

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

ОБЗОР
ФОНОВОГО СОСТОЯНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ ПРИРОДНОЙ СРЕДЫ
НА ТЕРРИТОРИИ СТРАН СНГ ЗА 2011 г.

Под редакцией
академика Российской Академии Наук
Ю.А.ИЗРАЭЛЯ

СОГЛАСОВАНО

Заместитель начальника УМЗА
Росгидромета

_____ Ю.В. Пешков
« ____ » _____ 2012 г.

УТВЕРЖДЕНО

Заместитель
Руководителя Росгидромета

_____ И.А. Шумаков
« ____ » _____ 2012 г.

В Обзоре представлены обобщенные результаты фоновый мониторинг состояния природной среды на территории стран СНГ за 2011 гг. Обзор содержит данные об уровне и тенденциях многолетних изменений содержания загрязняющих веществ в атмосфере и атмосферных выпадениях, в почве, растительности и поверхностных водах в фоновых районах, 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.

© - Росгидромет, 2012 г.

Федеральное государственное бюджетное учреждение Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН, Москва, 2012 г.

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

ПРЕДИСЛОВИЕ

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

В представлении данных наблюдений и подготовке материалов к выпуску "Обзора фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ за 2011 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 веществ (ЕМЕП), мониторинга кислотных выпадений в Юго – Восточной Азии (ЕАНЕТ); 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

Согласно результатам наблюдений, выполняемых системой комплексного фоновых мониторинга, за последние 20 лет минимальный уровень фоновых содержания в атмосфере аэрозолей тяжелых металлов, соединений серы и азота, полиароматических канцерогенных углеводородов и ряда других загрязняющих веществ антропогенного происхождения в фоновых районах регистрировался в период 1992-1995 гг. После незначительного повышения фоновых уровней загрязняющих веществ в атмосфере во второй половине 90-х годов в последние годы наблюдались стабилизация и (или) рост концентраций загрязняющих веществ в природных средах в фоновых районах России.

Объектом пристального внимания является общее содержание озона (OCO) в атмосфере в связи с характерными для последних лет резкими колебаниями его значений от года к году, от сезона к сезону и от региона к региону в ряде районов мира, в том числе и над территорией стран СНГ.

Результаты мониторинга углекислого газа свидетельствуют о сохранении тренда роста CO_2 в европейском секторе Арктики.

В 2011 г. территория России, как и в предыдущие годы, находилась в зоне с повышенной и высокой прозрачностью атмосферы.

Анализ результатов наблюдений за атмосферным электричеством на фоновых станциях в 2006-2011 гг. не выявил значимых тенденций изменения характеристик атмосферного электричества.

В настоящем Обзоре представлены данные о содержании в атмосферном воздухе сульфатов, диоксидов серы и азота на станциях сети мониторинга кислотных выпадений в Юго - Восточной Азии (ЕАНЕТ): Монды и Листвянка в регионе оз. Байкал и Приморская на юге Приморского края России.

Результаты наблюдений за фоновым загрязнением поверхностных вод суши свидетельствуют о стабильном уровне содержания загрязняющих веществ в природных водных объектах на фоновых участках.

1. ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРУ

При подготовке материалов к настоящему Обзору были использованы данные о выбросах загрязняющих веществ в атмосферу в 2010 г. от стационарных и передвижных источников, представленные в «Ежегоднике выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух городов и регионов Российской Федерации за 2010 год» (С.-Пб.: НИИ Атмосфера, 2012 г.). Крупномасштабная картина антропогенной эмиссии загрязняющих веществ представлена в Обзоре с учетом административного устройства России, действовавшего на 1 января 2010 года. Статистическая информация об источниках выбросов в атмосферу обобщена для территорий семи федеральных округов (ФО) Российской Федерации, образованных в 2000 г.: Северо-Западного, Центрального, Приволжского, Южного, Уральского, Сибирского и Дальневосточного, а также для России в целом. Размеры ФО значительно больше, чем экономических районов, используемых Минэкономразвития России для статистических и макроэкономических оценок, что с учетом размещения станций фоновоего мониторинга не всегда позволяет получить адекватные оценки крупномасштабного антропогенного воздействия на региональные и фоновые уровни загрязнения природной среды.

Обобщенные оценки объемов и изменений антропогенных выбросов выполнены для веществ, включенных в программу наблюдения на станциях фоновоего мониторинга, прежде всего, для диоксида серы и оксидов азота. В разделе приводится также оценка пространственной структуры промышленных выбросов свинца, ртути и кадмия на основе опубликованных отчетно-статистических данных.

Сводные данные о выбросах загрязняющих веществ по федеральным округам и в целом на территории России в 2010 г. представлены в таблице 1.1 (от стационарных, промышленных источников) и в таблице 1.2 (от автотранспорта).

В 2010 году в целом по России не произошло заметного изменения суммарных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, разница с объемами выбросов в 2009 г составила менее 0,3-0,5 % величины (Рис. 1.1). Всего по отчетам предприятий в атмосферу стационарными источниками было выброшено 18 млн. 939,30 тыс. т загрязняющих веществ. Наибольшие значения суммарных промышленных выбросов загрязняющих веществ, как и в предыдущие годы, отмечены в Уральском и Сибирском ФО.

Таблица 1.1

Выбросы основных загрязняющих веществ в атмосферу (тыс.т) от стационарных источников в 2010 году в федеральных округах РФ.

	Федеральные округа Российской Федерации	Промышленность							
		Всего	Твердые вещества	Диоксид серы	Окись углерода	Окислы азота	Свинец т/год	Кадмий, т/год	Ртуть, т/год
1	<i>Северо-Западный</i>	2378,00	250,90	593,90	803,90	164,30	6,76	0,10	0,00
2	<i>Центральный</i>	1619,50	208,00	144,10	567,20	275,70	10,16	1,02	0,05
3	<i>Приволжский</i>	2483,70	175,80	337,50	724,20	279,60	4,83	0,04	0,56
4	<i>Южный</i>	911,80	109,80	105,50	243,00	112,20	5,16	0,13	0,83
5	<i>Уральский</i>	4905,30	538,60	390,60	1994,10	407,00	95,26	10,19	3,98
6	<i>Сибирский</i>	5828,90	731,00	2565,50	1025,90	434,20	16,09	0,04	0,37
7	<i>Дальневосточный</i>	812,10	253,80	149,80	232,90	115,50	5,52	0,01	0,01
8	<i>Россия</i>	18939,30	2267,90	4286,90	5591,20	1788,50	143,78	11,53	5,81

Таблица 1.2

Выбросы основных загрязняющих веществ в атмосферу (тыс.т) от автотранспорта в 2010 году в федеральных округах РФ.

	Федеральные округа Российской Федерации	Автотранспорт			
		Всего	Твердые вещества	Диоксид серы	Окислы азота
1	<i>Северо-Западный</i>	1195,20	4,62	9,35	152,94
2	<i>Центральный</i>	3448,40	13,20	28,90	450,80
3	<i>Приволжский</i>	2509,10	10,10	21,60	350,40
4	<i>Южный</i>	1988,59	8,40	17,80	282,50
5	<i>Уральский</i>	1351,40	5,60	11,90	189,10
6	<i>Сибирский</i>	1917,30	8,60	17,60	275,40
7	<i>Дальневосточный</i>	696,50	3,33	6,95	101,80
8	<i>Россия</i>	13106,49	53,85	114,10	1802,94

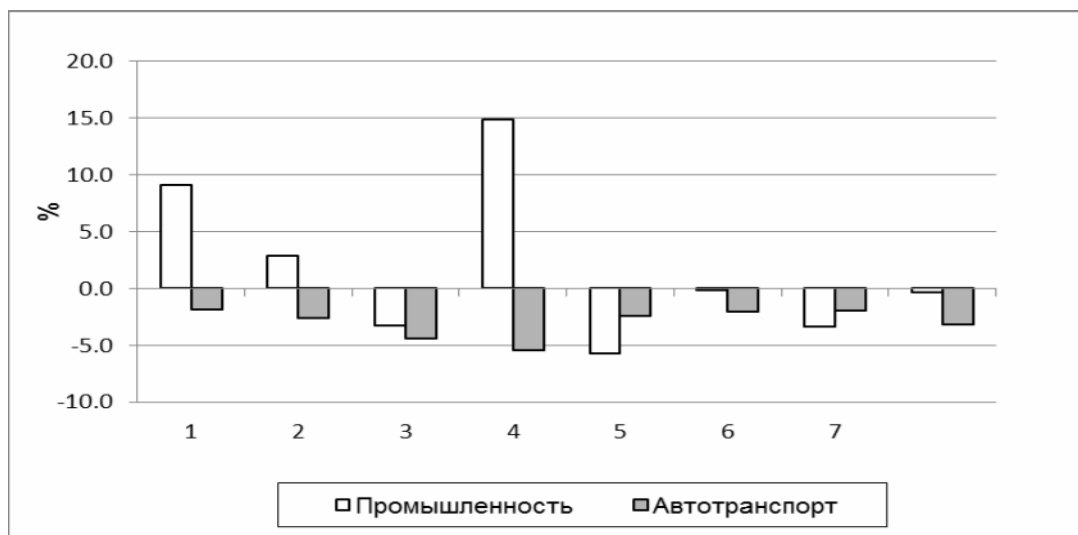


Рис. 1.1. Тенденция изменения суммарных выбросов загрязняющих веществ в 2010 г. по отношению к 2009 году по федеральным округам России (см. нумерацию ФО в таблице 1.1.).

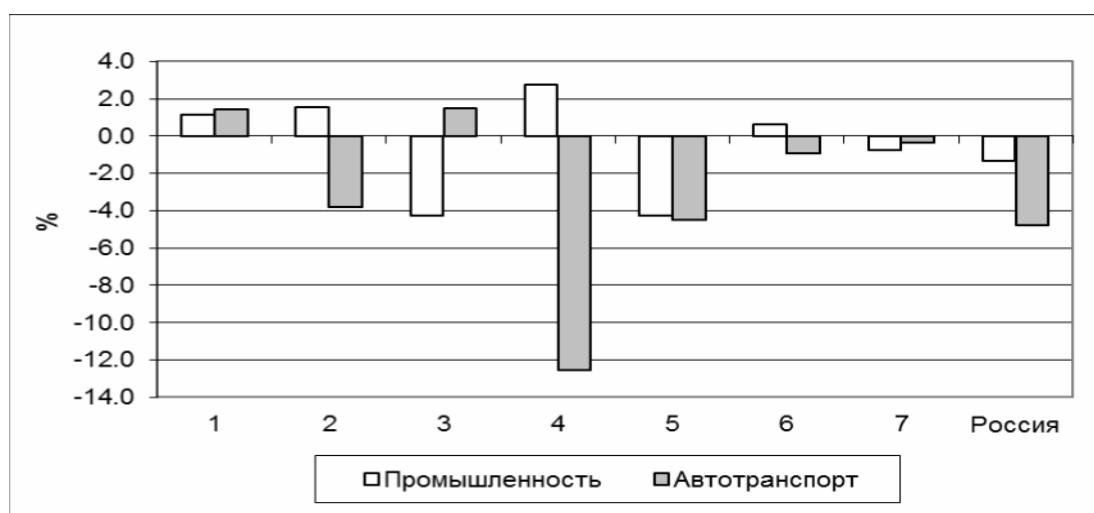


Рис. 1.2. Среднегодовая тенденция изменения суммарных выбросов загрязняющих веществ за 2006 - 2010 годы по федеральным округам России.

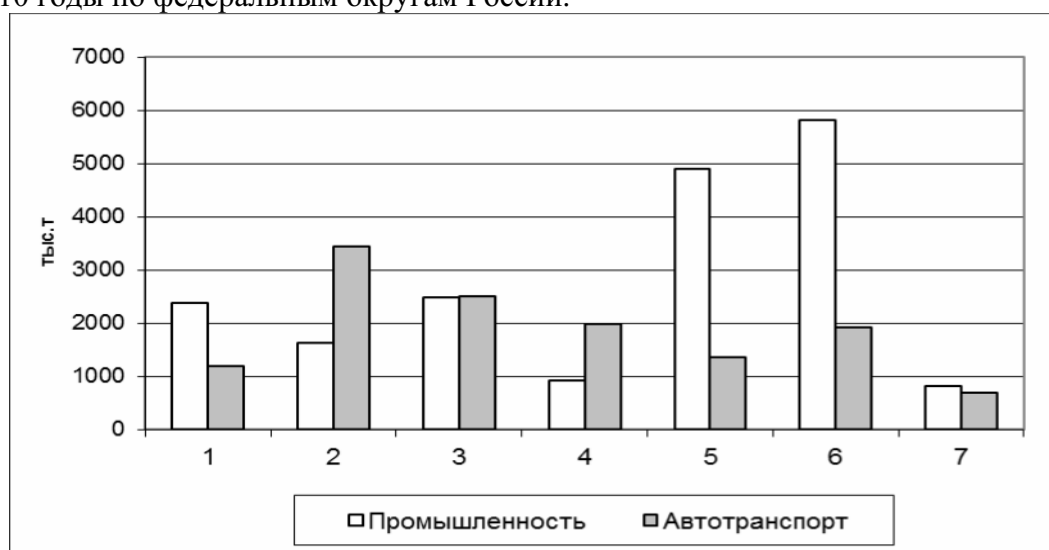


Рис. 1.3. Суммарные выбросы загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных и передвижных источников в 2010 году по федеральным округам России

В расчете на единицу площади максимальные суммарные промышленные выбросы в 2010 году были отмечены в Уральском (2,74 т/км² в год), Центральном (2,48 т/км² в год) и Приволжском (2,40 т/км² в год) ФО при среднем значении по России - 1,11 т/км² в год.

Изменение объемов выбросов по отношению к прошлому году было неравномерным: рост суммарных промышленных выбросов наблюдался только в Южном, Северо-Западном и Центральном ФО, составив, соответственно 14, 9 и 3%. Для остальных округов характерно уменьшение суммарных объемов выбросов от промышленных источников, причем наибольшее сокращение составило 5,7 % в Уральском округе, а заметное - в Приволжском и Дальневосточном округах, на 3,3% и 3,4 % соответственно.

Среднее межгодовое изменение промышленных выбросов за последние 5 лет (в течение 2006-2010) в целом по России остается отрицательным, хотя и уменьшилось по величине, составив - 1,37 % (рис. 1.2). Наибольшее снижение за этот период отмечалось в Уральском и Приволжском ФО (более 4% в год), хотя по сравнению с 2004-2008 гг темпы уменьшения замедлились. В Южном ФО продолжают сохраняться положительные среднегодовые изменения суммарных выбросов около 3% в год, а Центральном, Северо-Западном и Сибирском ФО колебания в течение 5-летнего периода в среднем не превышают 1,5 %.

Суммарные выбросы от передвижных источников (автотранспорта) на территории России в 2010 г. составили 13106,49 (см. Ежегодник, 2012). Доля автотранспорта, рассчитанная с учетом экологических классов автомобилей, в общем объеме выбросов в России по официальным данным продолжала незначительно уменьшаться в последние годы, не превышая 41-42 %. Однако, в Южном, Центральном и Приволжском ФО, при неполной оценочной информации, вклад автотранспорта составлял от 50 до 68% (рис. 1.3).

По сравнению с 2009 годом суммарные выбросы от автотранспорта сократились как в целом по России (на 3,2 %), так и во всех федеральных округах. Наибольшее сокращение было отмечено в Южном (-5,4 %) и Приволжском ФО (-4,4 %). На территории Южного ФО высокие значения отрицательных межгодовых изменений отмечаются уже достаточно устойчиво в течение последних 5-6 лет, достигая 11,5-12,5 % в год (рис. 1.2).

В 2010 г. эмиссия оксидов азота от стационарных источников на территории РФ составила 1788,50 тыс. т (таблица 1.1), их вклад в суммарные выбросы от промышленных источников составил 9,4 %. По сравнению с предыдущим годом эмиссия оксидов азота от стационарных источников в России увеличилась на 6,6 %, наибольший рост объемов выбросов был зарегистрирован в Дальневосточном, Южном и Уральском ФО: 12,2 %, 8,5 % и 7,9% соответственно. На

территории Дальневосточного и Сибирского ФО средний рост выбросов в 4,3-4,6 % в год отмечается в последние 5 лет.

Выбросы оксидов азота от передвижных источников, включенные в данные официальной статистики за 2010 г., в целом для России составили 1801,70 тыс. т (13-14,5% от суммарной эмиссии от автотранспорта) и оказались практически равны выбросам от стационарных источников (1788,0 тыс.т). Однако на территории Южного, Центрального и Приволжского ФО выбросы этих оксидов значительно превышают поступление их в атмосферу от промышленных источников (рис. 1.4).

При сравнении эмиссии на территориях регионов наибольшая нагрузка выбросов на единицу площади отмечалась в Центральном и Приволжском ФО – 0,42 и 0,27 т/км² в год от промышленных источников и 0,69 и 0,34 т/км² от автотранспорта, соответственно. Средние для России расчетные значения нагрузки составило 0,10 и 0,11 т/км² в год для промышленных и транспортных выбросов оксидов азота, соответственно. Превышение этих величин наблюдалось также в Южном и Уральском ФО.

В 2010 году эмиссия диоксида серы в атмосферу от стационарных источников составила 4 млн. 287 тыс. т (табл.1.1). Вклад диоксида серы в суммарные выбросы от промышленных источников составил 22,6 % в целом по России, изменяясь от 8 до 44% по регионам. Почти 60 % оксидов серы выбрасывается, как и в предыдущие годы, в Сибирском ФО (рис. 1.5). Наибольшие значения нагрузки эмиссии SO₂ на единицу площади в 2010 году отмечаются в Сибирском, Северо-Западном и Приволжском ФО – 0,5 и 0,33-0,35 т/км²*год, а в Центральном, Уральском и Южном ФО они составляли 0,18-0,22 т/км²*год. Единственный регион, в котором нагрузка выбросов этого соединения еще значительно ниже среднего для России (0,25 т/км² год), это Дальневосточный ФО с его огромной территорией и относительно невысокими объемами выбросов на ограниченных площадях.

В целом по стране эмиссия диоксида серы в 2010 г., по сравнению с предыдущим годом, уменьшилась на 1,85 %. Наибольшая межгодовое уменьшение выбросов наблюдалось в Уральском и Приволжском ФО – на 13,5 % и 10,4 %, соответственно, что в 2 раза больше, чем среднее годовое уменьшение за предыдущий 5-летний период. При этом в Центральном ФО объем выбросов от стационарных источников, по сравнению с 2009 г., вырос на 8 %, а в Северо – Западном ФО на 3,4 %.

Вклад диоксида серы от передвижных источников в 2010 г. составил 112,6 тыс. (табл. 1.2). Относительно высокий вклад автотранспорта в общие выбросы SO₂ характерен для регионов с небольшими значениями промышленных выбросов и развитой транспортной сетью – для Цен-

трального и Южного ФО (15-17,5 %). По сравнению с предыдущим годом выбросы диоксида серы от передвижных источников заметно возросли почти во всех округах (на 4,2-6,6 %), кроме Северо-Западного и Южного ФО, где отмечены незначительные изменения выбросов (менее 1 %).

Промышленные выбросы твердых веществ от стационарных источников в целом на территории РФ за 2010 г. составили 2 млн. 268 тыс. т (табл.1.1). Наибольшие объемы выбросов отмечены, как и в предыдущие годы, в Сибирском и Уральском ФО (около 56 % всех выбросов пыли, рис.1.5). Наибольшие нагрузки выбросов на единицу площади (0,3-0,32 т/км² год), почти вдвое превышающие средний для России показатель, наблюдались в Центральном и Уральском ФО. Во всех ФО Азиатской России и востока Европейской части наблюдалось сокращение выбросов твердых веществ от стационарных источников по сравнению с 2009 г., от 1,7 до 12,5% при средних годовых значениях за 5-летний период 3-7,5 %. В целом по России в 2010 г. выбросы твердых веществ уменьшились на 3,26 % по сравнению с предыдущим годом.

По отчетам предприятий в 2010 г. выбросы свинца от стационарных источников составили 144 т., стабильно снижаясь за последние 5 лет на 20-23% в год. Доля промышленности Уральского ФО в эмиссии свинца в 2010 году составила 66,3%, уменьшившись на фоне общего снижения выбросов в целом для России: уменьшение в 2010 г. по сравнению с 2009 г. составило 31,8%.

Согласно анализу отчетов предприятий в 2010 г. промышленные выбросы ртути в атмосферу составили 5,81 т, что явилось наибольшим значением за последние 4 года. Таким образом, по данным официальной статистики вклад Уральского ФО в выбросы ртути сохранился на уровне 2009 года, составив 68,5 %. Там же продолжают отмечаться наибольшие нагрузки выбросов на единицу площади (0,0022 кг/км²год) при среднем значении на порядок ниже (0,0034 кг/км²год). Статистические данные по выбросам ртути в некоторых областях, появлявшиеся и исчезающие в отчетах за период 2005-2009 года, приводили к значительным колебаниям общих значений выбросов и изменению их распределения по округам, что, в частности, объясняет значительное уменьшение суммарных выбросов по сравнению с 2006 г. По этой же причине, а также из-за значительной погрешности методов оценки выбросов, тенденции изменения выбросов ртути по регионам России до сих пор не представляются репрезентативными.

Промышленные выбросы кадмия на 88,3 % обусловлены выбросами в Уральском ФО (10,2 т/год, таблица 1.1). Как и в случае с эмиссией ртути, тенденции изменения выбросов кадмия по регионам России не представляются репрезентативными. Однако, по официальным данным, выбросы кадмия в атмосферу от промышленных источников в целом по России в 2010 году уменьшились на 37%, по сравнению с 2009 г. Средние за год изменения выбросов ртути в атмо-

сферу за 5-летние периоды с начала века находились в пределах от 0,2 % до -9,6 %.

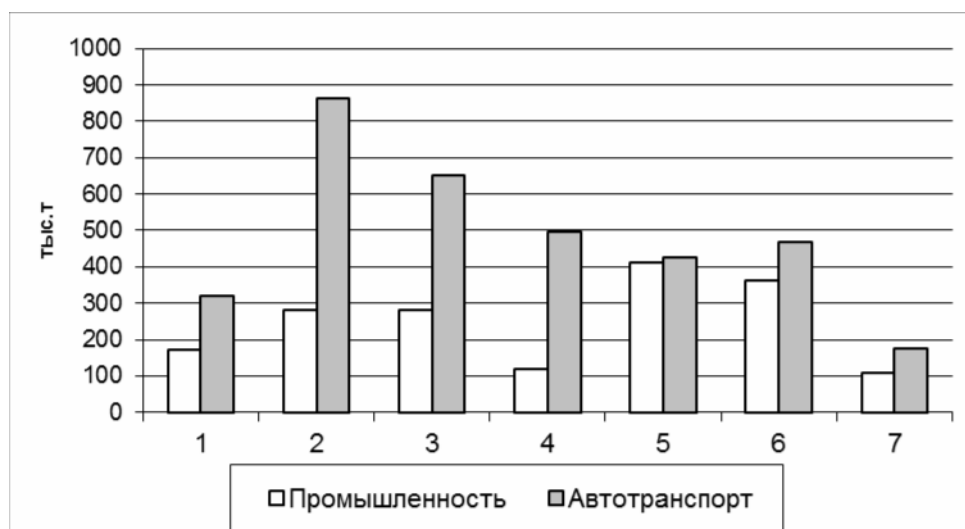


Рис. 1.4. Выбросы оксидов азота в атмосферу от стационарных и передвижных источников в 2010 году по федеральным округам России

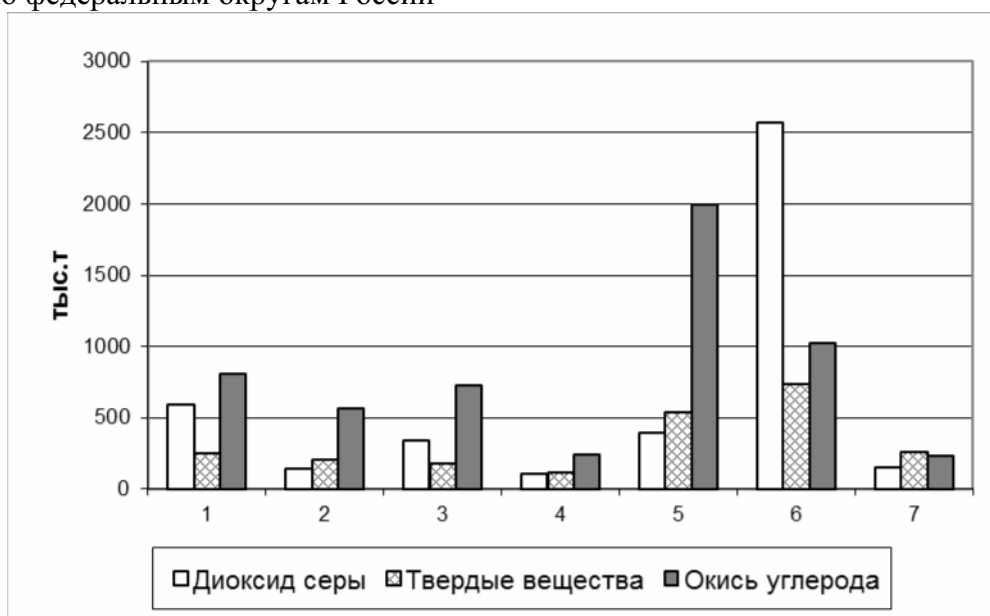


Рис. 1.5. Выбросы диоксида серы, твердых веществ и окиси углерода в атмосферу от стационарных источников в 2010 году по федеральным округам России

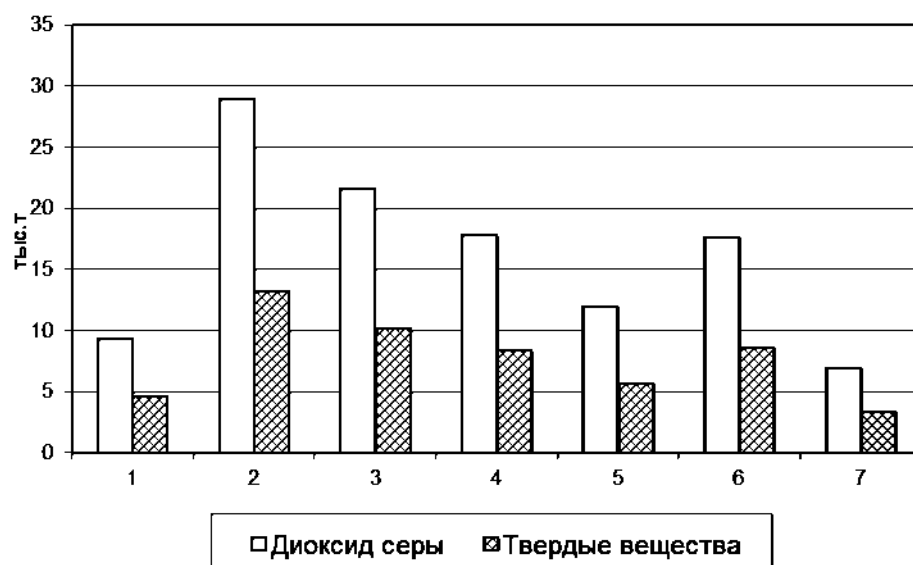


Рис. 1.6. Выбросы диоксида серы и твердых веществ в атмосферу от автотранспорта в 2010 году по федеральным округам России.

2. АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ОСАДКИ

Оценка фоновое загрязнение атмосферного воздуха и осадков выполнена по данным сети станций СКФМ, ГСА, ЕМЕП, ЕАНЕТ (рис.2.1.1).). Наблюдения проводились с октября 2010 г. по март 2011 г. (холодный период) и с апреля по сентябрь 2011 г. (теплый период). Средние значения концентраций загрязняющих веществ в атмосфере за месяц, сезон и год рассчитывались как среднегеометрические, в осадках - средневзвешенные. В Обзоре использовались следующие коды станций: 2-Березинский биосферный заповедник (БЗ), 3-Кавказский БЗ, 4-Приокско-Тerrasный БЗ, 9-Чаткальский БЗ, 12-Астраханский БЗ, 14-Воронежский БЗ.

2.1. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

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

Анализ состояния загрязнения атмосферного воздуха 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 2010 г. по сентябрь 2011 г.

Тяжелые металлы

Среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 4,5 – 9,7 нг/м³. Значимых изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий по сравнению с 2010 г не произошло (Рис. 2.1.2). Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе центральных районов ЕТР оставалась на уровне, наблюдавшемся в последние годы – 0,06 - 0,3 нг/м³. На юге ЕТР (Астраханский БЗ) среднегодовая концентрация кадмия в атмосфере составила 1,4 нг/м³.

Сезонные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе не имели ярко выраженного характера. Максимальные среднесуточные концентрации были существенно больше среднегодовых – 37 (Приокско-Тerrasный БЗ) и 7,6 (Астраханский БЗ) нг/м³ для свинца и кадмия соответственно. Фоновое содержание ртути в атмосферном воздухе в центральном районе ЕТР остается стабильно низким: в 2011 г. среднегодовая концентрация составила 3,9 нг/м³.

Хлорорганические пестициды

В 2011 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 в предыдущие годы от 30 до 50 % проб ниже предела измерения). В целом, содержание пестицидов в воздухе по данным измерений в 2011 г. находилось в пределах колебаний уровня их концентраций за последние 10 лет.

Взвешенные частицы

В 2011 г. среднегодовые концентрации взвешенных частиц в воздухе на ЕТР изменялись в пределах 19-30 мкг/м³, что соответствует уровню значений последних 10 лет (Рис. 2.1.7). Эпизодические повышенные концентрации взвешенных частиц наблюдались в теплый период года: среднесуточные концентрации достигали - 157 мкг/м³ (Приокско-Тerrasный БЗ).

Диоксид серы

В 2011 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на равнинных станциях ЕТР оставались на низком уровне – около 0,1 – 0,5 мкг/м³ (Рис. 2.1.3). В холодный период года концентрации диоксида серы достигали 0,8 мкг/м³, увеличиваясь в отдельные сутки до 16 мкг/м³. В долгосрочной динамике можно отметить, что после наблюдавшегося в течение 10 предыдущих лет снижения, содержание диоксида серы стабилизировалось.

Диоксид азота

В 2011 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на европейской территории оставались на уровне прошлых лет, изменяясь от 1,6 до 5,8 мкг/м³ (Рис. 2.1.5). Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота выражены незначительно, хотя в холодный период в центре ЕТР повышается повторяемость высоких среднесуточных концентраций, достигающих 19,8 мкг/м³ (Приокско-Тerrasный БЗ).

Сульфаты

В 2011 г. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕТР составляли 1,4-3,4 мкг/м³, при этом значения меньше 6 мкг/м³ были зарегистрированы в 95% измерений. В южных районах ЕТР среднегодовые концентрации составляли около 6,7 мкг/м³ (Рис. 2.1.4). 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 содержания сульфатов в центре ЕТР в последние 10 лет после его уменьшения в предыдущие годы.

Полиароматические углеводороды

Как и в предыдущие годы, в 2011 г. содержание бенз(а)пирена и бензперилена в атмосфере фоновых районов центра ЕТР в среднем не превышало 0,01 нг/м³, а в южных районах - 0,02 нг/м³ (Рис. 2.1.6).

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

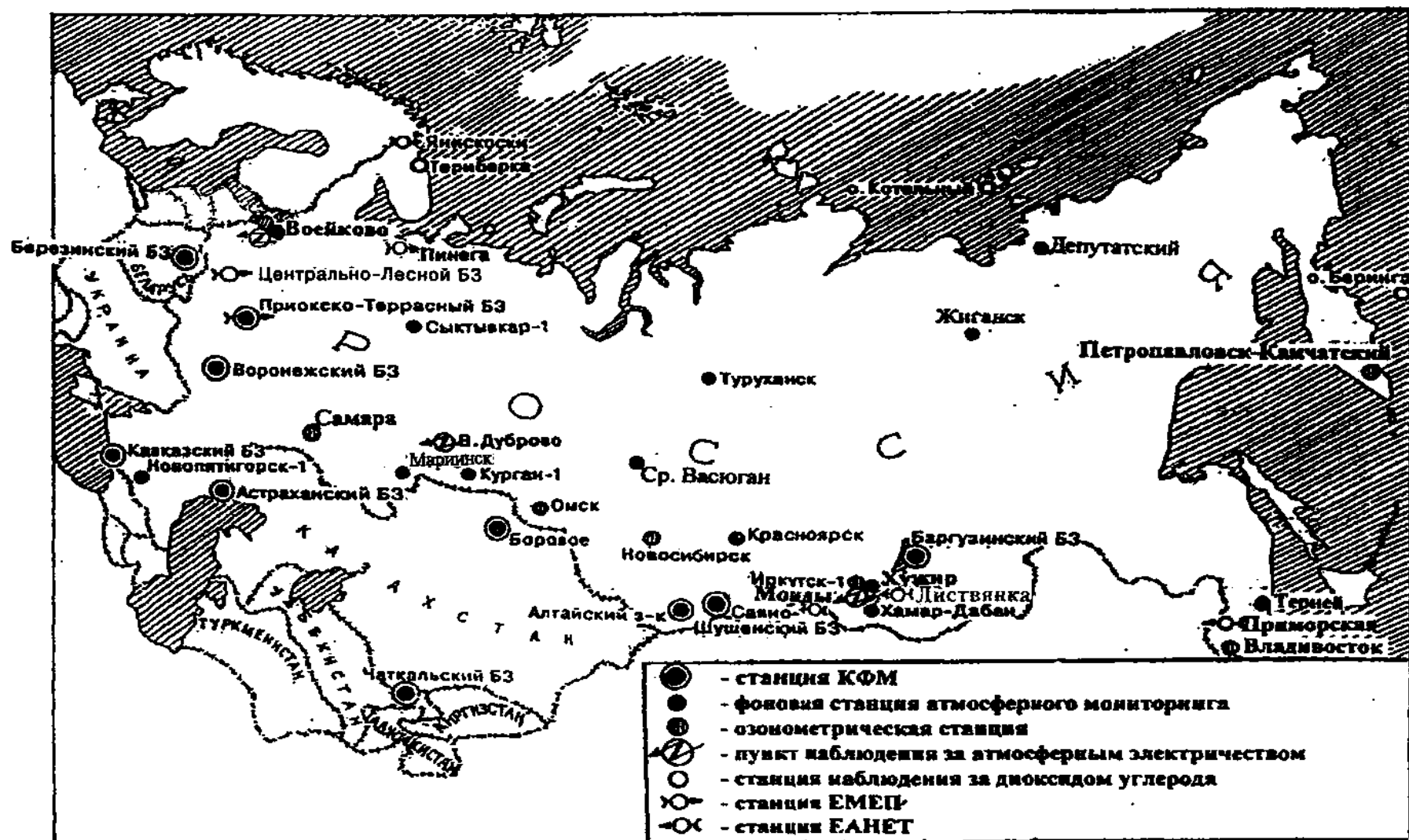


Рис. 2.1.1. Расположение станций мониторинга природной среды в СНГ.

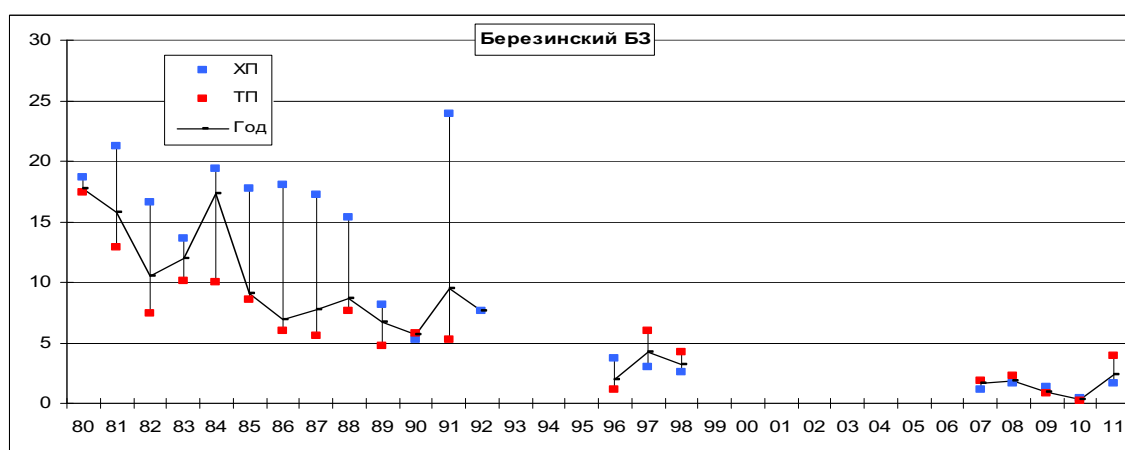
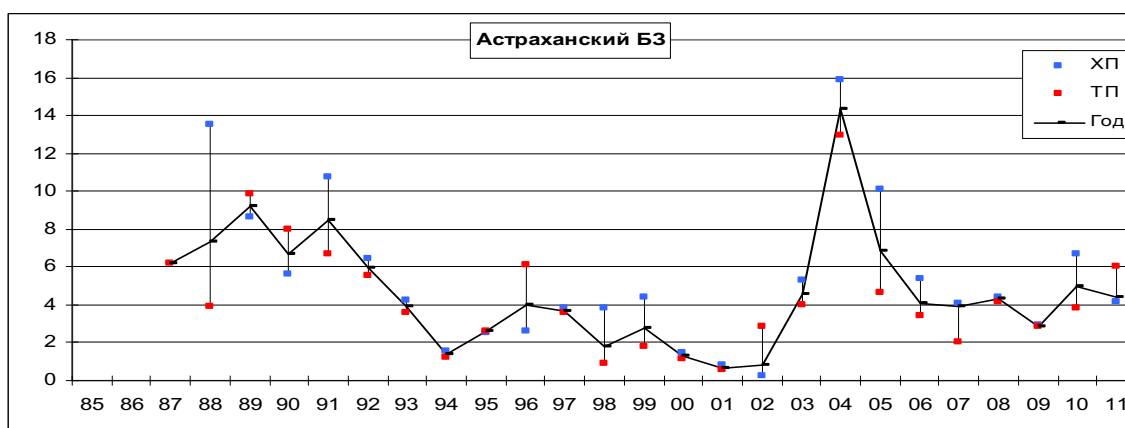
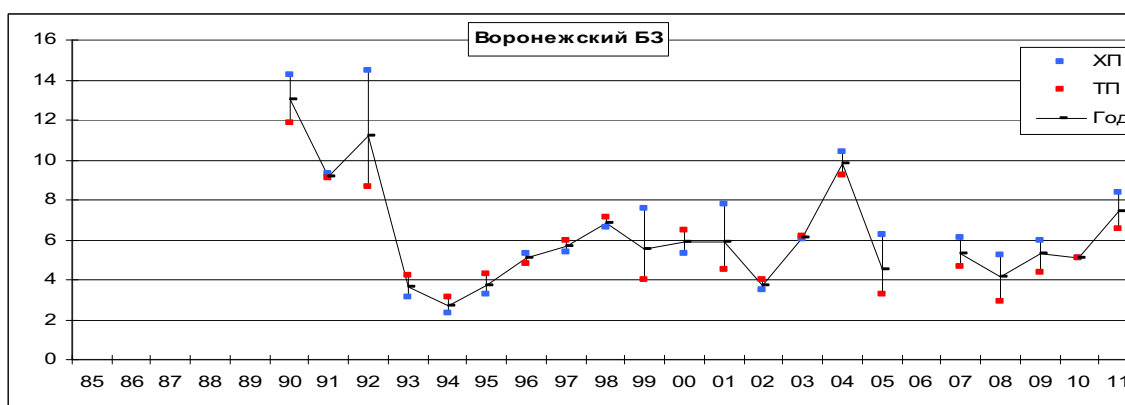
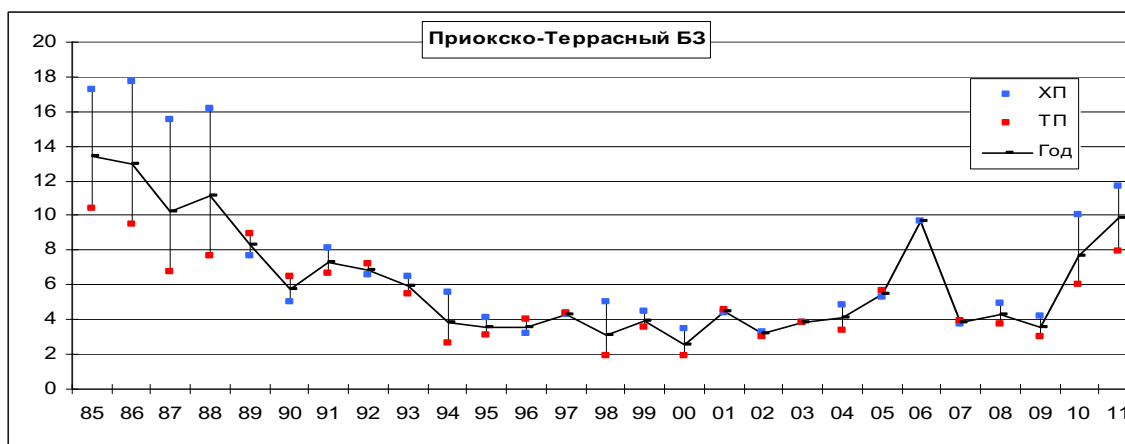


Рис.2.1.2 Изменение фонового содержания свинца (нг/м^3) в атмосферном воздухе фоновых районов. Здесь и далее: ХП – холодный период, ТП – теплый период года.

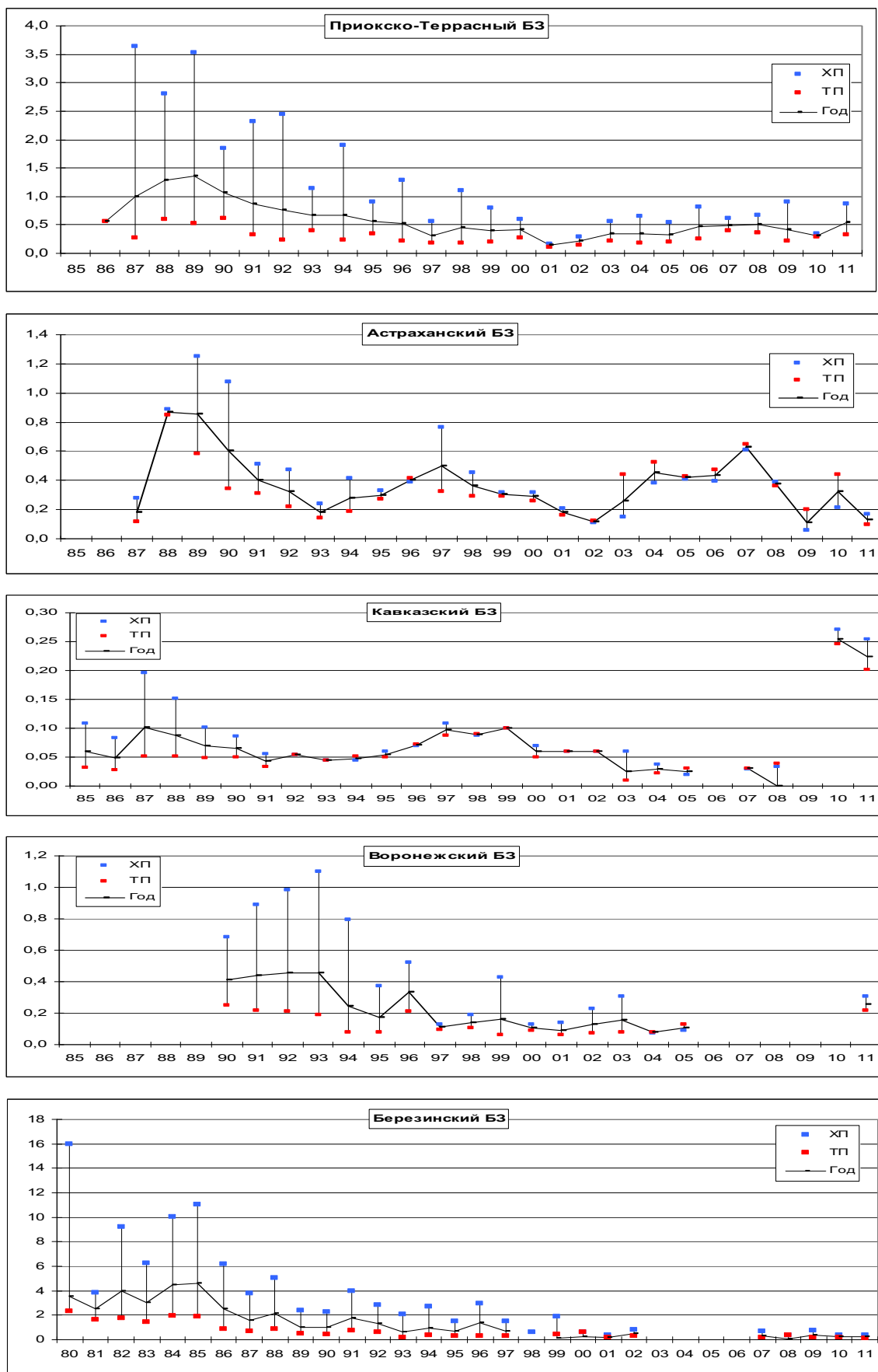


Рис. 2.1.3. Изменение фонового содержания диоксида серы в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3).

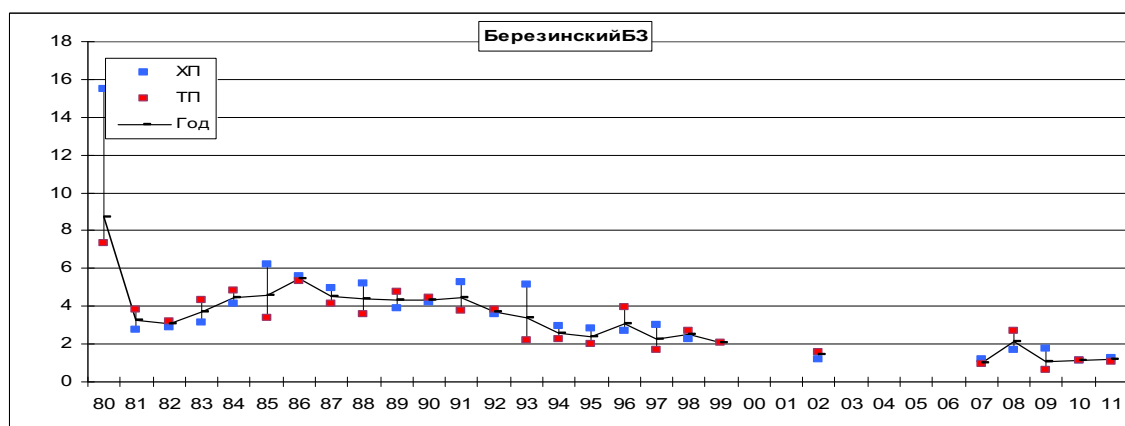
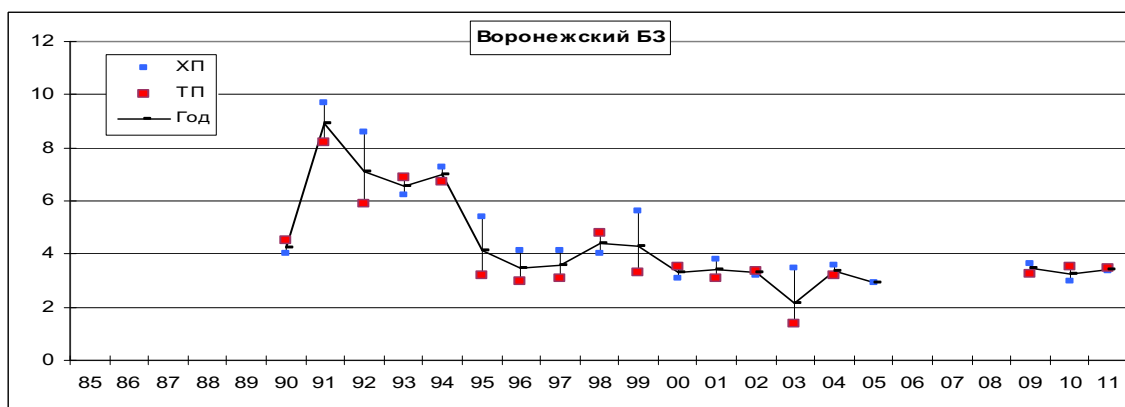
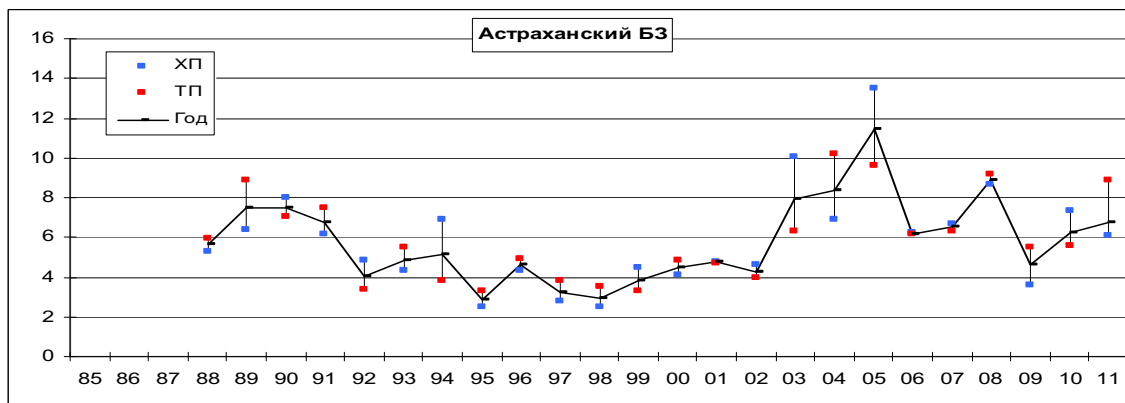
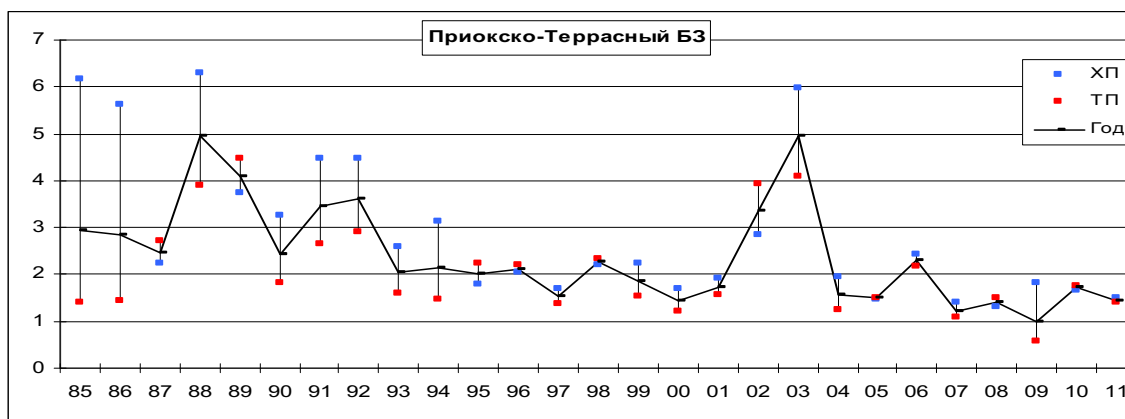


Рис. 2.1.4. Изменение фонового содержания сульфатов в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3).

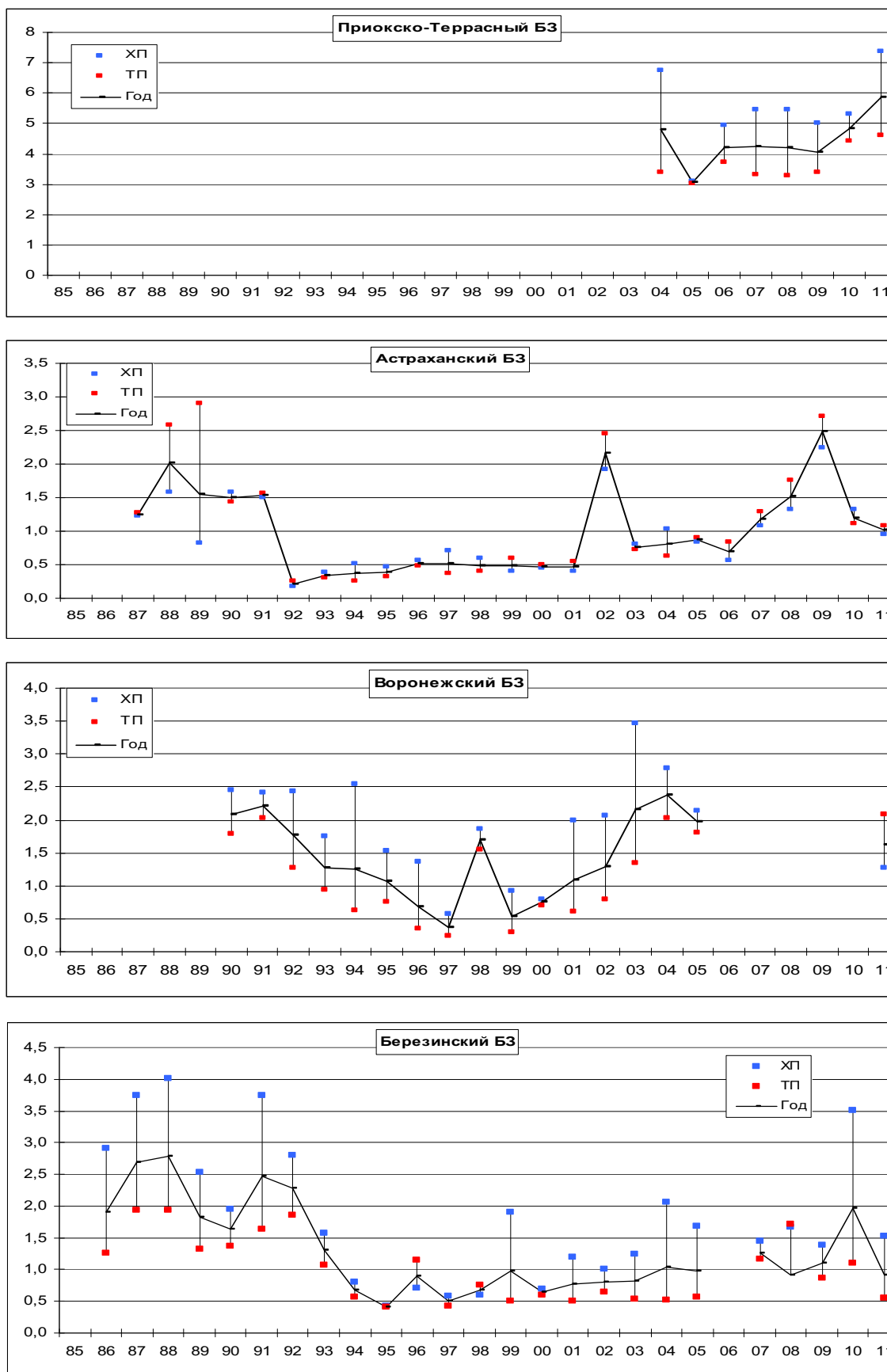


Рис. 2.1.5. Изменение фонового содержания диоксида азота в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м³).

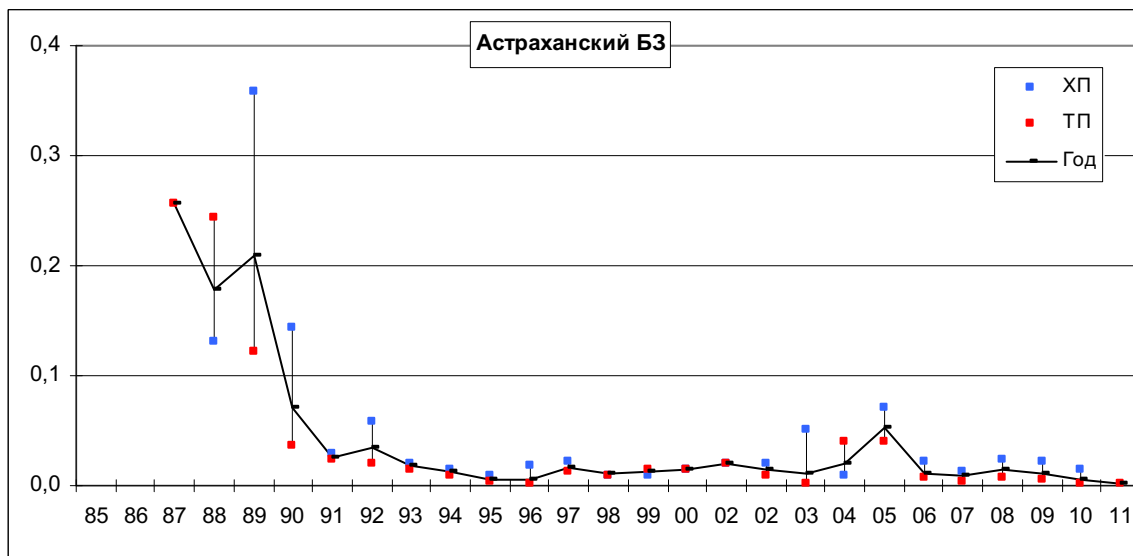
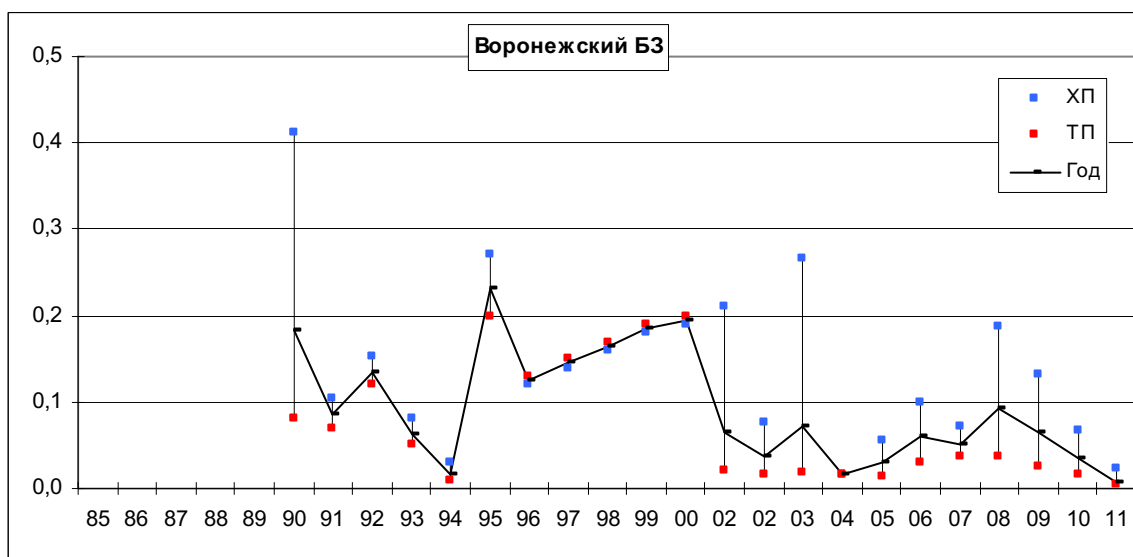
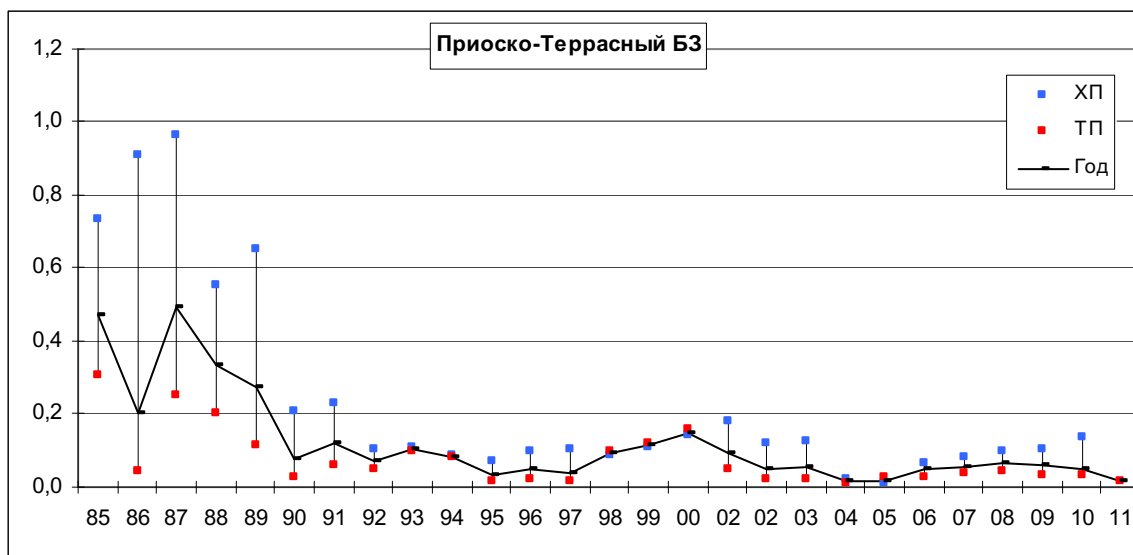


Рис. 2.1.6. Изменение фонового содержания бенз(а)пирена в атмосферном воздухе фоновых районов (нг/м³).

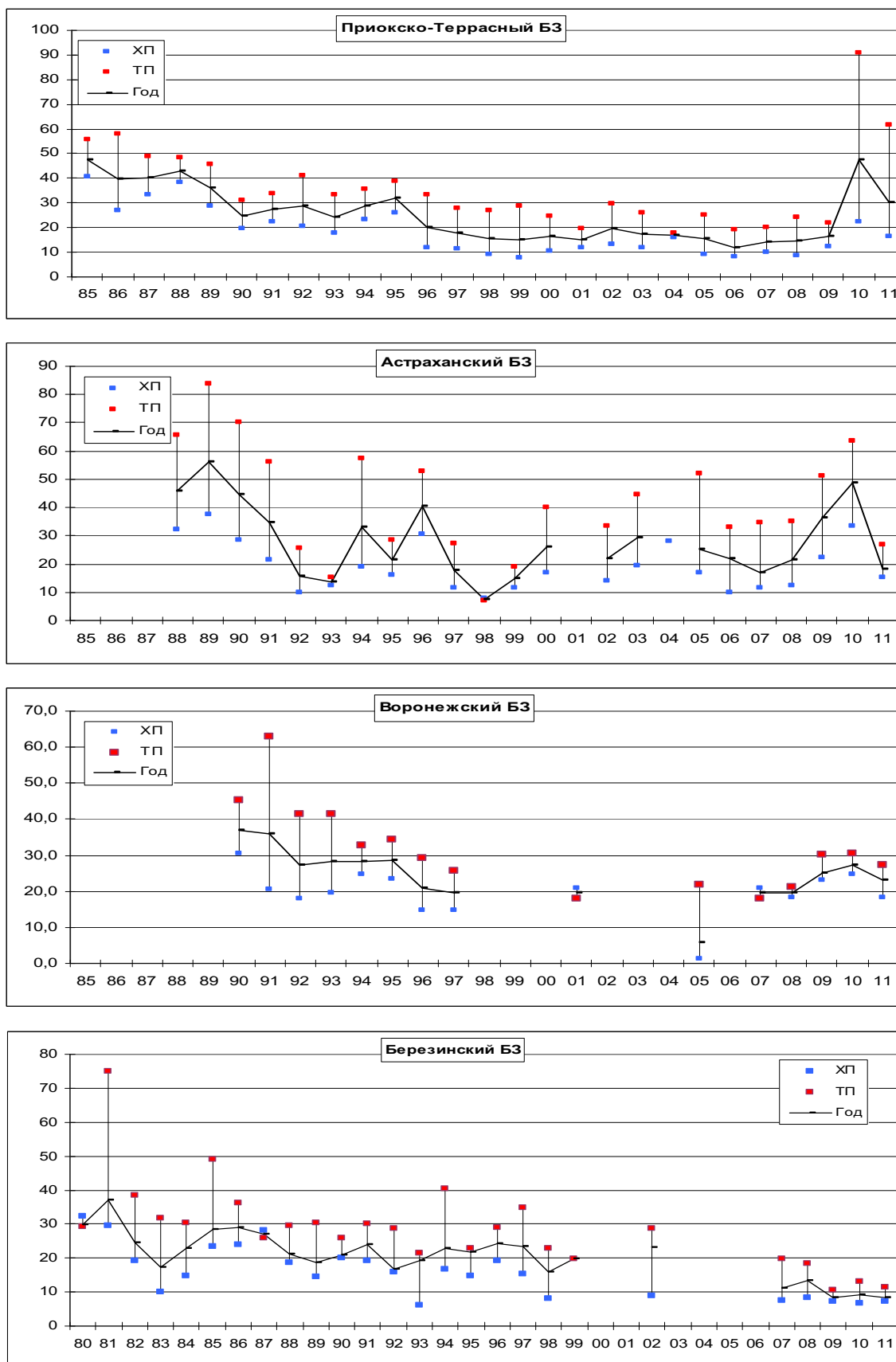


Рис. 2.1.7. Изменение фонового содержания взвешенных частиц в атмосферном воздухе фоновых районов (нг/м^3).

2.2. Физические и химические характеристики атмосферы

Углекислый газ и метан

В данном разделе представлены результаты мониторинга содержания парниковых газов (CO_2 и CH_4) на станции Териберка, расположенной в условиях, близких к фоновым, а также в окрестностях (Воейково) крупного промышленного центра (Санкт-Петербурга) и в самом городе. Кроме того, приведены результаты измерений на станции Новый Порт (полуостров Ямал), расположенной в окрестностях основных газовых месторождений Западной Сибири.

Измерения выполняются рекомендованными ВМО методами, сопоставимость с данными мировой сети мониторинга парниковых газов подтверждена результатами международных сравнений. Данные станции Териберка представляются в мировой центр данных (МЦД) по парниковым газам (WDCGG) в Японию с 1988 г. и используются при проведении глобального анализа поля концентрации указанных газов, выполняемого МЦД.

Следует отметить, что значения концентрации CO_2 в данной публикации несколько отличаются от приведенных в предыдущих обзорах. Это связано с тем, что в 2010 г. ГГО получила стандартные газовые смеси непосредственно из Центральной калибровочной лаборатории ВМО и имела возможность проверить стабильность концентрации в лабораторном стандарте ГГО, используемом с 2000 г. Результаты калибровки показали наличие дрейфа концентрации CO_2 в стандарте ГГО. Соответствующие поправки плавно возрастали, начиная с 2003 г., и достигли значения около 1 млн^{-1} в 2010 г. Концентрация метана в стандарте ГГО осталась неизменной, что избавляет от необходимости введения коррекции.

Результаты измерений CO_2 и CH_4 на станции Териберка

Измерения концентрации CO_2 и CH_4 выполняются на ст. Териберка ($69^{\circ}12$ с.ш., $35^{\circ}06$ в.д.) с 1988 г. и 1996 г. соответственно. Результаты измерений за последние 11 лет представлены в табл. 2.2.1.

За последний десятилетний период концентрация CO_2 увеличилась на 5,6% (21 млн^{-1}), рост концентрации CH_4 составил 2 % (39 млрд^{-1}).

Уровень концентрации CO_2 в атмосфере достиг в 2011 г. нового максимума. Среднегодовое значение концентрации CO_2 по результатам измерений на станции Териберка составило 394 млн^{-1} . Темпы роста концентраций CO_2 в 2011 г. согласуются с тенденциями, которые отмечались в последние годы, но они ниже, чем в 2010 г. и предыдущие 2 года.

Табл. 2.2.1. Среднегодовые значения и межгодовой рост (Δ) концентрации CH_4 и CO_2 на станции Териберка

Год	CH_4 , млрд ⁻¹	ΔCH_4 , млрд ⁻¹	CO_2 , млн ⁻¹	ΔCO_2 , млн ⁻¹
2001	1865,0	-2,4	373,2	1,7
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	1904,4	-1,6	394,1	1,8

Результаты измерений концентрации метана на станции Териберка показаны на рис. 2.2.1. Рост концентрации метана, начавшийся в 2007 г. после длительного периода стабилизации, отмечается и на других станциях наблюдательной сети. Причины возобновления роста содержания метана в атмосфере точно не установлены, но в их число могут входить эмиссии из природных источников (в северных широтах и тропиках).

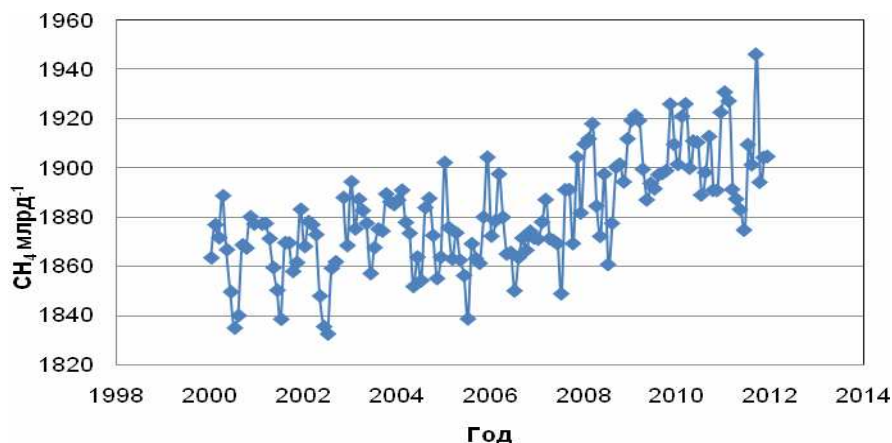


Рис. 2.2.1. – Результаты измерений концентрации метана на станции Териберка. Приведены среднемесячные значения концентрации

Быстро прогревающийся высокоширотный регион обладает потенциалом для выброса большого количества CH_4 в атмосферу из крупных северных резервуаров углерода, что может вызвать сильную положительную обратную связь с климатом. По данным станции Териберка, рост концентрации метана в 2010 г. приостановился, что подтверждается результатами измерений 2011 г. Вместе с тем, следует отметить, что в 2011 г. наблюдаются высокие значения концентрации CH_4 в период максимума эмиссии природного происхождения (осень), а сохранение среднего-

дового значения на уровне 2010 г. происходит за счет относительно низкой концентрации метана в весенний период.

Результаты измерений концентрации ПГ в районах расположения источников эмиссии парниковых газов

Станция Новый Порт (координаты 67° 41' с. ш., 72° 52' в. д.) расположена на побережье Обской губы на расстоянии 80–250 км от крупнейших в РФ месторождений природного газа. Мониторинг парниковых газов на станции Новый Порт выполняется с 2004 г. Данные измерений на этой станции отражают влияние техногенных выбросов ПГ на месторождения природного газа и нефти в Западной Сибири. Результаты измерений концентрации метана на станции Новый Порт в сравнении с данными станции Териберка представлены на рис. 2.2.2. Увеличенная в несколько раз амплитуда сезонного хода свидетельствует о влиянии мощных источников метана, расположенных в окрестностях станции. Превышение концентрации рассматриваемых газов над фоновым уровнем, в качестве которого используются данные станции Териберка, показывает степень влияния региональных источников. Изменчивость рассматриваемого превышения за период наблюдений на станции Новый Порт показана на рис. 2.2.3 для всего года (среднегодовые значения), а также летнего и зимнего периодов. Превышение концентрации CO₂ над фоновым уровнем также существует, однако оно меньше и не имеет ярко выраженного сезонного хода. Количественные оценки указанных превышений представлены в таблице 2.2.2.

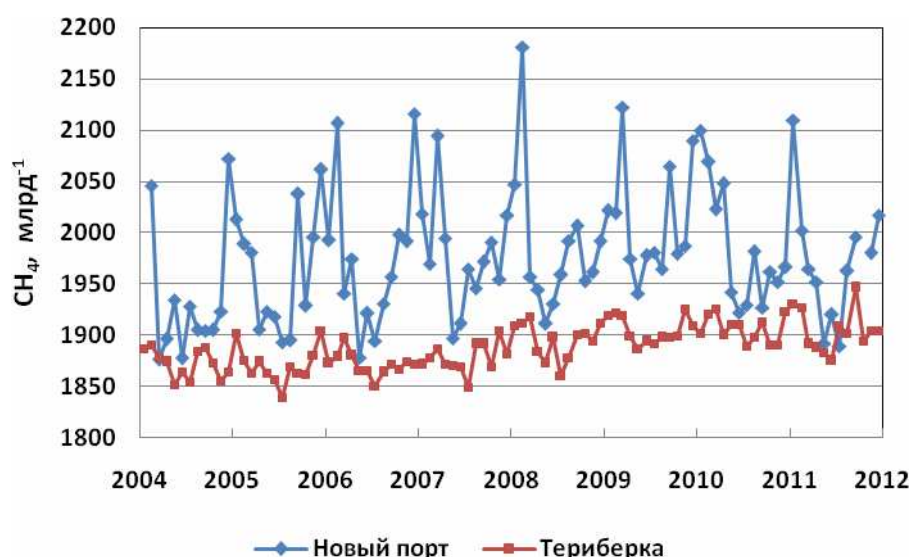


Рис. 2.2.2. – Ряд наблюдений концентрации CH₄ на ст. Новый порт в сравнении с данными ст. Териберка. Приведены средние месячные значения концентрации

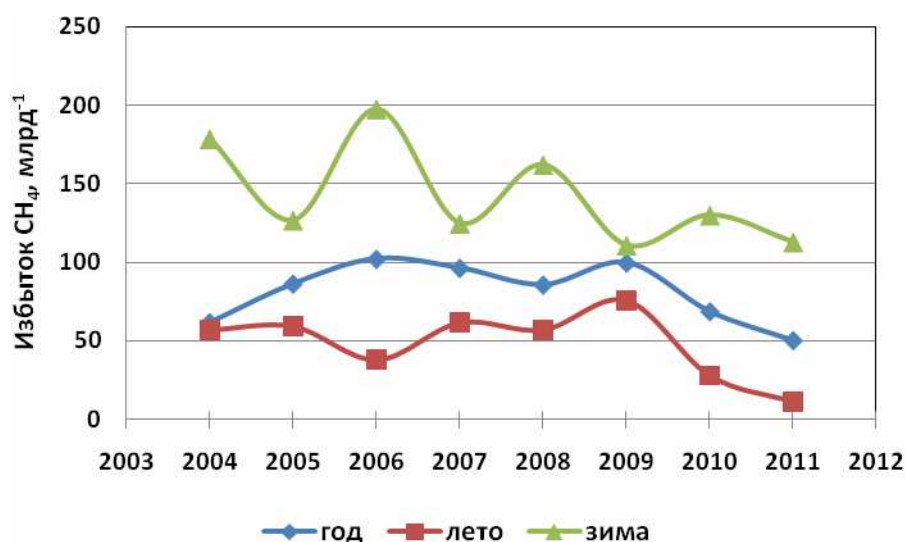


Рис. 2.2.3 – Превышение концентрации CH_4 над фоновым уровнем для ст. Новый порт

Таким образом, данные наблюдений показывают, что на севере Западной Сибири эмиссия метана с территории основных газовых месторождений приводит к существенному превышению концентрации метана над фоновым уровнем, особенно в зимний период (до 7,5%). Снижение указанного превышения для летнего периода (около 3%) может быть обусловлено изменением условий распространения примеси, а именно увеличением высоты слоя перемешивания, а также снижением объемов добычи газа. Превышение уровня концентрации CO_2 относительно фоновых значений составляет около 1,5%.

Для контроля изменений эмиссии метана в районе Санкт-Петербурга с 1996 г. проводится мониторинг концентрации CH_4 в интегрированных за месяц пробах воздуха в окрестностях Санкт-Петербурга на станции Воейково (59° 57'с.ш., 30° 42'в.д., 12 км восточнее административной границы города), а также непосредственно в Санкт-Петербурге с 2000 г. На основе полученных данных определяется превышение концентрации метана над фоновым уровнем, в качестве которого использованы данные станции Териберка. Среднегодовые значения указанного превышения показаны на рис. 2.2.4. На этом же рисунке представлены среднегодовые значения превышения для станции Новый Порт.

Значения превышения концентрации парниковых газов для всех трех пунктов наблюдений представлены в табл. 2.2.2.

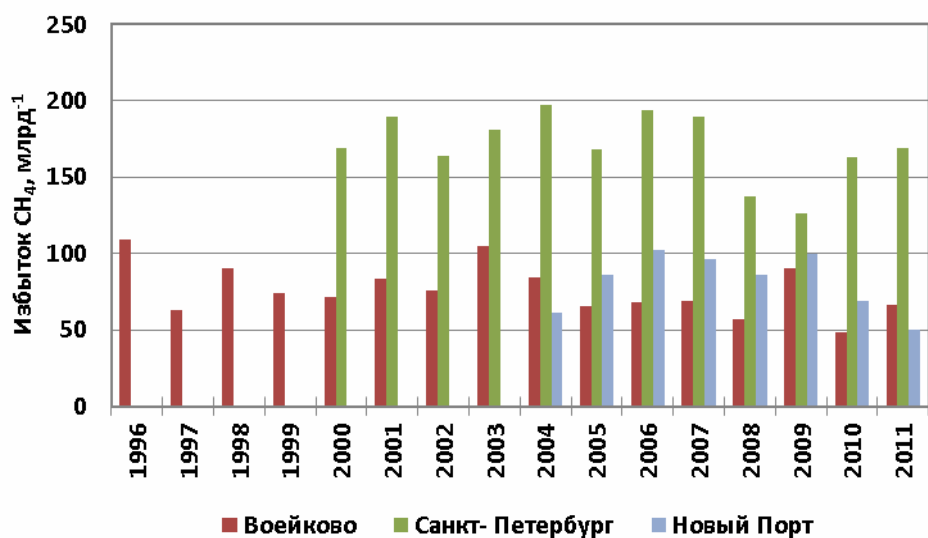


Рис. 2.2.4. – Среднегодовое превышение концентрации CH₄ над фоновым уровнем

Табл. 2.2.2.. 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	2004–2011		2011		2004–2011		2011	
год	81,3	4,3	50,2	2,6	5,1	1,3	6,0	1,5
лето	48,3	2,6	11,2	0,6	5,1	1,4	1,3	0,3
зима	143,0	7,5	112,9	5,9	6,4	1,6	6,9	1,7
	Воейково							
Период осреднения	1996–2011		2011					
	76,3	4,1	66,0	3,5				
	Санкт-Петербург							
Период осреднения	2000–2011		2011					
	170,6	9,1	169,0	8,9				

Представленные данные показывают снижение избытка концентрации метана над фоновым уровнем в 2010 и 2011 г. как для станции Новый Порт, так и Воейково. В районе Западной Сибири (ст. Новый Порт) отмечается уменьшение рассматриваемого превышения как для зимнего, так и для летнего периодов, что дает основание считать, что на данном этапе изменение климата не привело к заметному высвобождению метана из северных резервуаров, а техногенная эмиссия метана, которая является основным фактором изменчивости CH₄ в зимний период, имеет тенденцию к снижению. В Санкт-Петербурге превышение CH₄ для 2011 г. осталось на уровне среднего за 1996–2011г. Избыток концентрации CO₂ по данным ст. Новый Порт несколько возрос в 2011 г. (6 млн⁻¹) по отношению к среднему значению за 2004–2011г. (5 млн⁻¹).

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

Результаты измерений проб, отобранных на СКФМ в Приокско-Террасном биосферном заповеднике за 2011 год, представлены в таблице 2.2.3.

Табл. 2.2.3. Результаты измерений концентрации метана в пробах приземного слоя атмосферного воздуха на СКФМ Приокско-Террасного биосферного заповедника .

№ п/п	Дата отбора пробы	Дата измерения	Средняя месячная концентрация, ppm		Относительное средне-квадратическое отклонение, ± %	
			Метан	Диоксид углерода	Метан	Диоксид углерода
1	3	4		5	6	7
1.	Январь 2011 г	31.08.11 г	2,1443	421,218	0,9	0,8
2.	Февраль 2011 г	31.08.11 г.	2,1226	426,339	0,8	0,8
3.	Март 2011 г	12.09.11 г.	2,1342	404,699	0,8	0,7
4.	Апрель 2011 г	12.09.11 г.	2,1348	416,571	0,7	0,6
5.	Май 2011 г	12.09.11 г.	2,0689	398,781	0,6	0,6
6.	Июнь 2011 г	17.01.12	1,8970*	397,801*		
7.	Июль 2011 г	17.01.12	1,8954	385,406	0,8	0,6
8.	Август 2011 г	17.01.12	1,9256	368,212	0,7	0,5
9.	Сентябрь 2011 г	17.01.12	1,8270*	380,875*	0,8	0,6
10.	Октябрь 2011 г	17.01.12	1,8543	398,896	0,6	0,5
11.	Ноябрь 2011 г	17.01.12	1,9009	427,228	0,6	0,5
12.	Декабрь 2011 г	17.01.12	2,0057**	496,816**	0,9	0,8
Среднее значение за 2011 год			1,9925	410,237	0,71	0,62
Примечание: 1. Среднемесячная концентрация рассчитана на основании измерений двух проб, отобранных в 1-й и 3-й декадах месяца 2. * одна проба 3. ** отбор пробы выполнен с использованием осушителя.						

Выводы

По данным станции Териберка за последний десятилетний период концентрация CO_2 увеличилась на 5,6% (21 млн^{-1}), рост концентрации CH_4 составил 2 % (39 млрд^{-1}).

Уровень концентрации CO_2 в атмосфере достиг в 2011 г. нового максимума. Среднегодовое значение концентрации CO_2 по результатам измерений на станции Териберка составило 394 млн^{-1} . Темпы роста концентраций CO_2 в 2011 г. ($1,8 \text{ млн}^{-1}$) согласуются с тенденциями, которые отмечались в последние годы, но они ниже, чем в 2010 г. ($2,1 \text{ млн}^{-1}$) и предыдущие 2 года.

По данным станции Териберка, возобновившийся в 2007 г. рост концентрации метана, приостановился в 2010 г., что подтверждается результатами измерений 2011 г. В 2010 и 2011 гг. концентрация метана осталась на уровне 2009 г.

На севере Западной Сибири эмиссия метана с территории основных газовых месторождений приводит к существенному превышению концентрации метана над фоновым уровнем, особенно в зимний период (до 7,5%). Снижение указанного превышения для летнего периода (около 3%) может быть обусловлено изменением условий распространения примеси, а именно, увеличением высоты слоя перемешивания, а также снижением объемов добычи газа. Превышение уровня концентрации CO_2 относительно фоновых значений составляет около 1,5%.

Среднегодовое превышение концентрации CH_4 над фоновым уровнем в окрестностях Санкт-Петербурга (ст. Воейково) составляет $76 \pm 17 \text{ млрд}^{-1}$, непосредственно в Санкт-Петербурге $171 \pm 22 \text{ млрд}^{-1}$, на станции Новый Порт $81 \pm 19 \text{ млрд}^{-1}$. Избыток CH_4 в 2011 г. ниже среднего значения как для станции Новый Порт (50 млрд^{-1}), так и Воейково (66 млрд^{-1}).

Отсутствие роста концентрации метана на станции Териберка за последние 2 года, а также относительно низкие значения избытка концентрации CH_4 над фоновым уровнем на станциях Новый Порт и Воейково в 2011 г. дают основание считать, что на данном этапе изменение климата не привело к заметному высвобождению метана из северных резервуаров.

Общее содержание озона.

Анализ полученных результатов измерений общего содержания озона (ОСО) на 28 озонометрических станциях России в 2011 г., также как и в предыдущие годы, был произведен на основе разделения поля ОСО над территорией РФ на регионы со сравнительно однородным содержанием озона в каждом из них: Север Европейской территории России (ЕТР), Юг ЕТР, Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток.

В настоящем обзоре использованы только те данные озонометрических станций, которые соот-

ветствуют нормам качества, установленным методическими документами. Практически каждый регион в 2011 г. представлен данными 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 2.2.4 приведены ежемесячные значения ОСО за 2011 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 ее временной изменчивости.

Многолетний ряд среднегодовых значений ОСО в регионах, включая данные за 2011 год, представлен на рис. 2.2.5. Отклонение от нормы ниже 5% наблюдалось в 1977 (- 5,8%), в 1992 (- 5,4%), 1993 (-7,1%), 1995 (-5,9%), 2008 (-5,4%) и в 2011 (-5,8%) годах.

В последнем десятилетии (2002 – 2011 гг.) толщина слоя озона в среднем была на 2,1 % ниже нормы. В 2011 г. среднегодовое значение озона над территорией РФ оказалось в ряду самых низких значений озона за период наблюдений (-5,8%). Такое низкое содержание озона наблюдалось в середине 1990-х в период наибольшего снижения на всем Северном полушарии.

Отклонения среднемесячных значений ОСО в регионах от нормы в течение 2011 г. представлены на рис. 2.2.6.

На Севере ЕТР вариации содержания озона в 2011 году были весьма значительными. Наиболее низкие значения ОСО наблюдались в апреле (на 11% ниже нормы) и в июле (на 9,3% ниже нормы) Только в январе содержание озона было близким к норме, а все лето и осень было значительно ниже нормы, поэтому среднегодовое значение озона в регионе оказалось ниже нормы на 6%.

На Юге ЕТР содержание озона в январе и феврале 2011 года было выше нормы (до 6,6% в феврале), в марте резко упало и оставалось низким до конца года. Минимальные значения ОСО наблюдались в апреле (-12%). Среднегодовое значение ОСО на Юге ЕТС оказалось ниже нормы на 5,3%.

В Западной Сибири содержание озона в 2011 г. было также ниже нормы. Несмотря на то, что 5 месяцев в году значения ОСО были близки к норме, глубокий минимум озона в апреле (-19% ниже нормы) и весьма низкие значения в сентябре (-8,8%) привели к тому, что средний за год уровень озона в регионе оказался существенно ниже нормы (на -4,3%).

Наиболее низким оказалось содержание озона **в Восточной Сибири**. В марте и апреле содержание озона упало соответственно на -16 и -18%, и на -11% в октябре. Среднегодовой уровень

ОСО оказался ниже нормы на -8,2%.

На Дальнем Востоке состояние озонового слоя в течение 2011 года было также низким, но все же было существенно ближе к норме, чем в других регионах РФ. Наибольшие отклонения наблюдались в марте (-9,1). Среднее за год содержание озона в 2011 г. было ниже нормы на 4,3%

Толщина защитного озонового слоя над территорией РФ в среднем за 2011 год во всех регионах была существенно ниже нормы. Наибольшее уменьшение наблюдалось в марте–апреле 2011 года (до -19% в Западной Сибири). Очень редко область очень низкого озона на всей территории РФ занимала столь обширную территорию.

Табл. 2.2.4. Общее содержание озона в различных регионах России в 2011 г. и отклонения от нормы, (%)

Месяцы Регионы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
<i>Общее содержание озона в 2011 г., Д.е.</i>													
Север ЕТР	341	364	355	353	372	329	301	298	283	270	271	293	319
Юг ЕТР	366	396	346	331	347	332	300	294	287	277	292	286	321
Зап. Сибирь	362	385	371	319	376	336	324	306	282	280	302	299	329
Вост. Сибирь	374	387	358	350	391	340	311	288	296	278	305	317	333
Дальний Восток	402	415	412	400	388	366	311	300	308	318	347	401	364
<i>Отклонения ОСО в 2011 00г. от нормы, %</i>													
Север ЕТР	0,6	-3,9	-9,1	-11	-1,9	-6,0	-9,3	-5,5	-5,8	-6,7	-5,6	-5,9	-6,0
Юг ЕТР	5,7	6,6	-9,0	-12	-5,3	-5,0	-9,8	-8,3	-6,9	-6,7	-2,8	-10	-5,3
Зап.Сибирь	0,5	0,5	-5,7	-19	-1,3	-5,0	-2,9	-4,7	-8,8	-6,0	0,7	-7,3	-4,9
Вост. Сибирь	-4,0	-6,7	-16	-18	-2,7	-5,0	-4,9	-8,8	-5,7	-11	-5,6	-6,9	-8,2
Дальний Восток	-6,0	-7,3	-9,1	-7,2	-2,4	1,7	-5,8	-3,8	-2,8	-3,9	-4,4	1,9	-4,3
<i>Норма и среднеквадратические отклонения, Д.е.</i>													
Север ЕТР	339 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.

Значительное понижение озона наблюдалось не только над территорией России. Область очень низкого содержания озона распространилась также на западную и центральную Европу. Широко обсуждалась опасность появления «озонной дыры» над густо населенными районами.

В тоже время комплексный анализ полей ОСО по данным озонометрической сети РФ и данным измерений со спутника, совмещенный с анализом циркуляции в стратосфере, позволяет утверждать, что, несмотря на достаточно обширную область низкого озона, наблюдавшееся пониже-

ние озона является всего лишь локальным проявлением особенностей циркуляции стратосферы в зимне-весенний период 2011 года.

В процессе финальной весенней перестройки в стратосфере, как правило, с середины марта циркумполярный вихрь начинает разрушаться и постепенно к началу апреля замещается высотным стратосферным антициклоном с высоким содержанием озона.

В январе–феврале 2011 года в околополярной зоне Северного полушария сформировался очень 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 (рис. 2.2.7). В апреле область низкого озона постепенно переместилась от Европы к Дальнему Востоку РФ.

Над остальной частью Северного полушария в марте–апреле наблюдалось высокое содержание озона и высокая температура стратосферы

К концу 2011 года над территорией РФ содержание озона установилось на уровне и в пределах колебаний, характерных для периода 2000–2010 гг.

Таким образом, синоптический анализ процессов, происходящих в поле озона, помогает выявить, с одной стороны, факторы, существенно влияющие на состояние защитного озонного слоя, с другой, демонстрирует очевидное и достаточно сильное влияние озона на термический режим и циркуляцию стратосферы.

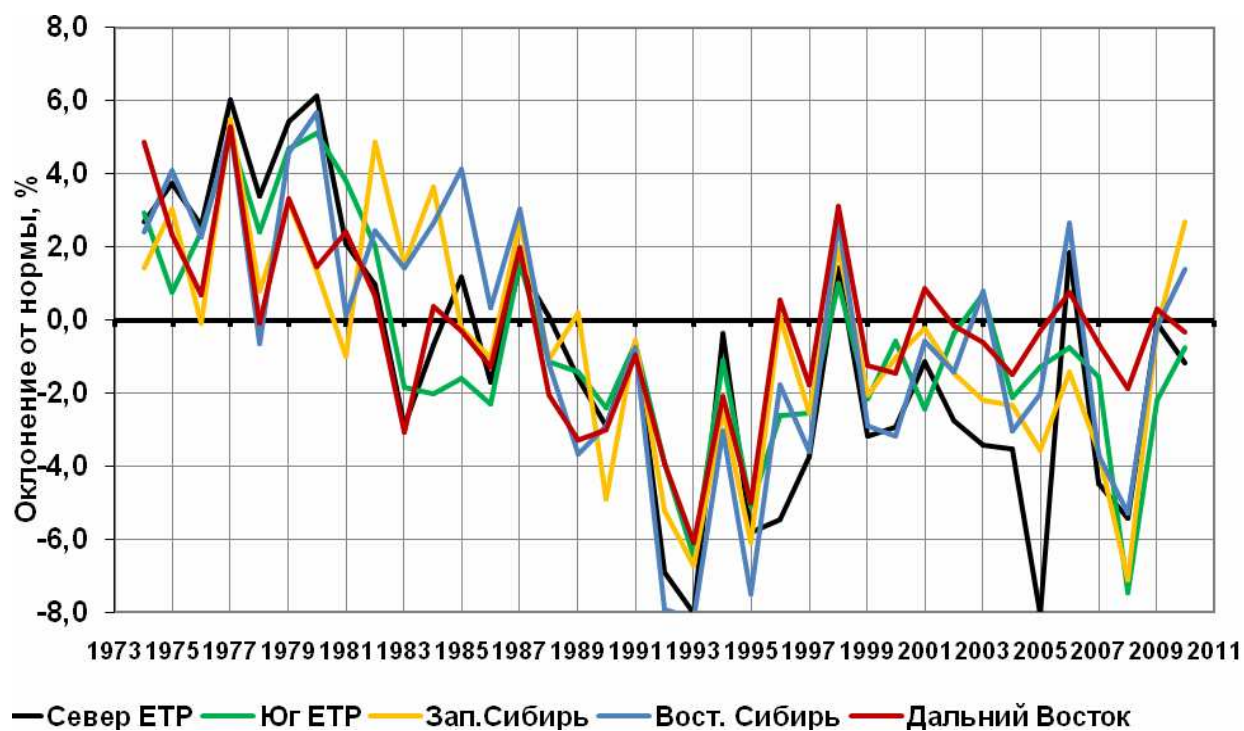


Рис. 2.2.5 – Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы в пяти регионах РФ. в период с 1973 по 2011 год

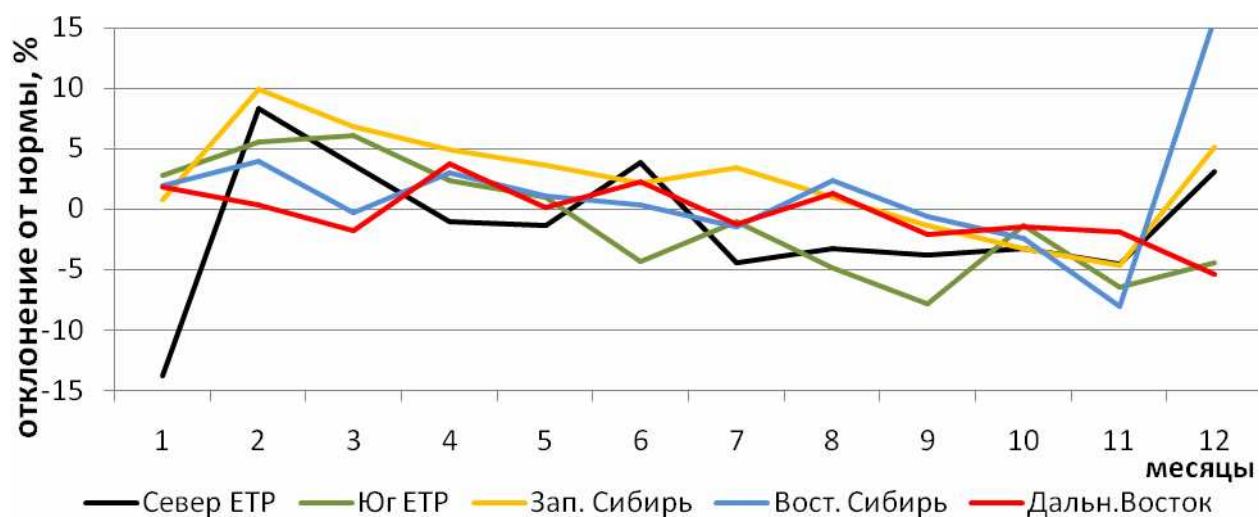


Рис. 2.2.6 – Отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы в пяти регионах РФ в 2011 году

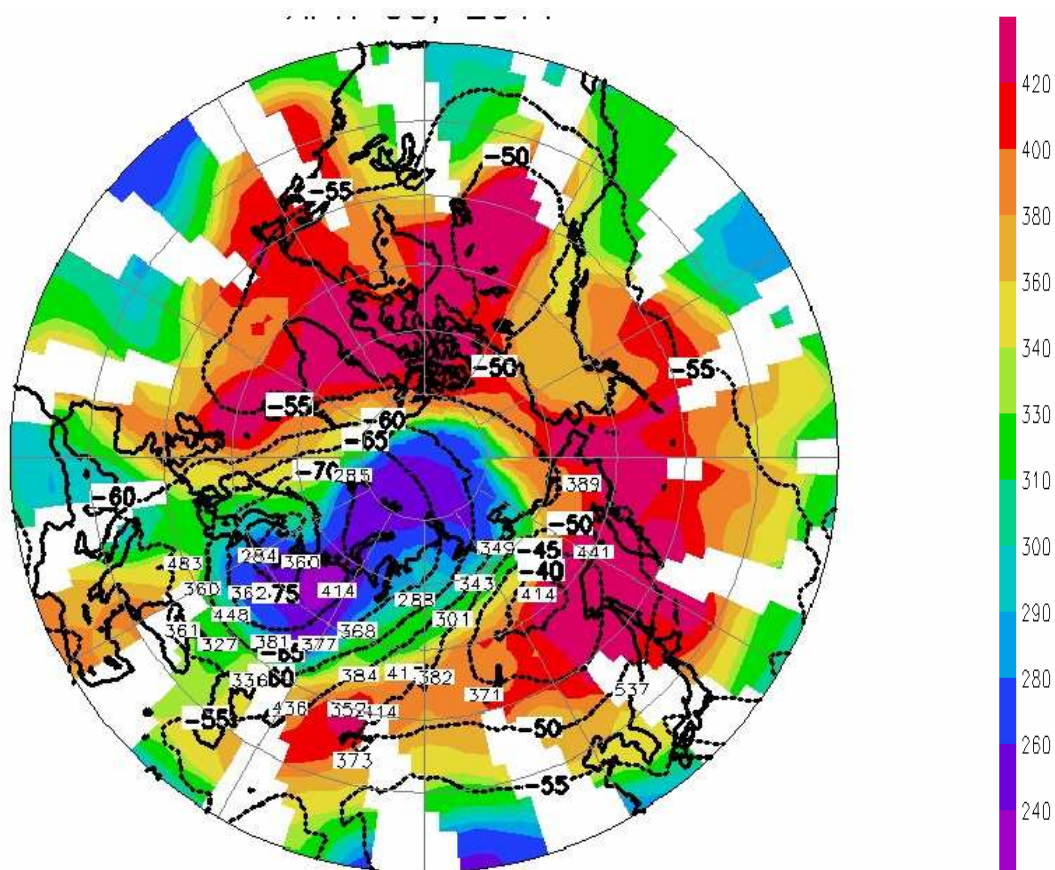


Рис. 2.2.7 – 03.04.2011 Поле температуры на уровне 30 гПа (изотермы) и поле ОСО (в цвете – данные спутника, в прямоугольниках – данные озонметрических станций Росгидромета в Д.е.)

Основной вывод

В 2011 г. над территорией России наблюдалось значительное понижение озона. Тем не менее, совместный анализ данных наземных и спутниковых наблюдений за ОСО с использованием анализа стратосферной циркуляции позволяет утверждать, что, несмотря на обширность области низкого озона, наблюдавшееся понижение озона в 2011 г. является лишь локальным проявлением особенностей циркуляции стратосферы в зимне-весенний период рассматриваемого года.

Прозрачность атмосферы

В данном разделе представлен обзор состояния прозрачности атмосферы на станциях России, работающих по программе фоновой мониторинга атмосферы с 1972 года. Средние значения основных параметров, коэффициента прозрачности (P_2) и оптической плотности атмосферы (ОПА), характеризующих прозрачность и степень общего замутнения атмосферы в 2011 г., приведены в табл. 2.2.5.

Табл. 2.2.5. Коэффициент прозрачности и оптическая плотность атмосферы в 2011 г. 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	$0,800 \pm 0,009$	$0,224 \pm 0,013$
Усть-Вымь	Республика Коми	62,2	50,1	$0,793 \pm 0,026$	$0,234 \pm 0,034$
Сыктывкар*	Республика Коми	61,9	50,9	$0,762 \pm 0,032$	$0,273 \pm 0,042$
Воейково	Ленинградская обл.	60,0	30,7	$0,768 \pm 0,028$	$0,264 \pm 0,038$
Памятная	Западная Сибирь	56,0	65,7	$0,790 \pm 0,027$	$0,237 \pm 0,035$
Курган*	Западная Сибирь	55,5	65,4	$0,765 \pm 0,032$	$0,259 \pm 0,043$
Хужир	о-в Ольхон (оз. Байкал)	53,2	107,3	$0,794 \pm 0,028$	$0,232 \pm 0,014$
Иркутск*	Восточная Сибирь	52,3	104,3	$0,776 \pm 0,031$	$0,255 \pm 0,045$
Шаджатмаз	Сев. Кавказ	43,7	42,7	$0,833 \pm 0,040$	$0,183 \pm 0,040$

Примечания:

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

По станции Сыктывкар приводятся значения, осредненные за март, май, июнь, август и ноябрь. В остальные месяцы не было условий для проведения наблюдений.

Параметр ОПА = $-\ln P_2$ и представляет собой оптическую плотность атмосферы для прямой солнечной радиации в актинометрическом диапазоне длин волн $\Delta\lambda = 0,3 - 4$ мкм. Ее вариации, как и вариации P_2 , обусловлены преимущественно изменениями аэрозольной составляющей и влагосодержанием атмосферы. В таблице 2.2.6 показаны характерные значения P_2 и ОПА, приведенные к оптической массе $m=2$ (т.е. высоте солнца 30°), для различных степеней замутнения атмосферы.

Табл. 2.2.6. P_2 и ОПА, характерные для разных степеней атмосферного замутнения по С.И.Сивкову

Степень замутнения атмосферы	P_2	ОПА
Высокая прозрачность (низкая мутность)	0,826	0,191
Повышенная прозрачность (пониженная мутность)	0,786	0,241
Нормальная прозрачность (нормальная мутность)	0,747	0,292
Пониженная прозрачность (повышенная мутность)	0,697	0,361
Сильно пониженная прозрачность (сильно повышенная мутность)	0,652	0,428
Очень низкая прозрачность (очень высокая мутность)	0,594	0,521

2011-ый год в районах фоновых наблюдений за прозрачностью и оптической плотностью атмосферы незначительно отличался от предыдущего года, что показано на рис. 2.2.8 а, б.

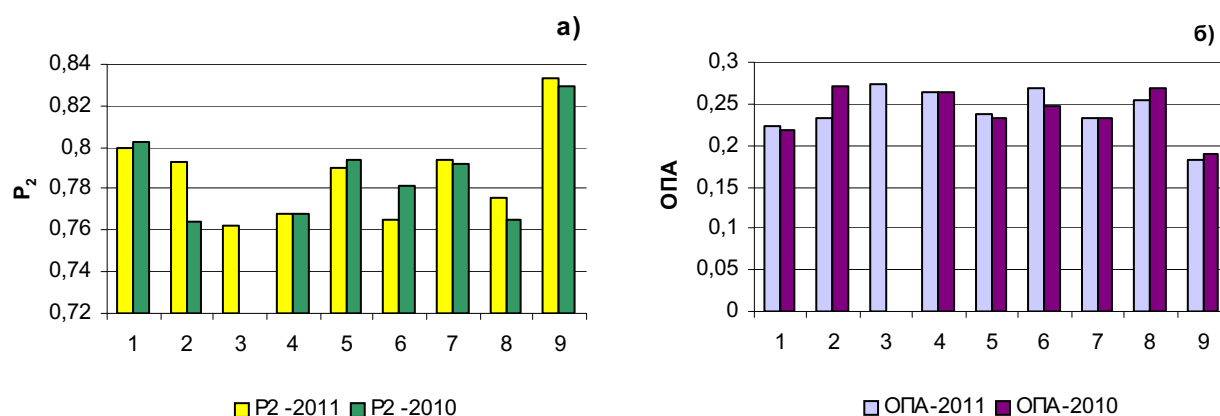


Рис. 2.2.8. – Коэффициент прозрачности (а) и оптическая плотность атмосферы (б) на фоновых станциях: 1- Туруханск, 2 –Усть-Вымь, 3 – Сыктывкар*, 4 – Воейково, 5 – Памятная, 6 – Курган*, 7 – Хужир, 8 – Иркутск*, 9 – Шаджатмаз в 2011 и 2010 годах

В среднем за год максимальное увеличение прозрачности (на 2,9% и, соответственно, уменьшение ОПА на 3,7%) было зарегистрировано на станции Усть-Вымь. Наибольшее уменьшение прозрачности отмечалось на городской станции Курган, где P_2 снизился на 1,6%, а ОПА, наоборот, возросла на 2,1%. На станции Воейково под Санкт-Петербургом в 2011 годовое значе-

ние P_2 сохранилось на уровне 2010 г. О количественном изменении (в процентах) указанных параметров на всех рассматриваемых станциях по сравнению с предшествующим годом можно судить по рис. 2.2.9.

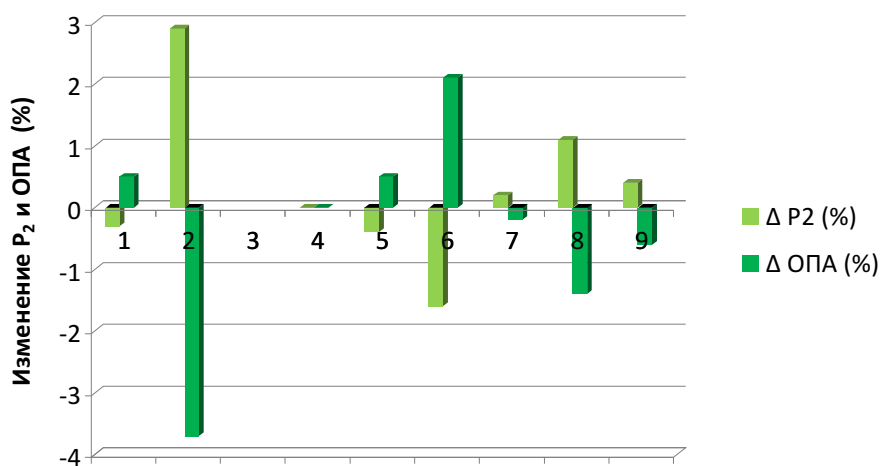


Рис. 2.2.9 – Изменения (%) коэффициента прозрачности P_2 и ОПА в 2011 г. по сравнению с 2010 г. на фоновых станциях: 1- Туруханск, 2 –Усть-Вымь, 3 – Сыктывкар*, 4 – Воейково, 5 – Памятная, 6 – Курган*, 7 – Хужир, 8 – Иркутск*, 9 – Шаджатмаз

Наиболее высокая прозрачность по-прежнему сохранилась на горной станции Шаджатмаз, расположенной выше 2000 м над уровнем моря, минимальная наблюдалась на станции Воейково, расположенной в 12 км от Санкт-Петербурга. Из городских станций минимальная прозрачность зарегистрирована в г. Курган (г. Сыктывкар в данном случае рассматриваться не может из-за малого количества наблюдений).

Рис. 2.2.10 дает представление о внутригодовой изменчивости средних месячных значений ОПА в 2011 году. Из рис. 2.2.10 видно, что минимальная оптическая плотность атмосферы наблюдается холодный период года, а максимальная – летом (прозрачность, соответственно, наоборот), когда интенсивен турбулентный обмен в атмосфере, а подстилающая поверхность свободна от снега. Однако на каждой станции проявляются свои особенности. Например, на станции Шаджатмаз, которая является самой чистой станцией, в июле среднее значение ОПА настолько возросло в 2011 году, что сравнялось с аналогичным значением на станции Хужир и приблизилось по величине к значению, наблюдаемому в Иркутске.

Максимум ОПА на станции Усть-Вымь пришелся в 2011 г. не на летние месяцы, а на сентябрь. В г. Курган отмечены два, практически равновеликих, максимума ОПА – в августе и октябре. Все это связано с локальными условиями замутнения атмосферы на каждой станции, формируемыми метеорологическими условиями, местными источниками загрязнения и характером

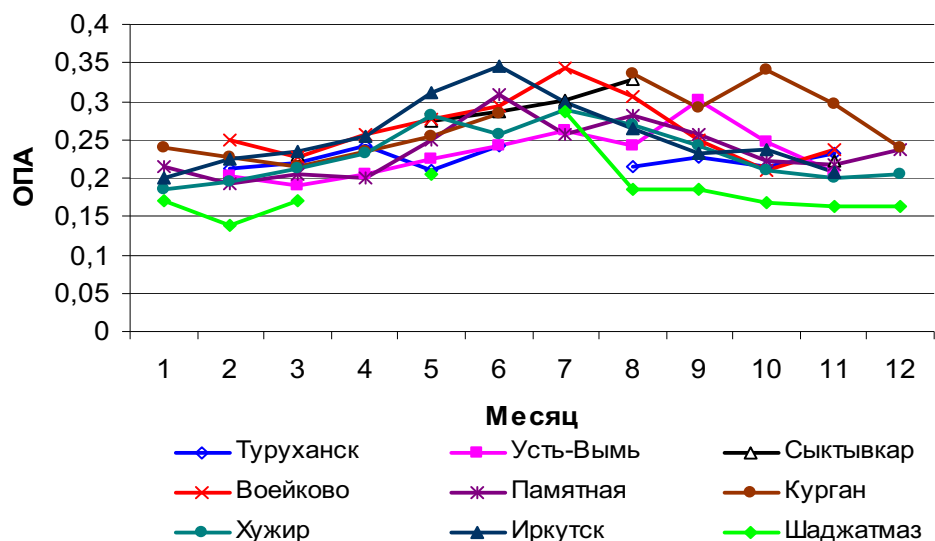


Рис. 2.2.10 – Внутригодовая изменчивость ОПА в 2011 г.

Соотношение значений ОПА на парах станций (фоновая – городская) представлено на рис. 2.2.11а,б,в.

На северной паре Усть-Вымь и Сыктывкар значения ОПА в городе во все месяцы наблюдений превышали аналогичные значения этого параметра на фоновой станции Усть-Вымь, что обусловлено более высокой степенью городского загрязнения. Максимальные расхождения имели место в августе. Годовой максимум ОПА на станции Усть-Вымь в 2011 г. наблюдался в сентябре, на станции Сыктывкар – в августе.

Пара станций Памятная и Курган (рис. 2.2.11б) находится в степной зоне. Различия между городом и фоновой станцией наиболее существенно проявились с августа по ноябрь. В эти же месяцы наблюдалось и максимальное замутнение городской атмосферы. В июне, наоборот, оптическая плотность атмосферы в районе фоновой станции даже превысила таковую в городе, что, в первую очередь, связано с условиями землепользования в районе фоновой станции.

Станция Хужир находится на острове Ольхон озера Байкал. Максимальное различие среднемесячных значений ОПА между фоновой и городской станцией Иркутск (рис. 2.2.12в) в 2011 г. наблюдалось в июне. В этом же месяце имело место и небольшое снижение ОПА (повышение прозрачности) на островной станции. В августе и сентябре значения ОПА практически сравнялись. Такие особенности могут быть связаны с господствующими направлениями ветров. По

сравнению с предшествующими годами 2011-ый год отличается малой разницей в средних месячных значениях ОПА между фоновой станцией Хужир и парной ей городской станцией Иркутск.

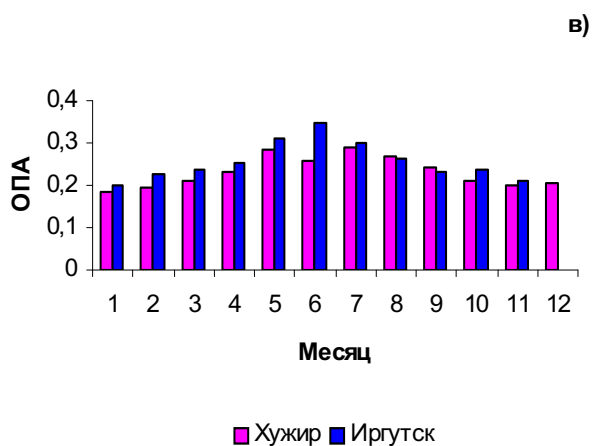
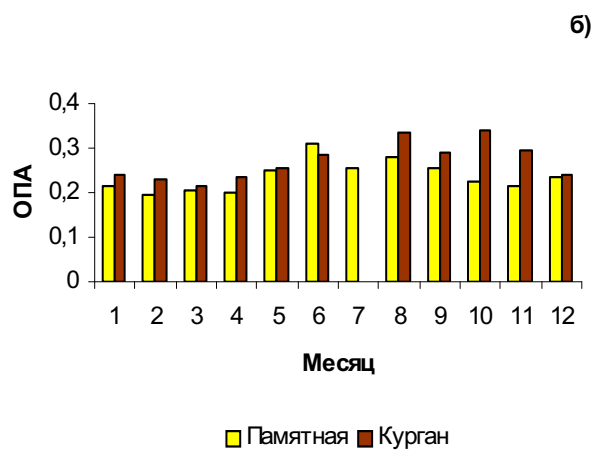
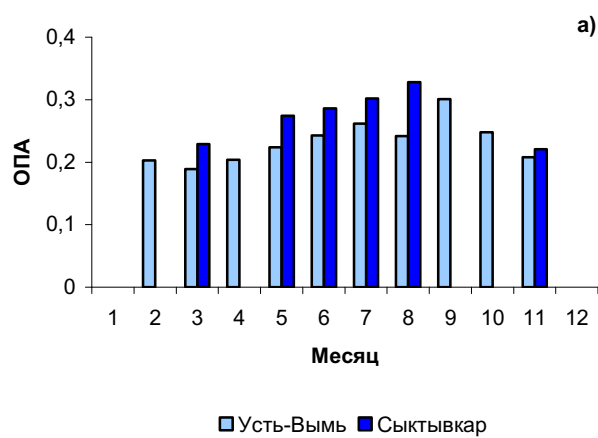


Рис. 2.2.11а,б,в – Внутригодовая изменчивость коэффициента прозрачности на парных станциях

Вообще следует заметить, что случаи, когда средние месячные значения прозрачности в городах превышали аналогичные значения на парных фоновых станциях, как правило, связаны с преобладающим направлением ветров в рассматриваемый месяц. Если фоновая станция многократно попадает под влияние суммарного городского факела, среднее месячное значение P_2 на ней существенно падает. И наоборот, если городская площадка наблюдений значительное время оказывается под влиянием ветров, уносящих из данного района городское загрязнение, изменяемые значения прозрачности могут возрасти до уровня «фоновых».

В 2011 г. был полностью восстановлен весь ряд данных наблюдений за интегральной прозрачностью и оптической плотностью атмосферы на станции Усть-Вымь (республика Коми) с момента, когда она стала работать по программе фоновых мониторинга (1972), по настоящее время. На рис. 2.2.12а,б представлена межгодовая изменчивость коэффициента прозрачности (рис. 2.2.4а) и ОПА (рис. 2.2.12б) на этой станции, а также на станциях Памятная, Туруханск, Шаджатмаз, Хужир за весь период их работы по программе региональных фоновых станций.

В основном кривая межгодовой изменчивости коэффициента прозрачности и оптической плотности атмосферы на станции Усть-Вымь повторяет конфигурацию кривых P_2 и ОПА на остальных фоновых станциях. Самые сильные искажения кривых межгодовой изменчивости P_2 и ОПА на них вызывают последствия вулканических извержений. Наиболее заметно упала прозрачность атмосферы и, соответственно, возросла ОПА после двух мощных извержений вулканов Эль-Чичон (1982) и Пинатубо (1991).

Однако на станции Усть-Вымь конфигурация кривой межгодовой изменчивости P_2 и ОПА гораздо менее гладкая по сравнению с остальными станциями. Из рис. 2.2.12б видно, например, что в течение первой декады XXI-ого века, среднегодовые значения ОПА на этой станции значительно превосходят аналогичные значения на остальных станциях. Таким образом, несмотря на то, что данная станция по уровню оптической плотности аэрозоля сопоставима с остальными региональными фоновыми станциями, данные ее менее стабильны, и она более подвержена влиянию окружающих источников загрязнения атмосферы.

На станциях Хужир и, особенно, Памятная просматривается тенденция к некоторому снижению ОПА (повышению прозрачности атмосферы), но статистически значимых отрицательных трендов на них не обнаружено ($R^2 = 0,23$ на станции Хужир и $0,38$ на станции Памятная). На всех остальных рассматриваемых длиннорядных станциях за весь период наблюдений статистически значимые тренды прозрачности пока также не выявлены.

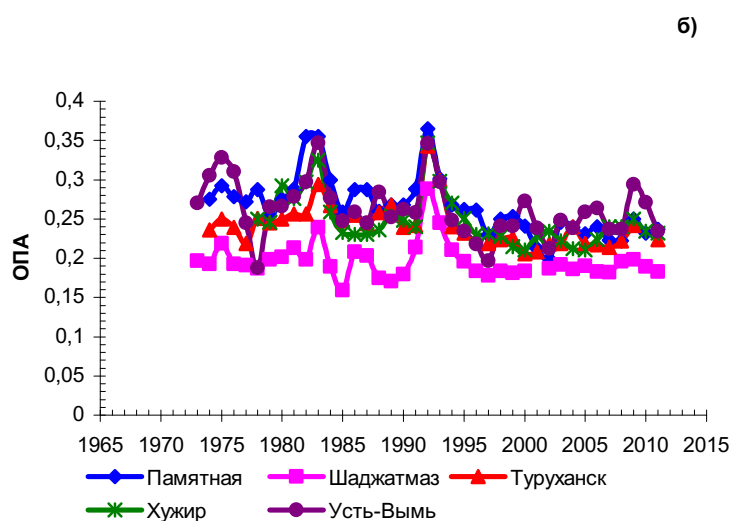
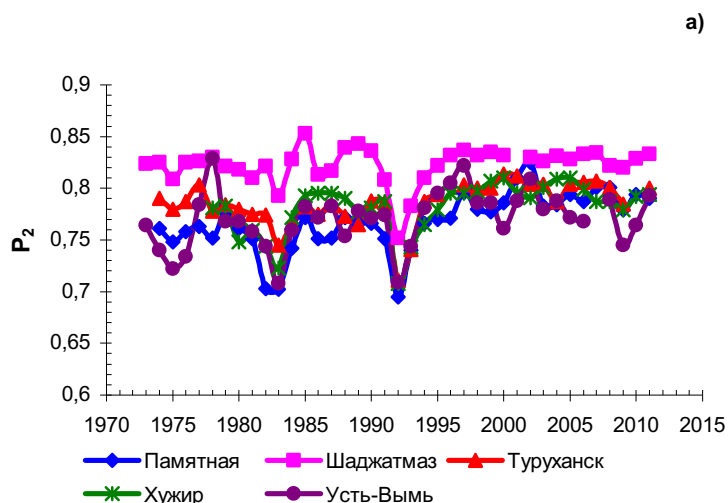


Рис.2.2.12а, б – Межгодовая изменчивость коэффициента прозрачности P_2 и ОПА на длиннорядных региональных станциях фоновочного мониторинга

Основные выводы:

- В 2011 г. прозрачность атмосферы на станциях фоновочного мониторинга атмосферы незначительно отличалась от предыдущего года. По абсолютной величине изменение прозрачности не превышало 2,9% (увеличение P_2 и, соответственно, уменьшение ОПА на 3,7%) на станции Усть-Вымь.
- Отличия от «нормального» годового хода прозрачности – уменьшения P_2 (и, соответственно, роста ОПА) летом и увеличения в осенне-зимний период – на всех фоновых станциях обусловлены в основном влиянием местных источников загрязнения и господствующим направлением ветров, уносящих или приносящих загрязненные воздушные массы в район станции.
- В 2011 г. полностью восстановлен ряд данных наблюдений за прозрачностью атмосферы за

1972 – 2011 гг. на станции Усть-Вымь. По сравнению с остальными длиннорядными станциями (Памятная, Туруханск, Хужир и Шаджатмаз) получаемые на ней данные наименее стабильны, на них сильнее сказывается воздействие окружающих источников загрязнения. Из всех станций, для которых восстановлены ряды наблюдений за интегральной прозрачностью и ОПА со времени начала фоновых наблюдений (1972–1978 гг.), только горная станция Шаджатмаз на Северном Кавказе с наименьшим уровнем загрязнения и стабильными среднегодовыми значениями P_2 и ОПА может рассматриваться как станция, отражающая (в некотором приближении) изменения глобального фонового уровня степени замутнения атмосферы.

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 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 62 года, в Иркутске – 52 года, в Верхнем Дуброво – 54 года, в Южно-Сахалинске – 43 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 в России с 1980 г.

Обобщенные по сезонам результаты измерений V' с за 2006–2011 гг. приведены в таблице 2.2.7. Заметные вариации значений V' с, вычисленных по среднемесячным значениям V' , обусловлены изменчивостью погодных условий в одни и те же сезоны разных лет. Сильнейшее влияние на значения V' оказывают грозы, метели и осадки.

Измерения удельных полярных электрических проводимостей L^+ и L^- воздуха в 2011 г. проводились как в Воейково, так и в Иркутске. В таблице 2.2.8 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 2006–2011 гг. Среднемесячные значения K_c имеют небольшой разброс от 1,0 до 1,2.

Табл. 2.2.7. Сезонные (V'_c), среднегодовые ($V'_г$) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения градиента потенциала электрического поля атмосферы V' (даВ/м) 2006–2011 гг. на станциях Верхнее Дуброво (ВД), Воейково (В), Иркутск (И), Южно-Сахалинск (ЮС)

Стан- ция	Год	$V'_c, (V')$				$V'_г, (V')$
		Зима (декабрь – февраль)	Весна (март – май)	ЛЕТО (июнь – август)	Осень (сентябрь– ноябрь)	
ВД	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)
	2006	17 (15,20)	12 (10,15)	12 (12,13)	10 (7,14)	13 (7,20)
В	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)
	2006	13 (11,14)	11 (7,16)	9 (7,10)	9 (6,10)	10 (6,16)
И	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)
	2006	10 (10,11)	9 (5,11)	5 (4,6)	-	8 (4,11)С
ЮС	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	-
	2006	32 (27,37)	20 (14,17)	12 (10,14)	19 (15,24)	21 (10,37)

Табл. 2.2.8. Сезонные (L_C) и среднегодовые (L_T) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха, сезонные значения отношений K_c удельной положительной электрической проводимости воздуха к удельной отрицательной электрической проводимости воздуха, минимальные и максимальные среднемесячные значения L_S (в скобках) в 2006–2011 гг. на станциях Воейково (В) и Иркутск (И) (L – в фСм/м, K_c – в относительных единицах)

Пункт наблюдений	Год	$L_C, (L_S)$ (верхняя строка), K_c (нижняя строка)				
		Зима (декабрь - февраль)	Весна (март – май)	Лето (июнь – август)	Осень (сентябрь-ноябрь)	$L_T, (L_S)$
В	2011	18 (14, 23)	20 (15, 24)	24(23,24)Н	23(22,23)Н	21 (14,24)
		1,0	1,1	1,0Н	1,1Н	-
	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	1,0Н	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	-
	2007	17 (15,18)	17 (13,19)	19 (19,20)	18 (15,21)	18 (13,21)
		1,0	1,0	1,1	1,0	-
	2006	18 (16,19)	16 (13,18)	20 (18,22)	17 (15,19)	18 (13,22)
		1,2	1,1	1,1	1,0	-
И	2011	16 (16, 17)	17 (15,19)	18 (13, 24)	19 (17, 21)	18 (13, 24)
		1,0	1,1	1,0	1,1	-
	2010	20 (15,23)	18 (15,20)	23 (22,24)	22 (21,23)	21 (15,24)
		1,0	1,0	1,0	1,0	-
	2009	15 (14,16)	18 (16,19)	20 (17,21)	30 (35,24)	21 (14,35)
		1,0	1,0	1,0	1,0	-
	2008	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	-
	2006	13 (12,14)	12 (11,12)	11(10,11)Н	-	12(10,14)С
		1,0	1,0	1,0	-	-

Примечание к таблицам 2.2.7 и 2.2.8:

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

Вариации среднемесячных значений V' на станциях наблюдений за период с 1998 г. по 2011 г. представлены на рис. 2.2.13. Существенных изменений этих характеристик в 2011 г. по сравнению с предыдущим периодом не зафиксировано. Следует отметить, что после инспекции 2011 г. (в которой были подтверждены результаты измерений редуционного множителя предыдущей инспекции) в Верхнем Дуброво была проведена корректировка данных измерений 2001–2003 гг., когда датчик прибора для измерения градиента потенциала находился в электростатической тени мачты, установленной поблизости.

Графики среднегодовых значений V' вместе с линиями тренда представлены на рис. 2.2.14. В Иркутске прослеживается тенденция увеличения V' в первую декаду XXI-ого века ($R^2 = 0,78$), причины которой пока не установлены.

На рис. 2.2.15 представлен годовой ход V' по всем станциям за 2011 год и осредненный за предыдущее десятилетие. В 2011 г. на всех станциях не произошло существенных изменений среднегодового хода V' по сравнению с предшествующим периодом.

Вариации среднемесячных значений L_s в Воейково и в Иркутске за период с 1998 г. по 2011 г. показаны на рис. 2.2.16, графики среднегодовых значений с линией тренда представлены на рис. 2.18. В Иркутске обращает на себя внимание некоторый рост L_s ($R^2 = 0,65$), особенно ощутимый в первое десятилетие XXI-ого века. На станции Воейково подобного явления не отмечается.

Основной вывод

В 2011 году по сравнению с предшествующим периодом значительных изменений градиента потенциала электрического поля атмосферы на станциях Воейково, Иркутск, Южно-Сахалинск не произошло. На станции Верхнее Дуброво в 2011 г. имело место уменьшение значений V'_r до уровня 2009 г. Это, по-видимому, связано с наблюдаемыми продолжительными метелями в 2010 г. в отличие от 2009 и 2011 гг.

В 2011 году среднемесячные значения L_s на станции Воейково остались на уровне 2010 года, на станции Иркутск уменьшились незначительно.

В первую декаду нового века прослеживается тенденция возрастания градиента потенциала электрического поля атмосферы V' , а также удельной суммарной электрической проводимости воздуха L_s на станции Иркутск. На остальных станциях подобных изменений не отмечается.

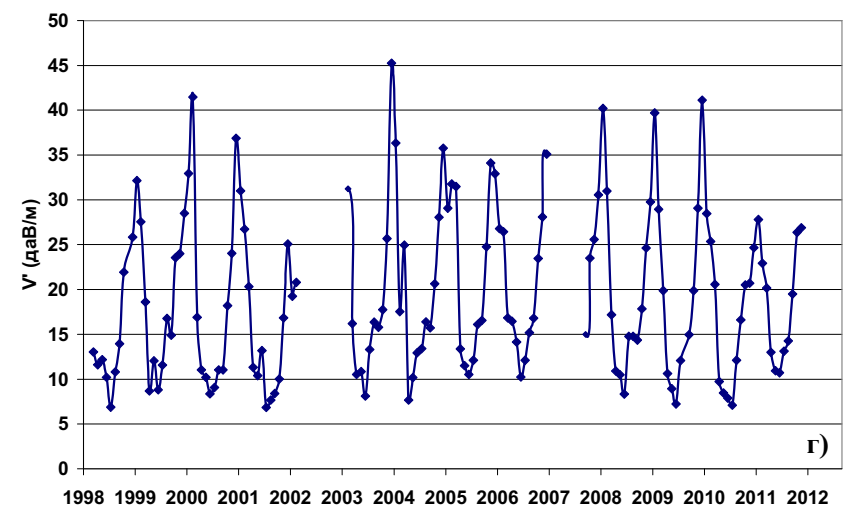
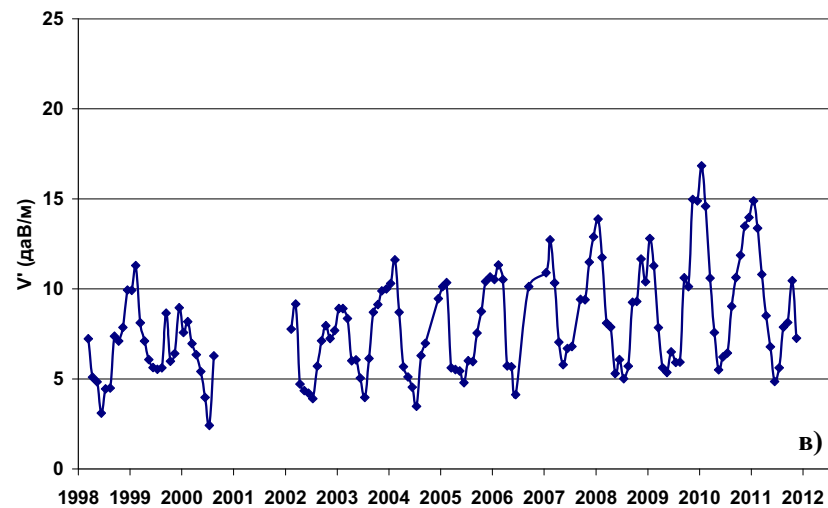
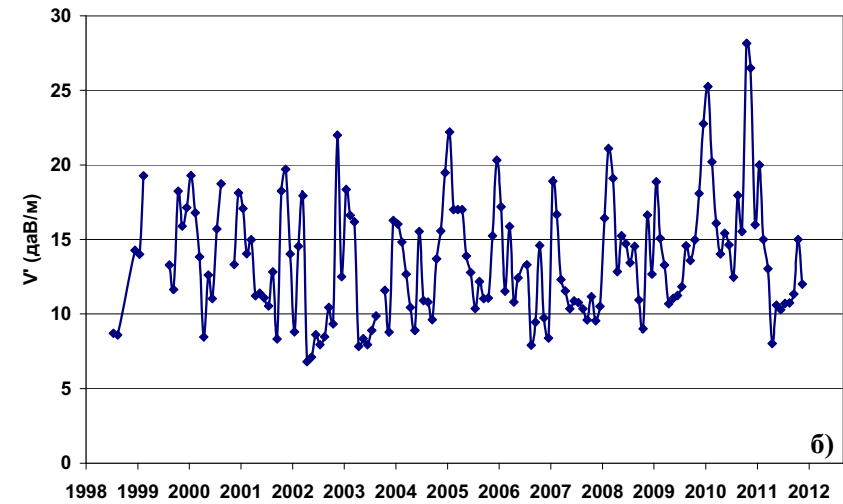
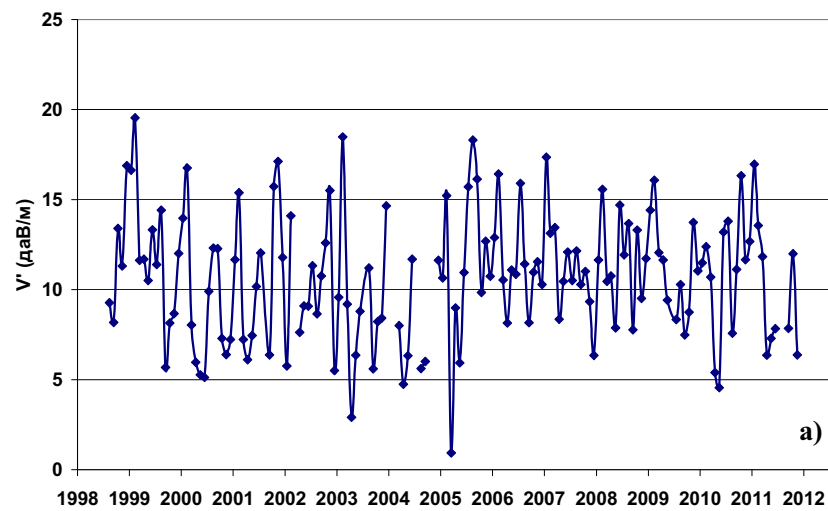


Рис. 2.2.13 – Среднемесячные значения V' за период с 1998 по 2011 гг. на станциях (а) Воейково, (б) Верхнее Дуброво, (в) Иркутск и (г) Южно-Сахалинск

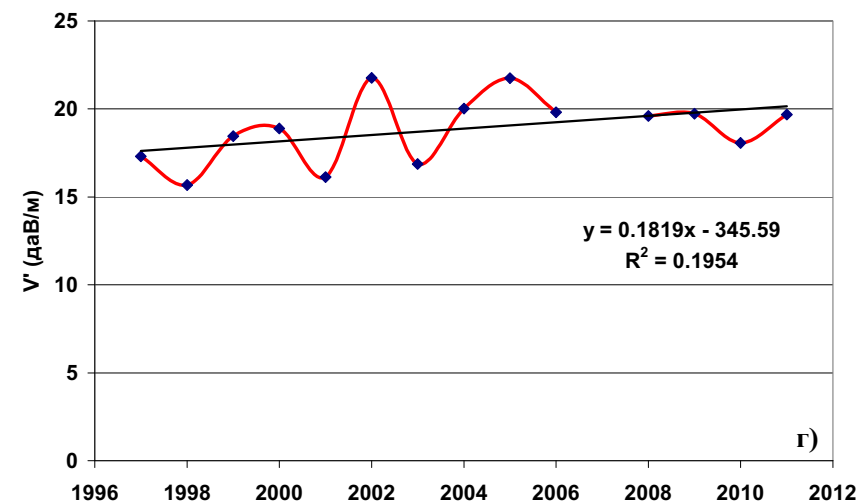
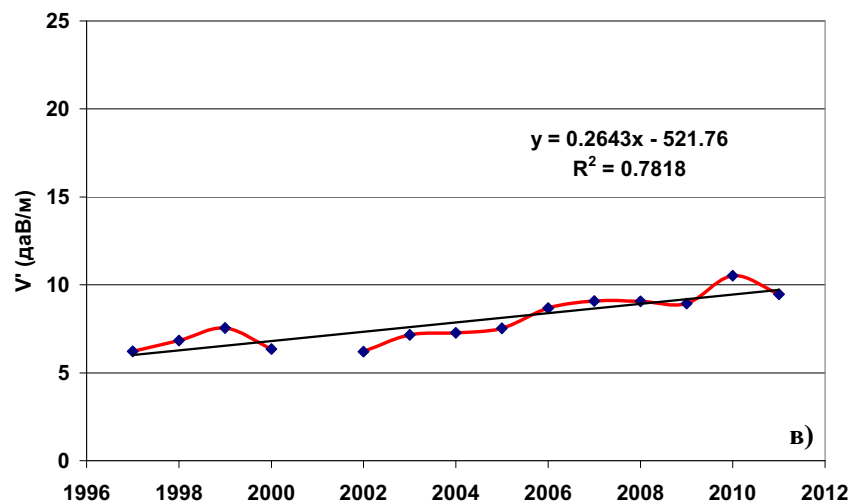
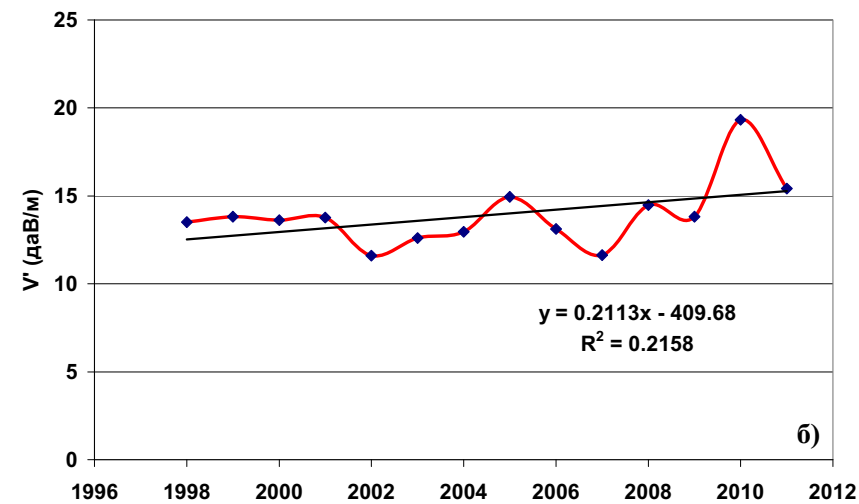
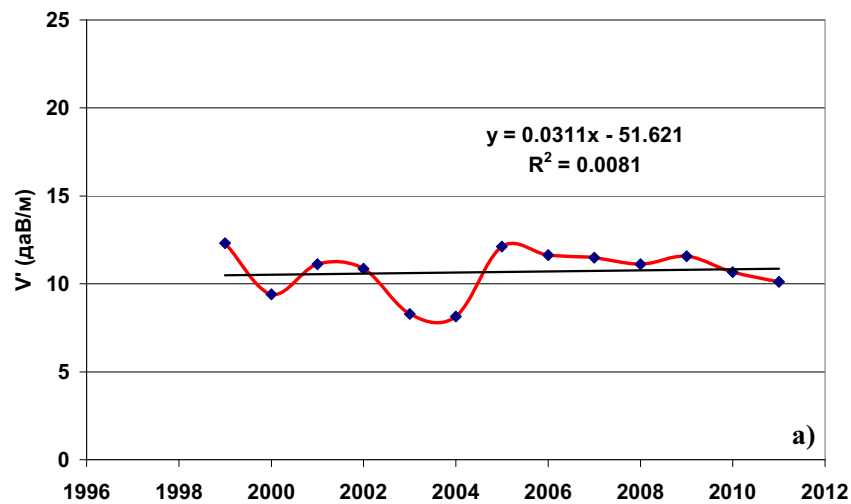


Рис. 2.2.14 – Среднегодовая изменчивость с линиями трендов V' за период с 1998 по 2011 гг. на станциях (а) Воейково, (б) Верхнее Дуброво, (в) Иркутск и (г) Южно-Сахалинск

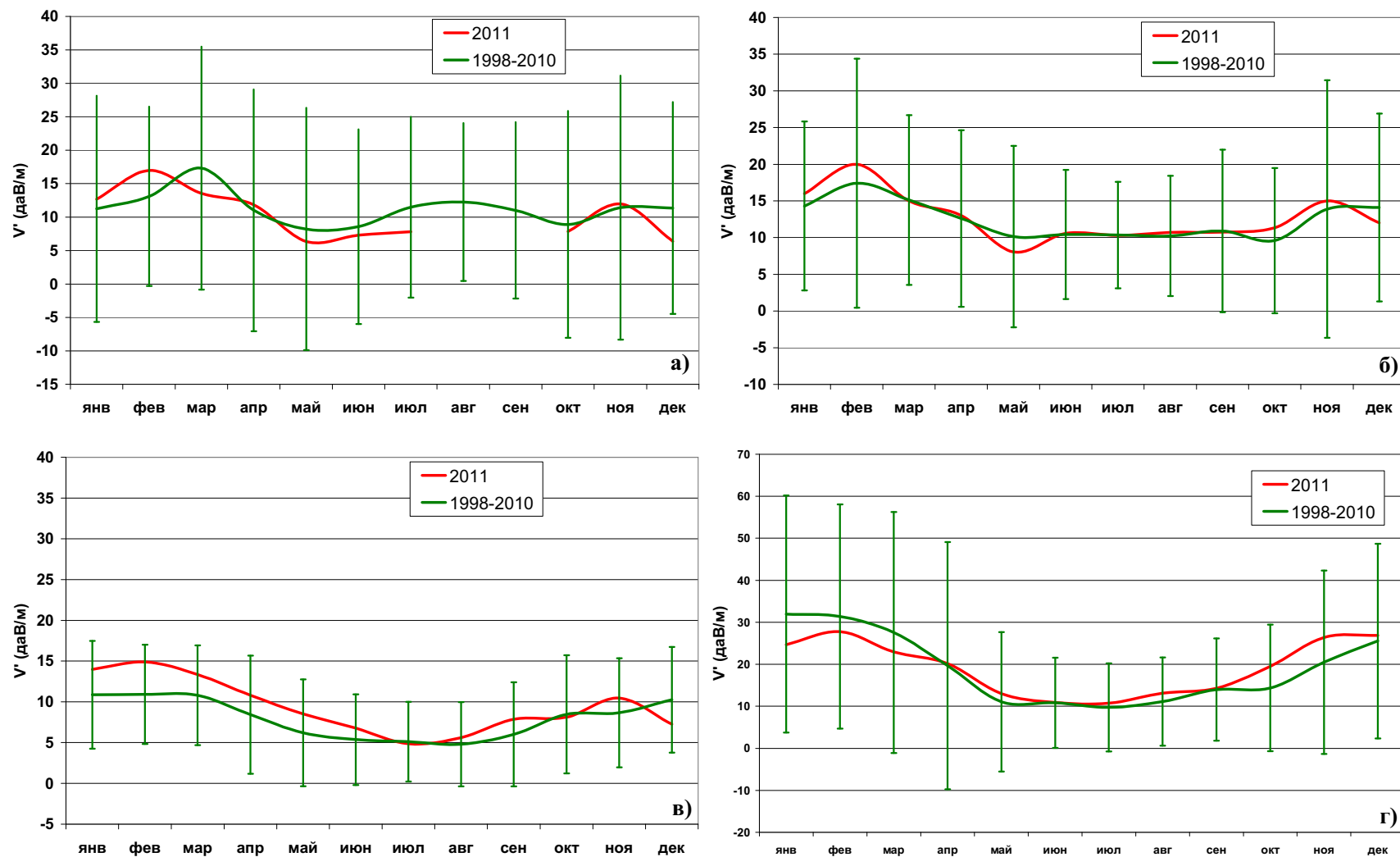


Рис. 2.2.15 – Годовой ход V' по станциям (а) Воейково, (б) Верхнее Дуброво, (в) Иркутск и (г) Южно-Сахалинск в 2011 г. на фоне среднегодового за предшествующий период измерений. Вертикальными отрезками обозначена величина стандартного отклонения от среднего значения для периода с 1998 по 2010 гг.

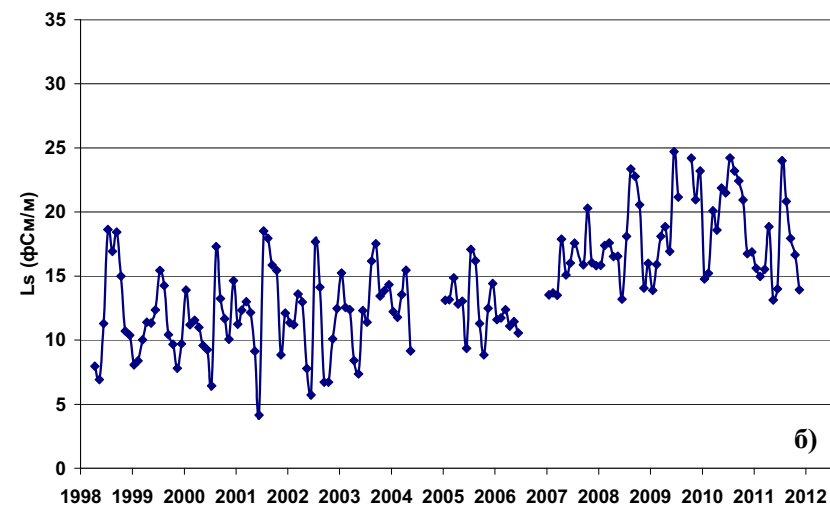
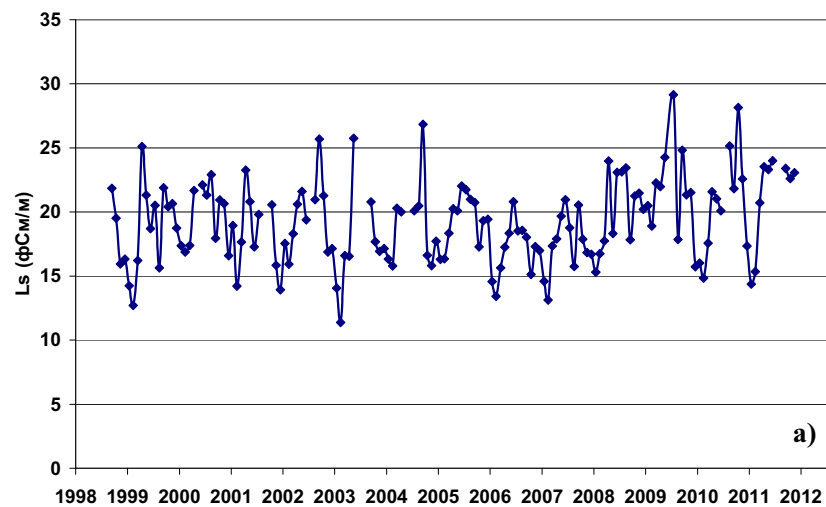


Рис. 2.2.16 – Среднемесячные значения L_s в период с 1998 по 2011 гг. на станциях (а) Воейково и (б) Иркутск

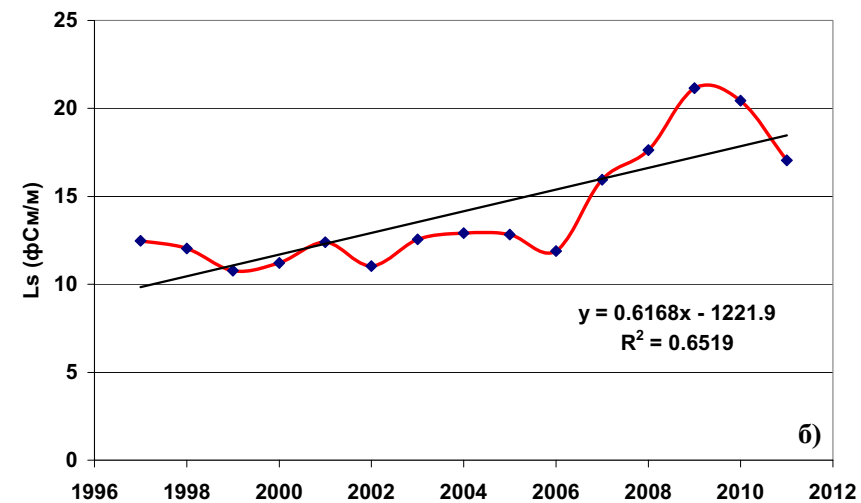
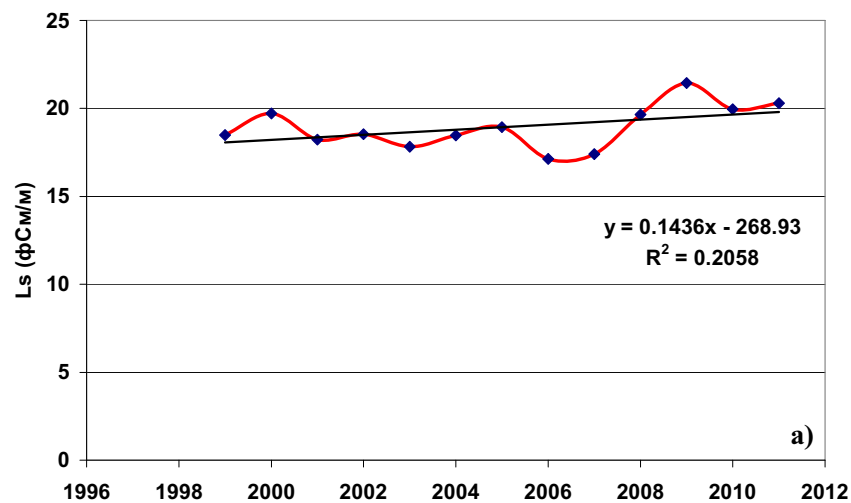


Рис. 2.2.17 – Среднегодовая изменчивость с линиями трендов L_s за период с 1998 по 2011 гг. на станциях (а) Воейково и (б) Иркутск

2.3. Химический состав атмосферных осадков

2.3.1. Загрязняющие вещества в атмосферных осадках

Тяжелые металлы

В 2011 г. среднегодовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках наблюдались в интервале значений на ЕТР от 1,5 до 7 мкг/л, в Сибири – около 5 мкг/л. Внутригодовой ход концентраций свинца в атмосферных осадках в большинстве случаев характеризуется более высокими значениями в теплое полугодие. Концентрации кадмия в осадках практически на всей территории России не превышали 1 мкг/л, за исключением Астраханского БЗ, где среднегодовая концентрация достигла 18,7 мкг/л, при максимальной концентрации 52 мкг/л (рис. 2.3.1).

Среднегодовые концентрации ртути в атмосферных осадках на ЕТР в 2011 г. изменялись от 0,2 в центре до 1,2 мкг/л на юге, в то же время в южных районах Сибири средние концентрации ртути были существенно ниже – менее 0,1 мкг/л (рис. 2.3.1).

Среднегодовые концентрации меди в атмосферных осадках на ЕТР изменялись от 2 до 3,5 мкг/л, за исключением Астраханского БЗ, где среднегодовая концентрация достигла 13,4 мкг/л. В южных районах Сибири средние концентрации меди были несколько ниже – около 1,5 мкг/л.

Полиароматические углеводороды

В 2011 г. среднегодовая концентрация бенз(а)пирена в осадках в фоновых районах ЕТР изменялась от 0,6 до 0,9 нг/л, что существенно ниже прошлогодних значений, при этом более высокие уровни значений наблюдались в холодное полугодие. В южных районах Сибири средние концентрации бенз(а)пирена находились на том же уровне – 0,82 нг/л (рис. 2.3.1).

Пестициды

По данным наблюдений фоновых станций в 2011 г. содержание пестицидов в атмосферных осадках увеличилось по сравнению с уровнем прошлых лет. Хотя концентрации ДДТ и γ -ГХЦГ в большей части проб были близки к пределам обнаружения изомеров, существенно выросли максимальные значения, вследствие чего возросли среднегодовые уровни. Максимальные значения γ -ГХЦГ превысили 200 нг/л (Воронежский БЗ), среднегодовая сумма ДДТ превысила 400 нг/л (Кавказский БЗ, Воронежский БЗ, Яйлю).

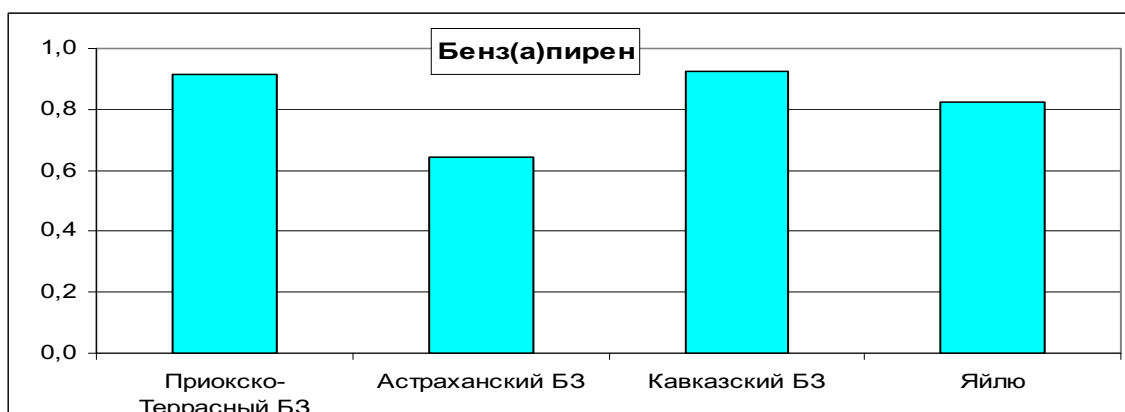
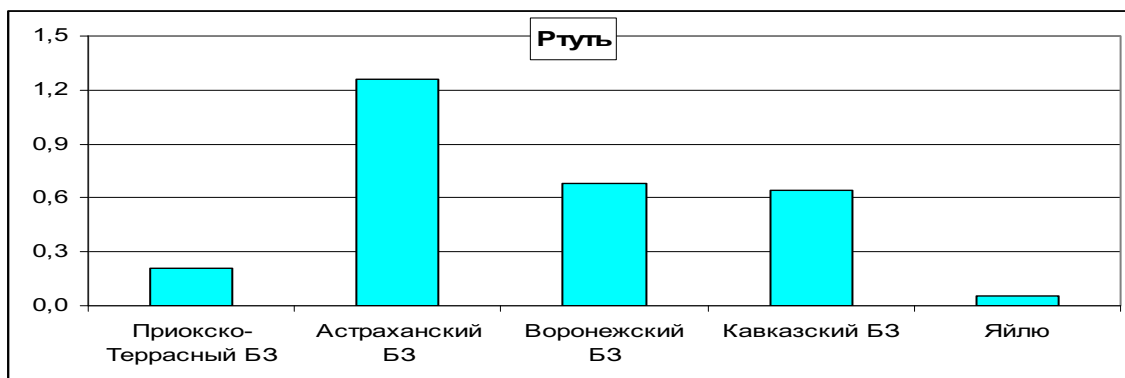
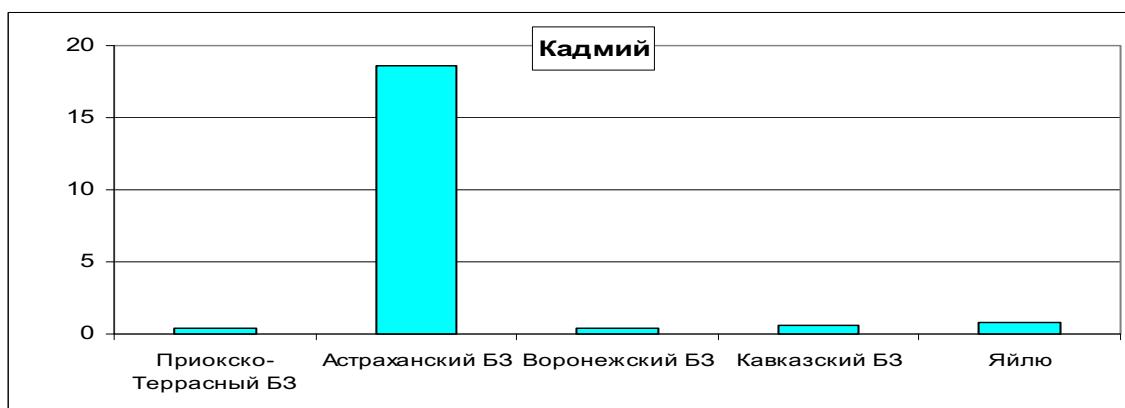
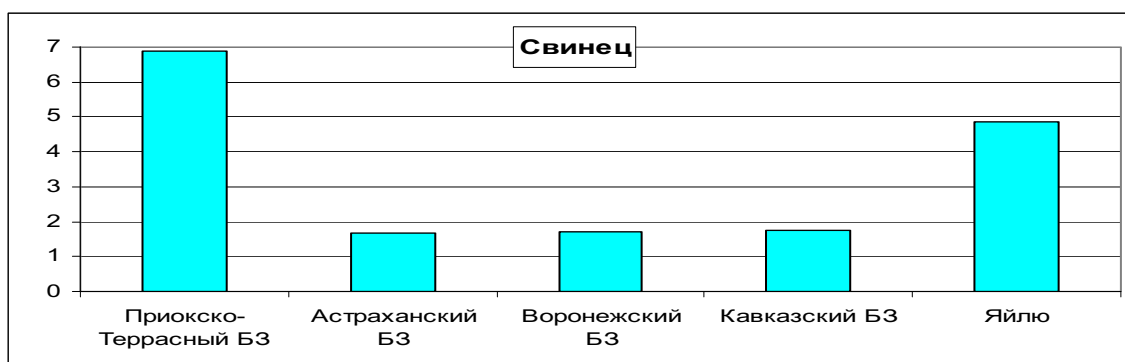


Рис. 2.3.1. Концентрации загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов в 2011 г. (Pb, Cd, Hg - мкг/л, Бенз(а)пирен – нг/л).

2.3.2. Фоновый уровень ионного состава атмосферных осадков

В разделе рассматриваются данные 9 станций, входящих в систему Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО и одной станции ЕАНЕТ. В зависимости от расположения, они относятся к Европейской территории России (ЕТР) – Усть-Вымь, Приокско-Террасный БЗ, Воронежский БЗ, Кавказский БЗ, Шаджатмаз или Азиатской территории России (АТР) – Памятная, Туруханск, Хужир и прибрежные станции—Приморская, Терней (Сихоте-Алинский БЗ). На большей части станций отбирались недельные пробы осадков, на станции Хужир – месячные, а на станции Приморская - пробы единичные.

Распределение станций дает некоторое представление о характере природного влияния и антропогенной деятельности на химический состав осадков (ХСО).

Общая характеристика ХСО станций фонового мониторинга. В среднем по России (таблица 2.3.1) среднегодовая минерализация осадков (М) на фоновых станциях в 2011 году уменьшилась на 18% по сравнению с уровнем 2010 года и колеблется от 5,2-5,6 мг/л (Приокско-Террасный, Кавказский и Сихоте-Алинский БЗ) до 14,7 мг/л (Шаджатмаз). В этот интервал — *региональный фон минерализации* — укладывается более 80% исходных данных. Абсолютные минимальные значения М изменяются от 2,0 мг/л (Кавказский БЗ и Приморская) до 4,7 мг/л (Шаджатмаз). Абсолютная максимальная величина М=87,4 мг/л наблюдалась после длительного отсутствия выпадений осадков в Сихоте-Алинском БЗ, на других станциях эта величина стала меньше.

2010 год относился к аномальным по высокому уровню фонового загрязнения атмосферы в результате пожаров. В 2011 году средняя концентрация сульфатов стала ниже в Усть-Выми на 50% , в Воронежском БЗ на 31% и в Туруханске на 35%. Концентрация аммония уменьшилась на тех же пунктах на 15%, 42% и 34% , а для калия на 44%, 13% и 25%. Содержание хлоридов на всех станциях (за исключением Приморской) уменьшилось от 20% до 45%.

Средняя за год величина рН не претерпела существенных изменений на большинстве континентальных станций.

На станциях фонового мониторинга наблюдается большой разброс отношения величины удельной электропроводности k , (мкСм/см) к сумме ионов М (мг/л). При наиболее вероятном значении около двух – трех оно колеблется от 2,2 до 4,7.

В таблице 2.3.2 показано выпадение с осадками серы, азота и суммы ионов. В среднем на территории РФ (по сравнению с 2010 г) их выпало меньше: суммы ионов на 21%, азота на 15% и серы на 36%.

Влажные выпадения различаются существенно по станциям: суммарные от 1,6 до 10,4 т/км².год, серы 0,1-0,7 т/км².год и азота 0,1 – 0,8 т/км².год. Серы на ЕТР выпадает несколько больше, чем на АТР и почти в 2 раза меньше, чем суммарного азота. На АТР влажные выпадения серы превышают сумму азота на 26%, а азота аммиачного над азотом нитратным – на 30%. На станциях АТР наблюдается заметно более высокий разброс данных по выпадениям веществ с осадками. По сравнению с 2010 годом росту суммы осадков в Памятной на 32% соответствует падение их минерализации более чем в 2 раза, а в Туруханске при уменьшении суммы осадков на 7% минерализация понизилась в 1,3 раза. В Тернее осадков выпало на 30% меньше — минерализация практически осталась неизменной.

Табл. 2.3.2. Выпадение с осадками серы, азота и суммы ионов, 2011 г.

Станция	S(SO ₄)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	ΣN	M	S/ Σ N	N(H)/ N(O)
	т/км ² .год						
Усть-Вымь	0,30	0,25	0,32	0,57	5,5	0,5	1,3
Приокско-Террасный БЗ	0,25	0,16	0,16	0,32	3,2	0,8	1,0
Воронежский БЗ	0,24	0,18	0,09	0,27	4,9	0,9	0,5
Кавказский БЗ	0,68	0,37	0,31	0,68	10,2	1,0	0,9
Шаджатмаз	0,46	0,22	0,24	0,46	10,4	1,0	1,1
Памятная	0,28	0,11	0,08	0,19	3,4	1,4	0,7
Туруханск	0,37	0,11	0,23	0,33	4,8	1,1	2,2
Хужир	0,13	0,02	0,04	0,06	1,6	2,1	1,7
Приморская	0,50	0,49	0,64	1,13	8,4	0,4	1,3
Терней	0,34	0,33	0,29	0,62	5,1	0,5	0,9

На рисунках 2.3.2 и 2.3.3 представлен временной ход изменения минерализации осадков на ЕТР и АТР за последние шесть лет. Произошло уменьшение суммы ионов на всех станциях, кроме Памятной. Однако в среднем за 6 лет на ЕТР сохраняется тенденция к возрастанию минерализации осадков с довольно высоким коэффициентом аппроксимации (74%). Скорость изменений понизилась с 1,23 до 0,83 мг/л за год. На станциях АТР минерализация осадков подвергается значительным колебаниям от года к году и в среднем остается постоянной.

Табл. 2.3.1. Средневзвешенные за год концентрации ионов в осадках на станциях фонового мониторинга, 2011 г.

Станция	q, мм	SO ₄	Cl	NO ₃	HCO ₃	NH ₄	Na	K	Ca	Mg	Zn	M	pH	k, мкСм/см
		мг/л												
Усть-Вымь	539,1	1,65	0,97	2,02	2,86	0,77	0,77	0,28	0,63	0,16	0,03	10,15	6,2	22,7
Приокско-Террасный БЗ	572,7	1,33	0,47	1,23	1,06	0,36	0,38	0,12	0,53	0,12	0,02	5,62	5,8	12,9
Воронежский БЗ	401,8	1,77	1,14	1,94	3,94	0,29	1,08	0,78	1,03	0,30	0,03	12,30	6,2	27,3
Кавказский БЗ	1881,8	1,08	0,52	0,86	1,48	0,21	0,34	0,18	0,61	0,12	0,01	5,40	6,0	14,4
Шаджатмаз	706,2	1,93	0,69	1,40	7,20	0,43	0,37	0,35	1,84	0,44	0,02	14,68	6,6	37,0
Памятная	404,6	2,05	1,07	1,24	1,61	0,25	0,79	0,36	0,73	0,25	0,04	8,38	5,9	26,8
Туруханск	656,4	1,7	0,9	0,7	2,0	0,4	0,6	0,3	0,5	0,2		7,4	5,8	17,1
Хужир	191,8	2,10	0,85	0,53	2,96	0,27	0,39	0,29	0,77	0,37		8,51	6,3	24,0
Приморская	621,0	2,42	3,38	3,51	0,47	1,32	0,57	0,50	1,07	0,23	0,06	13,53	5,4	44,6
Терней	641,2	1,4	1,0	0,7	0,6	0,5	0,4	0,1	0,4	0,1	0,02	5,2	5,6	16,1

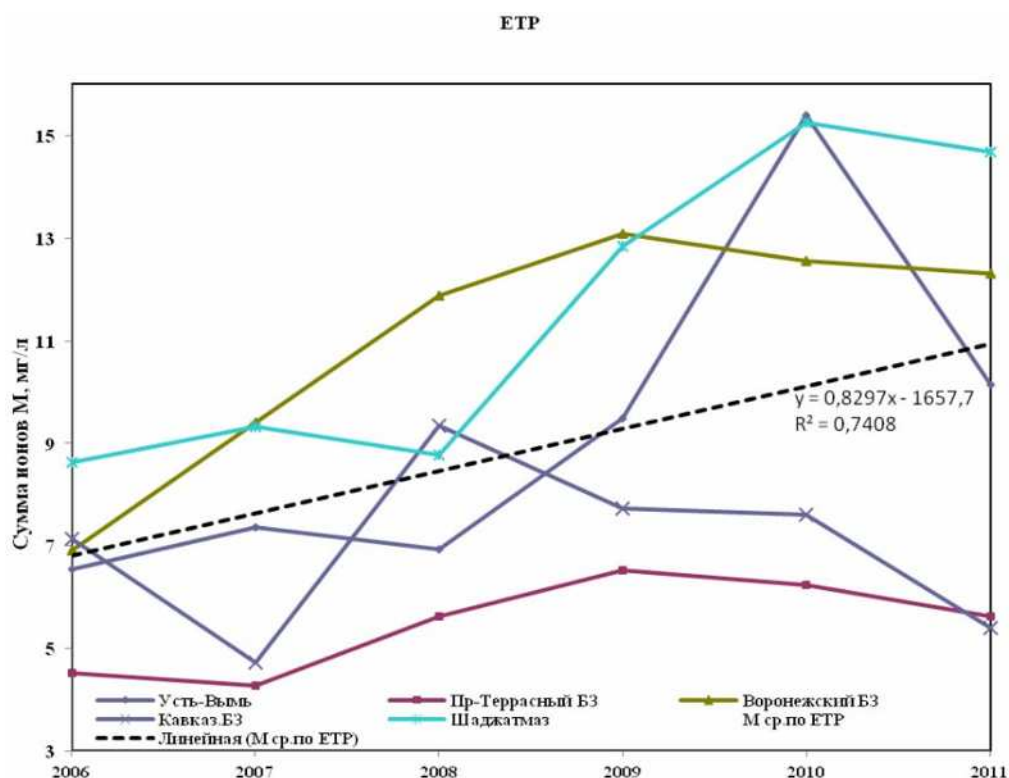


Рис. 2.3.2. Ход изменения со временем минерализации осадков М, мг/л по отдельным станциям и средней суммы ионов по ЕТР за период 2006-2011 гг.

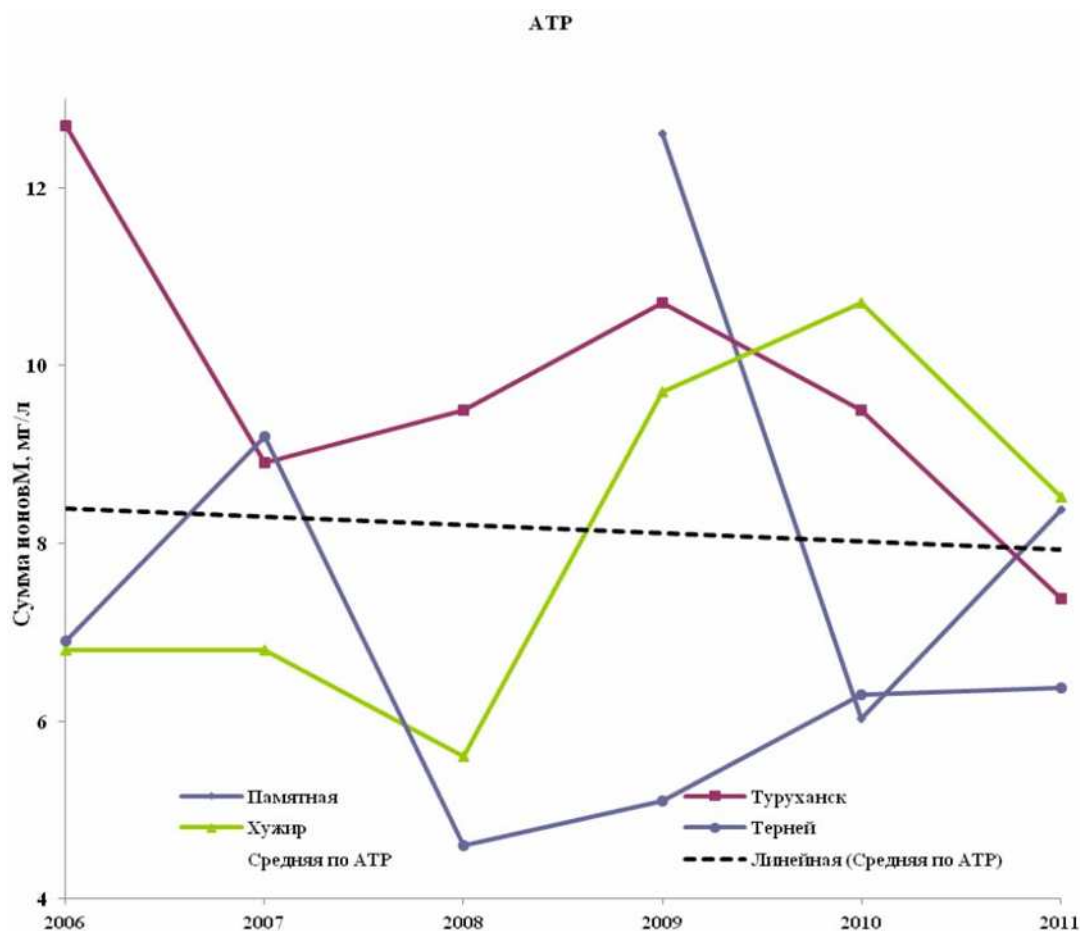


Рис. 2.3.3. Ход изменения со временем минерализации осадков М, мг/л по отдельным станциям и средней суммы ионов по АТР за период 2006-2011 гг.

Урбанизация фоновых станций. Важным показателем антропогенного влияния на ХСО остаются величина, повторяемость и направленность изменений их кислотности, причем, осадки с величиной рН меньше 5,0 представляют особую опасность для окружающей природной среды в период их выпадения.

С отклонениями единичных значений кислотности более чем в 10 раз величина абсолютно минимальных значений рН по территории России постепенно возрастает (рисунки 2.3.4 и 2.3.5). Исключение составляет Сихоте-Алинский БЗ, в котором возрастание кислотности осадков сопровождается и объясняется повышением содержания сульфатов и нитратов. Временной ход изменений величины рН здесь можно описать выражением: $y = -0,08 \cdot x + 4,6$ с коэффициентом аппроксимации 63%.

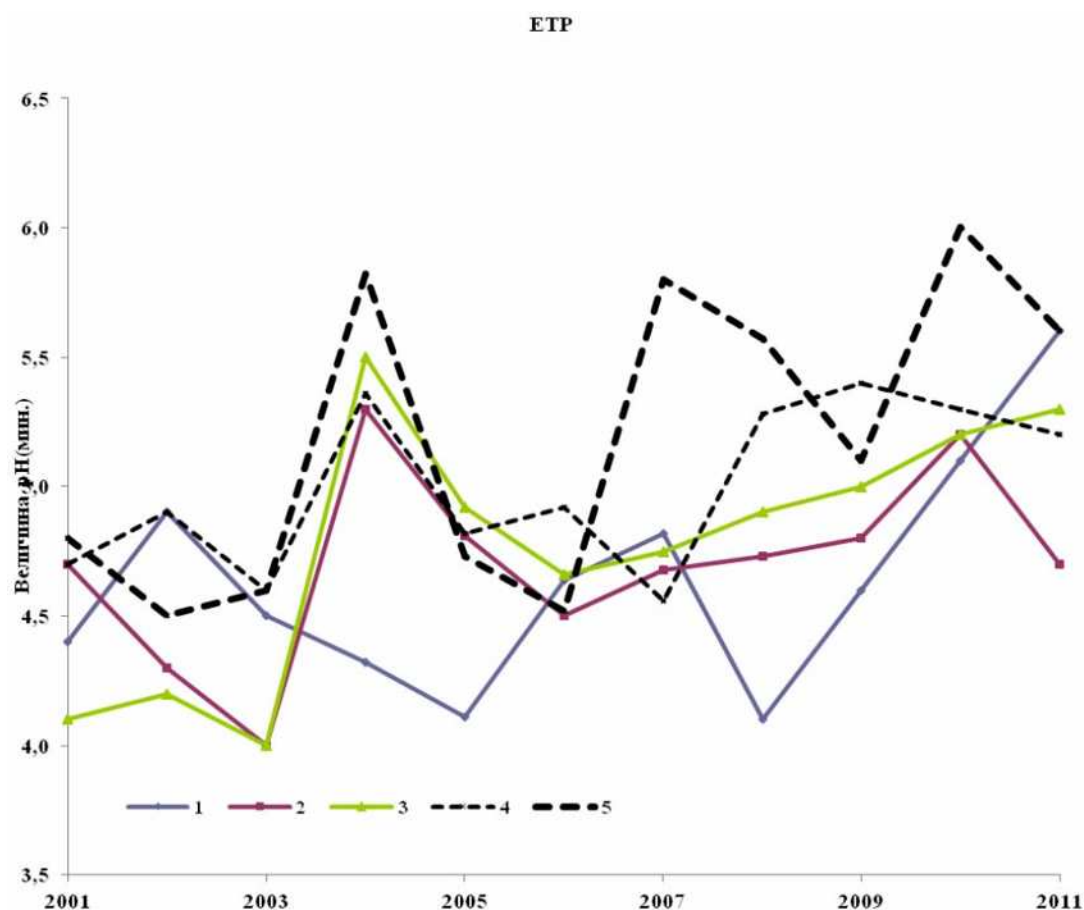


Рис. 2.3.4. Ход изменений абсолютно минимальной величины рН осадков на станциях ЕТР: 1 — Усть-Вымь, 2 — Приокско-Тerrasный БЗ, 3 — Воронежский БЗ, 4 —Кавказский БЗ и 5 — Шаджатмаз

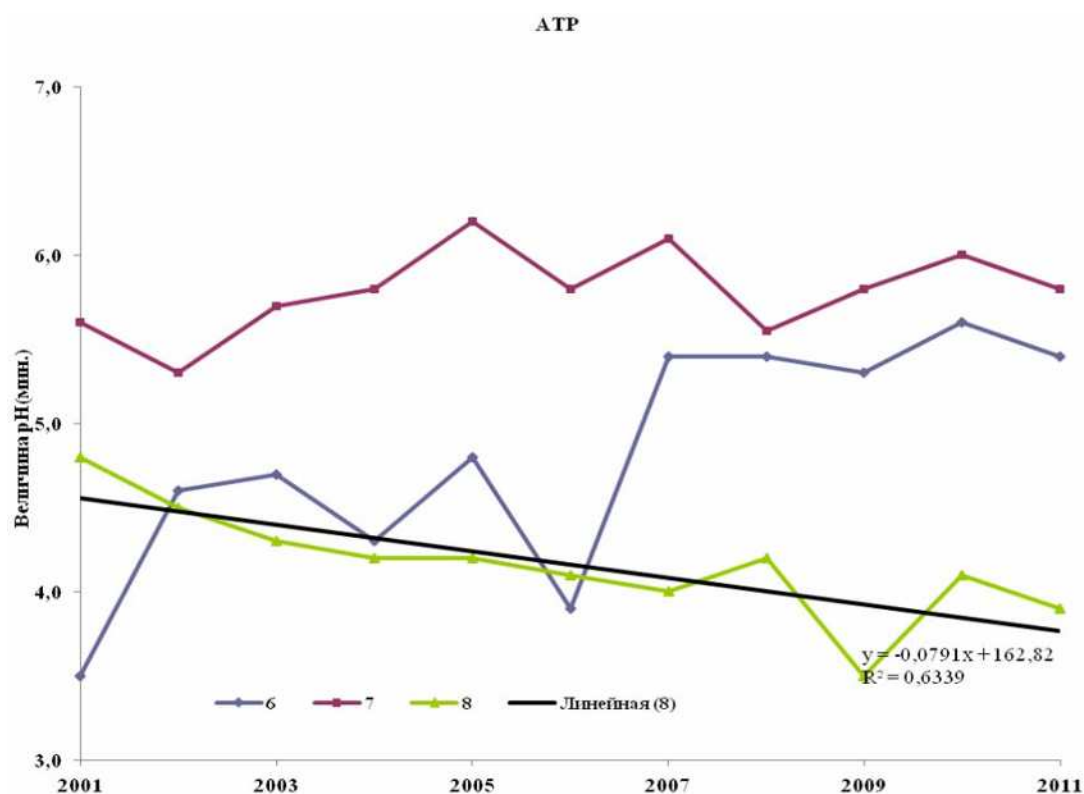


Рис. 2.3.5. Ход изменений абсолютно минимальной величины pH осадков на станциях АТР: 6 — Туруханск, 7 — Хужир и 8 — Терней (Сихоте-Алинский БЗ)

Начальное (в 2001 г.) абсолютно минимальное значение pH осадков в Сихотэ-Алинском БЗ составляло примерно 4,6. Ежегодно величина pH уменьшалась примерно на 0,1 единиц pH и достигла 3,9 в 2011 г.

Однако общая направленность изменений минимальной величины pH приблизительно соответствует тенденции средних характеристик.

На рисунке 2.3.6 показано соотношение между абсолютно минимальным значением pH и повторяемостью среднемесячной концентрации кислотообразующих ионов.

«Повторяемость ионов» приводится в долях каждого компонента от общей суммы (по таблице 2.3.1). Кривая (пунктирная) величины pH практически следует за содержанием гидрокарбонатов на всех пунктах.

В качестве другого критерия антропогенности можно использовать величину удельной электропроводности осадков (УЭО). При сумме осадков менее 0,5 мм измерение проводимости растворов (УЭО) — единственный способ определить их минерализацию, поскольку проводимость жидких осадков определяется суммой ионов, возможно, растворимыми в воде органическими соединениями и газами.

В результате многолетних измерений ХСО установлен предел УЭО — 15 мкСм/см, выше которого их можно считать загрязненными в результате антропогенного воздействия.

Около 35% месячных проб осадков (рисунок 2.33), которые выпадают за год в Кавказском и Приокско-Тerrasном БЗ подвергаются антропогенному влиянию, достаточно устойчивому и с тенденцией к снижению в последнем из них.

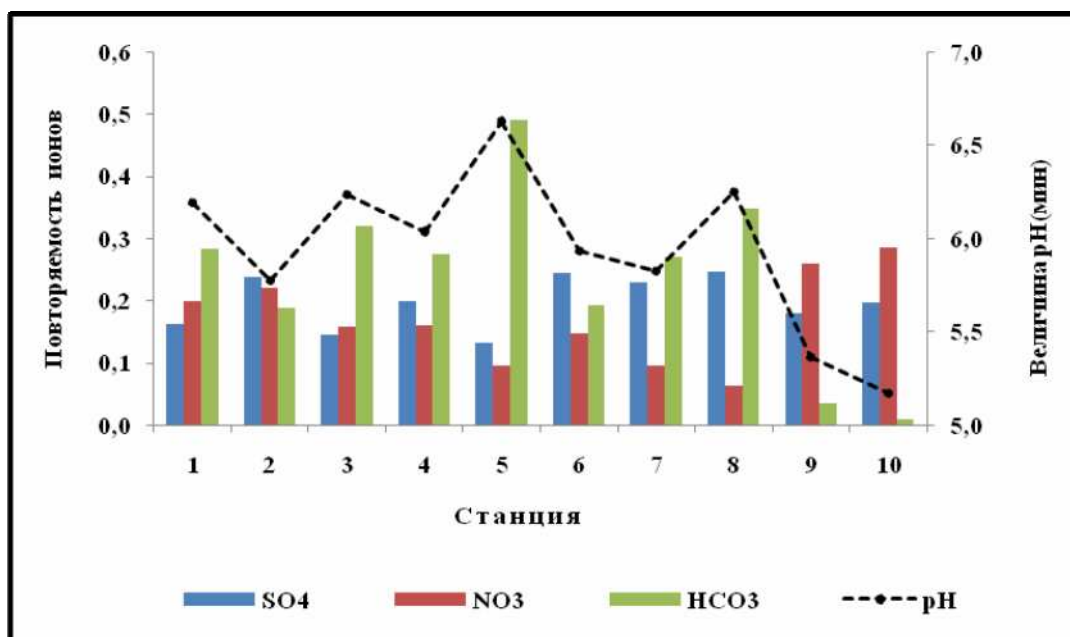


Рис. 2.3.6. Соотношение между абсолютно минимальным значением pH и повторяемостью среднесесячной концентрации ионов в осадках по станциям: 1 — Усть-Вымь, 2 — Приокско-Тerrasный БЗ, 3 — Воронежский БЗ, 4 —Кавказский БЗ, 5 — Шаджатмаз, 6 — Памятная, 7 — Туруханск, 8 — Хужир, 9 — Приморская и 10 — Терней (Сихоте-Алинский БЗ)

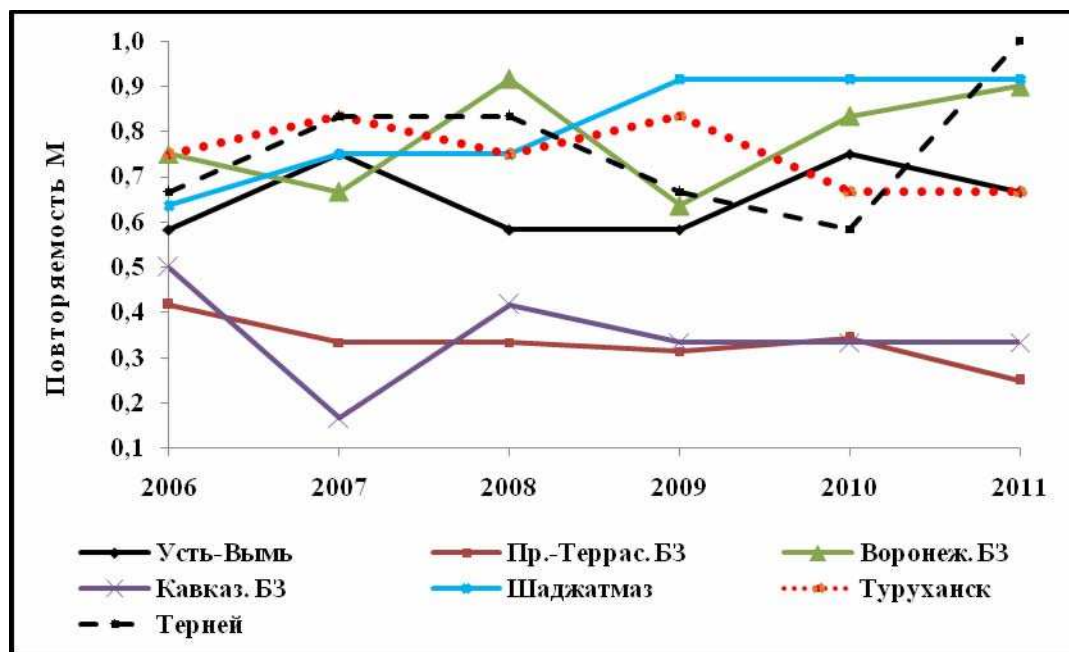


Рис. 2.3.7. Ход повторяемости минерализации осадков, подвергшихся антропогенному воздействию

Следовательно, минерализация более чем 65% месячных проб на этих станциях обеспечивается природными источниками. Все другие станции по степени урбанизации осадков находятся в интервале 60-90%. В его нижней части располагается Усть-Вымь (Северо-Западный район), а на верхней границе — Шаджатмаз (горная станция) и Терней (прибрежная).

Выводы:

- 1) В целом по России среднегодовая минерализация осадков (М) на фоновых станциях в 2011 году уменьшилась на 18% по сравнению с уровнем 2010 года.
- 2) Если принять, что степень запыленности воздуха проявляется в осадках через концентрацию гидрокарбонатов, а загазованность — через сульфаты и нитраты, то рис. 5 указывает на реальную возможность качественной оценки загрязнения воздуха по химическому составу атмосферных осадков.
- 3) Соотношение загрязнения атмосферы с компонентами в осадках показало, что содержание газовых соединений серы и азота в среднем по России примерно одинаково, запыленность же ЕТР выше, чем АТР.
- 4) Наиболее высокая повторяемость выпадения осадков с повышенной кислотностью (рН меньше 5,0) наблюдается на станциях: Приокско-Террасный БЗ, Приморская и Сихотелинский БЗ (Терней).

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

На территории Восточной Азии с 1999 г. успешно продолжает работу международная сеть мониторинга выпадения кислотных осадков (Acid Deposition Monitoring Network in East Asia - EANET), организованная в рамках межгосударственной инициативы стран региона в конце XX века для получения информации о переносе кислотных выпадений и их воздействии на состояние природных экосистем в восточной части азиатского континента и архипелагов в западной части Тихого океана. При организации программы наблюдений, размещении станций и формировании организационной структуры был использован успешный опыт ЕМЕП и национальных сетей мониторинга осадков в Северной Америке.

В настоящее время в рамках программы EANET работают совместно 13 стран: Индонезия, Вьетнам, Китай, Камбоджа, Лаос, Малайзия, Монголия, Мьянма, Республика Корея, Россия, Таиланд, Филиппины, Япония. Всего в регионе в 2010-2011 гг. проводились наблюдения на 54 станциях (из них 20 фоновых и 13 региональных, т.е. «негородских») за химическим составом и кислотностью осадков, и 43 станциях (в т.ч., 17 фоновых и 13 региональных) – за содержанием веществ в атмосферном воздухе. На территории России с 2000-2001 гг. постоянно действуют 4 станции мониторинга, три из которых расположены в регионе оз. Байкал - городская станция Иркутск, региональная станция Листвянка и фоновая станция Монды; и одна в Приморском крае - региональная станция Приморская. Анализ проб и сбор первичной информации проводится в Лимнологическом институте СО РАН и в Центре мониторинга Приморского УГМС; обработка и обобщение данных, их оценка и публикация осуществляется ИГКЭ. В настоящее время станции, работающие по программе EANET, предоставляют единственные и уникальные регулярные результаты мониторинга содержания загрязняющих веществ в воздухе вне городов на азиатской территории России. Ниже приведены сведения о сезонных и пространственных изменениях концентраций основных кислотообразующих веществ в воздухе и осадках на станциях EANET по данным измерений в 2011 году. В ходе подготовки периодических выпусков совместного доклада «О состоянии кислотных выпадений в Восточной Азии» (2006, 2011) было отмечено, что пока невозможно определенно судить о временных трендах концентраций и выпадений кислотообразующих веществ на подстилающую поверхность в регионе EANET, особенно с учетом отмечавшихся в климатическом режиме экстремальных лет.

По данным измерений в 2011 г. содержание диоксида серы в воздухе преобладало среди газовых примесей на станциях EANET, расположенных в Байкальском регионе (Рис.2.4.1), за исключением фоновой станции Монды, на которой отмечено существенное преобладание аммиака как в среднем за год, так и в отдельные сезоны. При этом, на данной фоновой станции сред-

ний уровень концентраций SO_2 за все годы наблюдений в 2010 г. регистрировался в интервале от 0,5 до 2,5 мкг/м³. На станции Приморская содержание аммиака и диоксида серы в среднем за год оставалось на уровне предыдущих лет, при этом уровень содержания SO_2 в Приморье ниже, чем на региональных станциях в районе Байкала. При общем малом содержании паров азотной кислоты в воздухе используемые методы отбора проб не позволяют оценить вариации содержание оксидов азота в воздухе, поэтому требуется проведение более детальных экспериментальных исследований по исследованию уровней их содержания на станциях мониторинга ЕА-НЕТ.

Среди веществ, распространяющихся в составе аэрозолей, наибольшие массовые концентрации определялись для сульфатов, при этом наиболее высокие значения SO_4^{2-} характерны для измерений в Приморском крае (Рис. 2.4.2). В Байкальском регионе при небольших различиях в среднем за год содержание SO_4^{2-} в воздухе на региональной станции Листвянка зимой в 5 и более раз превышает фоновый уровень загрязнения, характерный для фоновой станции Монды. Концентрации аммония в аэрозолях на региональном уровне в Приморском крае продолжает оставаться выше, чем в Байкальском регионе, также как и содержание ионов кальция. В химическом составе атмосферных аэрозолей на всех станциях ЕА-НЕТ преобладают сульфат-ионы, составляя зимой 50-70 % по массе (Рис.2.4.3). Среди катионов на региональных станциях большой вклад в 2011 г составляют ионы аммония, от 7 до 16% по массе зимой и 5-10% в летние месяцы.

Анализ сезонного изменения содержания аэрозольных сульфатов и аммония в воздухе показывает, что на станции Монды в 2011 г. в годовом ходе низкие концентрации наблюдались в зимний и даже весенний период. (Рис. 2.4.4). Уровень среднемесячных значений на ст. Монды и региональной станции Листвянка был существенно ниже среднемноголетних как для аммония, так и сульфатов, особенно в первую половину года. В годовом ходе сульфатов на станции Иркутск и Приморская очень хорошо прослеживается максимум в зимний период. В целом, в 2011 г. уровень среднемесячных концентраций в районе оз. Байкал был ниже характерных значений многолетнего хода в 1,3-1,8 раз для аммония и 1,3-11 раз для сульфатов. На станции Приморская в годовом ходе сульфатов и аммония в воздухе также концентрации в зимний период выше летних, в 2011 году - почти в 2-5 раз.

В многолетнем ходе средних концентраций заметно, что после аномально высоких значений диоксида серы в Прибайкальском регионе (ст. Листвянка и Иркутск) в 2010 г., отмечено снижение значений (Рис. 2.4.5). При этом характерно, что уровни концентрации сульфатов, демонстрируя некоторое уменьшение среднегодовых значений, не показали таких существенных изменений, оставаясь в диапазоне близких значений 2003-2010 гг. (до 3 мкг/м³). Наблюдения в 2011 г. не подтвердили вывода о постоянном небольшом росте средних концентраций сульфатов и

нитратов в Приморье, однако, в связи с отсутствием данных других сетей измерений в этом регионе, необходимо провести дополнительные исследования динамики сезонных значений и вариаций климатических условий.

В программу мониторинга атмосферы на станциях ЕАНЕТ включены также наблюдения за загрязнением осадков. В 2011 г., как и в предыдущие годы по данным многолетних наблюдений, отмечено, что на региональном уровне по уровню содержания сульфатов в осадках в холодный период года более высокие концентрации наблюдаются в Дальневосточном регионе, а уровень загрязнения осадков нитрат-ионами несколько выше на юге Восточной Сибири. В 2011 г. по данным наблюдений эти закономерности также в основном прослеживались (рис. 2.4.6 и 2.4.7), с небольшими изменениями для весенне-летнего периода, когда уровни сульфатов в осадках на ст. Листвянка были выше, чем на остальных. Зимой в Байкальском регионе также прослеживается значительный вклад нитратов в химический состав осадков. Содержание катионов аммония в осадках на региональных станциях увеличивается весной и в начале лета до 0,5-4 мг/л при средних значениях зимой и летом менее 0,2-0,4 мг/л.

Годовой ход выпадений основных ионов, формирующих кислотность осадков, на региональных станциях Листвянка и Приморская по данным наблюдений в 2011 году представлен на рисунках 2.4.6 и 2.4.7. На станции Листвянка (рис. 2.4.6) годовой ход потоков основных кислотообразующих ионов на подстилающую поверхность обусловлен в основном годовым ходом осадков, что привело к существенным отличиям 2011 г. от среднемноголетней картины: максимальные потоки сульфатов с осадками на подстилающую поверхность в 2011 году наблюдались не только в июле-августе (выше 0,14-0,15 г/м²), но и марте-апреле; средние значения в осенние-зимние месяцы не превышали 0,02-0,04 г/м², несмотря на относительно высокие значения концентраций в осадках, тем не менее в январе отмечены наибольшие за год потоки сульфатов с осадками (0,22 г/м²). На станции Приморская более высокие месячные потоки на подстилающую поверхность сульфатов и нитратов (до 0,34-0,41 г/м²) весной, в начале лета и осенью обусловлены не столько повышенными концентрациями ионов в осадках (1,5-4,8 мг/л и 3-4,2 мг/л, соответственно), сколько сочетанием их с значительными месячными суммами осадков в начале и конце теплого периода года.

Анализ пространственных закономерностей распределения влажных выпадений соединений серы и азота по данным мониторинга на станциях ЕАНЕТ показывает, что уровень годовых выпадений сульфатов связан с условиями расположения станции. Более значительный вклад в выпадения загрязняющих веществ на подстилающую поверхность вносят соединения серы в теплый период. В городских условиях, по данным наблюдений на станции Иркутск, велика доля соединений серы в суммарном годовом потоке кислотных осадков с осадками, а по мере

удаления от города можно ожидать возрастания вклада соединений азота в суммарный поток на подстилающую поверхность (Рис.2.4.8). На станции Монды максимум осадков приходится на июль, выпадения в течение этого же сезона и составляют основную часть потоков влажного выпадения. В то же время на ст. Приморская практически каждый год выпадения основных ионов выше, чем на других станциях ЕАНЕТ России.

Таким образом, региональные особенности формирования интенсивности выпадений кислотных соединений на подстилающую поверхность в Приморском и Байкальском регионе выражаются в отчетливом проявлении влияния количества осадков на поток в районе станции Листвянка и равнозначном влиянии осадков и концентраций на суммы выпадений ионов на станции Приморская. При сравнимых уровнях содержания основных кислотообразующих ионов в осадках, уровень выпадений на подстилающую поверхность в Приморском регионе значительно выше, что обусловлено значительно более высоким количеством выпадающих осадков, чем в Байкальском регионе (Табл.2.4.1). При этом величина потоков серы и азота с осадками (без учета сухих выпадений) все еще ниже уровней критических нагрузок, предлагаемых в ЕМЕП для оценки выпадений. Тем не менее, для некоторых фоновых территорий (в том числе, горных, с бедными почвами) общие выпадения серы могут быть близки к критическим значениям.

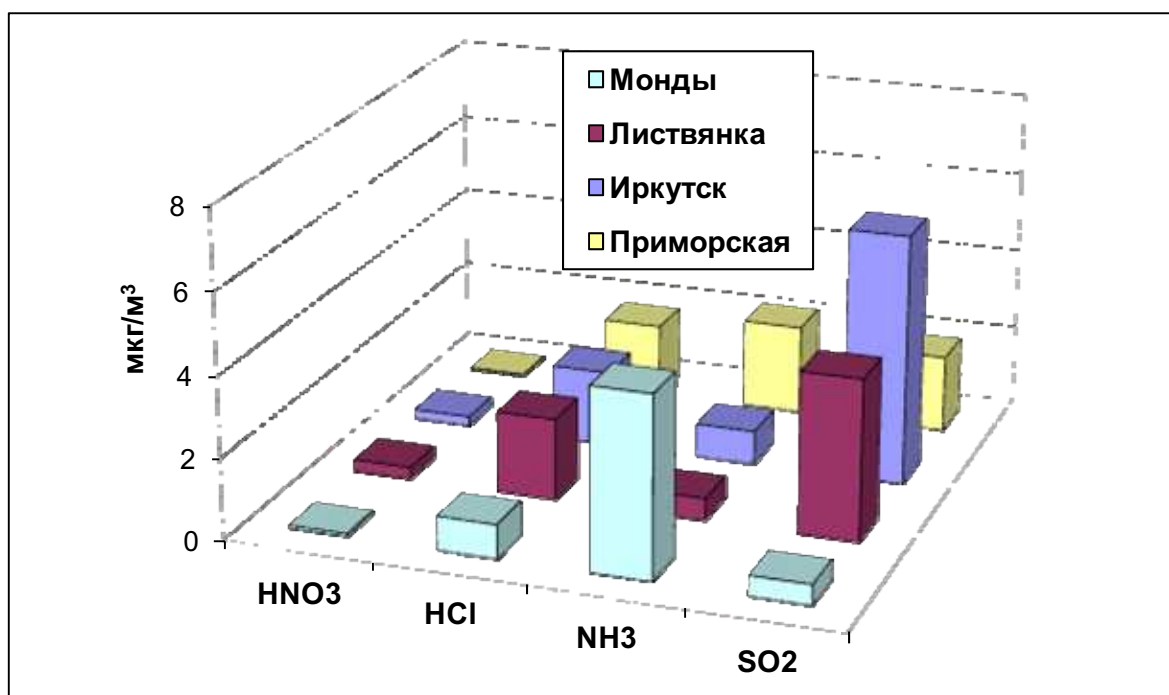


Рис. 2.4.1 Среднегодовое содержание газовых примесей в воздухе по данным измерений на станциях ЕАНЕТ в 2011 г. (мкг/м³).

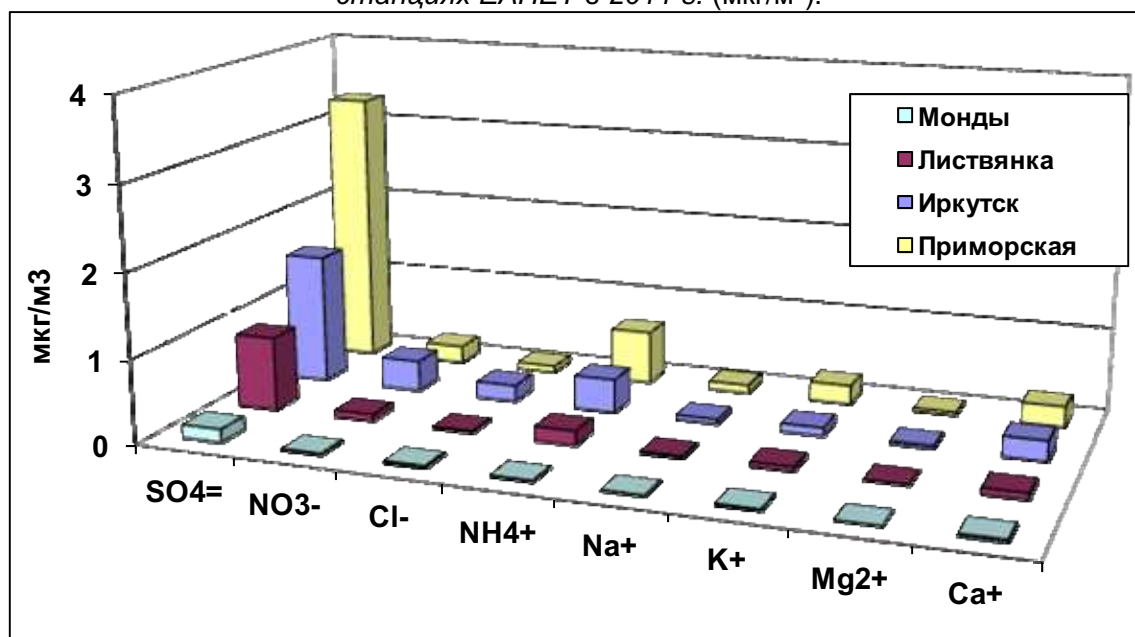


Рис. 2.4.2 Среднегодовые концентрации ионов, составляющих атмосферные аэрозоли, по данным измерений на станциях ЕАНЕТ в 2011 г. (мкг/м³).

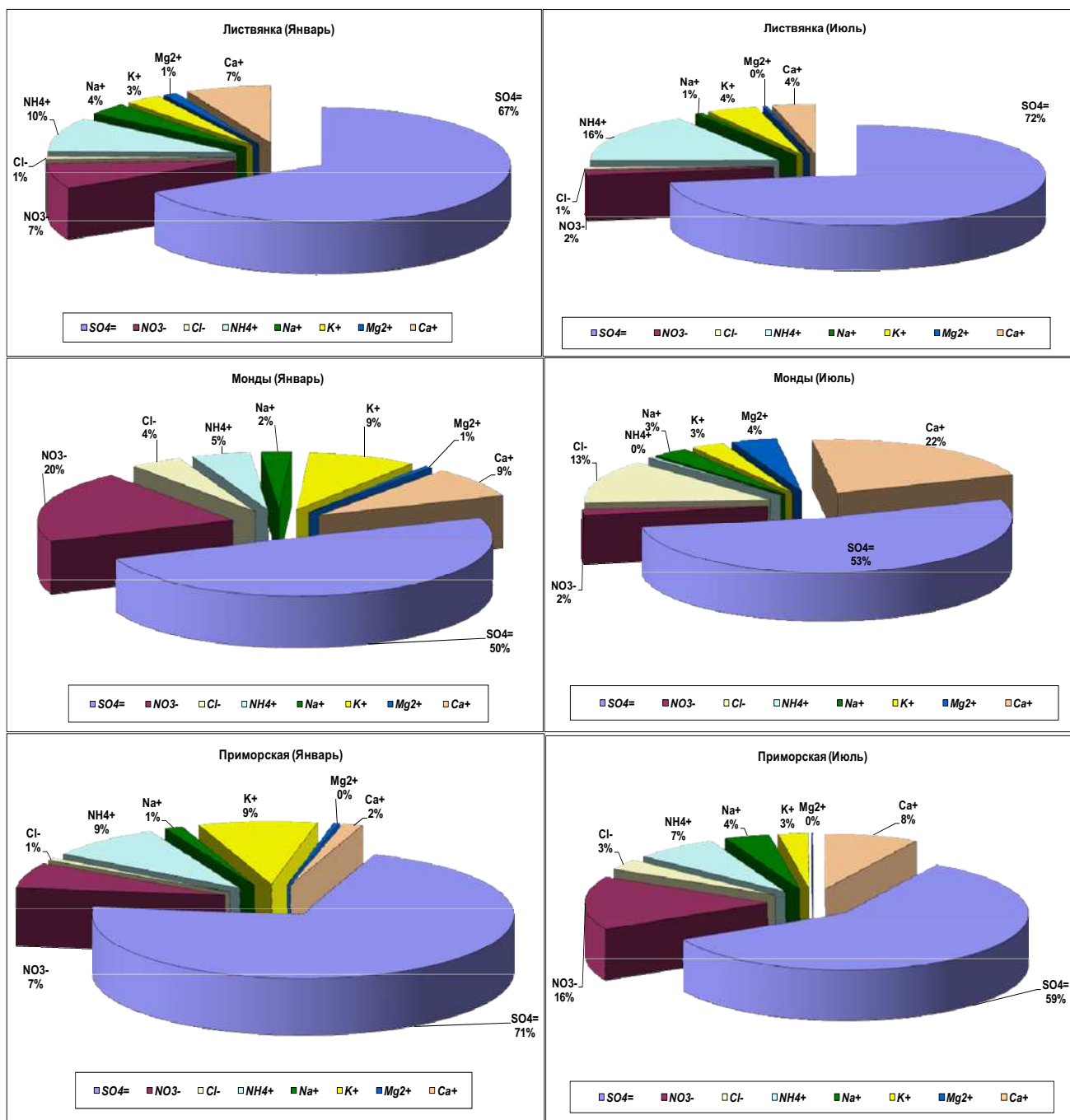


Рис. 2.4.3. Химический состав аэрозолей на станциях ЕАНЕТ в зимний (слева) и летний (справа) период по наблюдениям в 2011 году.

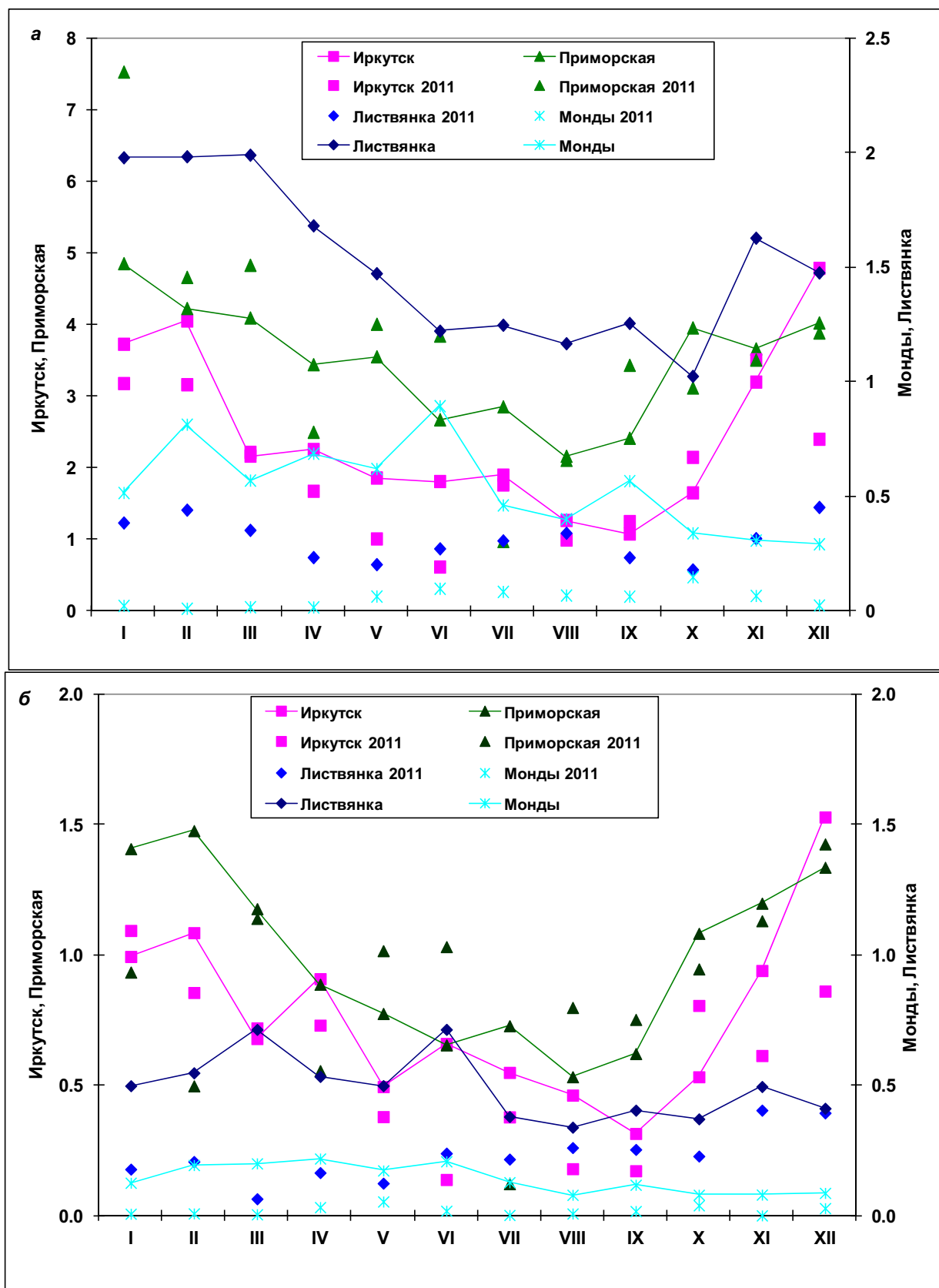


Рис. 2.4.4. Средний многолетний (2000-2011 гг.) сезонный ход и среднемесячные концентрации в 2011 г. ионов сульфатов (а) и аммония (б) в аэрозолях на станциях ЕАНЕТ (мкг/м^3).

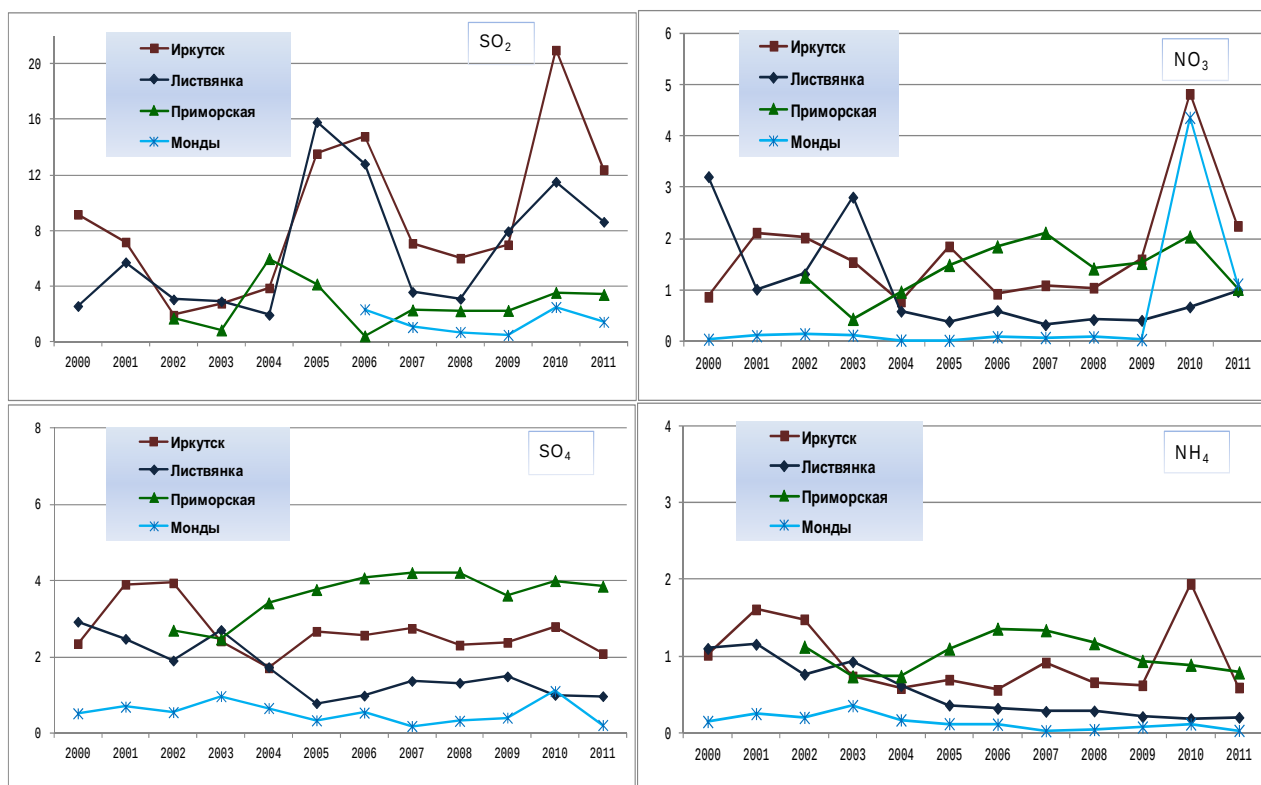


Рис. 2.4.5. Изменения средних годовых концентрации соединений серы (слева) и азота (справа) в воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг/м³).

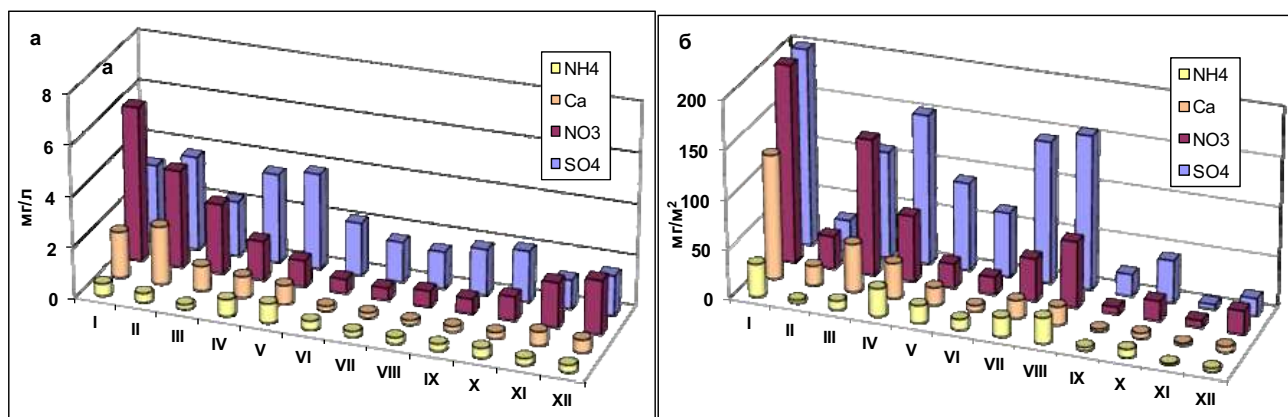


Рис. 2.4.6 Годовой ход концентраций (а) и выпадений (б) основных кислотообразующих ионов с осадками на станции Листвянка в 2011 году.

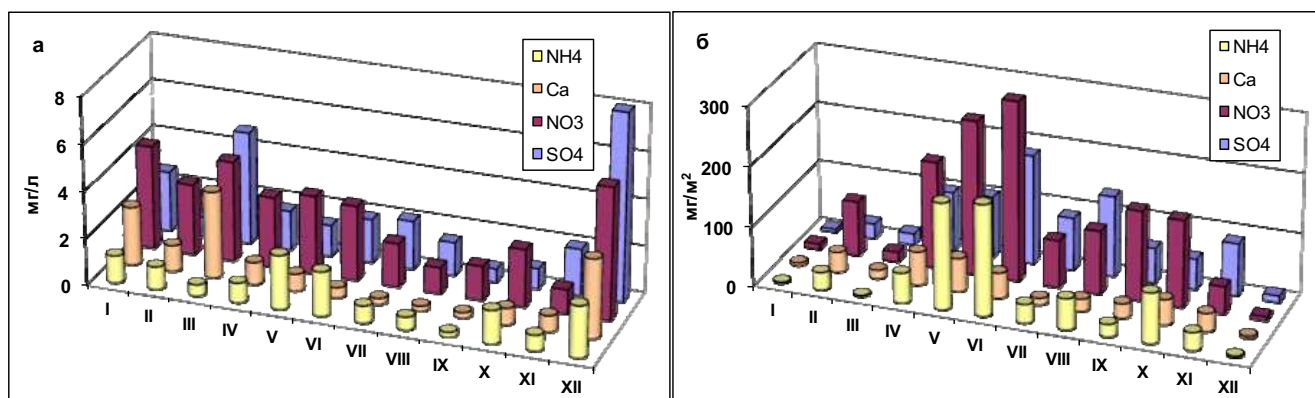


Рис. 2.4.7. Годовой ход концентраций (а) и выпадений (б) основных кислотообразующих ионов с осадками на станции Приморская в 2011 году.

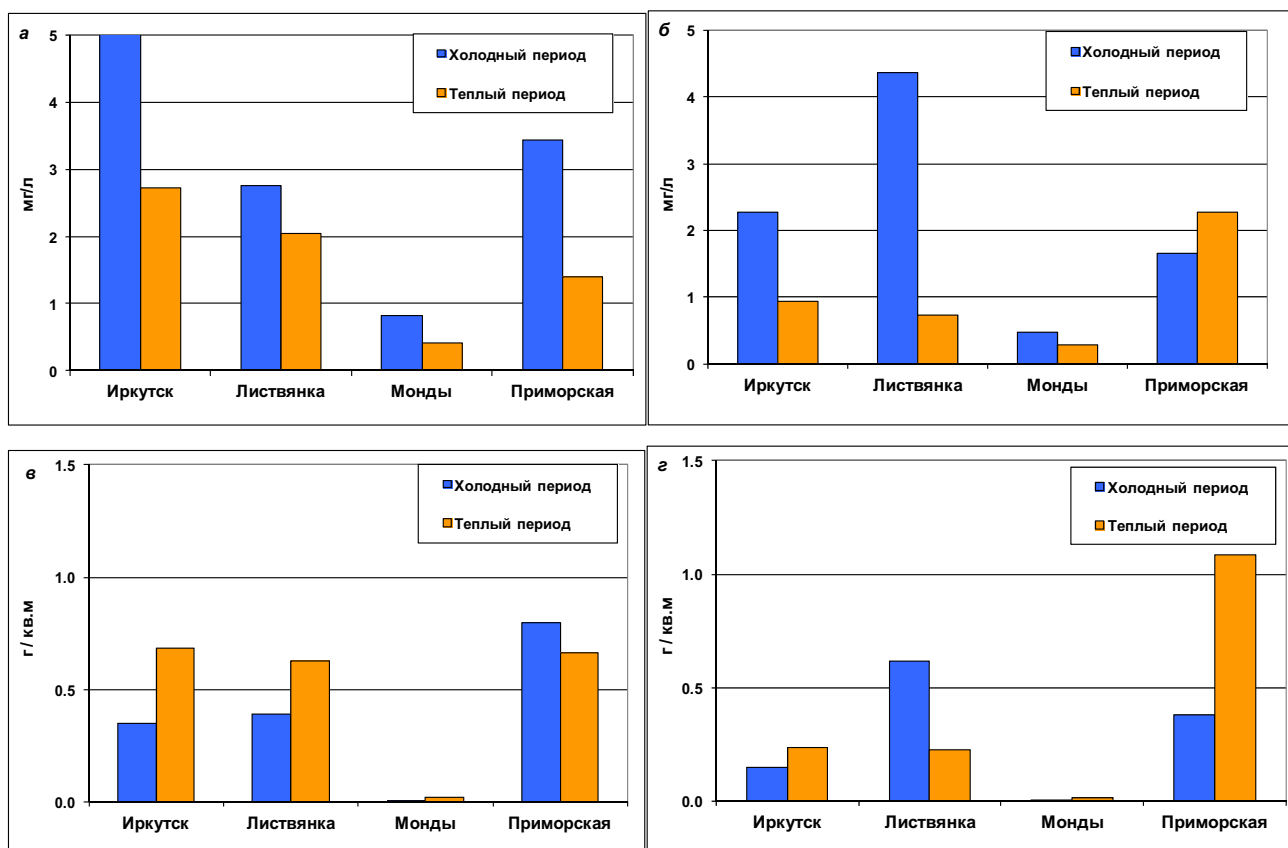


Рис. 2.4.8. Среднесезонные концентрации в атмосферных осадках (мг/л) и суммы влажных выпадений (г/м²) сульфатов (а, в) и нитратов (б, г) на станциях ЕАНЕТ в 2011 году.

Табл. 2.4.1. Сравнение суммарных выпадений серы и азота с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2011 г. и критических нагрузок, используемых в ЕМЕП, г/м²/год

Станция	Влажные выпадения (в единицах элемента)				Критические нагрузки (ЕМЕП)	
	S (SO4)	N (NO3)	N (NO2)	N (NH4)	S _{CL}	N _{CL}
Листвянка	0.34	0.19	0.0012	0.12	1,6-2,4	0,56-0,98
Монды	0.01	0.004	0.0001	0.006	0,32-0,64	< 0,28
Приморская	0.49	0.33		0.58	1,6-2,4	0,56-0,98

2.5. 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 2011 г. проводились в рамках «Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе – ЕМЕП» (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe - EMEP) на четырех станциях ЕМЕП, расположенных в северо-западном регионе России (Янискоски, Пинега) и на станциях Данки, Лесной заповедник, расположенных в центральной части России и на юге Московской области. Работы по программе ЕМЕП предусматривают регулярный анализ содержания в атмосфере и атмосферных осадках химических соединений, определяющих кислотно-щелочной баланс. На основании экспериментально полученных данных оценены реальные величины концентраций и нагрузок соединений серы и азота в северо-западном и центральном районе России.

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

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

Наблюдения показали, что диапазон значений величины рН осадков, отобранных на станциях ЕМЕП, весьма широк и простирается от значений менее 4 до значений более 7. Таблица 2.5.1 дает представление о частотном распределении осадков в различных диапазонах кислотности.

Очень кислые осадки ($\text{pH} < 3$) на 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 pH от 5 до 6. Вероятность выпадения осадков с высокой кислотностью весьма мала на всей исследуемой территории. Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод о пространственном постоянстве кислотности осадков для исследуемой территории: различие между максимальным и минимальным значениями pH составляет 0,3 единицы. Таким образом, анализ химического состава атмосферных осадков показал, что осадки, выпадающие в районе станций ЕМЕП, можно классифицировать как слабокислые.

Табл. 2.5.1. Выпадения с осадками серы и азота, кислотность и частотное распределение величин pH атмосферных осадков в районах расположения российских станций ЕМЕП (2011 г.).

Станция / широта, °N	Выпадения, г/м ² /год		pH	Доля проб в диапазоне pH , %				
	S	N		< 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	> 7
Янискоски, 69	0,23	0,08	4,81	2	26	68	4	0
Пинега, 65	0,20	0,42	5,04	0	10	57	33	0
Лесной, 56	0,21	0,49	5,48	0	13	65	22	1
Данки, 55	0,26	0,35	5,20	1	26	63	9	1

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

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

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

Концентрации сульфатов максимальны в районах, прилегающих к западной границе России и подверженных влиянию трансграничного переноса. На ст. "Лесной заповедник" среднегодовая концентрация сульфатной серы в осадках в 2011 г. составляла 0,36 мгS/л, на ст. Янискоски - 0,28 мгS /л, на ст. "Пинега" - 0,44 мгS/л, на ст. Данки – 0,43 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 2011 г. составляла 0,44 мгN/л, на ст. Янискоски - 0,08 мгN /л, на ст. "Пинега" - 0,26мгN/л, на ст. Данки – 0,28 мгN/л.

Необходимо отметить широкий диапазон варьирования концентраций ионов аммония в осадках. На ст. "Лесной заповедник" среднегодовая концентрация ионов аммония в осадках в 2011 г. составляла 0,73 мгN/л, на ст. Янискоски - 0,13 мгN /л, на ст. "Пинега" - 0,64 мгN/л, на ст. Данки – 0,44 мгN/л.

Концентрации серы и азота в осадках подвержены сезонным вариациям. На рис. 2.5.1 показан сезонный ход концентраций серы на станциях ЕМЕП в 2011 г. Максимальные концентраций сульфат ионов на станции ЕМЕП наблюдались в весенний и осенний период. Содержание серы в осадках в холодный и теплый период может отличаться более чем в пять раз (рис. 2.5.1).. Сезонная зависимость на ст. Пинега и Янискоски выражена не столь ярко.

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 0.20 - 0.26 г/кв.м в год для серы и 0.08 - 0.49 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 7%

процентов от мокрого суммарного выпадения азота для станциях ЕМЕП.

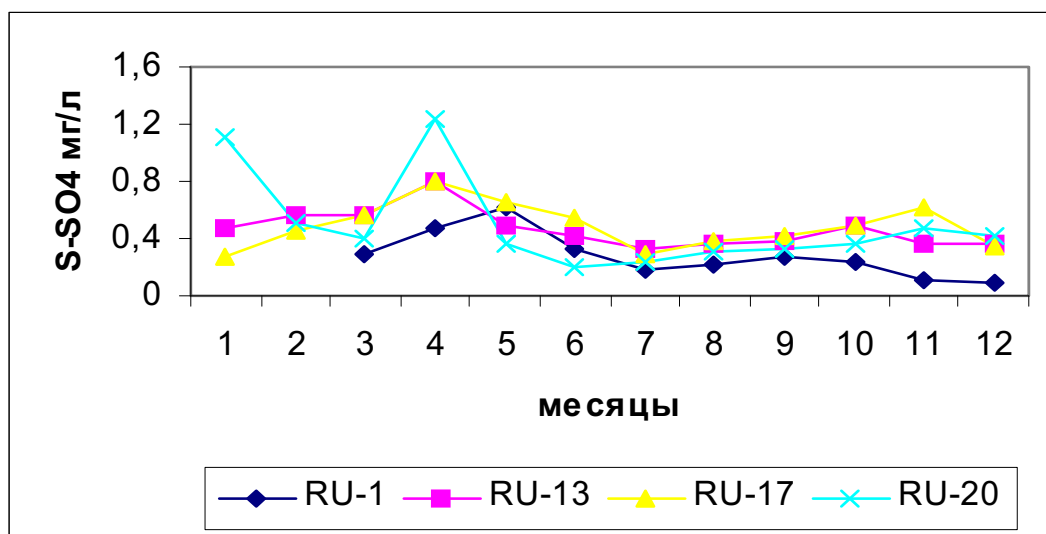


Рис.2.5.1. Среднемесячные концентрации сульфатов в осадках на станциях ЕМЕП Янискоски (RU-1), Пинега (RU-13), Данки (RU-17), Лесной (RU-20) в 2011 г.

На рис. 2.5.2 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. 2.5.3. 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.

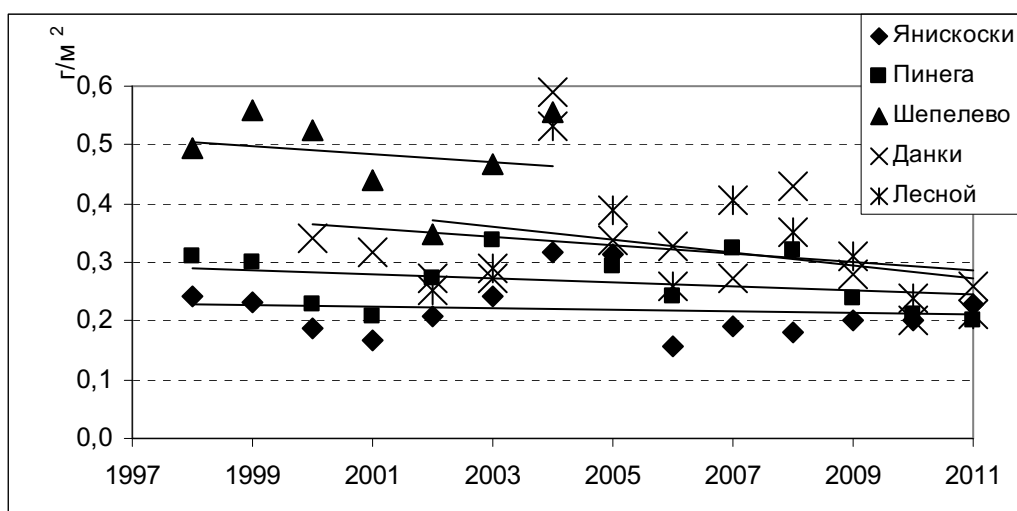


Рис. 2.5.2. Среднегодовые выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками, $\text{г S} / \text{м}^2 / \text{год}$

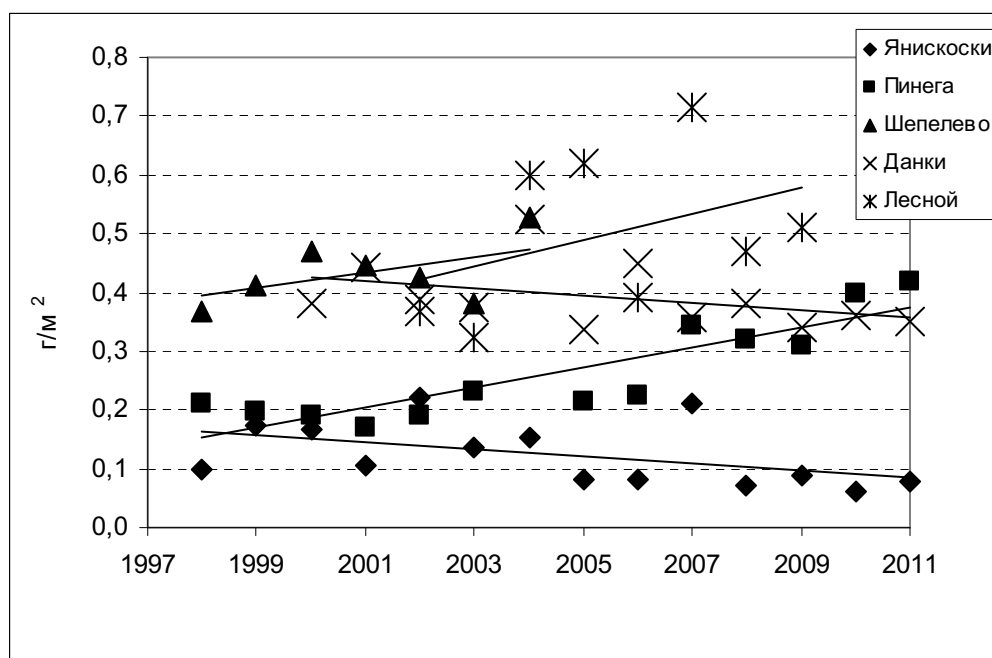


Рис. 2.5.3. Среднегодовые выпадения суммы нитратного и аммонийного азота из атмосферы с осадками, $\text{г N} / \text{м}^2 / \text{год}$

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 долгосрочной 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. 2.5.2 сопоставлены значения интенсивности выпадений с осадками, полные выпадения и значения критических нагрузок по сере и азоту для районов расположения станции. Измеренные значения взяты как средние за весь период наблюдений на данной станции. Величины критических нагрузок оценены с использованием методических рекомендаций ЕЭК ООН.

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

В табл. 2.5.2 сопоставлены значения измеренных и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП. Значения критических нагрузок по азоту носят ориентировочный характер.

Табл. 2.5.2. Сравнение суммарных выпадений и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП, г/м²/год

Станция	Суммарные выпадения и критические нагрузки для серы		Суммарные выпадения и критические нагрузки для азота	
	Выпадения	Нагрузки	Выпадения	Нагрузки
Янискоски	0,23	0,32-0,64	0,08	<0,28
Пинега	0,20	0,32-0,64	0,42	<0,28
Лесной	0,21	1,6-2,4	0,49	0,56-0,98
Данки	0,26	1,6-2,4	0,35	0,56-0,98

На основе данных табл. 2.5.2 можно сделать вывод, что выпадения серы лишь в районе северных станции (Пинега) 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.

3. ПОЧВА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ

3.1. 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 определяют поступление загрязняющих веществ даже в районах, удаленных от источников загрязнения на значительные расстояния. В составе приоритетных токсикантов, формирующих спектр фонового загрязнения наземных экосистем, доминируют соединения тяжелых металлов и стойкие органические загрязнители, представителями которых могут служить бенз(а)пирен, а также хлорорганические гербициды. В этой связи контролю содержания данных загрязняющих веществ в почвах и растительности районов размещения станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ) на территории РФ уделяется первоочередное внимание.

Содержание загрязняющих веществ в почвах

По результатам обследования 2011 г. содержание тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в почвах районов размещения СКФМ находится в пределах интервалов средне-многолетних значений (Таблица 3.1.1). Максимальные уровни содержания соединений свинца и суммы ДДТ (29 мг/кг и 58 мкг/кг соответственно) отмечаются в почвах Воронежского БЗ, кадмия, ртути и бенз(а)пирена (0,63 мг/кг, 0,10 мг/кг и 22,1 мкг/кг соответственно) – в почвах Центрально-Лесного БЗ, меди (57,5 мг/кг) – в почвах Приокско-Тerrasного БЗ, γ -ГХГЦ (9,7 мкг/кг) – в почвах Байкальского БЗ.

Табл. 3.1.1. Фоновое загрязнение почв по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга на период до 2011 г.

Заповедник / ООПТ	Зональные почвы (почва опробования)	Период наблюдений	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	
			Диапазон	2011г.	Диапазон	2011г.	Диапазон	2011г.	Диапазон	2011г.	Диапазон	2011г.	Диапазон	2011г.	Диапазон	2011г.
Центральный федеральный округ																
НП Смоленское поозерье	Дерново-подзолистые	2009-2011	3,7-10,0	7,0	0,12-0,24	0,20	-	-	-	17,6	0,2-1,20	0,2	≤0,2-10,0	≤0,2	≤0,2-0,7	≤0,2
Центрально-лесной БЗ	Дерново-подзолистые	1988-2010	0,2-23,0	10,5*	0,04-15,00	0,63*	0,007-036	0,110*	-	-	2,9-54,00	22,1*	-	-	-	-
Приокско-Террасный БЗ	Дерново-подзолистые	1984-2011	0,6-28,3	12,0	0,01-1,90	0,07*	0,007-0,34	0,100*	-	57,5	0,2-32,5	0,2	нпо-56	11,6	нпо-3,9	1,1*
Воронежский БЗ	Черноземы (дерново-подзолистые песчаные)	1999-2010	1,3-29,0	29,0*	0,03-0,50	0,21	-	-	-	-	0,2-18,1	18,1*	нпо-58	58*	нпо-8,7	2,9*
Южный федеральный округ																
Астраханский БЗ	Светло-каштановые (аллювиальные)	1988-2011	1,5-14,0	2,7	0,04-10,60	0,12	0,004-0,080	0,060*	-	-	2,8-10,1	3,6*	нпо-72	12,6	нпо-5,4	1,3*
Северо-Кавказский федеральный округ																
Кавказский БЗ	Горные бурые лесные – горно-луговые	1982-2011	0,5-181,0	23,0	0,03-1,70	0,11	0,006-0,200	0,100*	-	-	0,05-48,7	1,3*	нпо-32	22,4	0,2-5,6	2,1*
Приволжский федеральный округ																
Волжско-Камский БЗ	Дерново-подзолистые	2011	-	10,3	-	0,46	-	-	-	7,5	-	≤0,2	-	23,8	-	≤0,2
Сибирский федеральный округ																
Северный берег оз.Байкал	Горные мерзлотно-таежные	1982-2004	2,4-27,0	9,0	0,08-0,30	0,15	0,014-0,033	0,019	3,3-6,2	4,8	0,8-3,1	2,0	4-72	26,0	2,0-9,4	5,2
Байкальский БЗ, южный берег оз.Байкал	Подбурья и горные мерзлотно-таежные	2011	-	9,2	-	0,16	-	-	-	8,8	-	1,4	-	11,8	-	9,7
Баргузинский БЗ	Горно-лесные подзолистые - горные мерзлотно-таежные	1982-2004	0,5-29,5	3,5*	0,01-1,60	0,10*	0,050-0,500	0,100*	-	-	0,6-5,1	1,8*	нпо-25	3*	-	-
Алтайский БР (Яйло)	Дерново-подзолистые, черноземовидные - горно-луговые – горно-тундровые	1999-2011	1,8-17,0	8,7	0,04-0,50	0,50	0,040-0,200	0,030*	6,1-57,0	7,4	0,1-3,7	0,5	нпо-84	35,8	нпо-1,7	0,9*
Дальневосточный федеральный округ																
Командорский БР	Подзолы – вулканические охристые	2011	-	5,1	-	0,18	-	-	-	9,0	-	0,2	-	32,0	-	≤0,2

нпо – ниже предела обнаружения

* - так как отбор проб почвы и растительности производится 1 раз в 3-5 лет, в графе приведено последнее измерение

При этом согласно состоянию почв на последний период опробования, уровни содержания загрязняющих веществ в них варьируют в широких пределах (табл. 3.1.2), причем токсиканты органической природы распределены в почвах фоновых территорий несколько более контрастно, чем тяжелые металлы. Коэффициенты вариации составляют для первых 70-140%, для вторых – 60-120%.

Табл. 3.1.2. Характеристики варьирования содержания загрязняющих веществ в почвах станций комплексного фонового мониторинга

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
Все СКФМ							
Среднее	10,8	0,25	0,070	16,1	5,3	23,2	2,4
Минимум	2,7	0,10	0,019	4,8	0,1	1,8	0,1
Максимум	29,0	0,63	0,110	57,5	22,1	58,0	9,7
Коэффициент вариации, %	71	69	56	116	142	73	134
СКФМ европейской территории России							
Среднее	13,5	0,28	0,090	27,5	8,3	22,2	1,1
Минимум	2,7	0,11	0,060	7,5	0,1	1,8	0,1
Максимум	29,0	0,63	0,110	57,5	22,1	58,0	2,9
Коэффициент вариации, %	68	70	29	96	115	99	101
СКФМ азиатской территории России							
Среднее	7,1	0,22	0,050	7,5	1,8	24,1	4,0
Минимум	3,5	0,10	0,019	4,8	0,2	3,0	0,1
Максимум	9,2	0,50	0,100	9,0	3,7	33,7	9,7
Коэффициент вариации, %	37	74	88	26	72	51	111
ПДК(ОДК*)вал	32	1* (0,5-2,0)*	2,1	55* (33-132)*	20	100	100

Средние концентрации соединений тяжелых металлов и бенз(а)пирена в поверхностном слое почв СКФМ, размещенных на европейской части России, в 1,3-4,6 раз выше, чем в почвах СКФМ, приуроченных к азиатской части страны. Особенно ярко преобладание общего антропогенного воздействия на почвы в европейской части России отмечается по среднему уровню накопления в них бенз(а)пирена, соединений меди, свинца и ртути. В то же время в почвах фоновых территорий азиатской части России более выражено накопление остаточных количеств гербицидов, в особенности γ-ГХГЦ, которое в 3,6 раз превышает его среднюю концентрацию в почвах европейской части страны.

Незначительное количество тяжелых металлов присутствует в любых почвах в минеральной, рассеянной и обменной формах, частично они концентрируются там в составе микроэлементов живого вещества и растительного опада. В этой связи локализация основных запасов тяжелых металлов в верхней, средней или нижней части профиля позволяет предположить источники поступления элементов в почвы. Анализ вертикального распределения концентраций тяжелых металлов в профиле фоновой дерново-подзолистой супесчаной почвы НП «Смоленское Поозе-

рье» (рис. 3.1.1) показал, что оно имеет регрессивно-аккумулятивный (для свинца) или равномерно-аккумулятивный (для меди и кадмия) вид. Это может свидетельствовать об аэрогенном поступлении загрязняющих веществ в наземные экосистемы и их значительной вовлеченности в биогеохимические циклы. При этом коэффициенты концентрации соединений свинца и кадмия (экотоксикантов 1-го класса опасности) в лесной подстилке по сравнению с их содержанием в переходных к породе горизонтах особенно значительны и составляют 4-4,5, что определяет особую важность мониторинга содержания этих элементов в почвах фоновых территорий.

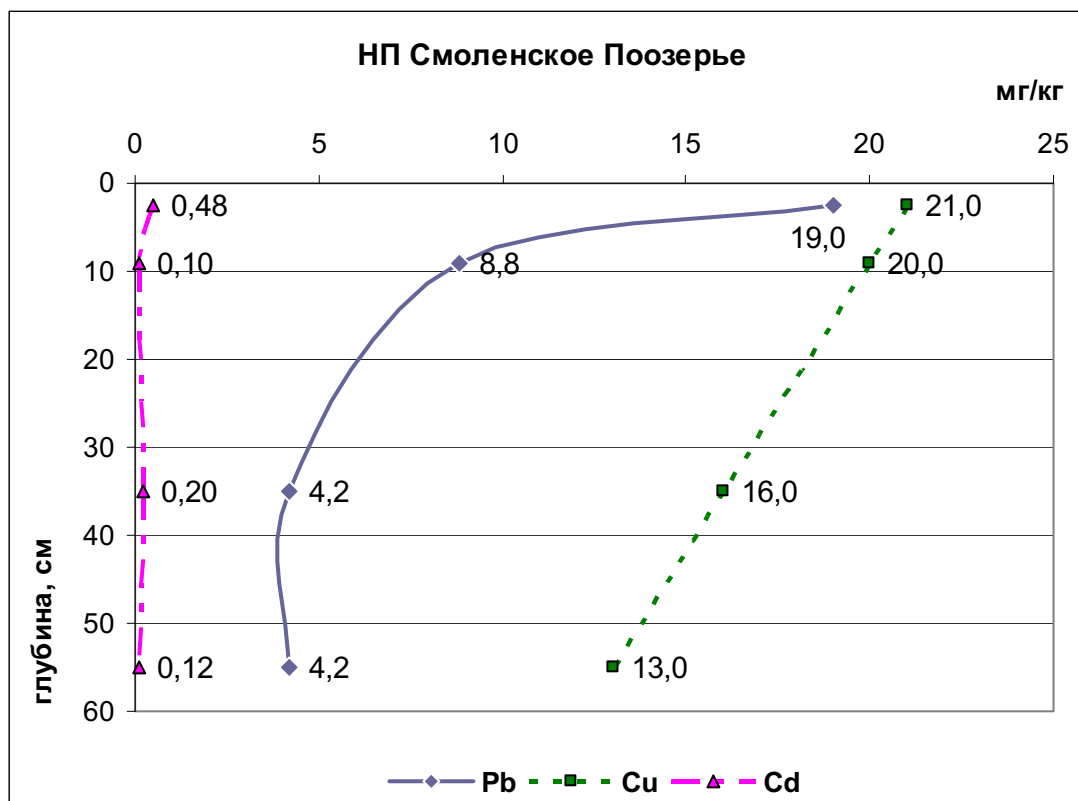


Рис. 3.1.1. Распределение соединений свинца, меди и кадмия в профиле дерново-подзолистой почвы НП «Смоленское Поозерье», 2011 г.

В целом, установленные уровни современного фонового загрязнения почв в районах размещения СКФМ выявляют допустимый уровень глобальной антропогенной нагрузки на наземные экосистемы в отношении соединений ртути и γ -ГХГЦ, для которых средние величины концентраций не превышают 0,1 ПДК, а также в целом приемлемый уровень общего поступления соединений свинца, кадмия, меди, бенз(а)пирена и суммы ДДТ, для которых средние величины концентраций составляют $\approx 0,3$ ПДК. Однако максимальные зафиксированные значения содержания соединений свинца, меди и бенз(а)пирена в фоновых почвах Центрального федерального округа (Центрально-Лесной, Приокско-Тerrasный и Воронежский биосферные заповедники) достигают 0,9-1,1 ПДК, что указывает на достаточно напряженную экологическую ситуацию в регионе и требует регулярного проведения мониторинга для своевременного принятия мер по охране окружающей среды.

Содержание загрязняющих веществ в растительности

По результатам обследования 2011 г., содержание тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в вегетативных органах древесной и травянистой растительности районов размещения СКФМ находится в пределах интервалов среднегодовых значений (Таблица 3.1.3). При этом максимальные уровни содержания соединений свинца и меди (7,4 мг/кг и 107,8 мкг/кг соответственно) отмечаются в листе ясеня, а кадмия (4,0 мг/кг) – в травостое ежевики Астраханского БЗ, бенз(а)пирена (5,6 мкг/кг) – в разнотравье Центрально-лесного БЗ, остаточных количеств ДДТ и его метаболитов (84,1 мкг/кг) – в разнотравье лиственного леса Воронежского БЗ, а γ -ГХГЦ (239 мкг/кг) – в разнотравье леса Волжско-Камского БЗ. В целом, несколько большие концентрации загрязняющих веществ отмечаются в растительности напочвенного покрова, меньшие – в хвое и листе древостоя (за исключением листвы ясеня, произрастающего в Астраханском БЗ).

Табл. 3.1.3. Фоновое загрязнение растительности по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга на период 2011 г.

Заповедник / ООПТ	Проба	Период наблюдений	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	
			Диапазон	2011 г.	Диапазон	2011 г	Диапазон	2011 г	Диапазон	2011 г	Диапазон	2011 г.	Диапазон	2011 г	Диапазон	2011 г
Центральный федеральный округ																
Смоленское поозерье	Осина, листва Черника Мох зеленый Сфагнум	2009-2011	0,7-7,3	0,7 1,8 2,0 2,0	0,18-0,96	0,94 0,80 0,91 0,96	-	-	-	7,5 7,9 9,6 6,1	0,3-0,6	0,6*	нпо-18,1	нпо	-	34,5 25,0 16,0 19,0
Центрально-лесной БЗ	Листва/ Разнотравье	1988-2010	0,004-14	2,6*	0,05-1,07	0,39*	0,008-0,46	0,1*	-	-	1,7-10,2	5,6*	-	-	-	2,8*
Приокско-Террасный БЗ	Листва Разнотравье	1984-2011	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	1,7-15,7	0,2 0,2	нпо-87	58,5 нпо	нпо-12,3	НПО нпо
Воронежский БЗ	Листва/ Разнотравье	1999-2010	0,1-6,8	4,6*	0,1-0,7	0,2*	-	-	-	-	-	0,4*	нпо-105	84,1*	нпо-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	0,1-9,5	0,3 0,1 нпо 0,1	нпо-89	4,2 48,1 0,3 нпо	нпо-2,9	1,4 1,1 0,9 0,8
Северо-Кавказский федеральный округ																
Кавказский БЗ	Разнотравье	1982-2011	0,2-54,5	1,3	0,02-1,9	0,25	0,006-0,2	0,1*	-	7,6	0,1-7,3	0,1	нпо-60	4,0	нпо-15,3	4,2
Приволжский федеральный округ																
Волжско-Камский БЗ	Сосна, хвоя Клен, листва Липа, листва Разнотравье	2011	-	1,3 1,6 1,3 1,4	-	0,4 1,2 0,5 2,7	-	-	-	18,0 18,0 10,0 9,8	-	≤0,2 ≤0,2 ≤0,2 ≤0,2	-	≤0,2 ≤0,2 ≤0,2 ≤0,2	-	9,2 3,3 59,4 239,0
Сибирский федеральный округ																
Байкальский БЗ, южный берег оз.Байкал	Кедр, хвоя Береза, листва Папоротник Осока Сфагнум	2011	-	0,8 2,2 1,0 2,4 2,9	-	0,43 0,20 0,53 ≤0,1 0,10	-	-	-	5,7 4,9 4,8 6,4 5,7	-	0,3 0,2 0,2 0,6 0,2	-	16,1 2,0 18,9 6,8 2,6	-	≤0,1 7,0 ≤0,1 ≤0,1 ≤0,1
Баргузинский БЗ	Листва/ Разнотравье	1982-2003	0,002-42,6	1,3*	0,01-3,3	0,1*	0,002-0,2	0,1*	-	-	2,7-8,2	3,6*	-	-	-	-
Алтайский БР (Яйлю)	Разнотравье	2001-2011	0,5-11,0	1,2	0,05-0,7	0,28	-	-	-	6,6	нпо-0,2	0,2	нпо-86	17,2	нпо-3,0	0,7*

нпо – ниже предела обнаружения

* - последнее измерение

Уровни накопления загрязняющих веществ в вегетативных органах растений варьируют в широких пределах в зависимости от района произрастания и биологических особенностей вида (табл. 3.1.4). Статистические коэффициенты вариации составляют для тяжелых металлов 80-240%, для органических загрязнителей – 80-200%. При этом средние концентрации соединений тяжелых металлов и хлорорганических пестицидов в растительности районов размещения СКФМ на европейской части России в 1,3-10,1 раз выше, чем в растительности СКФМ, приуроченных к азиатской части страны. В то же время в растительности фоновых территорий азиатской части России отмечается несколько более высокое содержание бенз(а)пирена.

Табл. 3.1.4. Характеристики варьирования содержания загрязняющих веществ в растительности станций комплексного фонового мониторинга

Показатель	Свинец, мг/кг	Кадмий, мг/кг	Медь, мг/кг	Бенз(а)пирен, мкг/кг	сумма-ДДТ, мкг/кг	γ-ГХГЦ, мкг/кг
Все СКФМ						
Среднее	1,8	0,91	12,0	0,5	25,8	0,7
Минимум	0,8	0,10	0,1	0,1	0,1	0,1
Максимум	7,4	4,00	107,0	5,6	239,0	4,9
Коэффициент вариации, %	81	104	180	236	201	180
СКФМ европейской территории России						
Среднее	1,9	1,14	13,9	0,5	31,5	1,0
Минимум	0,8	0,20	0,1	0,1	0,1	0,1
Максимум	7,4	4,00	107,0	5,6	239,0	4,9
Коэффициент вариации, %	87	88	176	285	191	151
СКФМ азиатской территории России						
Среднее	1,6	0,27	5,5	0,7	10,6	-
Минимум	0,8	0,10	4,9	0,1	2,0	-
Максимум	2,9	0,53	6,6	3,6	18,9	-
Коэффициент вариации, %	52	64	13	171	73	-

Сопоставление концентраций загрязняющих веществ в доминантной травянистой растительности и почвах районов размещения СКФМ (рис.3.1.2) показало, что для соединений свинца, меди, бенз(а)пирена и γ-ГХГЦ наблюдаются достаточно узкий разброс отношения показателей со значениями, как правило, не превышающими 1. Таким образом, для этих загрязняющих веществ переход из почвы в растения при фоновых уровнях загрязнения наземных экосистем дискриминируется. В то же время в отношении соединений кадмия, а также суммы ДДТ и его метаболитов отмечается широкий разброс соотношений концентраций в растениях и почвах, зачастую превышающих 1. Это может свидетельствовать о существенной роли аэрогенного (внекорневого) поступления данных загрязняющих веществ в растительность и/или о возможности их безбарьерного проникновения и селективного накопления в вегетативных органах растений.

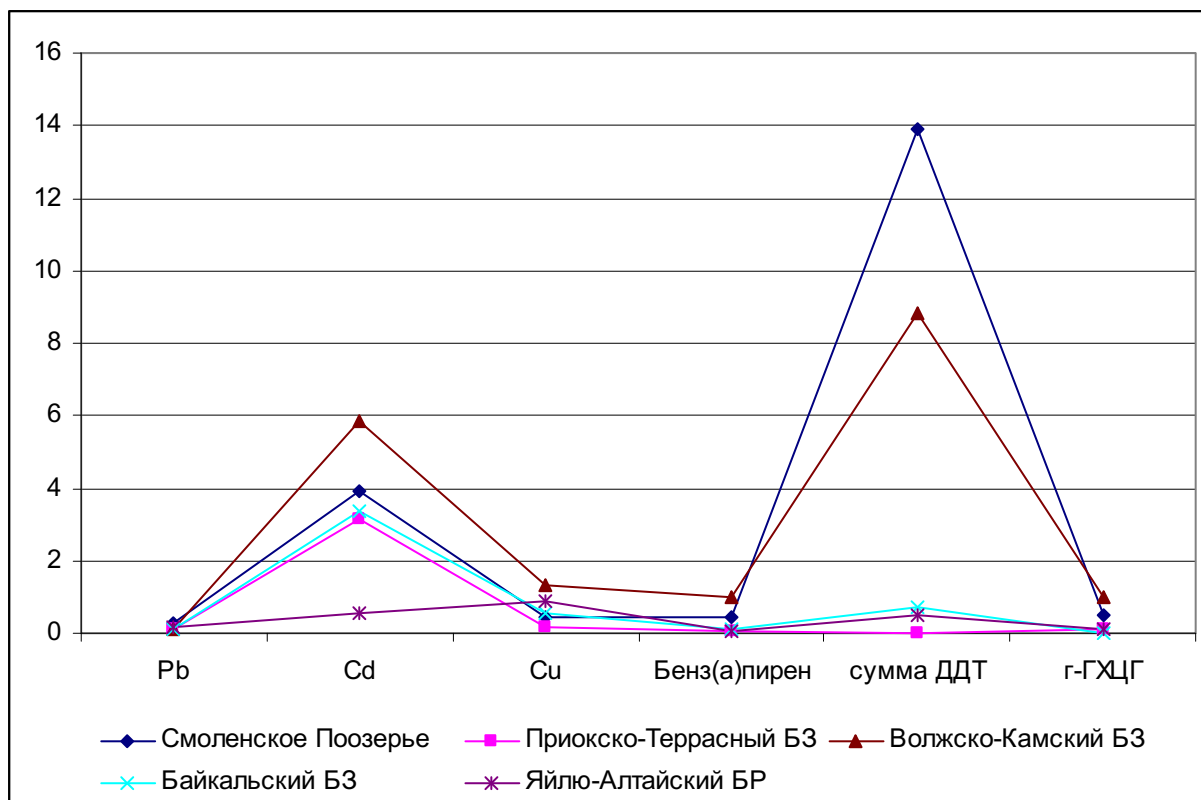


Рис.3.1.2. Отношение концентраций загрязняющих веществ в травянистой растительности и почвах районов размещения СКФМ

Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности южного побережья оз.Байкал (Байкальский БЗ) по результатам проведения фонового мониторинга в 2011 г.

Фоновый мониторинг на северном макросклоне хребта Хамар-Дабан, расположенном на южном побережье озера Байкал, охватывает водосборные пространства впадающих в Байкал рек Утулик и Солзан в окрестностях г. Байкальска, а также водосбор р.Осиновка, протекающей по территории Байкальского биосферного заповедника. В 2011 году проводились исследования содержания тяжелых металлов и пестицидов в доминантных растительных компонентах и в почве. Пункты мониторинга наземных экосистем располагались в поперечных створах долин рек Утулик (участок Утулик) и Солзан (участок Солзан) на расстоянии 2 км от оз.Байкал, а в долине р.Осиновка – на расстоянии 3 км (участок Осиновка-1) и 8 км (участок Осиновка-2) от озера.

Тяжелые металлы

Анализ концентрации тяжелых металлов в растительности и почвах участков показал (рис.3.1.5), что повсеместно наиболее высокое содержание соединений свинца и меди отмечается в лесных подстилках (9-17 мг/кг и 10-14 мг/кг соответственно) и гумусово-аккумулятивных горизонтах А (7-10 мг/кг и 7-9 мг/кг соответственно). В элювиальных горизонтах профиля Е (8-13 см) содержание загрязняющих веществ снижается в 1,5-2 раза (до 4-7 мг/кг

и 4-5 мг/кг соответственно).

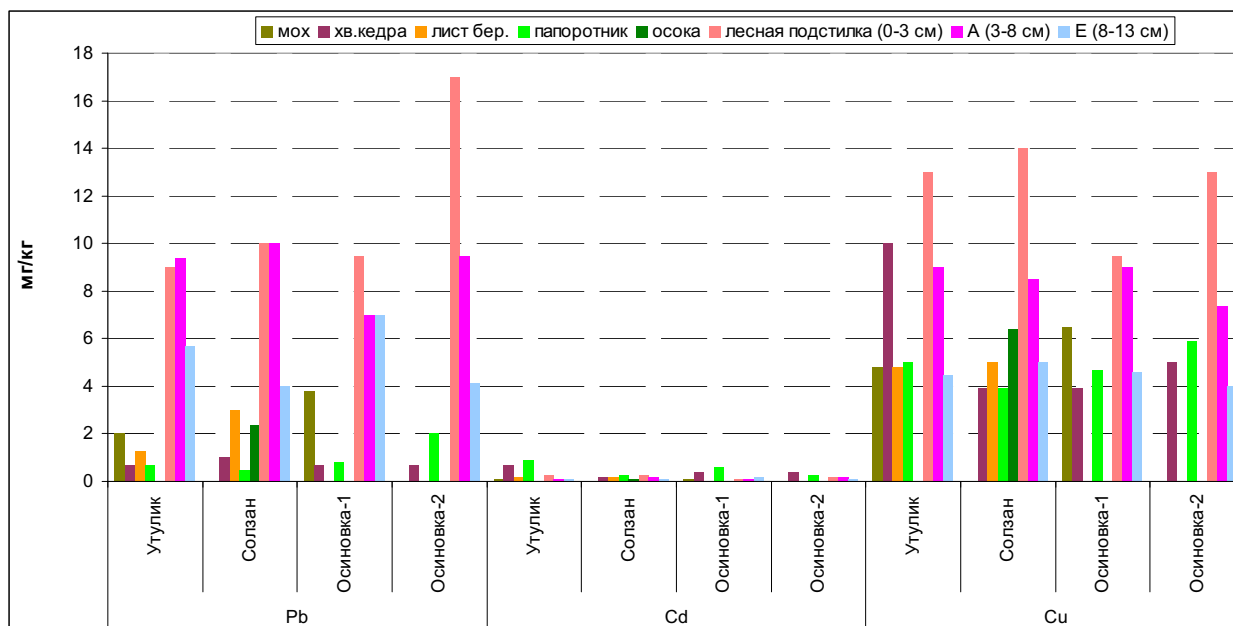


Рис. 2.1.5. Содержание тяжелых металлов в растительности и почвах южного побережья оз. Байкал, 2011 г.

Переход из почвы соединений свинца и меди в зеленые части как древесной (кедр, береза), так травянистой (папоротник, осока) и моховой растительности ограничено биологическими потребностями растений, в этой связи концентрации тяжелых металлов в них, как правило, меньше, чем в почвах. При этом, поскольку медь является необходимым микроэлементом растений, уровни ее концентрации практически во всех растительных компонентах (4-10 мг/кг) выше, чем у свинца (0,5-4 мг/кг).

Среди обследованных растительных субстратов максимальные концентрации свинца отмечались во мхах (2-4 мг/кг, участки Осиновка-1 и Утулик), минимальные – в папоротниках (0,5-2 мкг/кг, все участки). Для соединений меди распределение концентраций по видам и органам растений не обнаруживало специфичности и колебалось в интервалах 4-9 мг/кг в хвое кедра и листьях березы и 4-6 мг/кг в растительности травянисто-мохового яруса.

Содержание соединений кадмия в почвах южной части бассейна оз.Байкал незначительно и варьирует в пределах 0,1-0,3 мг/кг. Относительно повышены его концентрации в лесной подстилке почв, накопление токсиканта в минеральных горизонтах почв крайне незначительно. В то же время при общем низком уровне накопления кадмия в органах растений, его концентрация в растительности (0,1-0,9 мг/кг) в целом больше, чем в почвах участков. Особенно заметно концентрирование соединений кадмия в папоротниках (0,9 мг/кг) и хвое кедра (0,7 мг/кг) на участке Утулик, а также относительно повышенные уровни накопления кадмия, проявляющиеся в папоротниках всех обследованных участков (0,3-0,9 мг/кг). В то же время ни на одном из

участков не отмечался повышенный уровень перехода кадмия из почв в моховую растительность и листья березы.

Стойкие органические загрязнители

Среди загрязнителей органической природы в почвах мониторинговых участков южного побережья оз. Байкал отмечаются относительно высокие уровни накопления ДДТ и его метаболитов (рис.3.1.6). Основной средой депонирования этих токсикантов являются лесные подстилки участков (26-81 мкг/кг), в то время как в минеральные горизонты профиля почв проникает существенно меньше пестицидов (0,5-44 мкг/кг).

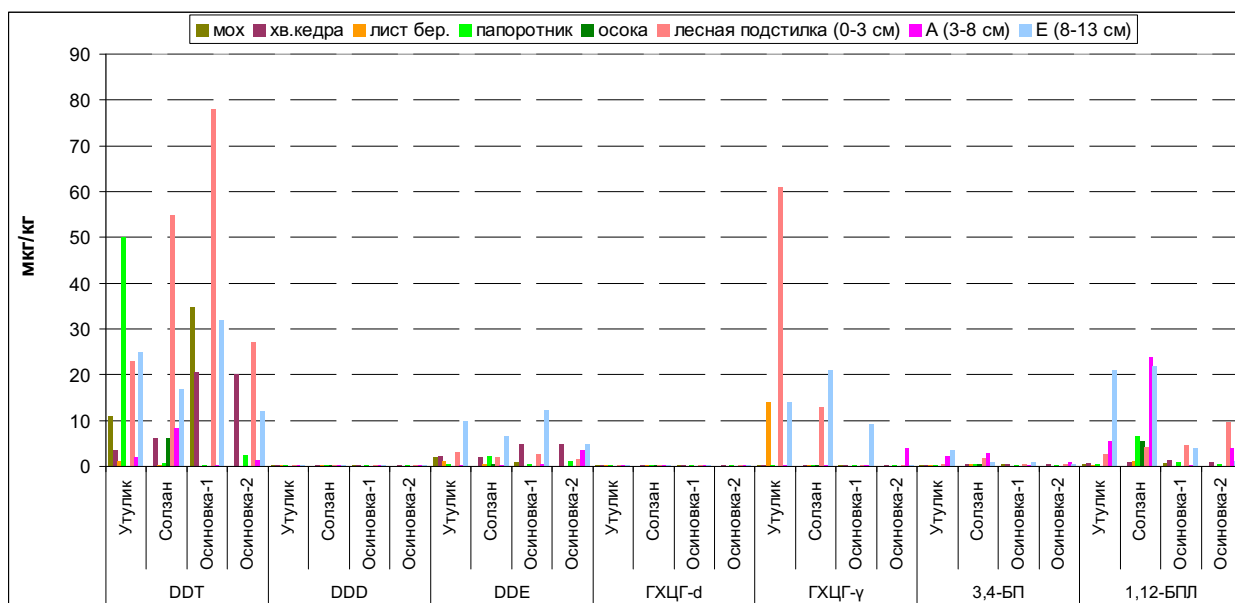


Рис. 3.1.6. Содержание стойких органических загрязнителей в растительности и почвах южного побережья оз. Байкал, 2011 г.

Наибольшие значения ДДТ+ДДД+ДДЕ обнаружены в лесных подстилках участков Осиновка-1 (81 мкг/кг) и Солзан (57 мкг/кг), расположенных в 2-3 км окрестностях акватории оз. Байкал, в то время как на участках Утулик (2 км от озера) и Осиновка-2 (8 км от озера) уровни содержания ДДТ и его метаболитов в органогенных горизонтах почв существенно меньше и колеблются в небольшом диапазоне (26-28 мкг/кг).

Растительные компоненты обследованной территории содержат хлорорганические пестициды группы ДДТ в меньших количествах, чем почвы (1-51 мкг/кг). Варьирование концентраций загрязняющих веществ в аналогичных растительных компонентах различных участков очень значительно: мхи 13-36 мкг/кг, папоротники 0,5-51 мкг/кг, листья березы 1-2 мкг/кг (при опробовании только двух участках), хвоя кедра 6-26 мкг/кг. Таким образом, биологические особенности накопления суммы ДДТ в отдельных видах растительности не обнаружены. Нет также и определенного тренда при поступлении ДДТ и его метаболитов в растения в зависимости от уровня загрязненности почв участков.

Распределение пестицида γ -ГХГЦ по профилю лесных почв обследованных участков очень неравномерно: на участке Утулик оно имеет аккумулятивно-элювиально-иллювиальный вид с максимумом накопления загрязнителя с поверхности в пределах лесной подстилки (61 мкг/кг), а на других обследованных участках – элювиально-иллювиальный вид, причем максимум загрязнителя может быть приурочен и к гумусово-аккумулятивному горизонту (4 мкг/кг, участок Осиновка-2) и к элювиальному горизонту (9-21 мкг/кг, участки Солзан, Осиновка-1).

Накопления γ -ГХГЦ в растительности южного побережья оз. Байкал не обнаружены. В большинстве обследованных проб его концентрации были на пределе аналитического обнаружения ($\leq 0,1$ мкг/кг) и лишь в единичной пробе листьев березы на участке Утулик отмечается всплеск содержания γ -ГХГЦ до 14 мкг/кг.

Уровни глобального загрязнения почв Байкальского БЗ бенз(а)пиреном незначительны, как невелика и контрастность его накопления в отдельных горизонтах профиля. В этой оцениваются интегральные концентрации бенз(а)пирена в верхней корнеобитаемой части почв по величинам средневзвешенных концентраций. Для почв обследованных участков они составляют 0,3-2,3 мкг/кг, а общий диапазон варьирования показателя находится в пределах 0,1-3,5 мкг/кг.

В этих условиях фонового загрязнения почв накопление бенз(а)пирена в тканях растений также очень незначительно: для всех обследованных проб древесных, травянистых и моховых растений оно не превышает 0,4 мкг/кг.

Таким образом, почвы и растительность южного побережья оз. Байкал в окрестностях г. Байкальска и на территории Байкальского БЗ в настоящее время обнаруживают экологически приемлемые уровни накопления приоритетных токсикантов глобального рассеяния – представителей групп тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей. Основной средой депонирования загрязняющих веществ в наземных экосистемах служат лесная подстилка и гумусово-аккумулятивный горизонт почв, а вегетативные органы растений содержат, как правило, лишь незначительную часть общего пула загрязняющих веществ.

Содержание загрязняющих веществ в почвах по результатам наблюдательной сети Росгидромета

Для сравнения уровней загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) вблизи источников промышленных выбросов с фоновыми массовыми долями соответствующих химических веществ ежегодно проводится отбор проб почв в фоновых районах, прилегающих к техногенным. В почвах определяются массовые доли тяжелых металлов, нефти и нефтепродуктов (НП), фтора, сульфатов и др.

Каждое лето отбираются от 1 до 10 объединенных проб почв в фоновых районах. В таблице 3.1.5 приведены значения фоновых массовых долей тяжелых металлов и мышьяка, в таблице 3.1.6 – нефтепродуктов, фтора, сульфатов, нитратов и бенз(а)пирена в почвах населенных пунктов, в которых проводили наблюдения за загрязнением их ТПП в 2011 году. Некоторые данные, наблюдательной сети, обобщены (по району или региону) или скорректированы в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» на основе результатов многолетних наблюдений и (или) результатов наблюдений за загрязнением почв соответствующих территорий, обследованных в 2011 году. В большинстве регионов значения массовых долей ТПП в почвах варьируют в определённых пределах, оставаясь примерно на одном уровне.

Табл. 3.1.5 – Массовые доли тяжелых металлов и мышьяка в почвах фоновых районов Российской Федерации по результатам ОНС Росгидромета за 2011 г., мг/кг

Место наблюдений	Год наблюдений	Форма нахождения	Cr	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Hg (в)	V	Mo	Sn	Sr	Al	As
Верхнее Поволжье																		
г. Нижний Новгород	2011	в	50	18	794	<258	277	<10	4,1	<4	-	-	<25	2,1	<1,9	-	-	-
Дзержинский городской округ	2011	в	51	<8	244	14	67	<8,5*	<2*	<4	-	-	<19*	1,4	<1,9	-	-	-
г. Чебоксары	2011	в	<50	<22	294	<12	193	<16	<3,7	<4	-	-	<25	2,5	<1,9	-	-	-
г. Ижевск	2011	в	122	65	968	53	236	43	12	<4	-	-	84	2,1	<1,9	-	-	-
Западная Сибирь																		
г. Кемерово д. Калинкино ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	2011	к	-	12	-	-	57	25	-	0,23	-	-	-	-	-	-	-	-
г. Новокузнецк пос. Сарбала ЮЮВ 32 км от ГРЭС	2011	к	-	3,9	-	-	5,1	0,91	-	<0,10	-	-	-	-	-	-	-	-
г. Новосибирск с. Прокудское	2011	к	-	9	-	-	39	30	-	<0,25	-	-	-	-	-	-	-	-
г. Томск, с. Ярское Ю 43 км от ГРЭС-2	2011	к	-	8	-	-	52	12	-	<0,25	-	-	-	-	-	-	-	-
Омская область																		
Иркутская область																		
г. Иркутск	2011	к	-	16	1093	23	82	28	6,4	0,07	59330	0,1	-	-	-	-	-	-
		п	-	0,7	105	1,0	2	0,1	1,5	0,04	565	-	-	-	-	-	-	-
		вод	-	но	0,49	но	0,1	но	0,27	0,01	7	-	-	-	-	-	-	-
пос. Листвянка Иркутская область	2011	к	-	41	1215	23	106	36	6,0	0,06	61000	0,2	-	-	-	-	-	-
		п	-	2,0	144	2,0	5	0,1	0,7	0,06	177	-	-	-	-	-	-	-
		вод	-	но	1,1	но	0,1	0,05	но	0,05	12	-	-	-	-	-	-	-

Продолжение таблицы 3.1.5

Место наблюдений	Год наблю- дений	Форма нахож- дения	Cr	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Hg (в)	V	Mo	Sn	Sr	Al	As (в)
Московская область Ногинский район	2011	к	40	10	300	14	20	10	10	0,7	5000	-	-	-	-	-	-	-
Приморский край г. Большой Камень С 30 км	2011	к	-	18	655	14	85	14	10	<0,3	-	0,07	-	-	-	-	-	0,9
		п	-	3	62	но	6,9	<0,8	но	но	-	-	-	-	-	-	-	-
		вод	-	но	0,22	но	0,09	но	но	но	-	-	-	-	-	-	-	-
г. Партизанск С 30 км	2011	к	-	12	463	12	58	11	6	<0,3	-	0,15	-	-	-	-	-	1,2
		п	-	2,6	59	но	6	но	но	но	-	-	-	-	-	-	-	-
		вод	-	но	<0,1	но	0,17	но	но	но	-	-	-	-	-	-	-	-
Республика Башкортостан																		
г. Баймак	2011	к	-	18	864	30	60	35	30	но	29480	-	-	-	-	-	-	-
г. Белорецк	2011	к	-	19	984	36	56	16	19	но	22990	-	-	-	-	-	-	-
г. Сибай	2011	к	-	22	900	59	60	25	17	но	28910	-	-	-	-	-	-	-
г. Учалы	2011	к	-	14	705	68	34	22	45	но	21420	-	-	-	-	-	-	-
Республика Татарстан																		
г. Казань, пос. Раиф	2011	к	-	7	-	15	23	5	-	0,24	-	-	-	-	-	-	-	-
гг. Нижнекамск и Набережные Челны, Национальный парк «Нижняя Кама»	2011	к	-	7	-	20	23	8	-	0,50	-	-	-	-	-	-	-	-
Самарская область г. Самара	2011	к	-	19	330	33	70	20	-	0,7	-	-	-	-	-	-	1145	-

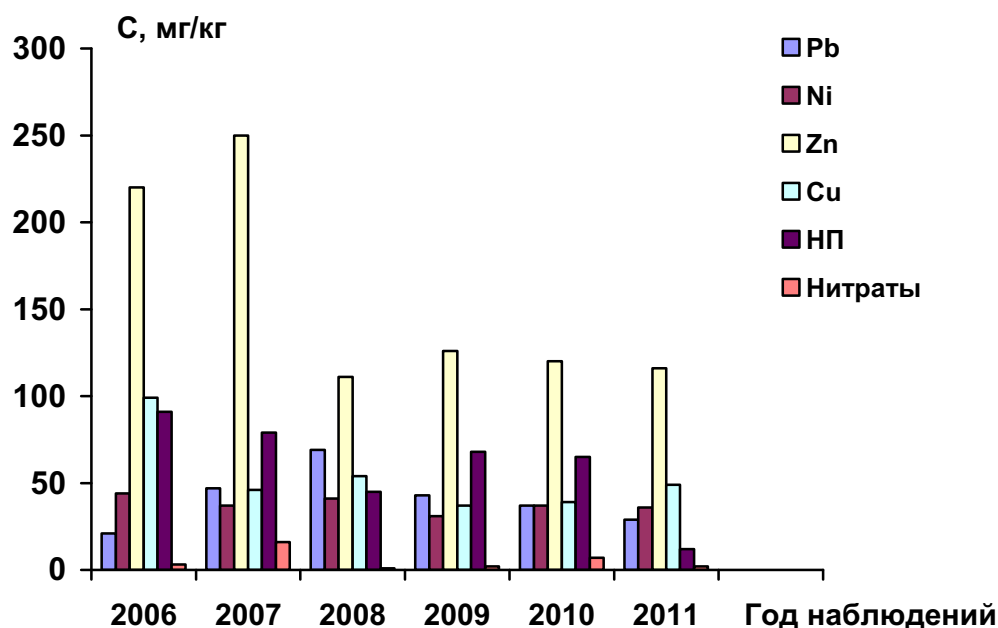
Окончание таблицы 3.1.5

Место наблюдений	Год наблюдений	Форма нахождения	Cr	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Hg (в)	V	Mo	Sn	Sr	Al	As
Свердловская область	1989-2011	к	42	26	948	35	83	64	19	1,0	22110	0,05	-	-	-	-	-	-
	1996-2011	п	0,9	4,5	111	1,7	16	3,4	0,8	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
		вод	0,08	0,16	1,36	0,25	0,77	0,74	0,08	0,02	-	-	-	-	-	-	-	-
пос. Мариинск ЮЗ 30 км от г. Ревда	2011	к	42	14	759	32	81	121	21	0,9	29150	0,12	-	-	-	-	-	-
		п	1,6	1,8	83	1,1	13	2,8	1,2	0,42	-	-	-	-	-	-	-	-
		вод	0,11	0,08	0,69	0,20	1,04	0,49	0,12	<0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
г. Нижний Тагил	2011	к	29	21	626	16	101	30	14	1,1	15820	0,09	-	-	-	-	-	-
		п	0,6	7,1	119	1,3	36	1,2	0,9	0,5	-	-	-	-	-	-	-	-
		вод	0,09	0,15	1,55	0,19	0,79	0,48	0,19	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
г. Алапаевск	2011	к	33	14	1149	77	52	16	19	0,6	16460	0,09	-	-	-	-	-	-
		п	1,9	3,1	137	1,7	16	1,0	1,5	0,3	-	-	-	-	-	-	-	-
		вод	0,23	0,06	4,51	0,85	0,51	0,36	0,11	<0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
г. Кушва	2011	к	27	19	2180	35	60	73	26	0,6	29040	0,09	-	-	-	-	-	-
		п	1,1	5,4	83	2,2	74	2,6	2,3	0,9	-	-	-	-	-	-	-	-
		вод	0,17	0,13	0,63	0,12	0,30	0,36	0,11	0,01	-	-	-	-	-	-	-	-
г. Невьянск	2011	к	30	39	1398	26	409	95	16	0,9	30167	0,16	-	-	-	-	-	-
		п	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
		вод	0,09	0,33	0,51	0,26	0,99	1,21	0,05	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
г. Нижние Серги	2011	к	43	153735	63	85	32	19	1,0	34050	0,06	-	-	-	-	-	-	-
		п	0,5	4,6	115	2,3	5,8	0,9	3,1	1,0	-	-	-	-	-	-	-	-
		вод	0,08	0,39	1,18	0,18	0,36	0,25	0,06	0,03	-	-	-	-	-	-	-	-
Примечания																		
1 Для почв городов фоновые массовые доли определяют в почвах, аналогичных городским, вне зоны локального загрязнения почв, сформированной вокруг города.																		
2 в – валовая форма, к – кислоторастворимые, п – подвижные, вод – водорастворимые формы.																		
* Значения массовых долей скорректированы в ФГБУ «НПО «Тайфун»																		

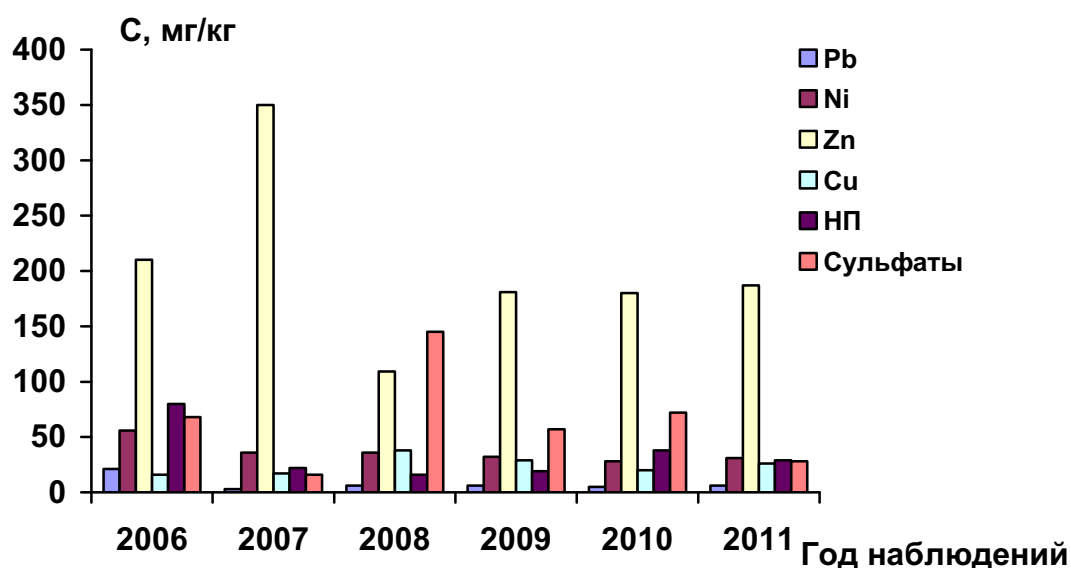
Т а б л . 3.1.6 – Массовые доли НП, фтора, сульфатов, нитратов и бенз(а)пирена, в почвах фоновых районов Российской Федерации по результатам ОНС Росгидромета за 2011 г., мг/кг

Место наблюдений	Год наблюдений	НП	Фтор форма		Сульфаты	Нитраты	Бенз(а)-пирен
			в	вод			
Верхнее Поволжье							
Дзержинский городской округ	2011	25	–	–	–	–	–
г. Ижевск	2011	46	–	–	–	–	–
Западная Сибирь							
г. Новосибирск							
с. Прокульское	2011	68	–	0,35	–	11	–
г. Кемерово, д. Калинкино							
ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	2011	31	–	1,1	–	88	–
г. Новокузнецк							
пос. Сарбала, ЮЮВ 32 км от ГРЭС	2011	67	–	0,60	–	11	–
г. Томск, с. Ярское							
Ю 43 км от ГРЭС-2	2011	71	–	0,42	–	12	–
Омская область	2011	40	–	–	–	–	–
Иркутская область							
г. Иркутск	2011	–	–	2,7	602	–	–
пос. Листвянка	2011	–	–	1,6	628	–	–
г. Братск	2011	–	24	–	–	–	–
пос. Еловка, Ангарский р-н	2011	40	–	–	–	–	–
Приморский край							
г. Большой Камень	2011	-	-	-	63	-	<0,005
г. Партизанск	2011	-	-	-	18	-	<0,005
Республика Татарстан							
г. Казань	2011	62	–	–	–	–	–
г. Нижнекамск							
г. Набережные Челны	2011	120	–	–	–	–	–
Самарская область							
г. Самара	2011	50	–	0,5	35	7	–
Волжский район							
НПП «Самарская Лука»							
З 30 км от г. Самара	2011	12	–	1	66	2	–
Волжский район							
АГМС пос. Аглос							
ЮЗ 20 км от г. Самара	2011	29	–	2	28	4	–
Свердловская область							
	1994 – 2011	–	–	1,5	–	–	–
	1995 – 2011	–	–	–	–	3,1	–

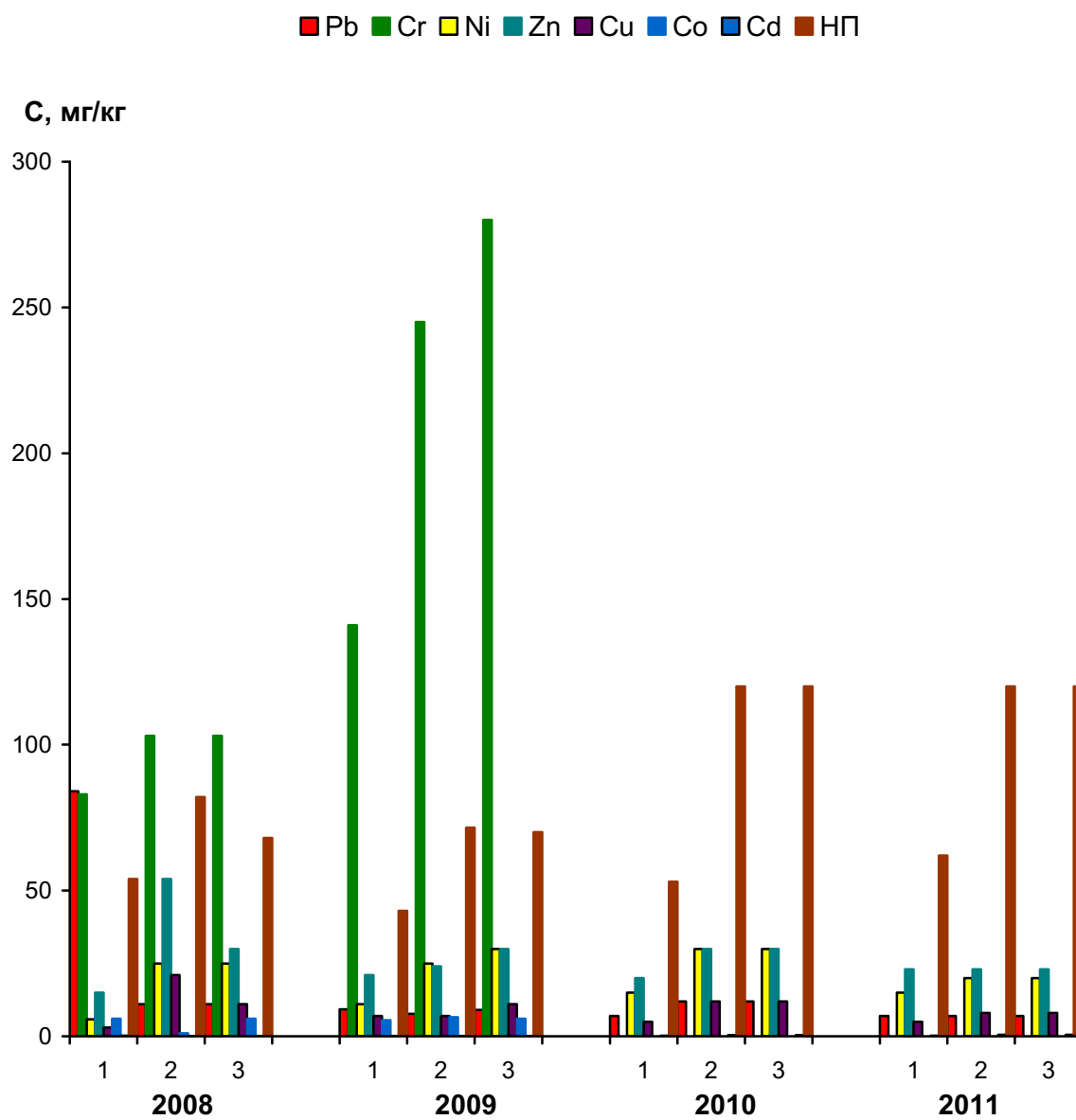
Динамика фоновых уровней массовых долей различных форм химических веществ в почвах Самарской области представлена на рисунках 3.1.7-3.1.8, Республики Татарстан – на рисунке 3.1.9, Приморского края – на рисунке 3.1.10, Свердловской области – на рисунке 3.1.11, Иркутской области - на рисунке 3.1.12.



Р и с. 3.1.7 – Динамика средних массовых долей (С) свинца, никеля, цинка, меди, НП, нитратов в почвах фонового участка площадью 10 га, расположенного в НПП «Самарская Лука» в Волжском районе Самарской области, находящегося на расстоянии 30 км на запад от г. Самары. Почвы – чернозём суглинистый с $pH_{KCl} > 5,5$

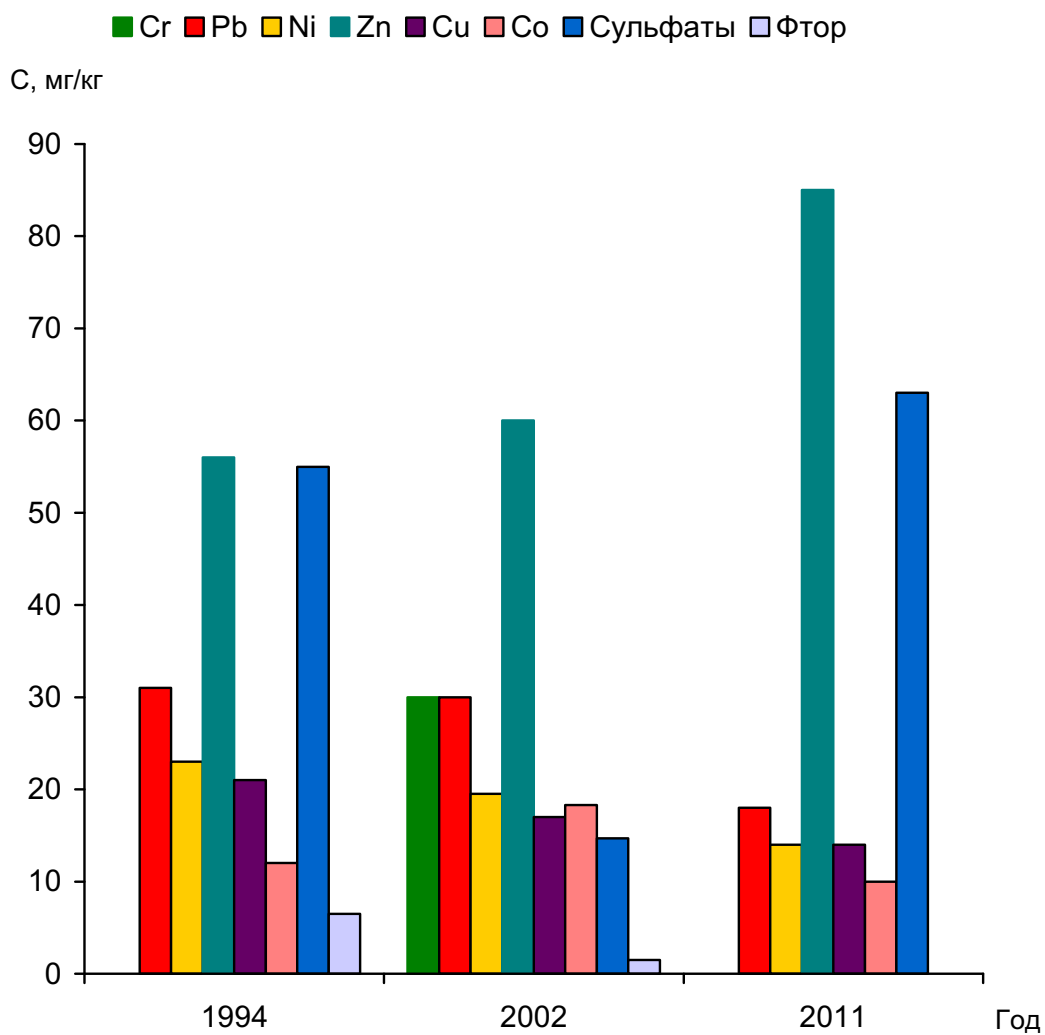


Р и с. 3.1.8 – Динамика средних массовых долей (С) свинца, никеля, цинка, меди, НП, сульфатов в почвах фонового участка, расположенного вблизи АГМС в пос. Агрос в Волжском районе Самарской области, находящегося на расстоянии 20 км на юго-запад от г. Самара. Почвы – чернозём суглинистый с $pH_{KCl} > 5,5$

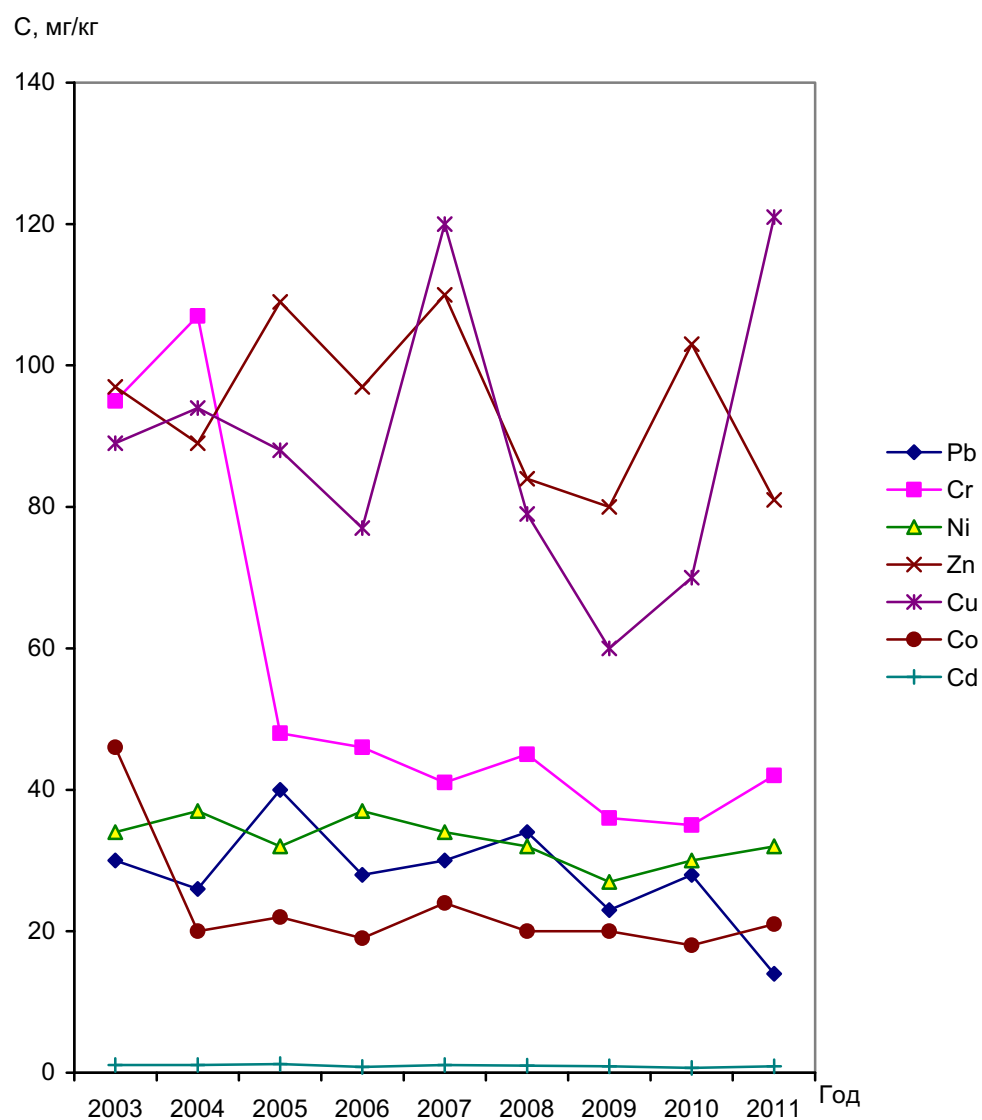


Р

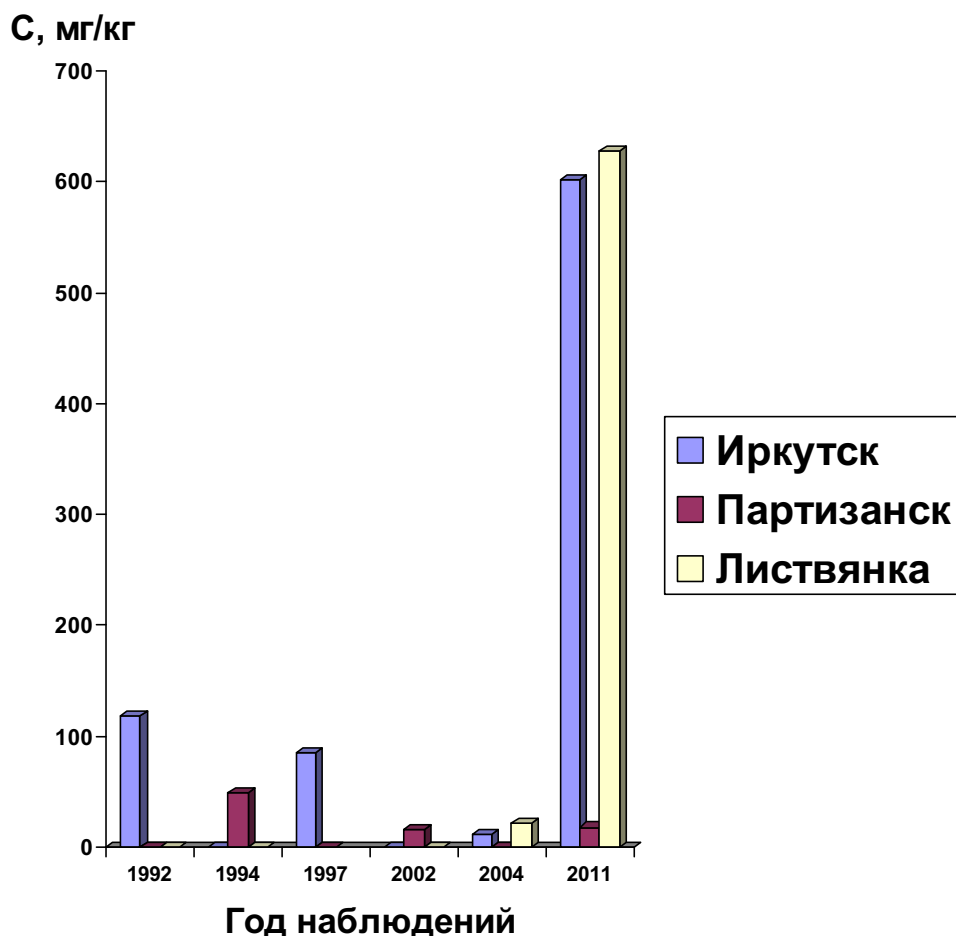
Р и с. 3.1.9 – Динамика средних массовых долей (С) кислоторастворимых форм ТМ и НП в почвах фоновых районов для городов Республики Татарстан (1 - Казань, 2 – Нижнекамск, 3 – Набережные Челны) в 2008 – 2011 годах



Р и с. 3.1.10 – Динамика средних фоновых массовых долей (С) кислоторастворимых форм ТМ, обменных сульфатов и водорастворимого фтора в почвах, расположенных на расстоянии 30 км на север от г. Большой Камень Приморского края



Р и с. 3.1.11— Динамика средних фоновых массовых долей (С) кислоторастворимых форм ТМ в почвах пос. Мариинск Свердловской области, расположенного в 30 км на юг от г. Ревда



Р и с . 3.1.12 - Динамика фоновых массовых долей (С) обменных сульфатов в почвах в районах городов Иркутск , Партизанск и пос. Листвянка (ПДК равно 160 мг/кг)

Таким образом, в почвах ряда фоновых участков многолетних наблюдений по результатам обследования 2011 года, как и в период обследования до 2010 г., отмечаются превышения ПДК (ОДК) тяжелых металлов, стойких органических загрязнителей и ряда токсичных соединений химических элементов. Содержание загрязняющих веществ в почвах фоновых районов Самарской и Свердловской областей, Республики Татарстан, Приморского края за последний год наблюдений несколько понизилось. В то же время концентрации соединений цинка в почвах окрестностей г. Большой Камень Приморского края, соединений меди в почвах пос. Мариинск Свердловской области, обменных сульфатов в почвах вблизи г. Иркутск и пос. Листвянка имеют тенденцию к росту, что определяет возможность формирования неблагоприятной экологической ситуации в регионах наблюдений.

3.2. Оценка влияния природных и антропогенных факторов на состояние лесов

Причины ослабления и гибели насаждений

Нередко на состояние насаждений влияние оказывает комплекс факторов, в таких случаях причиной гибели считается фактор, оказавший наиболее существенное воздействие на древостой. Во многих случаях одной из таких причин являются погодные условия.

Ярким примером таких воздействий явилась ситуация последних 10-ти лет, когда все факторы действовали на фоне аномальных погодных условий или были спровоцированы ими. Особенно значительно это влияние проявилось в 2010-2011 годах, когда засуха и высокие температуры воздуха способствовали распространению крупных лесных пожаров, увеличению численности вредителей леса, а также формированию новых очагов вредителей и болезней.

На конец 2011 года насаждения с нарушенной и утраченной устойчивостью, по данным лесопатологического мониторинга, были отмечены на общей площади 7309,2 тыс. га, что составляет 0,95 % от земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью (таблица 3.2.1).

Таблица 3.2.1. Сведения о насаждениях с нарушенной и утраченной устойчивостью по Российской Федерации за 2011 год (по данным форм 1-ОЛПМ и 7-ДЛР)

Федеральный округ	Площадь насаждений с наличием усыхания, га					В том числе погибшие насаждения, га			
	всего – на конец года	в том числе по степени усыхания, % от запаса				за год		оставшиеся на корню, на конец года	
		≤4	4,1...10	10,1...40	> 40	всего	в том числе хвойных	всего	в том числе хвойных
Северо-Западный	3113627	22877	774774	807052	1508924	100622	83003	1490726	1435663
Центральный	571633	90105	184025	97459	200044	64984	50739	153549	111267
Приволжский	404109	68532	76375	132504	126698	50689	33567	233343	58304
Южный	221087	82402	59420	48582	30683	4652	2876	20908	14184
Северо-Кавказский	52227	29201	10736	8667	3623	557	1	1679	4
Уральский	511750	77288	33446	80279	320737	30331	19627	129129	101299
Сибирский	1746292	103928	283532	533961	824871	109602	85938	207089	168442
Дальневосточный	688505	145860	106673	216669	219303	46557	42939	36596	31493
Всего	7309230	620193	1528981	1925173	3234883	407994	318690	2273019	1920656

В 2011 году преобладала высокая степень усыхания (3 234,9 тыс. га), что объясняется не только объективными причинами (мощным воздействием пожаров и погодных условий на состояние лесов), но и субъективными, которые вызваны выбором мест проведения наземных обследований насаждений (и лесопатологические обследования, и лесопатологическая таксация проводятся, в первую очередь, в расстроенных участках леса, где необходимо проведение

санитарно-оздоровительных мероприятий). При усыхании менее 4 % от запаса насаждения отпад считается нормальным, к насаждениям с нарушенной устойчивостью такие древостои относятся только в случаях, когда в лесных участках преобладают ослабленные и сильно ослабленные деревья, а средневзвешенная категория состояния насаждения превышает значение 1,5.

Основные массивы лесов с наличием усыхания различной степени (независимо от года образования сухостоя) расположены в Северо-Западном (3 113,6 тыс. га) федеральном округе. Наибольшие из них, около 95 % от общей площади с наличием усыхания, расположены в спелых и перестойных ельниках Архангельской области и Республики Коми. Основными причинами ослабления и усыхания насаждений в регионах этого округа являются погодные условия и лесные пожары.

Значительные площади древостоев с повышенным отпадом отмечены в Сибирском округе (1 746,3 тыс. га). Основная их часть (823,9 тыс. га) находится в лесах Иркутской области и Красноярского края. Причиной неудовлетворительного состояния этих древостоев были, в основном, воздействия лесных пожаров различных лет давности, погодных условий и повреждений насекомыми.

Ослабление и, особенно, гибель лесов неравномерны по годам и носят явно выраженный циклический характер. Цикличность, как уже указывалось выше, в большой степени зависит от погодных и климатических условий, с которыми связаны фактическая горимость лесов (лесные земли, пройденные огнем за сезон и количество возгораний) и изменение численности популяций насекомых-вредителей.

За указанный период площади гибели в официальной отчетности не всегда отражали фактические объемы усыхания за текущий год. Большое влияние на размеры площадей усыхания оказывали объемы экспедиционных лесопатологических обследований и проведение опытных работ по применению дистанционных методов наблюдений, при которых выявлялись основные площади насаждений, усохших не только в течение года, но и за несколько предыдущих лет. Например, в 2000 году общая гибель насаждений составила 699,8 тыс. га. Основной причиной гибели явились пожары – 637,5 тыс. га, из них более 440 тыс. га были выявлены по космическим снимкам в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах. Большая часть насаждений погибла под воздействием пожаров 1998 и 2000 годов.

В том же 2000 году при проведении экспедиционных обследований в Таймырском (Долгано-Ненецком) автономном округе на площади более 159 тыс. га были обнаружены насаждения, погибшие в течение 5-7 лет под воздействием промышленных выбросов Норильского

комбината. Эти данные были приведены в отчётности субъекта Российской Федерации в 2001 году.

В 2005 году была отмечена максимальная гибель лесов – 960,9 тыс. га, при этом почти половина (414,1 тыс. га) была выявлена при проведении экспедиционных обследований лесов Архангельской области и представлена древостоями, погибшими в течение 3-4-х последних лет под воздействием засух 2002-2004 годов. Минимальные значения гибели в 2006-2009 годах были частично обусловлены снижением объёмов экспедиционных и лесопатологических обследований.

Общая площадь погибших лесных насаждений в **2011 году**, по данным отраслевой статистической отчетности, составила 408,0 тыс. га (таблица 3.2.2).

Таблица 3.2.2. Распределение насаждений по причинам их гибели за 2011 год (по данным формы 7-ДЛР)

Федеральный округ	Погибшие насаждения (числитель – всего, га; знаменатель – удельная гибель)	в том числе по причинам, га/%					
		лесные пожары	повреж- дения насе- комы- ми	погод- ные ус- ловия и почвен- но- климати- ческие факторы	болезни леса	повре- ждения дикими живот- ными	антро- поген- ные факто- ры
Северо-Западный	<u>100622</u> 1,18	<u>35961</u> 35,8	<u>133</u> 0,1	<u>63126</u> 62,7	<u>1213</u> 1,2	–	<u>189</u> 0,2
Центральный	<u>64984</u> 3,08	<u>34831</u> 53,6	<u>14091</u> 21,7	<u>11139</u> 17,1	<u>4678</u> 7,2	<u>46</u> 0,1	<u>199</u> 0,3
Приволжский	<u>50689</u> 1,41	<u>37218</u> 73,4	<u>1349</u> 2,7	<u>8778</u> 17,3	<u>3312</u> 6,5	–	<u>32</u> 0,1
Южный	<u>4652</u> 2,11	<u>2837</u> 61,0	–	<u>1801</u> 38,7	<u>12</u> 0,3	<u>2</u> 0,0	–
Северо-Кавказский	<u>557</u> 0,37	–	–	<u>511</u> 91,7	<u>46</u> 8,3	–	–
Уральский	<u>30331</u> 0,45	<u>25645</u> 84,6	<u>200</u> 0,7	<u>3259</u> 10,7	<u>920</u> 3,0	<u>7</u> 0,0	<u>300</u> 1,0
Сибирский	<u>109602</u> 0,41	<u>77156</u> 70,4	<u>6735</u> 6,1	<u>8899</u> 8,1	<u>14458</u> 13,2	–	<u>2354</u> 2,2
Дальневосточный	<u>46557</u> 0,16	<u>25992</u> 55,8	<u>6910</u> 14,9	<u>5676</u> 12,2	<u>7979</u> 17,1	–	–
Всего	<u>407994</u> 0,53	<u>239640</u> 58,7	<u>29418</u> 7,2	<u>103189</u> 25,3	<u>32618</u> 8,0	<u>55</u> 0,0	<u>3074</u> 0,8

В результате лесных пожаров, а также благодаря погодным условиям и почвенно-климатическим факторам, которые являются основными причинами гибели насаждений в 2011 году, площадь погибших лесных насаждений составила соответственно 239,6 и 103,0 тыс. га,

или 58,7 и 25,3% от общей площади усыхания.

Соотношение площадей насаждений, погибших под воздействием различных факторов в 2011 году, несколько отличается от наблюдаемого в предыдущем году. Доля погибших под влиянием погодных условий сократилась на 6,2%, от пожаров – на 1,6%.

Этот факт объясняется отсутствием в 2011 году массового воздействия на леса ураганных ветров и действием значительной части пожаров в труднодоступных участках (главным образом в Республике Саха (Якутия) и Иркутской области), которые не были обследованы в год повреждения огнём и, в связи с этим, не были включены в отраслевую статистическую отчётность субъектов Российской Федерации.

Доли насаждений, погибших от повреждения насекомыми и поражения болезнями леса, по сравнению с 2010 годом, напротив, увеличились соответственно на 344 % и 43%, составляя 29,4 и 32,8 тыс. га. Это увеличение обусловлено формированием очагов вредителей и болезней леса, а также снижением устойчивости древостоев к их воздействию под влиянием ряда засушливых лет в период с 2007 по 2011 год.

Доли насаждений, усохших под воздействием диких животных и антропогенных факторов, практически не изменились и составляют менее 1%, гибель насаждений в абсолютном выражении составляет соответственно 55 га и 3,1 тыс. га.

Размеры гибели лесов от лесных пожаров и от повреждения насекомыми и поражения болезнями используются в качестве целевых прогнозных показателей для оценки качества исполнения субъектами Российской Федерации переданных полномочий в области лесных отношений. Для оценки общей гибели насаждений под влиянием всех факторов, включая повреждение пожарами, вредителями и поражения болезнями, в защите леса используется дополнительный показатель – удельная площадь земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью, погибшей от всех факторов негативного воздействия. Рассчитывается этот удельный показатель как отношение площади погибших насаждений (в гектарах) ко всей площади покрытой лесной растительностью (в тысячах гектаров). В 2011 году удельная площадь земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью, погибшей от всех причин, составила, в целом по Российской Федерации величину, равную 0,53. Наибольшее значение этого показателя отмечено в насаждениях Центрального и Южного округов – 3,08 и 2,11 соответственно. Среди всех субъектов Российской Федерации особенно выделяется ряд субъектов, в основном, наиболее пострадавших от пожаров 2010 года: Рязанская область (31,59), Республика Мордовия (14,26); Ростовская (11,44); Московская (7,11); Оренбургская (6,53) и Липецкая (6,40) области (рисунок 1 приложения А). Удельная площадь земель лесного фонда, покрытых лесной растительностью, погибшей

от вредителей и болезней, в целом по России составляет величину, равную 0,08; максимальные показатели отмечены в насаждениях Московской области (6,14); Республики Алтай (1,64); Тульской (1,19) и Брянской (1,06) областей. Следует отметить, что при этом в ряде субъектов Центрального федерального округа (например, в Смоленской и Тверской областях) этот показатель оказался значительно больше, чем удельная гибель от пожаров. Примечательно, что для некоторых регионов России такое соотношение гибели лесов от пожаров и вредителей и болезней характерно и наблюдается практически ежегодно, однако этот факт, как правило, не принимался в расчёт составителями Лесных планов, и запланированный ими показатель удельной гибели лесов от пожаров всегда выше, чем от вредителей и болезней.

Лесные пожары

Лесные пожары оказывают сильнейшее влияние на состояние насаждений и являются ведущим фактором ежегодного ослабления и усыхания лесов. За последние десять лет от воздействия огня погибло более 2,4 млн. га насаждений, что составляет более 58% от площади всех погибших древостоев за этот период.

Ежегодная география лесных пожаров, за небольшим исключением, меняется очень незначительно. В конце апреля, по многолетним наблюдениям ФБУ «Авиалесоохрана», начинают гореть леса Приморского края, Республики Бурятия, Алтайского, Забайкальского и Хабаровского краёв, а также Оренбургской, Саратовской, Самарской, Астраханской областей. В середине лета основные пожары действуют в регионах Сибири и Дальнего Востока – в лесах Красноярского и Забайкальского краёв, Иркутской области, Республики Саха (Якутия), Амурской, Магаданской и Сахалинской областей. Осенью большая часть пожаров отмечается в Республике Бурятия, Забайкальском, Приморском и Хабаровском краях.

География пожаров в 2011 году соответствовала среднестатистическим наблюдениям, основные пожары действовали в азиатской части России. В целом по стране, по данным дистанционных наблюдений, в 2011 году, по сравнению с предыдущим годом, количество возгораний увеличилось на 14%, по площади пожаров – на 82% (главным образом, за счёт пожаров в труднодоступных районах Сибири и Дальнего Востока).

В зоне активной охраны лесов от пожаров, в соответствии с формой государственного статистического наблюдения № 5-ЛХ, проявилась другая тенденция – количество пожаров снизилось на 43%, а площадь насаждений, пройденных пожарами, практически не изменилась. По состоянию на 1 ноября 2011 года земли, покрытые лесной растительностью, пройденные пожарами, составили 1,6 млн. га, количество возгораний – 19,9 тысяч.

Влияние пожаров 2011 года на состояние насаждений, а также окончательные объёмы гибели

лесов, ещё до конца не оценено, так как подавляющее большинство участков ещё не обследовано.

На конец 2011 года обследовано только 51 % насаждений, пройденных пожарами 2010 года, и 12 % древостоев, повреждённых пожарами 2011 года. По данным субъектов Российской Федерации, площади насаждений, пройденных пожарами 2010 года, снизились на 76 тыс. га, по сравнению с их отчётами прошлого года.

Сокращение этих площадей произошло за счёт уточнения границ пожаров, а также исключения повторов при учётах участков, допущенных при ведении оперативной отчётности 2010 года.

За два года, прошедших после катастрофических пожаров, далеко не всем субъектам Российской Федерации удалось провести лесопатологические обследования всех древостоев, повреждённых огнём. Наиболее активно эти работы велись в Южном, Уральском, Северо-Западном и Центральном федеральных округах (соответственно 89 %, 88 %, 87 % и 78 %).

В некоторых субъектах этих округов обследование горельников закончено полностью, например, в Республике Коми, Владимирской, Воронежской, Московской областях, Чувашской Республике.

Доля обследованных насаждений, пройденных пожарами 2011 года, ещё меньше – всего по России обследовано менее 12 % горельников. В Сибири и на Дальнем Востоке этот показатель не превышает 4 %, в европейской части России, несмотря на небольшие площади пожаров, составляет около 35 %.

По сравнению с 2010 годом, площади насаждений, погибших в 2011 году от пожаров различных лет давности, снизились на 20 % и составили 239,6 тыс. га, в том числе 187,2 тыс. га представлены древостоями с преобладанием хвойных пород.

Причинами гибели древостоев, выявленных в 2011 году, явились пожары 2010 года (177,0 тыс. га), пожары 2011 года (59,5 тыс. га) и пожары прошлых лет (3,1 тыс. га).

Наибольшее влияние на состояние насаждений оказывают верховые пожары. По данным многолетних наблюдений, доля верховых пожаров составляет 9,5%, низовых 90,2%, подземных – 0,3%. Соотношение пожаров – величина непостоянная и зависит от погодных условий каждого конкретного года, а также структуры лесного полога насаждений, где действуют пожары. Наибольшая доля верховых пожаров (25 %) отмечалась в 1999 году, причем 77 % из них действовали в северных районах Хабаровского края и в Камчатской области. Их возникновению способствовали засушливые условия в этих регионах и плотная структура полога насаждений – древостои были представлены насаждениями с участием лиственниц даурской и охотской, а также

кедрового стланика, который облегчал переход низовых пожаров в верховые. Наименьшая доля верховых пожаров была отмечена в 2009 году – 2,5 %.

В анализируемые годы доля верховых пожаров два раза превышала среднее значение: в 1998 и 2010 годах. В 2011 году количество верховых пожаров было в 3,4 раза меньше, чем в 2010 году, и в 2,5 раза ниже среднемноголетних показателей.

Как было отмечено выше, наиболее сложная послепожарная ситуация сложилась в насаждениях Центрального, Приволжского, Уральского, Сибирского федеральных округов и северных районах Дальневосточного округа. Лесничествами субъектов Российской Федерации и филиалами ФБУ «Рослесозащита» были проведены большие работы по обследованию лесов, повреждённых пожарами, однако обследовать горельники 2010-2011 годов полностью не удалось. Тем не менее, за два года насаждения, пройденные пожарами 2010 года, были обследованы на площади 780,9 тыс. га, или 51,1 %, из них в 2011 году – 494,7 тыс. га. Общая гибель лесов от пожаров 2010 года на обследованной площади составила 561,1 тыс. га, в том числе выявлено в 2011 году – 177,1 тыс. га. Однако говорить об окончательных размерах усыхания лесов от пожаров 2010 года ещё не представляется возможным, так как в наиболее пострадавших субъектах, а именно в Рязанской, Нижегородской, Иркутской и Магаданской областях, в Республиках Марий Эл и Мордовия, Забайкальском крае большая часть повреждённых насаждений осталась необследованной.

Из 1,6 млн. га насаждений, повреждённых пожарами 2011 года, обследовано только 137,2 тыс. га, при этом гибель выявлена на 59,5 тыс. га, что составляет 43% от обследованной площади. Основные пожары были выявлены в азиатской части России – Республиках Саха (Якутия) и Бурятия, Красноярском и Забайкальском краях, в Иркутской области, где площади пожаров составляют от 160 до 344 тыс. га (приложение Г). Из регионов европейской части наиболее пострадали насаждения Республики Коми и Архангельской области, где пожарами пройдено соответственно 25,7 и 22,1 тыс. га.

Во всех перечисленных субъектах, как число пожаров, так и их площадь, были значительно выше, чем в 2010 году, что было обусловлено сухими и жаркими погодными условиями, сложившимися в весенне-летний период 2011 года.

Наибольшее увеличение площадей насаждений, пройденных пожарами, отмечено в Республике Саха (Якутия) – в 9,3 раза. Повсеместно преобладали устойчивые низовые пожары высокой и средней интенсивности, доля верховых пожаров лишь в отдельных регионах превышала среднемноголетний показатель (например, в Красноярском крае она превысила 20 %). В связи с высокой горимостью лесов увеличилась и их гибель. Размеры гибели зависели не только от степе-

ни воздействия пожаров на насаждения, от устойчивости пород к воздействию огня, но и от способов учёта погибших древостоев, а также объёмов проведённых обследований в этих древостоях. Например, в Красноярском крае гибель лесов увеличилась в 20 раз (оценена по данным дистанционных наблюдений с наземной верификацией на части площади). В основном погибли спелые сосновые древостои, вышедшие из подсосочки, а также еловые и берёзовые насаждения. В Якутии при 9-кратном увеличении горимости лесов их гибель увеличилась только в два раза, что объясняется как небольшими объёмами наземных обследований (0,7% от повреждённой площади), высокой устойчивостью лиственницы к воздействию огня и структурой этих насаждений, не способствующей переходу низовых пожаров в верховые. В Забайкальском крае, где также не применялись космические снимки, площадь пожаров увеличилась на 80%, гибель лесов при этом снизилась на 34%.

Наиболее оперативно в зоне активной охраны лесов от пожаров обследования повреждённых насаждений были организованы в Республике Коми, где этими работами были охвачены 51,5 % горельников. В Красноярском и Забайкальском краях органами управления лесным хозяйством основное внимание уделялось насаждениям, доступным и экономически выгодным для разработки, где обследовано соответственно 70 и 100% таких участков. Если учитывать все повреждённые насаждения, то доля обследованных древостоев в наиболее повреждённых регионах Сибири и Дальнего Востока не превышает 11,5 %, составляя в среднем 4,5 %.

Погодные условия и почвенно-климатические факторы

По сведениям Росгидромета, климатические условия России в 2011 году были в целом более благоприятные, чем в 2010 году, хотя отчётный год вошел в пять самых теплых лет для России за весь период инструментальных наблюдений. Среднегодовая аномалия температуры составила +1,55°C, превысив показатель 2010 года (0,65°C) и повторив значения температур 2005 года. Более теплыми были рекордный 2007 год (+2,08°C) и следующие за ним 1995 и 2008 гг. (соответственно, +2,05 и +1,86°C).

Из сезонов 2011 года, в целом по России, выделяются экстремально тёплые весна (+2,56°C) и лето (+1,40°C). Весна оказалась второй после 1990 г. (+3,12°C), а лето – третьим, после аномального 2010 года и засушливого 1998 г. (соответственно, +1,78 и +1,45°C). Наибольшие положительные отклонения среднегодовых температур отмечены на севере Восточной Сибири, максимальные – в Таймырском автономном округе (около +5°C). Слабые отрицательные аномалии температуры отмечались в южных районах страны.

Количество осадков, выпавших в целом за год по всей территории России, в 2011 году было близким к норме.

Количество осадков в зимний период, по России в целом, превысило норму. Это произошло, в основном, за счет избытка осадков в большинстве регионов Восточной Сибири и Дальнего Востока. Много осадков выпало также на западе и в центре европейской части России (местами больше 140% нормы). На остальной территории количество осадков было около нормы или незначительно ниже её (на Среднесибирском плоскогорье и на Чукотке).

Зимние холода не оказали отрицательного воздействия на состояние насаждений и не привели к какой-либо заметной гибели зимующих стадий вредителей леса.

Весенний сезон 2011 года был очень теплым на всей территории России. Средняя аномалия температуры весеннего сезона составила $+2,56^{\circ}\text{C}$ (вторая после весны 1990 года с аномалией $+3,12^{\circ}\text{C}$). Экстремально теплой весна была в Дальневосточном, Сибирском и Уральском федеральных округах.

В течение всех весенних месяцев наблюдался значительный избыток осадков на юге Европейской части России, где в отдельных субъектах (например, в Астраханской области и Краснодарском крае) выпало 2-3 месячные нормы. Другие области избытка осадков располагались в бассейнах рек Обь и Индигирка (более 120% нормы) и на западе Амурской области (более 160% нормы). В Западной и Средней Сибири а также на юге Иркутской области и в Республике Бурятия избыток осадков отмечался в начале весны (120-160% нормы). Наряду с избытком осадков, в отдельных регионах азиатской части России отмечался их дефицит. Наибольший дефицит осадков зафиксирован во второй половине весны в Хабаровском крае, Якутии, Забайкальском крае, Амурской области и на Чукотке. Май для Восточной Сибири оказался самым сухим месяцем этого года. Засушливые условия зафиксированы в Саратовской, Самарской областях и южных регионах Сибирского ФО в мае 2011 года.

В условиях недостатка осадков в южных районах Восточной Сибири, в Хабаровском крае и Якутии сложились условия, способствовавшие раннему возникновению пожаров в этих регионах, особенно в Республике Саха (Якутия), Забайкальском и Красноярском краях и Иркутской области.

Теплая весна на южном Урале и в Поволжье способствовала дружному распусканию почек древесных пород, что обеспечило питание гусениц непарного шелкопряда и зелёной дубовой листовёртки, очаги которых действовали на этих территориях.

Лето было теплым практически на всей территории европейской части России и Восточной Сибири к востоку от Енисея. В среднем по территории России сезонная аномалия температуры составила $+1,40^{\circ}\text{C}$. Прохладным летний сезон 2011 года (со слабыми отрицательными аномалиями до $-0,5^{\circ}\text{C}$) был отмечен лишь на территории Западно-Сибирской низменности.

Во многих регионах Северо-Западного, Сибирского и Дальневосточного ФО наблюдались экстремальные сезонные аномалии. Наиболее высокие температуры отмечены в Приамурье, Приморье и Восточной Сибири. В остальных регионах, кроме Западной Сибири, это лето вошло в число семи самых теплых сезонов, начиная с 1936 года.

Летом 2011 года на большей части азиатской территории страны наблюдался избыток осадков. Однако на Дальнем Востоке (Чукотский автономный округ и Амурская область) отмечались обширные области дефицита осадков, где за лето выпало 60-80% их сезонной нормы. На большей территории европейской части России также наблюдался дефицит осадков, местами значительный (в северных районах). В отдельные месяцы наблюдался значительный дефицит осадков в Северо-Западном ФО, отдельных субъектах Центрального округа, северных районах Западной Сибири, в Поволжье (до 20% нормы), в Забайкальском и Алтайском краях, Приамурье и Приморье.

В результате аномально высоких температур и малого количества осадков весь летний период в указанных регионах действовали лесные пожары, влияние которых на состояние насаждений будет продолжаться в течение ближайших 2-3 лет. Кроме того, в некоторых регионах было отмечено непосредственное влияние засухи на состояние насаждений, выражающееся в усыхании молодняков и культур, а также повышении текущего отпада. Наиболее заметно это влияние проявлялось в субъектах, где действие засухи наблюдалось в 2010-2011 годах (Забайкальский край, Астраханская, Волгоградская, Липецкая Ростовская области, Краснодарский край и др.).

Теплое и засушливое лето создало условия для развития второй генерации и нескольких сестринских поколений короеда-типографа в насаждениях Центрального и Приволжского федеральных округов, для дальнейшего распространения инвазивных видов вредителей на территориях Краснодарского края и Республики Адыгея (в первую очередь ильмового пилильщика-зигзага, белоакациевой листовой галлицы и североамериканской цикадки), способствовало увеличению численности вредителей леса, особенно сибирского шелкопряда в Республике Бурятия, Иркутской области, Приморском и Хабаровском краях, а также непарного шелкопряда в Республике Бурятия, Приморском крае, Амурской области и Еврейской автономной области.

Осень 2011 года была теплее обычной практически на всей территории страны, кроме южных районов европейской части России и северных районов Хабаровского края. Самым теплым месяцем осени, в среднем для территории России, был октябрь (аномалия +3,06°C), когда почти вся территория страны находилась в области положительных аномалий температуры. Максимум (до +6,5°C) наблюдался в междуречье Оби и Енисея.

Осень характеризовалась как избытком осадков (от 140 до 300 % нормы) в части территорий

России (в Поволжье, Якутии, на Чукотке, в Хабаровском крае), так и его дефицитом (60-80 %) на юге и востоке Сибирского округа и в западных районах Центрального федерального округа.

Столь длительная и теплая осень позволила полностью развиваться второму поколению короеда-типографа и спуститься на зимовку в подстилку, в связи с этим повысилась вероятность его успешной зимовки. До установления снежного покрова спустились на зимовку и гусеницы сибирского шелкопряда в насаждениях Иркутской области, Республики Бурятия и Алтайского края, что тоже создало предпосылки для дальнейшего развития очагов этого вредителя.

Отчётный 2011 год был более благоприятным с точки зрения опасных природных явлений. По данным МЧС России, на территории России в отчётном году было зарегистрировано 297 опасных природных явлений (ОПЯ), к которым относятся: крупные лесные пожары, засуха, ледяной дождь, ливневые осадки, сильные и ураганные ветра, наводнения, оползни, сухие грозы и пр. Это выше среднемноголетних значений на 13,3% (262 ОПЯ) и ниже значений 2010 года на 36,0 % (467 ОПЯ).

По данным МЧС России, в 2011 году режим чрезвычайной ситуации в связи с почвенно-атмосферной засухой вводился на территории четырех субъектов страны (Республика Бурятия, Забайкальский край, Саратовская, Ивановская области), из-за суховеев и пыльной бури – в Самарской области. Неблагоприятные агрометеорологические условия в связи с сильной почвенной засухой наблюдались на территориях Липецкой и Пензенской областей. В этих субъектах можно ожидать увеличения численности вредителей леса (сибирского и непарного шелкопряда в Бурятии и Забайкалье, вредителей сосны и летне-осеннего экологического комплекса в Саратовской и Самарской областях, короеда-типографа в Ивановской области). Наводнения отмечались в регионах Северного Кавказа, Сибири и Дальнего Востока. Наибольшие последствия наводнений могут проявиться в предгорных районах Чеченской и Кабардино-Балкарской Республик, где в течение долгого промежутка времени пойменные леса оставались затопленными, а также в отдельных горных районах Северного Кавказа, где обильные осадки вызвали селевые потоки.

Опасное маловодье, способное оказать влияние на численность вредителей леса, наблюдалось на реках Томь, Васюган, Бия и Обь в пределах Новосибирской и Томской областей, Алтайского края и Республики Алтай; на реке Амур в пределах Хабаровского края. Низкие отметки уровня воды отмечались в бассейне Волги, что может отрицательно сказаться на устойчивости дубовых насаждений к воздействию негативных факторов.

За последние десятилетие усыхание насаждений от прямого воздействия погодных условий и почвенно-климатических факторов было, как правило, второй-третьей по значимости причиной

гибели лесов. Площади погибших древостоев от этих факторов за данный период варьировали от 11,2 тыс. га в 2001 году до 456,0 тыс. га в 2005.

В 2011 году гибель насаждений под воздействием погодных условий и почвенно-климатических факторов выявлена на площади **103,2 тыс. га**, в том числе 73,5 тыс. га представлены древостоями с преобладанием хвойных пород. Несмотря на снижение размеров гибели в 1,5 раза (по сравнению с 2010 годом), сложившаяся величина усыхания превышает среднеголетний показатель за последние десять лет (91,5 тыс. га) на 12,8%. Необходимо ещё раз подчеркнуть, что гибель насаждений, отражённая в этом разделе, несколько ниже фактической, так как часть площадей, повреждённых ветрами, осталась необследованной.

Влияние данных причин в 2011 году наиболее проявилось в лесах Северо-Западного федерального округа, в которых выявлено усыхание на площади 63,1 тыс. га (61,3% от всех погибших от этих факторов насаждений страны). В древостоях Северо-Западного округа данные причины были также основным фактором усыхания лесов. В насаждениях этого региона отмечены максимальные размеры гибели от воздействия погодных условий и почвенно-климатических факторов – Ленинградская (21,8 тыс. га), Новгородская (11,3 тыс. га) и Вологодская (11,1 тыс. га) области.

Насаждения с нарушенной и утраченной устойчивостью под воздействием погодных условий и почвенно-климатических факторов в 2011 году отмечены на общей площади 3746,0 тыс. га, в том числе гибель – на 103,2 тыс. га (таблица 3.2.3).

Таблица 3.2.3. Сведения о насаждениях с нарушенной и утраченной устойчивостью под воздействием погодных условий и почвенно-климатических факторов за 2011 год (по данным наземных обследований)

Федеральный округ	Площадь насаждений с наличием усыхания, га					В том числе погибшие насаждения, га	
	всего – на конец года	в том числе по степени усыхания, % от запаса				всего – за год	оставшиеся на корню, на конец года
		≤ 4	4,1...10,0	10,1...40	> 40		
Северо-Западный	2947971	6373	756406	737094	1448098	63126	1437365
Центральный	104713	18011	37477	22113	27112	11139	6515
Приволжский	90816	9787	22485	34275	24269	8778	18796
Южный	58776	15926	17476	17730	7644	1801	3563
Северо-Кавказский	14591	3484	3501	6479	1127	511	1028
Уральский	56836	17992	10281	19398	9165	3259	8903
Сибирский	307601	8568	38277	67506	193250	8899	13813
Дальневосточный	164688	7971	12553	128324	15840	5676	5368
Всего	3745992	88112	898456	1032919	1726505	103189	1495351

Максимальные площади насаждений с повышенным текущим отпадом выявлены в

насаждениях Северо-Западного федерального округа на 2948,0 тыс. га (78,7% от всех насаждений, подвергшихся воздействию этих факторов). Незначительное повреждение насаждений, не приведшее к увеличению текущего отпада, отмечено на площади 88,1 тыс. га. Сильное повреждение насаждений, результатом которого явилось повышение размеров отпада, превышающее 40 %, выявлено на площади 1726,5 тыс. га. В этих насаждениях в первую очередь существует большая вероятность дальнейшего развития негативных процессов деградации насаждений.

В 2011 году среди погодных условий и почвенно-климатических факторов особенно выделяется влияние ураганных ветров и засухи 2010 года. Площадь лесов, повреждённых ураганами, оценивалась по данным дистанционных наблюдений и дополнялась данными лесопатологических обследований и лесопатологической таксации (таблица 3.2.4). Состояние насаждений, подверженных влиянию засух, определялось при проведении наземных обследований в течение 2010 и 2011 годов.

Таблица 3.2.4. Сведения о насаждениях, поврежденных ураганными ветрами 2010 года

Федеральный округ	Повреждено ураганными ветрами, га	В том числе обследовано за 2010-2011 гг.		В том числе погибло, га
		га	%	
Северо-Западный	221805,6	188169,8	84,8	136437,6
Центральный	77295,9	61701,9	79,8	24870,6
Приволжский	39544,2	39229,3	99,2	8739,8
Южный	806,7	806,7	100	24,0
Северо-Кавказский	829,9	829,9	100	190,7
Уральский	14764,4	13532,0	91,7	2428,6
Сибирский	7000,5	7000,5	100	2041,1
Дальневосточный	1202,1	1202,1	100	272,5
Всего	363249,3	312472,2	86,0	175004,9

Воздействие ураганных ветров 2010 года отмечено на общей площади 363,2 тыс. га, из них 318,0 тыс. га выявлено путём дешифрирования космических снимков. Остальные участки были обнаружены при проведении наземных обследований, большая часть из них – при уточнении границ повреждения в насаждениях, обнаруженных дистанционными методами. В наибольшей степени ураганами 2010 года были повреждены леса Вологодской (86,5 тыс. га), Новгородской (57,3 тыс. га), Ленинградской (48,4 тыс. га), Ярославской (38,0 тыс. га), Московской (15,3 тыс. га) областей, Республики Коми (25,5 тыс. га) и Удмуртской Республики (18,9 тыс. га).

Наибольшие повреждения ураганными ветрами 2010 года были нанесены лесам Вологодской области, где площадь повреждения составила 86,5 тыс. га. Наземные обследования проведены на всей поврежденной площади, такой большой объём работ удалось провести в результате со-

вместной работы Комитета по лесному хозяйству Департамента лесного комплекса Вологодской области и филиала ФБУ «Рослесозащита» «ЦЗЛ Архангельской области». По данным лесопатологического мониторинга и лесопатологических обследований, гибель насаждений, приведшая к их полному распаду, отмечена на 63,9 тыс. га или 73,9% от общей площади повреждения.

В Ярославской области площадь повреждения лесов в результате ураганов, прошедших в июне 2010 года, составляет 38,0 тыс. га. Наземные обследования проведены на площади 24,1 тыс. га, гибель насаждений отмечена на 12,7 тыс. га. Более всего пострадали леса в Пречистенском (погибло 4,1 тыс. га), Пошехонском (2,2 тыс. га) и Рыбинском (0,8 тыс. га) лесничествах. В наибольшей степени пострадали насаждения с преобладанием березы (38 % от площади усыхания), ели (21 %) и сосны (13 %).

Во всех субъектах, пострадавших от ураганов 2010 года, наземными методами было обследовано 86 % площадей насаждений, повреждённых ураганными ветрами. Наибольшие необследованные площади остались в Курской, Новгородской, Свердловской, Ярославской и Владимирской областях. Обследование этих древостоев будет продолжено в 2012 году.

Воздействие ураганных ветров 2011 года отмечено на общей площади 7,5 тыс. га во многих субъектах Российской Федерации на небольших участках. Повреждённые леса в большинстве случаев, из-за малых размеров участков, не были выявлены на космических снимках. Самые большие повреждения выявлены в Тверской области (1,08 тыс. га) и Республике Северная Осетия (1,11 тыс. га). Все повреждённые участки обнаружены при проведении наземных обследований, при этом гибель выявлена на общей площади 2,26 тыс. га.

В Московской области повреждение ураганными ветрами в течение последних лет наблюдается регулярно и 2011 год не был исключением. Значительные участки леса с наличием ветровала и бурелома в лесах области образовались в 2008-2010 годах. В этот период от сильных и ураганных ветров наиболее пострадали древостои в Московском учебно-опытном, Бородинском, Истринском, Звенигородском и Сергиево-Посадском филиалах ФБУ «Мособллес». В 2011 году незначительные по площади лесные участки с наличием ветровала и бурелома образовались в июне в Воре-Богородском участковом лесничестве. Общая площадь насаждений, пострадавших от воздействия сильных и ураганных ветров разных лет давности составляет 17,3 тыс. га или 63 % от всех древостоев с нарушенной и утраченной устойчивостью, подвергшихся воздействию погодных условий и почвенно-климатических факторов.

Вторым по силе воздействия климатическим фактором, в первую очередь в европейской части России и в южных регионах Сибирского федерального округа (особенно в Забайкальском крае),

является жестокая засуха, действовавшая в вегетационный период 2010 года. Её последствия ещё будут сказываться в 2012-2013 годах в ельниках и березняках средней полосы России, в Приволжье и на юге Урала, а также в культурах и молодняках Южного федерального округа, в насаждениях Алтайского и Забайкальского краёв. Гибель лесов под влиянием засухи отмечена на площади 4,9 тыс. га в 24-х субъектах страны. Основные площади насаждений, усохших от этого фактора, расположены в Забайкальском крае (1717 га), Республике Калмыкия (607 га), Волгоградской (434 га) и Оренбургской (384 га) областях, где засуха отмечалась в течение ряда последних лет.

В Забайкальском крае ослабление и усыхание насаждений вызвано многолетней засухой и наблюдается в лесничествах, расположенных в лесостепной зоне на площади 11,2 тыс. га, гибель отмечена на 1,7 тыс. га. Наиболее сильно воздействию засухи подвержены чистые по составу насаждения березы, лиственницы и тополя, основные погибшие древостои выявлены в Александровском лесничестве.

В Волгоградской области атмосферные и почвенные засухи наблюдаются постоянно в течение ряда последних лет. От воздействия засух ослабление и гибель древостоев наблюдались на площади 8,0 тыс. га на территории 16-ти лесничеств.

В Московской области сильная засуха в июле-августе 2010 года и жаркое лето 2011 года также оказали отрицательное влияние на состояние древесных насаждений субъекта. При ведении лесопатологического мониторинга выявлено 7,4 тыс. га лесных насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью, причиной которой явился дефицит атмосферной и почвенной влажности в вегетационный период. Необходимо отметить, что сочетание воздействия таких факторов, как сильные и ураганные ветра и последующая за ними засуха, способствуют резкому увеличению численности короеда-типографа, что уже отмечено не только в Московской, но и в ряде других областей центральной России и Поволжья.

В декабре 2010 года в ряде регионов Центрального и Приволжского федеральных округов на общей площади около 70 тыс. га выпал «ледяной дождь», вызвавший сильную ожеледь деревьев, что привело к сломам крупных ветвей и вершин, особенно пострадали средневозрастные березняки и сосняки. В наибольшей степени «ледяным дождём» затронуты насаждения Республики Татарстан, Московской, Тверской и Смоленской областей.

Так, ожеледь, вызванная «ледяным дождём», прошедшим в середине декабря над территорией Московской области, и обильные снегопады в январе 2011 года нанесли значительные повреждения, как отдельным деревьям, так и компактным лесным участкам. Наиболее пострадали березовые леса, часть деревьев была сломана, многие – согнуты. Повреждения в местах слома

крупных ветвей способствуют проникновению в стволы микроорганизмов, заражению деревьев возбудителями гнилей и постепенной их гибели. В ряде участков льдом было поломано немало вершин сосен и елей, это может привести не только к остановке нормального роста хвойных деревьев, но и к последующему размножению в сломанных вершинах и крупных ветвях стволовых вредителей, в частности короеда-типографа. Общая площадь насаждений, пострадавших от воздействия снеголомов и ожеледи составляет 8,8 тыс. га или 8,8% от всех древостоев с нарушенной и утраченной устойчивостью, подвергшихся воздействию погодных условий и почвенно-климатических факторов.

Повреждение насекомыми

Дендрофильные насекомые составляют весьма значительную и существенную группу организмов в лесных экосистемах. Они оказывают большое влияние на состояние лесов. За последние десять лет повреждение насаждений насекомыми в период их массового размножения является третьей или четвёртой по значимости причиной усыхания насаждений вслед за лесными пожарами и погодными условиями. За этот период гибель насаждений от этого фактора выявлена на общей площади, превышающей 408,1 тыс. га, что сопоставимо с площадью земель лесного фонда Курской и Липецкой областей вместе взятых.

Повреждения насекомыми приводят к ряду последовательных изменений в лесных сообществах, вызывающих потерю прироста, снижение устойчивости к воздействию неблагоприятных факторов, ослабление, частичное или, значительно реже, полное усыхание древостоя, а также изменение породного состава насаждений.

В последние пять лет влияние насекомых на состояние насаждений значительно сократилось по сравнению с началом 2000-х годов. Это тесно связано со снижением площади очагов массового размножения вредителей в 2006-2008 годах, в первую очередь насекомых, способных вызывать усыхание лесов: сибирского шелкопряда, шелкопряда-монашенки, сосновой совки, короеда-типографа. В отчётном **2011 году**, в связи с новым увеличением численности опасных вредителей, и в первую очередь короеда-типографа в лесах Центрального и Приволжского федеральных округов, гибель лесов, по сравнению с прошлым годом, увеличилась в 3,3 раза и достигла **29,4 тыс. га** (в том числе 29,2 тыс. га хвойных древостоев). Размеры гибели практически достигли среднемноголетнего уровня (на 6% меньше среднемноголетних значений), но сохраняются на 28% ниже среднего значения за последние десять лет (40,8 тыс. га). Общая площадь насаждений с нарушенной и утраченной устойчивостью в очагах массового размножения насекомых-вредителей в 2011 году составила 548,5 тыс. га (таблица 3.2.5).

Размеры гибели насаждений, распавшихся под воздействием насекомых, по сравнению с 2009-2010 годами, существенно увеличились в Центральном, Дальневосточном и Сибирском федеральных округах, небольшое увеличение площадей отмечено в насаждениях Приволжского округа. Интенсивность усыхания лесов (отношение площади погибших насаждений в гектарах к лесопокрытой площади в тыс. га) в 2011 году многократно возросла в Центральном округе. Во всех других регионах, кроме Северо-Кавказского и Южного федеральных округов, этот показатель также увеличился в 2...14 раз, но, в связи с большими площадями, покрытыми лесной растительностью, был значительно ниже, чем в Центральном.

Из групп насекомых, вызвавших усыхание насаждений в 2011 году, наибольший вред причинили стволовые вредители (короеды, усачи, лубоеды). От воздействия ксилофагов выявлена гибель в лесах 32-х регионов страны на площади 16,5 тыс. га. Среди насекомых этой группы отмечены короед-типограф, короеды продолговатый и шестизубчатый, лубоед пальцеходный, большой и малый сосновые лубоеды, дендроктон, а также усачи рода *Monochamus*.

Гибель отмечалась, в основном, в хвойных насаждениях, поэтому в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах, где абсолютно преобладают лиственные породы, усыхание в этих регионах от насекомых-вредителей было минимальным или полностью отсутствовало, как в 2011 году.

Наибольшая площадь усыхания отмечена в очагах короеда-типографа, которые расположены, в основном, в Центральном федеральном округе. Заметное влияние короеда-типографа на состояние насаждений в очагах его массового размножения отмечено на площади 55,6 тыс. га в насаждениях 27-ми субъектов Российской Федерации, усыхание лесов на 15,7 тыс. га в 22-х регионах. Очаги вредителя начали активно формироваться в конце 2010 года в спелых и приспевающих елках в центральных и южных районах европейской части России, ослабленных под воздействием засух, повреждения сильными и ураганными ветрами, весенними и раннелетними пожарами. Засуха 2010 года способствовала увеличению численности короеда-типографа, а повреждение лесов сильными ветрами и весенними пожарами обеспечило вредителя достаточной кормовой базой. В связи с этим сложились условия для резкого увеличения численности типографа. Высокие температуры воздуха и низкая относительная влажность воздуха летнего периода, а также теплая осень 2010 года, способствовали успешному развитию двух основных и нескольких сестринских поколений вредителя, мягкая зима 2010-2011 года – высокой выживаемости зимующих жуков, как в подстилке, так и под корой. В 2011 году погодные условия позволили вредителю успешно развиваться, и уже в начале лета численность популяций достигла такого уровня, что даже

внешне здоровые деревья ели не могли противостоять заселению жуками. В еловых насаждениях целого ряда субъектов Российской Федерации Центрального, Приволжского и Северо-Западного округов наблюдалось усыхание групп и куртин деревьев, заселяемых стволовыми вредителями. В ряде случаев усыхание деревьев происходило столь быстро и внезапно, что цвет хвои не менялся, оставаясь зелёным. При этом уже к концу октября кора на таких деревьях полностью облетала. В практике защиты леса такие деревья называют «зелёным сухостоем». На протяжении 2011 года ситуация в насаждениях Центрального и Приволжского ФО продолжала ухудшаться. В 2012 году она ещё больше обострится в связи с тем, что теплая и продолжительная осень отчётного года позволила подавляющему большинству жуков спуститься на зимовку в подстилку, что положительно скажется на его выживаемости.

Гибель отмечалась, в основном, в хвойных насаждениях, поэтому в Южном и Северо-Кавказском федеральных округах, где абсолютно преобладают лиственные породы, усыхание в этих регионах от насекомых-вредителей было минимальным или полностью отсутствовало, как в 2011 году.

Наибольшая площадь усыхания отмечена в очагах короеда-типографа, которые расположены, в основном, в Центральном федеральном округе. Заметное влияние короеда-типографа на состояние насаждений в очагах его массового размножения отмечено на площади 55,6 тыс. га в насаждениях 27-ми субъектов Российской Федерации, усыхание лесов на 15,7 тыс. га в 22-х регионах. Очаги вредителя начали активно формироваться в конце 2010 года в спелых и приспевающих ельниках в центральных и южных районах европейской части России, ослабленных под воздействием засух, повреждения сильными и ураганскими ветрами, весенними и раннелетними пожарами. Засуха 2010 года способствовала увеличению численности короеда-типографа, а повреждение лесов сильными ветрами и весенними пожарами обеспечило вредителя достаточной кормовой базой. В связи с этим сложились условия для резкого увеличения численности типографа. Высокие температуры воздуха и низкая относительная влажность воздуха летнего периода, а также теплая осень 2010 года, способствовали успешному развитию двух основных и нескольких сестринских поколений вредителя, мягкая зима 2010-2011 года – высокой выживаемости зимующих жуков, как в подстилке, так и под корой. В 2011 году погодные условия позволили вредителю успешно развиваться, и уже в начале лета численность популяций достигла такого уровня, что даже внешне здоровые деревья ели не могли противостоять заселению жуками.

Таблица 3.2.5. Сведения о насаждениях с нарушенной и утраченной устойчивостью под воздействием насекомых-вредителей за 2011 год (по данным наземных обследований)

Федеральный округ	Площадь насаждений с наличием усыхания, га	В том числе погибшие насаждения, га
-------------------	--	-------------------------------------

	всего – на ко- нец года	в том числе по степени усыхания, % от запаса				всего – за год	оставшиеся на корню, на конец года
		≤ 4	4,1...10,0	10,1...40, 0	> 40		
Хвоегрызущие вредители							
Северо-Западный	6	-	-	-	6	-	-
Центральный	9177	4501	2051	1674	951	11	150
Приволжский	1889	1669	95	125	-	-	-
Южный	23912	21466	2119	235	92	-	5
Северо-Кавказский	-	-	-	-	-	-	-
Уральский	2089	2016	53	20	-	-	-
Сибирский	53680	11048	5904	19032	17696	5994	12228
Дальневосточный	64337	35675	13385	6370	8907	6549	3181
Итого	155090	76375	23607	27456	27652	12554	15564
Листогрызущие вредители							
Северо-Западный	-	-	-	-	-	-	-
Центральный	1849	1160	637	51	1	-	-
Приволжский	51248	10165	11743	13965	15375	-	-
Южный	13503	8550	1783	3140	30	-	-
Северо-Кавказский	24500	18592	4926	906	76	-	-
Уральский	29419	24000	4414	977	28	152	28
Сибирский	820	25	161	416	218	-	-
Дальневосточный	1829	423	1303	103	-	-	-
Итого	123168	62915	24967	19558	15728	152	28
Иные группы вредителей леса							
Северо-Западный	1723	30	277	461	955	133	904
Центральный	37273	2421	8346	10933	15573	14080	12836
Приволжский	17521	4211	4376	7214	1720	1349	1659
Южный	606	408	13	36	149	-	110
Северо-Кавказский	83	-	-	29	54	-	54
Уральский	1659	281	67	950	361	48	191
Сибирский	209321	2712	50931	102112	53566	741	13954
Дальневосточный	2022	-	66	497	1459	361	205
Итого	270208	10063	64076	122232	73837	16712	29913
Всего	548466	149353	112650	169246	117217	29418	45505

В еловых насаждениях целого ряда субъектов Российской Федерации Центрального, Приволжского и Северо-Западного округов наблюдалось усыхание групп и куртин деревьев, заселяемых стволовыми вредителями. В ряде случаев усыхание деревьев происходило столь быстро и внезапно, что цвет хвои не менялся, оставаясь зелёным. При этом уже к концу октября кора на таких деревьях полностью облетала. В практике защиты леса такие деревья называют «зелёным сухостоем». На протяжении 2011 года ситуация в насаждениях Центрального и Приволжского ФО продолжала ухудшаться. В 2012 году она ещё больше обострится в связи с тем, что теплая и продолжительная осень отчётного года позволила подавляющему большинству жуков спуститься на зимовку в подстилку, что положительно скажется на его

выживаемости.

Формирование очагов короеда-типографа в течение 2011 года наблюдалось одновременно во многих регионах Центрального, Северо-Западного и Приволжского федеральных округов. Очаги выявлялись, в основном, при проведении наземных обследований. Например, в Республике Коми формирующиеся очаги вредителя были обнаружены при проведении лесопатологической таксации, их общая площадь составила 1,9 тыс. га. Многочисленные микроочаги вредителя (площадью 0,1...0,3 га) были отмечены в Архангельской, Ленинградской, Псковской, Брянской, Калужской, Тверской, Тульской, Смоленской областях, Удмуртской Республике, Пермском крае и ряде других субъектов России при проведении лесопатологических обследований и лесопатологической таксации.

В Московской области очаги короеда-типографа в течение 2011 года возросли в 8,9 раза (с 2034 га до 18026 га). Космические снимки высокого разрешения позволили отследить динамику гибели насаждений в очагах типографа. В начале лета появляются многочисленные небольшие куртины сухих елей, погибших в результате их заселения перезимовавшими жуками короеда-типографа. Усыхание приурочено, как правило, к опушкам, вырубкам, южным стенам леса и, особенно, к буреломным и ветровальным насаждениям. Отмечались случаи возобновления усыхания насаждений в участках, где действовали очаги типографа в начале 2000 годов. К сентябрю месяцу близко расположенные куртины зачастую сливались вследствие скоротечной гибели деревьев в межкуртинном пространстве из-за их повреждения вторым поколением вредителя. В результате площадь усыхания многократно увеличивалась.

Подобные процессы наблюдались и в других регионах европейской части России.

Нарушение устойчивости насаждений под воздействием хвоегрызущих вредителей отмечено на общей площади 155,1 тыс. га, гибель – на 12,6 тыс. га. Основные площади ослабления (118,0 тыс. га) и почти весь объём усыхания от этих факторов выявлен в лесах Сибирского и Дальневосточного федеральных округов. В насаждениях, заселённых сибирским шелкопрядом, вред от которого был максимальным по сравнению с другими насекомыми этой группы, заметное влияние на состояние насаждений отмечено на площади 78,9 тыс. га, что составляет 42,1% от площади очагов вредителя. Гибель древостоев выявлена на 12,3 тыс. га.

Значительная часть площадей погибших лесов расположена в недоступных или труднодоступных участках Восточной Сибири (Иркутская область и Республика Бурятия). Погибшие участки были выявлены в июле 2011 года при дешифрировании космоснимков, сделанных на участки Черемховского и Усольского лесничеств Иркутской области, где специалистами ЦЗЛ Иркутской области в 2008-2010 годах отмечали сначала формирующиеся, а

затем и действующие очаги сибирского шелкопряда. Гибель насаждений была выявлена на границе Иркутской области и Республики Бурятия. Сразу после обнаружения на снимках погибших насаждений, в эти участки были направлены группы лесопатологов из филиалов ФБУ «Рослесозащита» «ЦЗЛ Иркутской области» и «ЦЗЛ Республики Бурятия» для проведения наземных обследований насаждений и верификации данных дешифрирования. Было подтверждено, что гибель темнохвойных лесов и кедровых насаждений орехопромысловой зоны вызвана повреждением сибирским шелкопрядом. Значительная гибель от шелкопряда (более 5 тыс. га) выявлена в темнохвойных лесах Сахалинской области. И в том, и в другом случае гибель насаждений не удалось предотвратить, так как не были своевременно проведены мероприятия по локализации и ликвидации очагов вредителя. В Сахалинской области обработка насаждений в очаге сибирского шелкопряда была невозможна в связи с тем, что очаг располагался в недоступных для автотранспорта участках в насаждениях, относящихся к водоохранным зонам, где применение авиации запрещено в соответствии с требованиями действующих нормативно-правовых актов. Разработать погибшие насаждения также не представляется возможным в связи с недоступностью участков. Органы лесного хозяйства Сахалинской области и филиал ФБУ «Рослесозащита» в настоящее время могут только регистрировать факт гибели древостоя. Необходимо внести изменения в нормативно-правовые документы, снимающие запреты на проведение мероприятий по локализации и ликвидации очагов вредных организмов в наиболее ценных лесах – в водоохранных и зелёных зонах.

В Иркутской области из-за отсутствия финансирования в 2009-2010 годах меры по локализации и ликвидации очагов вредителя проведены не были, в 2011 году их площадь была недостаточна для предотвращения распространения вредителя. Кроме того, оптимальные сроки проведения мероприятий были упущены и обработки велись по старшим возрастам гусениц и, частично, куколкам. Всё это позволило развиваться крупным очагам сибирского шелкопряда, которые действовали в кедровых и темнохвойных лесах области и примыкающих насаждений Республики Бурятия.

Кроме сибирского шелкопряда, влияние на состояние хвойных насаждений оказывали сосновые пилильщики. Гибели насаждений в очагах их массового развития отмечено не было, однако в некоторых участках неоднократные повреждения вредителями привели к ослаблению насаждений. Например, в 6-ти субъектах Российской Федерации в очагах рыжего соснового пилильщика насаждения с нарушенной устойчивостью выявлены на площади 29,1 тыс. га, что составляет 53% от площади очагов его массового размножения. Основные участки расположены в Ростовской (22,9 тыс. га) и Воронежской (3,6 тыс. га) областях.

Влияние листогрызущих вредителей отмечено в насаждениях 22-х субъектов Российской

Федерации на площади 123,2 тыс. га, усыхание – в двух регионах на 152 га. Основные площади ослабления (93,6 тыс. га) и весь объём усыхания отмечены в очагах непарного шелкопряда. Наибольшая гибель насаждений в очагах этого вредителя отмечена в Челябинской области.

Болезни леса

В последние четыре года болезни леса были третьей по значимости причиной усыхания лесов страны после воздействий лесных пожаров и неблагоприятных почвенно-климатических факторов. За последнее десятилетие объёмы гибели лесов от болезней леса колебались в пределах от 7,2 тыс. га в 2001 году до 31,3 тыс. га в 2006 году. С начала 2000-х годов наблюдается ежегодное увеличение площади насаждений, погибших от болезней леса. Этот рост объясняется не только увеличением влияния болезней на состояние лесов в связи с их общим старением, что подтверждается данными Государственного лесного реестра, но и увеличением объёмов целенаправленных лесопатологических обследований, проводимых в насаждениях, где прогнозируется развитие болезней.

В основном эти обследования ведутся в освоенных лесах с целью назначения санитарно-оздоровительных мероприятий.

На величину отпада в очагах болезней леса в значительной степени влияет агрессивность возбудителей болезней, связанная с погодными условиями года. Засуха, наблюдавшаяся в предыдущем году, снижает устойчивость древесных пород к воздействию неблагоприятных факторов, в результате повышается восприимчивость деревьев к некрозно-раковым болезням, особенно из рода *Citospora*. Повреждение деревьев сильным ветром, градом, ожеледью, повышает вероятность заражения насаждения возбудителями стволовых гнилей. Механические повреждения, наносимые при проведении рубок и строительстве различных объектов в лесу, массовое размножение стволовых вредителей также способствует развитию очагов болезней леса.

Величина усыхания древостоев в очагах болезней леса в **2011 году** увеличилась на 17,2% по сравнению с 2010 годом, и была в 1,8 раза больше среднееголетних значений гибели за последние десять лет (18,4 тыс. га). От поражения болезнями леса погибли насаждения на площади **32,6 тыс. га** (в том числе 25,7 тыс. га хвойных пород). Гибель от этих факторов выявлена во всех федеральных округах в лесах 52-х субъектов страны от Калининградской области до Хабаровского края. Максимальные объёмы усыхания от болезней зарегистрированы в лесах Сибирского и Дальневосточного федеральных округов – 14,5 тыс. га и 8,0 тыс. га, или, соответственно, 44,2 и 24,3 % всей гибели от этих факторов по стране.

Следует отметить, что в древостоях 8-ми субъектов болезни леса были основной причиной усыхания насаждений в 2011 году.

Наибольшей вредоносностью среди болезней, влияющих на состояние насаждений, являются комлевые и стволовые гнили, вызываемые различными видами трутовых грибов. От этих заболеваний в 2011 году выявлено усыхание лесов на площади 22,1 тыс. га (более 67 % от всей гибели от данных факторов). Одной из широко распространённых болезней леса, способной вызывать гибель насаждений, является корневая губка. От поражения этим патогеном отмечена гибель лесов на 6,1 тыс. га (около 19% от всего объема усыхания) в насаждениях 31-го субъекта Российской Федерации от Ленинградской до Томской области.

В 2011 году насаждения с нарушенной и утраченной устойчивостью от поражения болезнями леса отмечены на общей площади 767,0 тыс. га. Наибольшие из них зарегистрированы в Сибирском (239,1 тыс. га) и Центральном (227,8 тыс. га) федеральных округах. Отпад до 5% отмечен на площади 124,9 тыс. га, повышенный отпад до 10 % – на 259,9 тыс. га, отпад в пределах 10.1...40 % – на 293,1 тыс. га, на площади 89,1 тыс. га степень усыхания составляет более 40 %.

Дикие животные

Гибель насаждений от повреждений дикими животными в **2011 году** выявлена на площади 55 га (в том числе 46 га хвойных пород). По сравнению с 2010 годом, объемы усыхания практически не изменились, гибель насаждений отмечена в лесах шести субъектов страны.

Незначительные объемы гибели лесов от повреждения дикими животными в последние годы связаны с сокращением их численности, а также с уменьшением объемов лесокультурных работ. Хозяйственно ощутимый вред насаждениям и, как следствие этого, усыхание лесов от воздействия диких животных, выявляются, как правило, в молодняках и лесных культурах.

Вместе с тем, в некоторых регионах заметно увеличилось воздействие на леса бобров, что вызвано увеличением их численности и активным строительством плотин, которые нарушают гидрологический режим лесных участков.

При проведении обследований лесов Московской области, в 2011 году насаждения, поврежденные бобрами и лосями, были выявлены на общей площади 492 га в восьми лесничествах области. Повреждение насаждений бобрами отмечены, в основном, в насаждениях, произрастающие вдоль мелиоративных каналов, которые были созданы в послевоенные годы для улучшения условий ведения лесного хозяйства и увеличения прироста древесины. Активная строительная деятельность бобров привела к затоплению и постепенному ослаблению, захламлению и, в отдельных участках, к усыханию этих лесов. Общий отпад в древостоях, причиной повреждения которых является жизнедеятельность бобров, составляет в среднем 78,0%.

Большой вред лесным насаждениям наносят лоси. Обычно животные повреждают молодняки и средневозрастные древостои, обгрызая в зимний период кору и побеги деревьев. В большей степени ослабляются хвойные молодняки (ель и сосна), в меньшей – ольха черная.

От их воздействия образуются раны на стволах деревьев, которые приводят к их деформации, повышают вероятность слома стволов в результате сильных ветров, уменьшают выход деловой древесины и нередко приводят к гибели части насаждений. Повреждения стволов лосем довольно распространенное явление в лесничествах Ярославской области. Наблюдения показывают, что уже через два года 80...100% деревьев с повреждениями стволов поражаются древоразрушающими грибами и через 5...7 лет размеры гнилей достигают 4...5 метров, что снижает товарность древесины и устойчивость деревьев. В 2011 году ослабление лесов области под воздействием лосей в этом регионе выявлено на 312 га в 10-ти лесничествах, в двух из них (Большесельском и Любимском) отмечена гибель насаждений на площади 13 и 4 га соответственно.

Насаждения с нарушенной и утраченной устойчивостью от повреждений дикими животными в лесах страны отмечены на площади 2875 га. Отпад до 5% отмечен на площади 612 га в древостоях 11-ти субъектов страны. Повышенный отпад до 10% – на 1337 га, отпад в пределах 10,1...40 % – на 366 га, на площади 560 га степень усыхания составляет более 40 %, в том числе в насаждениях Московской области 182 га.

Антропогенные факторы

Одним из факторов негативного влияния на состояние насаждений является хозяйственная деятельность человека, связанная с непосредственными работами в лесу (различные виды рубок, подсочка) и с развитием промышленной инфраструктуры (загрязнение атмосферы и почвы при работе заводов и фабрик, строительство, прокладка дорог и т.п.). Начиная с 90-х годов прошлого века, влияние этих факторов заметно снизилось, что связано как с сокращением промышленного производства, так и с совершенствованием очистительных систем предприятий. Насаждения, погибшие от антропогенных факторов (от воздействия промышленных выбросов), на больших площадях (159,5 тыс. га), в последний раз были выявлены в 2001 году при проведении экспедиционных лесопатологических обследований лесов Таймырского автономного округа специалистами ФБУ «Рослесозащита».

В 2011 году от воздействия антропогенных факторов, в том числе от промышленных выбросов погибло 3,1 тыс. га лесов (в том числе 3,0 тыс. га хвойных пород). Объемы усыхания насаждений снизились на 0,7 тыс. га по сравнению с 2010 годом. Величина усыхания от воздействия антропогенных факторов в 2011 году в 6,7 раза меньше средних значений за последние 10 лет

(20,7 тыс. га).

Гибель лесов от воздействия этих причин выявлены в 22-х субъектах страны. Свыше 72% этих древостоев находятся в Иркутской области (2,2 тыс. га). Насаждения с нарушенной и утраченной устойчивостью от воздействия антропогенных факторов отмечены на площади 119,5 тыс. га в лесах 59-ти субъектов страны от Республики Карелия до Еврейской автономной области. Отпад до 4% отмечен на площади 40,6 тыс. га, повышенный отпад до 10% – на 35,6 тыс. га, отпад в пределах 10.1...40 % – на 28,7 тыс. га, на площади 14,6 тыс. га степень усыхания составляет более 40 %.

В лесах Иркутской области основными причинами ослабления и гибели лесов от воздействия антропогенных факторов являются: повреждения при сборе орехов, нарушения технологии подсочки, механические повреждения стволов, самовольные рубки, загрязнение промышленными выбросами, воздействия транспорта. Насаждения с нарушенной и утраченной устойчивостью по этим причинам, по данным филиала ФБУ «Рослесозащита» «ЦЗЛ Иркутской области», выявлены в 25-ти лесничествах на общей площади 34,6 тыс. га. Гибель лесов под воздействием антропогенных факторов в 2011 году отмечена на площади 2226 га, в том числе от промышленных выбросов – 5 га.

4. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ

4.1. Фоновые уровни загрязняющих веществ по данным сети СКФМ

Тяжелые металлы

Фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства фоновых районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы, и составило для ртути 0,02-2,4 мкг/л, свинца 0.7-3.5 мкг/л, кадмия – не более 0.5 мкг/л. На Азиатской территории России фоновые концентрации тяжелых металлов, как правило, ниже, чем на ЕТР. В Астраханском БЗ концентрации кадмия в большинстве случаев превышали концентрации свинца, достигая в среднем за год 6,4 мкг/л, а максимальная концентрация кадмия обнаружены в отдельных пробах из Волжско-Камского БЗ - 17,35 мкг/л (табл. 4.1.1).

Пестициды и ПАУ

Концентрации р,р-ДДТ и суммы изомеров ДДТ в поверхностных водах большинства фоновых территорий не превышали 200 и 270 нг/л соответственно. Концентрации ДДТ и γ -ГХЦГ в большей части проб были близки к пределам обнаружения изомеров.

Содержание бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах заповедников, как и в прошлые годы, составило от уровня ниже предела обнаружения до 1,7 нг/л (табл. 4.1.1).

Фоновое содержание тяжелых металлов, пестицидов, ПАУ в поверхностных водах по данным сети СКФМ, в течение последних 10-лет сохраняется стабильным.

Таблица 4.1.1. 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		г-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2011г	Диапазон	2011 г	Диапазон	2011 г	Диапазон	2011 г	Диапазон	2011 г	Диапазон	2011 г
Кавказский БЗ	1982-2011	0,2-16,0	3,5	0,03-1,0	0,04	0,03-1,4	0,73	0,05-8,9	1,67		102	нпо-27	нпо
Приокско-Террасный БЗ	1987-2011	0,04-39,4	3,1	0,03-3,5	0,34	0,03-8,7	0,29	0,05-12,9	1,3		161	нпо-33,2	2,1
Баргузинский БЗ	1982-2008	0,2-7,4	1,7*	0,01-1,5	0,09*	0,01-9,7	1,03*	0,05-16,3	1,0*			нпо-2,8	1,9*
Астраханский БЗ	1988-2011	0,2-128,0	2,1	0,04-90,8	6,4	0,03-74	2,4	нпо-11,7	1,0		219	нпо-63,5	нпо
Воронежский БЗ	1990-2011	0,5-50	1,2	0,01-4,6	0,10	0,003-1,0	0,78	0,05-5,6	0,8*		нпо	нпо-8,8	нпо
Яйлю	2002-2011	0,3-3,6	1,3	0,03-0,7	0,05	0,01-0,08	0,02	0,2-3,6	0,85		185	нпо-12,5	12,5
Смоленское по-озерье	2009-2011	0,3-6,0	1,1	0,03-0,67	0,13	0,01-3,5	0,13	0,4-0,8	0,66	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	2011		0,71		17,35		0,42		нпо		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

4.2. Данные станций гидрохимических наблюдений

При оценке качества поверхностных вод используются следующие классы: 1 класс – «условно чистая»; 2 класс – «слабо загрязненная»; 3 класс – «загрязненная» (разряд «а» - загрязненная, разряд «б» - очень загрязненная); 4 класс – «грязная» (разряд «а» - грязная, разряд «б» - грязная, разряд «в» - очень грязная, разряд «г» - очень грязная); 5 класс – «экстремально грязная».

Бассейн Азовского моря

Река Дон. Река Дон г. Данков, г. Лебедянь, г. Задонск. В 2011 г. вода р. Дон характеризовалась: выше г. Данков и г. Задонск - 3-м классом качества, разряда «а», выше г. Лебедянь – 3-м классом качества, разряда «б». Качество воды у этих створов в течение десятилетий практически не меняется, незначительно улучшаясь или ухудшаясь в отдельные годы. Так, в 2011 г. изменение разряда «б» на разряд «а» в пределах 3-го класса качества отмечалось в створе выше г. Данков. В 2011 г., среднегодовое содержание основных загрязняющих веществ было в пределах величин ПДК или незначительно их превышало. По-прежнему среднегодовое содержание соединений цинка, нитратного азота, сульфатов, хлоридов, фосфатов, соединений меди (выше гг. Данков и Задонск) было ниже нормативов. Фенолы, соединения никеля и АСПАВ в воде не обнаруживали; для всех этих створов характерной, но низкого уровня (среднегодовая концентрация в пределах 1 ПДК) была загрязненность воды легкоокисляемыми (по БПК₅) и трудноокисляемыми (по ХПК) органическими веществами, в отдельных створах к ним добавлялись соединения железа, нефтепродукты. В 2011 г. наблюдалась тенденция снижения повторяемости случаев превышения ПДК нитритного азота (за исключением створа выше г. Задонск) и увеличения – соединений железа до 12 - 25 % и 38-62 % соответственно.

На рисунке 4.2.1 показано изменение в многолетнем плане среднегодовых концентраций главных ионов и загрязняющих веществ в фоновом створе р.Дон, г. Данков. Как содержание в воде реки групповых показателей (легко- и трудноокисляемых органических веществ), минерализации и ее отдельных составляющих (магния, хлоридов, сульфатов), так и показателей, относящихся к загрязняющим веществам (соединений железа, аммонийного и нитритного азота) в межгодовой динамике практически не меняется. Среднегодовое содержание в воде аммонийного и нитритного азота значительно ниже ПДК, соединений железа в отдельные годы незначительно превышало ПДК с тенденцией к снижению в многолетнем плане. Среднегодовое содержание органических веществ и минерализации стабильно. Отмечается незначительный рост сульфатных ионов.

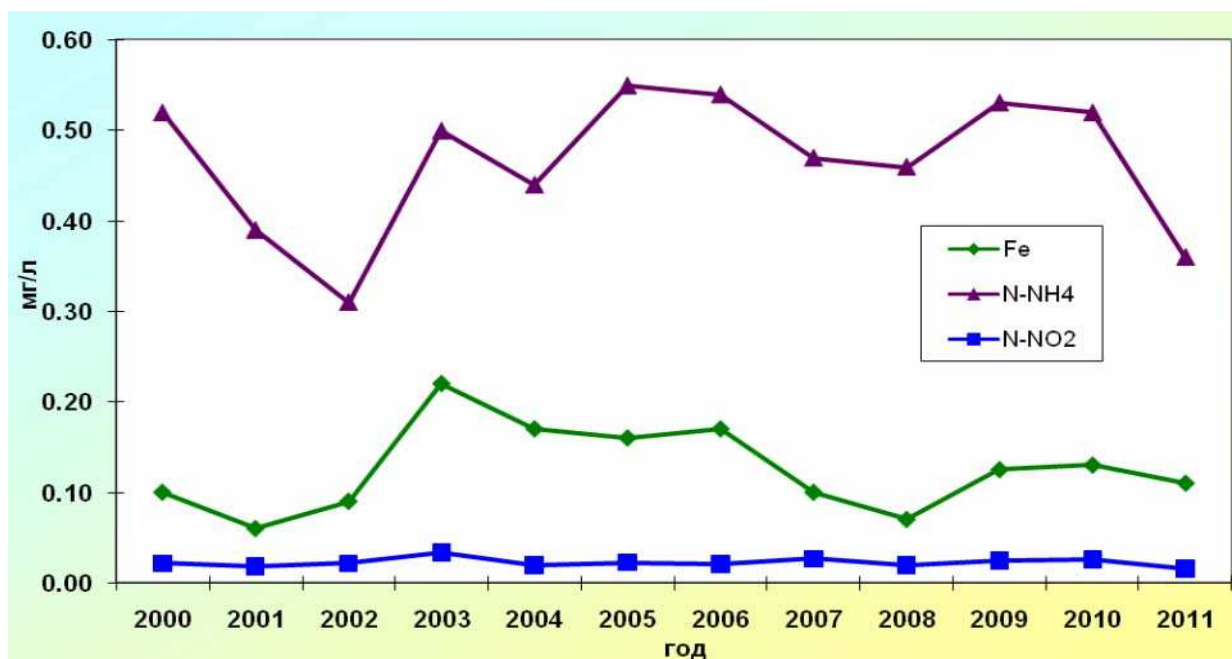
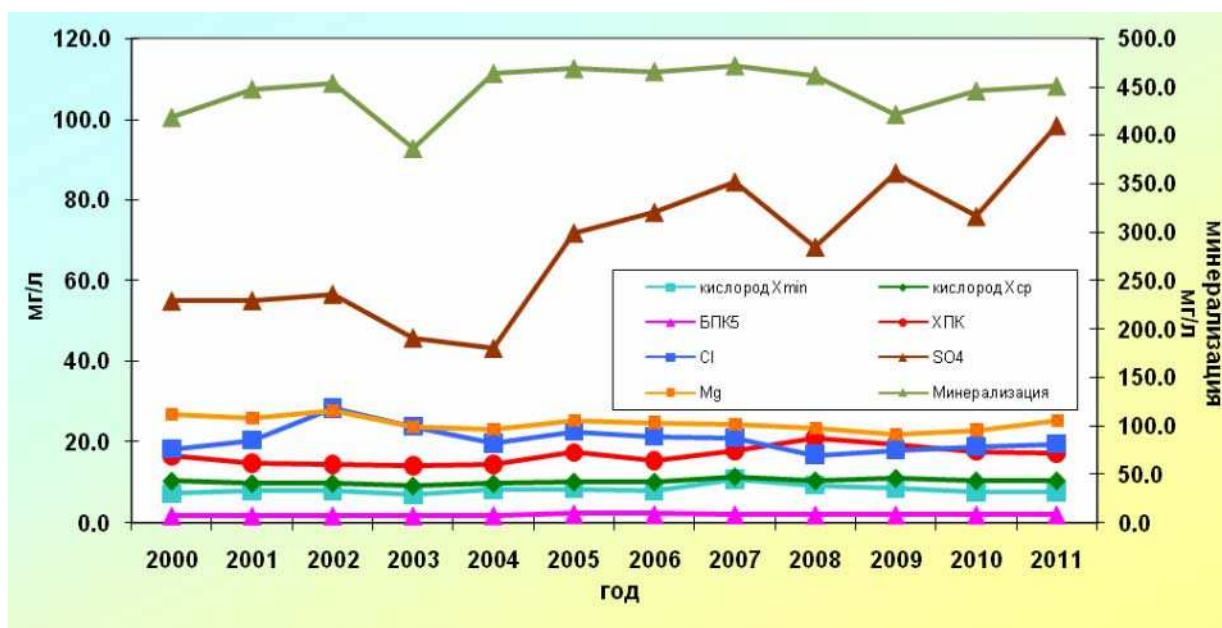


Рис. 4.2.1. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р.Дон, г.Данков за многолетний период

В 2011 г. качество воды р. Дон ниже гг. Данков, Лебедянь, Задонск изменилось на 1 разряд в сторону улучшения и характеризовалось 3-м классом в основном разряда «б», ниже г. Задонск - разряда «а», вода оценивалась как «очень загрязненная» и «загрязненная». Среднегодовые концентрации превышали ПДК: соединений меди в 2 раза - ниже г. Данков и г. Лебедянь, нефтепродуктов - в 2 раза ниже г. Лебедянь при повторяемости случаев превышения ПДК 88-62 %, 62 % соответственно. Ниже г. Задонск среднегодовые концентрации основных

загрязняющих веществ были в пределах или незначительно превышали ПДК. Наиболее высокие разовые концентрации фиксировали по соединениям меди – 4 ПДК.

Река Ворона, г. Уварово. В 2011 г. наблюдалось некоторое улучшение качества воды р. Ворона в створах г. Уварово. В результате уменьшения количеств загрязняющих веществ от 5 и 6 до 3 и 5 из 13, используемых для расчета комплексной оценки загрязненности воды и снижения числа случаев превышения ПДК по легкоокисляемым органическим веществам (по БПК₅), нитритному азоту, фосфатам, соединениям железа до 0-29 %, в обоих створах и по трудноокисляемым органическим веществам (по ХПК), аммонийному азоту до 0 % - в черте г. Уварово, уменьшились значения УКИЗВ от 1,68 и 2,55 до 0,74 и 1,81 и изменился класс качества воды со 2-го на 1-й – в черте г. Уварово и с 3-го, разряда «а» на 2-й – ниже г. Уварово, вода при этом оценивалась соответственно как «условно чистая» и «слабо загрязненная». Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ были в основном ниже или в пределах ПДК, максимальные превышали ПДК только по соединениям железа в 2-3 раза, в створе ниже г. Уварово - по нефтепродуктам в 2 раза.

Некоторое ухудшение качества воды р. Ворона наблюдалось в черте г. Борисоглебск, где возросло содержание соединений меди и железа: максимальное от 0 и 1 ПДК до 3 и 2,5 ПДК и среднегодовое от 0 и 1 ПДК до 2 ПДК. Повторяемость случаев превышения ПДК увеличилась от 0 и 40 % до 60 %. Количество загрязняющих веществ в 2011 г. составляло 5 (в 2010 г. - 4) из 12, используемых в комплексной оценке. В результате возросло значение УКИЗВ от 1,37 до 2,40 и изменился класс качества воды со 2-го на 3-й, разряда «а». вода реки в этом створе оценивалась как «загрязненная». Средняя минерализация воды реки на участке г. Уварово – г. Борисоглебск мало изменилась по сравнению с 2008-2010 гг. и составляла 468-606 мг/л, максимальная не превышала 486-650 мг/л. Режим растворенного в воде кислорода был удовлетворительным, минимальная концентрация не снижалась ниже 5,56 мг/л (в створе ниже г. Уварово)

Река Савала. В 2011 г. качество воды р. Савала в обоих створах г. Жердевка изменилось на 1 разряд в сторону улучшения и характеризовалось 2-м классом – выше города и 3-м классом разряда «а» - ниже города (3 класс, разряды «а» и «б» в 2010 г.). Значения УКИЗВ снизились от 2,02 и 3,34 до 1,84 и 2,84. В 2011 г. отмечалось снижение числа случаев превышения ПДК легкоокисляемыми (по БПК₅) и трудноокисляемыми (по ХПК) органическими веществами, нитритным азотом и фосфатами (до 29, 43, 14 и 14 %) в створе выше г. Жердевка. Концентрации загрязняющих веществ были в основном в пределах 1 ПДК, за исключением трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), максимальная концентрация которых фиксировалась на уров-

не 2 ПДК.

В р. Савала ниже г. Жердевка в 2011 г. наблюдалась тенденция снижения загрязненности воды легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) и фосфатами, повторяемость случаев превышения ПДК которыми снизилась от 86 и 57 % до 43 и 29 %, максимальные концентрации не превышали 1,5-2 ПДК. Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ были в пределах 1 ПДК, за исключением трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) – 1,5 ПДК, максимальные не превышали 2 ПДК. Характерной, но низкого уровня осталась загрязненность воды трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК), нефтепродуктами и аммонийным азотом, повторяемость случаев превышения ПДК которыми составляла в 2011 г. 100, 100 и 57 %. Загрязненность воды соединениями железа из устойчивой перешла в характерную, повторяемость случаев превышения ПДК, которыми возросла от 43 до 100 %. Минерализация воды р. Савала мало изменилась и составляла 515-549 мг/л в среднем, максимальные значения были в пределах 561-574 мг/л. Режим растворенного в воде кислорода был удовлетворительным, минимальная концентрация не снижалась ниже 4,84 мг/л (в створе ниже г. Жердевка).

Вода ряда притоков верхнего течения Дона – р. Лесной Воронеж (ниже г. Мичуринск), р. Битюг (3 км к В от р.п. Анна) характеризовалась как «слабо загрязненная» (2 класс качества), р. Лесной Воронеж, (выше г. Мичуринск) – как «условно чистая» (1-й класс качества).

Река Северский Донец, с. Беломестное. В 2011 г. в результате увеличения значений УКИЗВ от 2,61 до 3,10 и коэффициента комплексности загрязненности воды от 21,8 до 28,0 % в среднем изменился разряд «а» на «б» в пределах 3-го класса качества. Вода р. Северский Донец у с. Беломестное в 2011 г. оценивалась как «очень загрязненная». Количество загрязняющих веществ возросло от 7 до 9 из 15, учтенных в комплексной оценке качества воды. Критический уровень загрязненности воды по-прежнему достигался по соединениям марганца, среднегодовая и максимальная концентрация которых мало изменилась и составляла 10 и 21 ПДК, но возросла повторяемость случаев превышения ПДК от 77 до 92 %. Среднегодовое содержание остальных загрязняющих веществ мало изменилось и по-прежнему было ниже или в пределах 1 ПДК, максимальное не превышало: трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) – 2,5 ПДК, нефтепродуктов, нитритного азота, сульфатов – 2 ПДК, соединений меди – 3 ПДК, соединений железа – 4 ПДК. Отмечался некоторый рост числа случаев превышения ПДК трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК) до 62 %, нефтепродуктами до 31 %, соединениями меди до 15 %, соединениями железа до 38 %. Минимальное содержание растворенного в воде кислорода было ниже чем в 2010 г. и составляло 4,48 мг/л.

Бассейн Баренцева моря.

Река Пинега, с. Кулогоры. В 2011 г. качество воды реки, как и в предыдущие годы, определялось природным фоном. В 2011 г. возросло количество загрязняющих веществ от 5 до 7 из 14, учтенных в комплексной оценке. Значение УКИЗВ увеличилось от 2,18 до 3,12 в результате изменился разряд «а» на разряд «б» в пределах 3-го класса качества. Вода реки в этом пункте оценивалась как «очень загрязненная». К характерным загрязняющим веществам воды реки в 2011 г. относились соединения железа, меди, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) среднегодовые (максимальные концентрации) которых остались на уровне 2010 г. и составляли 2 ПДК (4, 3 и 3 ПДК) при повторяемости случаев превышения ПДК 71-100 %. Среднегодовые концентрации остальных загрязняющих веществ были ниже или в пределах 1 ПДК. Возросла максимальная концентрация соединений цинка до 4 ПДК и нефтепродуктов до 5 ПДК. Минимальное содержание растворенного в воде кислорода не снижалась ниже 4,00 мг/л.

Бассейн Карского моря

Притоки озера Байкал

Гидрохимические наблюдения в 2011 г. традиционно проводились на устьевых участках 10 рек, выбранных в качестве фоновых. Качество воды 5 рек (Бугульдейка, Большая Сухая, Мантуриха, Выдриная, Хара-Мурин) улучшилось от «загрязненной» до «слабо загрязненной», либо от «слабо загрязненной» до «условно чистой». В остальных реках вода как и в предыдущем году соответствовала 2 классу («слабо загрязненная»). Превышение ПДК в воде байкальских рек наблюдалась, в основном по соединениям меди, фенолам; в воде некоторых рек: Мантуриха, Мысовка – соединениям железа, Сарма, Голоустная, Утулик – трудноокисляемым органическим веществам (по ХПК).

Река Голоустная. В 2011 г. превышение предельно допустимых концентраций в воде р. Голоустная, как и в реках Снежная, Выдриная, Хара-Мурин наблюдали по 2 показателям: легкоокисляемым и трудноокисляемым органическим веществам (по БПК₅ и ХПК) (р. Голоустная), фенолам и соединениям меди (р. Снежная, Выдриная, Хара-мурин). Содержание соединений ртути в воде реки в 2011 г., как и в 2010 г., не превышало допустимый норматив. По комплексу показателей вода р. Голоустная, оценивалась 1 классом качества и характеризовалась как «условно чистая».

В воде рек **Снежная, Выдриная, Хара-Мурин** в 40-60 % проб с превышением ПДК определяли фенолы и соединения меди. Наибольшее содержание фенолов и соединений меди 3-4 ПДК обнаруживали в воде р. Снежная и р. Выдриная соответственно.

Комплексная оценка качества воды р.Бугульдейка производилась по 13 показателям, из них только по одному показателю соединениям меди фиксировали превышение допустимого норматива в 1,3 раза. Вода р. Бугульдейка в 2011 г. характеризовалась незначительным загрязнением по сравнению с загрязненностью воды остальных рек.

Качество воды рек Мысовка, Сарма, Утулик в 2011 г. по сравнению с предыдущими годами не изменилось, р. Мантуриха, р. Большая Сухая – улучшилось. Превышение ПДК наблюдали по 3 ингредиентам и показателям качества воды: соединениям меди, фенолам, в воде Сарма и Утулик – трудноокисляемым органическим веществам (по ХПК), Мысовка и Мантуриха – соединениям железа в 20-80 % проб воды.

Характерными загрязняющими веществами воды всех рек являлись нефтепродукты, среднегодовые и максимальные концентрации которых не превышали допустимую норму.

Иркутское водохранилище. Вода Иркутского водохранилища в створах 0,5 км выше ОГП-1 Исток Ангара и в районе п. Патроны в многолетнем плане и в 2011 г. оценивалась 1 классом качества как «условно чистая» и определялась составом байкальских вод и незначительным влиянием на качество воды водохранилища судоходства и рекреационной деятельности. На рис. 4.2.2 показано изменение за период 2000-2011 гг. среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища в створе ГМС Исток Ангара. Содержание в воде водохранилища легко- и трудноокисляемых органических веществ (по БПК₅ и ХПК) в концентрациях, не превышающих или незначительно превышающих ПДК, в многолетнем плане практически не меняется.

В воде водохранилища в верхнем створе зафиксированы максимальные концентрации загрязняющих веществ: фенолов – 2 ПДК, соединений меди – 1,9 ПДК, цинка – 1,2 ПДК, соединений ртути, легкоокисляемых и трудноокисляемых органических веществ (по БПК₅ и ХПК), хлоридов и сульфатов - ниже ПДК. В отдельные годы у п. Патроны (2000 – 2002 гг., 2005 г., 2010 г.) и в замыкающем створе водохранилища, в районе г. Иркутск (2000 г., 2002 г., 2011 г.) качество воды ухудшилось от 1 класса качества – условно чистая – до 2 класса «слабо загрязненная» вода.

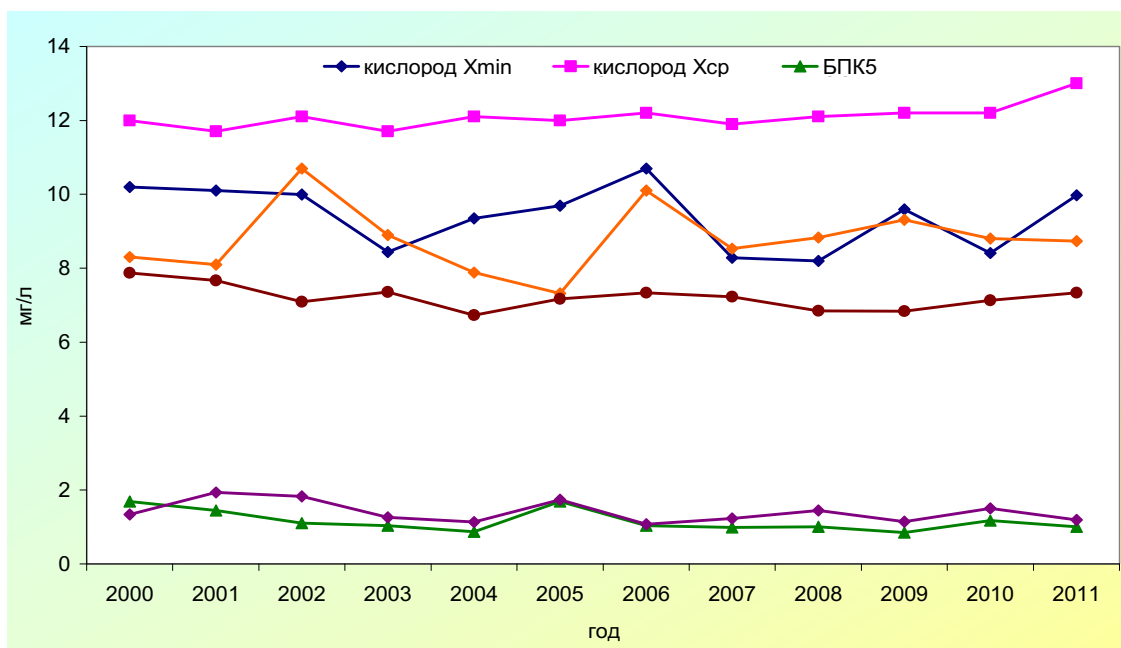


Рис. 4.2.2. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища, ГМС-Исток Ангара за многолетний период

Бассейн Восточно-Сибирского моря

Река Лена. В 2011 г. качество воды р. Лена в фоновом створе верхнего течения (р.п. Качуг, г. Усть-Кут) осталось на уровне предыдущего года и характеризовалось 2-м классом качества «слабо загрязненная» вода и 3-м классом разряда «а» «загрязненная» вода. В фоновом створе г. Усть-Кут качество воды улучшилось, вода перешла из 3-го класса разряда «а» «загрязненная» во 2-й класс, что обусловлено снижением количества загрязняющих веществ от 6 (2010 г.) до 4 (2011 г.) из 14, учитываемых в комплексной оценке загрязненности воды.

В многолетнем плане в фоновом и контрольном створах г. Киренск качество воды незначительно изменялось, в пределах 2 и 3 классов, улучшившись в 2011 г. по сравнению с 2010 г. от 3-го класса качества разряда «а» («загрязненная» вода) до 2 класса («слабо загрязненная» вода). Улучшение качества воды р. Лена обусловлено снижением количества загрязняющих веществ от 6 (2010 г.) до 4 (2011 г.) из 13, участвующих в комплексной оценке загрязненности.

Бассейн Тихого океана

Реки Камчатки

На протяжении трех последних лет химический состав поверхностных вод полуострова Камчатка оставался достаточно стабильным. В 2011 г. вода большинства рек, как и в предыдущие годы, характеризовалась как «загрязненная» (62 % створов) и оценивалась 3-м классом качества. В фоновых створах 0,8 км на север от с. Пушино на р. Камчатка, в районе г. Елизово на р. Половинка, 0,8 км от устья на р. Быстрая в 2011 г. качество воды сохранилось в пределах 2-го

класса «слабо загрязненных» вод. Практически неизменным для поверхностных вод Камчатки остался перечень характерных загрязняющих веществ, к которым в 2011 г., относились соединения меди, нефтепродукты, соединения железа, фенолы.

В верховье рек Камчатка на участке с. Пушино – с. Долиновка, Авача в створе 6 км выше г. Елизово, Быстрая, Половинка, Плотникова выше п. Дальний концентрации в воде нефтепродуктов не превышали 2-3 ПДК. Для этих рек в 2011 г. характерны наименьшие среди поверхностных вод Камчатки содержания в воде соединений железа, которые лишь в единичных пробах достигали 2 ПДК, в среднем оставаясь в пределах нормы. В целом же, в поверхностных водах Камчатки в 2011 г. фиксировали некоторое увеличение уровня наибольших концентраций в воде рек соединений железа.

Загрязненность воды рек полуострова соединениями металлов в большинстве створов имеет природный характер, поскольку большая часть территории края относится к меденосной зоне Тихоокеанского рудного пояса. В воде большинства рек Камчатки содержание соединений меди на протяжении трех последних лет изменялось незначительно. Рост концентраций соединений меди в 2-3 раза в 2011 г. наблюдали в воде рек Паужетка и Кирганик. Во время зимней межени в р. Камчатка у п. Козыревск регистрировали три случая высокого загрязнения воды соединениями меди в пределах 33-36 ПДК.

В фоновых створах наблюдений на р. Камчатка (0,8 км севернее с. Пушино), р. Половинка, р. Быстрая (0,8 км от устья), р. Большая Быстрая (0,5 км выше с. Малки), р. Ключевка (0,5 км выше с. Малки) среднегодовые концентрации в воде соединений меди составляли 1-3 ПДК, максимальные превышали ПДК в 2-4 раза (в р. Камчатка у Пушино достигали 6 ПДК, повторяемость же случаев превышения ПДК была достаточно высокой (47-86 %)).

В период зимней межени с различной периодичностью от единичных проб до 57 % в большинстве рек полуострова Камчатка регистрировали в воде случаи превышения ПДК соединений свинца. Загрязненность воды рек в фоновых пунктах р. Камчатка – с Пушино – с. Долиновка, р. Берш – с. Пушино, р. Половинка у г. Елизово соединениями свинца характеризовалась в 2011 г. среднегодовыми концентрациями ниже 1 ПДК – 1 ПДК, разовыми максимальными в пределах 1,2-2,1 ПДК.

Соединения кадмия в воде рек полуострова в целом, за исключением среднего и нижнего течения р. Камчатка, присутствовали, как правило, в небольших количествах. В 2011 г. на фоновых участках водных объектах концентрации в воде соединений кадмия соответствовали норме. Снизилось в 2011 г. содержание соединений цинка в воде рек Камчатка и Берш в районе с. Пу-

щино, Быстрая в приустьевом участке, Ключевка выше с. Малки до концентраций существенно ниже 1 ПДК, в реках Половинка и Большая Быстрая до полного отсутствия.

Загрязненность поверхностных вод Камчатки аммонийным и нитритным азотом практически отсутствовала, как и в предыдущие годы. В фоновых створах рек Камчатка, Берш, Быстрая, Половинка, Большая Быстрая концентрации в воде аммонийного азота колебались в течение 2011 г. в узких диапазонах: среднегодовые 0-0,05 мг/л, максимальные 0,02-0,24 мг/л. Концентрации в воде нитритного азота были, как правило, ниже предела обнаружения.

Существенно не изменилось в 2011 г. по сравнению с 2010 г. в фоновых створах содержание в воде легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅). Значения БПК₅ воды рек Камчатка и Берш в районе с. Пушино в отдельных пробах достигали 2,60-3,74 мг/л(O₂), рек Половинка, Быстрая и Ключевка не превышали 1,96 мг/л(O₂). Концентрации фенолов в воде рек Половинка, Быстрая (0,8 км от устья), Ключевка в 30-70 % проб превышали ПДК в 2011 г. в 2-3 раза.

Поверхностные воды Камчатки маломинерализованы. Сумма главных ионов в среднем составляет 69,9 мг/л, максимальное значение не превышает 159 мг/л. Содержание взвешенных веществ в поверхностных водах невелико и характеризовалось в 2011 г. среднегодовым значением 28,2 мг/л. В фоновых створах наибольшее содержание взвешенных веществ 186 мг/л фиксировали в воде р. Половинка в створе г. Елизово, в остальных пунктах максимальное содержание взвешенных веществ колебалось в диапазоне 35,2-106 мг/л. Кислородный режим рек полуострова в течение года оставался хорошим.

Заключение

Анализ полученной гидрохимической информации, полученной на пунктах IV категории, отнесенных к фоновым, показал, что в 2011 г. вода водных объектов, не испытывающих прямых антропогенных воздействий, оценивается в подавляющем большинстве как «слабо загрязненная» или «загрязненная» и относится ко 2 или 3 классу качества; незначительное число водных объектов характеризуется 1 классом качества («условно чистая» вода) или 3 классом, разряда «б» («очень загрязненная» вода). В отдельные годы на большинстве водных объектах наблюдалось ухудшение качества воды до 3 класса разряда «б» («очень загрязненная» вода) и 4 класса («грязная» вода). В последние годы качество воды в большинстве описываемых фоновых створов стабилизировалось на уровне 3-го класса качества, в 2011 г. в остальных водных объектах определялось 2-м и 1-м классом качества.

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

Мониторинг химического состава поверхностных вод входит в программу наблюдений ЕАНЕТ в качестве измерений для оценки воздействия кислотных выпадений на экосистемы водоемов и малых рек. Основные принципы организации наблюдений, включающие условия выбора объектов, периодичность измерений, набор параметров и другие, определены на основе опыта аналогичных европейских программ (ICP-Waters, ICP-IM), региональных сетей мониторинга ряда стран, включая Россию, и долгосрочных исследовательских проектов в Европе, США и Японии.

Научно-консультативный комитет ЕАНЕТ совместно с Сетевым Центром (Ниигата, Япония) в 1998-2000 г. разработали Руководства по организации мониторинга и проведению измерений для стран ЕАНЕТ, некоторые из них в последние годы подверглись существенной переработке и дополнению (см. www.eanet.cc/products.html). С 2000 года на территории Восточной и Юго-Восточной Азии 10 из 13 стран-участниц ЕАНЕТ организовали наблюдения по программе мониторинга внутренних (поверхностных) вод суши на 18 водных объектах.

Основными критериями выбора мест наблюдения являются: относительно малые размеры водоема, или малый водоток в радиусе до 50 км от станции атмосферного мониторинга с преимущественно атмосферным питанием, отсутствие антропогенного влияния на качество воды, а также низкие значения ее минерализации и щелочности (менее 0,05 мэкв/л). На территории России после периода рекогносцировочных обследований были выбраны два водных объекта: р. Переемная, приток оз. Байкал, в районе станции ЕАНЕТ Листвянка, и р. Комаровка, приток р.Раздольная (бассейн Японского моря) у станции Приморская. Детальные характеристики водотоков и их водосборных бассейнов приводятся в ежегодниках данных ЕАНЕТ (например, Data Report 2010, NC EANET, 2011) и 2-м периодическом Отчете о состоянии кислотных выпадений в Восточной Азии (PR SAD2, 2011).

Бассейн *реки Переемной*, выбранной для экологического мониторинга ЕАНЕТ в Восточной Сибири, находится в прибрежном районе Южного Байкала. Исток реки находится на северо-западном склоне хребта Хамар-Дабан вблизи горы Сохор (высота 2316 м). Река впадает непосредственно в оз. Байкал, ее длина составляет 42 км, водосборная площадь около 360 км². Большая часть бассейна расположена в границах **горнотаежной** почвенной зоны и занята таежной растительностью от побережья до 900-1800 м, в зависимости от экспозиции склонов. Выше, в гольцовом поясе, преобладают высокогорно-пустошные ландшафты, с низкорослым разнотравьем и лишайниками.

В районе истока р. Переемная проходит через систему небольших горных озер на высоте около 1500-1800 м, среди которых наиболее крупное оз. Холодное, шириной около 0,3 км. На поверхности склонов, под слоем накипных, корковых и пластинчатых лишайников, формируются арктические примитивные почвы с кислой реакцией. Климат территории резко континентальный, за год на побережье в среднем выпадает около 800 мм осадков, в горах - до 1500 мм и больше. Основная часть осадков приходится на теплое время года, максимальный сток реки отмечается в периоды дождевых паводков.

Наблюдения за гидрологическими характеристиками р. Переемной проводятся с 2001 г. Питается река преимущественно талыми и дождевыми водами. Средний годовой слой стока для бассейна, рассчитанный за годы наблюдений и скорректированный по близким водотокам, составляет от 1040 до 1300 мм. Наибольшая водность реки обычно отмечается в июне, когда таяние снега в высокогорье совпадает с дождевыми паводками. В холодную половину года (ноябрь-апрель) сток составляет 10-15% годового.

Наблюдения за химическим составом вод на р. Переемной проводились в створе 1 км выше от устья реки. Пробы воды отбирались при различных условиях водности: зимняя межень, весеннее половодье, летняя и осенняя межень, что обычно соответствует по календарю отбору в феврале/марте, мае, июле и сентябре/октябре. На месте отбора проб измерялись величина рН, электропроводность, растворенный кислород.

Исток **реки Комаровка** находится в западных отрогах хребта Сихотэ-Алинь (горы Пржевальского) в Приморье на высоте 380 м над уровнем моря, на территории Уссурийского заповедника. Река, протяженностью 67 км и с площадью водосбора 1490 кв.км, является притоком р. Раздольной, впадающей в Амурский залив Японского моря. Это горная река, характер которой значительно меняется по мере удаления от истока: в верхнем течении она имеет горный характер, однако не настолько бурный, как у рек на восточном склоне Сихотэ-Алиня, в среднем и нижнем течении – спокойное течение, скорость которого на разных отрезках колеблется от 0,3 до 1,8 м/с, резко увеличиваясь лишь при высоких паводках в августе – сентябре. Сток воды сильно зависит от погодных и климатических условий, так как питание реки в основном с атмосферными осадками и при таянии снега.

Пункт наблюдений расположен в районе ст. Приморская – гидрологический пост Центральный, в 34 км выше г. Уссурийска и 44 км от устья реки. Поскольку поступление загрязняющих веществ в водоток происходит, главным образом, с осадками, поверхностным стоком с территории водосбора и в составе снеговых вод, программа наблюдений предусматривает проведение

измерений 5 раз в год в следующие месяцы: февраль, апрель, июнь, сентябрь, ноябрь. Это позволяет выявить изменения химического состава речных вод в различные гидрологические периоды.

Для характеристики уровней содержания кислотообразующих соединений и макроионов в районах размещения станций ЕАНЕТ были проанализированы данные наблюдений с 2007 по 2011 год.

Таблица.4.3.1. Средние многолетние и диапазон изменения концентраций основных ионов в поверхностных водах малых водотоков по данным измерений в районе станций ЕАНЕТ в 2007-2011 гг.

Вещество (измеряемое соединение)	р. Комаровка (Приморье, бассейн р. Раздольная, Японское море)			р. Переемная (Восточная Сибирь, бассейн оз.Байкал)		
	Среднее		Диапазон измерений (2007-2011)	Среднее		Диапазон измерений (2007-2011)
	многолетнее	2011г		многолетнее	2011г	
pH	7,12	7,11	6,80-7,45	6,77	6,87	6,43-7,21
SO ₄ ²⁻ , мкг/л	11,29	12,66	3,57-15,77	10,94	11,40	6,37-15,44
NO ₃ ⁻ , мкг/л	0,90	1,63	0,10-2,10	0,852	0,673	0,41-1,29
NH ₄ ⁺ , мкг/л	0,17	0,27	0,01-0,47	0,042	0,018	0,010-0,025
Ca ²⁺ , мкг/л	8,25	8,56	6,47-9,77	4,76	4,96	2,97-6,32
Mg ²⁺ , мкг/л	2,16	2,22	1,47-2,73	0,95	0,83	0,70-1,30
NO ₂ ⁻ , мкг/л	0,04	0,018	0,005-0,116	0,002	0,002	0,000-0,008

Кислотность поверхностных вод

За период наблюдений 2007-2011 гг. величина pH воды в р. Переемной изменялась в пределах от 6,4 до 7,2 при среднем многолетнем значении 6,77; среднее в 2011 г. - 6,87. В многолетнем годовом ходе наибольшие значения наблюдаются летом: средний pH в феврале-марте около 6,75, в июле – 7,05, а в сентябре/октябре – 6,61. (Рис. 4.2.1)

Среднее многолетнее значение pH воды р. Комаровка лет составляет 7,12 при изменении разовых значений в интервале от 6,8 до 7,45, среднее в 2011 г. - 7,1. Значительных различий между сезонами не отмечено, также как и выраженного внутригодового хода: среднее значение pH для апреля – 7,11, июня – 7,07, а в ноябре – 7,2.

При практически одном уровне значений кислотности для рек обоих регионов, pH воды в р. Переемной несколько ниже, а интервал изменений больше. Очевидных изменений характера

кислотности за 2007-2011 гг. не отмечено, в целом тенденция за 5 лет составила 0,1 рН (рис.4.2.2.).

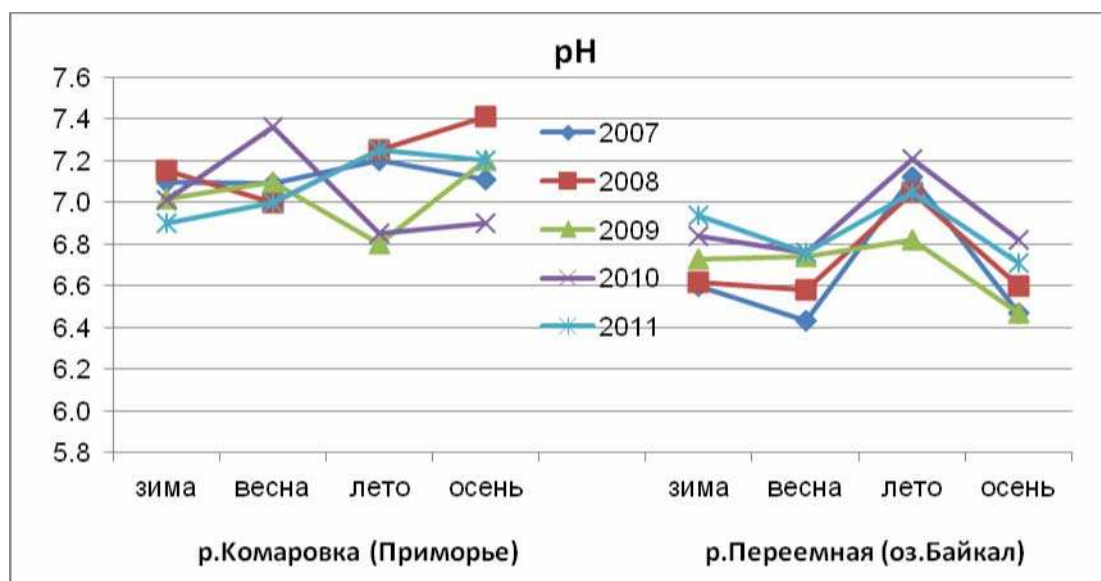


Рис.4.3.1 Среднемноголетнее изменение рН по сезонам года в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ.

По результатам наблюдений щелочность воды в исследуемых реках в 2007-2010 гг. отличается в три раза: среднегодовое значение для р. Комаровка - 0,40, а для р. Переемная – 0,14. В 2011 г значения не отличались от средних многолетних. Долговременных изменений не наблюдалось.

Сульфаты и нитраты

В 2011 г. концентрации сульфатов в воде р. Комаровка и р. Переемная составили 12,7 и 11,4 мкг/л, что несколько выше уровня средних многолетних значений (за 2007-2010 гг.): 11,29 и 10,94 мг/л, соответственно. В годовом ходе концентраций (рис. 4.3.3) для р. Комаровка минимальные значения наблюдаются нерегулярно, чаще летом и осенью, тогда как для р. Переемной можно отметить выраженное уменьшение концентраций весной и в начале лета. Абсолютные минимальные значения в 2007-2011 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. 4.3.4).

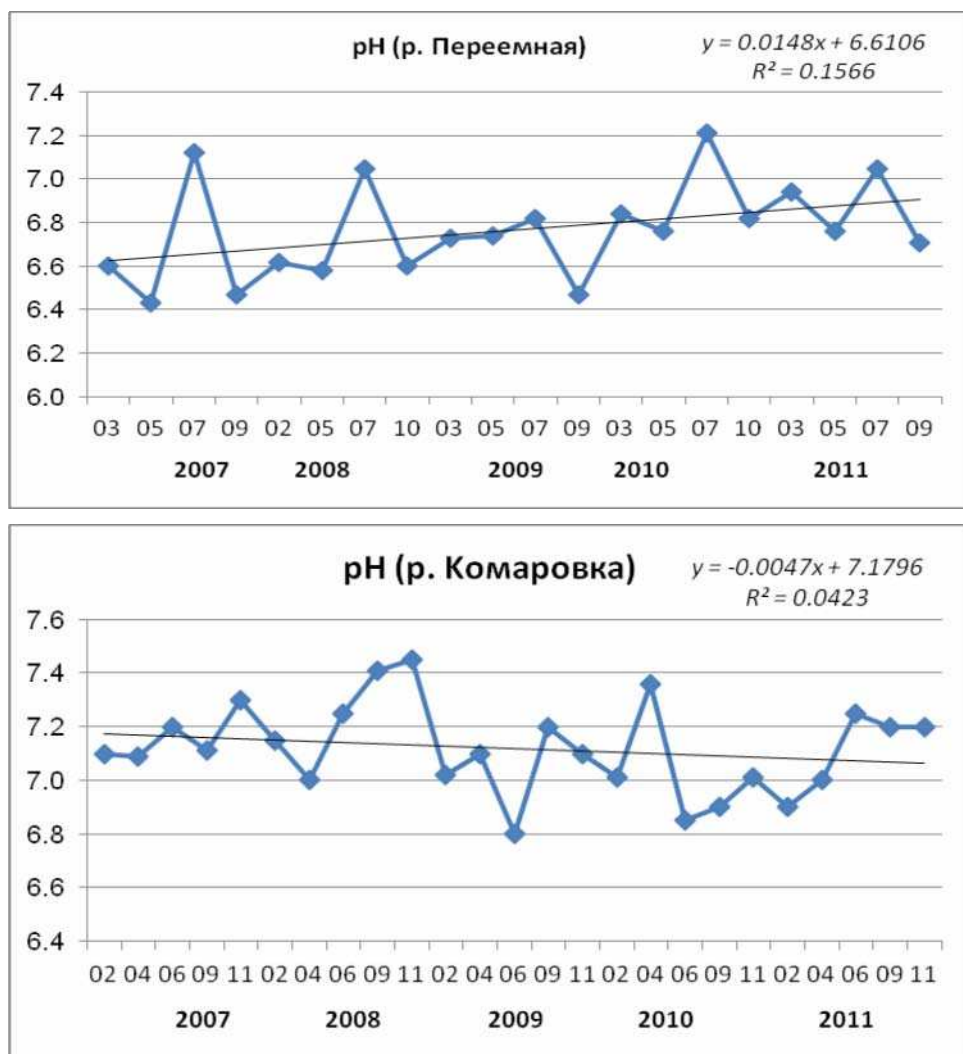


Рис.4.3.2 Тренды изменение рН в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2011 гг.

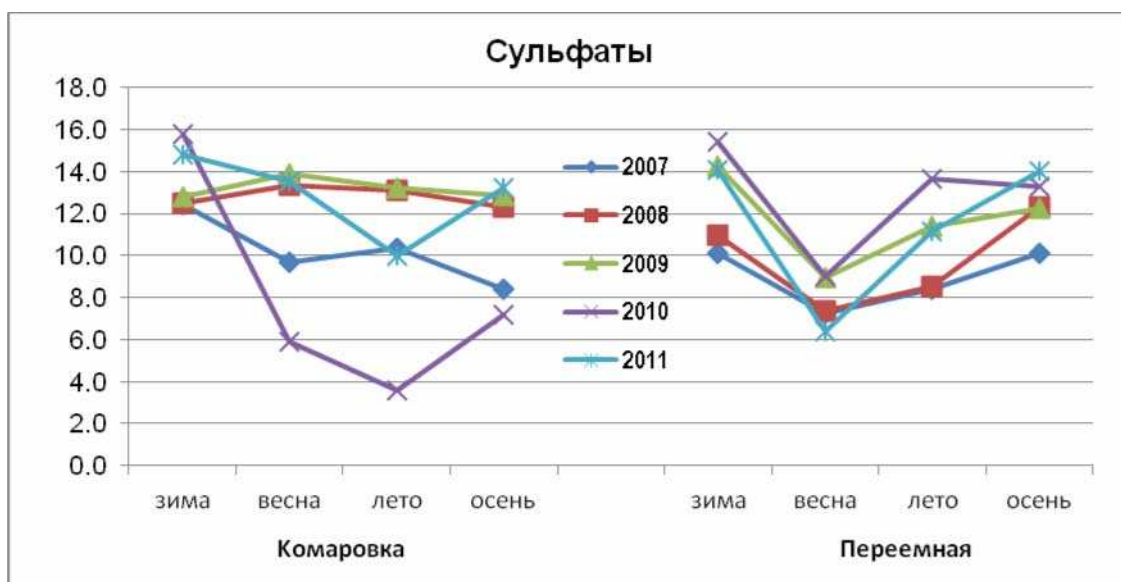


Рис.4.3.3 Внутригодовые изменения концентраций сульфатов (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2011 гг.

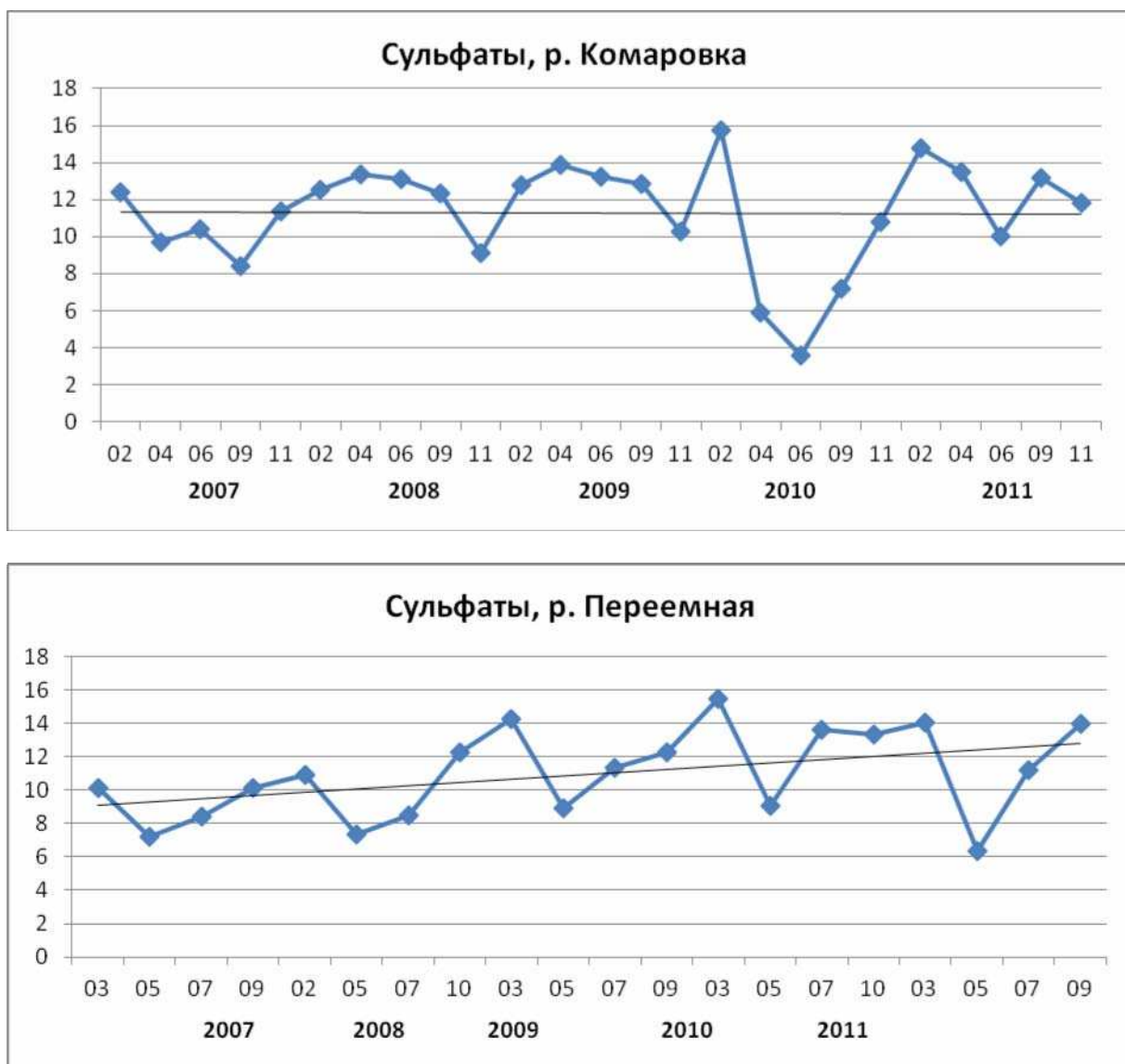


Рис.4.3.4 Тренды изменения сульфатов (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2011 гг.

Среднее многолетнее содержание нитратов в поверхностных водах р. Комаровка и р. Переемная на приграничных фоновых территориях Азиатской России составляло 0,90 и 0,852 мг/л , соответственно, с выраженными изменениями среднегодовых значений год от года: в 2011 г. концентрации составили 1,63 и 0,673, соответственно (Табл. 4.2.1). Интервал изменений содержания нитратов в р. Комаровка (от 0,10 до 2,10 мг/л) больше, чем для р. Переемная (от 0,41 до 1,29 мг/л). В сезонном ходе закономерность снижения концентраций отмечается главным образом в Байкальском регионе (Рис. 4.3.5). В то же время, результаты наблюдений на р.Комаровка, показали что для водотоков Приморья характерен рост содержания нитратов в поверхностных водах (Рис. 4.3.6).

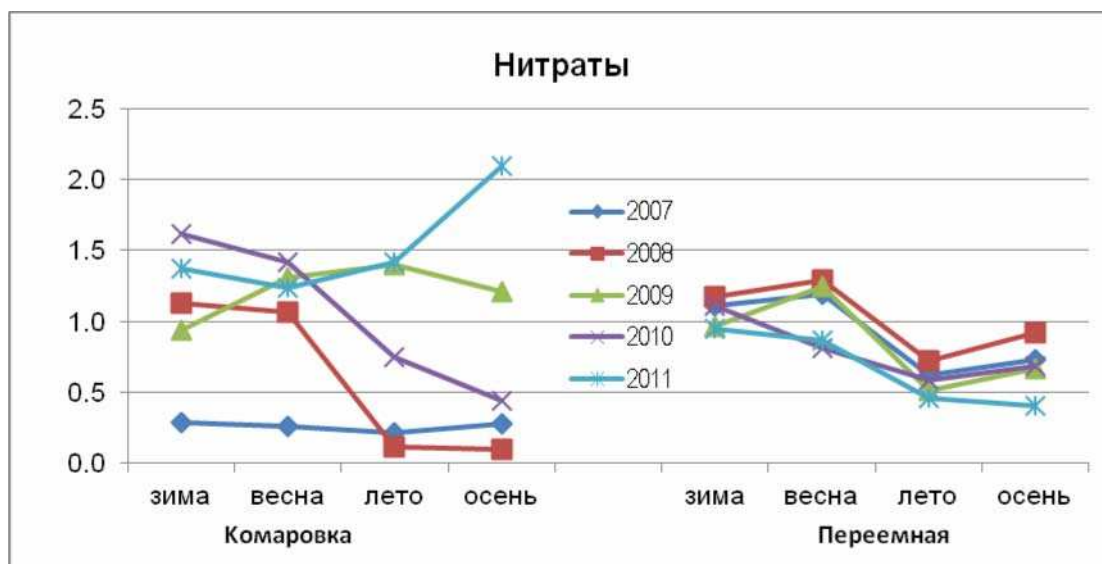


Рис.4.3.5 Внутригодовые изменения концентраций нитратов (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2011 гг.

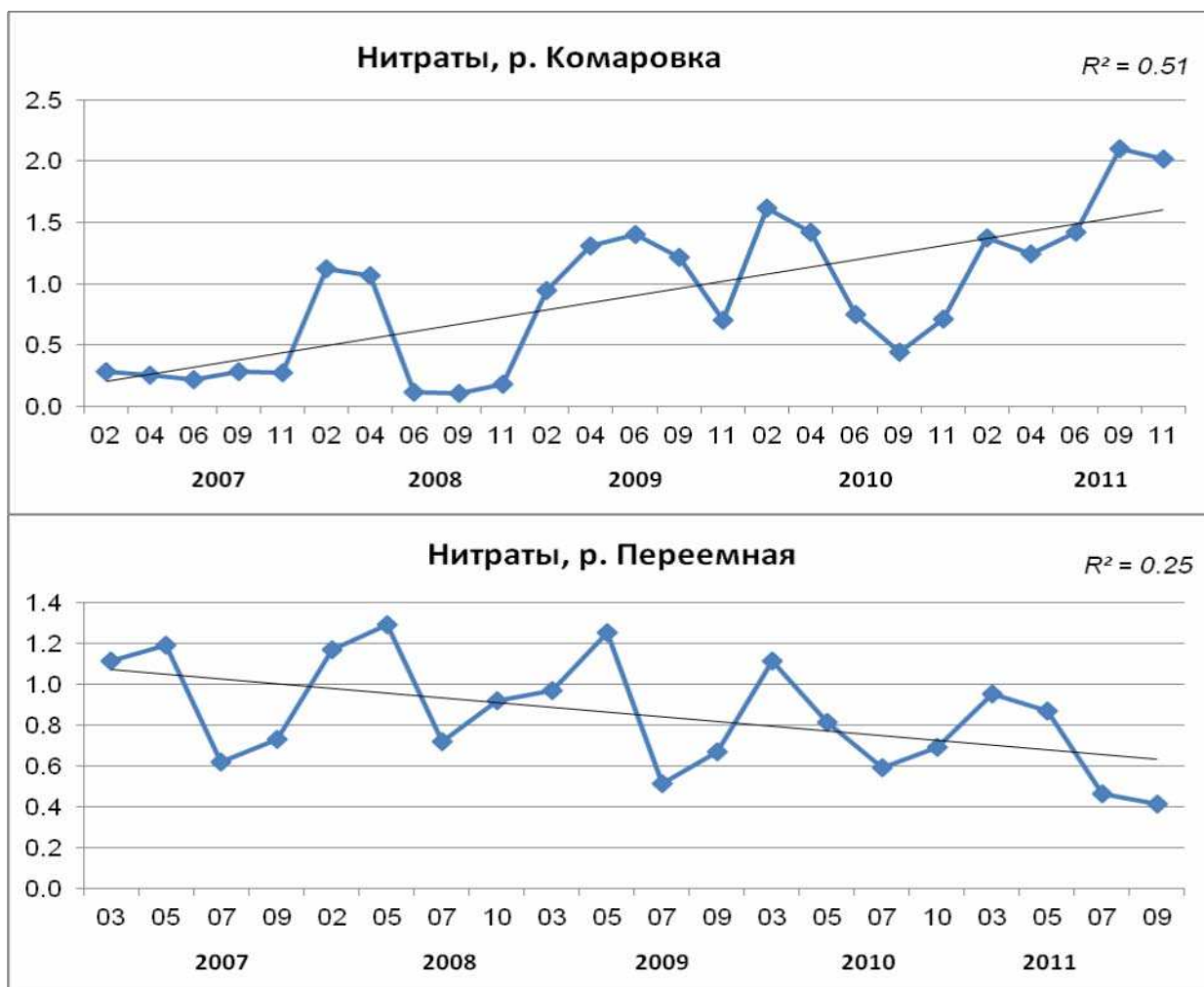


Рис.4.3.6 Тренды изменения нитратов (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2011 гг.

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. 4.3.7). Для р. Переемная соотношение в сторону увеличения сульфатов начало изменяться с 2009 г. и в сентябре 2011 года составило 50,0. В Приморье, наоборот, в воде р. Комаровка соотношение значительно снизилось в последние годы и в 2011 г. составило 10,0. Тем не менее, наблюдались и аномальные значения во второй половине 2008 г., когда соотношение S/N возросло до 85-95.

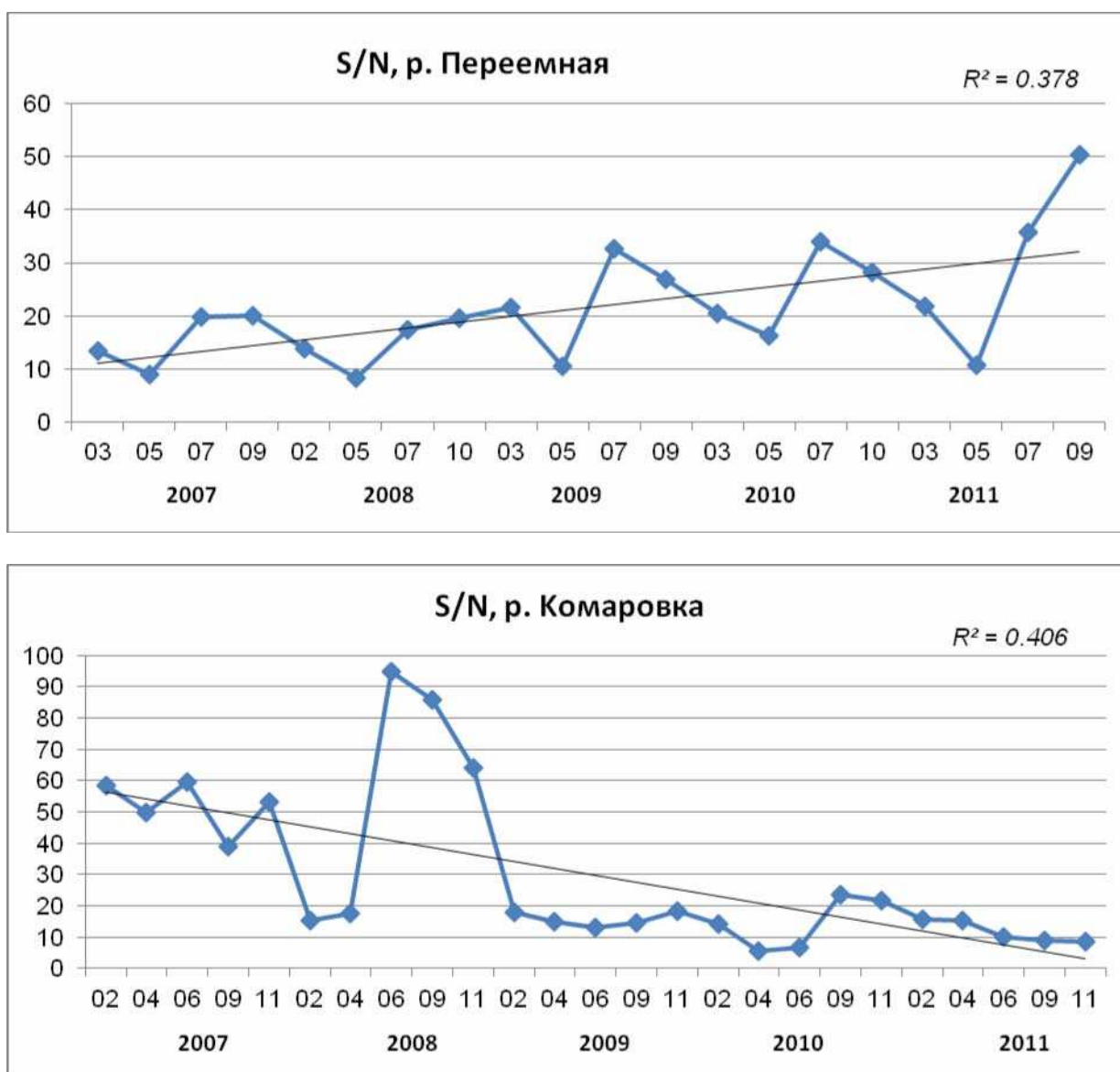


Рис.4.3.7 Тренды изменения соотношения сульфатов и нитратов в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2011 гг.

Основные катионы

Содержание кальция, являющегося преобладающим из катионов, изменялось в воде р. Комаровка в пределах от 6,47 до 9,77 мг/л., в р. Переемная от 2,97 до 6,32 мг/л, тогда как концентрации магния измерялись в пределах 1,47-2,73 мг/л и 0,70-1,30 мг/л, соответственно. Содержание ионов аммония было достаточно низким: 0,01-0,47 мг/л в р. Комаровка и 0,01-0,025 мг/л в р. Переемная.

В воде р. Комаровка содержание кальция значительно выше, чем в р. Переемной, практически в 1,5-2 раза. В сезонном ходе минимум приходится на весну, что особенно выражено для р. Переемная, к осеннему периоду концентрация кальция в этих реках возрастает (Рис. 4.3.8).

Среднегодовое значение содержанию кальция за 5 лет мало изменялось: в р. Комаровка составило 8,25 мг/л, а за последний год (2011г.) – 8,56 мг/л; в р. Переемная – 4,76, а в 2011 г. – 4,96 мг/л. Данные наблюдений показывают, что в последние годы происходит плавное возрастание концентрации кальция в воде рек (Рис. 4.3.9).

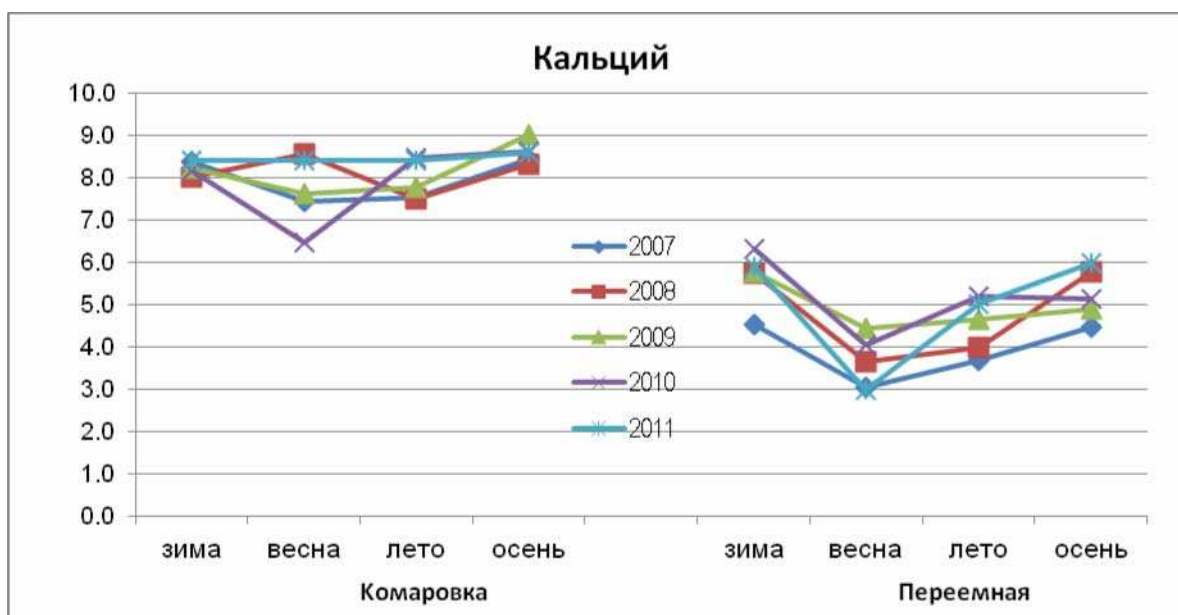


Рис.4.3.8 Внутригодовые изменения концентраций ионов кальция (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2011 гг.



Рис.4.3.9 Тренды изменения ионов кальция (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2011 гг.

Содержание магния также выше в воде р. Комаровка: среднегодовое значение 2,16 мг/л, в 2011 г. – 2,22 мг/л, тогда как в р. Переемная среднегодовое значение составило 0,95 мг/л, а в 2011 г. понизилось и составило 0,83 мг/л при общем изменении значений в интервале от 0,7 до 1,3 мг/л. Сезонные ходы в целом соответствуют наблюдавшимся изменениям для кальция, но на более низком уровне значений.

Содержание аммония в воде р. Переемная низкое, в разные сезоны практически находится на одном уровне. В воде р. Комаровка значения концентраций NH_4 изменяются более заметно - от близких к 0 в зимнюю межень до 0,3-0,4 мг/л весной и летом (Рис. 4.2.10). Сезонные изменения концентраций аммонийного азота в основном связаны с изменениями водности реки и поступлением его с водосборного бассейна. В сезонной динамике концентраций аммонийного азота в

Приморье возможны два максимума: весенний и во время летних паводков. Для рек с подземным питанием концентрации аммонийного азота в воде минимальны.

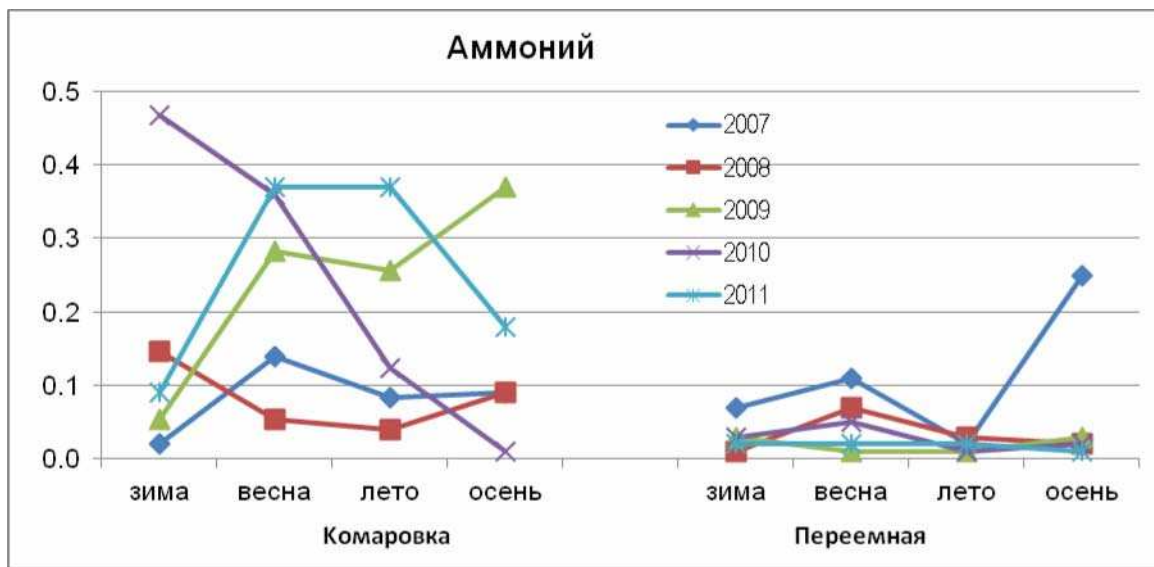


Рис.4.3.10 Внутригодовые изменения концентраций ионов аммония (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2011 гг.

Среднее содержание аммония в воде в 2007-2011 г. в р. Комаровка составило 0,17 мг/л, с более высокими среднегодовыми значениями в 2009-2011 (0,27 мг/л в 2011 г.). Среднегодовое значение за 2011 г. в р. Переемная – 0,018 мг/л, более чем вдвое ниже среднеегодового (0,042 мг/л), а максимальное значение было 0,250 мг/л в сентябре 2007 г. (Рис. 4.3.11).

При анализе совмещенных годовых ходов концентраций кальция и сульфатов можно отметить, что уровень содержания кальция в течение 5 лет практически мало изменяется, в отличие от сульфатов, особенно в р. Комаровка. По весовым концентрациям сульфаты обычно превышают содержание кальция примерно на 3-5 мг/л, за исключением 2010 г в Приморье, когда минимальные значения сульфатов, обычно наблюдающиеся в сентябре-ноябре, были зафиксированы ниже значений кальция в течение всего теплого периода с минимумом в сентябре 2010 г. - 3,57 мг/л. (Рис. 4.3.12). В целом, ход концентраций обоих ионов похож, их содержание взаимосвязано, особенно для р. Переемная, где минимальные и максимальные значения наблюдаются в одних и тех же периоды.



Рис.4.3.11 Тренды изменения ионов аммония (mg/l) в поверхностных водах на станциях ЕА-НЕТ в 2007-2011 гг.

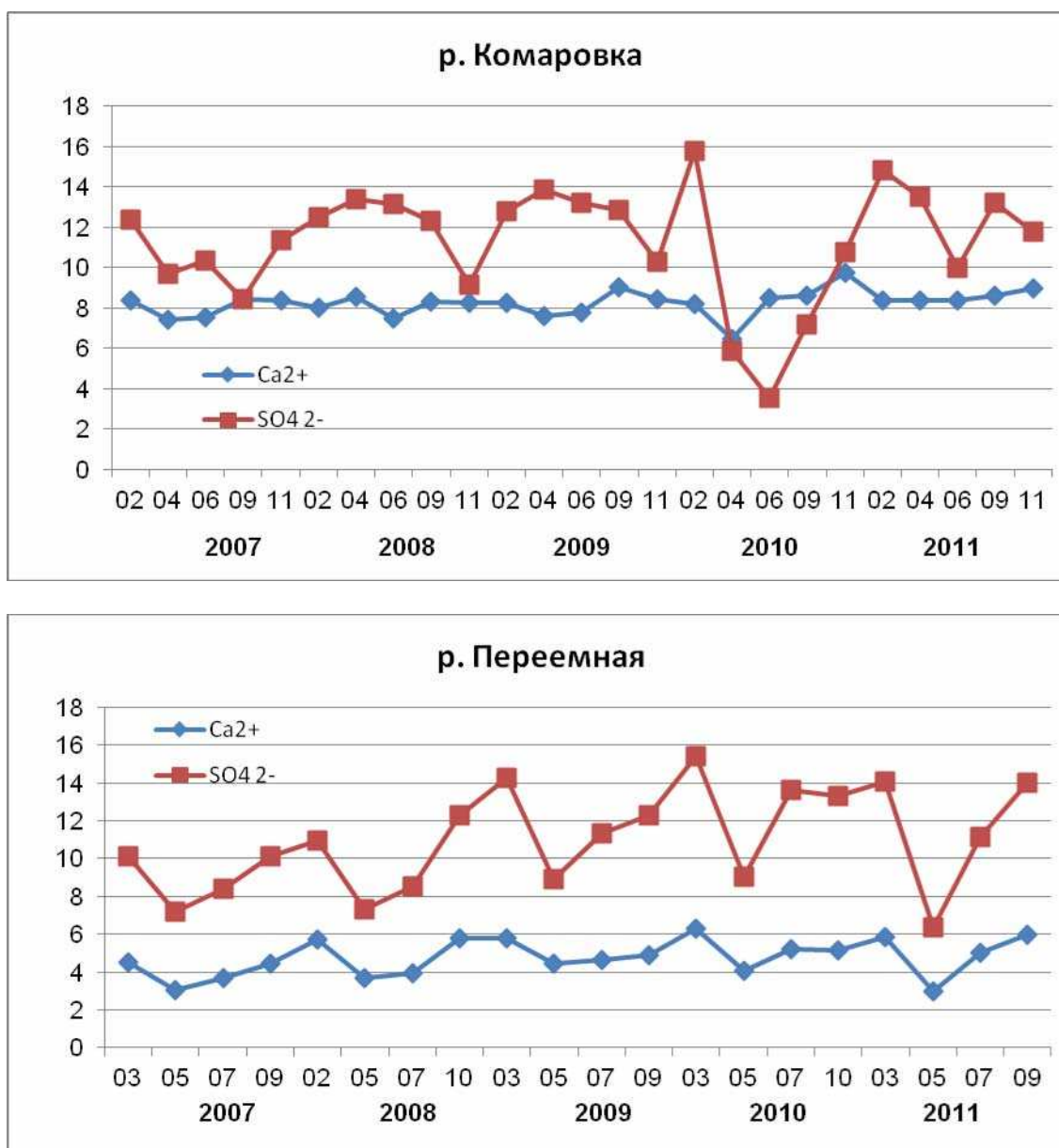


Рис.4.3.12 Тренды согласованного изменения ионов сульфатов и кальция (мг/л) в поверхностных водах на станциях ЕАНЕТ в 2007-2011 гг.

Сравнение результатов измерений кальция и нитратов показало, что содержание кальция в речной воде обоих регионов намного превышает концентрацию нитратов, в среднем в 5 раз для р. Переменная, и до 20-30 раз в р. Комаровка.

При сравнении концентраций кальция и сульфатов, выраженных в м-экв/л, выявлено, что их уровень значений и характер изменений в воде р. Переменной практически одинаковые. Учет содержания нитратов показал, что картина практически не меняется: основным катионом растворенных солей является кальций (Рис. 4.2.13), отношение $\text{Ca}/[\text{SO}_4 + \text{NO}_3]$ находится в интерва-

ле 0,9-1,1.

Для р. Комаровка такой однозначности не прослеживается: содержание кальция (в эквивалентных единицах) практически всегда в 1,5-2,5 раза выше, чем содержание сульфатов и нитратов (Рис. 4.3.14).

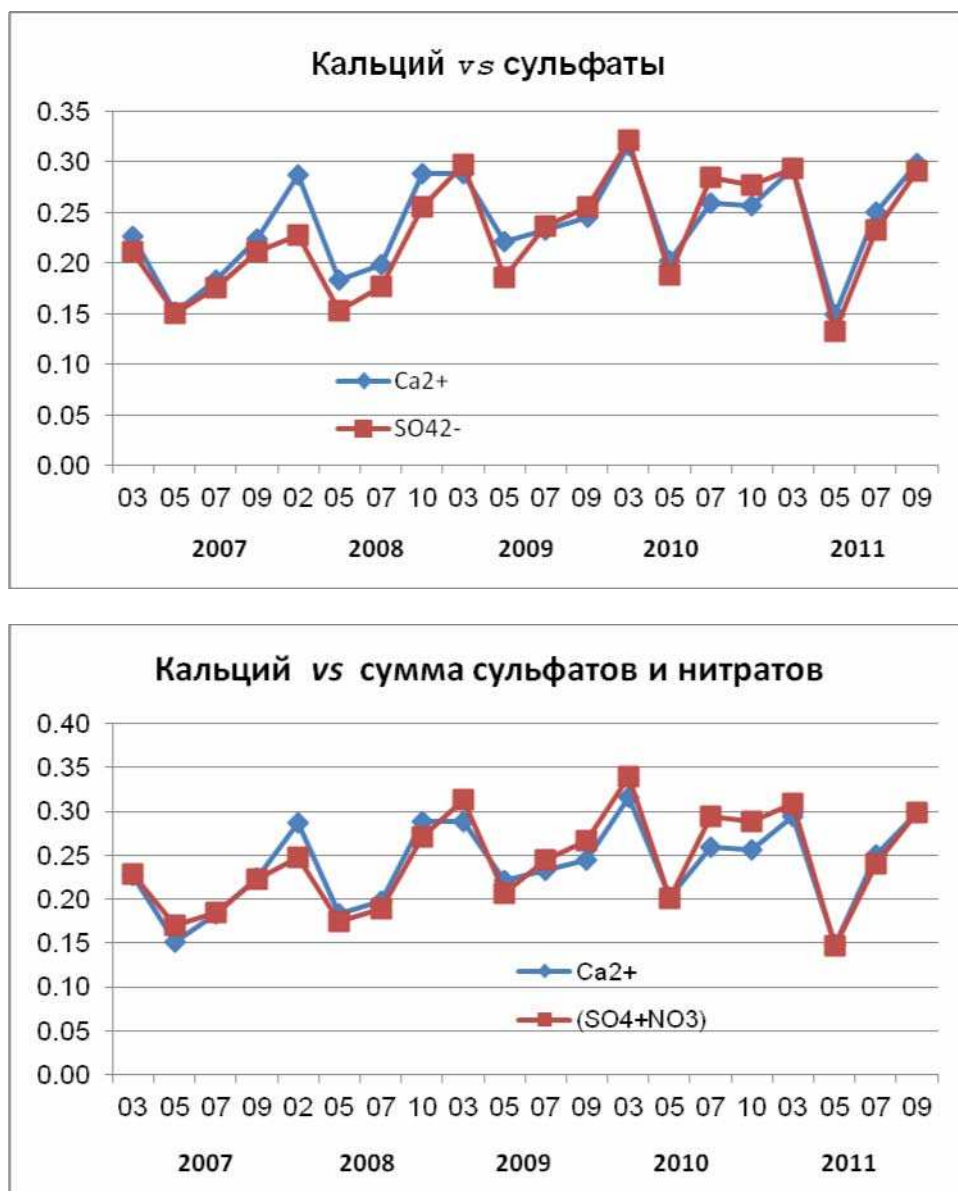


Рис.4.3.13 Тренды согласованного изменения ионов (в мэкв/л) кальция и сульфатов (верхний) и суммы анионов (нижний) в поверхностных водах на станции ЕАНЕТ (р. Переемная) в регионе Байкала в 2007-2011 гг.



Рис.4.3.14 Тренды согласованного изменения ионов (в *мэкв/л*) кальция и суммы анионов (нижний) в поверхностных водах на станции ЕАНЕТ (р. Комаровка) в Приморье в 2007-2011 гг.

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. Кроме того, при низкой минерализации характер химического состава воды р. Переемная является неустойчивым: небольшие изменения концентрации отдельных ионов приводят к изменению класса речных вод.

Для фонового уровня основных ионов (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) в поверхностных водах в районах станций сети ЕАНЕТ в течение последних 5 лет в общем сохраняется стабильным, с слабо выраженными трендами увеличения сульфатов в р. Переемная (регион оз. Байкал) и роста нитратов в р. Комаровка (Приморье).

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

1. В 2010 году в целом по России не произошло заметного изменения суммарных выбросов загрязняющих веществ в атмосферу от стационарных источников, разница с объемами выбросов в 2009 г составила менее 0,3-0,5 % величины. Всего по отчетам предприятий в атмосферу стационарными источниками было выброшено 18 млн. 939,30 тыс. т загрязняющих веществ. Наибольшие значения суммарных промышленных выбросов загрязняющих веществ, как и в предыдущие годы, отмечены в Уральском и Сибирском ФО.

Суммарные выбросы от передвижных источников (автотранспорта) на территории России в 2010 г. составили 13104,80 тыс. т. Доля автотранспорта, рассчитанная с учетом экологических классов автомобилей, в общем объеме выбросов в России по официальным данным продолжала незначительно уменьшаться в последние годы, не превышая 41-42 %. Однако, в Южном, Центральном и Приволжском ФО вклад автотранспорта составлял от 50 до 68%. По сравнению с 2009 годом суммарные выбросы от автотранспорта сократились как в целом по России (на 3,2 %), так и во всех федеральных округах. Наибольшее сокращение было отмечено в Южном (-5,4 %) и Приволжском ФО (-4,4 %).

2. Оценка тренда фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе и осадках за последние 15-20 лет, включая 2011 г., на территории стран Беларуси, России, Узбекистана 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.

3. По данным станции Териберка за последний десятилетний период концентрация CO_2 увеличилась на 5,6% (21 млн⁻¹), рост концентрации CH_4 составил 2 % (37 млрд⁻¹).

На севере Западной Сибири эмиссия метана с территории основных газовых месторождений приводит к существенному превышению концентрации метана над фоновым уровнем, особенно в зимний период (до 7,5%). Снижение указанного превышения для летнего периода (около 3%) может быть обусловлено изменением условий распространения примеси, а именно, увеличением высоты слоя перемешивания, а также снижением объемов добычи газа. Повышение уровня концентрации CO_2 относительно фоновых значений составляет около 1,5%.

Отсутствие роста концентрации метана за последние 2 года на станции Териберка, а также относительно низкие значения избытка концентрации CH_4 над фоновым уровнем на станциях Новый Порт и Воейково в 2011 г. дает основание считать, что на данном этапе изменение климата не привело к заметному высвобождению метана из северных резервуаров.

4. В 2011 г. над территорией России наблюдалось значительное понижение озона. Тем не менее, совместный анализ данных наземных и спутниковых наблюдений за ОСО с использованием анализа стратосферной циркуляции позволяет утверждать, что, несмотря на обширность области низкого озона, наблюдавшееся понижение озона в 2011 г. является лишь локальным проявлением особенностей циркуляции стратосферы в зимне-весенний период рассматриваемого года.
5. В 2011 г. прозрачность атмосферы на станциях фонового мониторинга атмосферы незначительно отличалась от предыдущего года. В среднем за год максимальное увеличение прозрачности (на 2,5%) было зарегистрировано на ст. Усть-Вымь (Республика Коми).
6. В 2011 году по сравнению с предшествующим периодом значительных изменений градиента потенциала электрического поля атмосферы на станциях Воейково, Иркутск, Южно-Сахалинск не произошло. На станции Верхнее Дуброво в 2011 г. имело место уменьшение значений V'_r до уровня 2009 г. Что, по-видимому, обусловлено продолжительными метелями в 2010 г. В 2011 году среднемесячные значения удельной суммарной электрической проводимости на станции Воейково остались на уровне 2010 года, на станции Иркутск уменьшились незначительно.
7. В целом по России среднегодовая минерализация осадков (М) на фоновых станциях в 2011 году уменьшилась на 18% по сравнению с уровнем 2010 года. Соотношение загрязнения атмосферы с компонентами в осадках показало что содержание газовых соединений серы и азота в среднем по России примерно одинаково, запыленность же ЕТР выше, чем АТР. Наиболее высокая повторяемость выпадения осадков с повышенной кислотностью (рН меньше 5,0) наблюдается на станциях: Приокско-Тerrasный БЗ, Приморская и Сихоте-Алинский БЗ (Терней).
8. В большинстве регионов концентрации загрязняющих веществ в почвах и растительности сохраняются примерно на одном уровне. Однако, в почвах ряда фоновых участков многолетних наблюдений по результатам обследования 2011 года, как и в период обследования до 2010 г., отмечаются превышения ПДК (ОДК) тяжелых металлов, стойких органических загрязнителей и ряда токсичных соединений химических элементов. Содержание загрязняющих веществ в почвах фоновых районов Самарской и Свердловской областей, Республики Татарстан, Приморского края за последний год наблюдений несколько понизилось. В то же время концентрации соединений цинка в почвах окрестностей г. Большой Камень Приморского края, соединений меди в почвах пос. Мариинск Свердловской области, обменных сульфатов в почвах вблизи г. Иркутск и пос. Листвянка имеют тенденцию к росту, что определяет возможность формирования

неблагоприятной экологической ситуации в регионах наблюдений.

9. По данным лесопатологического мониторинга на конец 2011 года насаждения с нарушенной и утраченной устойчивостью, , были отмечены на общей площади 7309,2 тыс. га, что составляет В результате лесных пожаров, а также благодаря погодным условиям и почвенно-климатические факторам, которые являются основными причинами гибели насаждений в 2011 году, площадь погибших лесных насаждений составила соответственно 239,6 и 103,0 тыс. га, или 58,7 и 25,3% от общей площади усыхания. Соотношение площадей насаждений, погибших под воздействием различных факторов в 2011 году, несколько отличается от наблюдаемого в предыдущем году. Доля погибших под влиянием погодных условий сократилась на 6,2%, от пожаров – на 1,6%. Доли насаждений, погибших от повреждения насекомыми и поражения болезнями леса, по сравнению с 2010 годом, напротив, увеличились соответственно на 344 % и 43%, составляя 29,4 и 32,8 тыс. га. Доли насаждений, усохших под воздействием диких животных и антропогенных факторов, практически не изменились и составляют менее 1%, гибель насаждений в абсолютном выражении составляет соответственно 55 га и 3,1 тыс. га.

10. Фоновое содержание тяжелых металлов, пестицидов, ПАУ в поверхностных водах в течение последних 10-лет сохраняется стабильным.

Анализ полученной гидрохимической информации показал, что в 2011 г. вода водных объектов, не испытывающих прямых антропогенных воздействий, оценивается в подавляющем большинстве как «слабо загрязненная» или «загрязненная»; вода незначительного число водных объектов характеризуется как «условно чистая» или как «очень загрязненная».

Фоновое содержание основных ионов (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+ , Ca^{2+} , Mg^{2+}) в поверхностных водах в районах станций сети EANET в течение последних 5 лет в общем сохраняется стабильным, с слабо выраженными трендами увеличения сульфатов в р. Переемная (регион оз. Байкал) и роста нитратов в р. Комаровка (Приморье).

Список сокращений

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

СОДЕРЖАНИЕ

	стр.
ПРЕДИСЛОВИЕ (В.И.Егоров)	3
ВВЕДЕНИЕ (В.И.Егоров)	5
1. ОЦЕНКА АНТРОПОГЕННЫХ ВЫБРОСОВ ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ВЕЩЕСТВ В АТМОСФЕРЕ (В.А.Гинзбург, С.А.Громов, Ю.Б.Целикова)	6
2 АТМОСФЕРНЫЙ ВОЗДУХ И ОСАДКИ	14
2.1 Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (В.И. Егоров, М.И.Афанасьев, Ю.А.Буйволов, Л.В.Бурцева, С.Г.Парамонов, А.Г.Рябошапко)	14
2.2. 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,)	24
2.3. Химический состав атмосферных осадков	51
2.3.1 Загрязняющие вещества в атмосферных осадках (М.И.Афанасьев, В.И. Егоров, Л.В.Бурцева, Д.С. Громов, Е.В. Набокова, С.Г.Парамонов)	51
2.3.2 Фоновый уровень ионного состава атмосферных осадков (Полищук А.И., Свистов П.Ф., Павлова М.Т, Першина Н.А.)	53
2.4. 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, О.Г. Нецветева, Л.П. Голобокова).	61
2.5. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ. (А.Г.Рябошапко, И.М. Брускина)	70
3. ПОЧВА И РАСТИТЕЛЬНОСТЬ	76
3.1 Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности (М.И.Афанасьев, А.П. Безделова, Л.В.Бурцева, Г.В. Власова, М.С. Копылова, М.О. Кулакова, С.Г.Парамонов, Т.А. Парамонова, Б.В. Пастухов, Л.В.Сатаева)	76
3.2. Об оценке влияния природных и антропогенных факторов на состояние лесов (В.К.Тузов, В.В.Карасев)	97
4. ПОВЕРХНОСТНЫЕ ВОДЫ	122
4.1. Фоновые уровни загрязняющих веществ по данным сети СКФМ (М.И.Афанасьев, Л.В.Бурцева, С.Г.Парамонов)	122
4.2. Данные станций гидрохимических наблюдений (Е.Е.Лобченко)	124
4.3. Содержание основных кислотообразующих веществ в поверхностных водах на станциях мониторинга ЕАНЕТ (С.А. Громов, Е.Н. Мачаева, Л.М. Сорокикова., И.В.Томберг)	133
ЗАКЛЮЧЕНИЕ	148
Список сокращений	151