2.	ПОЧВА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ	61
	2.1. Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности (Ю.А.Буйволов, Т.А.Парамонова, В.Ю.Вертянкина, С.Г.Парамонов, Л.В.Бурцева, М.А.Афанасьев, Пастухов Б.В.)	61
	2.2. Содержание загрязняющих веществ в почвах по результатам наблюдательной сети Росгидромета (Л.В. Сатаева)	70
	2.3. Об оценке влияния природных и антропогенных факторов на состояние лесов (В.К.Тузов, В.В.Карасев)	74
3.	ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ	83
	3.1. Фоновые уровни загрязняющих веществ по данным сети СКФМ (М.И.Афанасьев, Л.В.Бурцева, С.Г.Парамонов)	83
	3.2. Данные станций гидрохимических наблюдений (Лобченко Е.Е., Емельянова В.П., Первышева О.А., Лавренко Н.Ю., Власова М.П.)	85
	3.3. Содержание основных кислотообразующих веществ в поверхностных водах на станциях мониторинга ЕАНЕТ (С.А. Громов, Е.С. Конькова, Е.Н. Мачаева, Л.М. Соколовинова, И.В. Томберг, Т.В. Ходжер)	91
	3.4. Фоновое состояние пресноводных экосистем по гидробиологическим показателям (Д.В. Малащенко, Ю.А. Буйволов)	100
4	СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД В КАВКАЗСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРИРОДНОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ ЗА ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ С 1983 ПО 2013 ГОДЫ (Ю.А.Буйволов, С.Г.Парамонов, В.Ю.Вертянкина, Б.В.Пастухов)	115
5	СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД В БЕРЕЗИНСКОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (А.С.Патреева, А.В.Срыбный).	126
	ЗАКЛЮЧЕНИЕ (С.Г.Парамонов)	134
	Список сокращений	138

ОБЗОР
ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
НА ТЕРРИТОРИИ СТРАН СНГ ЗА 2013-2014 гг.

Подписано в печать 27.11.2015.

Формат 60x84/8. Бумага офсетная. Гарнитура *Times*.
Уч.-изд. л. 6,17. Усл.-печ. л. 7,52. Заказ 1952. Тираж 166.

Отпечатано в типографии ИП Пермяков С.А.
426035, г. Ижевск, ул. Тимирязева, 5.