

ОБЗОР

фоновое состояние
окружающей природной среды
на территории стран снг за 2012 г.

Под редакцией
академика Российской академии наук
Ю.А. ИЗРАЭЛЯ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ И МОНИТОРИНГУ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

ИНСТИТУТ ГЛОБАЛЬНОГО КЛИМАТА И ЭКОЛОГИИ

ОБЗОР
ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
НА ТЕРРИТОРИИ СТРАН СНГ ЗА 2012 г.

Под редакцией
академика Российской академии наук
Ю.А. ИЗРАЭЛЯ

В Обзоре представлены обобщенные результаты фонового мониторинга состояния природной среды на территории стран СНГ за 2012 г. 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, приводится информация об объемах антропогенных выбросов в атмосферу в различных регионах России, 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.

Федеральное государственное бюджетное учреждение «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН», Москва, 2013 г.

ISBN 978-59904912-2-9

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

© - Росгидромет, 2013 г.

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 программы 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 2012 г.» приняли участие:

Росгидромет: ФГБУ ИГКЭ Росгидромета и РАН – анализ опубликованных сведений о промышленных выбросах загрязняющих веществ в атмосферу, обработка, обобщение и анализ данных станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ), мониторинга трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ (ЕМЕП), мониторинга кислотных выпадений в Юго-Восточной Азии (ЕААНЕТ); 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 ФГБУ ИГКЭ в составе: С.Г. Парамонов (руководитель группы), Ю.А. Буйволов, Е.В. Набокова.

Авторы разделов текста Обзора представлены в оглавлении.

ВВЕДЕНИЕ

Тридцать лет назад, 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 выявлять 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 мире 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 Международного конгресса по биосферным заповедникам (Минск, октябрь 1983 г.) 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 правовую 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 фонового 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-й сессии Межгосударственного совета по гидрометеорологии стран СНГ (Алматы, 11–17 октября 1993 г.) научно-методическое руководство работами в системе КФМ, ведение межгосударственного банка данных фонового мониторинга и подготовка ежегодного «Обзора фонового состояния окружающей природной среды на территории СНГ» поручены ФГБУ ИГКЭ.

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

По состоянию на 2012 год в России продолжают функционировать 5 специализированных станций национальной сети КФМ Росгидромета, расположенных в Приокско-Террасном, Воронежском, Астраханском, Алтайском и Кавказском БЗ. Продолжаются наблюдения на СКФМ в Березинском БЗ (Республика Беларусь). Данные этих станций составляют информационную основу фонового мониторинга на территории России и стран СНГ.

Помимо данных СКФМ, в «Обзоре фонового состояния окружающей природной среды на

территории стран СНГ за 2012 год» использованы данные, получаемые на сети станций трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ (ЕМЕП), станциях мониторинга кислотных выпадений в Юго-Восточной Азии (ЕАНЕТ) и сети специализированных станций глобальной службы атмосферы Всемирной метеорологической организации (ГСА). Многие станции, осуществляющие фоновые наблюдения за состоянием природных сред, расположены на ООПТ федерального значения и/или их охранных зонах, из них некоторые ООПТ имеют международный статус объектов Всемирного природного наследия ЮНЕСКО (ОВПН). Состав сети фонового мониторинга Российской Федерации в 2012 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 в национальном парке «Смоленское Поозерье», а также Волжско-Камском, Байкальском и Баргузинском биосферных заповедниках.

Таблица 1

Состав сети фонового мониторинга Российской Федерации и стран СНГ в 2012 году

Станция мониторинга	Программа наблюдений	Федеральная ООПТ
Березинский заповедник	СКФМ	Березинский БЗ
Приокско-Тerrasный БЗ (ст. Данки)	СКФМ, ЕМЕП, ГСА	Приокско-Тerrasный БЗ и охрannая 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	Охрannая зона Центрально-Лесного БЗ
Янискоски	ЕМЕП	Вблизи границы с государственным природным заповедником «Пасвик»
Пинега	ЕМЕП	Охрannая зона государственного природного заповедника «Пинежский»
Приморская	ЕАНЕТ	охрannая 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	Охрannая 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	-

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 в 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 среды, 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 ее в соответствии с современными международными требованиями. Сеть станций КФМ, размещаемых на ООПТ федерального значения и имеющих международный статус, должна обеспечивать как национальные потребности в данных фонового

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

Основываясь на проведенных ранее и современных оценках необходимой густоты сети СКФМ, обеспечивающей возможности интерполяции среднесезонной и среднемесячных концентраций загрязняющих веществ с точностью погрешности измерения, для европейской территории России достаточно 12 станций. Дополнительно к 4 в качестве первоочередных мер предлагается восстановить работу СКФМ в Центрально-Лесном БЗ (была закрыта в 1995 году), завершить процесс создания станций КФМ в национальном парке «Смоленское Поозерье» (биосферный резерват МАБ) и Волжско-Камском БЗ. В дальнейшем целесообразно рассмотреть вопрос создания СКФМ в Печоро-Илычском и Тебердинском биосферных заповедниках, национальных парках/биосферных резерватах МАБ «Водлозерский» и «Башкирский Урал».

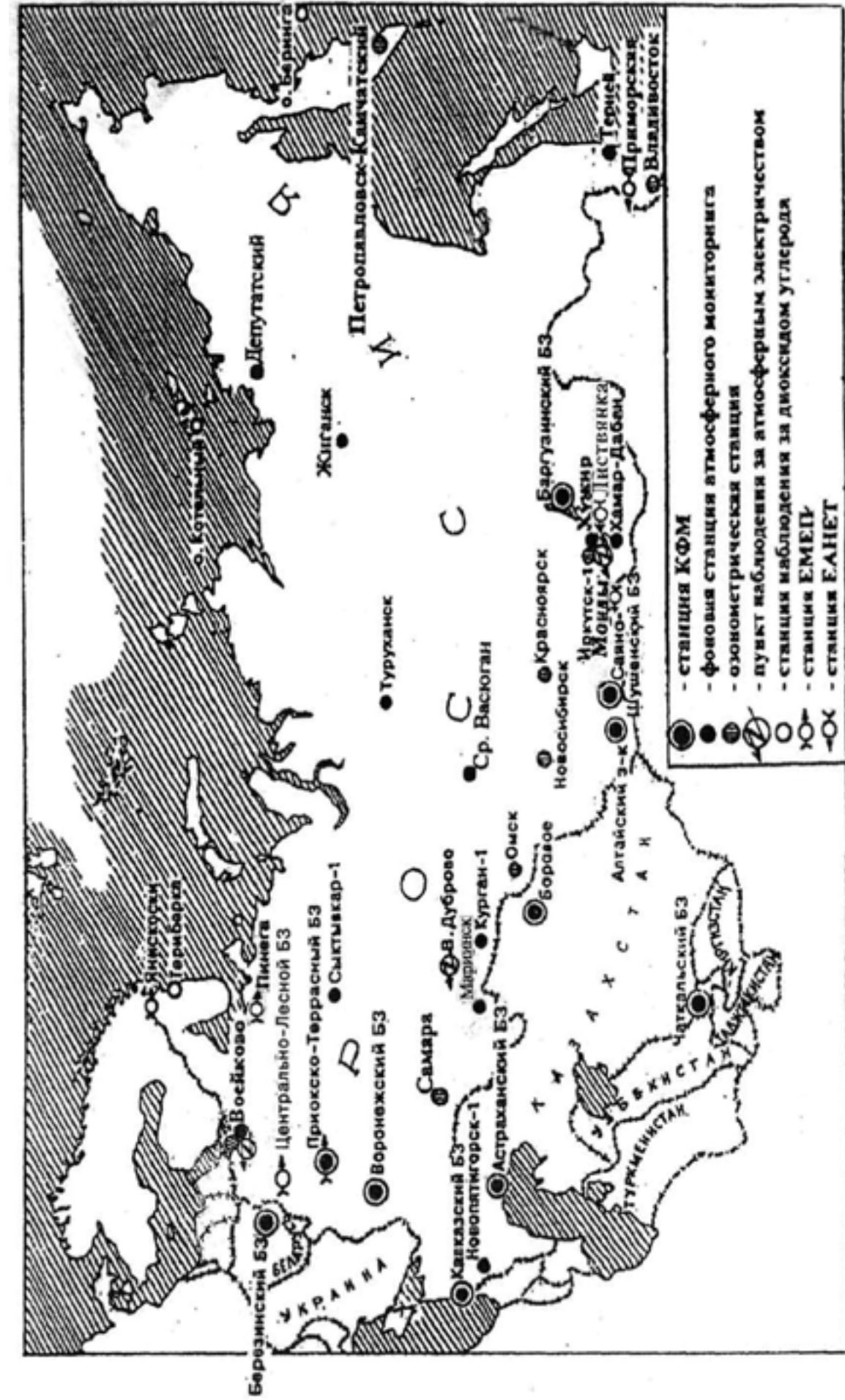


Рис. 1.1.1.1. Расположение станций мониторинга природной среды в СНГ

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 2011 г. по март 2012 г. (холодный период) и с апреля по сентябрь 2012 г. (теплый период). Средние значения концентраций загрязняющих веществ в атмосфере за месяц, сезон и год рассчитывались как среднегеометрические, в осадках – средневзвешенные.

1.1. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Оценка фоновое загрязнение атмосферного воздуха и осадков выполнена по данным сети станций комплексного фоновое мониторинга (СКФМ) и специализированных станций Глобальной службы атмосферы (ГСА ВМО). В 2012 г. 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 2011 г. по сентябрь 2012 г.

Тяжелые металлы

Среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 3–9 нг/м³. Значимых изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий по сравнению с 2011 г. не произошло (рис. 1.1.2). Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР оставались на уровне, наблюдавшемся в последние годы – 0,08–0,3 нг/м³.

Сезонные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе не имели ярко выраженного характера, однако уровни отопительного периода превышали летний (рис. 1.1.2). Максимальные среднесуточные концентрации были существенно больше среднегодовых – более 300 (Приокско-Террасный БЗ) и 31 (Воронежский БЗ) нг/м³ для свинца и кадмия, соответственно.

Фоновое содержание ртути в атмосферном воздухе в Центральном районе ЕТР остается стабильно низким: в 2012 г. среднегодовая концентрация составила 3,4 нг/м³ (табл. 1.1.1).

Хлорорганические пестициды

В 2012 г. на ЕТР среднегодовые значения фоновых концентраций сумм изомеров ГХЦГ и ДДТ в воздухе оставались низкими, на уровне, близком к пределу обнаружения аналитическими методами (как и прошлые годы от 30 до 50% проб ниже предела измерения). В целом содержание

пестицидов в воздухе, по данным измерений в 2012 г., находилось в пределах колебаний уровня их концентраций за последние 10 лет.

Взвешенные частицы

В 2012 г. среднегодовые концентрации взвешенных частиц в воздухе на ЕТР изменялись в пределах 17–36 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 достигали 700 мкг/м³ (Астраханский БЗ) (табл. 1.1.1). Сезонные изменения содержания взвешенных частиц в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в летний период (рис. 1.1.2), что свидетельствует о природном происхождении отбираемых на СКФМ пробах пыли.

Диоксид серы

В 2012 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на равнинных станциях ЕТР оставались на низком уровне – около 0,4 мкг/м³ (рис. 1.1.3). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы – до 0,8 мкг/м³, увеличиваясь в отдельные сутки до 19 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 «Кавказский БЗ», вероятно, связанное со строительством олимпийских объектов в г. Сочи. Сезонные изменения содержания диоксида серы имеют ярко выраженный максимум в холодный период (рис. 1.1.4), что связано с отопительным сезоном.

Диоксид азота

В 2012 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на европейской территории оставались на уровне прошлых лет, изменяясь от 1,4 до 4,5 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 27 мкг/м³ (Приокско-Террасный БЗ) (табл. 1.1.1).

Сульфаты

В 2012 г. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕТР составляли 1,6–3,4 мкг/м³, при этом значения меньше 6 мкг/м³ были зарегистрированы в 95% измерений. В южных районах ЕТР среднегодовые концентрации составляли около 7,8 мкг/м³ (рис. 1.1.3). В целом относительно 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 можно проследить стабилизацию уровней сульфатов в центре ЕТР в последние 10 лет после их уменьшения в предыдущие годы.

Полиароматические углеводороды

Как и в предыдущие годы, в 2012 г. содержание бенз(а)пирена и бензперилена в атмосфере фоновых районов ЕТР в среднем не превышало 0,02 нг/м³ (рис. 1.1.2, табл. 1.1.1). Сезонный ход подобен другим продуктам сгорания топлива – диоксидам серы и азота – с летним минимумом и зимним максимумом.

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

Таблица 1.1.1

Результаты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на станциях комплексного фонового мониторинга в 2012 г.

Загрязняющие вещества	Статистики	ПТБЗ	Воронежский БЗ	Астраханский БЗ	Кавказский БЗ
РЬ нг/м³	макс	319,00	91,00	26,00	34,04
	мин	0,50	1,30	0,87	0,28
	Ср. арифм.	15,87	8,83	5,97	4,51
	Ср. геом.	8,99	6,46	3,93	3,23
Cd нг/м³	макс	2,200	31,000		0,920
	Мин	0,070	0,025		0,012
	Ср. арифм.	0,457	0,864		0,130
	Ср. геом.	0,327	0,243		0,082
Hg нг/м³	макс	45,00			
	Мин	0,88			
	Ср. арифм.	4,22			
	Ср. геом.	3,38			
SO₂ мкг/м³	макс	19,20		1,93	0,374
	Мин	0,01		0,01	0,107
	Ср. арифм.	0,90		0,59	0,243
	Ср. геом.	0,39		0,40	0,240
NO₂ мкг/м³	макс	27,50		6,60	
	Мин	1,10		0,02	
	Ср. арифм.	5,57		1,92	
	Ср. геом.	4,50		1,44	
SO₄ мкг/м³	макс	8,68	6,08	32,10	
	Мин	0,01	0,95	1,00	
	Ср. арифм.	2,37	3,42	9,79	
	Ср. геом.	1,63	3,42	7,75	
Взвешенные частицы мкг/м³	макс	586,0	40,0	711,7	
	Мин	2,0	8,0	5,3	
	Ср. арифм.	51,4	19,0	54,7	
	Ср. геом.	32,3	17,4	35,8	
H₂S мкг/м³	макс			0,68	
	Мин			0,01	
	Ср. арифм.			0,19	
	Ср. геом.			0,15	
BP нг/м³	макс	0,6000	0,040	0,0090	
	Мин	0,0013	0,001	0,0003	
	Ср. арифм.	0,0316	0,009	0,0020	
	Ср. геом.	0,0117	0,007	0,0015	
BPL нг/м³	макс	0,7100	0,110	0,0179	
	Мин	0,0031	0,003	0,0006	
	Ср. арифм.	0,0448	0,020	0,0035	
	Ср. геом.	0,0184	0,014	0,0025	

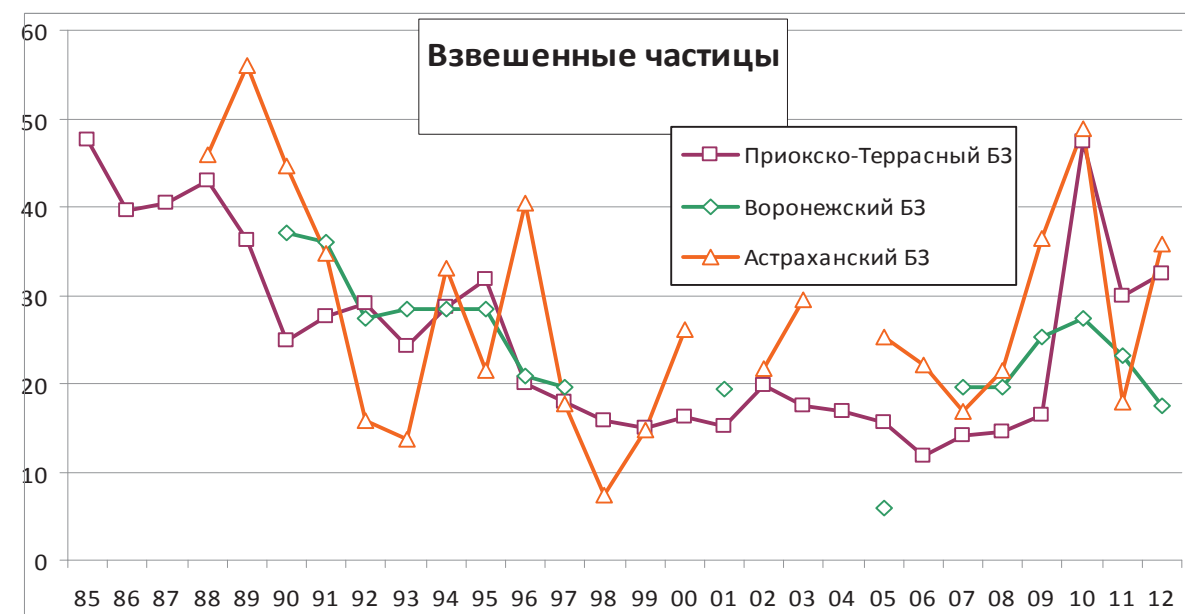
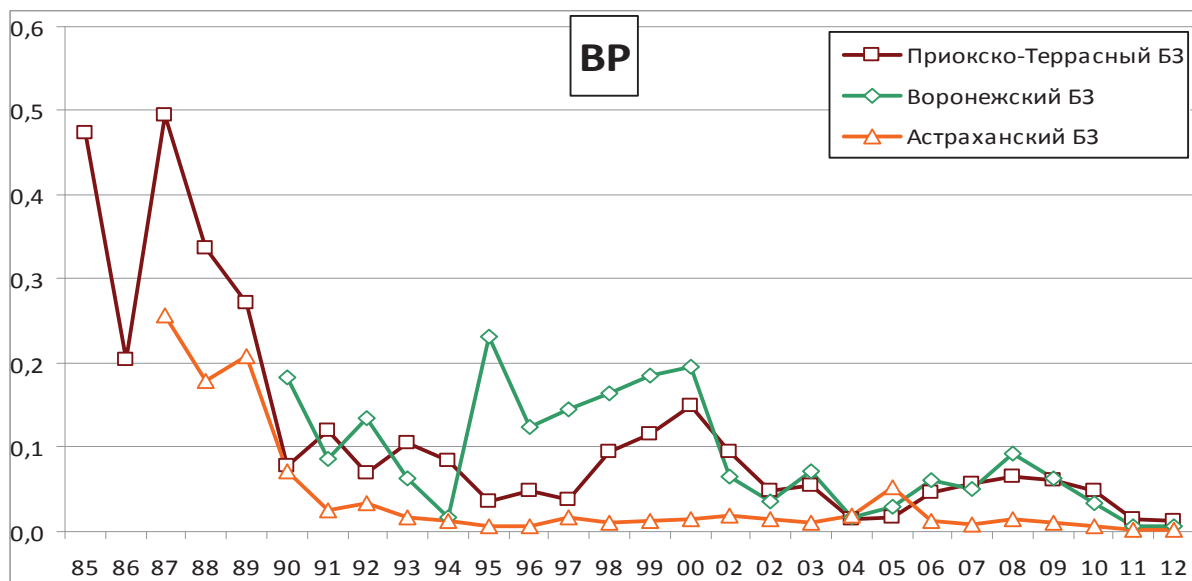
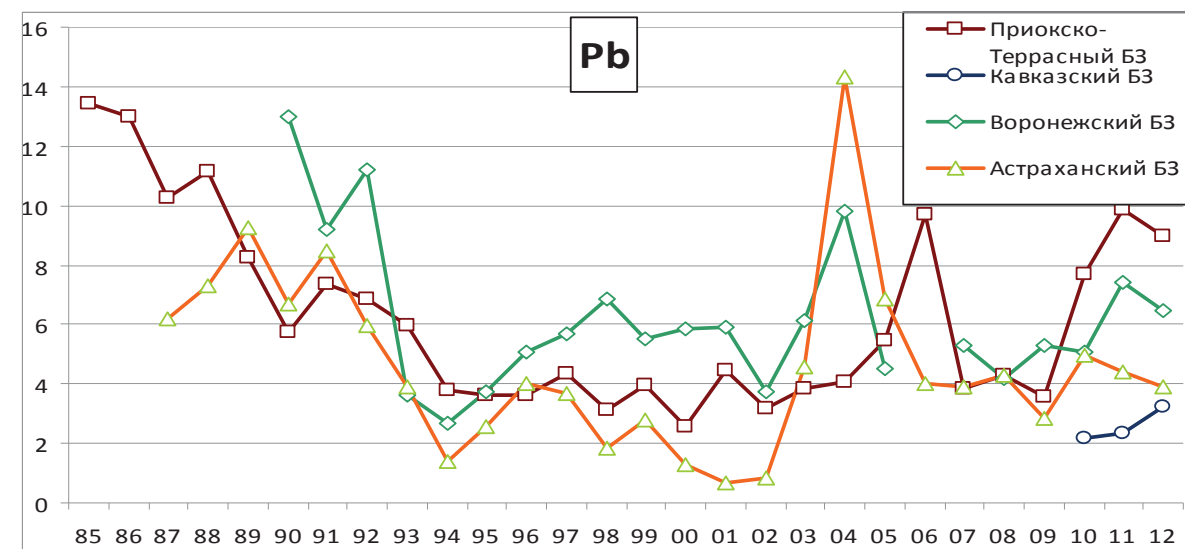


Рис. 1.1.2. Изменение фонового содержания свинца (мкг/м^3), 3,4-бензпирена (нг/м^3) и взвешенных частиц (мкг/м^3) в атмосферном воздухе фоновых районов

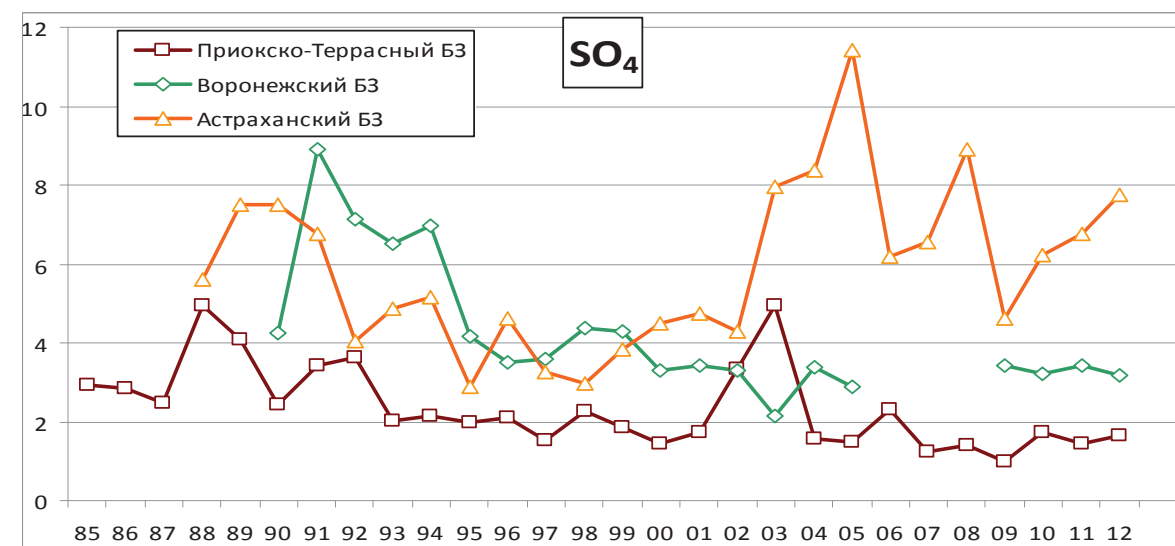
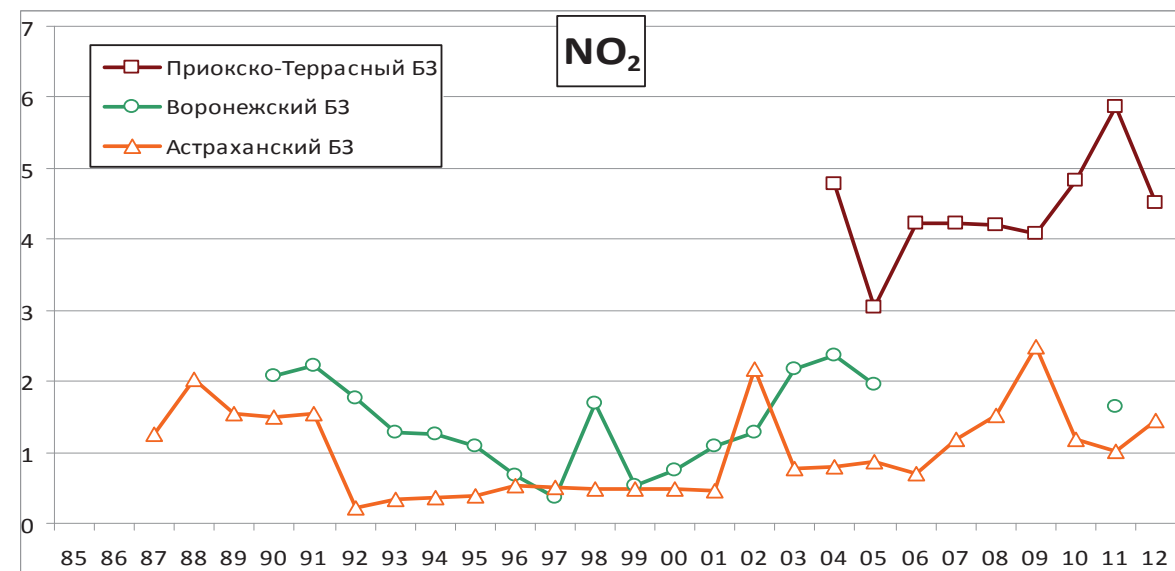
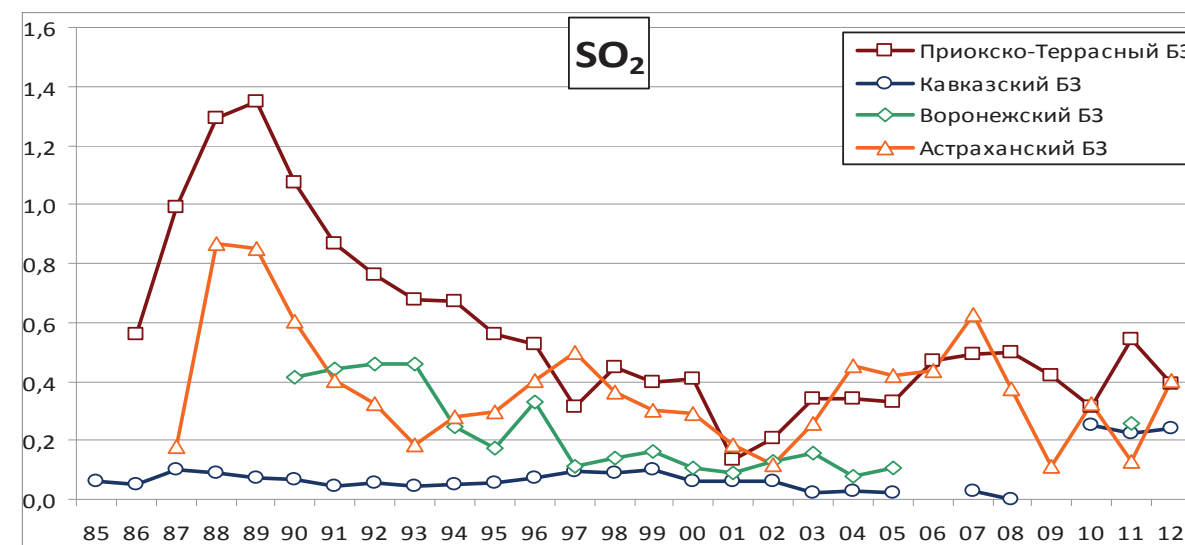


Рис. 1.1.3. Изменение фонового содержания диоксида серы, диоксида азота и сульфатов в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3)

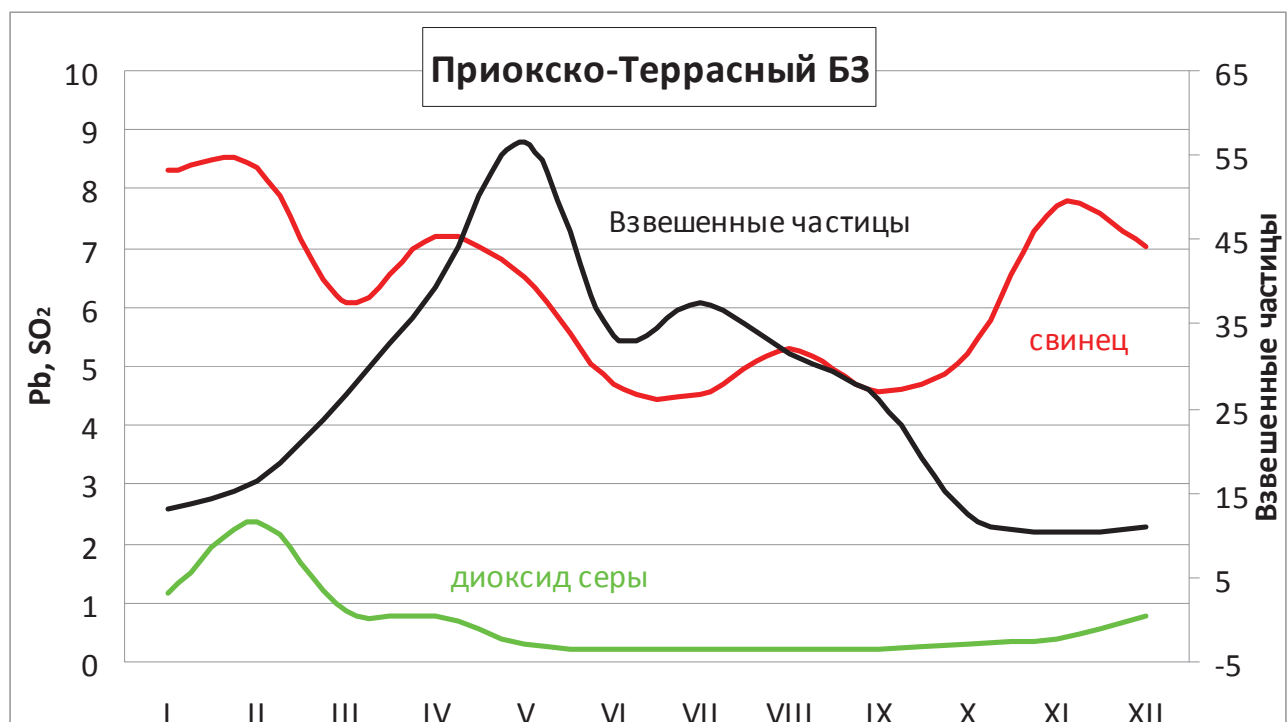


Рис. 1.1.4. Сезонный ход загрязняющих веществ, осредненный за 2003–2012 гг. (мкг/м³)

1.2. Физические и химические характеристики атмосферы

1.2.1. Углекислый газ и метан

Мониторинг парниковых газов был начат ГГО в начале 80-х годов прошлого столетия. Действующие на территории России станции представлены в таблице 1.2.1.1.

Измерения выполняются путем отбора проб воздуха и последующего их анализа в газоаналитической лаборатории ГГО. Метод измерения фоновой концентрации CO₂ в атмосфере изложен в РД 52.04.186-89. Установка газоаналитическая УГАН-CO2 внесена в государственный реестр средств измерений (№ 42533-09, свидетельство RU.E.31.001.ANo 37622), ее технические и метрологические характеристики подтверждены экспертизой ВНИИМ им. Д.И. Менделеева. Методика выполнения измерений молярной доли метана в атмосферном воздухе газохроматографическим методом (МВИ № 01-06 ГГО) аттестована ВНИИМ им. Д.И. Менделеева (свидетельство № 242.87-2006). Соответствие разработанных методов требованиям ВМО по обеспечению сопоставимости данных в рамках сети ГСА достигается за счет привязки к эталону ВМО (с 2011 г. используются стандартные газовые смеси, полученные непосредственно из Центральной калибровочной лаборатории ВМО) и высокой воспроизводимости результатов измерений (0,1% и менее). Высокие точности измерений подтверждены результатами международных сравнений.

Таблица 1.2.1.1

Станции мониторинга парниковых газов ГГО

Станция	Широта (северная)	Долгота (восточная)	Высота над у. м.	Период наблюдений	Программа наблюдений
о. Беринга	55°12'	165°59'	13	1986-1994	CO ₂
о. Котельный	76°00'	137°52'	5	1983-1993	CO ₂
Териберка	69°12'	35°06'	40	с 1988	CO ₂ , CH ₄ с 1996 г.
Новый порт	67°41'	72° 53'	11	с 2002	CO ₂ , CH ₄
Воейково	59° 57'	30° 42'	72	с 1996	CH ₄
Тикси	71°35'	128°55'	15	с 2011	CO ₂ , CH ₄

Как следует из таблицы 1.2.1.1, в настоящее время действует 4 станции мониторинга парниковых газов, две из которых расположены в фоновых условиях (Териберка и Тикси), а две другие станции в окрестностях крупномасштабных источников (Новый Порт и Воейково). По сравнению с предыдущим обзором дополнительно представлены данные фоновой станции Тикси, которая начала действовать с 2011 г. Данные станций Териберка и Тикси передаются в мировой центр данных (МЦД) по парниковым газам (WDCGG) в Японию и используются при проведении глобального анализа поля концентрации указанных газов, выполняемого МЦД. За указанный в таблице 1.2.1.1 период наблюдений в МЦД также были отосланы данные станций о. Беринга и о. Котельный.

Результаты измерений CO₂ и CH₄ на станциях Териберка и Тикси

Временной ход концентрации CO₂ на станции Териберка за весь период наблюдений представлен на рис. 1. Результаты измерений на двух фоновых станциях (Териберка за 11 лет наблюдений и Тикси за 2 года) представлены в табл. 1.2.1.2.

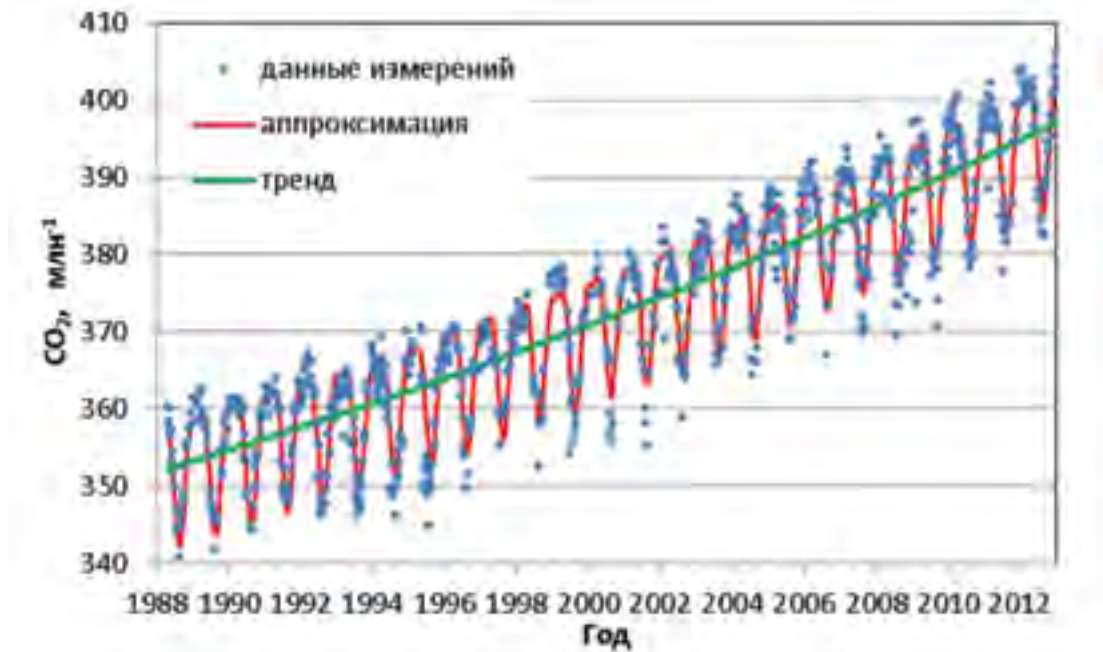


Рис. 1.2.1.1. Результаты мониторинга концентрации CO₂ на станции Териберка

Таблица 1.2.1.2

Среднегодовые значения и межгодовой рост (Δ) концентрации CH₄ и CO₂ на станциях Териберка и Тикси

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

За последний десятилетний период концентрация CO₂ увеличилась на 5,6% (21 млн⁻¹), рост концентрации CH₄ составил 2,6% (48 млрд⁻¹).

Рост концентрации парниковых газов от года к году показан на рис. 1.2.1.2. Видно, что в 2012 г. наблюдаются более высокие темпы роста как концентрации CO₂, так и метана, чем в предыдущие 2 года, однако они остаются близкими к средним значениям за десятилетний период.

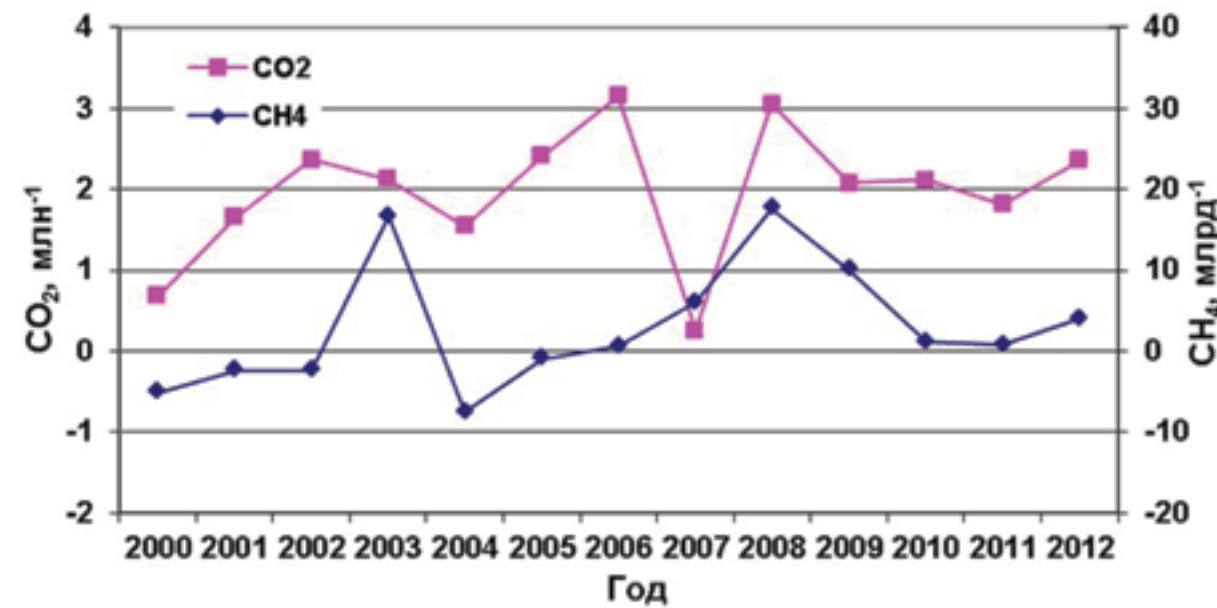


Рис. 1.2.1.2. Межгодовой рост концентрации CO₂ и CH₄ на станции Териберка

Среднегодовые значения концентрации CO₂ для двух фоновых станций в период совместных наблюдений практически равны, хотя климатические различия сказываются на особенностях сезонного хода, в частности времени начала спада и роста концентрации, связанного с деятельностью растительности как стока CO₂.

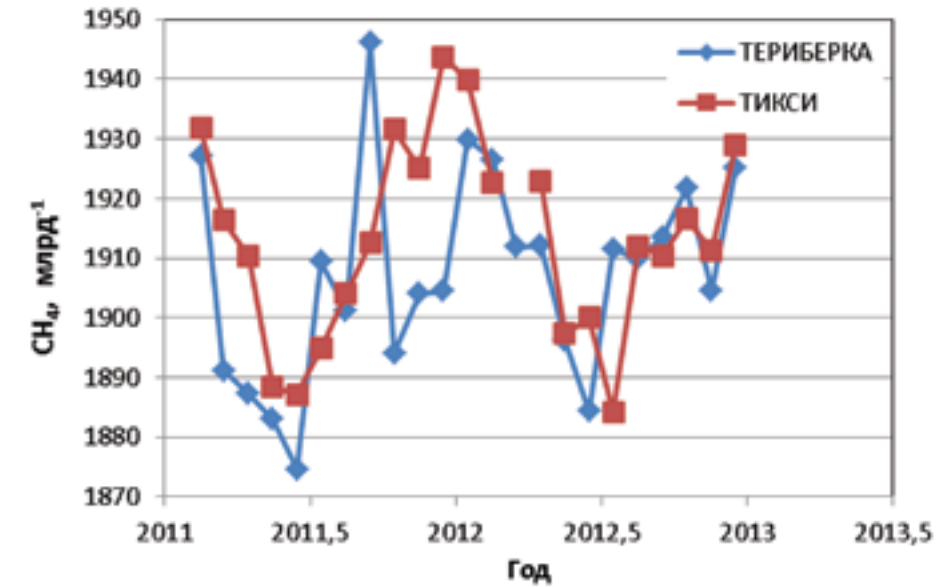


Рис. 1.2.1.3. Сезонный ход концентрации метана на станциях Териберка и Тикси

На станции Тикси зафиксированы более высокие значения концентрации метана по сравнению с данными станции Териберка, что демонстрирует таблица 1.2.1.2, и рис. 1.2.1.3. Содержание

метана в атмосфере северных широт является предметом особого внимания, поскольку наблюдаемые изменения климата могут привести к поступлению метана в атмосферу из крупных северных резервуаров углерода. Полученные данные свидетельствуют об отсутствии резких изменений содержания метана в атмосфере северных широт за последние годы. Более высокие значения метана на станции Тикси могут быть результатом повышенной региональной эмиссии метана.

Результаты измерений концентрации ПГ в районах расположения источников их эмиссии

Станция Новый Порт расположена на побережье Обской губы на расстоянии 80–250 км от крупнейших в России месторождений природного газа. В обзоре за предыдущий год было подробно показано, что данные измерений на этой станции отражают влияние техногенных выбросов ПГ на месторождения природного газа и нефти в Западной Сибири и приводят к существенному превышению концентрации метана над фоновым уровнем, а также к повышенному относительно фоновых значений содержанию CO₂.

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

Влияние источников парниковых газов, действующих в районах расположения станций, рассматривается на основе определения превышения концентрации над фоновым уровнем, в качестве которого используются данные станции Териберка. Среднегодовые значения превышения для трех мест наблюдений показаны на рис. 1.2.1.4 и приведены в таблице 1.2.1.3.

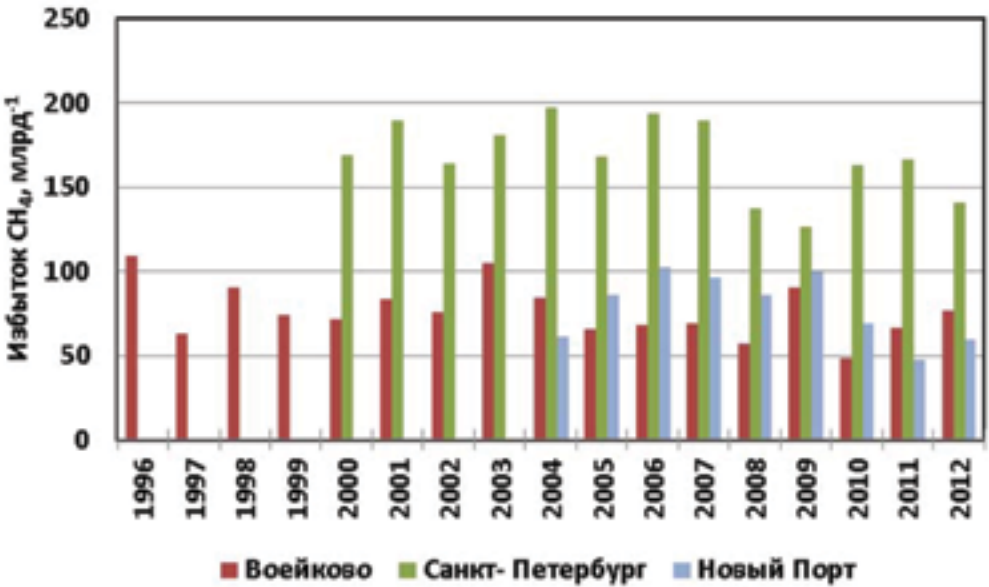


Рис. 1.2.1.4. Среднегодовое превышение концентрации CH₄ над фоновым уровнем

Таблица 1.2.1.3

Превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем

	Избыток концентрации CH ₄				Избыток концентрации CO ₂			
	млрд ⁻¹	%	млрд ⁻¹	%	млн ⁻¹	%	млн ⁻¹	%
	Новый Порт				Новый Порт			
Период осреднения	2004-2012		2012		2004-2012		2012	
Год	81,1	4,3	59,5	3,1	4,9	1,3	3,5	0,9
	Воейково							
Период осреднения	1996-2012		2012					
	76,3	4,0	77,0	4,0				
	Санкт-Петербург							
Период осреднения	2000-2012		2012					
	168,1	8,9	141,1	7,4				

Как видно из представленных данных, избыток концентрации метана для 2012 г. не превышает среднее значение за десятилетний период, хотя и возрастает по сравнению с 2011 г. для станции Новый Порт и Воейково. Концентрация CO₂ на ст. Новый Порт осталась на уровне 2011 г., в результате чего ее избыток над фоновым уровнем заметно снизился, поскольку фоновые значения стабильно возрастают в среднем на 2 млн⁻¹ в год.

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 фоновое 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 2011–2012 гг. приведены в табл 1.2.1.4.

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

Месяц года	2011 год		2012 год	
	Концентрация, млн ⁻¹ (ppm)	Диоксид углерода	Концентрация, млн ⁻¹ (ppm)	Диоксид углерода
Январь	2,1443±0,019	421,2±3,4	2,0301 ±0,010	477,5±1,5
Февраль	2,1226±0,017	426,4±3,4	2,1065±0,011	466,7±1,2
Март	2,1342±0,017	404,7±2,8	2,0377±0,005	454,1±1,8
Апрель	2,1348±0,015	416,6±2,5	1,9372±0,012	415,7±1,3
Май	2,0689±0,012	398,8±2,4	1,9256±0,008	392,6±1,6
Июнь	1,8970±0,013	397,8±2,7	1,8865±0,004	388,6±1,7
Июль	1,8954±0,012	385,4±3,1	1,8840±0,006	399,2±1,1
Август	1,9256±0,013	368,2±2,0	2,0470±0,008	405,9±1,3
Сентябрь	1,8270±0,014	380,9±2,9	1,8903±0,007	436,6±1,1
Октябрь	1,8543±0,011	398,9±2,0	1,9904±0,008	462,3±1,4
Ноябрь	1,9009±0,012	427,3±2,6	2,0035±0,006	479,5±1,4
Декабрь	2,0057±0,018	496,8±3,9	1,9940±0,006	469,3±1,5
Среднее значение за год	1,9925±0,014	410,3±2,8	1,9778±0,008	437,3±1,4

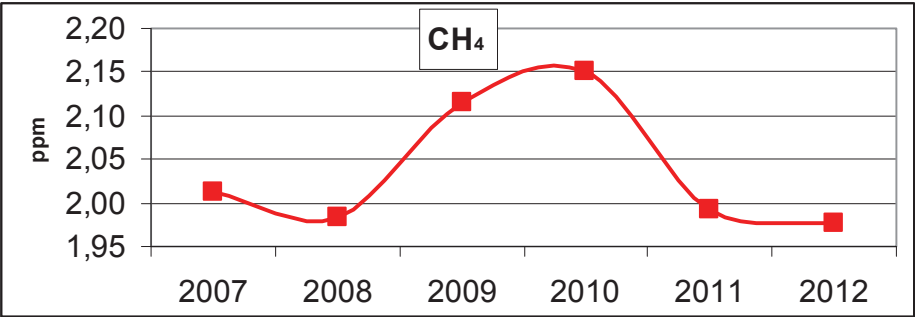


Рис 1.2.1.5. Среднегодовые концентрации метана за период 2007–2012 гг. на СКФМ «Приокско-Тerrasный БЗ»

Изменения среднегодовых концентраций метана за период 2007–2012 гг. представлены на рис 1.2.1.5.

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

- практически не отмечается роста концентрации метана из года в год; колебание за последние 6 лет находится на уровне среднегодовой величины $2,0383$ млн⁻¹ с максимальным размахом около 2,0%. Сравнение данных за 2011–2012 гг. с аналогичными фоновыми значениями по станциям Териберка и Тикси указывает на избыток концентрации над фоном в 70–85 млрд⁻¹. Аналогичные значения избытка концентраций отмечаются для станций Новый Порт и Воейково;
- среднегодовые концентрации диоксида углерода имеют повышенные значения по сравнению с фоновыми, при этом избыток концентрации над фоном составил $16,2$ млн⁻¹ в 2011 году и $40,9$ млн⁻¹ в 2012 году. Указанная разница связана с более высокими концентрациями в холодные месяцы года, обусловленные влиянием антропогенного источника – местной отопительной котельной, работающей на угле. Особенно это хорошо прослеживается по данным наблюдений в 2012 году, когда была очень холодная и продолжительная зима;
- отмечается внутригодовой сезонный ход концентраций метана и диоксида углерода: в холодные месяцы года они всегда на 10–13% выше по сравнению с теплыми месяцами года, что связано, вероятно, с общим повышением содержания ПГ в воздухе европейской части России в холодные сезоны года.

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

Выводы

По данным станции Териберка за последний десятилетний период концентрация CO₂ увеличилась на 5,6% (21 млн⁻¹), рост концентрации CH₄ составил 2,6% (48 млрд⁻¹).

Уровень концентрации CO₂ в атмосфере достиг в 2012 г. нового максимума. Среднегодовое значение концентрации CO₂ составило 396 млн⁻¹. Уровень концентраций CH₄ возрос за 2012 г. на 4 млрд⁻¹ и составил 1910 млрд⁻¹.

Наметившиеся в 2012 г. тенденции к увеличению темпов роста концентрации CO₂ и CH₄ в фоновых условиях и избытка концентрации метана для станций Новый Порт и Воейково над фоновым уровнем не привели, однако, к выходу указанных характеристик за пределы средних значений за десятилетний период.

1.2.2. Общее содержание озона

Анализ полученных результатов измерений общего содержания озона (ОСО) на 28 озонометрических станциях России в 2012 г., так же 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: север европейской территории России (ЕТР), юг ЕТР, Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток.

В настоящем обзоре использованы только те данные озонометрических станций, которые прошли критический просмотр в ГГО и соответствуют нормам качества, установленным методическими документами. Содержание озона в указанных выше регионах в 2012 г. представлено результатами измерений от трех до восьми станций. Север ЕТС в декабре и январе представлен минимальным числом станций, поскольку из-за полярной ночи высокоширотные станции прекращают наблюдения.

В таблице 1.2.2.1 приведены ежемесячные значения ОСО за 2012 г. в регионах, отклонения от нормы (в процентах), а также ранее рассчитанная для каждого региона и для каждого месяца норма (средние многолетние значения за 1973–2002 гг.) и среднеквадратичные отклонения (СКО) как оценка временной изменчивости ОСО.

Отклонения среднегодовых значений ОСО в регионах от нормы за весь представляемый период наблюдений, включая 2012 год, показаны на рис. 1.2.2.1. К годам с наиболее низкой толщиной озонного слоя, когда отклонение от нормы было ниже 5%, над территорией РФ за период наблюдений с 1973 по 2012 гг. относятся следующие годы: 1977 (-5,8%), в 1992 (-5,4%), 1993 (-7,1%), 1995 (-5,9%), 2008 (-5,4%), 2011 (-5,8%).

Над территорией РФ в последнем десятилетии (2003–2012 гг.) толщина слоя озона в среднем была на 2,3% ниже нормы. В 2012 г. среднегодовое значение озона было на 3,2% ниже нормы, причем во всех регионах, кроме Восточной Сибири, среднее за год отклонение от нормы составило около -4%. Следует отметить явное проявление квазидвухлетней цикличности в сорокалетнем ряду наблюдений ОСО, в том числе и в последнем десятилетии.

Отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы в регионах в течение 2012 г. представлены на рис. 1.2.2.2.

На севере ЕТР изменения содержания озона в течение года были значительными. Если в марте значения ОСО были близки к норме, то к маю они стали на 8% ниже нормы. В течение лета и осени содержание озона возрастало и к ноябрю стало близким к норме. Резкое падение озона (на 11% ниже нормы) наблюдалось в декабре.

На юге ЕТР в течение 2012 г. также наблюдалось большое изменение содержания озона. В начале года значения ОСО были выше нормы (в марте на 7%), а в мае-июле они упали до -11%. К концу года содержание озона увеличивалось, но все же оставалось ниже нормы на 4–6%.

Над Западной Сибирью вариации содержания озона в 2012 году были сравнительно небольшими. В начале года с января по март значения ОСО были до 2% выше нормы, а все остальные месяцы 2012 г. содержание озона было ниже нормы на 7%.

Над Восточной Сибирью наблюдались наибольшие вариации озона по сравнению с другими регионами. Если средние за 2012 г. значения ОСО были близки к норме (отклонение -0,3%), то в марте они были выше нормы на 11%, в декабре на 7%, а в остальные месяцы года содержание озона было низким в пределах от 0 до 5% ниже нормы.

На Дальнем Востоке содержание озона в течение 2012 года также было низким (среднее за год отклонение от нормы составило -3,7%). В начале года преобладали значения ОСО выше нормы (в марте +8,6%), с апреля по ноябрь ОСО было ниже нормы (в сентябре до -9,2%), в декабре содержание озона увеличилось (стало на 2,7% выше нормы)

Таблица 1.2.2.1

Общее содержание озона в различных регионах России в 2012 г. и отклонения от нормы (%)

Месяцы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Регионы													
Общее содержание озона в 2012 г., Д. е.													
Север ЕТР	341	365	396	383	350	334	315	298	293	274	286	278	326
Юг ЕТР	357	378	408	338	341	312	315	295	296	273	286	299	325
Зап. Сибирь	360	390	401	365	356	327	317	299	288	278	287	298	333
Вост. Сибирь	409	461	431	436	378	339	313	315	290	303	313	363	361
Дальний Восток	436	468	455	424	376	352	320	299	288	308	340	404	366
Отклонения ОСО в 2012 г. от нормы, %													
Север ЕТР	0,6	-3,7	1,5	-3,8	-7,6	-5,0	-5,2	-5,6	-2,5	-5,4	-0,2	-11	-3,9
Юг ЕТР	3,1	1,7	7,3	-11	-6,8	-11	-5,2	-7,9	-4,1	-8,2	-4,7	-6,4	-4,3
Зап.Сибирь	-0,03	1,9	2,0	-6,8	-6,6	-7,5	-5	-6,8	-6,7	-6,8	-4,2	-7,6	-3,8
Вост. Сибирь	5,4	11,1	0,5	1,7	-5,8	-5,3	-4,1	-0,1	-7,5	-3,5	-3,0	6,6	-0,3
Дальний Восток	1,9	4,6	0,4	-1,6	-5,3	-2,1	-3	-4,1	-9,2	-6,8	-6,5	2,7	-3,7
Норма и среднеквадратические отклонения, Д. е.													
Север ЕТР	33 27	379 33	391 30	398 25	379 14	352 12	332 11	315 11	301 10	289 14	287 18	312 22	339
Юг ЕТР	346 19	372 22	380 21	378 20	366 14	350 12	333 10	321 10	308 9	297 10	300 11	319 15	339
Зап. Сибирь	360 19	383 24	393 29	392 26	381 16	354 11	334 10	321 10	309 10	298 13	300 14	323 18	346
Вост. Сибирь	388 24	415 29	429 34	428 32	402 22	358 13	327 11	316 10	314 11	313 16	323 16	340 25	363
Дальний Восток	429 19	448 20	453 23	432 22	398 17	360 12	330 11	312 11	317 14	332 16	358 30	392 21	380

*Норма - средние многолетние значения и среднеквадратические отклонения за 1973–2002 гг.

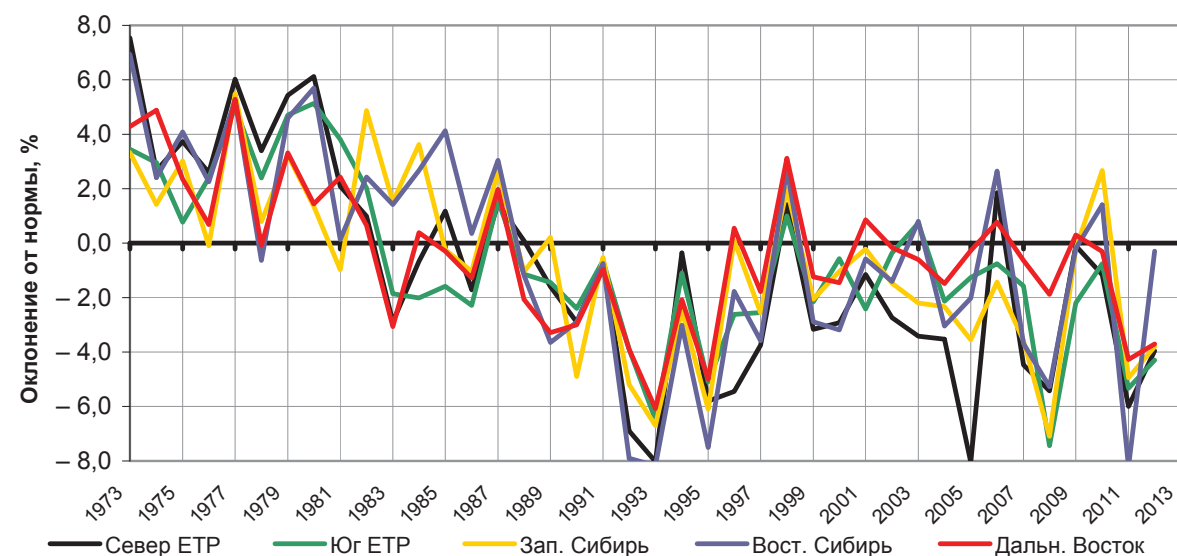


Рис. 1.2.2.1. Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы в пяти регионах РФ в период с 1973 по 2012 гг.

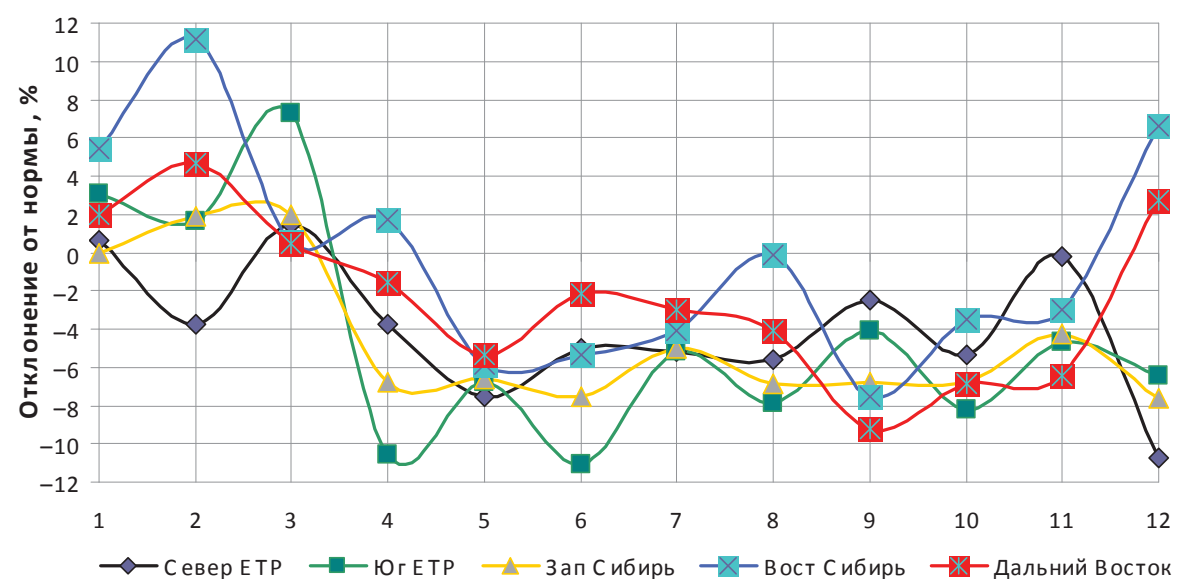


Рис. 1.2.2.2. Отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы (%) в пяти регионах РФ в 2012 году

Следует обратить внимание на существенное различие в содержании озона над РФ в зимне-весенний период 2012 г. по сравнению с тем же периодом 2011 г., когда область очень низкого содержания озона распространилась на территорию РФ, а также на западную и центральную Европу. Значительное понижение озона стало предметом широкого обсуждения возможности появления «озонной дыры» над густо населенными районами Европы.

В то же время комплексный анализ полей ОСО, по данным озонной сети РФ и данным

измерений со спутника, совмещенный с анализом циркуляции в нижней стратосфере и верхней тропосфере, позволил утверждать, что заметное понижение озона весной 2011 г. является всего лишь локальным проявлением особенностей циркуляции стратосферы в зимне-весенний период.

Анализ состояния поля озона в зимне-весенний период 2012 г. полностью подтверждает этот вывод.

В январе-марте 2011 года в околополярной зоне Северного полушария сформировался глубокий циркумполярный вихрь с очень низким озоном и низкой температурой внутри этого образования. К концу марта он постепенно был вытеснен стратосферным антициклоном на территорию Европы и Сибири, но до середины апреля сохранялся на этой территории как устойчивое образование с низким озоном и низкой температурой.

В январе-марте 2012 г. поле озона над полушарием значительно отличалось от поля озона за тот же период 2011 г. Уже в феврале над большей частью полярных и умеренных областей Северного полушария наблюдалось высокое содержание озона и высокая температура стратосферы. В околополярной области наблюдалось не кратковременное («внезапное») стратосферное потепление, а фактически переход к летнему термическому режиму с максимумом температуры над полюсом. Только над районами Северной Атлантики сохранялось несколько пониженное содержание озона внутри ослабленного циркумполярного вихря.

Летом и осенью 2012 года над территорией РФ содержание озона было примерно на 4% ниже нормы в пределах колебаний, характерных для последнего десятилетия.

Выводы

В 2012 г. над территорией России толщина защитного озонового слоя была в среднем несколько ниже нормы.

Совместный анализ данных наземных и спутниковых наблюдений за ОСО с использованием анализа стратосферной циркуляции позволяет утверждать, что весной 2012 г. над обширной территорией полярных и умеренных широт Северного полушария установилась область высоких значений озона. Циркумполярный вихрь над полюсом и севером Атлантики был заметно ослаблен, в нем весной наблюдалось лишь незначительное понижение озона.

В последнее десятилетие сколь-нибудь заметной тенденции к уменьшению толщины озонового слоя не наблюдается. Отчетливо проявляется квазидвухлетняя цикличность колебаний озона над полярными и умеренными широтами Северного полушария.

1.2.3. Прозрачность атмосферы

Основными параметрами, характеризующими состояние прозрачности и общего замутнения атмосферы на станциях, работающих по программе фонового мониторинга атмосферы, являются коэффициент прозрачности (P_2) и оптическая плотность атмосферы (ОПА). Как упоминалось в прошлых Обзорах, эти параметры связаны между собой соотношением

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

где $S_{p,30}$ – величина измеренного потока прямой солнечной радиации в кВт/м², приведенная к среднему расстоянию от Земли до Солнца и оптической массе атмосферы $m = 2$ (т. е. к высоте Солнца 30°); S_0 – величина потока радиации на верхней границе атмосферы. Указанные показатели не только позволяют количественно оценить прозрачность атмосферы, но и дают возможность косвенно судить об аэрозольном ослаблении в атмосфере, поскольку ОПА представляет собой оптическую плотность атмосферы для прямой солнечной радиации в актинометрическом диапазоне длин волн $\Delta\lambda = 0,3\text{--}4$ мкм, где ее вариации определяются преимущественно изменениями аэрозольной составляющей и влагосодержанием атмосферы. Средние значения коэффициента прозрачности и оптической плотности атмосферы за 2012 г. приводятся в таблице 1.2.3.1.

Таблица 1.2.3.1

Средние за наблюдательный период 2012 г. значения P_2 и ОПА на фоновых станциях России

Станция	Район расположения	Широта в град. с. ш.	Долгота в град. в. д.	P_2	ОПА
Туруханск	Красноярский край	65,8	87,9	$0,790 \pm 0,024$	$0,234 \pm 0,030$
Усть-Вымь	Республика Коми	62,2	50,1	$0,787 \pm 0,016$	$0,240 \pm 0,020$
Сыктывкар*	Республика Коми	61,9	50,9	–	–
Воейково	Ленинградская обл.	60,0	30,7	$0,773 \pm 0,024$	$0,257 \pm 0,031$
Памятная	Западная Сибирь	56,0	65,7	$0,771 \pm 0,024$	$0,260 \pm 0,032$
Курган*	Западная Сибирь	55,5	65,4	$0,746 \pm 0,030$	$0,295 \pm 0,041$
Хужир	о-в Ольхон (оз. Байкал)	53,2	107,3	$0,787 \pm 0,042$	$0,242 \pm 0,056$
Иркутск*	Восточная Сибирь	52,3	104,3	$0,762 \pm 0,031$	$0,273 \pm 0,042$
Шаджатмаз	Сев. Кавказ	43,7	42,7	$0,837 \pm 0,024$	$0,178 \pm 0,028$

Примечания:

- Звездочкой отмечены городские станции, являющиеся парными к фоновым, указанным на строку выше.
- По станции Сыктывкар из-за неблагоприятных погодных условий для проведения наблюдений среднемесячные значения P_2 и ОПА можно было рассчитать только за 5 месяцев (февраль-май и август), поэтому осредненные значения за год в таблице 1.2.3.1 не приводятся.

По сравнению с 2011 годом прозрачность атмосферы в 2012 г. на исследуемых станциях изменилась незначительно, что показано на рис. 1.2.3.1. На большинстве станций прозрачность несколько снизилась, наиболее существенно – на степных станциях Памятная и Курган (на 2,4% и 2,5%), что соответствует увеличению ОПА до 9,7%.



Рис. 1.2.3.1. Изменение коэффициента прозрачности в 2012 г. по сравнению с 2011 г. на станциях: 1 – Туруханск, 2 – Усть-Вымь, 3 – Сыктывкар (данные не приводятся), 4 – Воейково, 5 – Памятная, 6 – Курган, 7 – Хужир, 8 – Иркутск, 9 – Шаджатмаз

Об изменчивости ОПА в течение года на парных станциях (фоновая и соответствующая ей городская станция) можно судить по рис. 1.2.3.2. Следует отметить, что соотношение значений ОПА на фоновой станции и в городе в первую очередь определяет господствующее направление ветра. Если в течение рассматриваемого месяца фоновая станция оказывалась по отношению к городу преимущественно с подветренной стороны, то среднемесячное значение ОПА на ней может оказаться даже выше, чем в городе, особенно если станции расположены сравнительно недалеко.

На паре станций Усть-Вымь – Сыктывкар (рис. 1.2.3.2 а) данных по городу в 2012 г. было, как уже отмечалось выше, очень мало из-за отсутствия условий для наблюдений. Но в марте и апреле, очевидно, имел место упомянутый выше случай.

На паре станций Памятная – Курган (рис. 1.2.3.2 б) в течение всего года, за исключением марта и июня, когда значения ОПА были практически одинаковы, ОПА в городе была заметно выше, чем на фоновой станции Памятная.

На паре станций Хужир – Иркутск наблюдался почти классический годовой ход ОПА с максимумом в летние месяцы. Значения ОПА в городе в основном превышали аналогичные значения на островной станции Хужир (рис. 1.2.3.2 в), кроме июля, когда ОПА на станции Хужир

была больше, чем в городе. Этому могло способствовать увеличение количества водяного пара в атмосфере за счет высокого испарения на оз. Байкал в середине лета и, соответственно, возрастание влажной составляющей атмосферной мутности.

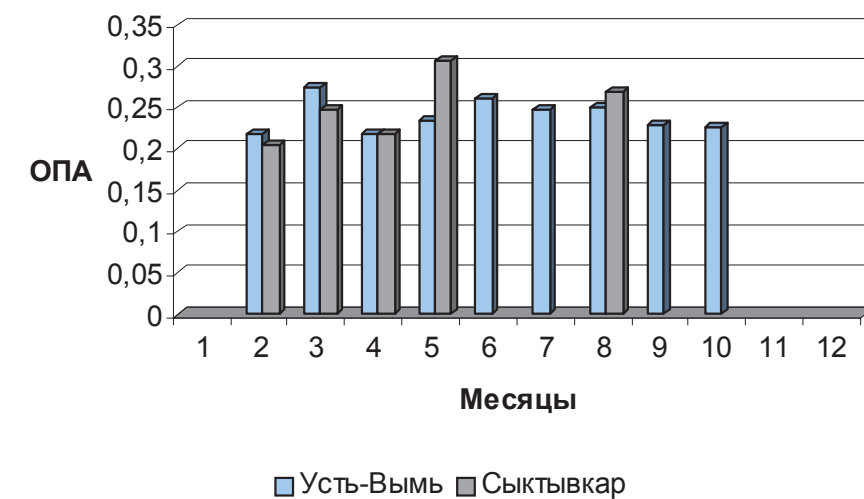
На трех непарных станциях: Туруханск, Воейково и Шаджатмаз – изменчивость среднемесячных значений ОПА показана на рис. 1.2.3.3. На горной станции Шаджатмаз в течение всего года наблюдались самые низкие значения ОПА и, соответственно, самая высокая прозрачность (см. таблицу 1.2.3.1). На ней и на станции Туруханск имел место правильный годовой ход ОПА с максимумом в летние месяцы.

На станции Воейково наиболее существенно проявляется влияние загрязнения большого города – Санкт-Петербурга, расположенного в 12 км к востоку от станции. В те месяцы, когда станция не попадает или редко попадает под городской факел, среднемесячные значения ОПА могут быть даже сопоставимы с более чистыми фоновыми станциями, например, со станцией Туруханск (рис. 1.2.3.3). Но когда станция Воейково оказывается под влиянием городского загрязнения, значения ОПА на ней становятся практически идентичными городским показателям, как это было в июле и сентябре.

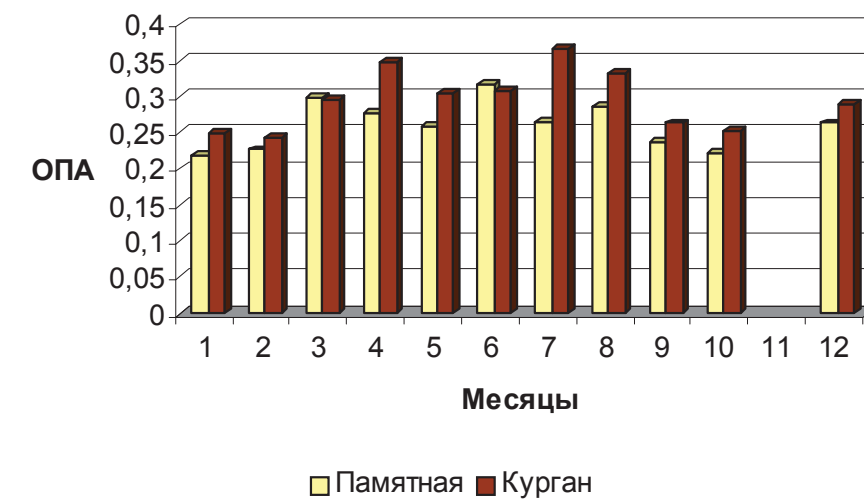
О межгодовой изменчивости показателей общего замутнения атмосферы можно судить по рис. 1.2.3.4, на котором представлены относительные аномалии P_2 и ОПА на пяти основных фоновых станциях от начала их работы до 2012 г. включительно. В качестве норм для этих параметров использовались рассчитанные для каждой из этих станций средние значения P_2 и ОПА за период с 1979 по 2012 год, из которого были выброшены 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 коэффициента прозрачности и оптической плотности атмосферы, составил 30 лет.

Из рис. 1.2.3.4 отчетливо видно, как ощутимо сказались на величине P_2 и ОПА последствия вулканических извержений Фуэго (1974), Эль-Чичон (1982) и Пинатубо и Хадсон (1991), вызвав падение прозрачности и рост ОПА на протяжении не менее 2 лет после самих извержений. Начиная с 1995 г., когда атмосфера очистилась, началось постепенное повышение прозрачности и падение ОПА, достигшее наибольших по абсолютной величине значений в начале 2000-х годов. К концу первого десятилетия XXI века прозрачность атмосферы начала постепенно снижаться и ОПА, соответственно, расти. Этому отчасти способствовала активизация работы промышленности на территории РФ.

а)



б)



в)

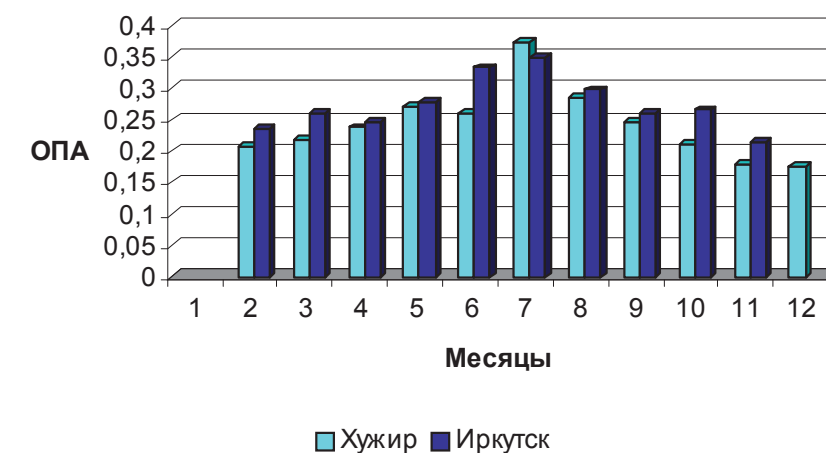


Рис. 1.2.3.2. Годовой ход ОПА на парных (фоновая – городская) станциях: а) Усть-Вымь – Сыктывкар, б) Памятная – Курган, в) Хужир – Иркутск

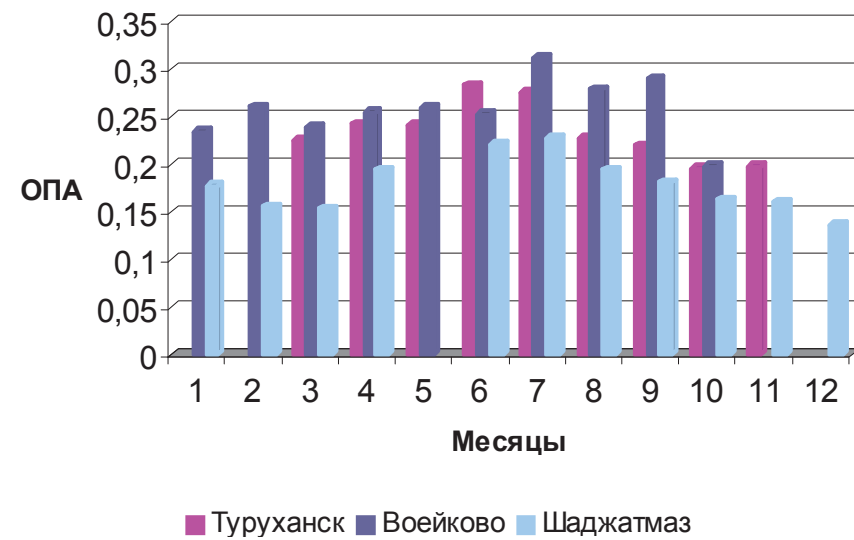


Рис. 1.2.3.3. Годовой ход ОПА на фоновых станциях Туруханск, Воейково и Шаджатмаз, работающих без парной городской станции

На рис. 1.2.3.4 а, б следует обратить внимание на снижение прозрачности и рост ОПА в 2009 г. на северной станции Усть-Вымь. В этом году отмечался значительный рост аэрозольной составляющей загрязнения атмосферы (аэрозольной оптической толщины) на большинстве северных станций международной сети AERONET (Aerosol Robotic Network), и станция Усть-Вымь не явилась исключением.

Чтобы определить, влияет ли широта на величину ОПА на территории РФ, были сопоставлены и представлены на рис. 1.2.3.5 среднегодовые значения ОПА, полученные за 2000–2011 гг. на упомянутых выше среднеширотных станциях (станции 8–11), а также на шести станциях, расположенных севернее полярного круга (станции 1–6 и 12). На этом же рисунке для сравнения показаны данные, полученные в obs. Мирный в Антарктиде, которые приведены с учетом сезонного сдвига в Южном полушарии.

Самые низкие и стабильные среднегодовые значения ОПА наблюдались на антарктической станции Мирный. Они не превышают величины 0,18. Несколько более высокие значения ОПА имели место на горной станции фонового мониторинга Шаджатмаз, расположенной на Северном Кавказе на высоте 2070 м. Однако и на ней среднегодовые значения, так же как и в Мирном, не превышают граничного уровня ОПА, равного 0,2.

Следует отметить, что Шаджатмаз является единственной из рассматриваемых здесь фоновых станций, чьи природные и климатические условия приближаются к тем требованиям, которые Всемирная метеорологическая организация предъявляет к «глобальным» фоновым станциям Глобальной службы атмосферы (GAW), созданным для регистрации изменений глобального фоновое уровня загрязнения атмосферы.

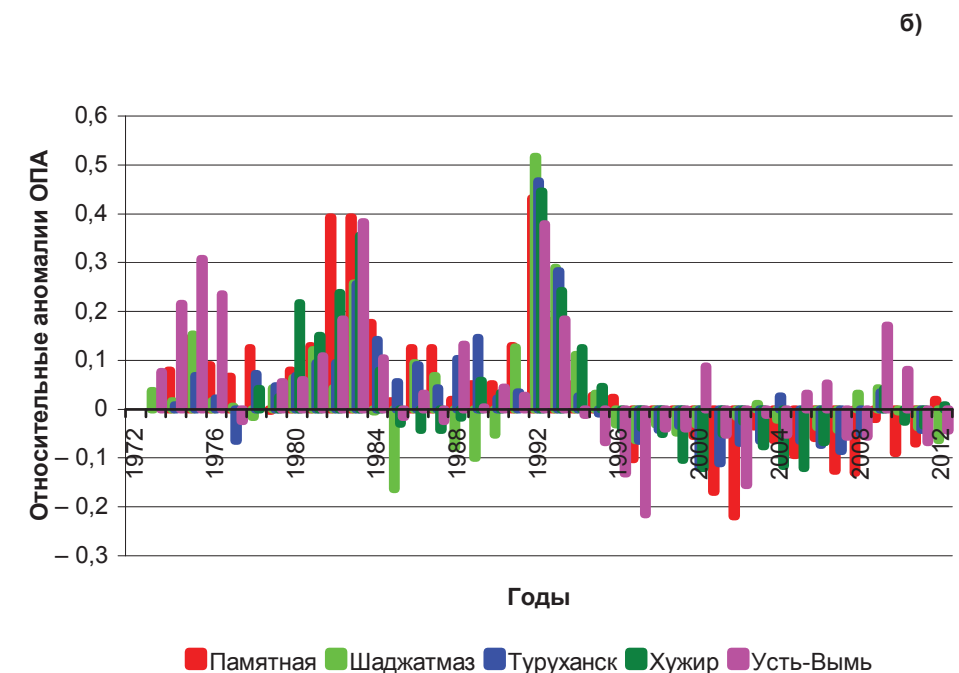
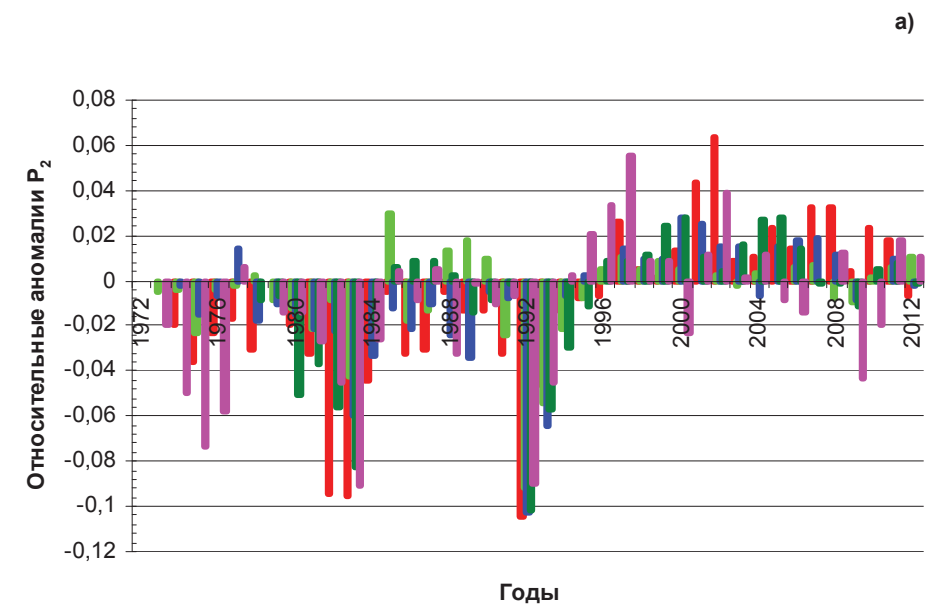


Рис. 1.2.3.4. Относительные аномалии P_2 (а) и ОПА (б) за период с начала работы станций фоновое мониторинга (начало 1970-х годов) по 2012 г. включительно

Остальные среднеширотные фоновые станции: Усть-Вымь (Республика Коми), Памятная (Западная Сибирь на границе с Южным Уралом), Туруханск (Западная Сибирь, Красноярский край) и Хужир (Восточная Сибирь, остров на оз. Байкал) – являются региональными и отражают степень загрязнения своего региона вне промышленных центров.

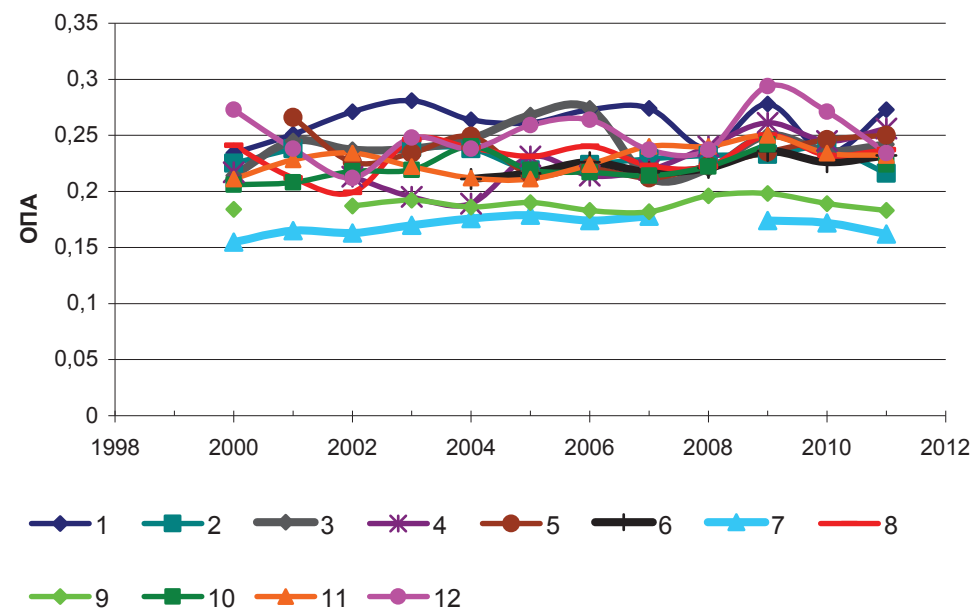


Рис. 1.2.3.5. Изменение среднегодовых значений ОПА на северных и арктических станциях (1 – Бутрино, 2 – о. Врангеля, 3 – Елецкая, 4 – Оленек, 5 – Сеяха, 6 – Уэлен), на антарктической станции 7 – obs. Мирный и на фоновых станциях (8 – Памятная, 9 – Шаджатмаз, 10 – Туруханск, 11 – Хужир, 12 – Усть-Вымь)

Оказалось, что среднегодовые значения ОПА на среднеширотных (Памятная, Шаджатмаз, Туруханск, Хужир), северных (Бутрино, Усть-Вымь, Елецкая, Оленек) и арктических станциях (о. Врангеля, Сеяха, Уэлен) близки по величине и колеблются в интервале значений $0,2 < \text{ОПА} \leq 0,3$ (рис. 1.2.3.5).

Следует отметить, что как на северных и арктических, так и на среднеширотных станциях РФ за рассматриваемый период (после 2000 г.) статистически значимых систематических изменений ОПА обнаружено не было.

Выводы

По сравнению с предыдущим годом изменения прозрачности атмосферы были невелики. На большинстве станций в 2012 г. отмечено небольшое снижение прозрачности, не превышающее 2,5% и особенно проявившееся в степной зоне (станции Курган и Памятная).

Различия в значениях оптической плотности атмосферы на фоновых станциях, работающих в паре с соответствующими городскими станциями, главным образом, определяются положением станции относительно города с учетом преобладающих направлений ветра. Если фоновая станция оказывается с подветренной стороны по отношению к городу, наблюдаемые на ней значения ОПА могут быть сопоставимы или даже превзойти аналогичные значения в городе (см., например, ОПА в марте на станциях Памятная и Курган).

Анализ многолетней изменчивости относительных аномалий P_2 и ОПА за 1973–2012 гг. показал, что наиболее сильное влияние на состояние замутнения атмосферы оказали последствия крупных вулканических извержений, таких как Фуэго (1974), Эль-Чичон (1982), Пинатубо и

Хадсон (1991) (рис. 1.2.3.4 а, б). К середине 1990-х годов атмосфера начала очищаться, а прозрачность увеличиваться, достигнув максимума в начале 2000-х годов. Далее последовало постепенное ее снижение к концу первого десятилетия нового века, на что, скорее всего, повлияла интенсификация работы промышленности на территории РФ.

При исследовании межгодовой изменчивости относительных аномалий P_2 и ОПА в 2009 г. было отмечено падение прозрачности и рост ОПА на северной фоновой станции Усть-Вымь. Это явление не является случайным или локальным и подтверждается ростом аэрозольной оптической толщины в 2009 г. на большинстве северных станций международной сети AERONET.

Сравнение среднегодовых значений оптической плотности атмосферы на среднеширотных станциях фонового мониторинга и станциях, расположенных за полярным кругом, показало, что значения ОПА на станциях РФ за 2000–2011 гг. не снижаются с увеличением северной широты. Статистически значимые тренды за этот период не зафиксированы.

1.2.4. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы

В Обзор включены данные совместных измерений градиента потенциала V' электрического поля атмосферы и удельных полярных электрических проводимостей $L+$ и $L-$ воздуха, выполненных на станции Воейково (В) ФГБУ «ГГО» и в ОГМС Иркутск (И), а также данные измерений V' в ОГМС Верхнее Дуброво (ВД) в окрестностях Екатеринбурга и на аэрологической станции в Южно-Сахалинске (ЮС). Общая продолжительность измерений в Воейково составляет 63 года, в Иркутске – 53 года, в Верхнем Дуброво – 55 лет, в Южно-Сахалинске – 44 года. Датчики V' , $L+$ и $L-$ установлены в пределах одного-трех метров от земли. Наблюдения в Воейково, Иркутске и Верхнем Дуброво включены в программу комплексного фонового мониторинга атмосферы с 1980 г.

Обобщенные по сезонам результаты измерений V' за 2007–2012 гг. приведены в таблице 1.2.4.1. Заметные вариации значений V' , вычисленных по среднемесячным значениям V' , обусловлены изменчивостью погодных условий в одни и те же сезоны разных лет. Сильнейшее влияние на значения V' оказывают грозы, метели и осадки.

Измерения удельных полярных электрических проводимостей $L+$ и $L-$ воздуха велись на протяжении 2012 г. в Воейково и в 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 в ОГМС Иркутск и на станции Воейково за 2007–2012 гг. Среднемесячные значения K_c варьируются в пределах от 1,0 до 1,2.

Из представленных в таблицах данных наблюдений следует, что существенных изменений V' и L_s в 2012 г. по сравнению с предыдущим периодом не отмечается.

Это подтверждает рис. 1.2.4.1, где представлен годовой ход V’ по всем станциям за 2012 год в сравнении с осредненным за предыдущий пятнадцатилетний период. Более высокие значения V’ в январе и феврале на станциях Верхнее Дуброво и Южно-Сахалинск, по-видимому, связаны с частыми снегопадами, включая метели и ливневой снег.

Таблица 1.2.4.1
Сезонные (V’с), среднегодовые (V’г) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения градиента потенциала электрического поля атмосферы V’ (даВ/м) за 2007–2012 гг. на станциях Верхнее Дуброво (ВД), Воейково (В), Иркутск (И), Южно-Сахалинск (ЮС)

Станция	Год	V’с , (V’)				V’г , (V’)
		Зима (декабрь-февраль)	Весна (март-май)	ЛЕТО (июнь-август)	Осень (сентябрь-ноябрь)	
ВД	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	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	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	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	-

Примечание к таблицам 1.2.4.1 и 1.2.4.2:

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

Таблица 1.2.4.2
Сезонные (Lс) и среднегодовые (Lг) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха, сезонные значения отношений Кс удельной положительной электрической проводимости воздуха к удельной отрицательной электрической проводимости воздуха, минимальные и максимальные среднемесячные значения Lс (в скобках) в 2007–2012 гг. на станциях Воейково (В) и Иркутск (И) (L – в фСм/м, Кс – в относительных единицах)

Пункт наблю- дений	Год	Lс, (Lс) (верхняя строка), Кс (нижняя строка)				
		Зима (декабрь-февраль)	Весна (март-май)	Лето (июнь-август)	Осень (сентябрь-ноябрь)	Lг, (Lс)
В	2012	21 (17, 23)	21 (19,23)	22 (19,25)	21 (20,22)	21 (17,25)
		1,2	1,1	1,0	1,0	-
	2011	18 (14,23)	20 (15,24)	24 (23,24) Н	23 (22,23) Н	21 (14,24)
		1,0	1,1	1,0 Н	1,1 Н	-
	2010	18 (16,22)	18 (15,22)	21 (20,21) Н	25 (22,28)	21 (15,28)
		1,2	1,1	1,1Н	1,1	-
	2009	21 (20,22)	21 (19,22)	26 (24,28) Н	21 (18,25)	22 (18,28)
		1,0	1,1	1,0 Н	1,0	-
	2008	16 (15,17)	20 (17,24)	22 (18,23)	21 (18,23)	20 (15,23)
		1,0	1,0	1,0	1,0	-
И	2012	17 (15,18)	17 (13,19)	19 (19,20)	18 (15,21)	18 (13,21)
		1,0	1,0	1,1	1,0	-
	2011	14 (14,14)	16 (14,17)	17 (15,20)	18 (16,20)	16 (14, 20)
		1,0	1,0	1,0	1,0	-
	2010	16 (16,17)	17 (15,19)	18 (13,24)	19 (17,21)	18 (13,24)
		1,0	1,1	1,0	1,1	-
	2009	20 (15,23)	18 (15,20)	23 (22,24)	22 (21,23)	21 (15,24)
		1,0	1,0	1,0	1,0	-
	2008	15 (14,16)	18 (16,19)	20 (17,21)	30 (35,24)	21 (14,35)
		1,0	1,0	1,0	1,0	-
	2007	16 (16,16)	17 (17,18)	16 (13,18)	22 (21,23)	18 (13,23)
		1,0	1,0	1,1	1,0	-
	2007	13(12,14) Н	15 (14,18)	16 (15,18)	16 (12,21)	15 (12,21)
		1,0	1,0	1,0	1,0	-

Измерения удельных полярных электрических проводимостей L+ и L- воздуха велись на протяжении 2012 г. в Воейково и в Иркутске. На рис. 1.2.4.2 представлен годовой ход Lс по этим станциям за 2012 год в сравнении с осредненным за предыдущий пятнадцатилетний период. Из него видно, что в 2012 г. на станции Иркутск не произошло существенных изменений среднегодового хода Lс по сравнению с предшествующим периодом. На станции Воейково более высокие значения Lс, наблюдаемые в августе, по-видимому, обусловлены преобладанием ветров северо-восточных направлений, где в основном отсутствуют источники аэрозольного загрязнения атмосферы.

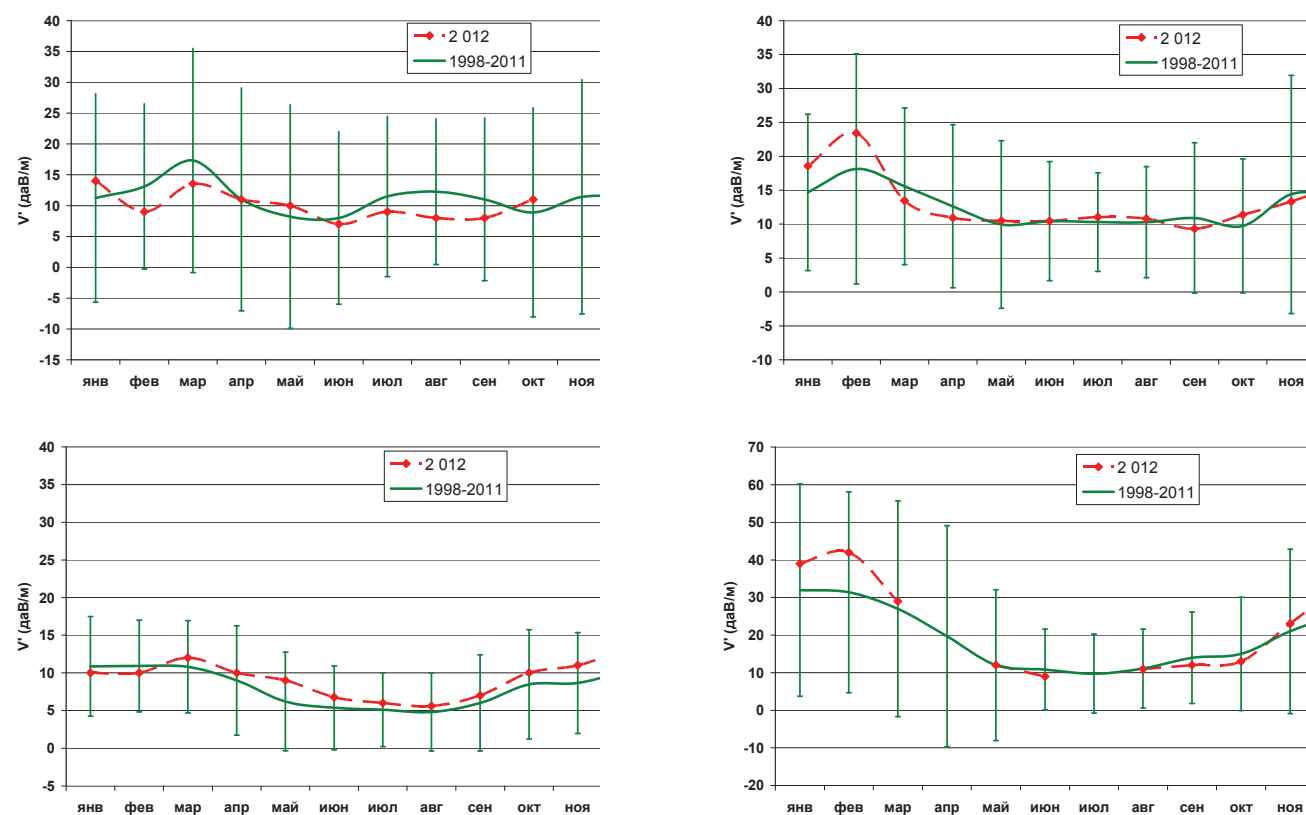


Рис. 1.2.4.1. Годовой ход V' по станциям (а) Воейково, (б) Верхнее Дуброво, (в) Иркутск и (г) Южно-Сахалинск в 2012 г. по сравнению с осредненными значениями за предшествующий 15-летний период наблюдений. Вертикальными отрезками обозначена величина доверительного интервала ($\pm \sigma$) относительно среднего значения для периода с 1998 по 2011 гг.

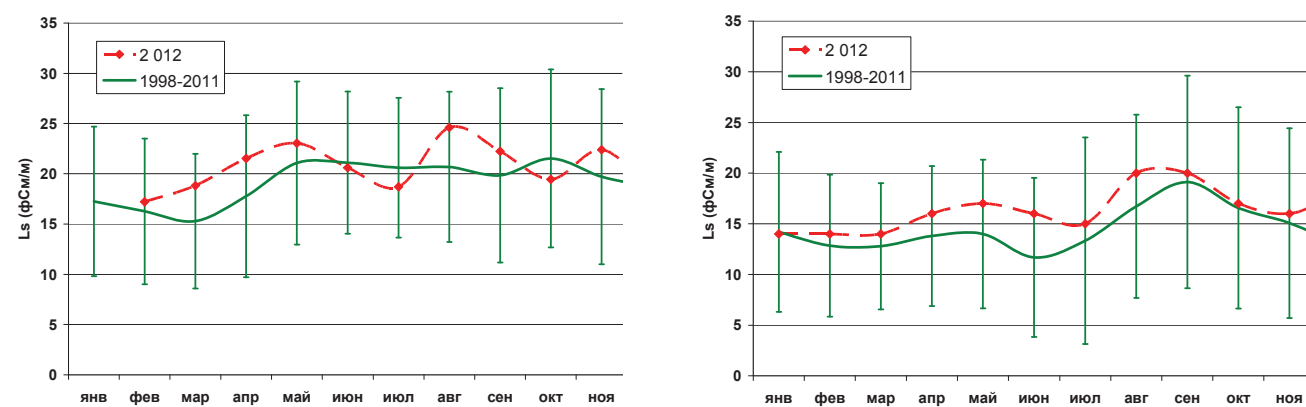


Рис. 1.2.4.2. Годовой ход L_s по станциям (а) Воейково, (б) Иркутск в 2012 г. по сравнению с осредненными значениями за предшествующий 15-летний период наблюдений. Вертикальными отрезками обозначен доверительный интервал ($\pm \sigma$) относительно среднего значения для периода с 1998 по 2011 гг.

Выводы

В 2012 году по сравнению с предшествующим периодом значительных изменений градиента потенциала электрического поля атмосферы на станциях Воейково и Иркутск не произошло.

На станциях Верхнее Дуброво и Южно-Сахалинск имело место увеличение значений V'_r в зимние месяцы, когда происходили сильные снегопады, включая ливневой снег.

В 2012 году среднегодовые значения L_s на станции Воейково остались на уровне 2011 года, на станции Иркутск уменьшились незначительно.

Отмеченная в предыдущем обзоре слабая тенденция возрастания градиента потенциала электрического поля атмосферы V' и удельной суммарной электрической проводимости воздуха L_s на станции Иркутск в 2012 г. не прослеживалась.

1.3. Химический состав атмосферных осадков

1.3.1. Загрязняющие вещества в атмосферных осадках

Тяжелые металлы

В 2012 г. среднегодовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках наблюдались в интервале значений на ЕТР от 1,6 до 8 мкг/л, в Сибири – около 2 мкг/л (табл. 1.3.1.1). Внутригодовой ход концентраций свинца в атмосферных осадках в большинстве случаев характеризуется более высокими значениями в теплое полугодие. На рисунке 1.3.1.1 показан многолетний ход концентраций свинца. На станциях европейской части РФ наблюдается незначительный рост концентраций свинца в атмосферных осадках с 2009 г., на азиатской части РФ явного тренда концентраций не наблюдается.

Концентрации кадмия в осадках практически на всей территории России не превышали 1 мкг/л, за исключением станции Яйлю, где среднегодовая концентрация достигла 1,3 мкг/л (табл. 1.3.1.1).

Среднегодовые концентрации ртути в атмосферных осадках на ЕТР в 2012 г. изменялись от 0,5 в центре до 2,4 мкг/л на юге, что несколько выше прошлогодних значений. В то же время в южных районах Сибири средние концентрации ртути были существенно ниже – менее 0,1 мкг/л (табл. 1.3.1.1).

Среднегодовые концентрации меди в атмосферных осадках на ЕТР изменялись от 5 до 8 мкг/л, за исключением Астраханского БЗ, где среднегодовая концентрация достигла 12 мкг/л. В южных районах Сибири средние концентрации меди были несколько ниже – около 3,2 мкг/л. Значения 2012 года несколько выше прошлогодних, однако лежат в пределах естественной вариабельности ряда.

Полиароматические углеводороды

В 2012 г. среднегодовая концентрация бенз(а)пирена в осадках в фоновых районах ЕТР изменялась от 0,4 до 0,1 нг/л, что на уровне прошлогодних значений, при этом более высокие уровни значений наблюдались в холодное полугодие. В южных районах Сибири средние концентрации бенз(а)пирена также находились на прошлогоднем уровне – 0,7 нг/л (табл. 1.3.1.1).

Пестициды

По данным наблюдений фоновых станций в 2012 г. содержание пестицидов в атмосферных осадках вернулось на крайне низкий уровень прошлых лет. 100% проб γ-ГХЦГ на всех СКФМ были ниже предела обнаружения изомеров, за исключением Приокско-Тerrasного БЗ, где ненулевые значения наблюдались в пробе снежного покрова. Среднегодовые значения суммы изомеров ДДТ не превысили 100 нг/л, что в несколько раз ниже прошлогодних значений (табл. 1.3.1.1).

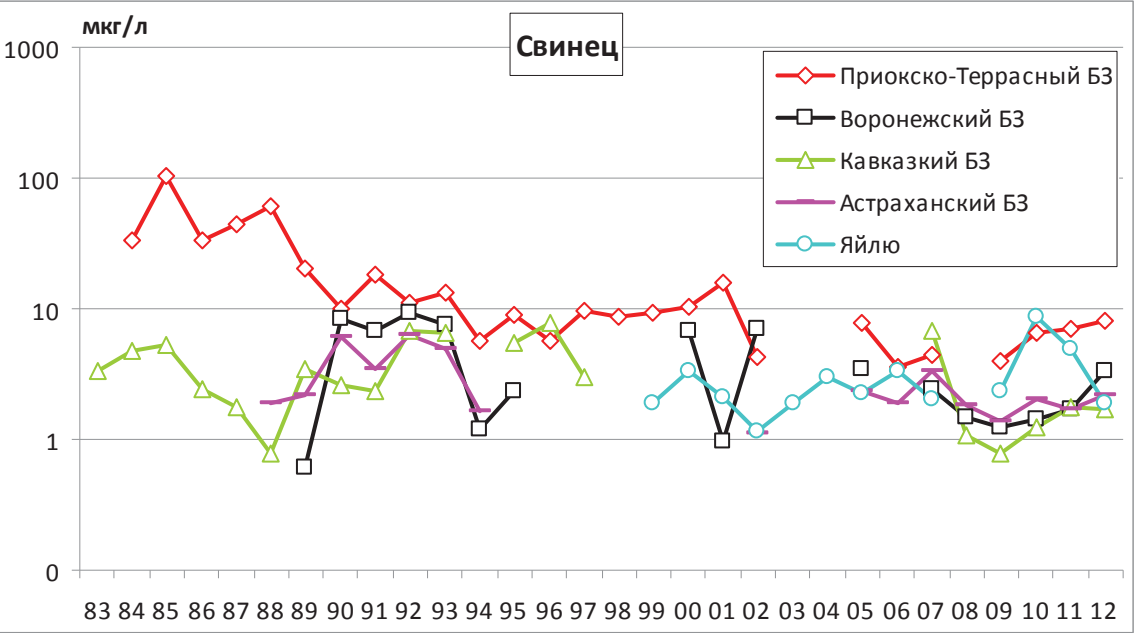


Рис. 1.3.1.1. Изменение содержания свинца в атмосферных осадках фоновых районов в 1983–2012 гг.

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	2012 г.	Диапазон	2012 г.	Диапазон	2012 г.
Кавказский БЗ	1982-2012	0,19-69,0	1,693	0,022-49,0	0,104	0,001-22,4	0,732
Приокско-Тerrasный БЗ	1983-2012	0,2-696,0	8,125	0,009-20,0	0,136	0,01-80,0	0,636
Астраханский БЗ	1987-2012	0,05-91,0	2,181			0,02-376,0	2,389
Воронежский БЗ	1989-2012	0,18-44,2	3,340	0,035-19,0	0,219	0,001-311,0	0,541
Яйлю	1998-2012	0,25-48,0	1,877	0,04-12,5	1,388	0,009-0,97	0,098

Заповедник	Период наблюдений	Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		γ-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2012 г.	Диапазон	2012 г.	Диапазон	2012 г.
Кавказский БЗ	1982-2012	0,05-61,0	1,035	1,01-1811	10,6	0,25-190	нпо*
Приокско-Тerrasный БЗ	1983-2012	0,05-28,0	0,901	1,5-1729	78,7	0,25-12960	2,7
Астраханский БЗ	1987-2012	0,05-22,72	0,460	1,5-994	27,1	0,3-111,0	нпо
Воронежский БЗ	1989-2012	0,05-10,4	0,706	1,5-341	63,4	0,3-40,7	нпо
Яйлю	1998-2012	0,1-14,0	0,719	1-145	38,4	0,1-120	нпо

нпо – значение ниже предела обнаружения

1.3.2. Фоновый уровень ионного состава атмосферных осадков

Изучение состава осадков на сети фоновых станций включено в международную программу Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО, главной задачей которой является контроль над глобальным распространением примесей в атмосфере и оценка тенденции их влияния на климат и биосферу.

В данном разделе рассматриваются данные 10 станций Российской Федерации (РФ), входящих в качестве региональных в состав сети ГСА ВМО. На европейской территории России (ЕТР) расположены 5 станций и 5 станций на азиатской (АТР) территории. На большинстве из них отбираются на химический анализ недельные пробы осадков, на станции Хужир – месячные, а на станции Приморская – единичные, то есть проводится химический анализ каждого выпадения осадков.

Так как пункты расположены в сельской местности, то химический состав осадков (ХСО) представляют оценки величины регионального и глобального фона загрязнения воздуха. Однако содержание компонентов в отдельных измерениях может превышать среднюю за месяц концентрацию примерно в 2–3 раза, что указывает на совершенно иной характер формирования их состава.

Общая характеристика ХСО станций фонового мониторинга. Колебания средней за год минерализации происходят на ЕТР от 6,3 до 12,8 и на АТР – от 5,9 до 11 мг/л (табл. 1.3.2.1), что в основном идентично минимальной сумме ионов по соответствующим регионам. Только на северо-западе месячная минерализация в Усть-Выми (7,3 мг/л) выше суммы ионов по региону (4,2 мг/л). Чаще такие отклонения происходят по отдельным ингредиентам: нитратам, аммонии, натрию, кальцию и калию. В целом независимо от местоположения станции большому количеству осадков соответствуют более низкая сумма ионов и концентрация компонента. Как неоднократно указывалось, в интервал до 15 мг/л – региональный фон минерализации – укладывается более 80% исходной информации. Абсолютные минимальные значения M ограничиваются для обеих территорий, соответственно, величинами 1,7 и 0,63 мг/л с преобладанием средней по ЕТР на 13%.

Общая тенденция в изменении кислотности осадков, оцениваемая по средним за месяц и единичным измерениям, направлена в сторону ее слабого возрастания, за исключением горных станций. Разброс величины рН (в единицах рН) происходит от 0,8 (Хужир) до 2,8–2,9 (Приморская и Терней).

Минимальные средние и наиболее низкие минимальные концентрации сульфатов составляют в Приокско-Террасном БЗ – 1,3 и 0,3 мг/л; абсолютные минимальные в Кавказском БЗ – 0,2 и на Шаджатмазе – 0,1 мг/л. Абсолютные максимальные значения сульфатов (до 10,2 и 11,0 мг/л) характерны для Кавказского БЗ и Усть-Выми. Следующим компонентом в этом ряду стоят

нитраты. В течение последних трех лет их максимальные концентрации находятся примерно в тех же пределах, что и для сульфатов, только с меньшей повторяемостью, а минимальные – близки к пределу аналитического измерения (0,01 мг/л в Усть-Выми). Другая особенность соединений серы и азота состоит в том, что, попадая в осадки главным образом путем растворения газов, они в 60% случаев (из 200 исходных измерений) сохраняют соотношение – большему количеству одного иона соответствует большее содержание другого элемента. Наибольшим размахом (как средних, так и максимальных значений) отличаются гидрокарбонаты: от 0,06 до 54,2 мг/л (Кавказский БЗ).

На всей европейской территории (кроме Шаджатмаза), а также в прибрежных станциях АТР (Терней и Приморская), общее количество выпавшего с осадками вещества возросло с 11 (Усть-Выми) до 36% (Кавказский БЗ). Наибольшее количество веществ в 2012 г. выпало в Кавказском БЗ и на станции Приморская (табл. 1.3.2.2), что было связано с обильными осадками в первом случае (1502 мм) и высоким содержанием компонента – во втором. Кроме Памятного, Приокско-Террасного БЗ и станций с высоким закислением осадков (Приморская и Терней) всюду в выпадениях преобладают гидрокарбонаты, затем сульфаты и нитраты. В сумме эти три иона составляют более 55%.

Для равнинных станций сумма сульфатов и соединений азота всегда превышает количество гидрокарбонатов. Из рассматриваемых в табл. 1.3.2.2 элементов в выпадениях сера преобладает над суммой азота (от 14 до 37%) в Памятной, Туруханске и Терней. Суммарного азота может быть больше в Хужире (19%), на горных станциях на 24% (Шаджатмаз), и в Приокско-Террасном БЗ (на 29%). Преобладание азота аммиачного или нитратного на каждой станции изменяется от года к году, достигая в отдельных случаях 100%.

Урбанизированные осадки на станциях фонового мониторинга. К урбанизированным относятся пробы осадков, обладающие хотя бы одним из признаков: – минерализация больше 15 мг/л; – удельная электропроводность выше 30 мкСм/см; – величина $pH \leq 5,0$. В табл. 1.3.2.3 эти признаки выделены темным фоном. Почти все станции в большей или меньшей степени подвергаются антропогенному воздействию – слабее всего Приокско-Террасный БЗ, Памятная и Хужир.

По компонентам сульфаты преобладают только в Памятной, хлориды в Тернее и нитраты в Приморской. В основном же доминируют гидрокарбонаты, составляя от 21 (Приокско-Террасный БЗ) до 54% (Кавказский БЗ) от максимальной суммы ионов.

Таблица 1.3.2.2

Выпадение с осадками серы, азота и суммы ионов, 2012 г.

Станция	S	N(NO ₃)	N(NH ₄)	Σ N	M	N(H)/N(O)	S/Σ N
	т/км.кв.год						
Усть-Вымь	0,37	0,21	0,23	0,44	6,1	1,11	0,84
Приокско-Террасный БЗ	0,30	0,22	0,20	0,42	4,3	0,90	0,71
Воронежский БЗ	0,41	0,23	0,17	0,40	6,0	0,74	1,03
Кавказский БЗ	0,85	0,44	0,49	0,92	13,9	1,10	0,92
Шаджатмаз	0,28	0,21	0,16	0,37	8,0	0,77	0,76
Памятная	0,27	0,08	0,15	0,24	3,1	1,86	1,14
Туруханск	0,22	0,08	0,10	0,18	3,3	1,23	1,25
Хужир	0,08	0,03	0,07	0,10	1,3	2,05	0,81
Приморская	1,04	0,54	0,56	1,10	10,4	1,05	0,94
Терней (Сихотэ-Алинский БЗ)	0,52	0,24	0,13	0,38	6,5	0,55	1,37

Абсолютные максимальные значения по минерализации достигают на ЕТР 101,2 мг/л (Кавказский БЗ) и на АТР – 97,3 мг/л (Приморская) (таблица 1.3.2.3).

Самым важным показателем антропогенного влияния на ХСО остается величина рН, ее повторяемость и направленность изменений. Причем осадки с величиной рН меньше 5,0 представляют особую опасность для окружающей природной среды в период их выпадения. С этой точки зрения наблюдения за ХСО на станции Приморская имеют особую ценность.

Таблица 1.3.2.3

Абсолютные максимальные концентрации компонентов и минимальная величина рН в осадках на станциях ГСА, 2012 г.

Станция	SO ₄	Cl	NO ₃	HCO ₃	NH ₄	Na	K	Ca	Mg	M	pH	χ мкСм/ см,
	мг/л											
Усть-Вымь	11,0	2,8	8,3	13,1	2,8	3,5	0,6	5,3	0,8	48,1	5,0	81
Приокско-Террасный БЗ	3,5	3,0	3,0	4,2	1,0	0,7	0,3	4,5	0,4	20,5	5,0	21
Воронежский БЗ	9,7	11,1	8,6	38,5	2,1	7,1	9,9	8,0	1,8	96,7	5,1	102
Кавказский БЗ	10,2	2,6	5,5	54,2	5,2	2,3	2,7	17,5	1,0	101,2	5,1	151
Шаджатмаз	8,0	2,5	5,3	21,4	2,8	2,0	0,8	3,7	0,9	47,4	6,1	63
Памятная	6,4	2,7	2,4	4,6	1,6	2,1	1,0	1,2	0,5	22,3	5,0	29
Туруханск	5,2	3,3	2,8	8,2	2,4	2,1	3,8	1,8	1,3	30,8	5,5	74
Хужир	4,7	1,2	1,8	6,5	2,6	0,8	0,6	1,4	2,0	21,6	5,8	52
Приморская	19,0	10,4	25,2	13,9	4,6	7,5	2,5	11,7	2,7	97,3	3,9	242
Терней	6,0	12,0	6,0	2,5	1,9	6,0	0,8	1,9	1,1	38,2	4,2	130

На рис. 1.3.2.1 приводится повторяемость ситуаций, представленных в табл. 1.3.2.3. Наименьшая вероятность (менее 5%) антропогенного воздействия на осадки по всем трем компонентам (минерализации, удельной электропроводности и величине рН) приходится на Приокско-Террасный БЗ.

Среднезвешенные за год концентрации ионов в осадках на станциях фонового мониторинга, 2012 год

Таблица 1.3.2.1

Станция	q, мм	мг/л											рН			χ мкСм/см
		SO ₄	Cl	NO ₃	HCO ₃	NH ₄	Na	K	Ca	Mg	Zn	M	рН _{макс}	рН _{ср}	рН _{мин}	
Усть-Вымь	834,5	1,35	0,74	1,12	1,95	0,36	0,58	0,21	0,78	0,17	0,03	7,3	5,0	6,0	7,3	18
Приокско-Террасный БЗ	687,1	1,30	0,64	1,43	1,11	0,37	0,29	0,17	0,78	0,16	0,01	6,3	5,0	5,8	6,6	12
Воронежский БЗ	485,5	2,79	1,28	2,31	3,08	0,48	0,89	1,00	1,25	0,30	0,03	13,4	5,1	5,8	6,9	25
Кавказский БЗ	1501,9	1,70	0,63	1,29	3,03	0,42	0,32	0,25	1,40	0,18	0,04	9,3	5,1	6,2	7,4	21
Шаджатмаз	628,2	1,34	1,03	1,47	5,38	0,33	0,57	0,32	1,88	0,45	0,03	12,8	5,1	6,6	7,1	27
Памятная	303,2	2,67	1,25	1,21	2,18	0,66	0,87	0,44	0,77	0,26	0,03	10,3	5,0	6,0	6,6	20
Туруханск	470,1	1,42	0,75	0,75	2,24	0,27	0,51	0,35	0,41	0,40	-	7,1	5,5	6,2	6,9	17
Хужир	181,8	1,39	0,55	0,83	2,69	0,49	0,32	0,28	0,47	0,37	-	7,4	5,8	6,3	6,6	22
Приморская	938,3	3,32	1,47	2,54	0,61	0,77	0,82	0,34	0,92	0,21	0,04	11,0	3,9	5,3	6,8	53
Терней	1104,6	1,41	1,71	0,98	0,04	0,16	0,87	0,18	0,41	0,11	0,02	5,9	4,2	5,2	7,0	25

Наиболее кислые осадки выпадают на станциях Приморская, где $[H^+] = 126$ мкг/л, и Терней с $[H^+] = 63$ мкг/л при средней из минимальных значений около 6 мкг/л. Вероятность этого события по наблюдениям за прошедший год составляет 42% – в первом и 28% – во втором случае.

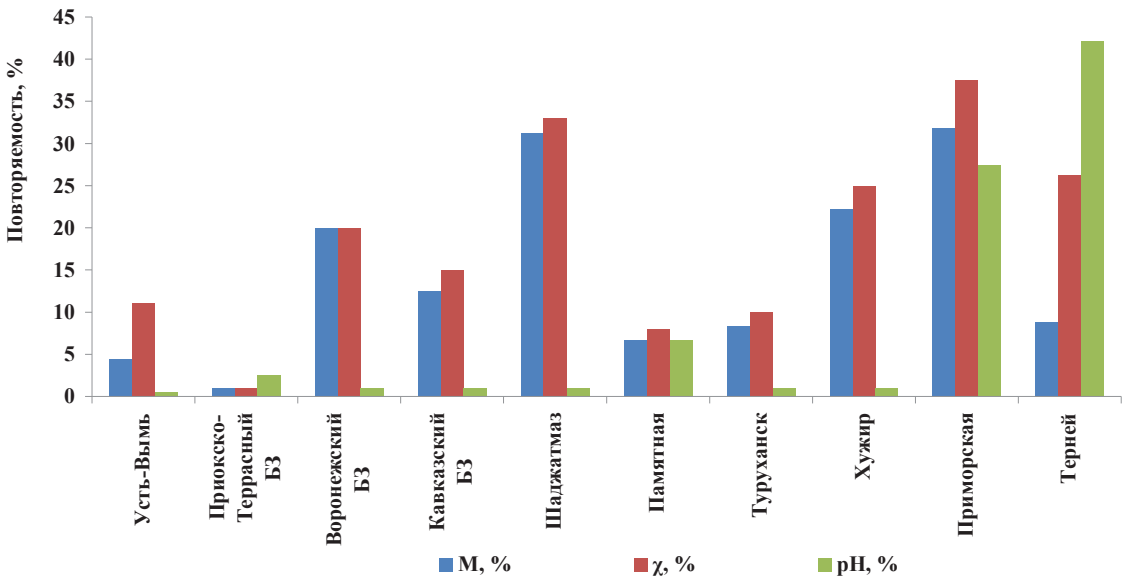


Рис. 1.3.2.1. Повторяемость максимальных (урбанизированных) значений минерализации М, удельной электропроводности χ и величины рН по всем исходным данным за 2012 г.

К наиболее чувствительным показателям антропогенности осадков следует отнести их удельную электропроводность, поскольку проводимость определяется совместным действием суммы ионов и кислотности растворов. Максимальная повторяемость проводимости на ЕТР не превышает 35%, в основном за счет минерализации, а на АТР – достигает 42% под влиянием обоих факторов. На рис. 1.3.2.2 для каждого пункта приводится по месяцам (январь-декабрь) распределение величины удельной электропроводности, значения которой, расположенные ниже горизонтальной черты, соответствуют региональному фону. Сезонный ход проводимости χ остается неопределенным.

Последние 6 лет общий размах отклонений единичных значений кислотности составляет чуть более 10 раз ($5,0 \leq pH \leq 6,1$). Величина абсолютно минимальных значений рН продолжает слабо возрастать только в Воронежском БЗ, имея скорость около 0,1 ед. рН за год с коэффициентом аппроксимации около 70%. На остальных станциях она остается практически неизменной (рис. 1.3.2.3).

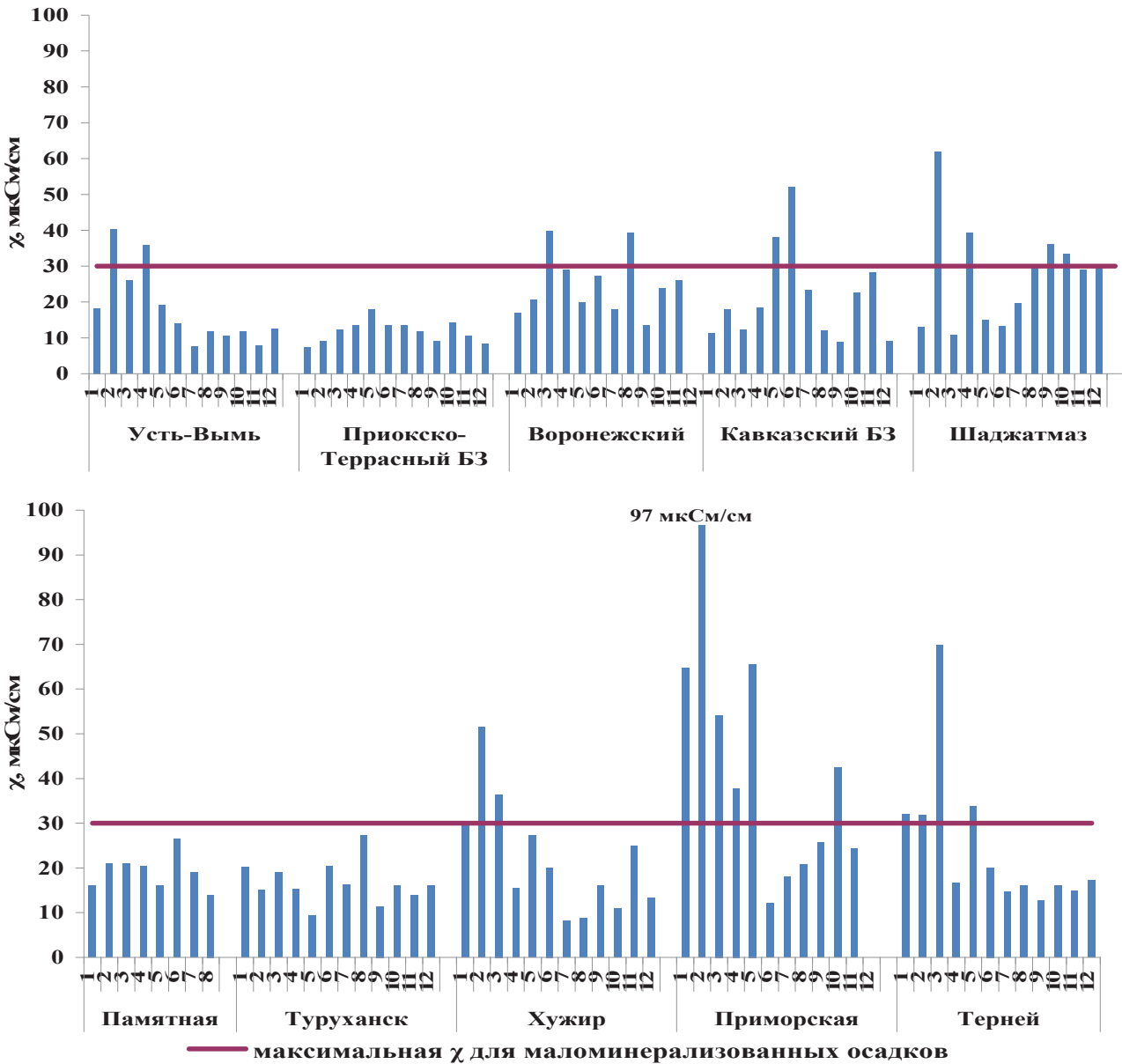


Рис. 1.3.2.2. Распределение по станциям средней за месяц величины удельной электропроводности, 2012 г.

Характерно, что в 2001 г. минимальное значение рН осадков в Сихотэ-Алинском БЗ (Терней) составляло 4,8. Ежегодно кислотность увеличивалась примерно на 0,2 единицы рН и достигла в 2004 г значения рН=4,2. С тех пор она колеблется в пределах 0,23 единиц рН, что для кислых осадков составляет довольно значительную величину – 82 мкг/л.

Общая направленность изменений минимальной величины рН приблизительно соответствует тенденции средних характеристик. Так, из данных табл. 1.3.2.1 (исключив значения для станции Шаджатмаз) получим:

$$pH_{мин.} = 1,4 \cdot pH_{сред.} - 3,2 \text{ с коэффициентом аппроксимации } 86\%.$$

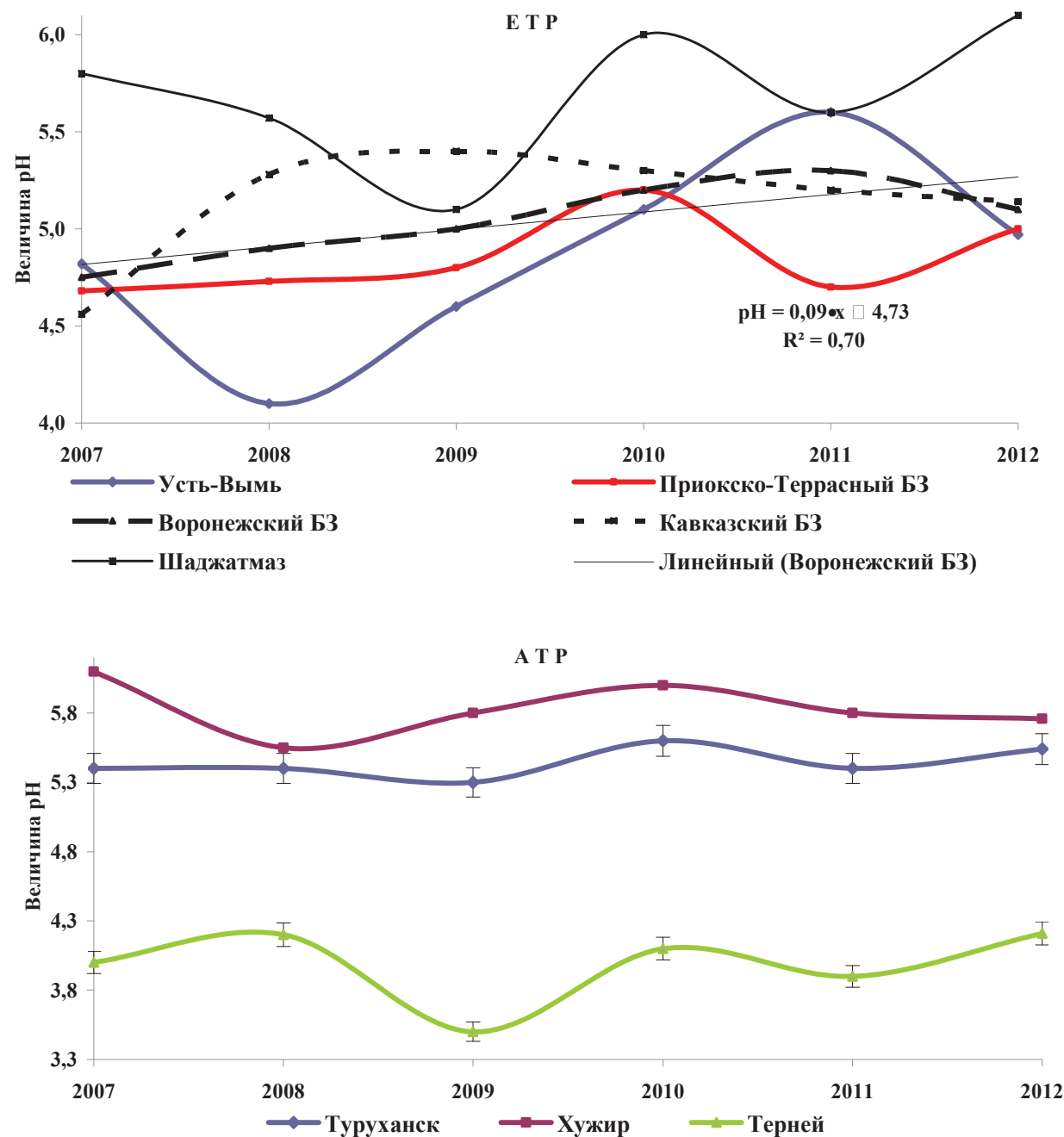


Рис. 1.3.2.3. Ход изменений абсолютно минимальной величины pH осадков на станциях ЕТР и АТР

В заключение отметим, что наиболее доступным и дешевым способом оценки степени урбанизации территорий следует признать измерение величины удельной электропроводности осадков χ , а при сумме осадков менее 0,5 мм – это единственный способ узнать их минерализацию М.

Сумма ионов, определяющая электропроводность растворов, аппроксимируется выражением: $M = 0,54 \cdot \chi - 1,74$ ($R^2=0,96$ по всем исходным данным за 2012 г., $n=275$).

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

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

По данным измерений в 2012 г. содержание диоксида серы преобладало среди газовых примесей в воздухе на станциях ЕАНЕТ (рис. 1.4.1), кроме станции Монды, где концентрации аммиака несколько выше остальных газов как в среднем за год, так и в отдельные сезоны. На станции Приморская среднегодовое содержание аммиака и диоксида серы оставалось на в пределах колебаний предыдущих пяти лет, при этом уровень концентраций SO_2 в Приморье наблюдался ниже, чем в районе озера Байкал. Среднемесячные концентрации SO_2 в 2012 г. на фоновом уровне (ст. Монды) регистрировались в интервале от 0,01 до 2,5 мкг/м³, уменьшаясь от зимы к лету в 5–10 раз.

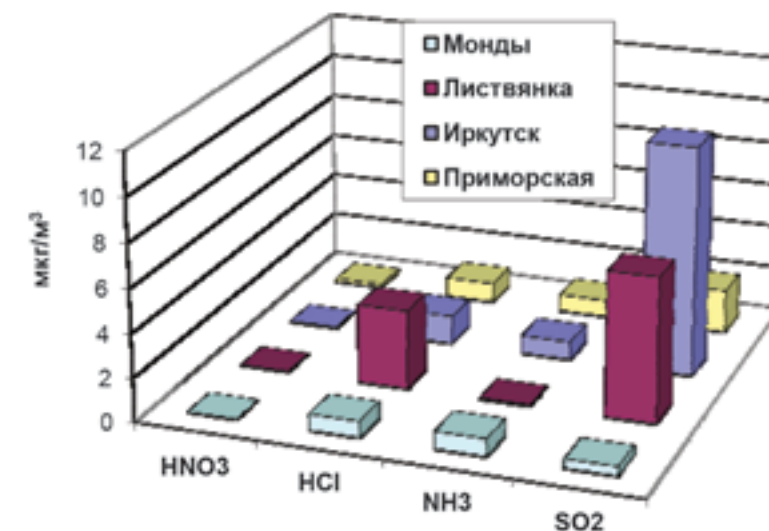


Рис. 1.4.1. Среднегодовое содержание газовых примесей в воздухе по данным измерений на станциях ЕАНЕТ в 2012 г. (мкг/м³)

На всех станциях ЕАНЕТ наибольшие массовые концентрации характерны для сульфатов – около 50–70% 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 содержание как SO_4^{2-} , так и других соединений в воздухе на ст. Листвянка зимой в 5 и более раз превышает фоновые уровни загрязнения на ст. Монды. Концентрации аммония в аэрозолях в Приморском крае продолжают оставаться выше, чем в регионе Байкала. Среди катионов на региональных станциях большой вклад в 2012 г. приходится на ионы аммония (от 12 до 16% по массе зимой и 5–13% в летние месяцы), содержание кальция и калия составляло летом от 6 до 14%.

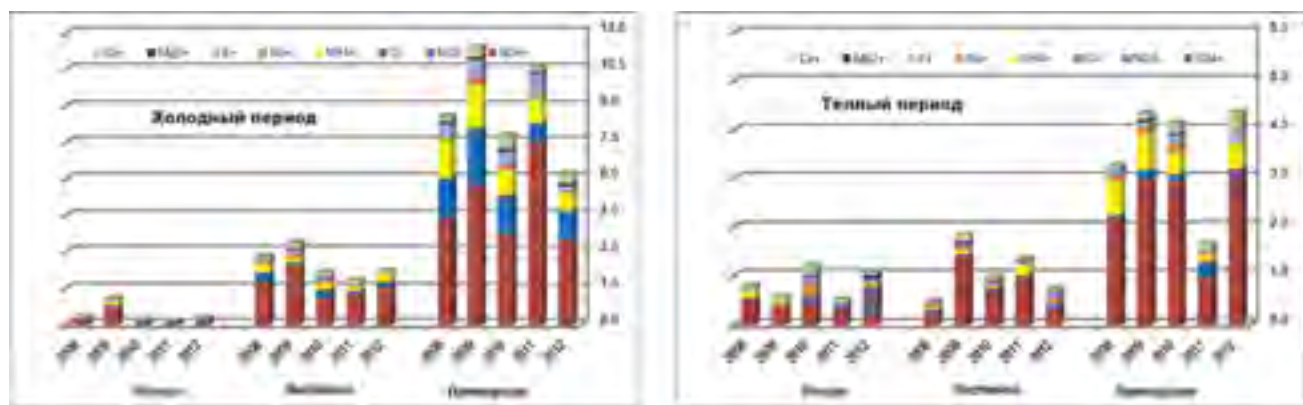


Рис. 1.4.2. Химический состав аэрозолей на станциях ЕАНЕТ в зимний (слева) и летний (справа) период по наблюдениям в 2012 году

Многолетние наблюдения показывают, что содержание аэрозольных сульфатов и аммония в воздухе на ст. Монды наиболее низкое в зимне-весенние месяцы. В годовом ходе сульфатов на остальных станциях хорошо прослеживается максимум в зимний период. В целом в 2012 г. среднемесячные концентрации в районе оз. Байкал были на уровне многолетних характерных значений, а в Приморье зимой – значительно ниже, чем в предыдущие годы, с уменьшением разницы между сезонами до менее чем в 1,5 раза (в 2011 г. она составила почти 2–5 раз).

В многолетнем ходе средних концентраций серо- и азотсодержащих веществ в воздухе отмечается некоторое уменьшение среднегодовых значений на всех станциях по сравнению с 2010–2011 гг. (рис. 1.4.3.).

По наблюдениям за загрязнением осадков в течение 2012 г., как и ранее, на региональном уровне более высокое содержание сульфатов и азотных соединений в осадках характерно в холодный период при более высоких концентрациях на Дальнем Востоке. В регионе оз. Байкал (ст. Листвянка) отмечается более высокое содержание кальция. Сезонные изменения выпадений основных кислотообразующих ионов определяются в основном годовым ходом осадков: на ст. Листвянка максимальные потоки сульфатов и нитратов в 2012 г. отмечены в мае-июне (более $0,15 \text{ г/м}^2$ и около $0,07 \text{ г/м}^2$, соответственно); в осенние-зимние месяцы влажные выпадения не превышали $0,01\text{--}0,04 \text{ г/м}^2$ в месяц, несмотря на относительно высокие концентраций их в осадках (рис. 1.4.4).

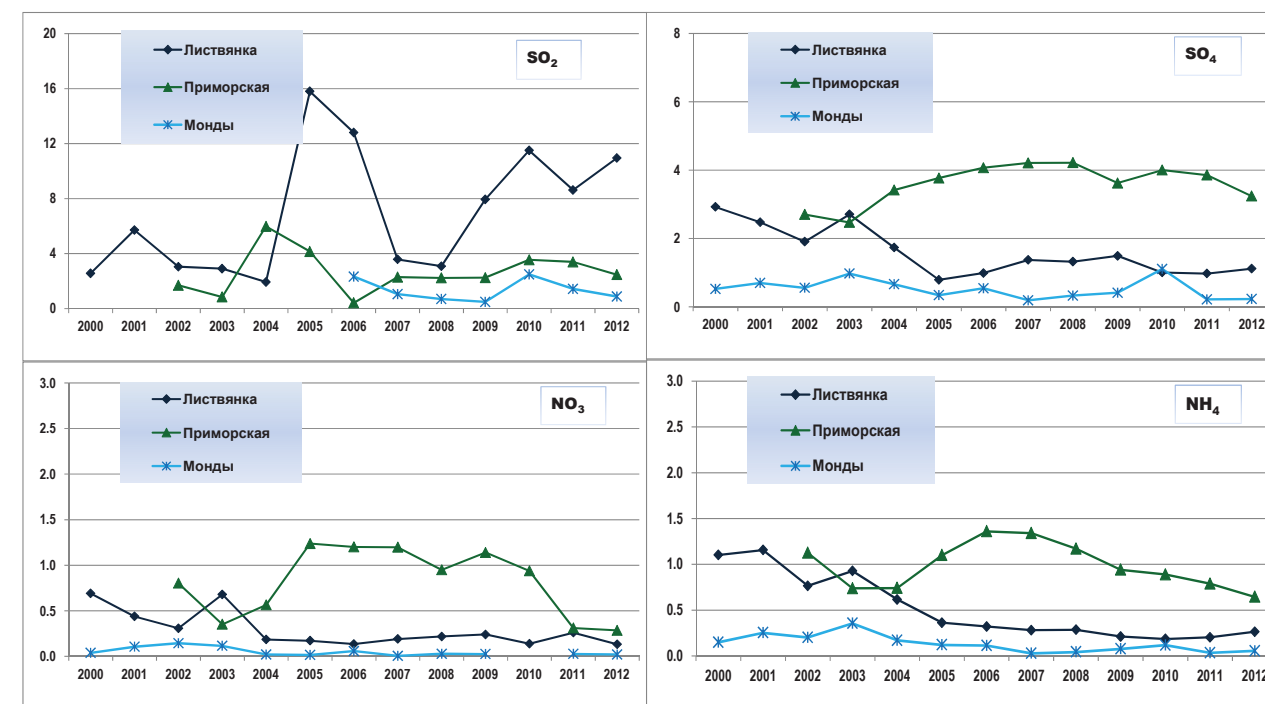


Рис. 1.4.3. Изменения средних годовых концентрации соединений серы (верхний ряд) и азота (нижний ряд) в воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг/м^3)

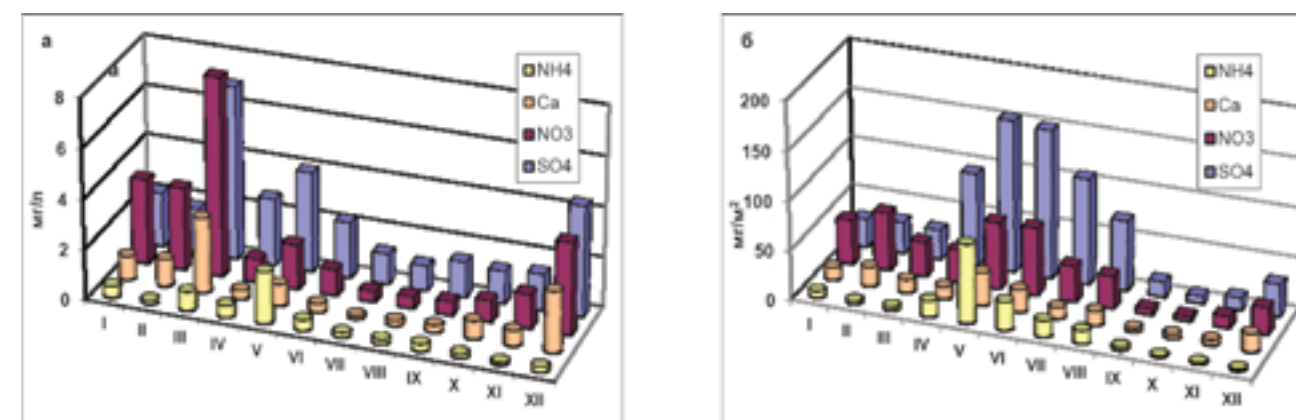


Рис. 1.4.4. Годовой ход концентраций (а) и выпадений (б) основных кислотообразующих ионов с осадками в регионе оз. Байкал (ст. Листвянка) в 2012 году

Анализ пространственного распределения влажных выпадений соединений серы и азота, по данным мониторинга на территории Приморского края, показывает, что уровень годовых выпадений связан как с возможным трансграничным загрязнением, так и с условиями расположения места наблюдения: среди станций, расположенных в общем направлении с запада на восток, более высокие влажные выпадения регистрируются на городских станциях ближе к государственной границе (рис. 1.4.5). По мере удаления от границы крупных городов и сельскохозяйственных районов отмечается заметное уменьшение потоков как общей суммы азота, так и его соединений в теплые и холодные полугодия.

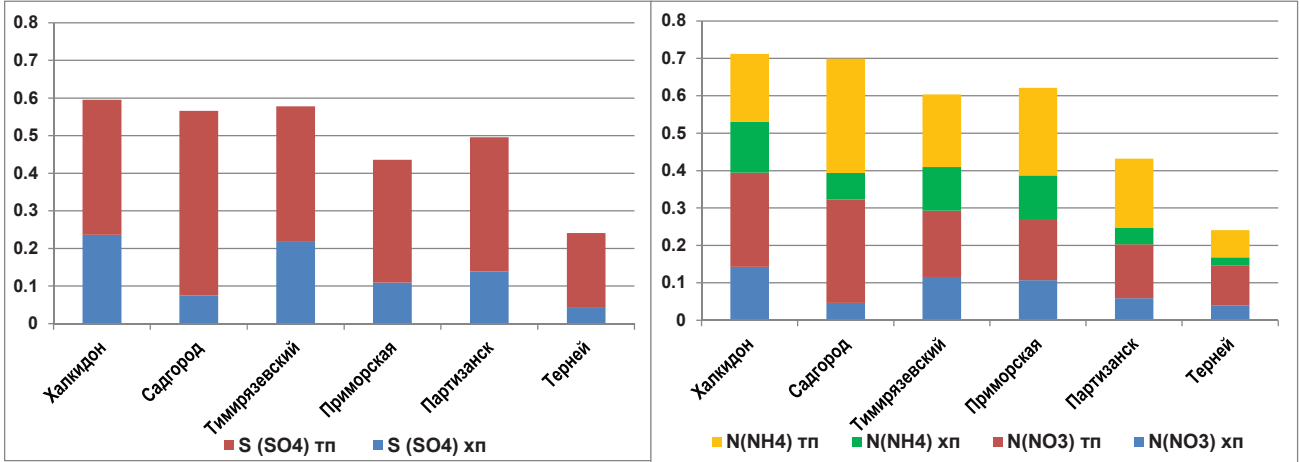


Рис. 1.4.5. Выпадения серы (а) и азота (б) с осадками в Приморском крае в 2012 году

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 (табл. 1.4.1).

Таблица 1.4.1

Сравнение суммарных выпадений серы и азота с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2008–2012 гг. и критических нагрузок, используемых в ЕМЕП, г/м²/год

Станция	Влажные выпадения (в единицах элемента) (в скобках – среднее за 5 лет)			Критические нагрузки (ЕМЕП)	
	S (SO ₄)	N (NO ₃)	N (NH ₄)	S _{CL}	N _{CL}
Монды	<0,01-0,20 (0,07)	0,004-0,02 (0,010)	0,006-0,04 (0,020)	0,32-0,64	< 0,28
Листвянка	0,22-0,62 (0,37)	0,032-0,10 (0,074)	0,036-0,16 (0,097)	1,6-2,4	0,56-0,98
Приморская	0,44-0,78 (0,57)	0,20-0,33 (0,25)	0,31-0,58 (0,41)	1,6-2,4	0,56-0,98

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.

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

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

Традиционно наибольший интерес проявляется к степени закисления атмосферных осадков. Кислотность атмосферных осадков определяется концентрацией свободных ионов водорода, которая зависит от соотношения закисляющих и нейтрализующих анионов и катионов. Это соотношение определяется как природными, так и антропогенными факторами. В различных районах земного шара степень кислотности атмосферных осадков, выраженная величиной рН, варьируется 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<рН<5), на нейтральные (5<рН<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. Таблица 1.5.1 дает представление о частотном распределении осадков в различных диапазонах кислотности. Очень кислые осадки (рН < 3) не выпадали ни разу за весь период наблюдений.

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

Таблица 1.5.1

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

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

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

Величины выпадений основных ионов с атмосферными осадками не постоянны год от года. В одной точке пространства долгопериодные вариации определяются неравномерностью выпадений самих осадков (количество осадков год от года может варьироваться 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 2012 г. составляла 0,29 мгS/л, на ст. Янискоски – 0,31 мгS/л, на ст. «Пинега» – 0,40 мгS/л, на ст. Данки – 0,38 мгS/л.

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

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

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

Наиболее высокая концентрация нитратов и ионов аммония в осадках наблюдается в холодный период года, что соответствует сезонной изменчивости концентраций окислов азота в атмосферном воздухе и указывает на важную роль антропогенных источников в формировании уровней содержания нитратов в осадках. Количество в атмосфере окисленных серы и азота во многом определяется действием отопительных систем в холодный период года, тогда как аммонийный азот в большей степени поступает в атмосферу в теплый период года.

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

На рисунке 1.5.2 показано, как изменялись среднегодовые значения выпадений серы из атмосферы с осадками на российских станциях ЕМЕП. Для каждой станции по точкам проведена линия линейного тренда. Из рисунка следует, что вариации год от года относительно велики, однако это не мешает увидеть долговременные закономерности для ряда лет. Можно констатировать, что за период действия Гетеборгского протокола величины выпадений для 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. 1.5.3. Из рисунка следует, что в целом российские станции ЕМЕП фиксируют рост выпадений азота. Темп этого роста закономерно меняется от станции к станции, что может быть, как и ранее, объяснено незначительностью статистического материала при высокой межгодовой вариабельности значений.

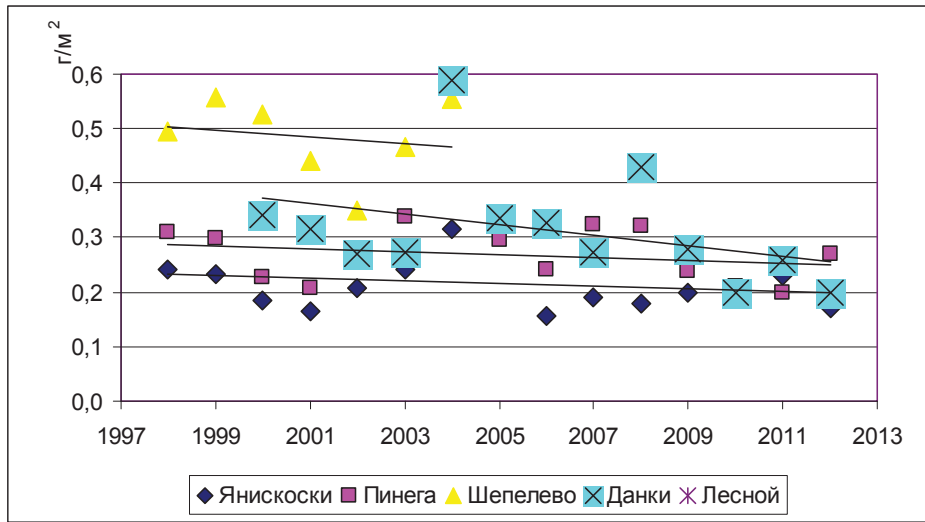


Рис. 1.5.1. Среднегодовые выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками, г S/м²/год

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

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

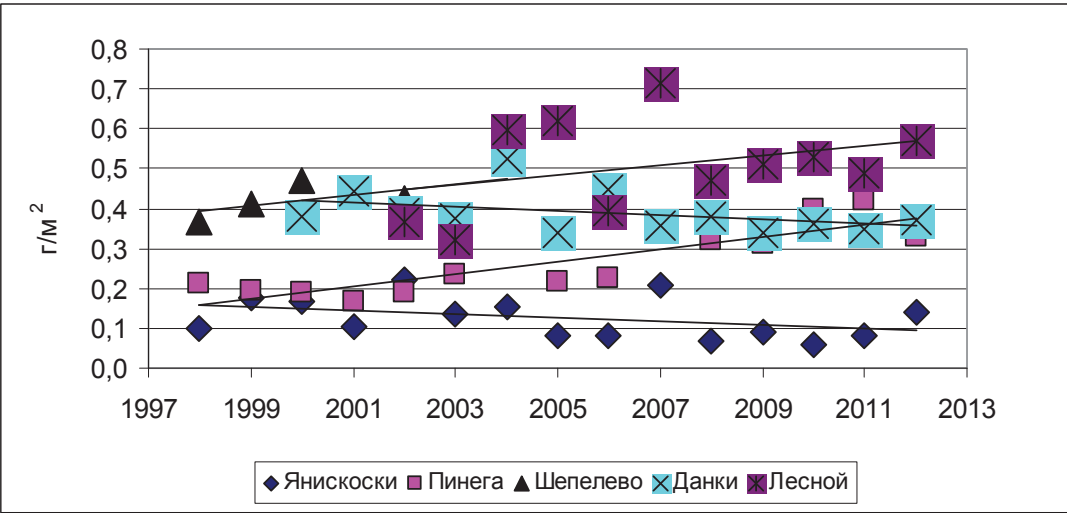


Рис. 1.5.2. Среднегодовые выпадения суммы нитратного и аммонийного азота из атмосферы с осадками, г N/м²/год

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

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

Таблица 1.5.2

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

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

На основе данных таблицы 1.5.2 можно сделать вывод, что выпадения серы лишь в районе северных станции (Пинега, Янискоски) сравнимы с критическими величинами. В случае азота выпадения близки или даже превышают критические значения для центральной части рассматриваемого региона. Это весьма тревожный симптом, особенно с учетом того обстоятельства, что выпадения азота с осадками год от года растут.

2. ПОЧВА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

2.1. Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности

Концентрирование загрязняющих веществ на тонкодисперсных аэрозолях и их рассеяние в высоких слоях атмосферы с последующим выпадением на почвенно-растительный покров при гравитационном осаждении и с атмосферными осадками определяет поступление поллютантов даже в районах, удаленных от источников загрязнения на значительные расстояния. В составе приоритетных экотоксикантов, формирующих спектр фонового загрязнения наземных экосистем, преобладают соединения тяжелых металлов и стойкие органические загрязнители, представителями которых могут служить бенз(а)пирен, а также хлорорганические пестициды. В этой связи контролю содержания данных загрязняющих веществ в почвах и растительности в районах размещения СКФМ на территории ряда биосферных заповедников России уделяется первоочередное внимание.

Содержание загрязняющих веществ в почвах

По результатам обследования 2012 г., содержание тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в почвах районов размещения СКФМ находится в пределах интервалов среднемноголетних значений (табл. 2.1.1). В целях развития сети комплексного фонового мониторинга и создания новых станций в 2011–2012 гг. проведены комплексные обследования состояния загрязнения биосферных заповедников «Волжско-Камский», «Командорский» и национального парка (биосферного резервата) «Смоленское Поозерье». Результаты приведены в таблицах ниже вместе с данными о загрязнении почв и растительности на СКФМ.

Как и в 2011 г., максимальные уровни содержания соединений свинца, пестицидов ДДТ (по сумме с метаболитами) и γ-ГХГЦ отмечаются в почвах Воронежского БЗ (29 мг/кг, 58 мкг/кг и 2,9 мкг/кг, соответственно); кадмия, ртути и бенз(а)пирена в почвах Центрально-Лесного БЗ (0,63 мг/кг, 0,11 мг/кг и 22,1 мкг/кг, соответственно); меди в почвах Приокско-Террасного БЗ (57,5 мг/кг).

Сопоставление текущих показателей состояния почв СКФМ с нормативными величинами ПДК (ОДК) для загрязняющих веществ выявляет значимый антропогенный прессинг на компоненты окружающей среды Центрального федерального округа. В почвах Приокско-Террасного БЗ отмечено загрязнение соединениями меди низкого уровня (1,0 ОДК), в почвах Воронежского БЗ к предельно допустимым приближаются концентрации соединений свинца и бенз(а)пирена (по 0,9 ПДК). В почвах СКФМ остальных регионов содержание загрязняющих веществ соответствует допустимому уровню 0,2–0,6 ПДК (ОДК) и менее, отражая при этом особенности регионального фона.

Таблица 2.1.1
Фоновое загрязнение почв по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга на период до 2012 г.

Заповедник/ ООПТ	Почвы опробования	Период наблде- ний	Свинец, мг/кг		Кадмий , мг/кг	Ртуть, мг/кг	Медь, мг/кг		Бенз (а)пирен, мкг/кг		Сумма- ДДТ, мкг/кг		γ-ГХГЦ, мкг/кг		
			2012 г.	Диапазон			2012 г.	Диапазон	2012 г.	Диапазон	2012 г.	Диапазон	2012 г.	Диапазон	2012 г.
Ц е н т р а л ь н ы й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г															
НПСмоленское поозерье	Дерново - подзолистые , болотно - подзолистые	2010-2012	8,8	3,7-19,0	0,12-0,50	0,26	-	2,2-21,0	11,9	0,2-1,20	0,2	<0,5-48	21	<0,2-5,2	4,5
	Дерново - подзолистые	1988-1995	10,5*	0,2-23,0	0,04-15,00	0,63*	0,007-036	-	-	2,9-54,00	22,1*	-	-	-	-
	Дерново - подзолистые	1984-2011	12,0*	0,6-28,3	0,01-1,90	0,07*	0,007-0,34	-	57,5*	0,2-32,5	0,2*	<0,5-56	11,6*	<0,2-3,9	1,1*
	Боровые пески , аллювиальные болотные почвы	1999-2010	29,0*	1,3-29,0	0,03-0,50	0,21*	-	-	-	0,2-18,1	18,1*	<0,5-58	58*	<0,2-8,7	2,9*
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	1988-2011	2,7*	1,5-14,0	0,04-10,60	0,12*	0,004- 0,080	-	-	2,8-10,1	3,6*	<0,5-72	12,6*	<0,2-5,4	1,3*
Кавказский БЗ	Горные бурые лесные – горно -луговые	1982-2011	23,0*	0,5-181,0	0,03-1,70	0,11*	0,006- 0,200	-	-	0,05-48,7	1,3*	<0,5-32	22,4*	0,2-5,6	2,1*
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	2012	4,1	4,1-10,3	0,19-0,46	0,19	-	7,5-13,2	13,2	0,14-0,21	17,5	14-19	17	1,6-2,0	1,8
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 Дерново - подзолистые , черноземовид- ные - горно - луговые – горно - лесные	1982-2004	3,5*	0,5-29,5	0,01-1,60	0,10*	0,050- 0,500	-	-	0,6-5,1	1,8*	<0,5-25	3*	-	-
Алтайский БЗ (Яйлю)		1999-2011	8,7*	1,8-17,0	0,04-0,50	0,50*	0,040- 0,200	6,1-57,0	7,4*	0,1-3,7	0,5*	<0,5-84	35,8*	<0,2-1,7	0,9*
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 БЗ	(дерновые субарктические и подбурь)	2011	5,2*	-	-	0,17*	-	-	10,4*	-	0,34*	-	36,0*	-	1,1*

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

Средние концентрации соединений тяжелых металлов и бенз(а)пирена в поверхностном слое почв биосферных заповедников, размещенных на европейской части России, в целом выше, чем в почвах биосферных заповедников азиатской части страны (табл. 2.1.2). Особенно ярко преобладание общего антропогенного прессинга на почвы в европейской части России отмечается по среднему уровню накопления в них бенз(а)пирена (в 4,8 раз), соединений меди (в 3,0 раз), свинца (в 2,0 раза) и ртути (в 1,4 раза).

Таблица 2.1.2.

Характеристики варьирования содержания загрязняющих веществ в почвах станций комплексного фонового мониторинга в 2011–2012 гг.							
Показатель	Свинец, мг/кг	Кадмий, мг/кг	Ртуть, мг/кг	Медь, мг/кг	Бенз (а)пирен, мкг/кг	Сумма - ДДТ, мкг/кг	γ-ГХГЦ, мкг/кг
В с е С К Ф М							
Среднее	11,4	0,3	0,1	18,7	6,1	22,5	0,9
Минимум	2,7	0,07	0,0	7,4	0,1	1,8	0,1
Максимум	29,0	0,6	0,1	57,5	22,1	58,0	2,9
Коэффициент вариации, %	74	65	42	117	133	84	106
С К Ф М европейской территории России							
Среднее	12,9	0,26	0,09	27,5	8,3	22,2	1,1
Минимум	2,7	0,07	0,06	11,9	0,1	1,8	0,1
Максимум	29,0	0,63	0,11	57,5	22,1	58,0	2,9
Коэффициент вариации, %	75	70	29	94	115	99	101
С К Ф М азиатской территории России							
Среднее	5,8	0,3	0,1	8,2	1,9	22,9	0,5
Минимум	3,5	0,1	0,0	7,4	0,2	3,0	0,1
Максимум	8,7	0,5	0,1	9,0	3,7	36,0	1,1
Коэффициент вариации, %	46	81	76	14	92	75	113

Содержание загрязняющих веществ в растительности

По результатам обследования в 2011–2012 гг., содержание тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в вегетативных органах древесной и травянистой растительности районов размещения СКФМ находится в пределах интервалов среднеголетних значений (табл. 2.1.3). При этом максимальные уровни содержания соединений свинца и меди (7,4 мг/кг и 107,8 мкг/кг, соответственно) отмечаются в листе ясеня в Астраханском БЗ, соединений кадмия (4,0 мг/кг) – в листьях ежевики в Астраханском БЗ; максимальные уровни содержания бенз(а)пирена (5,6 мкг/кг) зафиксированы в напочвенной травянистой растительности в Центрально-Лесном БЗ, остаточных количеств ДДТ и его метаболитов (84,1 мкг/кг), а также γ-ГХГЦ (4,9 мкг/кг) – в разнотравном напочвенном покрове лесов Воронежского БЗ.

Сопоставление концентраций загрязняющих веществ в растительности древесного (листва и хвоя), травянистого и мохового ярусов на СКФМ в 2012 г. (рис. 2.1.1) выявило избирательность биологического потребления в зависимости от жизненной формы растений. Так, соединения свинца и кадмия накапливаются преимущественно в моховом покрове; соединения меди, а также ДДТ и его метаболитов – в вегетирующих частях древесных растений; аккумуляция γ-ГХГЦ и отчасти бенз(а)пирена более выражена в травянистой растительности напочвенного покрова.

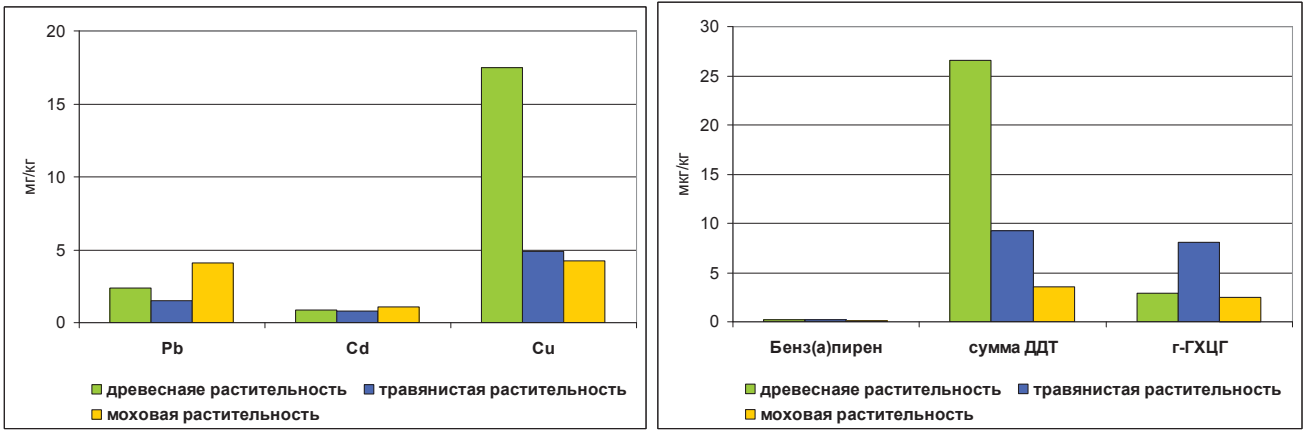


Рис. 2.1.1. Содержание загрязняющих веществ в растительности древесного, травянистого и мохового ярусов станций комплексного фонового мониторинга в 2012 г.

Средние концентрации соединений тяжелых металлов и пестицида γ-ГХГЦ в растительности районов размещения СКФМ на европейской части России, в целом в 2–3 раза выше, чем в растительности СКФМ, расположенных в азиатской части страны (табл. 2.1.3.). В то же время в растительности фоновых территорий азиатской части России отмечается несколько более высокое содержание бенз(а)пирена.

Таблица 2.1.4

Характеристика варьирования содержания загрязняющих веществ в растительности станций комплексного фонового мониторинга в 2012 г.

Показатель	Свинец, мг/кг	Кадмий, мг/кг	Медь, г/кг	Бенз (а)пирен, мкг/кг	Сумма -ДДТ, мкг/кг	γ-ГХГЦ, мкг/кг
В с е С К Ф М						
Среднее	2,3	0,8	12,8	0,7	16,5	5,7
Минимум	0,3	0,0	0,9	0,0	0,1	0,1
Максимум	7,4	4,0	107,0	5,6	84,1	59,4
Коэффициент вариации, %	81	120	205	228	165	255
С К Ф М европейской территории России						
Среднее	2,5	0,94	13,4	0,5	14,2	2,7
Минимум	0,3	0,20	0,9	0,0	0,1	0,1
Максимум	7,4	4,00	107,0	5,6	84,1	4,9
Коэффициент вариации, %	77	110	202	277	187	255
С К Ф М азиатской территории России						
Среднее	1,0	0,1	5,3	1,3	34,3	0,7
Минимум	0,5	0,0	4,0	0,1	17,2	-
Максимум	1,3	0,3	6,6	3,6	51,4	-
Коэффициент вариации, %	42	97	35	151	71	-

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

Организации наблюдательной сети (ОНС) Росгидромета для сравнения уровней загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) вблизи источников промышленных выбросов с фоновыми массовыми долями соответствующих химических веществ ежегодно проводят отбор проб почв в фоновых районах, прилегающих к техногенным. В почвах определяют массовые доли валовых (в), кислоторастворимых (к), подвижных (п), водорастворимых (вод) форм тяжелых металлов (ТМ), нефти и нефтепродуктов (НП), фтора, сульфатов и др.

Значения фоновых массовых долей ингредиентов в почвах предоставляют в ежегодниках загрязнения почв ТПП территории деятельности УГМС. Каждое лето отбирают от 1 до 10 объединенных проб почв в фоновых районах. В табл. 2.2.1–2.2.5 приведены значения фоновых массовых долей ТПП в почвах, предоставленные ОНС в ежегодниках для почв населенных пунктов, в которых проводили наблюдения за загрязнением их ТПП в 2012 году и (или) за весь период наблюдений. В данных таблицах приведены диапазоны массовых долей ТПП в почвах, за исключением случаев, когда была отобрана одна объединенная проба почвы или известно только среднее значение. Тип почв фоновых районов мест наблюдений, указанных в табл. 2.2.5, соответствует типу почв тех же районов, данных в предыдущих таблицах. В большинстве регионов значения массовых долей ТПП в почвах варьируются в определенных пределах, зависящих от природной неоднородности почв, оставаясь в среднем примерно на одном уровне, за исключением, возможно, сульфатов в отдельных районах наблюдений. Так, в зоне радиусом 50 км от г. Находка Приморского края среднее содержание сульфатов в почвах увеличилось примерно в 5 раз с 2000 по 2012 год, но остается значительно ниже ПДК. Превышение предельно допустимых и (или) ориентировочно допустимых концентраций химических веществ в почвах наблюдается в единичных случаях, которые, возможно, не связаны с промышленным загрязнением.

Таким образом, на протяжении нескольких лет наблюдается варьирование массовых долей ТМ и других ТПП примерно на одном уровне, проводится уточнение их средних значений. Статистически достоверного накопления ТМ в фоновых районах за период наблюдений не отмечено. Установлено накопление сульфатов в почвах в районе г. Находки.

Таблица 2.1.3

Фоновое загрязнение растительности по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга на период 2012 г.

Заповедник/ ООПТ	Проба	Период наблюдений	Свинец, мг/ кг	Кадмий, мг/ кг	Ртуть, мг/ кг	Мышь, мг/ кг	Бенз(а)пирен, мкг/ кг	Сумма-ДПТ, мкг/ кг	У-ГХПЦ мкг/ кг							
			2012 Диапазон г.	2012 Диапазон г.	2012 Диапазон г.	2012 Диапазон г.	2012 Диапазон г.	2012 Диапазон г.								
Ц е н т р а л ь н ы й ф е д е р а л ь н ы й о к р у г																
Смоленское поозерье	Осина, листва Липа, листва Черника	2009-2012	0,3-7,3	1,2 3,4 0,3	0,18-0,96	0,90 0,39 0,22	-	5,3 9,2 8,0	0,03-0,60	0,03 0,03 0,13	<0,5-18,1	1,4 0,5 4,5	<0,2-19,0	<0,2 1,1		
			4,0	2,6*	0,05-1,07	0,39*	0,008- 0,46	0,1*	-	4,3	0,05	7,1	1,7			
Центрально - Лесной БЗ	Листва/ Разнотравье	1988-2010	0,004-14	2,6*	0,05-1,07	0,39*	0,008- 0,46	0,1*	-	5,6*	-	-	2,8*			
			0,04- 11,7	1,3 1,0*	0,06-1,5	0,6 0,6*	0,002-0,2	0,1*	-	6,4 9,0*	0,2 0,2*	<0,5-87	58,5 <0,5	<0,2-12,3 <0,2		
Воронежский БЗ	Разнотравье Листва/ Разнотравье	1999-2010	0,1-6,8	4,6*	0,1-0,7	0,2*	-	-	-	0,4*	<0,5-105	84,1*	<0,2-6,4	4,9*		
Южный федеральный округ																
Астраханский БЗ	Ясень, листва Ветла, листва Тростник Ежевика	1988-2011	0,02- 17,7	7,4 0,8 0,8 1,0*	0,01-6,7	1,6 0,8 2,3 4,0*	0,03-0,1	0,05*	-	107, 0 9,5 6,4 3,3*	0,3 0,1 <0,1 0,1*	<0,5-89	4,2 48,1 <0,5 <0,5	<0,2-2,9	1,4 1,1 0,9 0,8*	
Кавказский БЗ	Разнотравье	1982-2011	0,2-54,5	1,3*	0,02-0,7	0,25*	0,006-0,2	0,1*	-	7,6*	0,1*	<0,5-60	4,0*	<0,2-15,3	4,2*	
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	Сосна, хвой мох зеленый Разнотравье	2011-2012	1,3-4,4	2,5 4,2 3,9	0,4-1,4	0,4 1,1 0,3	-	-	3,5- 18	4,2 7,6 3,5	<0,1-0,28	0,28 0,11 -	0,5-2,3	1,1 1,2 2,3	0,5- 5,4	4,1 2,7 2,0
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/ Разнотравье	1982-2003	0,002- 42,6	1,3*	0,01-3,3	0,1*	0,002-0,2	0,1*	-	-	3,6*	-	-	-	-	
Алтайский БЗ (Яйло)	Разнотравье	2001-2011	0,5-11,0	1,2*	0,05-0,7	0,28*	-	-	-	6,6*	<0,1-0,2	0,2*	<0,5-86	17,2*	<0,2-3,0	0,7*
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 БЗ	Роголистник	2011	-	0,5*	-	0,1*	-	-	-	4,0*	-	0,1*	-	51,4*	-	-

* - последнее измерение

* но - не обнаружено

г. Тайшет	2012	Серые лесные		к	-	27-35	323-431	29-46	15-25	8-14	<0,01-0,03	-	-	-	-	-	-
	1992-2012			в, к	-	20-35	323-1800	29-63	84-180	8-16	0,06-0,16	1,4-1,9	48-180	1,9-4,2	1,4-1,8	1,4-1,8	3,2-15,2
	2012			к	-	15-44	279-446	17-39	72-86	4-10	0,04-0,10	-	-	-	-	-	-
	1992-2012			в, к	135-140	27-78	960-1850	52-83	66-135	9-96	0,04-0,20	-	122-200	1,4-1,8	1,4-1,8	1,4-1,8	3,2-15,2
Иркутская область г. Нижнеудинск	2012			к	-	15-44	279-446	17-39	72-86	4-10	0,04-0,10	-	-	-	-	-	-
	1992-2012			в, к	135-140	27-78	960-1850	52-83	66-135	9-96	0,04-0,20	-	122-200	1,4-1,8	1,4-1,8	1,4-1,8	3,2-15,2
	2012			к	-	15-44	279-446	17-39	72-86	4-10	0,04-0,10	-	-	-	-	-	-
	2001-2012			к	-	8-27	-	-	24-200	2-20	<0,25-1,0	-	-	-	-	-	-
г. Томск, с. Ярское Ю43 км от ГРЭС2	2012			к	-	27	-	25	69	20	0,13	-	-	-	-	-	-
	2012			к	-	17	-	30	38	17	0,11	-	-	-	-	-	-
	1995-2012			к	-	3-28	-	-	4-5	3-30	но-1,0	-	-	-	-	-	-
	2012			к	-	7	-	-	7	0,6	0,4	-	-	-	-	-	-
г. Новокузнецк пос. Сарбала ЮЮН32 км от ГРЭС	2012			к	-	25-4	-	-	13-5	4-7	но-0,5	-	-	-	-	-	-
	1995-2012			к	-	25-4	-	-	13-5	4-7	но-0,5	-	-	-	-	-	-
	2012			к	-	7	-	-	7	0,6	0,4	-	-	-	-	-	-
	1995-2012			к	-	3-28	-	-	4-5	3-30	но-1,0	-	-	-	-	-	-
г. Новосибирск с. Прокудское	2012			к	-	17	-	30	38	17	0,11	-	-	-	-	-	-
	2001-2012			к	-	8-27	-	-	24-200	2-20	<0,25-1,0	-	-	-	-	-	-
	2012			к	-	27	-	25	69	20	0,13	-	-	-	-	-	-
	1992-2012			в, к	135-140	27-78	960-1850	52-83	66-135	9-96	0,04-0,20	-	122-200	1,4-1,8	1,4-1,8	1,4-1,8	3,2-15,2
г. Кемерово д. Калинин ЮЮЮ55 км от ГРЭС	2012			к	-	5-31	-	-	16-81	17-4	но*-6,3	-	-	-	-	-	-
	1995-2012			к	-	5-31	-	-	16-81	17-4	но*-6,3	-	-	-	-	-	-
	2012			к	-	11	-	-	69	24	0,19	-	-	-	-	-	-
	1995-2012			к	-	11	-	-	69	24	0,19	-	-	-	-	-	-
г. Арамас	2012			в	66-93	<8-9	279-560	16-21	42-120	16-25	3,1-4,9	<0,4	-	-	-	-	-
	2012			в	21-53	28-72	176-494	<10-19	36-182	17-43	2,5-5,2	<0,4	-	-	-	-	-
	1998-2012			в	32-240	9-77	279-646	22-36	23-205	13-35	4,8-7,8	-	-	-	-	-	-
	2012			в	99-175	24-36	476-800	15-29	100-277	15-24	2,8-5,6	<4,0	-	-	-	-	-
г. Ижевск	1994-2012			в	85-1400	6-130	170-2800	но-88	15-1250	9-98	1,6-22	но-<4,0	-	-	-	-	-
	2012			в	99-175	24-36	476-800	15-29	100-277	15-24	2,8-5,6	<4,0	-	-	-	-	-
	1994-2012			в	85-1400	6-130	170-2800	но-88	15-1250	9-98	1,6-22	но-<4,0	-	-	-	-	-
	2012			в	99-175	24-36	476-800	15-29	100-277	15-24	2,8-5,6	<4,0	-	-	-	-	-
г. Дзержинск	1983-2012			в	но-230	но-120	2-1250	но-43	но-340	но-43	но-60	но-<4,0	0,01-0,03	но-165	но-3,6	но-12	но-12
	2012			в	<10-46	<8-10	62-148	<10	11-35	<5	<1-1,3	<4,0	-	<14	<1,2-1,7	<1,9-2,1	<1,9-2,1
	1983-2012			в	но-230	но-120	2-1250	но-43	но-340	но-43	но-60	но-<4,0	0,01-0,03	но-165	но-3,6	но-12	но-12
	2012			в	<10-24	<8-22	5-188	<10-23	11-96	<5-13	<1,0	<0,4	<0,02-0,10	<14	<1,2	<1,9	<1,9
Верхнее Поволжье г. Нижний Новгород	1980-2012			в	<10-174	<8-102	5-1350	но*-48	7-650	<5-58	но-10,6	но-1,8	<0,02-0,05	<14-77	но-11,8	но-13,5	но-13,5
	2012			в	<10-24	<8-22	5-188	<10-23	11-96	<5-13	<1,0	<0,4	<0,02-0,10	<14	<1,2	<1,9	<1,9
	1980-2012			в	<10-174	<8-102	5-1350	но*-48	7-650	<5-58	но-10,6	но-1,8	<0,02-0,05	<14-77	но-11,8	но-13,5	но-13,5
	2012			в	<10-24	<8-22	5-188	<10-23	11-96	<5-13	<1,0	<0,4	<0,02-0,10	<14	<1,2	<1,9	<1,9
г. Дзержинск	1983-2012			в	но-230	но-120	2-1250	но-43	но-340	но-43	но-60	но-<4,0	0,01-0,03	но-165	но-3,6	но-12	но-12
	2012			в	<10-46	<8-10	62-148	<10	11-35	<5	<1-1,3	<4,0	-	<14	<1,2-1,7	<1,9-2,1	<1,9-2,1
	1983-2012			в	но-230	но-120	2-1250	но-43	но-340	но-43	но-60	но-<4,0	0,01-0,03	но-165	но-3,6	но-12	но-12
	2012			в	<10-24	<8-22	5-188	<10-23	11-96	<5-13	<1,0	<0,4	<0,02-0,10	<14	<1,2	<1,9	<1,9
г. Ижевск	1994-2012			в	85-1400	6-130	170-2800	но-88	15-1250	9-98	1,6-22	но-<4,0	-	-	-	-	-
	2012			в	99-175	24-36	476-800	15-29	100-277	15-24	2,8-5,6	<4,0	-	-	-	-	-
	1994-2012			в	85-1400	6-130	170-2800	но-88	15-1250	9-98	1,6-22	но-<4,0	-	-	-	-	-
	2012			в	99-175	24-36	476-800	15-29	100-277	15-24	2,8-5,6	<4,0	-	-	-	-	-
г. Новочебоксарск	1998-2012			в	32-240	9-77	279-646	22-36	23-205	13-35	4,8-7,8	-	-	-	-	-	-
	2012			в	21-53	28-72	176-494	<10-19	36-182	17-43	2,5-5,2	<0,4	-	-	-	-	-
	1998-2012			в	32-240	9-77	279-646	22-36	23-205	13-35	4,8-7,8	-	-	-	-	-	-
	2012			в	21-53	28-72	176-494	<10-19	36-182	17-43	2,5-5,2	<0,4	-	-	-	-	-
г. Арамас	2012			в	66-93	<8-9	279-560	16-21	42-120	16-25	3,1-4,9	<0,4	-	-	-	-	-
	2012			в	21-53	28-72	176-494	<10-19	36-182	17-43	2,5-5,2	<0,4	-	-	-	-	-
	1998-2012			в	32-240	9-77	279-646	22-36	23-205	13-35	4,8-7,8	-	-	-	-	-	-
	2012			в	21-53	28-72	176-494	<10-19	36-182	17-43	2,5-5,2	<0,4	-	-	-	-	-

Массовые доли металлов, мг/кг, в почвах фоновых районов Сибири

Таблица 2.2.2

Таблица 2.2.1

Массовые доли металлов, мг/кг, в почвах фоновых районов Верхнего Поволжья

Место Наблюдений	Год наблито - дений	Тип почв	Форма нахож - дения	Cr	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Hg (в)	V	Mo	Sn
Верхнее Поволжье г. Нижний Новгород	1980-2012		в	<10-174	<8-102	5-1350	но*-48	7-650	<5-58	но-10,6	но-1,8	<0,02-0,05	<14-77	но-11,8	но-13,5
	2012			<10-24	<8-22	5-188	<10-23	11-96	<5-13	<1,0	<0,4	<0,02-0,10	<14	<1,2	<1,9
г. Дзержинск	1983-2012	Дерново - подзолистые	в	но-230	но-120	2-1250	но-43	но-340	но-43	но-60	но-<4,0	0,01-0,03	но-165	но-3,6	но-12
	2012			<10-46	<8-10	62-148	<10	11-35	<5	<1-1,3	<4,0	-	<14	<1,2-1,7	<1,9-2,1
г. Ижевск	1994-2012		в	85-1400	6-130	170-2800	но-88	15-1250	9-98	1,6-22	но-<4,0	-	29-430	но-82	но-3,8
	2012			99-175	24-36	476-800	15-29	100-277	15-24	2,8-5,6	<4,0	-	43-57	1,9-7,7	<1,9
г. Новочебоксарск	1998-2012	Черноземы	в	32-240	9-77	279-646	22-36	23-205	13-35	4,8-7,8	-	-	31-42	1,6-4,7	2,4-3,2
	2012			21-53	28-72	176-494	<10-19	36-182	17-43	2,5-5,2	<0,4	-	19-66	<1,2-1,9	<1,9
г. Арамас	2012		в	66-93	<8-9	279-560	16-21	42-120	16-25	3,1-4,9	<0,4	-	53-67	<1,2	<1,9

* но - не обнаружено

-	<0,01	0,02-0,11	0,13-0,27	0,37-0,48	0,14-0,76	0,38-0,47	0,03-0,21	0,03-0,18	вод	2007-2012	Дерново - подзолистые	Каменск -Уральский Ю3 9 и 20 км от города
-	0,9-1,1	15-25	20-28	45-86	43-53	612-660	14-20	10-10	к	1994-1996		
-	<0,01	0,03-0,07	0,71-1,56	0,26-0,86	0,14-0,41	9-17	0,68-0,9	0,04-0,27	вод	2007-2008		
-	0,2-0,7	0,6-0,8	8,2-8,3	18	3,0-4,5	142-191	15-17	6-0,9	п	2007-2008		
-	<0,01	14	10-10	19-129	30-43	100-870	20-45	9-26	к	1988-1989		
-	<0,01	0,1	0,8	0,9	0,3	4-1	0,2	1,0	вод	2012	г. Берёзовский В 5 км от города	
-	0,4	0,8	4,7	41	5,5	210	21	1,1	п			
-	1,0	18	26-11	23-117	29-43	620-801	20-28	11-52	к			
-	0,2-2,2	11-30	27-368	55-205	18-53	77-2752	10-18	10-11	к	1999-2000	Свердловская область пос. Маринск Ю3 30 км от г. Ревда	
-	<0,01-1,12	<0,01-2,0	0,2-6,9	1,9-1	0,2-5,0	30-294	1,2-1	1,6-5,0	п			
-	<0,01-0,07	<0,01-0,21	0-1,0	0,11-5,43	<0,01-0,9	21-272	<0,01>	<0,01>	вод			
920-2420	0,2-2,8	-	15-118	612-71	14-87	43-393	13-88	-	к	2006-2007	Самарская область Волжский район НПЦ «Лука» 3 30 км от г. Самара	
3360-5270	1,2-2,5	-	82-8	127-171	55-71	82,7-94	71-9	-	к	2010		
1020-1550	0-1,0	-	8-55	127-57	101-71	175-178	71-1	-	к	2006-2007		
1190-1550	1,3-2,1	-	15-19	57-200	20-54	43-47	02-11	-	к	2010		
920-2420	0,2-2,8	-	15-118	612-71	14-87	43-393	13-88	-	к	2006-2007		

Таблица 2.2.4

Массовые доли металлов, мг/кг, в почвах фоновых районов Самарской и Свердловской областей

Таблица 2.2.3

Массовые доли металлов, мг/кг, в почвах фоновых районов Республики Башкортостан, Республики Татарстан, Приморского края и Московской области

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Форма нахож- дения	Cr	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Hg (в)
Московская область Подольский район	Дерново - подзолистые	1984 2012	в к	46 40	26 14	540 600	20 11	50 26	27 14	7,2 10	0,3 0,3	- 8000	0,009 -
Приморский край г. Находка С 30 км	Бурные лесные	1985-2012	вод	-	но	10,5	но	0,13-1,3	но	но	но	-	-
			к	-	24	798	0,9	69	10	11	<0,3	-	0,24
			п	-	3,2	160	но	8,6	<0,8	но	но	-	-
Республика Башкортостан г. Агидель	Дерново - подзолистые	2006-2012	к	-	15-19	616	43-74	50-220	11-27	14	но-0,19	3453-40500	-
г. Нефтекамск г. Янаул	Дерново - подзолистые	2012	к	-	19	616	43	50	16	14	но	3453	-
Республика Татарстан г. Казань, пос. Раиф		2008-2012 2012	к	77-880 -	4-12 7-11	250-375 -	2-36 11-15	10-180 23-33	2,5-11 7-9	5-7 -	но-0,50 0,35-0,43	- -	- -
гг. Нижнекамск и Набережные Челны Национальный парк «Нижняя Кама»		2008-2012 2012	к	83-300 -	4-17 5-17	223-370 -	15-40 18-40	18-46 18-46	3-25 7-25	6-7 -	но-0,96 но-0,96	- -	- -

* по - не обнаружено

Таблица 2.2.5

Массовые доли НП, фтора, сульфатов, нитратов и бенз(а)пирена, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Год наблюдений	НП	Фтор		Сульфаты	Нитраты	Бенз (а)-пирен
			форма				
			в	вод			
Верхнее Поволжье г. Нижний Новгород	1995-2012	<25-453	-	-	-	-	-
	2012	70	-	-	-	-	-
г. Арзамас	2012	50-80	-	-	-	-	-
г. Новочебоксарск	1997-2012	44-1220	-	-	-	-	-
	2012	100-1220	-	-	-	-	-
Западная Сибирь г. Новосибирск с. Прокудское	1998-2012	9-260	-	0,35-3,0	-	1,2-16	-
	2012	9	-	0,97	-	3,2	-
г. Кемерово , д. Калинкино ЮЮ355 км от ГРЭС	1995-2012	6-110	-	но*-3,51	-	6,2-88	-
	2012	23	-	0,90	-	33,2	-
г. Новокузнецк	1995-2012	но-102		но-9,5		6,2-25	
пос. Сарбала , ЮЮВ32 км от ГРЭС	2012	71	-	1,26	-	9,1	-
г. Томск, с. Ярское Ю43 км от ГРЭС-2	2001-2012	20-160		0,33-3,8		4,9-49	
	2012	96	-	1,02	-	7,1	
Омская область	2012	40	-	-	-	-	-
Иркутская область г. Иркутск	2012	534	-	-	-	-	-
г. Тайшет	1990-2012	-	-	1,2-4,2	40-370		
	2012			0,2-0,95	259-321		
г. Братск	2012	-	24	-	-	-	-
г. Нижнеудинск	1992-2012	-	14-45	1,7-2,5	187-398	-	-
	2012	-	-	0,02-0,09	141-248	-	-
Приморский край г. Находка	1985-2012	-	-	3,5-5,0	но-48	-	но-0,009
	2012	-	-	-	48	-	но-<0,005
Республика Татарстан г. Казань	2008-2012	51-96	-	-	-	-	-
	2012	62-96	-	-	-	-	-
г. Нижнекамск г. Набережные Челны	2008-2012	36-150					
	2012	36-80	-	-	-	-	-
Самарская область Волжский район НПП« Самарская Лука» 3 30 км от г. Самара	2006-2012	9-143	-	но-2,4	0-101	1-24	
	2012	29-77	-	0,12-0,27	11-227	8-16	-
Волжский район АГМСпос. Аглос Ю3 20 км от г. Самара	2006-2012	15-96	-	но-8	6-151	3-34	
	2012	22-62	-	0,66-0,82	6-59	5-25	-
Свердловская область	1995-2012	-	-	<0,20-17	-	0,6-26	-

* но – не обнаружено

2.3. Оценка влияния природных и антропогенных факторов на состояние лесов

Приводиые 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, на 01.01.2012 земли лесного фонда составляют более 96% всех насаждений Российской Федерации, поэтому состояние этих древо-стоев определяет всю экологическую ситуацию в стране.

Общая площадь погибших лесных насаждений в 2012 году составляет 365,9 тыс. га. Основные объемы усыхания лесов Российской Федерации в истекшем году, как и в предыду-щие годы, выявлены в древостоях Сибирского и Дальневосточного федеральных округов на площади 183,8 тыс. га, что составляет 50,2 % от всех погибших насаждений по стране. Общие размеры гибели лесов, по сравнению с 2011 годом, снизились на 10,3%, и составляют вели-чину в 1,15 раза меньше среднесноголетнего показателя за последние десять лет наблюдений (422,3 тыс. га). Такое уменьшение усохших насаждений произошло в связи с нахождением части древостоев, пройденных пожарами и подвергшихся воздействию неблагоприятных по-годных условий и почвенно-климатических факторов, в отдаленных районах ряда субъектов Сибири и Дальнего Востока.

Для оценки общей гибели насаждений под влиянием всех факторов, включая повреждение пожарами, вредителями и болезнями леса, в защите леса используется дополнительный показа-тель – удельная площадь земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью, погибшей от всех факторов негативного воздействия. Рассчитывается этот удельный показатель как отно-шение площади погибших насаждений (в гектарах) ко всей, покрытой лесом (в тысячах гекта-ров). В 2012 году удельная площадь земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью, усохшая от всех причин гибели древостоев, составила в целом по России величину, равную 0,47 га/тыс. га. Наибольшее значение этого показателя отмечено в насаждениях Центрального и Приволжского федеральных округов 2,53 и 0,93, соответственно. В разрезе субъектов Российской Федерации этот максимальный показатель выявлен также в лесах этих округов – в Ивановской области (15,40); в Московской области (7,87); в Республике Мордовии (8,01); в Рязанской области (6,95), а также в насаждениях ряда других округов – в Ростовской (5,63), Ленинградской (4,91) и Челябинской (4,88) областях. Основными факторами гибели насажде-ний в этих субъектах были воздействия лесных пожаров (Республика Мордовия, Ивановская, Ростовская, Рязанская и Челябинская области), ураганных ветров (Ленинградская область) и повреждений вредными насекомыми (Московская область). Высокий уровень удельной пло-щади лесов, погибших от всех причин усыхания, отмечен также в древостоях Республик Марий

Эл (3,98), Калмыкии (3,14) и Курганской области (3,81). Минимальная удельная площадь гибели зафиксирована в Республиках Саха и Хакасия, в Камчатском, Краснодарском и Приморском краях, а также в Ямало-Ненецком автономном округе. Не выявлена гибель лесных насаждений в Республиках Адыгее, Дагестане, Ингушетии и Северной Осетии, Карачаево-Черкесской и Чеченской Республиках.

Усыхание лесов было выявлено практически во всех регионах страны от Калининградской области до Чукотского автономного округа. Площади погибших насаждений составляли от нескольких гектаров (Краснодарский край, Курская область, Ямало-Ненецкий автономный округ) до десятков тысяч гектаров (Красноярский и Забайкальский края, Иркутская и Ленинградская области).

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

Таблица 2.3.1

Распределение насаждений по причинам их гибели за 2012 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 животными	антропогенные факторы	промышленные выбросы
Центральный	<u>53268</u> 2,53	<u>22477</u> 42,2	<u>20269</u> 38,0	<u>4654</u> 8,7	<u>5795</u> 10,9	<u>29</u> 0,1	<u>44</u> 0,1	–
Северо-Западный	<u>62323</u> 0,73	<u>18698</u> 30,0	<u>298</u> 0,5	<u>41255</u> 66,2	<u>1063</u> 1,7	–	<u>1009</u> 1,6	–
Приволжский	<u>33323</u> 0,93	<u>9567</u> 28,7	<u>7698</u> 23,1	<u>13321</u> 40,0	<u>2435</u> 7,3	<u>3</u> –	<u>299</u> 0,9	–
Южный	<u>1878</u> 0,85	<u>984</u> 52,4	–	<u>870</u> 46,4	<u>12</u> 0,6	<u>10</u> 0,5	<u>2</u> 0,1	–
Северо-Кавказский	<u>268</u> 0,18	<u>2</u> 0,7	–	<u>220</u> 82,1	<u>46</u> 17,2	–	–	–
Уральский	<u>31009</u> 0,46	<u>27046</u> 87,2	<u>516</u> 1,7	<u>2301</u> 7,4	<u>1003</u> 3,2	<u>4</u> –	<u>139</u> 0,5	–
Сибирский	<u>159189</u> 0,59	<u>137611</u> 86,5	<u>3223</u> 2,0	<u>2776</u> 1,7	<u>12916</u> 8,1	–	<u>2644</u> 1,7	<u>19</u> –
Дальневосточный	<u>24616</u> 0,08	<u>14377</u> 58,4	<u>89</u> 0,4	<u>3042</u> 12,4	<u>7078</u> 28,7	–	<u>30</u> 0,1	–
Всего	<u>365874</u> 0,47	<u>230762</u> 63,1	<u>32093</u> 8,8	<u>68439</u> 18,7	<u>30348</u> 8,3	<u>46</u> –	<u>4167</u> 1,1	<u>19</u> –

Как и ранее, воздействие лесных пожаров на состояние насаждений в 2012 году было самым весомым фактором усыхания насаждений страны. За последние десять лет от этой причины

погибло 2531,6 тыс. га насаждений, что составило около 60% от площади всех усохших древостоев за этот период. За истекший год от лесных пожаров погибло 230,8 тыс. га лесов, что составляет 63,1% площади всех усохших насаждений по стране. По сравнению с 2011 годом площади насаждений, погибших от лесных пожаров, снизились на 8,9 тыс. га. Сложившаяся величина усыхания от этих факторов на 9,7% меньше средних значений за последние десять лет (253,2 тыс. га). За этот период от лесных пожаров больше всего погибло древостоев в Республике Саха (453,2 тыс. га), в Забайкальском крае (421,7 тыс. га) и в Иркутской области (176,2 тыс. га).

Гибель насаждений от лесных пожаров выявлена в 66 субъектах страны: от Псковской области до Чукотского автономного округа. В древостоях пяти федеральных округов (Центральный, Южный, Уральский, Сибирский и Дальневосточный) воздействия этих причин послужили основным фактором усыхания насаждений этих регионов. В тридцати четырех территориальных образованиях страны лесные пожары были преобладающими факторами в усыхании древостоев. В 7 регионах Российской Федерации, в труднодоступных насаждениях Сибирского и Дальневосточного федеральных округов, воздействие лесных пожаров явилось единственной причиной гибели насаждений. От воздействия этой причины наиболее пострадали леса Сибирского федерального округа (137,6 тыс. га, или около 60% от всех погибших насаждений по стране). В древостоях этого округа выявлены максимальные объемы усыхания от лесных пожаров – Красноярский (73,1 тыс. га) и Забайкальский (35,6 тыс. га) края.

По материалам формы № 5-ЛХ «Сведения о лесных пожарах» по состоянию на 1 ноября 2012 года на охраняемой от пожаров территории лесного фонда России, находящегося в ведении Федерального агентства лесного хозяйства, в течение года зарегистрировано 20,2 тысяч случаев возгораний. Огнем было пройдено 2 043,1 тыс. га лесных земель, в том числе 1 769,4 тыс. га покрытых лесной растительностью. Как и ранее, наиболее распространенными были низовые пожары, которыми было пройдено 1 694,6 тыс. га лесопокрытой площади (95,8% от всей площади), верховые пожары отмечены на 74,0 тыс. га, подземные – на 0,8 тыс. га.

Влияние неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов (ураганные ветра, изменения уровня грунтовых вод, засухи, аномальные температуры, град и т. п.) были второй по значимости причиной усыхания насаждений. От этих факторов в 2012 году погибло 68,4 тыс. га лесов, что составляет 18,7% площади всех усохших древостоев за год. Сложившийся объем усыхания от этих причин в 2012 году в 1,5 раза меньше среднесноголетнего показателя за последние десять лет (100,7 тыс. га). Гибель насаждений от данных факторов выявлена в 63 субъектах страны от Калининградской области до Камчатского края. В древостоях 21 территориального образования эти факторы воздействия на леса были главенствующими. От данных причин наиболее пострадали леса Северо-Западного федерального округа (41,3 тыс. га или более 60%

от всех погибших насаждений по стране). В древостоях этого округа выявлены максимальные объемы усыхания от этих причин – Ленинградская область (20,9 тыс. га). Значительные площади насаждений, погибших под воздействием неблагоприятных погодных условий и почвенно-климатических факторов, отмечены также в Архангельской (8,0 тыс. га), Кировской (5,3 тыс. га), Вологодской (4,9 тыс. га) областях, а также в Республике Коми (4,1 тыс. га).

Повреждения дендрофильными насекомыми были третьим фактором гибели лесных насаждений. В 2012 году, в связи с новым увеличением численности опасных вредителей, в первую очередь короеда-типографа в лесах Центрального и Приволжского федеральных округов, гибель лесов по сравнению с 2011 годом увеличилась на 9,1%. От повреждений насекомыми усохло 32,1 тыс. га древостоев, что составляет 8,8% площади всех усохших насаждений за год. Сложившаяся величина гибели древостоев от этих причин на 24% меньше средних значений за последние десять лет (42,2 тыс. га). Из видов насекомых, вызвавших усыхание лесов в 2012 году, наибольший вред нанесли стволовые вредители (короеды, усачи, лубоеды), от их воздействия выявлена гибель насаждений в 31 регионе на площади 17,3 тыс. га. Среди насекомых этой группы отмечены короед-типограф, короеды продолговатый и шестизубчатый, полиграф уссурийский, большой и малый сосновые лубоеды, а также черные сосновые усачи. Максимальные размеры гибели древостоев от повреждения насекомыми отмечены в насаждениях Центрального федерального округа – 20,3 тыс. га (свыше 63% от всех древостоев, усохших от данных факторов). В насаждениях этого округа обнаружены наибольшие площади гибели от этих причин (Московская область - 13,1 тыс. га). Значительные площади насаждений, погибших под воздействием насекомых, отмечены также в Удмуртской Республике (3,6 тыс. га), Брянской области (2,3 тыс. га) и Красноярском крае (2,2 тыс. га). В лесах девяти регионов повреждения насекомыми вследствие реализации вспышки стволовых вредителей явились основной причиной усыхания насаждений.

Поражения болезнями леса были четвертым фактором гибели лесных насаждений в 2012 году. Усыхание от этих причин отмечено в 48 субъектах страны во всех федеральных округах на общей площади 30,3 тыс. га, что составило 8,3% от всех усохших древостоев. Сложившаяся величина гибели древостоев от этих причин на 44% больше средних значений за последние десять лет (21,0 тыс. га). Наиболее широко гибель насаждений от поражений болезнями леса выявлена в европейской части страны. Так, из древостоев 53 субъектов европейской части России лишь в лесах 17 регионов не отмечено усыхания от данных причин. Максимальные объемы гибели от болезней зарегистрированы в лесах Сибирского (12,9 тыс. га) и Дальневосточного (7,1 тыс. га) федеральных округов. Наибольшие размеры усыхания по субъектам отмечены также в насаждениях этих регионов – в лесах Иркутской области (10,8 тыс. га) и Хабаровского края (7,1 тыс. га), а также в Тверской области (4,2 тыс. га). Следует отметить, что в древостоях 7 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. От этих заболеваний в 2012 году выявлено усыхание древостоев на площади 22,1 тыс. га (более 67% от всей гибели от данных факторов). Также одной из широко распространенных болезней леса, способной вызвать распад насаждений, является корневая губка. От поражения этим патогеном в настоящее время отмечена гибель лесов на площади 6,1 тыс. га (около 19% от всего объема усыхания).

Воздействие на леса антропогенных факторов, промышленных выбросов, а также повреждений дикими животными в последнее время незначительно. От данных причин в истекшем году погибло 4,2 тыс. га насаждений, что составляет всего 1,1% от общего объема усыхания. Гибель насаждений от воздействия этих факторов отмечена в насаждениях 30 субъектов страны.

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 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 2012 года действовали на общей площади 1388,0 тыс. га, из них на 765,2 тыс. га требуется проведение лесозащитных мероприятий в 2013 году. В течение года заселенная ими площадь возросла на 100,9 тыс. га в лесах большинства округов. Наиболее существенное увеличение очагов насекомых произошло в лесах Приволжского (на 128,8 тыс. га) и Южного (на 56,2 тыс. га) округов, в основном за счет возрастания площадей очагов непарного шелкопряда и дубовой зеленой листовертки. В Центральном ФО они тоже значительно возросли (на 39,3 тыс. га) в результате увеличения площадей очагов сосновых пилильщиков и совки. В Уральском ФО площади очагов существенно уменьшились (на 85,4 тыс. га) за счет проведения истребительных мероприятий в очагах непарного шелкопряда и их затухания под действием естественных факторов, а в Дальневосточном ФО они сократились на 745 тыс. га в результате затухания площадей очагов сибирского шелкопряда и лиственничной чехлоносости. Площади очагов хвоегрызущих вредителей составляют в настоящее время 334,0 тыс. га; листогрызущих вредителей – 757,3 тыс. га; иных групп вредителей леса – 296,7 тыс. га.

Для сравнения хозяйственного значения насекомых-вредителей в насаждениях регионов с различной лесистостью в практике защиты леса часто используется показатель, называемый «плотностью очагов». Плотность очагов вычисляется как отношение площади очагов (в гектарах) к лесопокрытой площади оцениваемой территории (в тысячах гектаров). Плотность очагов

насекомых-вредителей в пересчете на тысячу гектаров лесопокрытой площади в целом по стране составляет величину, равную 1,80 га/тыс. га. Как и в 2011 году, по этому показателю первое место занимает Южный федеральный округ, где плотность очагов в лесах максимальна и составляет 78,12 га/тыс. га лесопокрытой площади. Среди субъектов страны максимальная плотность очагов в пересчете на тысячу гектаров покрытой лесом площади отмечена в насаждениях Оренбургской области, на конец года она достигла величины, равной 191,92 га/тыс. га. Высокая плотность очагов зафиксирована в лесах Ростовской области (165,03) и Республики Адыгеи (118,06), а также в насаждениях Самарской (100,29) и Волгоградской (91,65) областей.

Очаги дендрофильных насекомых не зарегистрированы лишь в лесах четырех регионов страны. По состоянию на конец года наибольшую площадь занимают очаги непарного (462,7 тыс. га) и сибирского (189,0 тыс. га) шелкопрядов. В настоящее время они действуют в насаждениях 25 территориальных образований страны от Воронежской до Сахалинской области и составляют 47% от всех действующих очагов дендрофильных насекомых по стране.

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.

Очаги болезней леса действовали в насаждениях 65 субъектов Российской Федерации на общей площади 1060,4 тыс. га, из них 522,5 тыс. га требуют проведения санитарно-оздоровительных мероприятий в 2013 году. По сравнению с 2011 годом площади древостоев, пораженные болезнями леса, практически не изменились.

Самое значительное увеличение площадей очагов болезней произошло в Южном ФО (на 14,6 тыс. га), их возрастание также отмечено в лесах Центрального, Уральского и Сибирского округов. Уменьшились очаги в четырех федеральных округах, наиболее существенно – в лесах Приволжского ФО (на 16,4 тыс. га).

Наибольшие площади насаждений, пораженных болезнями, отмечены в настоящее время в лесных массивах Центрального и Приволжского федеральных округов, которые составляют 71,5% от всех очагов болезней леса.

Плотность очагов болезней леса в целом по стране составляет величину 1,37 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 195,48 га пораженных болезнями лесов. Высокая плотность очагов продолжает оставаться в древостоях Липецкой (163,49), Белгородской (131,25), Орловской (129,46) и Воронежской (122,50) областей.

Таблица 2.3.2
Площади очагов вредителей и болезней леса, действовавших в насаждениях Российской Федерации в 2012 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	544364	34213	18490	40700	450961
Северо-Западный	61880	6	433	31413	30028
Приволжский	687051	26683	315292	38080	306997
Южный	249387	58390	110869	2825	77303
Северо-Кавказский	25245	248	18829	29	6139
Уральский	286551	11217	259162	2916	13256
Сибирский	531681	144922	34208	180752	171799
Дальневосточный	62194	58294	-	13	3888
Всего	2448353	333973	757283	296728	1060369

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 360,3 тыс. га, что составляет 4% от всей площади очагов болезней леса.

Площади очагов корневой губки, этой наиболее вредоносной для леса болезни, в течение года уменьшились всего на 0,7 тыс. га и составили на конец года 178,4 тыс. га, из которых 80,2 тыс. га требуют проведения санитарно-оздоровительных мероприятий в 2013 году. Как и ранее, самые значительные очаги этой болезни леса действуют в европейской части России – в Центральном (100,1 тыс. га) и Приволжском (64,4 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 лесопатологический мониторинг выборочными наземными методами проведен в 2012 году специалистами ФГБУ «Рослесозащита» на общей площади 113,2 млн га, при этом заложено 123 пунктов постоянного наблюдения (ППН), проведено повторных переречетов на этих пунктах – 19 521 штука. В настоящее время площадь лесопатологического мониторинга возросла более чем в восемь раз и составляет 14,7% 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 фоно-
вых районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы,
и составило для ртути 0,2–3,5 мкг/л, свинца 0,8–6,1 мкг/л, кадмия – не более 0,2 мкг/л. На
азиатской территории России фоновые концентрации тяжелых металлов, как правило, ниже,
чем на ЕТР (табл. 3.1.1).

Пестициды и ПАУ

В 2012 году концентрации р,р-ДДТ и суммы изомеров ДДТ в поверхностных водах
большинства фоновых территорий были существенно ниже, чем в 2011 году и не превы-
шали 100 нг/л. Концентрации ДДТ и γ-ГХЦГ в большей части проб были близки к преде-
лам обнаружения изомеров.

Содержание бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах заповедников, как и в про-
шлые годы, составило от 0,2 до 0,8 нг/л (табл. 3.1.1).

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

Таблица 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-ГХЦГ, нг/л	
		Диапазон	2012 г.	Диапазон	2012 г.	Диапазон	2012 г.	Диапазон	2012 г.	Диапазон	2012 г.	Диапазон	2012 г.
Кавказский БЗ	1982-2012	0,2-16,0	6,1	0,03-1,0	0,19	0,03-1,4	0,30	0,05-8,9	0,4	нпо-370	28,3	нпо-27	нпо
Приокско-Террасный БЗ	1987-2012	0,04-39,4	2,5	0,03-3,5	0,13	0,03-8,7	0,20	0,05-12,9	0,4	нпо-63,1	3,62	нпо-33,2	3,6
Бартугинский БЗ	1982-2008	0,2-7,4	1,7*	0,01-1,5	0,09*	0,01-9,7	1,03*	0,05-16,3	1,0*			нпо-2,8	1,9*
Астраханский БЗ	1988-2012	0,2-128,0	2,0			0,03-74	3,5	нпо-11,7	0,6	нпо-320	25,5	нпо-92	6,8
Воронежский БЗ	1990-2012	0,5-50	5,4	0,01-4,6	0,07	0,003-1,0	0,49	0,05-5,6	0,8*	нпо-43,2	6,1	нпо-8,8	нпо
Яйлю	2002-2012	0,3-3,6	0,8	0,03-0,7	0,18	0,01-0,08	0,05	0,2-3,6	0,8	нпо-185	38	нпо-12,5	нпо
Смоленское Поозерье	2009-2012	0,3-6,0	1,1*	0,03-0,67	0,13*	0,01-3,5	0,13*	0,16-0,8	0,2	нпо-112	14,0*	нпо-29,1	29,1*
Байкальский БЗ	2011		3,1*		1,17*		0,02*		нпо*		173,2*		40,1*
Волжско-Камский БЗ	2012		1,5		0,16		0,18	нпо-0,35	0,2		269,5*		нпо*
Центрально -Лесной БЗ	1988-2011	0,2-66,6	0,8*	0,03-5,7	0,5*	0,03-0,5	0,2*	0,05-22,0	1,3*			нпо-15	нпо*

нпо - ниже предела обнаружения
* - последнее измерение

3.2. Данные станций гидрохимических наблюдений

Бассейн Азовского моря

Качество воды верхнего течения р. Дон (г. Данков) в многолетнем плане практически не меняется и характеризуется 3 классом – «загрязненная» и «очень загрязненная» вода. Отмечается незначительная тенденция роста содержания в воде сульфатов (рис. 3.2.1).

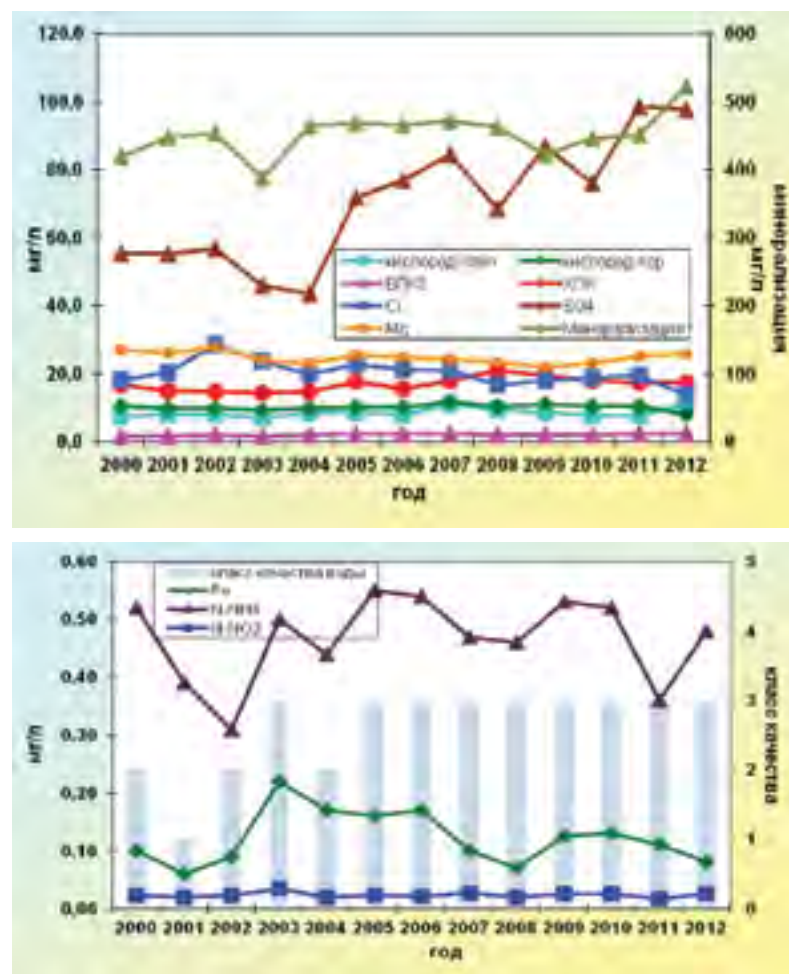


Рис. 3.2.1. Изменение среднегодовых концентраций основных ингредиентов и качества воды верхнего течения р. Дон в районе г. Данкова

Река Ворона г. Уварово. В течение большинства рассматриваемых лет вода реки в районе г. Уварово характеризуется 2 классом качества («слабо загрязненная»). Содержание главных ионов в воде в многолетнем плане стабильно.

Сохранилась наметившаяся в 2007 г. тенденция уменьшения в воде нефтепродуктов, нитритного азота, СПАВ до величины в пределах ПДК (рис. 3.2.2.).

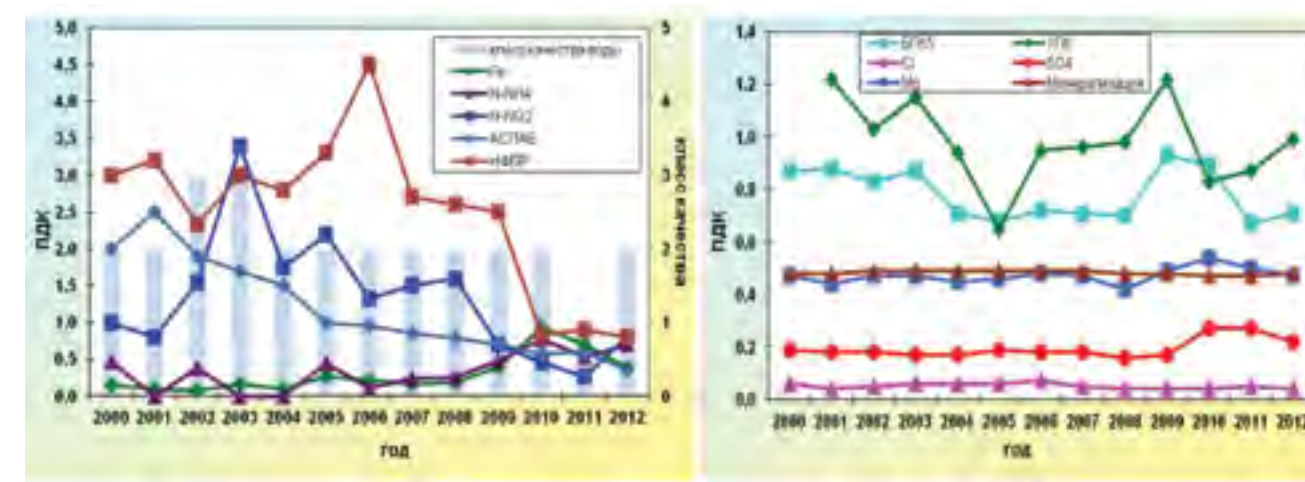


Рис. 3.2.2. Изменение среднегодовых концентраций основных ингредиентов и качества воды р. Ворона в черте г. Уварово

Река Савала. Содержание главных ионов и минерализация воды р. Савала в многолетнем плане стабильны. С 2007 г. отмечалась незначительная тенденция увеличения концентраций в воде реки легкоокисляемых (по BPK5) и трудноокисляемых (по ХПК) органических веществ. Снизилось к 2012 г. до величин, не превышающих ПДК, содержание нефтепродуктов, нитритного азота и синтетических поверхностно-активных веществ. Качество воды реки характеризуется диапазоном 2–3 класса («слабо загрязненная», «загрязненная» и «очень загрязненная» вода) (рис. 3.2.3.).

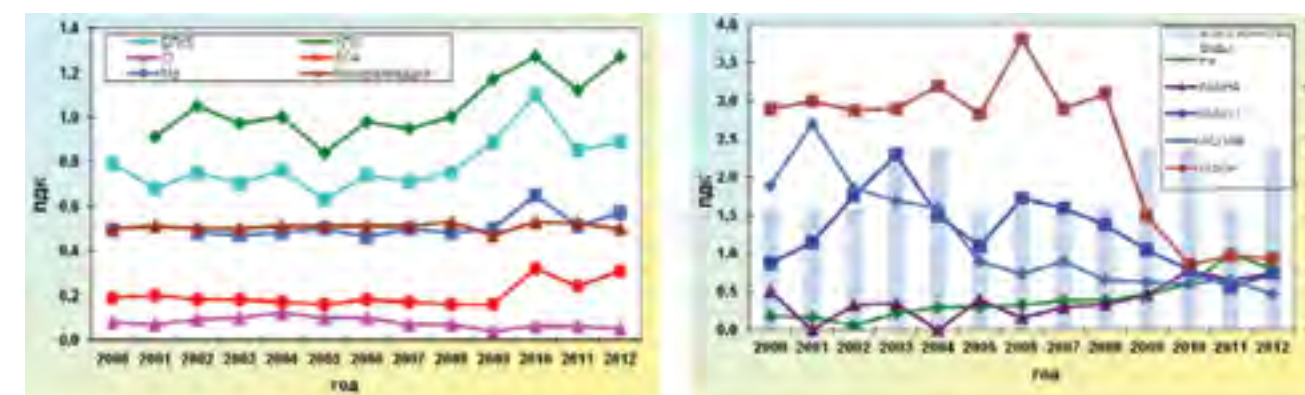


Рис. 3.2.3. Изменение среднегодовых концентраций основных ингредиентов и качества воды р. Савала, г. Жердевка, 5,5 км выше города

Бассейн Баренцева моря

Река Пинега, с. Кулогоры. Качество воды реки определяется природным фоном и в течение многих лет характеризуется 3 классом качества. В 2012 г. в воде реки возросло среднегодовое содержание соединений цинка до 3 ПДК, мало изменилось – трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), соединений железа, меди и составляло 3–3,5 ПДК, максимальное не превышало 4–5 ПДК.

Бассейн Карского моря

Притоки озера Байкал. В 2012 г. гидрохимические наблюдения проводились на устьевых участках 10 рек, выбранных в качестве фоновых. Качество воды рек Выдриная, Хара-Мурин улучшилось от «слабо загрязненной» до «условно чистой», рек Бугульдейка и Голоустная ухудшилось от «условно чистой» до «слабо загрязненной». Вода остальных рек соответствовала 2 классу («слабо загрязненная»). Превышение ПДК в воде притоков оз. Байкала наблюдалось по соединениям меди, фенолам; в воде некоторых рек: Мантуриха, Мысовка, Утулик – соединениям железа, Бугульдейка, Голоустная – трудноокисляемым органическим веществам (по ХПК) (рис. 3.2.4 б)).

Река Голоустная. На рис. 3.2.4 а) представлено изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды реки за период с 2000 г. по 2012 г.

В воде рек **Снежная, Выдриная, Хара-Мурин** в 2012 г. наблюдалось уменьшение среднегодовых концентраций трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) в 1,2-1,8 раза. По сравнению с предыдущим годом также наблюдалось снижение среднегодового содержания фенолов в воде р. Снежная – в 2 раза, р. Выдриная и Хара-Мурин – до нулевых значений.

Качество воды рек **Мысовка, Сарма, Утулик, Б. Сухая, Мантуриха** в 2012 г. по сравнению с предыдущими годами не изменилось (рис. 3.2.4 в), г), д)).

Иркутское водохранилище. Вода Иркутского водохранилища в створах 0,5 км выше ОГП-1 Исток Ангары и в районе п. Патроны в большинстве лет оценивалась 1 классом качества как «условно чистая», ухудшившись в 2012 г. до 2 класса («слабо загрязненная» вода). В створе 0,5 км выше ОГП-1 Исток Ангары в воде зафиксированы максимальные концентрации загрязняющих веществ: соединений меди – 4 ПДК, цинка – 3 ПДК, легкоокисляемых и трудноокисляемых органических веществ (по БПК₅ и ХПК) – на уровне и ниже ПДК (рис. 3.2.5.).

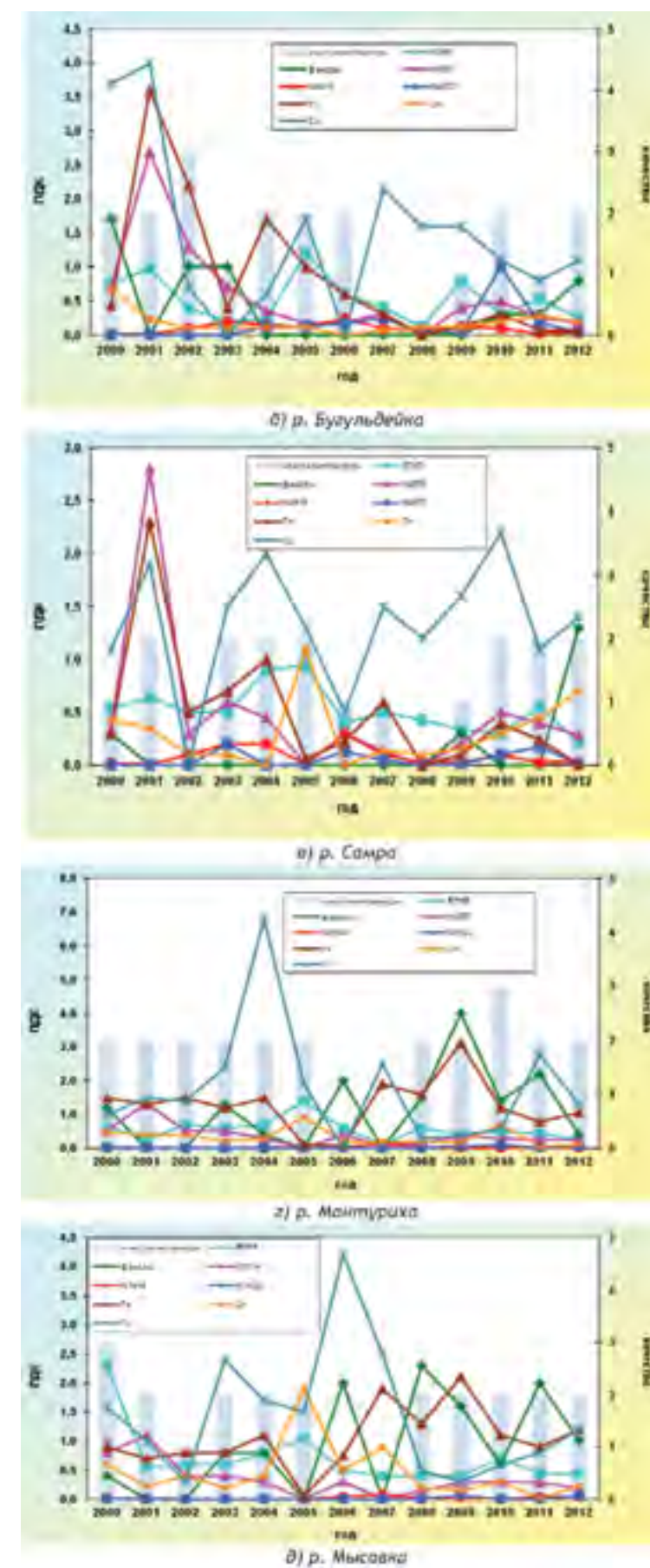
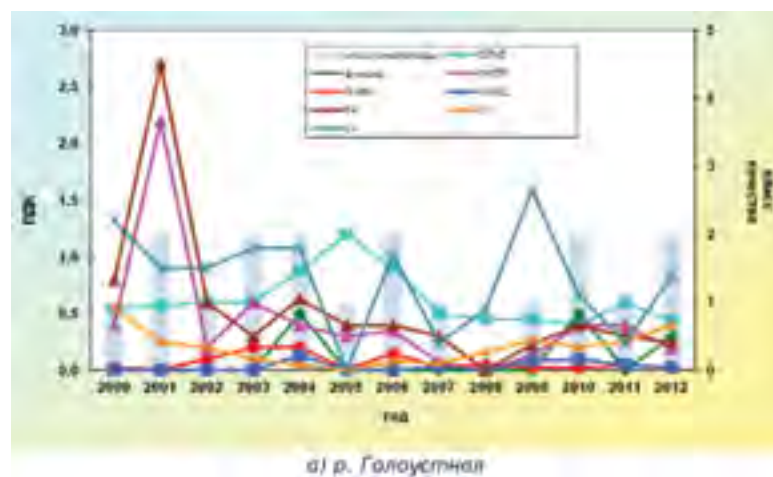


Рис. 3.2.4. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды притоков Байкала

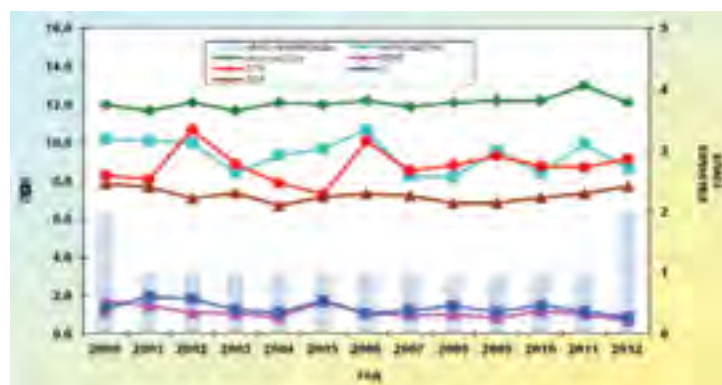


Рис. 3.2.5. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды Иркутского водохранилища, ГМС-Исток Ангары за многолетний период

Бассейн Восточно-Сибирского моря

Река Лена. В 2012 г. качество воды р. Лены в фоновом створе верхнего течения р. п. Качуг осталось на уровне предыдущих лет и характеризовалось 2 классом «слабо загрязненная» вода; в створе г. Усть-Кут качество воды ухудшилось до 3 класса («загрязненная» вода), что обусловлено увеличением количества загрязняющих веществ.

В створе р. Лены р. п. Качуг концентрации в воде соединений железа и меди в большинстве случаев не превышали ПДК, за исключением наиболее высокого содержания в 2004 г. соединений железа, в 2005, 2010, 2012 гг. – соединений меди. Концентрации соединений никеля не превышали ПДК. Содержание в воде нитритного и аммонийного азота находилось в пределах 0,05–0,5 ПДК (рис. 3.2.6.).

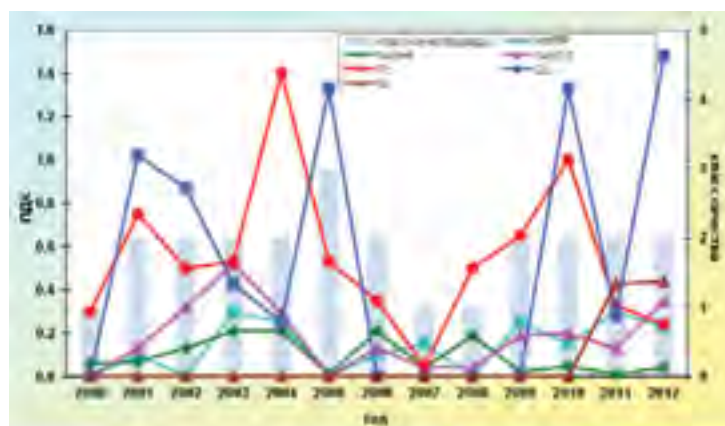


Рис. 3.2.6. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, р. п. Качуг

В створе р. Лена, г. Усть-Кут концентрации соединений металлов в подавляющем большинстве не превышали ПДК. На протяжении всего периода наблюдений концентрации аммонийного и нитритного азота колебались в диапазоне 0–0,5–1,8 ПДК (рис. 3.2.7.).

В многолетнем плане в фоновом и контрольном створах г. Киренска качество воды незначительно изменялось, в пределах 2 и 3 классов, ухудшившись в 2012 г. в контрольном

створе от 2 класса качества («слабо загрязненная» вода) до 3 класса разряда «а» («загрязненная» вода), ухудшение качества воды обусловлено увеличением количества загрязняющих веществ от 4 до 6.

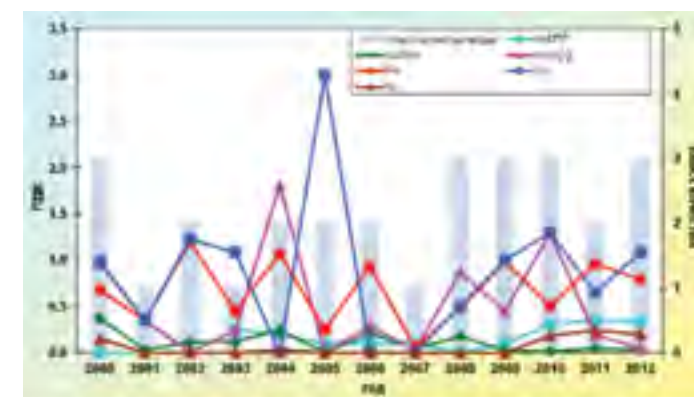


Рис. 3.2.7. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лены, г. Усть-Кут

Бассейн Тихого океана

Реки Сахалина. Фоновый мониторинг поверхностных вод о. Сахалина проводится на реках Рогатка, Правда, Лагуринка. В течение последних пяти лет в воде этих рек отсутствовали фенолы, нефтепродукты, АСПАВ, соединения никеля, в воде р. Правда – нитритный азот. Максимальные концентрации в воде легкоокисляемых (по БПК₅) и трудноокисляемых (по ХПК) органических веществ, соединений азота, соединений марганца, свинца, цинка оставались ниже ПДК. В 2012 г. в реках Рогатка, Правда и Лагуринка, как и в предыдущий многолетний период, наблюдали загрязненность воды соединениями железа и меди, концентрации которых варьировали в течение года в пределах 0–12 ПДК, среднегодовые 2–4 ПДК. Повторяемость превышения ПДК соединениями железа в воде рек Рогатка и Правда составляла менее 40%, р. Лагуринка 70–100%. По качеству вода рек о. Сахалина, характеризующих фоновый уровень, соответствовала 2 классу «слабо загрязненных» вод.

Реки полуострова Камчатка. В фоновых гидрохимических створах полуострова Камчатка, к которым относится р. Камчатка у с. Пушино, р. Берш у с. Пушино, р. Большая, Быстрая выше с. Малки, за последние пять лет снизились к 2012 г. до значений ниже ПДК концентрации в воде легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅), фенолов, соединений свинца. Вместе с тем в этих створах повысился в 2012 г. по сравнению с 2008 г. уровень максимальных концентраций нефтепродуктов в воде рек Камчатка и Берш в районе с. Пушино от 8 до 14 ПДК; р. Большая, Быстрая от 3 до 21 ПДК. Загрязненность воды соединениями меди в последние пять лет снизилась в фоновых створах почти в 3 раза, концентрации соединений меди в 2012 г. составляли в среднем 1–2 ПДК. По качеству вода рек Камчатка, Берш, Большая, Быстрая в фоновых створах с. Пушино и с. Малки в течение многих лет варьирует в пределах 2–3 класса «слабо загрязненных» и «загрязненных» вод.

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

В 2012 г. на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока продолжался мониторинг химического состава поверхностных вод по программе наблюдений сети ЕАНЕТ в части 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 обновленным «Руководством по мониторингу внутренних (поверхностных) вод в Восточной Азии (2010)» с использованием опыта аналогичных программ европейской Конвенции по трансграничному загрязнению воздуха (ICP-Waters, ICP-IM), региональных сетей мониторинга ряда стран, включая Россию, и долгосрочных исследовательских проектов в Европе, Японии и ряда стран Юго-Восточной Азии.

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

В 2012 году уровни содержания кислотообразующих соединений и макроионов в районах станций ЕАНЕТ существенно не отличались от результатов наблюдений в 2007–2011 годах.

Таблица.3.3.1

Средние многолетние и диапазон изменения концентраций основных ионов в поверхностных водах малых водотоков по измерениям в районе станций ЕАНЕТ в 2007–2012 гг.

Вещество (измеряемое соединение)	р. Комаровка(Приморье, бассейн р. Раздольная, Японское море)			р. Переемная(Восточная Сибирь, бассейн оз. Байкал)		
	Среднее		Диапазон измерений (2007–2012)	Среднее		Диапазон измерений (2007–2011)
	многолетнее	2012 г.		многолетнее	2011 г.	
рН	7,10	7,01	6,80-7,45	6,77	6,62	6,43-7,21
SO ₄ ²⁻ , мг/л	11,01	9,63	3,57-15,77	10,94	9,49	6,37-15,44
NO ₃ ⁻ , мг/л	0,97	1,33	0,10-2,53	0,852	0,38	0,31-1,29
NH ₄ ⁺ , мг/л	0,22	0,45	0,01-1,03	0,042	0,08	0,010-0,25
Ca ²⁺ , мг/л	8,18	7,87	6,40-9,77	4,76	4,43	2,97-6,32
Mg ²⁺ , мг/л	2,20	2,38	1,47-3,30	0,95	0,67	0,70-1,30
NO ₂ ⁻ , мг/л	0,04	0,04	0,01-0,12	0,002	0,002	<0,001-0,008

Кислотность поверхностных вод

За период наблюдений 2007–2011 гг. величина рН воды в р. Переемной изменялась в пределах от 6,4 до 7,2 при среднем многолетнем значении 6,77; среднее в 2012 г. – 6,62. В многолетнем годовом ходе наибольшие значения наблюдаются летом: средний рН в феврале-марте около 6,75, в июле – 7,05, а в сентябре/октябре – 6,61. (Рис. 3.3.1). Тем не менее в июне 2012 г. наблюдалось самое низкое значение рН в теплый сезон за весь период наблюдений (6.56).

Среднее многолетнее значение рН воды р. Комаровка лет составляет 7,12 при изменении разовых значений в интервале от 6,8 до 7,45, среднее в 2011 г. – 7,0. Значительных различий между сезонами не отмечено, так же как и выраженного внутригодового хода: среднее значение рН для апреля – 6,95, июня – 7,1, а в ноябре – 7,2.

При практически одном уровне значения кислотности для рек обоих регионов, рН воды в р. Переемной несколько ниже, а интервал изменений больше. Очевидных изменений характера кислотности за 2007–2012 гг. не отмечено, хотя в реке Комаровке в целом тенденция за 6 лет составила около – 0,2 рН (рис. 3.3.2).

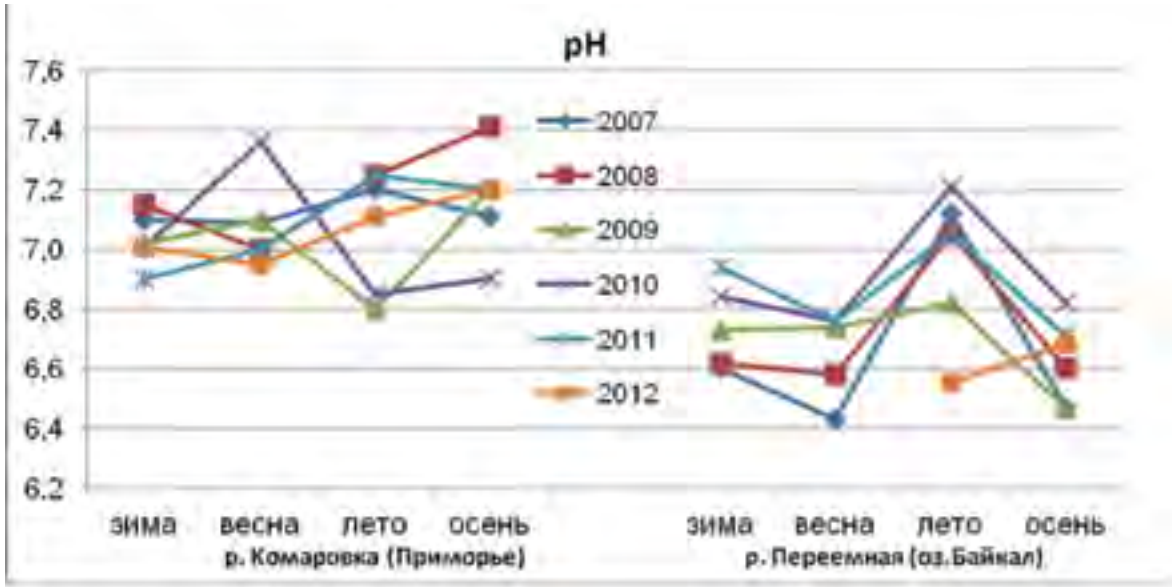


Рис. 3.3.1. Изменение рН по сезонам года в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007–2012 гг.

По результатам наблюдений щелочность воды в исследуемых реках в 2007–2012 гг. отличается в три раза: среднегодовое значение для р. Комаровка – 0,39, а для р. Переемная – 0,14. В 2012 г. значения не отличались от средних многолетних. Долговременных изменений не наблюдалось.



Рис. 3.3.2. Тренд изменения pH в поверхностных водах на станции ЕАНЕТ в Приморье

Сульфаты и нитраты

В 2012 г. среднегодовые концентрации сульфатов в воде р. Комаровки и р. Переемной были ниже, чем в 2011 г., и ниже средних многолетних, составив 9,63 и 9,49 мкг/л, соответственно. В годовом ходе концентраций (рис. 3.3.3) для р. Комаровки минимальные значения наблюдаются нерегулярно, чаще летом и осенью, тогда как для р. Переемной можно отметить выраженное уменьшение концентраций в летние месяцы. Абсолютные минимальные значения в 2007–2012 г. составили 3,57 и 6,37 мг/л, соответственно; максимальные значения содержания сульфатов для обеих рек были близки и отмечены зимой 2010 г.: на р. Комаровка – 15,77 мг/л, а для р. Переемная – 15,44 мг/л.



Рис. 3.3.3. Внутригодовые изменения концентраций сульфатов (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007–2012 гг.

Среднее многолетнее содержание нитратов в поверхностных водах р. Комаровка и р. Переемная на приграничных фоновых территориях азиатской России составляло 0,97 и 0,85 мг/л, соответственно, с выраженными изменениями среднегодовых значений год от года: в 2012 г. концентрации понизились по сравнению с 2011 г. и составили 1,33 и 0,38, соответственно (табл. 3.3.1). Интервал изменений содержания нитратов в р. Комаровка (от 0,10 до 2,53 мг/л) больше, чем для р. Переемная (от 0,31 до 1,29 мг/л). В сезонном ходе очевидная закономерность снижения концентраций отмечается главным образом в Байкальском регионе (рис. 3.3.4). В то же время результаты наблюдений на р. Комаровка, показали, что для водотоков Приморья характерна межгодовая нерегулярность хода содержания нитратов в поверхностных водах.



Рис. 3.3.4. Внутригодовые изменения концентраций нитратов (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007–2012 гг.

Для оценки вкладов основных кислотообразующих анионов для каждой реки было рассчитано соотношения серы к азоту ($S_{SO_4^{2-}}/N_{[NO_3^-+NO_2^-]}$). Несмотря на разный уровень выпадений из атмосферы, большую часть года преобладающими анионами в поверхностных водах были сульфаты (рис. 3.3.5). В Приморье в воде р. Комаровка соотношение значительно снижалось, составив в среднем от 10 до 20 после 2009 г., хотя и без регулярной сезонной зависимости. Анализ изменения соотношений сульфатов и нитратов, выраженных в эквивалентах, показал, что уровень соотношения и характер изменения практически не отличается от приведенного на рис. 3.3.5., с более высокими значениями (до 150) только для летних месяцев 2008 года.

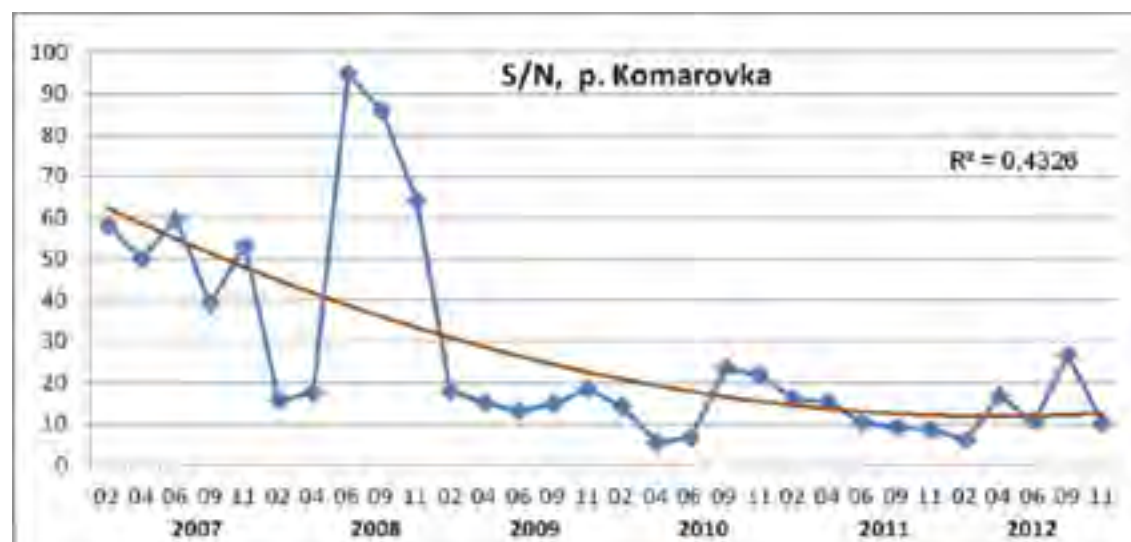


Рис. 3.3.5. Тренды изменения соотношения сульфатов и нитратов в поверхностных водах на станции ЕАНЕТ в Приморье в 2007–2012 гг.

Основные катионы

Среднее содержание ионов кальция, являющегося преобладающим из катионов, практически мало изменялось в 2012 г. как в воде р. Комаровка, так и в р. Переменная, составив 7,87 мг/л (при общем многолетнем интервале значений от 6,47 до 9,77 мг/л), и 4,43 мг/л (при интервале от 2,97 до 6,32 мг/л), соответственно. Концентрации магния изменялись незначительно, оставаясь в пределах многолетних колебаний 1,47–2,73 мг/л и 0,70–1,30 мг/л, соответственно. В сезонном ходе этих элементов заметных нарушений не наблюдалось, однако для р. Комаровка концентрации в осенний период были немного ниже, чем в предыдущие годы. Это показывает, что прослеживаемая в последние годы тенденция плавного возрастания концентрации кальция в воде рек является слабой и нерегулярной.

Содержание аммония в воде р. Переменная низкое, в разные сезоны практически находится на одном уровне, не более 0,1 мг/л. В воде р. Комаровка значения концентраций NH_4 изменяются более заметно – от близких к 0,01 в зимнюю межень до 0,3–0,4 мг/л весной и летом (рис. 4.3.6). В сезонной динамике концентраций аммонийного азота в Приморье возможны два максимума: весенний и во время летних паводков, т. е. сезонные изменения концентраций аммонийного азота в основном связаны с изменениями водности реки и поступлением его с водосборного бассейна. В 2012 г. это обусловило значительно более высокие концентрации в начале-середине осени, после сильных дождей в конце лета и сентябре-октябре. Для рек с подземным питанием концентрации аммонийного азота в воде минимальны.

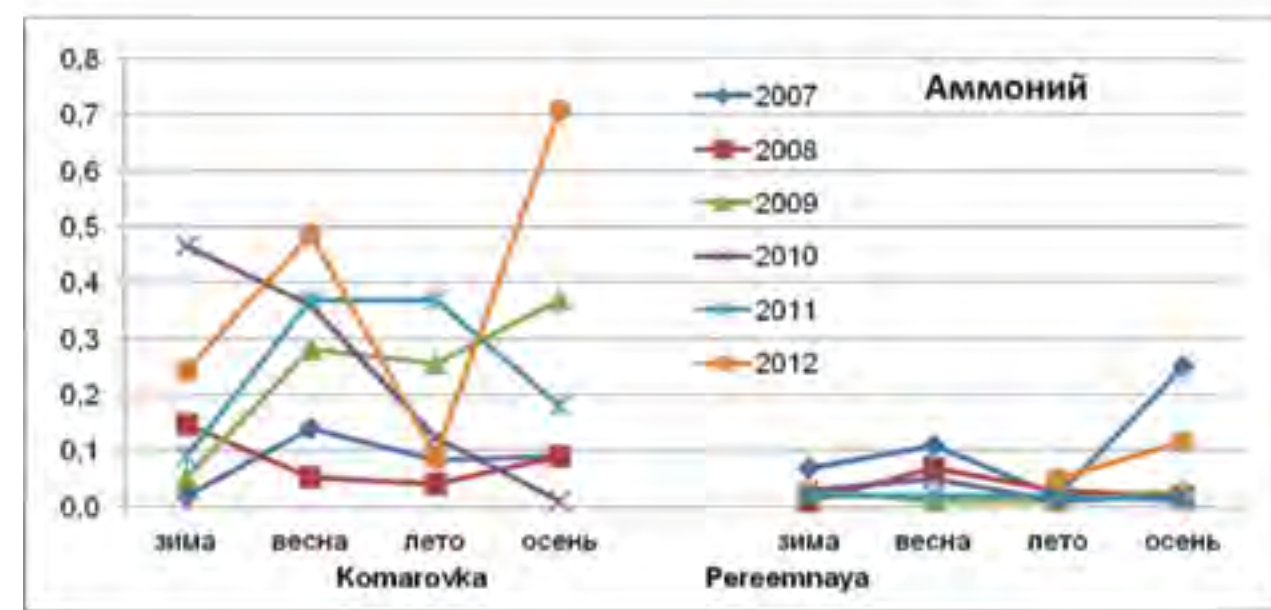


Рис. 3.3.6. Внутригодовые изменения концентраций аммония (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007–2012 гг.

Среднее содержание аммония в воде в 2007–2012 г. в р. Комаровка составило 0,22 мг/л, с более высокими среднегодовыми значениями в 2012 г. (0,45 мг/л). При этом данные последнего года усиливают тенденцию роста концентраций аммония в поверхностных водах малых рек Приморья, наблюдающуюся после 2008 г. (рис. 3.3.7). Это также подтверждается тенденцией роста содержания аммония по отношению к концентрациям основных катионов: по сравнению с 2007 годов соотношение выросло вдвое, а в период максимальных концентраций аммония – более чем в 6 раз (рис. 3.3.8).



Рис. 3.3.7. Тренды изменения аммония (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007–2011 гг.



Рис. 3.3.8. Тренды согласованного изменения сульфатов и кальция (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007–2011 гг.

Соотношения основных анионов и катионов

При анализе совмещенных годовых ходов концентраций кальция и сульфатов можно отметить, что уровень содержания кальция в течение 6 лет практически мало изменяется в отличие от сульфатов, особенно в р. Комаровке. По весовым концентрациям сульфаты обычно превышают содержание кальция примерно на 3–5 мг/л, за исключением 2010 г. и осени 2012 г. в Приморье, когда минимальные значения сульфатов, обычно наблюдающиеся в сентябре–ноябре, были зафиксированы ниже значений кальция в течение теплого периода с минимумами в сентябре – 3,57 мг/л и 5,60 мг/л (рис. 3.3.9). Для нитратов наблюдается противоположная картина: уровень их концентраций существенно ниже концентраций кальция в воде реки, в среднем в 5 раз для р. Переемная, и в 5–10 раз (после 2008 г.) в р. Комаровка. При этом как для сульфатов, так и для нитратов, ход концентраций в целом этих ионов похож, их содержание взаимосвязано.

Минимальные и максимальные значения, выраженные в эквивалентной форме (для прослеживания их роли в формировании кислотно-щелочной реакции воды), наблюдаются практически в одни и те же периоды. Для воды р. Переемная учет содержания нитратов практически ничего не изменил: основным катионом растворенных солей является кальций, отношение $\text{Ca}/[\text{SO}_4 + \text{NO}_3]$ находится в интервале 0,9–1,1. Для р. Комаровка содержание кальция (в эквивалентных единицах) практически всегда в 1,5–2,5 раза выше, чем содержание сульфатов и нитратов (суммы главных анионов), что пока обеспечивает близкий к нейтральному pH поверхностных вод в малых реках Приморья.

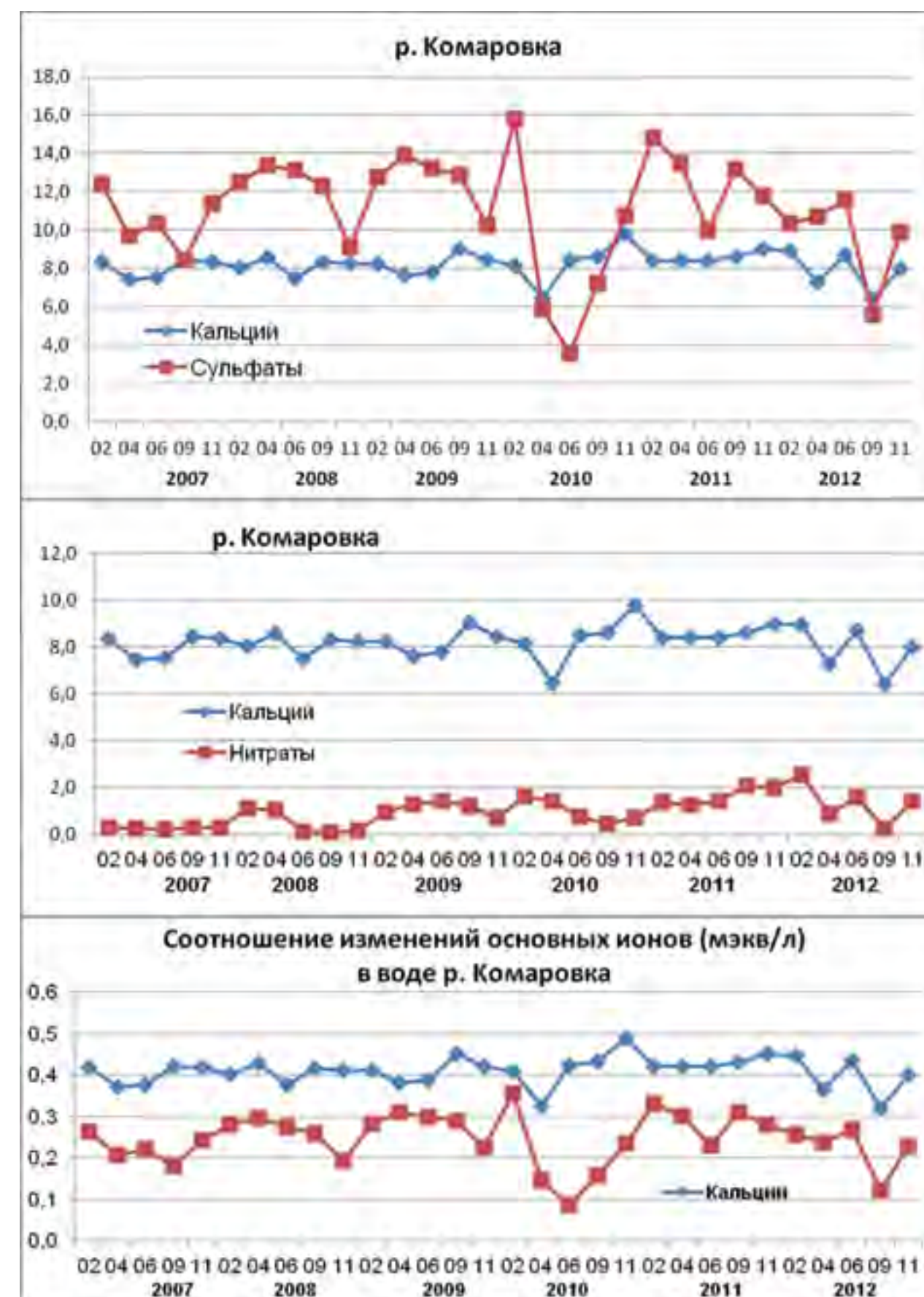


Рис. 3.3.9. Тренды согласованного изменения сульфатов и кальция (верхний, мг/л), кальция и нитратов (средний, мг/л) и их эквивалентов (нижний, мэкв/л) в поверхностных водах на станции

В целом благодаря тому, что основными компонентами состава поверхностных вод в районе станций ЕАНЕТ являются сульфат- и гидрокарбонат-ионы, а также кальций, и начиная с 2005 г. большую часть года преобладающими анионами были сульфаты, по составу ионов вода рек относится к сульфатному классу группы кальция. По сравнению полученных результатов с опубликованной информацией предыдущих лет можно заключить, что относительный состав речных вод все в большей степени смещается от гидрокарбонатного класса в сторону сульфатного.

Увеличение поступления загрязняющих веществ на водосборные бассейны рек Южного Байкала через атмосферу способствовало повышению концентраций химических компонентов в речных водах. По данным снегосъемок накопление сульфатов в снежном покрове высокогорных районов северо-западного склона хребта Хамар-Дабан, где берет начало река Переемная, достигало 1,3 т/км². По сравнению с результатами, полученными в 1950–1980 гг., регистрируемые в настоящее время значения суммы ионов в воде р. Переемная стали выше в среднем на 10-15 %, нитратного азота – до 60%, а по сульфатам – до 100%. Увеличение суммарного потока ионов с водами р. Переемной отмечается как в период межени, так и во время половодья и паводков, что свидетельствует об интенсификации процессов выветривания на водосборе. При этом в условиях относительно низкой минерализации характер химического состава воды р. Переемной является неустойчивым: небольшие изменения концентрации отдельных ионов приводят к изменению класса речных вод. Увеличение абсолютных концентраций подкисляющих компонентов (сульфатов и азота) в воде за последние 30–50 лет обусловило изменения в относительном составе главных ионов – увеличилось содержание сульфатов и снизилось гидрокарбонатов и кальция (гидрокарбонаты снизились с 68 до 58% в относительном составе ионов).

Из-за малых сумм ионов и низкой буферной способности к нейтрализации кислотных компонентов вода р. Переемной оценивается как крайне неустойчивая к закислению. Сравнение данных расчета «потенциала щелочности» по результатам мониторинга в 2007–2011 г. с результатами такого же расчета за период 1955–1960 гг. показало, что за прошедшие 50 лет при поступлении закисляющих компонентов на водосбор реки из атмосферы (в составе атмосферных осадков и в виде сухого осаждения) устойчивость речных вод к закислению снизилась более чем вдвое: с 219 мкэкв/л до 99 мкэкв/л, понижаясь в период снеготаяния до критического уровня не более 50 мкэкв/л (развитие «рН шока»).

Оценки выноса основных анионов и катионов с водосборов

Оценка водного стока сульфатов и нитратного азота показала, что в условиях средней водности общий вынос растворенных веществ с водами р. Переемной в озеро Байкал составляет 7580 т/год, сульфатов – 1200 т/год, нитратного азота – 99 т/год. Основная масса (до 80-90%) этих химических веществ выносится рекой в период открытого русла (без ледостава). Основным источником поступления является

вымывание из почвенно-грунтовой толщи, что характерно для рек, дренирующих горно-тундровые и горно-таежные территории, сложенные массивно-кристаллическими породами.

По результатам последних исследований Лимнологического института СО РАН модуль ионного стока р. Переемной составляет 211 кг/га, что соответствует скорости химической денудации в пределах речного бассейна около 0,0060 мм/год. В бассейнах соседних рек, р. Снежной и р. Хара-Мурин, стекающих с хребта Хамар-Дабан и характеризующихся высоким модулем ионного стока 180–217 кг/га, скорость химической денудации составляет 0,0062 и 0,0052 мм/год, соответственно. При этом модуль водного стока р. Переемной значительно выше, чем у этих рек: 34 л/с*км² против 14,60 и 18,9 л/с*км², соответственно.

Тем не менее в целом для фоновых наблюдений за содержанием химических веществ в поверхностных водах в районах станций сети ЕАНЕТ уровни основных ионов (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) в течение последних 5 лет, в общем, сохраняются стабильными, со слабо выраженными трендами увеличения сульфатов в р. Переемная (регион оз. Байкал) и роста нитратов в р. Комаровка (Приморье).

4. Состояние загрязнения природных сред в Кавказском государственном природном биосферном заповеднике за период наблюдений с 1983 по 2012 годы

Организация наблюдений

Организация станции комплексного фонового мониторинга

В Кавказском государственном природном биосферном заповеднике (далее – Кавказский БЗ) комплексный мониторинг загрязнения окружающей среды проводится на СКФМ с 1982 года и по настоящее время. СКФМ «Кавказский БЗ» была создана согласно приказу Госкомгидромета СССР от 23.08.1978 № 181 «Об организации в УГМС станций фонового мониторинга состояния окружающей природной среды» при активном участии первого начальника СКФМ «Кавказский БЗ» Череватенко В.А.

Первые данные о концентрациях приоритетных загрязняющих веществ в воздухе Кавказского БЗ получены в сентябре 1982 года и опубликованы в «Обзоре фоновое состояние окружающей природной среды с СССР за 1982 г.» (Москва, Московское отделение Гидрометеиздата, 1983 г.), а регулярные наблюдения проводятся с 1983 года.

За многолетний период наблюдений по типовой программе комплексного фонового мониторинга (КФМ) накоплен большой массив данных о концентрациях приоритетных загрязняющих веществ в различных природных средах: атмосферном воздухе, атмосферных осадках, снежном покрове, поверхностных водах, почве и растительности.

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха и осадков

С 1984 года отбор проб атмосферного воздуха осуществляется на полигоне, расположенном на территории Кавказского БЗ в долине р. Ачипсе у кордона Кавказского БЗ Лаура на высоте 580 м над уровнем моря. Полигон представляет собой стандартную огороженную метеоплощадку 25×25 метров, на которой установлены метеоприборы и оборудование для отбора проб воздуха и атмосферных осадков.

На полигоне СКФМ «Кавказский БЗ» проводился отбор проб воздуха для анализа на содержание твердых аэрозольных частиц (суммарное), сульфатов, диоксида серы, ртути, свинца, кадмия, ПАУ и ХОП.

Загрязнение атмосферного воздуха соединениями серы

Наиболее длительный и непрерывный ряд наблюдений концентраций в воздухе получен по диоксиду серы и представлен на рис. 4.1.

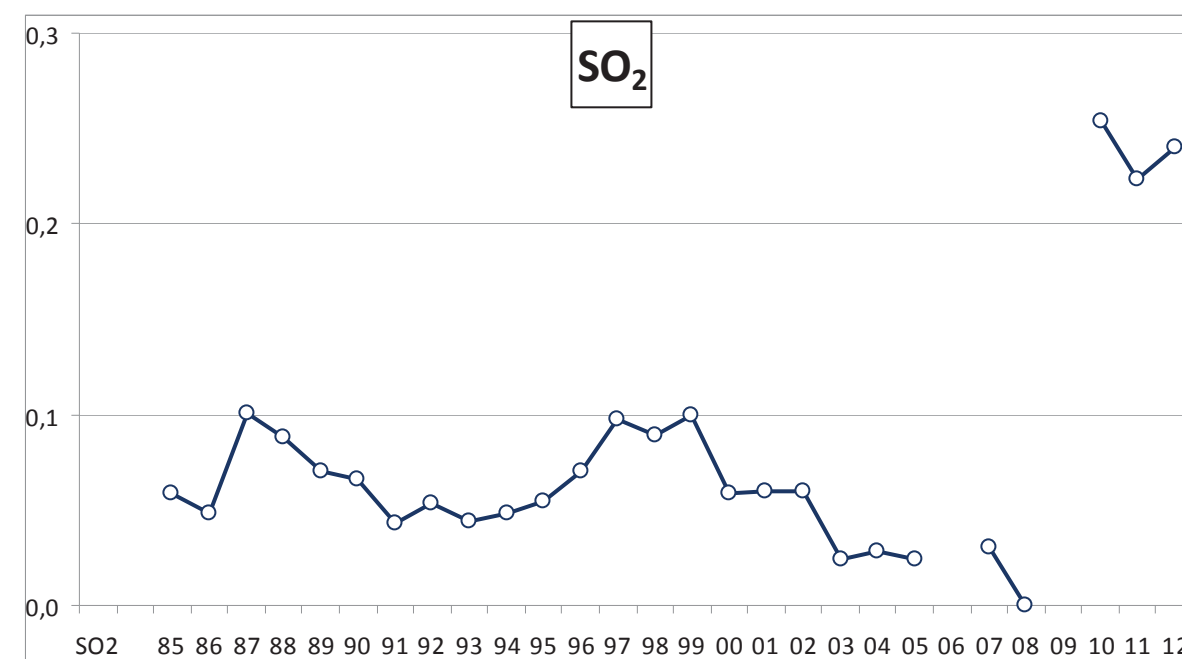


Рис. 4.1. Динамика среднегодового содержания диоксида серы (мкг/м³) в атмосфере СКФМ «Кавказский БЗ» (в мкг/м³)

Данные регулярных наблюдений на сети КФМ показывают, что уровень загрязнения атмосферного воздуха диоксидом серы в Кавказском биосферном заповеднике до начала строительства олимпийских объектов в 2008 году оставался самым низким по сравнению с другими фоновыми районами России. После начала строительных работ основных олимпийских объектов горного кластера, находящихся в 3–5 км от наблюдательного полигона, содержание диоксида серы и твердых аэрозолей в воздухе увеличилось. В 2010 году зафиксировано увеличение средних концентрация диоксида серы в воздухе почти в 3 раза, предположительно в связи с началом строительства объектов по программе подготовки к зимним Олимпийским играм 2014 г. в Сочи.

В настоящий момент уровень загрязнения атмосферы диоксидом серы соответствует среднему уровню для фоновых районов европейской России (например, Воронежский БЗ).

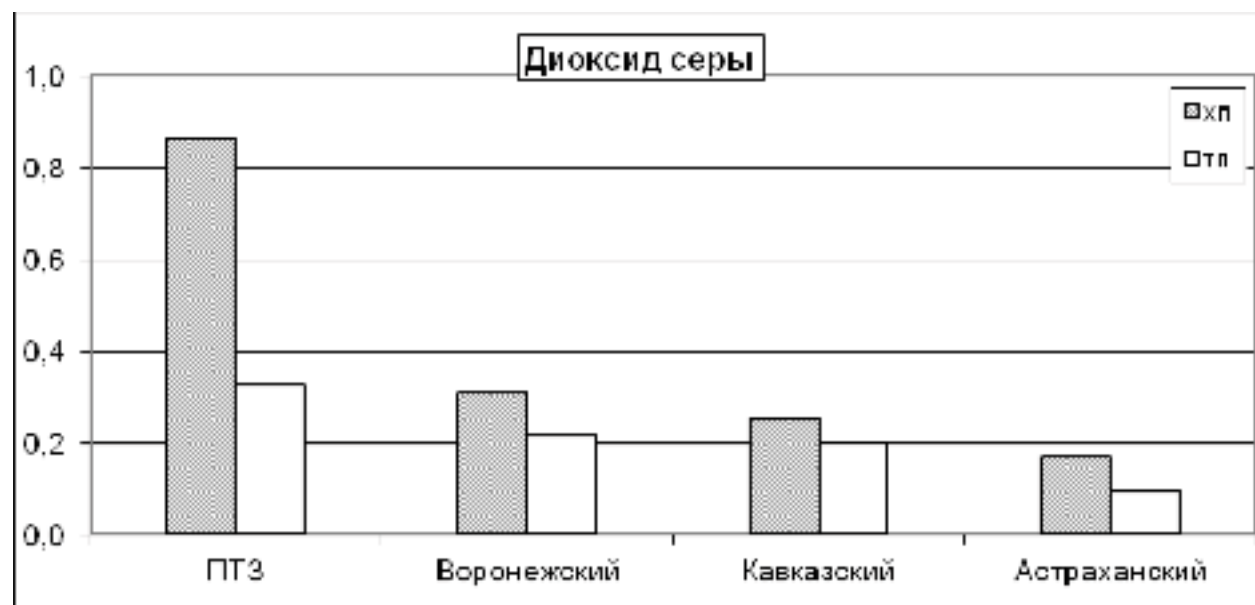


Рис. 4.2. Среднесезонные концентрации диоксида серы (мкг/м^3) в атмосферном воздухе, 2011–2012 гг.

Содержание тяжелых металлов, пестицидов и ПАУ в атмосферном воздухе

В 2009–2012 гг. среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили $5\text{--}7 \text{ нг/м}^3$, на СКФМ «Кавказский БЗ» значение в 2–3 раза ниже ($2,2 \text{ нг/м}^3$). Значимых изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий по сравнению с предыдущими 2000-ми годами не произошло. Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР оставались на уровне, наблюдавшемся в последние годы – $0,2\text{--}0,3 \text{ нг/м}^3$, в то время как в воздухе Кавказского БЗ средние значения концентраций значительно ниже и составляют $0,06 \text{ нг/м}^3$. Только на юге ЕТР (Астраханский БЗ) среднегодовые концентрации кадмия в атмосфере достигали $1,6 \text{ нг/м}^3$. Сезонные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе не имеют ярко выраженного характера. Содержание бенз(а)пирена и бенз(е)перилена в атмосфере в Кавказского БЗ, как и фоновых районах центра ЕТР, не превышает $0,1 \text{ нг/м}^3$.

Минерализация осадков

С 2008 года обозначилась тенденция роста минерализации выпадающих в Кавказском БЗ осадков (см. рис. 4.3, 4.4, 4.5). Наиболее вероятной причиной роста минерализации осадков является интенсификация строительства в регионе, в том числе в связи со строительством при подготовке к Олимпийским играм.

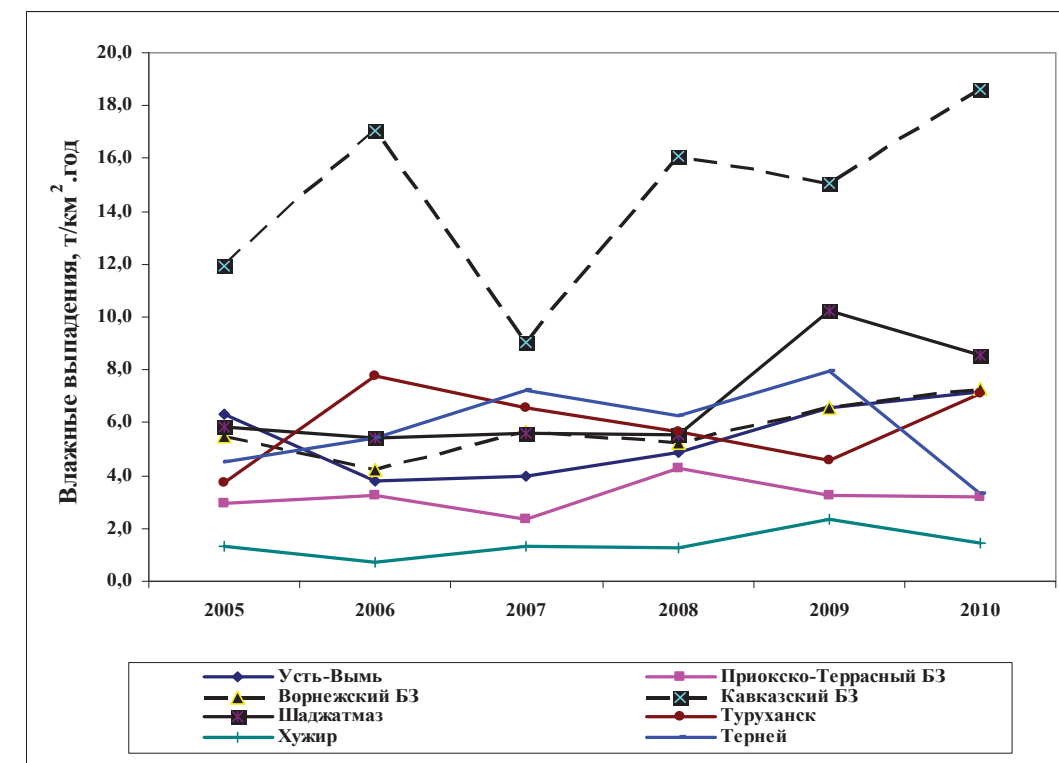


Рис. 4.3. Временной ход средних за год выпадений веществ с осадками на станциях ГСА за период 2005–2010 гг.

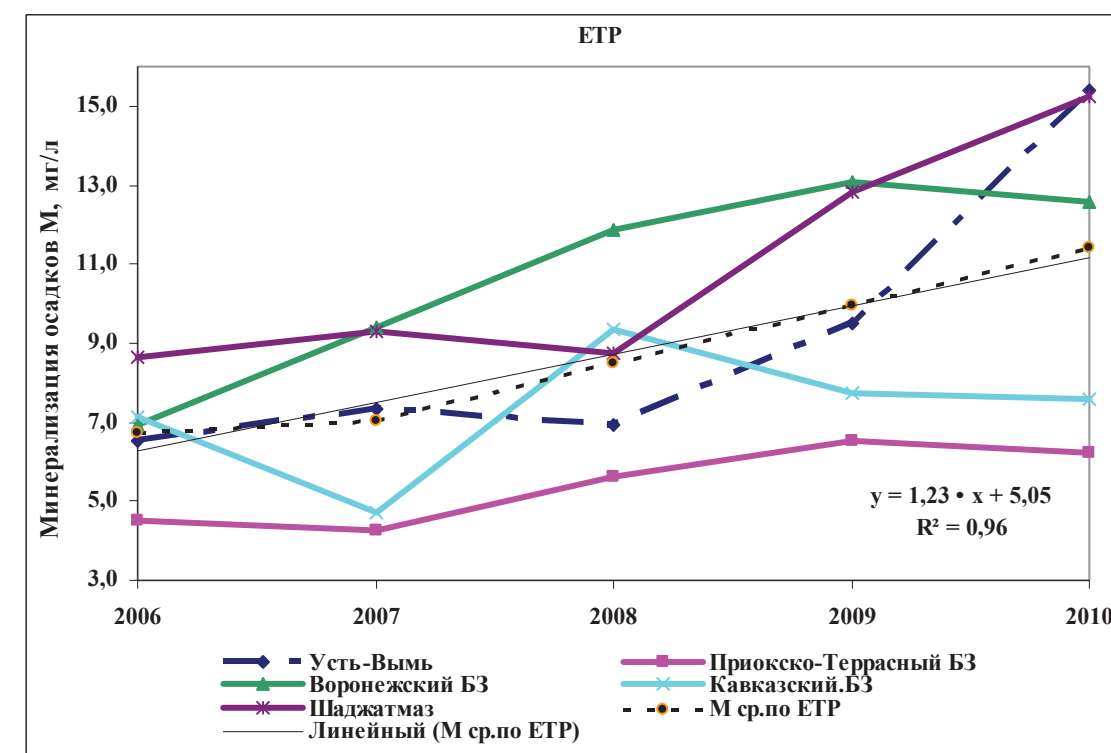


Рис. 4.4. Ход изменения со временем минерализации осадков по отдельным станциям и средней суммы ионов ($M_{\text{ср.}}$) на ЕТР за период 2006–2010 гг.

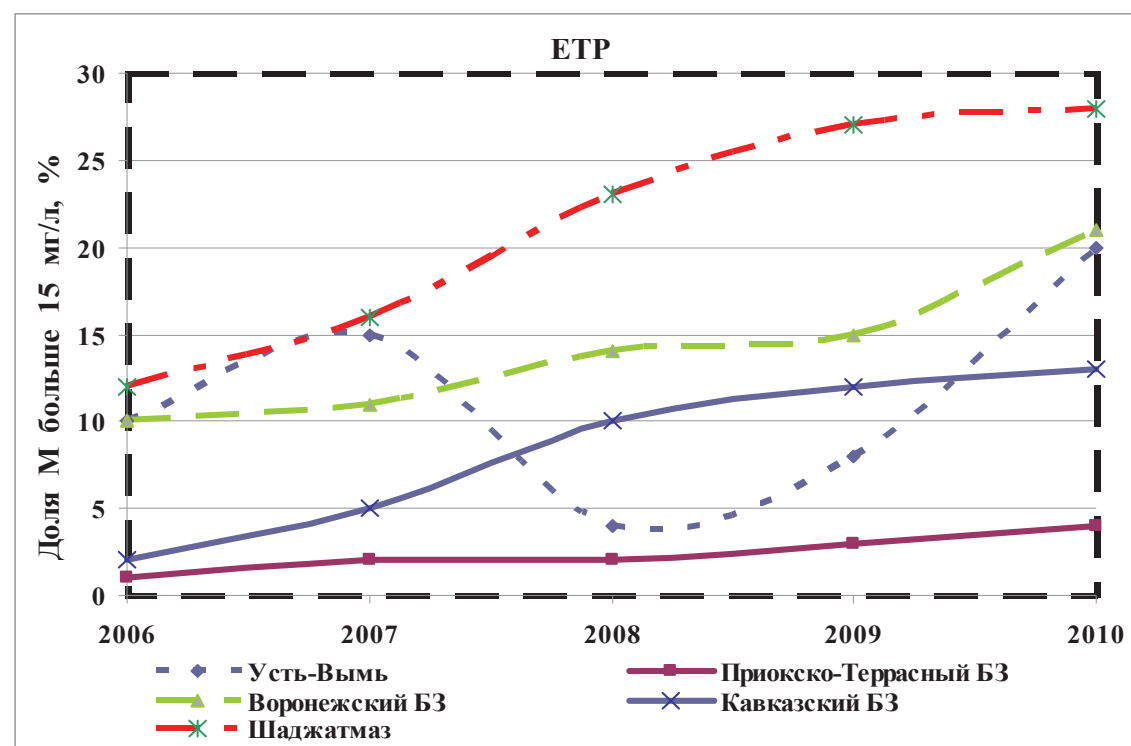


Рис. 4.5. Ход изменения на ЕТР доли осадков (в%) с минерализацией М >15 мг/л за период 2006–2010 гг.

Содержание тяжелых металлов в атмосферных осадках

В атмосферных осадках Кавказского БЗ среднегодовые концентрации ртути, свинца и кадмия находятся в пределах фоновых значений для ЕТС. В таблице 4.1 представлены значения концентраций тяжелых металлов в осадках, осредненные по 10-летним периодам наблюдений.

Таблица 4.1

Концентрации тяжелых металлов в осадках Кавказского БЗ за период 1983-2012 гг (средневзвешенная, мкг/л)

Годы	Ртуть		Свинец		Кадмий	
	среднее	диапазон	среднее	диапазон	среднее	диапазон
1982–1989	0,22	0,05–4,6	3,1	0,2–21	0,29	0,1–4,8
1990–1999	0,37	0,05–2,6	4,2	0,2–24	0,30	0,1–1,7
2000–2009	0,39	0,05–3,0	2,0	0,2–4,5	0,17	0,1–2,7
2010–2012	0,54	0,05–2,2	1,6	0,2–2,2	0,30	0,03–0,45

За период наблюдений выявляется последовательный рост концентрации ртути в атмосферных осадках. Период 2010–2012 гг. характеризуется наибольшими среднегодовыми средневзвешенными значениями концентрации ртути (0,54 мкг/л за период), а в 2011 году средневзвешенная концентрация ртути достигла максимального значения за весь период наблюдений – 0,60 мкг/л.

Напротив, концентрации свинца в осадках имеют явную тенденцию к снижению. Снижение концентраций свинца в осадках началось с конца 90-х годов, и с 2004 года уровень стабилизировался в диапазоне среднегодовых значений 1,0–2,0 мкг/л. В 2012 г., как и в 2010 г., среднегодовая концентрация свинца в осадках составляла – 1,3 мкг/л.

При снижении средней концентрации свинца в осадках наблюдается и сокращение более чем в 2 раза его выпадений на подстилающую поверхность с осадками. Так, в период с 1983 г. по 1989 г. ежегодно с осадками выпадало от 4,2 до 10 мг/м², в среднем 6,3 мг/м², то с 2008 по 2012 гг. ежегодные выпадения колеблются в диапазоне 1,7–4,0 мг/м², в среднем 2,5 мг/м².

Практически не проявляет тенденций направленных изменений концентрация кадмия. Средневзвешенная концентрация кадмия в осадках варьируется в диапазоне среднегодовых значений от 0,07 мкг/л (2012 г.) до 0,56 (в 1984 г.) за весь период наблюдений, изменения носят характер межгодовых флуктуаций, обусловленных как климатическими причинами, прежде всего количеством осадков, так и погрешностями отбора и измерения проб.

Содержание ПАУ и ХОП в атмосферных осадках

Данные наблюдений за содержанием бенз(а)пирена и хлорорганических пестицидов представлены в таблице 4.2. Изменение содержания пестицида ГХЦГ анализировалось по сумме альфа (побочный продукт синтеза) и гамма- (действующее вещество) изомеров. По пестициду ДДТ в таблице представлено суммарное содержание рр' изомера ДДТ и основных продуктов его распада в окружающей среде (рр'ДДД и рр'ДДЕ).

Таблица 4.2

Концентрации стойких органических экотоксикантов в осадках Кавказского БЗ за период 1983–2012 гг. (средневзвешенная в нг/л)

Годы	Бенз(а)пирен		Сумма изомеров ГХЦГ		ДДТ с метаболитами	
	Среднее	Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее	Диапазон
1982–1989	7,2	0,3–40	59	0,5–1734	79	1,0–480
1990–1999	1,7	0,3–22	16	0,5–316	98	1,0–500
2000–2009	1,9	0,3–15	18	0,5–193	101	1,0–1140
2010–2012	1,4	0,3–5,0	3	0,5–8,7	95	1,0–400

Концентрации бенз(а)пирена и ГХЦГ имеют общую тенденцию к снижению. Для ГХЦГ и бенз(а)пирена значительное снижение произошло в начале 90-х годов и в последующий период концентрации стабилизировались при сохранении общей тенденции к дальнейшему снижению.

Следует отметить, в 2011 году практически во всех пробах осадков ГХЦГ не выявлено (концентрации ниже стандартного предела обнаружения в 0,3 нг/л). Очевидно, что снижение концентрации ГХЦГ связано с сокращением его количества в окружающей среде в целом в связи запретом его производства и использования, а также последующим естественным разложением.

Практически не проявляет тенденций направленных изменений концентрация ДДТ. Среднегодовая концентрация ДДТ флуктуирует в диапазоне от 20 нг/л (2009 г.) до 250 нг/л (1995-1996 гг.). Несмотря на международный запрет на производство и использование этого пестицида, его содержание в биосфере, видимо, еще достаточно высоко в связи с большим объемом производства в прошлом и весьма длительным периодом распада в окружающей среде.

Мониторинг поверхностных вод

Регулярные наблюдения за химическим составом поверхностных вод осуществлялись в реках Ачипсе и Лаура близ места их слияния, в районе полигона Лаура. Отбор проб проводится в основные фазы гидрорежима. В пробах поверхностных вод измерялось содержание тяжелых металлов (ртуть, свинец и кадмий), ПАУ (бенз(а)пирен) и ХОП (ДДТ и ГХЦГ). Средние значения концентрации экотоксикантов и диапазон варьирования по 10-летним периодам наблюдений представлены в таблице 4.3.

Таблица 4.3

Концентрации тяжелых металлов и бенз(а)пирена в поверхностных водах Кавказского БЗ за период 1983–2012 гг (средневзвешенная, мкг/л)

Годы	Ртуть		Свинец		Кадмий		Бенз(а)пирен	
	сред-нее	диапазон	сред-нее	диапазон	сред-нее	диапазон	сред-нее	диапазон
1982-1989	0,30	0,1-1,4	3,0	0,2-16	0,20	0,1-0,65	3,9	0,6-8,0
1990-1999	0,26	0,1-0,5	3,4	0,2-10	0,36	0,04-1,0	-	-
2000-2009	0,22	0,1-0,7	1,5	0,7-2,3	0,09	0,04-0,13	1,1	0,3-2,4
2010-2012	0,35	0,1-0,9	2,7	0,7-7	0,17	0,04-0,54	1,1	0,5-2,6

За период наблюдений выраженной зависимости концентрации загрязняющих веществ от фазы гидрорежима не выявлено. Различия в содержании различных загрязняющих веществ в водах р. Лауры и ее притока р. Ачипсе практически не проявляется, исключение составляет рост загрязнения р. Лауры свинцом, что связано, вероятно, со строительством объектов при подготовке Олимпийских игр, идущем в долине р. Лауры, в то время как р. Ачипсе стекает со склонов заповедной территории.

В целом уровень загрязнения свинцом рек с начала 2000 годов снижается, как и атмосферных осадков. Рост концентраций свинца наблюдается только на р. Лауре с 2010 года.

Концентрация ртути в поверхностных водах в 90-х годах прошлого века значительно снизилась и стабилизировалась на относительно низких значениях до 2010 года, однако в последние годы намечается незначительный рост регистрируемых концентраций.

Концентрация кадмия в речных водах сохраняется на низком фоновом уровне и проявляет схожую с ртутью межгодовую динамику.

Данных по хлорорганическим пестицидам в поверхностных водах недостаточно для проведения достоверной оценки динамики уровней. Концентрации ГХЦГ в последнее десятилетие в поверхностных водах ниже предела обнаружения, среднее значение – 3 нг/л, максимальное – 10 нг/л. Для ДДТ по сумме с метаболитами концентрации колеблются от предела обнаружения (2 нг/л) до 140 нг/л, в среднем 70 нг/л.

Мониторинг загрязнения почв и растительности

Отбор проб почв и растительности осуществлялся на 3 основных постоянных пробных площадках.

Постоянная пробная площадка (ППП) № 1 расположена на лугу возле полигона СКФМ «Кавказского БЗ» Лаура, на высоте около 580 м. Луговая растительность на площадке состоит из злаков с преобладанием мятликов и различных видов двудольных луговых цветов.

ППП № 2 также расположена в районе полигона Лаура, в буковом лесу с примесью каштана на высоте около 590 м н.у.м.

ППП № 3 расположена на кордоне заповедника Рудовая, 6 км севернее полигона Лаура на высоте около 850 м н.у.м. у склона долины р. Рудовой (приток р. Ачипсе). В древостое преобладает бук восточный. Также представлена в первом ярусе пихта Нордманна, при участии граба обыкновенного, ольхи серой, клена-явора. Подрост представлен пихтой Нордманна, буком восточным, кленом.

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

Также в 1982–1989 годах проводились обследования состояния загрязнения почв и растительности в субальпийских лугах «Османова поляна» (выс. 2000 м н.у.м.) и в альпийских лугах на перевале Аишхо (2200 м н.у.м.). Почвы горно-луговые субальпийские.

В почвах и растительности проводились наблюдения за содержанием приоритетных тяжелых металлов (ртуть, свинец и кадмий), ПАУ и ХОП.

В таблицах 4.4 и 4.5 представлены данные о средних значениях и диапазонах варьирования концентраций загрязняющих веществ в почвах за 10-летние периоды наблюдений. В связи с тем, что с начала 90-х годов ртуть и полиароматические углеводороды в почвах и растениях были исключены из программы наблюдения, в таблице приведены результаты динамики только по 2 элементам – свинец, кадмий, и 2 видам хлорорганических пестицидов – ГХЦГ (по сумме альфа и гамма изомеров) и ДДТ (с метаболитами ДДД и ДДЭ).

Таблица 4.4

Концентраций тяжелых металлов в почвах на СКФМ «Кавказский БЗ» по десятилетиям за период 1982–2012 гг. (в мг/кг воздушно-сухого веса, в кислотной вытяжке)

Тип почвы	Глубина слоя в см	Свинец			Кадмий			Ртуть
		1982-1989	1990-1999	2000-2012	1982-1989	1990-1999	2000-2012	
Горная бурая лесная под буковым лесом	0-5	<u>9,0-56</u> 25	<u>8,0-62</u> <u>33</u>	<u>9-15</u> 12	<u>0,09-0,53</u> 0,30	<u>0,07-0,66</u> 0,30	<u>0,32-0,35</u> 0,34	<u>0,02-0,1</u> 0,048
	5-10	<u>11-45</u> 20	-	-	<u>0,09-0,41</u> 0,19	-	-	
	10-20	<u>12-28</u> <u>18</u>	-	-	<u>0,12-0,60</u> 0,25	-	-	
Горная бурая лесная под лугом на кордоне Лаура	0-5	<u>9,0-30</u> 17,1	-	<u>12-25</u> 15	<u>0,13-0,35</u> 0,25		<u>0,11-0,16</u> 0,10	<u>0,06-0,07</u> 0,06
	5-10	<u>5,2-23,0</u> 14,3	-	-	0,17		-	0,059
	10-20	7,8-15,0 11	-	-	<u>0,18</u>			0,057
Горно-луговая субальпийская, пер. Аишхо	0-5	<u>24-45</u> 33	-	-	<u>0,20-0,70</u> 0,43			0,31
	5-10	16			0,15			0,28
	10-20	11			0,13			0,32

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

Полученные данные достоверно показывают произошедшее за 30-летний период 2 – 4-кратное снижение концентраций хлорорганического пестицида ГХЦГ в поверхностном 10-сантиметровом слое во всех почвах СКФМ «Кавказский БЗ», а также снижение концентраций свинца.

Концентрация свинца, регистрируемая в почвах СКФМ «Кавказский БЗ» в последние десятилетия, равна среднему значению концентрации свинца в гранитном слое коры континента (кларк), составляющей 16 мг/кг. Этот факт позволяет говорить об отсутствии сколь-нибудь существенного накопления свинца в почвах Кавказского БЗ в течение последнего десятилетия, а регистрируемые значения соответствуют содержанию этого микроэлемента в минеральной части почвы. Для кадмия отмечается стабильное невысокое значение в почвах верхнего горизонта на протяжении всего периода наблюдений. Концентрация его в почвах также близка к значению кларка (0,16 мг/кг).

Таблица 4.5

Концентрации стойких органических соединений в почве на СКФМ «Кавказский БЗ» по десятилетиям за период 1982–2012 гг. (в мкг/кг воздушно-сухого веса)

Тип почвы, площадка отбора	Глубина слоя, см	ДДТ с метаболитами, по периодам:			ГХЦГ сумма изомеров			Бенз(а)пирен
		1982-1989	1990-1999	2000-2012	1982-1989	1990-1999	2000-2012	
Период:								
Горная бурая лесная под буковым лесом	0-5	<u>6,4-18,9</u> <u>12,4</u>	-	27	<u>3,1-17</u> 8,9	-	<u>2,1</u>	<u>2,0-49</u> 18
	5-10	<u>11-45</u> <u>20</u>	-	27	<u>3,1-26</u> 8,0	-	-	<u>1,5-1,8</u> 1,65
	10-20	<u>12-28</u> 18	-	-	<u>3,1-14</u> 7,2	-	-	-
Горная бурая лесная под лугом на кордоне Лаура	0-5	<u>1,3-35</u> 15	<u>0,5-19</u> <u>8,9</u>	<u>0,5-23</u> 5,1	<u>2,5-9,2</u> 6,5	<u>0,5-5,7</u> 4,0	<u>0,5-8,4</u> 3,0	<u>0,3-1,4</u> 0,84
	5-10	<u>2,1-56</u> 20	-	-	<u>2,1-4,5</u> 3,5		-	<u>0,3-1,4</u> 0,84
	10-20	1,3-53 14	-	-	<u>1,0-7,2</u> 2,9			<u>0,1-1,4</u> 0,75
Горно-луговая субальпийская, Аишхо	0-5	<u>6,5-30</u> 16,8	-	-	4,4-15 12			0,7
	5-10	<u>7,8-9,7</u> 8,8			<u>5,2-6,0</u> 5,6			
	10-20	<u>8,7-15</u> 11,9			<u>5,5-9,1</u> 7,3			

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

Направленных изменений в концентрации кадмия и ДДТ в почвах за 30-летний период не выявлено, значения регулярных измерений находятся в границах диапазона концентраций за весь период наблюдений.

В растениях концентрации загрязняющих веществ изменяются более динамично, чем в почвах. Это связано, прежде всего, с инерционностью почвенного покрова. Например, содержание загрязняющих веществ в верхнем 10 см слое почвы фоновых районов, в том числе Кавказского БЗ, как правило, в 20–100 и более раз выше суммарного ежегодного выпадения из атмосферы и поступления с растительным опадом.

В этой связи использование растений для оценки уровня загрязнения имеет преимущество по сравнению с определением уровня токсических веществ в воздухе, воде или почве, так как концентрация токсичных веществ в организме растений будет включать в себя интегральный показатель загрязнения среды за несколько месяцев или лет. Это, в свою очередь, существенно снижает необходимую частоту отбора проб.

В качестве интегральных индикаторов загрязнения использовалось 3 типа растительных объектов: листва бука, наземная травянистая растительность и листостебельные зеленые мхи. Отбор

проб проводился на тех же ППП, где и отбор проб почв. В листья древесных пород большинство органических экотоксикантов, какими являются ХОП и ПАУ, поступает напрямую из атмосферного воздуха через устьичные щели. Этот путь поступления в листья (хвою) преобладает также для ртути, в меньшей степени для свинца и отчасти характерен для кадмия. Поэтому содержание в листе, как правило, является интегральным индикатором состояния загрязнения атмосферного воздуха.

Поступление загрязняющих веществ в травянистые растения напочвенного покрова определяется как прямым поступлением из приземного воздуха, так и с осадками через поверхность листьев и стеблей, а также из почвы через корневую систему. 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.

Универсальным интегральным биоиндикатором принято считать мхи, так как загрязняющие вещества поступают в ткани мхов как из воздуха, так и из водного раствора во влажный период через всю поверхность растения.

Результаты наблюдений содержания приоритетных загрязняющих веществ в растительности, усредненные как и по другим объектам по 10-летним периодам, представлены в таблицах 4.6 и 4.7.

Таблица 4.6
Концентрация тяжелых металлов в растительности на СКФМ «Кавказский БЗ» по десятилетиям за период 1982-2012 гг. (в мг/кг воздушно-сухого веса)

Тип растительности	Место отбора	Свинец, мг/кг			Кадмий, мг/кг			Ртуть, мг/кг
		1982-1989	1990-1999	2000-2012	1982-1989	1990-1999	2000-2012	
Разнотравье букового леса	Лаура	<u>1,0-5,2</u> 3,6	2,8	-	<u>0,2-0,7</u> 0,3	0,2	-	<u>0,01-0,02</u> 0,01
	Рудовая	<u>2,1-6,8</u> 5,2	2,9	1,6	<u>0,2-0,7</u> 0,3	0,2	0,65	<u>0,01-0,02</u> 0,01
Листва бука	Лаура	<u>0,6-2,2</u> 1,1	<u>0,6-2,8</u> <u>1,4</u>	-	<u>0,2-0,2</u> 0,2	<u>0,1-0,4</u> 0,2	-	<u>0,01-0,06</u> 0,03
Мох	Лаура	<u>8,6-16,0</u> 10,9	-	-	<u>0,1-0,4</u> 0,2	-	-	<u>0,03-0,19</u> 0,09
Луговая растительность	Лаура	<u>1,8-6,8</u> 4,3	1,1	<u>0,9-1,3</u> 1,1	0,7	<u>0,1-0,3</u> 0,2	<u>0,1-0,3</u> 0,2	0,06
Листья рододендрона	Аишхо	<u>0,8-1,8</u> 1,3	-	-	0,2	-	-	0,01
Разнотравье, альпийские луга	Аишхо	<u>0,3-2,2</u> 1,3	-	-	<u>0,1-0,2</u> 0,2	-	-	0,01

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

Таблица 4.7
Концентрация стойких органических экотоксикантов в растительности на СКФМ «Кавказский БЗ» по десятилетиям за период 1982–2012 гг. (в мкг/кг воздушно-сухого веса)

Тип растительности	ДДТ с метаболитами, мкг/кг			ГХЦГ сумма изомеров, мкг/кг			Бенз(а)пирен, мкг/кг
	1982-1989	1990-1999	2000-2012	1982-1989	1990-1999	2000-2012	1982-1989
Разнотравье напочвенного покрова букового леса	<u>4-43</u> 18	11	40	<u>2-34</u> 13	5	3	<u>2,6-5,6</u> 4,6
Луговая растительность, кордон Лаура	<u>5-22</u> 14	11	<u>0,5-8</u> 2	<u>12-22</u> 17	5	-	<u>4,5-5,4</u> 5,0
Листва бука	<u>9-21</u> 16	72	-	<u>9-12</u> 10	19	-	<u>2,2-3,9</u> 3,1
Мох в буковом лесу, кордон Рудовая	<u>25-31</u> 28	-	54	<u>4-14</u> 9	-	6	<u>6,2</u>
Листья рододендрона, субальпийский пояс	8	-	-	8	-	-	7,3
Разнотравье альпийских лугов, альпийский пояс	<u>5-9</u> 7	-	-	<u>5-7</u> 6	-	-	<u>2,8</u>

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

При сравнении по 10-летним периодам полученные данные показывают явные тенденции снижения загрязнения растительности в букняке и на лугу у полигона СКФМ свинцом и пестицидом ГХЦГ. По другим наблюдаемым ингредиентам достоверно выявить тенденции изменений не представляется возможным в связи с недостаточным количеством наблюдений в период после 1990 года.

Выводы

Накопленный за 30-летний период массив данных мониторинга фонового загрязнения природных сред на станции КФМ «Кавказский биосферный заповедник» позволяет сделать следующие основные выводы.

1. Содержание ряда приоритетных загрязняющих веществ в воздухе и иных природных объектах на станции КФМ «Кавказский БЗ» свидетельствует о более низком уровне фонового загрязнения относительно центра европейской России, не представляющем опасности для экосистем Кавказского биосферного заповедника и их компонентов.
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 стабилизация наблюдаемых значений концентраций этих загрязняющих веществ в последнее десятилетие.
3. В природных объектах произошло снижение в 5–10 раз концентраций пестицида ГХЦГ и наблюдается тенденция дальнейшего снижения уровня загрязнения в связи с прекращением производства и 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 стабилизировались на низком фоновом уровне.

5. Концентрация ртути в воздухе и осадках за последние 5 лет имеет тенденцию увеличения.

6. В период подготовки к проведению Олимпийских игр и в связи с интенсивным развитием региона уровень загрязнения воздуха диоксидом серы значительно повысился и превысил уровень 80-х годов в среднем в 3–4 раза, также после начала строительных работ отмечается увеличение минерализации осадков и рост концентрации свинца в реке Лауре.

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 2012 гг. в среднем уменьшились с 20 до 10 мкг/м³, при этом за последние 10 лет существенно уменьшился диапазон наблюдений (рис. 5.1). Сезонные изменения содержания взвешенных частиц в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в летний период (рис. 5.2), что свидетельствует о природном происхождении отбираемых на СКФМ пробах пыли. Средние концентрации за 2008-2012 годы примерно вдвое ниже среднего уровня за весь период наблюдений.

Диоксид серы

Фоновые концентрации диоксида серы за период наблюдений уменьшились более чем в 10 раз (рис. 5.1). Сезонные изменения содержания диоксида серы имеют ярко выраженный максимум в холодный период (рис. 5.2), что связано с отопительным сезоном. Уменьшение среднегодовых концентраций произошло в основном за счет холодного периода (падение с 2,5 до 1 мкг/м³), изменения концентраций в теплый период менее существенны.

Диоксид азота

Фоновые концентрации диоксида азота изменялись не так очевидно, как остальные загрязняющие вещества (рис. 5.1). В первое десятилетие наблюдений среднегодовые концентрации колебались в районе 2 мкг/м³, затем произошло резкое падение и стабилизация на уровне около 1 мкг/м³. Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный период повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций (рис. 5.2). Так же как и для диоксида серы, изменения произошли в холодный период – концентрации теплого периода остались практически без изменений.

Сульфаты

Фоновые концентрации сульфатов существенно уменьшились за период наблюдений (рис. 5.1). Средние концентрации за 2008–2012 гг. примерно вдвое ниже средних за весь период наблюдений (1980–2012 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 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 также произошли изменения – если в 1980-е основным катионом был аммоний, то в последнее время его концентрации сильно снизились и практически сравнялись с концентрациями ионов кальция и калия (рис. 5.3). Концентрации прочих катионов: кальция, калия, магния и натрия – не претерпели существенных изменений за период наблюдений.

Изменение ионного состава осадков повлекло за собой снижение их кислотности. Так, за период наблюдений величина показателя pH увеличилась в 10 раз – 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 1980–2012 год суммы осадков отсутствует, следовательно, влажные выпадения определяются концентрациями в осадках аммонийного и нитратного азота и сульфатной серы. Выпадения сульфатной серы падали с 1980-х по 1990-е гг., в последнее десятилетие сохранился незначительный негативный тренд, в то время как выпадения аммонийного азота стабилизировались, а нитратного – растут (рис. 5.4).

Содержание приоритетных загрязняющих веществ в природных средах на станции КФМ «Березинский БЗ» (Республика Беларусь) свидетельствует о низком уровне фоновом загрязнении, не представляющем опасности для экосистем Березинского биосферного 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.

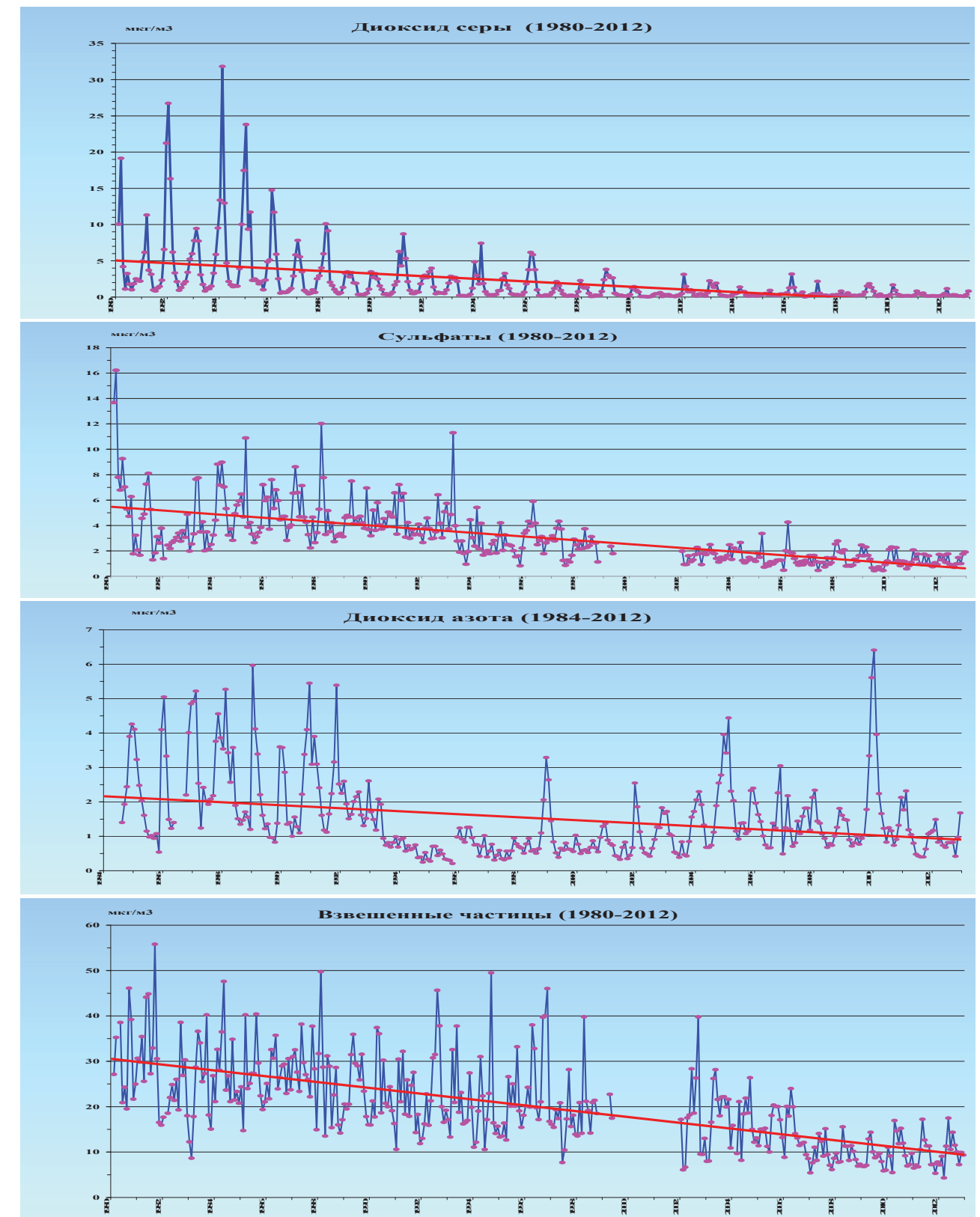


Рис. 5.1. Многолетние изменения фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Березинского БЗ

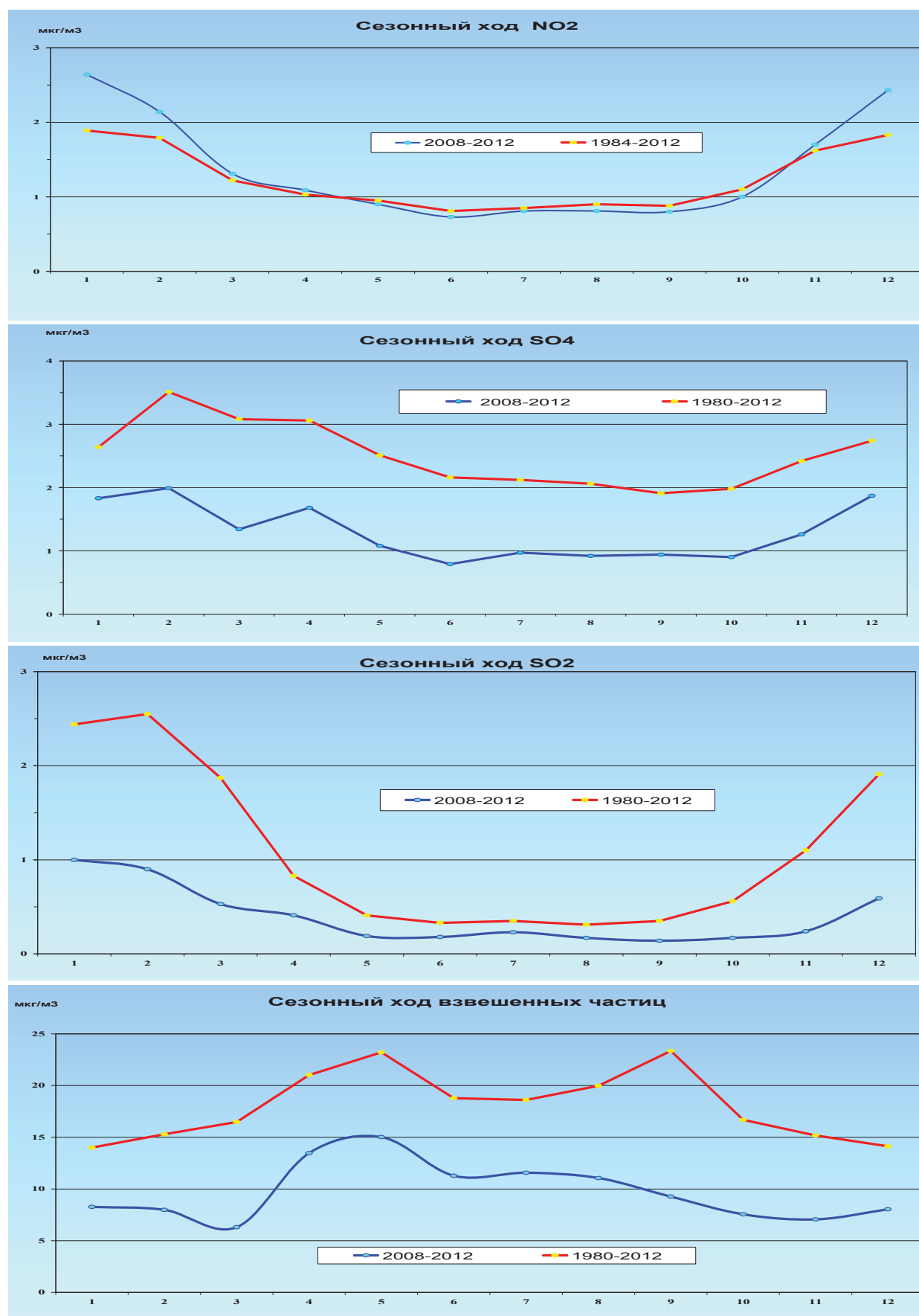


Рис. 5.2. Сезонный ход фоновых концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе Бerezинского БЗ

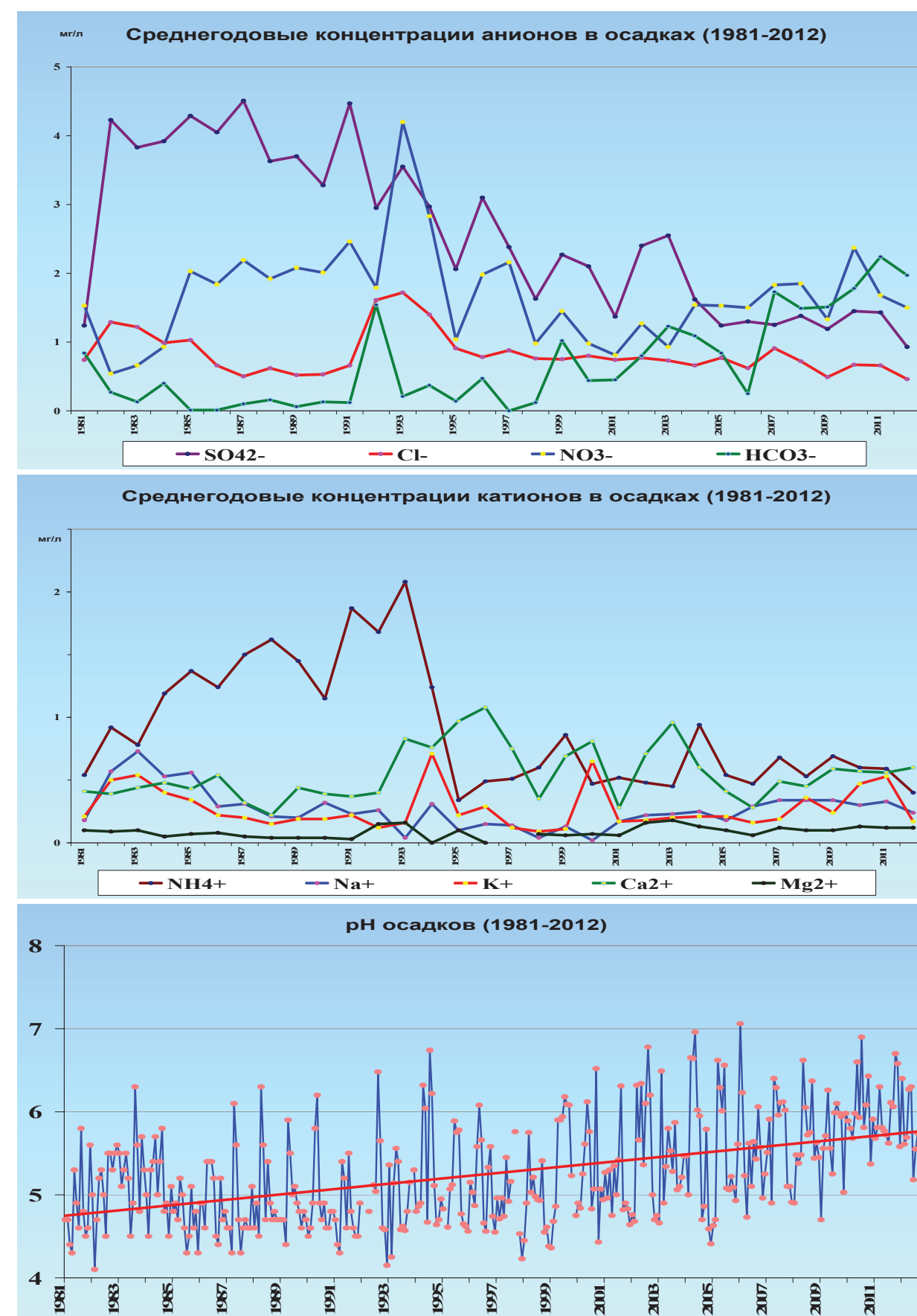


Рис. 5.3. Среднегодовые концентрации основных ионов и динамика pH в атмосферных осадках Бerezинского БЗ

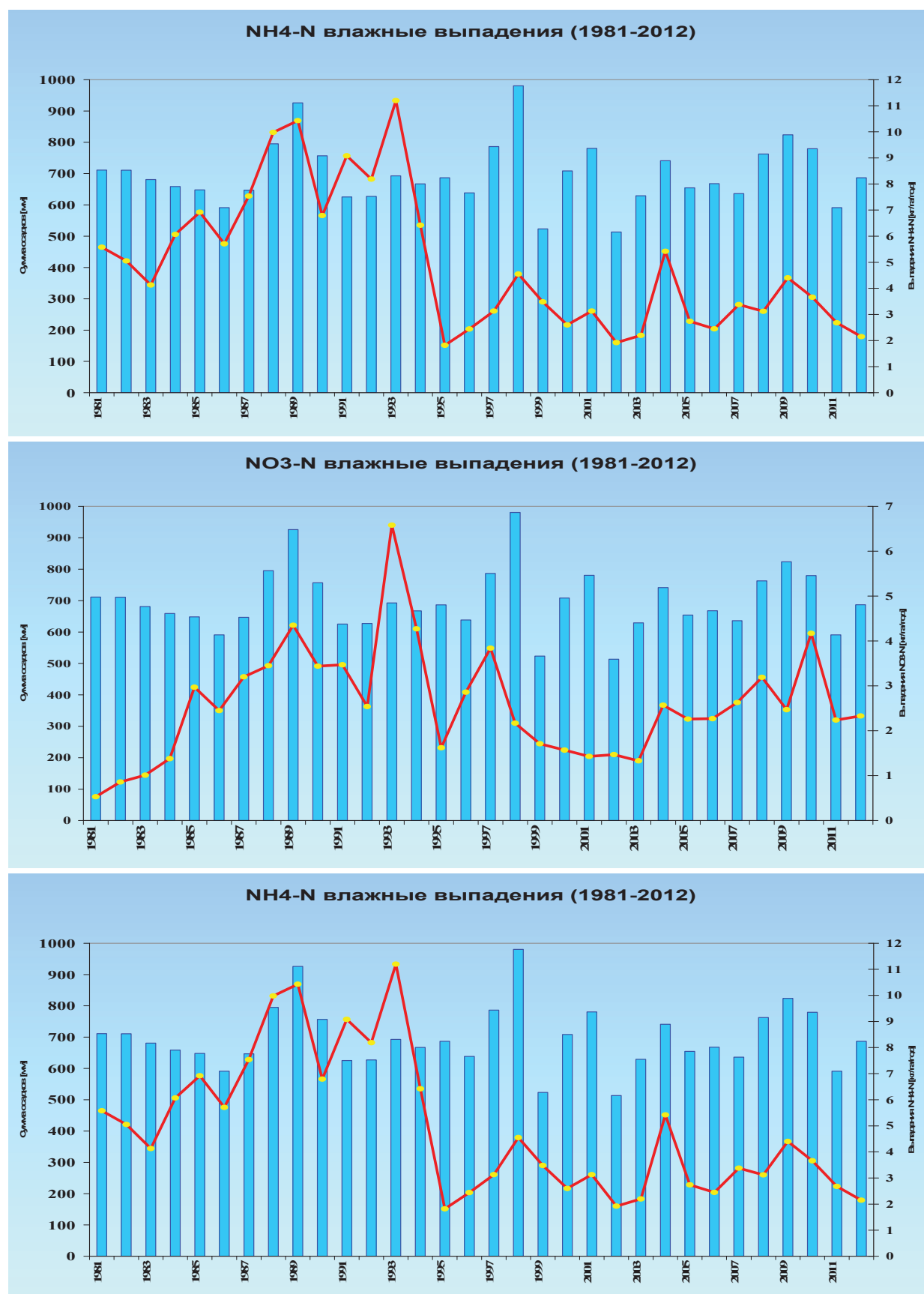


Рис. 5.4. Влажные выпадения соединений серы и азота в районе Березинского БЗ

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Оценка тренда фоновой содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и осадках за последние 15–20 лет, включая 2012 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.

По данным станции Териберка за последний десятилетний период концентрация CO_2 увеличилась на 5,6% (21 млн⁻¹), рост концентрации CH_4 составил 2,6% (48 млрд⁻¹). Уровень концентрации CO_2 в атмосфере достиг в 2012 г. нового максимума. Среднегодовое значение концентрации CO_2 составило 396 млн⁻¹. Уровень концентраций CH_4 возрос за 2012 г. на 4 млрд⁻¹ и составил 1910 млрд⁻¹. Намечившиеся в 2012 г. тенденции к увеличению темпов роста концентрации CO_2 и CH_4 в фоновых условиях и избытка концентрации метана для станций Новый Порт и Воейково над фоновым уровнем не привели, однако, к выходу указанных характеристик за пределы средних значений за десятилетний период. В Приокско-Тerrasном БЗ практически не отмечается роста концентрации метана из года в год; колебание за последние 6 лет находится на уровне среднегодовой величины 2,0383 млн⁻¹ с максимальным размахом около 2,0%. 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 2012 г. над территорией России толщина защитного озонового слоя была в среднем несколько ниже нормы. В последнее десятилетие заметной тенденции к уменьшению толщины озонового слоя не наблюдается. Отчетливо проявляется квазидвухлетняя цикличность колебаний озона над полярными и умеренными широтами Северного полушария.

По сравнению с предыдущим годом изменения прозрачности атмосферы были невелики. На большинстве станций в 2012 г. отмечено небольшое снижение прозрачности, не превышающее 2,5% и особенно проявившееся в степной зоне (станции Курган и Памятная). Сравнение среднегодовых значений оптической плотности атмосферы на среднеширотных станциях фонового мониторинга и станциях, расположенных за полярным кругом, показало, что значения ОПА на станциях России за 2000–2011 гг. не снижаются с увеличением северной широты. Статистически значимые тренды за этот период не зафиксированы.

В 2012 году по сравнению с предшествующим периодом значительных изменений градиента потенциала электрического поля атмосферы на станциях Воейково и Иркутск не произошло. Отмеченная в предыдущем обзоре слабая тенденция возрастания градиента потенциала электрического поля атмосферы V' и удельной суммарной электрической

проводимости воздуха L_s на станции Иркутск в 2012 г. не прослеживалась.

На всей европейской территории (кроме Шаджатмаза), а также в прибрежных станциях АТР (Терней и Приморская), общее количество выпавшего с осадками вещества возросло с 11 (Усть-Вымь) до 36% (Кавказский БЗ). Наибольшее количество веществ в 2012 г. выпало в Кавказском БЗ и на станции Приморской, что было связано с обильными осадками. Последние 6 лет общий размах отклонений единичных значений кислотности составляет чуть более 10 раз ($5,0 \leq pH \leq 6,1$). Величина абсолютно минимальных значений pH продолжает слабо возрастать только в Воронежском БЗ, имея скорость около 0,1 ед. pH за год с коэффициентом аппроксимации около 70%. На остальных станциях она остается практически неизменной.

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 с возможным трансграничным загрязнением, так и с условиями расположения места наблюдения. По мере удаления от границы крупных городов и сельскохозяйственных районов отмечается заметное уменьшение потоков как общей суммы азота, так и его соединений в теплые и холодные 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.

Сопоставление текущих показателей состояния почв СКФМ с нормативными величинами ПДК (ОДК) для загрязняющих веществ выявляет значимый антропогенный прессинг на компоненты окружающей среды Центрального федерального округа. В почвах Приокско-Террасного БЗ отмечено загрязнение соединениями меди низкого уровня (1,0 ОДК), в почвах Воронежского БЗ к предельно допустимым приближаются концентрации соединений свинца и бенз(а)пирена (по 0,9 ПДК). В почвах СКФМ остальных регионов содержание загрязняющих веществ

соответствует допустимому уровню 0,2–0,6 ПДК (ОДК) и менее, отражая при этом особенности регионального фона. По данным наблюдательной сети Росгидромета, в большинстве регионов значения массовых долей ТПП в почвах варьируются в определенных пределах, зависящих от природной неоднородности почв, оставаясь в среднем примерно на одном уровне. Превышение предельно допустимых и (или) ориентировочно допустимых концентраций химических веществ в почвах наблюдается в единичных случаях, которые, возможно, не связаны с промышленным загрязнением.

По результатам обследования в 2011–2012 гг., содержание тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в вегетативных органах древесной и травянистой растительности районов размещения СКФМ находится в пределах интервалов среднесуточных значений.

Общая площадь погибших лесных насаждений в 2012 году составляет 365,9 тыс. га. Основные объемы усыхания лесов Российской Федерации в истекшем году, как и в предыдущие годы, выявлены в древостоях Сибирского и Дальневосточного федеральных округов на площади 183,8 тыс. га, что составляет 50,2% от всех погибших насаждений по стране. Общие размеры гибели лесов по сравнению с 2011 годом снизились на 10,3%, и составляют величину в 1,15 раза меньше среднесуточного показателя за последние десять лет наблюдений (422,3 тыс. га).

Для фоновых уровней тяжелых металлов, пестицидов, ПАУ в поверхностных водах, по данным сети СКФМ, в течение последних 10 лет сохраняется тенденция стабилизации их концентраций. Анализ полученной гидрохимической информации показал, что в 2012 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 поверхностных водах в районах станций сети ЕАНЕТ уровни основных ионов (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) в течение последних 5 лет в целом сохраняются стабильными, со слабо выраженными трендами увеличения сульфатов в р. Переемной (регион оз. Байкал) и роста нитратов в р. Комаровке (Приморье).

Содержание приоритетных загрязняющих веществ в природных средах на станции КФМ «Кавказский БЗ» свидетельствует о низком уровне фоновых загрязнений, не представляющем опасности для экосистем Кавказского биосферного заповедника и их компонентов. Однако концентрация ртути в воздухе и осадках за последние 5 лет имеет тенденцию увеличения. В период подготовки к проведению Олимпийских игр и в связи с интенсивным развитием региона уровень загрязнения воздуха диоксидом серы значительно повысился и превысил уровень 80-х годов в среднем в 3–4 раза, также после начала строительных работ отмечается увеличение минерализации осадков и рост концентрации свинца в реке Лауре.

Содержание приоритетных загрязняющих веществ в природных средах на станции КФМ «Березинский БЗ» (Республика Беларусь) свидетельствует о низком уровне фонового загрязнения, не представляющем 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,	
станция КФМ	– станция комплексного фонового мониторинга
СНГ	– Содружество Независимых Государств
СПАВ	– синтетические поверхностно-активные вещества
ТМ	– тяжелые металлы
ХОП	– хлорорганические пестициды

СОДЕРЖАНИЕ

ПРЕДИСЛОВИЕ (В.И. Егоров)	3
ВВЕДЕНИЕ (Ю.А. Буйволов)	4
1. АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ОСАДКИ	10
1.1. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (В.И. Егоров, М.И. Афанасьев, Л.В. Бурцева, С.Г. Парамонов, Б.В. Пастухов)	10
1.2. Физические и химические характеристики атмосферы (Е.Н. Русина, В.К. Боброва, А.М. Шаламянский, К.И. Ромашкина, Н.Н. Парамонова, В.И. Привалов, А.И. Решетников, Я.М. Шварц, И.Б. Попов, Л.Г. Соколенко, М.И. Афанасьев)	17
1.3. Химический состав атмосферных осадков	40
1.3.1 Загрязняющие вещества в атмосферных осадках (М.И. Афанасьев, В.И. Егоров, Л.В. Бурцева, Е.В. Набокова, С.Г. Парамонов)	40
1.3.2 Фоновый уровень ионного состава атмосферных осадков (А.И. Полищук, П.Ф. Свистов, М.Т. Павлова, Н.А. Першина)	42
1.4. Загрязнение воздуха и осадков соединениями серы и азота по данным станций мониторинга ЕАНЕТ (С.А. Громов, Т.В. Ходжер, Н.А. Бунина, Е.В. Набокова, Е.П. Иевлева, О.Г. Нецветова, Л.П. Голобокова)	49
1.5. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих веществ. (А.Г. Рябошапко, И.М. Брускина)	53
2. ПОЧВА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ	58
2.1. Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности (Т.А. Парамонова, Ю.А. Буйволов, М.И. Афанасьев, А.П. Безделова, Л.В. Бурцева, Г.В. Власова, М.С. Копылова, М.О. Кулакова, С.Г. Парамонов, Б.В. Пастухов)	58
2.2. Содержание загрязняющих веществ в почвах по результатам наблюдательной сети Росгидромета (Л.В. Сатаева)	63
2.3. Об оценке влияния природных и антропогенных факторов на состояние лесов (В.К. Тузов, В.В. Карасев)	69
3. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ	76
3.1. Фоновые уровни загрязняющих веществ по данным сети СКФМ (М.И. Афанасьев, Л.В. Бурцева, С.Г. Парамонов)	76
3.2. Данные станций гидрохимических наблюдений (Е.Е. Лобченко)	78
3.3. Содержание основных кислотообразующих веществ в поверхностных водах на станциях мониторинга ЕАНЕТ (С.А. Громов, Е.Н. Мачаева, Л.М. Сорокикова, И.В. Томберг, Т.В. Ходжер)	84
4. СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД В КАВКАЗСКОМ ГОСУДАРСТВЕННОМ ПРИРОДНОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ ЗА ПЕРИОД НАБЛЮДЕНИЙ С 1983 ПО 2012 ГОДЫ (Ю.А. Буйволов, Б.В. Пастухов)	94
5. СОСТОЯНИЕ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПРИРОДНЫХ СРЕД В БЕРЕЗИНСКОМ БИОСФЕРНОМ ЗАПОВЕДНИКЕ В РЕСПУБЛИКЕ БЕЛАРУСЬ (А.В. Срыбный, С.Г. Парамонов)	107
ЗАКЛЮЧЕНИЕ (С.Г. Парамонов)	113
Список сокращений	117