

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

Р О С Г И Д Р О М Е Т

О Б З О Р
СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗА 2011 г.

Редакционная комиссия: академик РАН Ю.А. Израэль, д.г.н., проф. Г.М. Черногаева,
к.х.н. В.И. Егоров, Ю.В. Пешков, М.Г. Котлякова.

В Обзоре рассматриваются состояние и загрязнение окружающей среды на территории Российской Федерации за 2011 год по данным наблюдений, проводимых межрегиональными территориальными Управлениями Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Материалы к Обзору по природным средам подготовлены институтами Росгидромета: ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова», ФГБУ «Гидрохимический институт», ФГУ «Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова», ФГБУ «НПО «Тайфун», ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН», ФГБУ «Государственный гидрологический институт», ФГБУ «Гидрометцентр России», ФГБУ «Центральная аэрологическая обсерватория», ФГБУ «Институт прикладной геофизики», а также Северо-Западным филиалом ФГБУ «НПО «Тайфун» и ФГБУ «Московский ЦГМС-Р».

Обобщение материалов выполнено ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» и Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ Росгидромета.

Обзор предназначен для широкой общественности, ученых и практиков природоохранной сферы деятельности. С Обзором можно ознакомиться на сайте Росгидромета <http://www.meteorf.ru/> и на сайте ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» <http://downloads.igce.ru/publications/reviews/review2011.pdf>.

Содержание

Предисловие	5
1. Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности 2011 года.	6
1.1. Гелиогеофизическая обстановка	6
1.2. Опасные гидрометеорологические явления	9
1.3. Температура воздуха	12
1.4. Атмосферные осадки	14
1.5. Снежный покров	17
1.6. Водные ресурсы	19
2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему и состояние окружающей среды	25
2.1. Характеристика государственной сети наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды	25
2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему	27
2.2.1. Эмиссия парниковых газов.	27
2.2.2. Содержание CO ₂ и CH ₄ в атмосфере	30
2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферного воздуха	34
2.3.1. Прозрачность атмосферы	34
2.3.2. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы в 2011 году	37
2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями.	45
2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ в 2011 г.	47
2.3.4. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по данным СКФМ)	50
2.3.5. Ионный состав атмосферных осадков	57
2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков	62
2.3.6.1. Атмосферные выпадения серы и азота на территории Европейской части Российской Федерации по данным сети наблюдений загрязнения и закисления снежного покрова	69
2.3.7. Фоновое загрязнение атмосферных осадков.	72
2.3.8. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих веществ по данным сети мониторинга ЕМЕП.	74
2.3.9. Региональное загрязнение воздуха и осадков по данным станций мониторинга ЕАНЕТ	77
2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности.	85
2.4.1. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности по результатам наблюдений сети станций комплексного фонового мониторинга	85
2.4.2. Содержание загрязняющих веществ в почвах по результатам наблюдательной сети Росгидромета	92
2.4.3. Изменчивость приростов сосны обыкновенной как отклик древостоев на локальные и региональные воздействия	98
2.5. Загрязнение поверхностных вод	102
2.5.1. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети гидрохимического мониторинга ..	102
2.5.2. Фоновое загрязнение поверхностных вод (по данным сети СКФМ)	106
2.6. Радиационная обстановка на территории России	107
2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха	108
2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод	111
2.6.3. Радиоактивное загрязнение местности	111
2.6.4. Радиоактивное загрязнение окружающей среды на территории РФ в период аварии на АЭС «Фукусима-1»	112
3. Загрязнение окружающей среды регионов России	114

3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов	114
3.1.1. Характеристики загрязнения атмосферного воздуха	114
3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха за 5 лет.	115
3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах страны.	117
3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха по территориям субъектов Российской Федерации.	121
3.2. Загрязнение почвенного покрова	122
3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения	122
3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов.	125
3.3. Качество поверхностных вод на территории РФ.	133
3.3.1. Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям	133
3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов в России.	155
3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации	156
3.3.4. Стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ) в экосистемах отдельных водных бассейнов.	160
3.3.5. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ	161
3.3.6. Химическое загрязнение морей Российской Федерации	164
4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных объектов . .	183
4.1. Московский регион.	183
4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха	183
4.1.2. Качество поверхностных вод	186
4.1.3. Характеристика радиационной обстановки	187
4.1.4. Влияние погодных аномалий и процессов урбанизации на состояние популяций биоразнообразие живых организмов в Московском регионе.	187
4.1.5. Влияние загрязняющих веществ и климатических аномалий на фауну рептилий и земноводных в Московском регионе	190
4.2. Состояние озера Байкал	192
4.2.1. Поступление химических веществ из атмосферы	193
4.2.2. Гидрохимические наблюдения за качеством воды озера Байкал	194
4.2.3. Состояние донных отложений озера Байкал.	196
4.2.4. Гидробиологические наблюдения в районе БЦБК.	202
4.2.5. Состояние воды притоков озера	204
4.2.6. Хлорорганические пестициды и тяжёлые металлы в речных водах северного макросклона хр. Хамар-Дабан на южном побережье озера Байкал	210
4.3. Состояние отдельных компонентов планктона экосистемы открытой и юго-восточной части Балтийского моря	212
4.3.1. Развитие нефтеокисляющих микроорганизмов	212
4.3.2. Характеристика мезозoopланктона	215
4.4. Комплексная оценка загрязнения окружающей природной среды побережий арктических морей и архипелага Шпицберген.	221
4.4.1. Мониторинг ртути в атмосферном воздухе Российской Арктики	236
4.5. Загрязнение окружающей среды в районах расположения объектов по уничтожению химического оружия.	240
4.5.1. Загрязнение атмосферного воздуха	240
4.5.2. Качество поверхностных вод	242
4.5.3. Состояние почв	244
Заключение	247
Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета	254
Список авторов	255

Предисловие

Представленные в данном Обзоре обобщенные характеристики и оценки состояния абиотической составляющей природной среды (атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв) получены по данным наблюдений государственной сети, являющейся основой осуществления мониторинга состояния окружающей среды в Российской Федерации.

Результаты выполненного анализа данных наблюдений и выводы о сохранении высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха в городах страны и поверхностных вод многих водных объектов (с оценкой приоритетности существующих проблем) являются важным элементом информационной поддержки реализации задач государственного надзора и контроля за источниками выбросов (сбросов) вредных веществ в природную среду.

Подготовленная информация ориентирована также на ее использование для комплексной оценки последствий влияния неблагоприятных факторов окружающей среды на здоровье населения, наземные и водные экосистемы. Информация о динамике и фактических уровнях загрязнения позволяет использовать эти данные также для оценки эффективности осуществления природоохранных мероприятий с учетом тенденций и динамики происходящих изменений.

Руководитель Росгидромета



А.В. Фролов

1. Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности 2011 года

1.1. Гелиогеофизическая обстановка

Гелиогеофизическая обстановка определяется, прежде всего, воздействием электромагнитного и корпускулярного излучений Солнечной атмосферы или, говоря привычным языком, *солнечной активностью (СА)*.

Собственно солнечная активность характеризуется двумя различными способами:

- интегральная (фоновая) солнечная активность;
- нестационарные явления в солнечной атмосфере (вспышки, выбросы корональной массы, наличие корональных дыр).

Изменение интегральной активности носит циклический характер («11-летние солнечные циклы»), описываются числами Вольфа или интегральным потоком солнечного радиоизлучения на длине волны 10,7 см. Эти изменения не приводят к каким-либо существенным воздействиям на функционирование биологических и технологических систем. Сами числа Вольфа (или поток радиоизлучения на длине волны

10,7 см) можно уподобить средней температуре поверхности мирового океана.

2011 год относится так же, как и 2010 год, к фазе роста солнечной активности. Активность в 2011 году, как и следовало ожидать, существенно превышает активность 2010 года. В то же время она, как это видно из графика (рис. 1.1), хорошо соответствует прогнозируемому уровню активности, что дает основания предполагать, что максимальный уровень активности, как и предсказывается, будет значительно меньше, чем в 23 цикле. На рис. 1.1–1.2 показаны данные о наблюдаемых значениях чисел солнечных пятен и индекса $F_{10,7}$, а также их прогнозируемые значения.

Как следует из этих рисунков, 2011 год можно характеризовать, как год середины фазы роста солнечной активности, максимум которой ожидается в 2013 году.

Гораздо больший интерес представляют нестационарные явления в солнечной атмосфе-

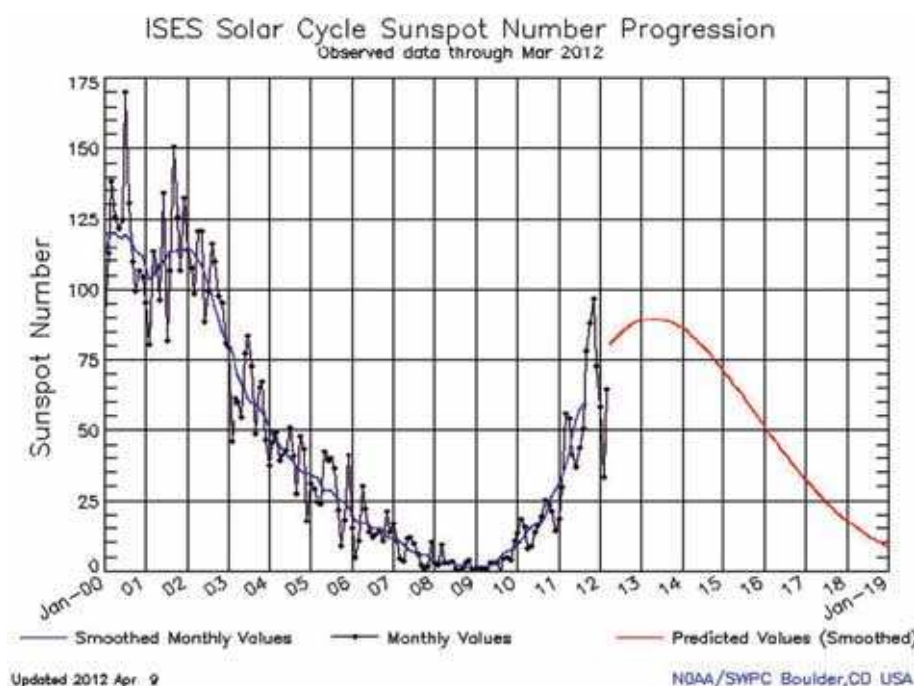
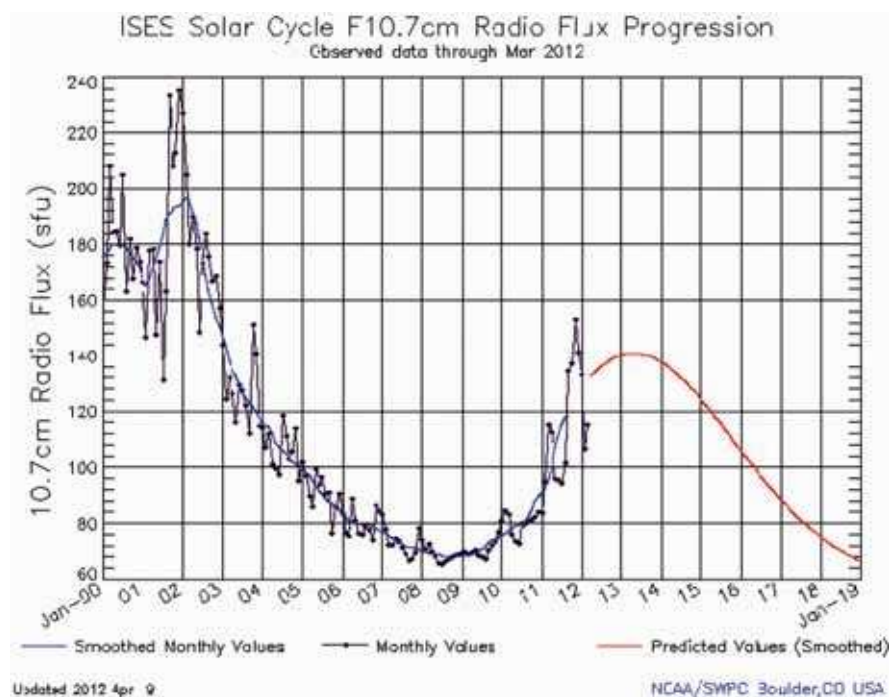


Рис. 1.1. Изменение числа солнечных пятен

Рис. 1.2. Изменение индекса $F_{10,7}$

ре. Сильные всплески радиоизлучения Солнца мешают работе различных навигационных приборов и метеорадаров. Рентгеновские вспышки приводят к перестройке ионосферы и поглощению радиоволн. Магнитные бури влекут целый ряд последствий от нарушений линий электропередач до воздействия на биологические объекты. Появление потоков энергичных протонов вблизи Земли вызывает повреждения аппаратуры спутникового базирования, увеличивает риски при трансполярных перелетах и оказывает воздействие на работу многочисленных радиоэлектронных устройств.

Вспышечная активность Солнца

Одним из проявлений нестационарных явлений СА является вспышечная активность Солнца.

В течение 2011 года зарегистрировано:

а) в H_{α} диапазоне — 79 вспышек балла 1, 14 вспышек балла 2, 1 вспышка балла 3, что значительно больше, чем в 2010 году;

б) в рентгеновском диапазоне (1–8 ангстрем) — 92 всплеска класса M1-M10, 10 всплесков класса M5-M10, 7 всплесков класса X.

Таким образом, вспышечная активность значительно превышала вспышечную активность 2010 года (в течение которого произошло только 23 вспышки M класса и ни одной X класса).

Состояние магнитного поля Земли

Источником магнитных возмущений служат выбросы корональной массы и появление ко-

рональных дыр в определенных участках солнечной поверхности. Активность таких явлений в 2011 году соответствовала фазе роста. На рис. 1.3 представлена циклическая зависимость Ap индекса, характеризующего возмущенность магнитного поля в полярных областях Земли.

Как следует из рисунка, 2011 год характеризуется ростом магнитной активности по сравнению с 2010 годом. Об этом также свидетельствует рост количества магнитных бурь, связанных, как с приходом ударных волн от корональных транзиентов, так и с приходом высокоскоростных потоков солнечного ветра от корональных дыр: в 2011 году их было зарегистрировано 22, из них 10 — сильные, против трех сильных бурь в 2010 году. В самых сильных бурях уровень K_p достигал значения 7,8. Это бури: 5.08.11 с $K_p = 8$, 26.09.11 с $K_p = 8$, 9.09.11 с $K_p = 7$, 24.10.11 с $K_p = 7$. Напомним, что в 2010 году наблюдалась только одна буря с $K_p = 7$. В соответствии с единой шкалой силы магнитных бурь, введенной Национальной Океанической и Атмосферной Администрацией США, уровень $K_p = 8$ соответствует магнитной буре класса G4, которая может характеризоваться следующими физическими последствиями: (1) воздействие на глобальные системы энергоснабжения, требующее коррекции напряжения и приводящее к ложным срабатываниям систем защиты; опасность для преобразователей напряжения; (2) накопление поверхностного заряда на элементах космических аппаратов, проблемы с ориентацией аппаратов и увеличение их сноса с орбиты; (3) перерывы в спутниковой навигации и проблемы

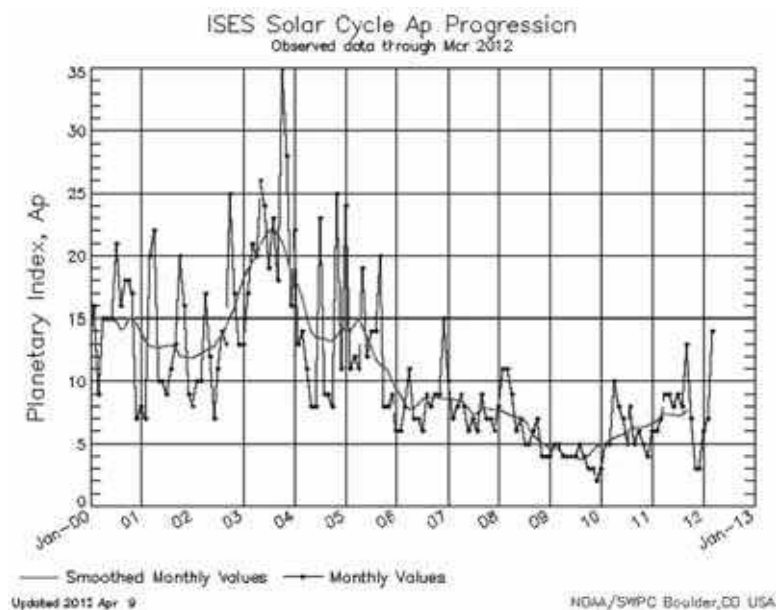


Рис. 1.3. Циклическая зависимость Ap индекса

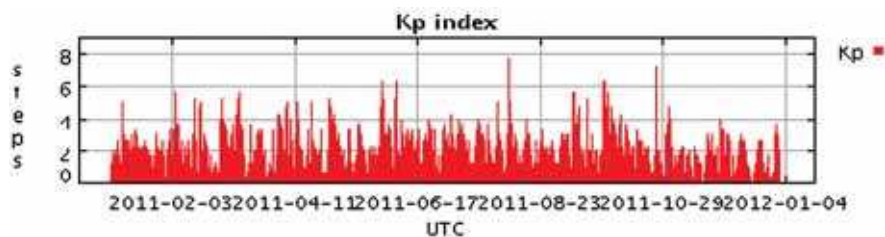
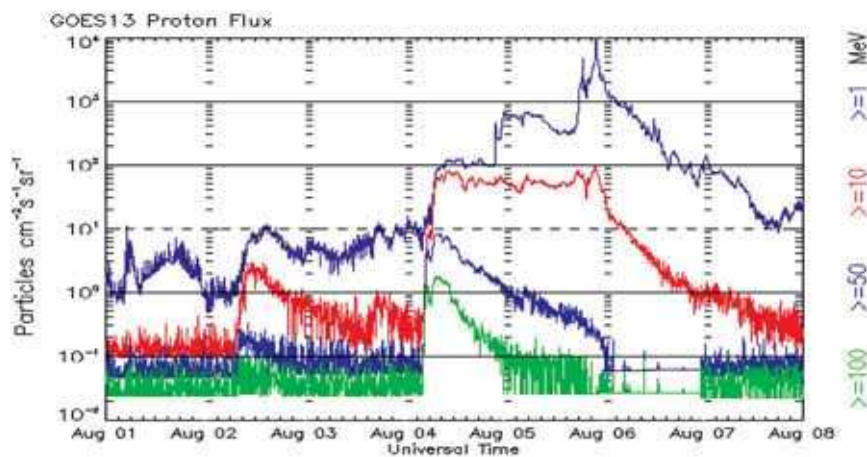
Рис. 1.4. Значения K_p индекса в 2011 г.

Рис. 1.5. Поток протонов

низкочастотной радионавигации, прерывания ВЧ радиосвязи; (4) полярные сияния видны до средних широт. На рис. 1.4. приведены данные по K_p индексу за 2011 год.

Радиационная обстановка в околоземном космическом пространстве (ОКП)

Изменение радиационной обстановки в ОКП связано в основном с вторжением в околоземное космическое пространство солнечных косми-

ческих лучей. На КА GOES за весь год было зарегистрировано 10 возрастных потоков протонов с энергией протонов больше 10 МэВ, связанных как со вспышками, так и эрупциями волокна в атмосфере Солнца, против одного возрастания в 2010 году. Из них в 6 поток протонов превышал значение 10 част/см²ср, что соответствует баллу S1 по шкале NOAA. Такие события не представляют радиационной опасности. Единственный эффект от них — воздействие на полярную ионосферу, приводящее к поглощению коротко-

волновых радиоволн (эффект ППШ). Наиболее мощное событие произошло 4.08.11, поток протонов в котором достигал значения в 96 част/см²ср, что уже близко к баллу S2.

На рис. 1.5 приведены данные по потокам протонов в этом событии. Первая (самая нижняя) кривая — поток протонов с энергией >100 МэВ, вторая — поток протонов с энергией >50 МэВ, третья — поток протонов с энергией >10 МэВ, четвертая — поток протонов с энергией >1 МэВ.

Состояние ионосферы Земли

Состояние ионосферы средних широт по данным станции Москва характеризовалось в течение 6% времени года отрицательными отклонениями критических частот слоя F2-foF2 от

медианных значений и в течение 6% времени года — положительными отклонениями.

Наибольшее количество часов с положительными отклонениями (почти 80% от всего времени за год) наблюдалось в феврале, марте и октябре. В декабре наблюдалась половина годовой нормы часов с отрицательными отклонениями.

В полярной ионосфере по данным станции Салехард отрицательные отклонения критических частот слоя F2-foF2 от медианных значений наблюдались в течение 8% времени, а положительные — в течение 13% времени, причем максимум числа часов с положительными отклонениями (70% времени) приходился на начало года (январь-апрель), а максимум числа часов с отрицательными отклонениями (65%) — на конец года (октябрь-декабрь).

1.2. Опасные гидрометеорологические явления

Общее число опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ) (включая агрометеорологические и гидрологические) в 2011 г. составило 760.

Это на 22% меньше, чем в 2010 году, когда их было 972. Напомним, что в более ранние годы общее число гидрометеорологических ОЯ составило: в 2009 г. 923, а в 2008 г. 1090. Из всех 760 ОЯ в 2011 г. 322 явления нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

На рис. 1.6. приведены данные Росгидромета о динамике количества гидрометеорологических ОЯ за 1996–2011 гг., относящиеся лишь к опасным явлениям и комплексам гидрометеоро-

логических явлений (включая гидрологические и агрометеорологические явления), которые нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения (общее число и количество непредусмотренных ОЯ). В целом 2011 год оказался седьмым в рейтинге по количеству гидрометеорологических ОЯ, нанеших ущерб. Меньшее количество гидрометеорологических ОЯ наблюдалось только в период с 1996 г. по 2004 г.

На рис. 1.7. информация о гидрометеорологических ОЯ, послуживших в 2011 году источниками чрезвычайных ситуаций, детализирована по месяцам.

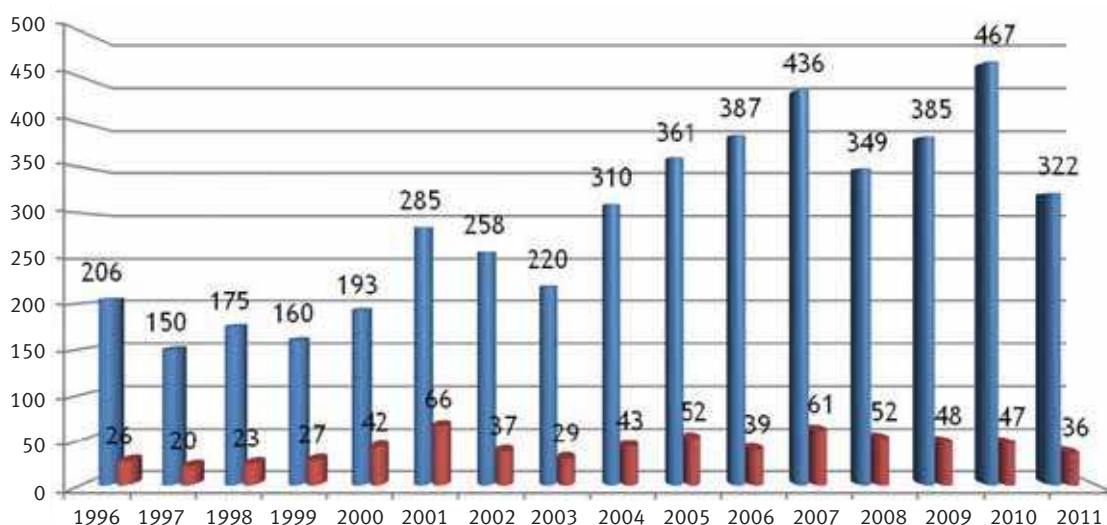


Рис. 1.6. Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (синий) и количество непредусмотренных ОЯ (красный)

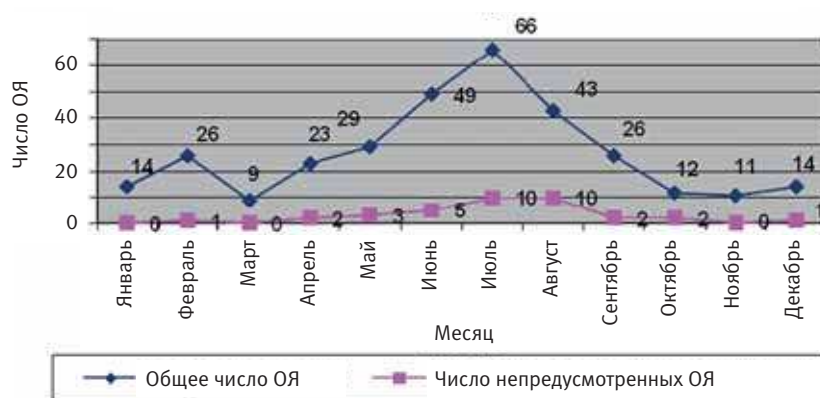


Рис. 1.7. Распределение ОЯ, нанесшим ущерб, по месяцам в 2011 году

Наибольшая активность возникновения опасных явлений на территории Российской Федерации, по-прежнему, наблюдалась в период с мая по август, причем количество гидрометеорологических ОЯ существенно уменьшилось по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.

В Гидрометцентре России ведется статистика отдельно только метеорологических явлений. В 2011 году на территории России был зарегистрирован 401 случай возникновения опасных метеорологических явлений (ОЯ) и комплексов метеорологических явлений (КМЯ). В табл. 1.1 и 1.2 показано распределение метеорологических ОЯ и КМЯ по месяцам и федеральным округам. Учитывались все опасные явления погоды, имевшие место на территории РФ, о которых были получены донесения, независимо от наличия информации об ущербе. Следует отметить, что суммарное количество метеорологических ОЯ в табл. 1.1 и 1.2 может не совпадать, так как ОЯ часто охватывают большие территории и одно-

временно наблюдаются в двух и более округах.

Количество зарегистрированных метеорологических ОЯ по сравнению с 2010 годом уменьшилось на 21,5% (110 случаев). Высокой была повторяемость сильных осадков и КМЯ (84 и 86 случаев соответственно). Это составляет почти половину от всех опасных метеорологических явлений. КМЯ по своим параметрам не достигали критериев ОЯ, но в значительной степени затрудняли хозяйственную деятельность регионов. Часто наблюдался сильный ветер (75 случаев или 19%). Эти явления, как правило, наносили наиболее значительный ущерб секторам экономики и частному сектору.

Наибольшую повторяемость метеорологических ОЯ и КМЯ имеют в теплый период года (с мая по сентябрь) — 212 случаев (53%). Это связано с тем, что в этот период возрастает число ОЯ, обусловленных активной конвекцией, которая наблюдается по всей территории России.

Периоды сильных морозов и аномально холодной погоды в 2011 г. отмечались в 26 случа-

Табл. 1.1. Распределение метеорологических ОЯ за 2011 год по месяцам

Месяц	Сильный ветер	Сильные осадки	Налипание мокрого снега	Заморозки	Сильная жара	Сильный мороз	Аномально жаркая погода	Аномально холодная погода	Туман	КМЯ	Гололедные явления	Метель	Град	Смерч	Мгла	Всего ОЯ и КМЯ
Январь	2	3	1	—	—	6	—	6	—	5	2	3	—	—	—	28
Февраль	12	—	2	—	—	2	—	8	—	20	2	7	—	—	—	53
Март	8	1	1	—	—	2	—	1	—	6	2	2	—	—	—	23
Апрель	12	3	5	1	—	—	—	—	—	6	—	1	—	1	—	29
Май	5	8	—	11	2	—	—	—	—	5	—	—	2	—	—	33
Июнь	4	10	—	4	3	—	4	—	—	8	—	—	5	1	—	39
Июль	8	29	—	1	6	—	4	—	—	16	—	—	5	2	—	71
Август	6	16	—	6	2	—	1	—	—	8	—	—	4	3	—	46
Сентябрь	2	5	—	8	—	—	1	—	—	2	—	—	1	4	—	23
Октябрь	1	6	1	1	—	—	—	—	1	5	—	—	—	1	—	16
Ноябрь	8	2	3	—	—	—	—	—	—	4	—	6	—	—	—	23
Декабрь	7	1	1	—	—	—	—	1	—	1	2	4	—	—	—	17
ГОД-2011	75	84	14	32	13	10	10	16	1	86	8	23	17	12	—	401
ГОД-2010	104	81	6	42	26	28	13	9	7	114	24	35	15	6	1	511

Табл. 1.2. Распределение метеорологических ОЯ за 2011 г. по территории федеральных округов

№ п/п	Явления	Федеральные округа								Всего
		СЗ ФО	Ц ФО	Прв ФО	Ю ФО	СК ФО	Ур ФО	СибФО	ДВ ФО	
1	Ветер	10	6	9	11	10	8	28	10	92
2	Сильные осадки	3	11	17	23	20	9	14	19	116
3	Метель	1					2	11	11	25
4	Пыльная буря									
5	Смерч				9	6	1	2	1	19
6	Мороз	3	3	5	2	1	5	3	1	23
7	Аномально холодная погода	5	4	8	2	1	4	5	2	31
8	Жара		6	2	1	1	4	2	2	18
9	Аномально тёплая погода	1	5	3	1		4	1	1	16
10	Град		2	3	11	11	4	2		33
11	Гололедные явления		1	2	1	2	1	2		9
12	Налипание мокрого снега		1	1	4	4		1	3	14
13	Заморозки	6	12	11	1		8	12	4	54
14	Туман								1	1
15	КМЯ	8	12	12	12	13	11	27	11	106
Всего — в 2011 г.:		37	63	73	78	69	61	110	66	557
Всего — в 2010 г.:		54	71	83	60	45	78	184	93	668

Табл. 1.3. Динамика количества метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2011 гг.

Годы	Месяцы												Всего за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1998	19	15	12	12	14	17	28	16	19	19	20	15	206
1999	20	10	9	9	14	10	15	15	16	8	14	12	152
2000	9	2	6	10	15	17	18	17	20	7	8	12	141
2001	12	12	4	5	27	30	30	25	17	14	16	19	211
2002	16	15	17	11	24	27	41	35	28	17	16	29	276
2003	21	17	13	14	16	35	41	36	27	17	18	17	272
2004	23	29	27	21	23	54	49	61	26	20	28	28	389
2005	19	19	49	31	28	52	48	38	21	24	14	21	364
2006	27	20	29	21	39	64	49	56	26	22	30	24	407
2007	39	40	21	9	56	61	56	52	38	25	28	20	445
2008	29	25	18	19	28	47	83	45	27	12	30	41	404
2009	26	30	24	24	31	64	57	42	26	22	16	28	390
2010	39	23	33	28	31	68	73	64	35	16	35	66	511
2011	28	53	23	29	33	39	71	46	23	16	23	17	401

ях, то есть на 30% меньше, чем в 2010 году, когда их было 37 случаев. Наиболее холодным выдался январь 2011 г., когда было зарегистрировано 6 случаев с аномально холодной погодой и 6 случаев сильных морозов. Периодов с аномально жаркой погодой в 2011 г. было на 23% меньше, чем в 2010 году (13 и 10 случаев соответственно). Сильная жара отмечалась в два раза реже, чем в 2010 г., который был рекордным по этим явлениям. В вегетационный период в 2011 году наблюдалось 32 заморозка, что на 24% меньше, чем за аналогичный период 2010 года, когда их было 42.

Из табл. 1.2. следует, что на территории Сибирского федерального округа зарегистрировано 110 случаев (20%) ОЯ и КМЯ. Это связано с тем, что территория округа обладает наибольшими размерами и характеризуется очень активными атмосферными процессами. В 2010 г. там было на 74 случая ОЯ (40%) больше, чем в 2011 г.

В Южном и Северо-Кавказском федеральных округах в 2011 г. количество ОЯ и КМЯ резко возросло (на 30–50%) по сравнению с прошлым 2010 г., что обусловлено более активными циклоническими и конвективными процессами на юге ЕТР в 2011 г. В Северо-Западном, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах количество ОЯ и КМЯ снизилось на 30–40% по сравнению с предыдущим годом.

Динамика количества всех зарегистрированных метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2011 годы приведена в табл. 1.3. Из нее следует, что 2011 г. с 401 случаями ОЯ был по рейтингу пятым среди самых неблагоприятных (по количеству метеорологических ОЯ и КМЯ) за прошедшие 14 лет. В 2011 г. количество ОЯ было на 23% больше, чем в среднем за последние 14 лет (1998–2011 гг.). Наиболее неблагоприятным по погодным условиям остается 2010 г. с 511 случаями ОЯ.

1.3. Температура воздуха

В среднем по территории России, среднегодовая температура приземного воздуха в 2011 году превысила норму 1961–1990 гг. на 1,55 °C.

Ход средних годовых и сезонных аномалий температуры, осредненных по территории России, приведен на рис. 1.8. 2011 год вошел в пятерку самых теплых лет, повторив температуру 2005 г. Более теплыми были: рекордный 2007 год (+2,08 °C), 1995 и 2008 гг. (соответственно, +2,05 и +1,86 °C).

Из сезонов, в целом по России, выделяются экстремально теплые весна (+2,56 °C) и лето

(+1,40 °C). Весна оказалась второй после 1990 г. (+3,12 °C), а лето — третьим, после уникального 2010 года и вплотную к 1998 г. (соответственно, +1,78 и +1,45 °C).

Пространственные распределения средних годовых и сезонных аномалий температуры 2011 года представлены на рис. 1.9 в форме поля изолиний. «Пустыми» ромбами указано местоположение станций, на которых осуществились 5%-ные экстремумы (соответствующие отрицательные аномалии ниже 5-го процентиля, а положительные — выше 95-го процентиля;

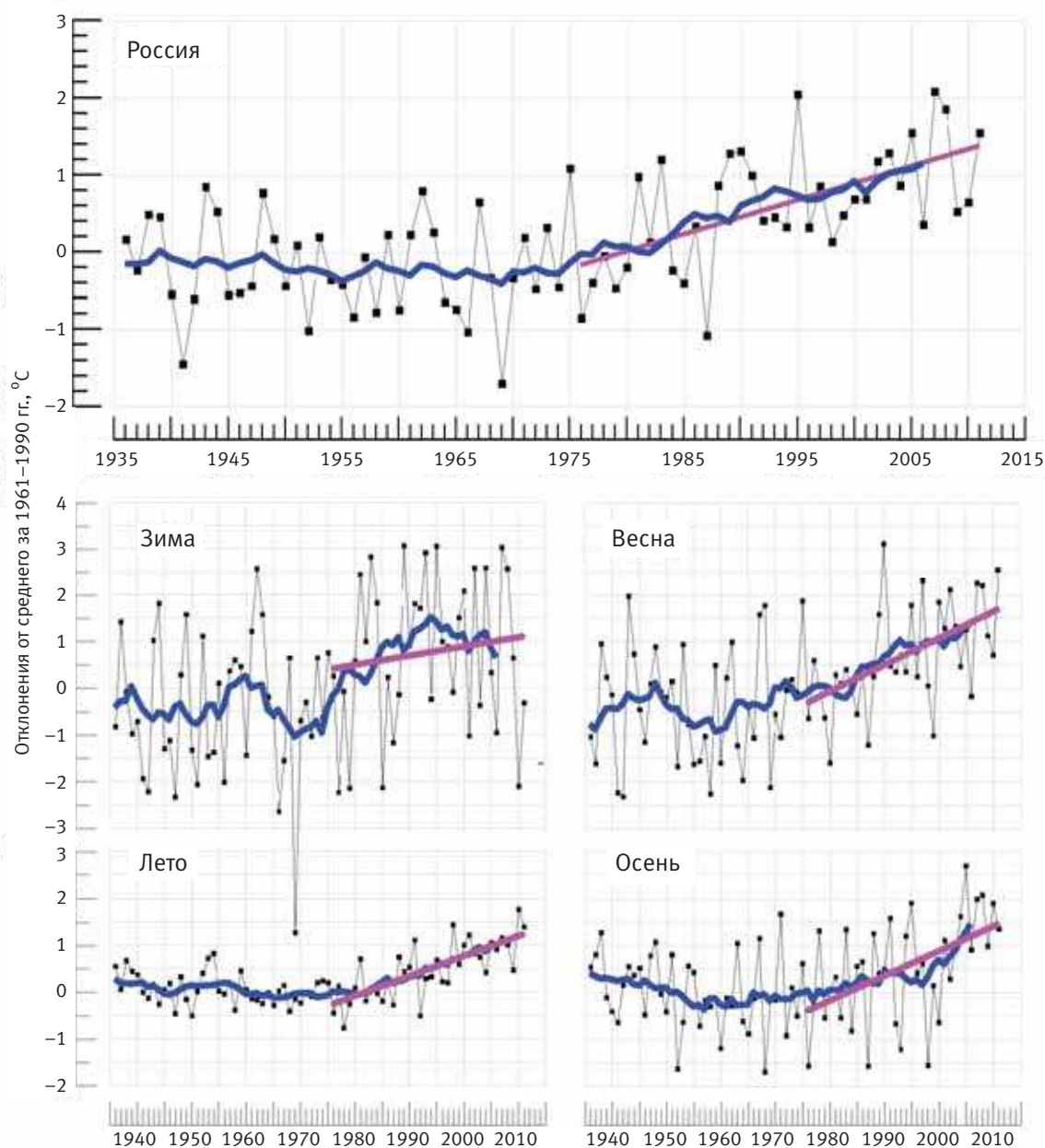


Рис. 1.8. Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°C), осредненные по территории РФ, 1936–2011 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961–1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976–2011 гг.

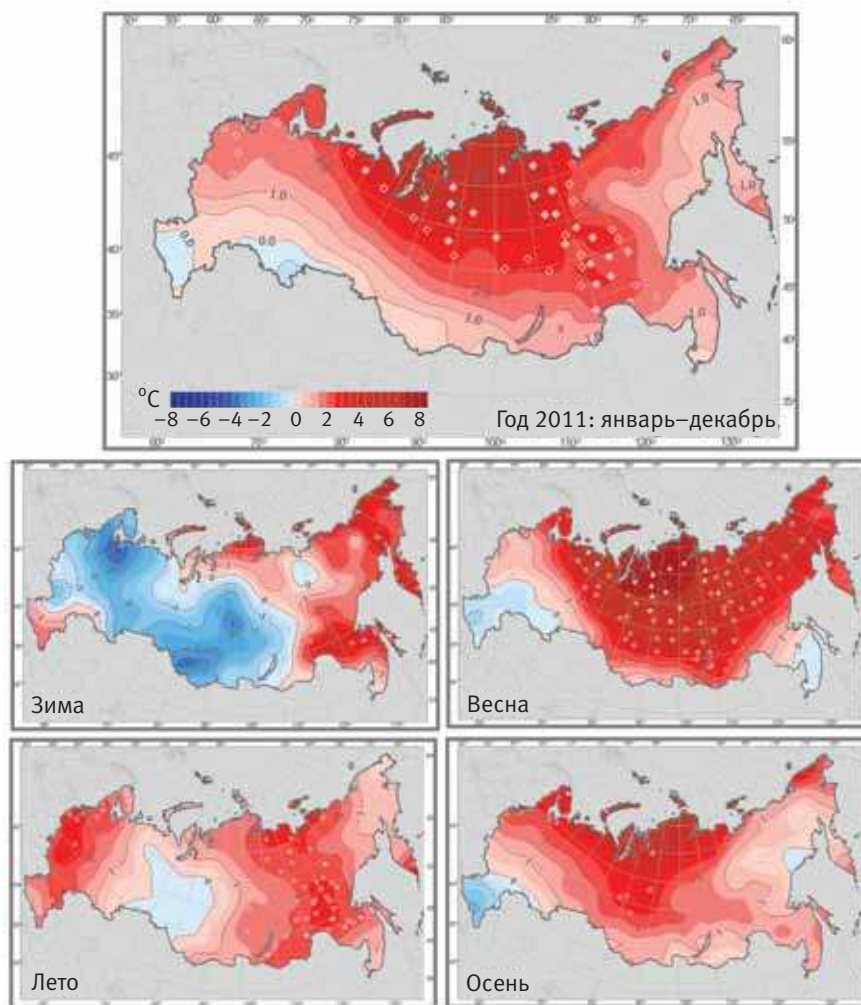


Рис. 1.9. Поля аномалий средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории России в 2011 г. (отклонения от средних за 1961–1990 гг.) с указанием локализации экстремальных аномалий. Ромбами показаны станции, на которых наблюдаемая температура оказалась ниже 5-го или выше 95-го процентиля. Станции, на которых температура 2011 года оказалась рекордной, отмечены залитым ромбом

значения процентилей были получены для каждого месяца/сезона/года и для каждой станции по данным за 1936–2010 гг.). Залитый ромб соответствует «рекордному» экстремуму (т.е. осуществившемуся впервые с 1936 года).

Общая картина изменения температуры за период 1976–2011 гг. указывает на продолжающуюся тенденцию к потеплению на всей территории России в среднем за год и практически повторяет картину трендов за 1976–2010 гг. Однако в сезонных распределениях есть определенные различия. Важными сезонными особенностями современных изменений температуры представляются: тенденция к уменьшению температуры зимой на Чукотке (до $-0,5$ °C/10 лет) и в Западной Сибири (до $-0,3$ °C/10 лет) и обширная область отсутствия трендов в Западно-Сибирской низменности летом (в пределах $\pm 0,1$ °C/10 лет).

Данные подтверждают тенденцию к росту среднегодовой температуры на всей территории России: во всех рассматриваемых регионах линейный тренд среднегодовой температуры положительный. Регионы наиболее интенсивного потепления – Европейская часть России ($0,53$ °C/10 лет) и Восточная Сибирь ($0,51$ °C/10 лет). Наиболее интенсивное потепление наблюдается весной (особенно в Сибири), а также осенью в Восточной Сибири: тренд региональной средней $+0,79$ °C/10 лет и достигает $+1,2$ °C/10 лет в районе Колымской низменности. Летом наибольшая скорость потепления отмечается в регионе ЕЧР ($+0,58$ °C/10 лет). Зимой отмечается отрицательный тренд температуры на Чукотке (до $-0,6$ °C/10 лет). Слабая тенденция к уменьшению температуры в Западной Сибири проявляется зимой (до $-0,2$ °C/10 лет) и незначительная — летом (до $-0,1$ °C/10 лет).

1.4. Атмосферные осадки

Количество осадков, выпавших в целом за год по всей территории России, в 2011 году было близким к норме (аномалия $-0,1$ мм/месяц).

Это меньше, чем в 2010 году, когда год был 29-м по убыванию осадков с 1936 г. (рис. 1.10.).

Наиболее обеспеченным осадками сезоном для России была зима за счет декабря 2010 г., который по количеству осадков оказался рекордным декабрем с 1936 года. Географические распределения годовых и сезонных аномалий осадков в 2011 г. представлены на рис. 1.11 в процентах от соответствующих норм.

Региональные оценки трендов согласуются с представленными на рис. 1.12. Тренд годовых сумм осадков за 1976–2011 гг., в среднем по Рос-

сии, составляет $0,7$ мм/месяц/10 лет и описывает 20% межгодовой изменчивости.

Тренд годовых сумм осадков за период 1976–2011 гг. положительный на большей части территории России. Преимущественно положительный тренд наблюдается и в отдельные сезоны; заметные исключения — восточные регионы России зимой и летом и ЕЧР — летом. Наиболее выражен рост осадков весной, когда линейный тренд объясняет 20% суммарной изменчивости осадков. Максимум роста годовых осадков наблюдается в Средней Сибири, где растут осадки всех сезонов, кроме зимы. Весенние осадки растут почти на всей территории, особенно в районе Прикаспийской низменности и

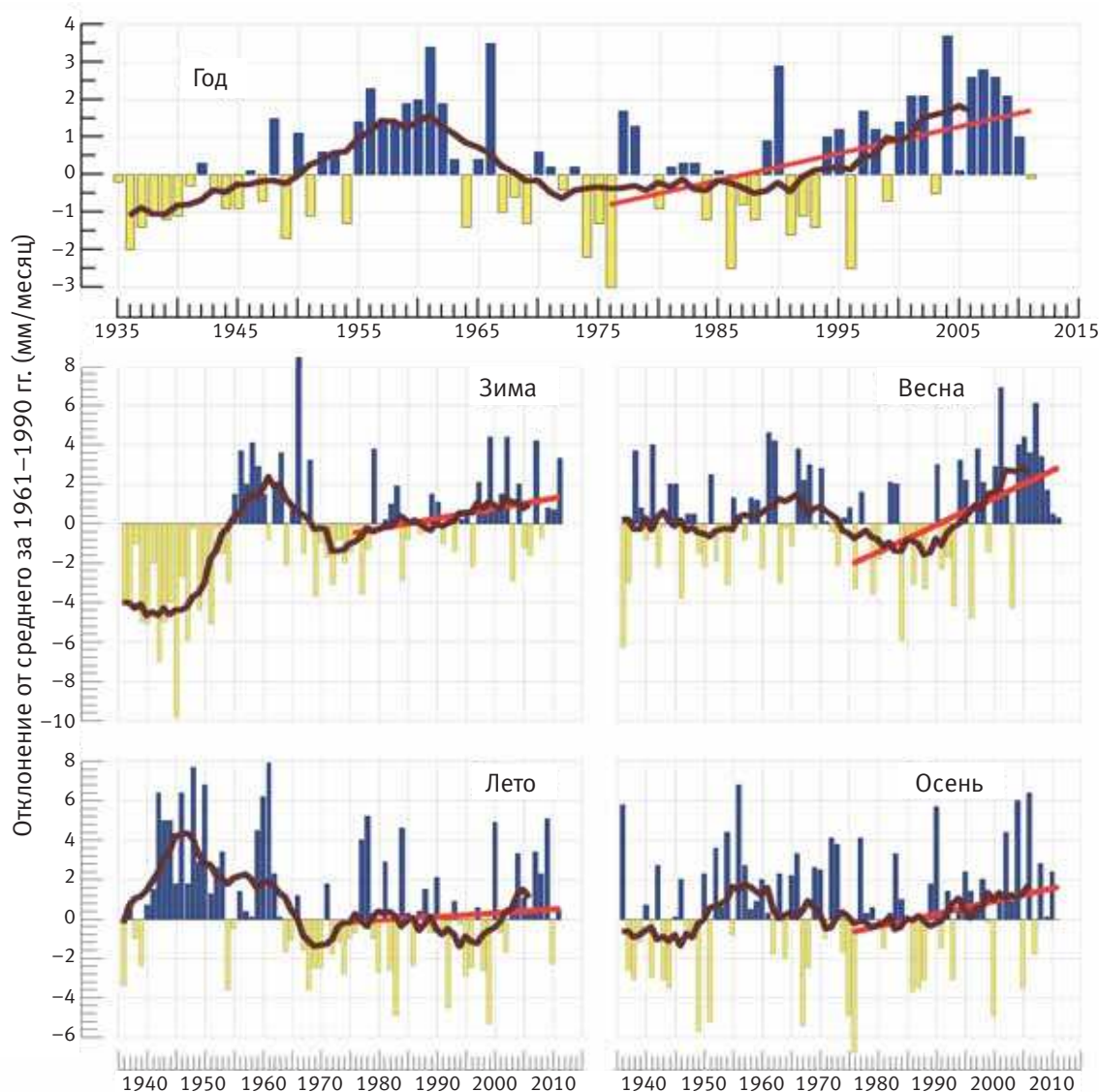


Рис. 1.10. Средние годовые и сезонные аномалии осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ, 1936–2011 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961–1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976–2011 гг.

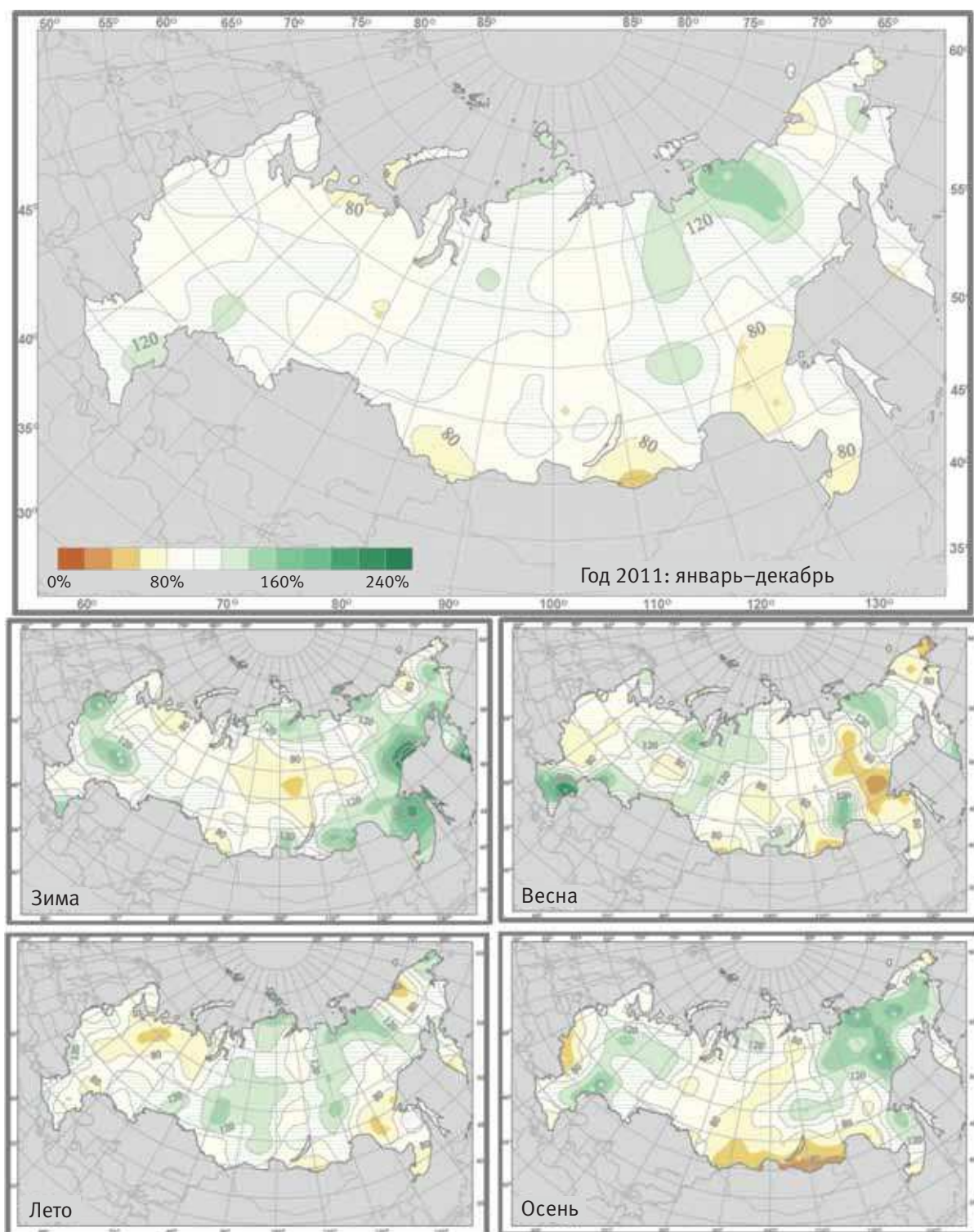


Рис. 1.11. Поля аномалий годовых и сезонных сумм осадков на территории России в 2011 г. (% от нормы 1961–1990 гг.). Ромбами показано местоположение станций, на которых количество выпавших в 2011 г. осадков (в среднем за год/сезон) оказалось рекордно высоким или рекордно низким за период с 1936 г.

Южного Урала и на Дальнем Востоке. В остальные сезоны в большинстве регионов тренды ответственны лишь за малую долю межгодовой изменчивости.

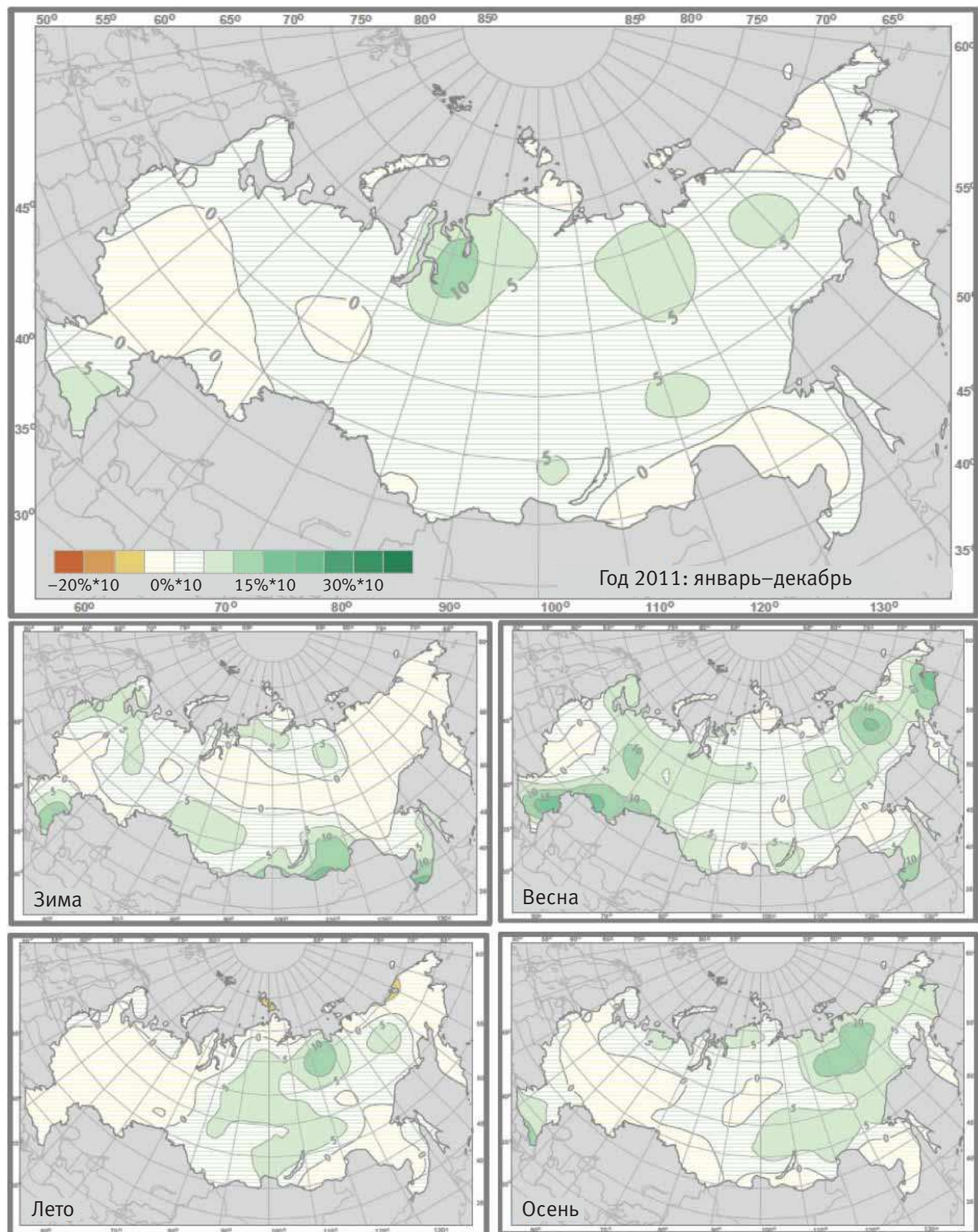


Рис. 1.12. Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда годовых и сезонных сумм атмосферных осадков за 1976–2011 гг. на территории России (% от нормы за 10 лет)

1.5. Снежный покров

Граница снежного покрова

На большей части **европейской территории России (ЕТР)** зима 2010–2011 гг. была относительно прохладной и многоснежной. Самым холодным месяцем был февраль. В Северо-Западном, Центральном, Приволжском, Уральском федеральных округах погода в целом за зиму была холоднее обычной. В Южном и Северо-Кавказском федеральных округах наблюдались положительные аномалии среднесезонной температуры воздуха. В декабре и январе осадки существенно превышали норму, а в феврале были значительно ниже нормы.

Снежный покров севернее и восточнее Петрозаводска, Сыктывкара и Серова установился к 18 ноября 2010 г. Затем граница снежного покрова продвигалась на юг и запад и 30 ноября снежный покров установился почти на всей ЕТР. В Москве снежный покров установился 2 декабря, что на неделю позже нормального срока.

На азиатской территории России в декабре и январе холодная погода преобладала в центральных и южных районах Западной Сибири, в центральных районах Красноярского края и на юге Приморского края, а в феврале — лишь в континентальных районах Магаданской области. В Хабаровском крае, на Сахалине, Камчатке, Чукотке, Колыме, Таймыре и островах Северного Ледовитого океана аномалии среднесезонной температуры воздуха превысили норму на 2–3 градуса.

Снежный покров в северных районах Сибири начал появляться в начале октября. Однако мощные волны экстремально теплого воздуха приводили к его таянию. Устойчивый снежный покров восточнее Урала, в юго-западных и южных районах Сибири установился только 19 ноября 2010 г., что значительно позже нормальных сроков.

Накопление снега на большей части ЕТР продолжалось до 25 марта. За зиму в Москве выпало 152 мм осадков или 114% от нормы.

Из-за холодной погоды на ЕТР таяние снега задержалось относительно нормальных сроков почти на десять дней.

В Москве дружное таяние снега началось только 2 апреля 2011 г., и окончательно снег сошел 16 апреля. На ЕТР снежный покров растаял практически везде в третьей декаде апреля.

На юге Сибири из-за экстремально теплой погоды снег начал таять уже во второй половине марта, что почти на месяц опережало обычные сроки. В большей части Сибири снег растаял в сроки близкие к экстремально ранним.

Граница снежного покрова проходила 10 апреля 2011 г. по линии Брянск—Липецк—Саратов—Оренбург—Омск—Абакан—Чита—Хабаровск. К 20 апреля она сместилась к линии Петрозаводск—Сыктывкар—Березово—Ярцево—Ленск—Тында—Комсомольск-на-Амуре и оставалась там почти до 5 мая. К 10 мая снежный покров на ЕТР растаял, а в Сибири лежал севернее границы Салехард—Якутск—Николаевск-на-Амуре. На Чукотке и Таймыре снежный покров растаял в конце третьей декады мая. Для Таймыра это примерно на полмесяца раньше обычного срока.

Запасы воды в снежном покрове

В сводной табл. 1.4 приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ по состоянию на 20 марта 2011 г. Для сравнения в той же таблице приведены значения норм и данные о запасах воды на 20 марта 2010 г. Краткие выводы сводятся к следующему.

На Европейской территории России запасы воды в снежном покрове были выше нормы и в большинстве мест больше, чем в прошлом 2010 г. Ниже нормы запасы воды были только в бассейнах рек Кама, Вычегда и Мезень.

В бассейне р. Волга на 20 марта запасы воды в снежном покрове составили 127% нормы и были в 1,2 раза больше прошлогоднего значения. В бассейнах большинства водохранилищ и притоков Волги снеготзапасы превысили многолетнюю норму, рассчитанную на 20 марта, причём на Куйбышевском водохранилище норма была превышена в 1,3 раза, а в бассейнах Верхней Волги и Чебоксарского водохранилища — в 1,5 раза. Отношение величины снеготзапаса относительно его прошлогодних значений составило 1,3–1,6 раза для Горьковского, Чебоксарского, Куйбышевского водохранилищ и для реки Белой. На остальной территории бассейна Волги величина снеготзапаса была близка к прошлогодней и только на Саратовском и Волгоградском водохранилищах в 2011 году запасы воды в снеге были существенно меньше, чем в прошлом 2010 году.

Значения снеготзапаса в бассейне Дона в полтора и более раза превысили норму, однако несколько уступили по величине значениям прошлого года. В бассейне Хопра, являющегося крупнейшим левым притоком Дона, снеготзапасы превысили норму в два раза.

Близки к норме и к значениям прошлого года снеготзапасы были на большинстве рек севера

ЕТР. При этом существенно меньше прошлогодних снегозапасы были в бассейнах Пинеги, Вычегды и Мезени, а на Сухоне — превышали норму на 18%, а величину прошлого года на 11%.

Так же, как и в прошлом году, снегозапасы в бассейнах рек северо-запада — Нарвы и Волхова в 2,5–3,0 раза превысили норму.

На азиатской территории России в бассейнах Тобола и Верхней Оби (Новосибирского водохранилища) накопленные снегозапасы были близки к норме и соответственно на 17% и 30% ниже прошлогодних значений.

На Верхнем Енисее в бассейне Саяно-Шушенского водохранилища снегозапасы 20 марта превышали норму в 1,23 раза, но были на 11% ниже значения прошлого года, а в бассейне Красноярского водохранилища — больше обычных для этого времени года в 1,28 раза, но меньше прошлогодних на 18%.

В бассейне озера Байкал и Братского водо-

хранилища величины снегозапасов превышали норму в 1,2 раза и примерно соответствовали прошлогодним значениям. В бассейне Усть-Илимского водохранилища снегозапасы были близки к норме и к значениям прошлого года.

Запасы воды в снежном покрове в бассейне р. Лена выше г. Якутск были преимущественно меньше или близки к норме, а в ее нижнем течении — выше обычных значений.

В Забайкалье в бассейне Верхнего Амура накопленные к началу марта запасы воды в снеге превышали норму в 1,4–2,2 раза, в бассейне Витима и Олекмы они колебались от 0,65 до 1,15 нормы, а в бассейне Селенги — 1,0–1,6 нормы.

Отметим также, что на некоторых снегомерных маршрутах Приморского края снегозапасы примерно в полтора — два раза превышали их средние многолетние значения на 20 марта.

Табл. 1.4. Сведения о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ по состоянию на 20 марта 2011 г. (в сравнении с нормой и с влагозапасами 2010 г.): W_{2010} , W_{2011} — запасы воды в снеге в 2010 и 2011 гг.

№ п/п	Бассейны рек	Запасы воды в снеге на 20 марта				
		норма, мм	W_{2010} , мм	W_{2011}		
				мм	% от нормы	% от W_{2010}
1	р. Волга, в том числе	117	122	148	127	121
2	до вдхр. Рыбинское	101	136	150	149	110
3	р. Кострома и р. Унжа	128	112	156	122	139
4	р. Москва	93	106	105	113	99
5	р. Ока, включая бассейн р. Москвы	89	100	133	149	133
6	р. Сура	89	138	166	187	120
7	р. Ветлуга	140	93	153	109	164
8	вдхр. Чебоксарское	91	106	142	156	134
9	р. Вятка	147	121	166	113	137
10	вдхр. Куйбышевское	133	121	174	131	144
11	вдхр. Саратовское	89	115	97	109	84
12	вдхр. Волгоградское	57	125	80	140	64
13	р. Кама	179	166	162	91	98
14	р. Белая	137	107	159	116	149
15	р. Дон, в том числе	39	85	63	160	74
16	р. Хопер	49	121	99	200	82
17	р. Медведица Реки Севера	47	109	52	110	48
18	р. Северная Двина	121	143	128	106	90
19	р. Сухона	125	133	147	118	111
20	р. Вага	124	120	128	103	107
21	р. Юг	115	123	125	109	102
22	р. Пинега	101	135	111	110	82
23	р. Вычегда	139	167	128	92	77
24	р. Мезень	140	131	121	86	92
25	р. Нарва	47	154	134	285	87
26	р. Волхов	60	134	149	248	111
Реки и водохранилища Сибири						
27	р. Верхняя Обь	189	256	181	96	70
28	р. Тобол	60	82	68	113	83
29	р. Енисей (вдхр. Саяно-Шушенское)	121	168	149	123	89
30	р. Енисей (вдхр. Красноярское)	137	215	176	128	82
31	р. Ангара (оз. Байкал)	78	94	93	119	99
32	р. Ангара (вдхр. Братское)	70	97	87	124	90
33	р. Ангара (вдхр. Усть-Илимское)	112	109	108	96	99

1.6. Водные ресурсы

Водные ресурсы Российской Федерации в 2011 году составили 4398,7 км³, превысив среднее многолетнее значение на 3,3%.

Большая часть этого объёма — 4238,3 км³ — сформировалась в пределах России, и 160,4 км³ воды поступило с территорий сопредельных государств.

На реках Центрального, Приволжского и Южного федеральных округов (табл. 1.5) наблюдалась пониженная водность; в Северо-Западном, Северо-Кавказском, Уральском и Сибирском федеральных округах — близкая к норме. В Дальневосточном федеральном округе водные ресурсы были несколько выше средних многолетних значений.

Водные ресурсы бассейнов крупнейших рек России (наблюдённый годовой сток рек) в 2011 году (табл. 1.6.) в большинстве своём существенно отличались от средних многолетних значений и от значений, имевших место в 2010 году.

В бассейне Северной Двины водность значительно снизилась (до 14,2% от нормы) по сравнению с 2010 годом, когда она была ниже нормы

на 3,6%. В бассейне реки Печоры, напротив, сохранилась высокая водность.

В бассейне Терека продолжалась фаза повышенной водности, в то время как в бассейнах Дона и Кубани водность оставалась ниже нормы. При этом на Дону, где весьма низкий сток наблюдался в течение последних пяти лет, он был ниже нормы на 44,7%, что намного ниже, чем в 2010 году.

В бассейне Волги водные ресурсы были ниже нормы на 16,3%, то есть значительно уменьшились по сравнению с 2010 годом, когда они были близки к норме.

В бассейне одной из крупнейших рек Сибири — Оби — водность существенно повысилась по сравнению с 2010 годом и приблизилась к норме.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек — Енисея и Лены — водность и характер её изменения по сравнению с 2010 годом существенно различались. Если в бассейне Енисея продолжалась фаза повышенной водности с дальнейшим значительным повышением стока, то в бассейне Лены в 2011 году отмечено снижение стока относительно нормы.

Табл. 1.5. Ресурсы речного стока по федеральным округам РФ

Федеральные округа	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км ³ /год	Водные ресурсы 2011 г., км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северо-Западный	1 687,0	607,4	610,7	0,5
Центральный	650,2	126,5	109,8	-13,2
Приволжский	1037,0	271,3	246,5	-9,1
Южный	420,9	288,9	244,6	-15,3
Северо-Кавказский	170,4	27,5	28,4	3,3
Уральский	1818,5	597,3	610,8	2,3
Сибирский	5145,0	1321,1	1343,0	1,7
Дальневосточный	6169,3	1847,8	1942,3	5,1
РФ в целом	17 098,3	4259,8 ¹	4398,7	3,3

¹ Значение уточнено по сравнению с приведенным в выпусках прошлых лет.

Табл. 1.6. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов ¹ , км ³ /год	Водные ресурсы 2011 г., км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северная Двина	357	101,0	86,7	-14,2
Печора	322	129,0	154,6	19,8
Волга	1360	238,0	199,3	-16,3
Дон	422	25,5	14,1	-44,7
Кубань	57,9	13,9	12,9	-7,2
Терек	43,2	10,5	11,1	5,7
Обь	2990	405,0	403,7	-0,3
Енисей	2580	635,0	731,6	15,2
Лена	2490	537,0	504,0	-6,1
Колыма	647	131,0	185,1	41,3
Амур	1855	378,0	366,0	-3,2

¹ Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1936–1980 гг.

В бассейне Колымы, где в 2010 году имела место повышенная водность, сток резко повысился и превысил норму на 41,3%.

В бассейне другой крупнейшей реки Дальнего Востока — Амура — произошла смена характера водности: существенно повышенная

водность Амура, наблюдавшаяся в 2010 году, снизилась до значения 3,2% ниже нормы.

Водные ресурсы субъектов Российской Федерации в 2011 году (табл. 1.7) в большинстве случаев имели заметные отличия от средних многолетних значений.

Табл. 1.7. Ресурсы речного стока по субъектам Российской Федерации

Субъекты Федерации	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов ¹ , км ³ /год	Водные ресурсы 2011 года, км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
<i>Северо-Западный федеральный округ</i>				
Республика Карелия	180,5	55,9	45,4	-18,8
Республика Коми	416,8	164,8	177,3	7,6
Архангельская область, в том числе:	589,9	387,2	393,0	1,5
Ненецкий автономный округ	176,8	212,1	231,7	9,2
Вологодская область	144,5	47,7	45,5	-4,6
Калининградская область	15,1	22,7	21,7	-4,4
Ленинградская область	83,9	89,2	99,5	11,5
Мурманская область	144,9	65,7	66,2	0,8
Новгородская область	54,5	21,4	27,8	29,9
Псковская область	55,4	12,0	12,5	4,2
<i>Центральный федеральный округ</i>				
Белгородская область	27,1	2,7	2,1	-22,2
Брянская область	34,9	7,3	6,4	-12,3
Владимирская область	29,1	35,2	26,5	-24,7
Воронежская область	52,2	13,7	8,1	-40,9
Ивановская область	21,4	57,3	56,9	-0,7
Калужская область	29,8	11,3	8,5	-24,8
Костромская область	60,2	53,4	53,5	0,2
Курская область	30,0	3,8	2,2	-42,1
Липецкая область	24,0	6,3	5,1	-19,0
Московская область	45,8	18,0	14,7	-18,3
Орловская область	24,7	4,1	2,5	-39,0
Рязанская область	39,6	25,7	18,7	-27,2
Смоленская область	49,8	14,2	13,7	-3,5
Тамбовская область	34,5	4,1	3,1	-24,4
Тверская область	84,2	25,2	28,3	12,3
Тульская область	25,7	10,6	7,7	-27,4
Ярославская область	36,2	35,8	37,9	5,9
<i>Приволжский федеральный округ</i>				
Республика Башкортостан	142,9	34,2	26,1	-23,7
Республика Марий Эл	23,4	110,4	105,7	-4,3
Республика Мордовия	26,1	4,9	4,8	-2,0
Республика Татарстан	67,8	229,6	198,0	-13,8
Удмуртская Республика	42,1	63,3	56,8	-10,3
Чувашская Республика	18,3	119,0	106,6	-10,4
Пермский край	160,2	56,0	49,2	-12,1
Кировская область	120,4	40,0	36,1	-9,8
Нижегородская область	76,6	105,8	101,4	-4,2
Оренбургская область	123,7	12,6	10,5	-16,7
Пензенская область	43,4	5,6	5,4	-3,6
Самарская область	53,6	236,8	202,7	-14,4
Саратовская область	101,2	241,5	206,9	-14,3
Ульяновская область	37,2	231,2	195,4	-15,5
<i>Южный федеральный округ</i>				
Республика Адыгея	7,8	14,1	14,6	3,5
Республика Калмыкия	74,7	1,1	3,2	190,9
Краснодарский край	75,5	23,0	24,8	7,8
Астраханская область	49,0	237,7	199,3	-16,2
Волгоградская область	112,9	258,6	212,3	-17,9
Ростовская область	101,0	26,1	14,1	-46,0
<i>Северо-Кавказский федеральный округ</i>				
Республика Дагестан	50,3	20,7	21,0	1,4
Республика Ингушетия	3,6	1,7	1,8	5,9
Республика Кабардино-Балкария	12,5	7,5	7,7	2,7
Карачаево-Черкесская Республика	14,3	6,1	7,0	14,8
Республика Северная Осетия — Алания	8,0	8,0	8,4	5,0
Чеченская Республика	15,6	11,6	12,8	10,3
Ставропольский край	66,2	5,5	5,7	3,6

Окончание табл. 1.7

Субъекты Федерации	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов ¹ , км ³ /год	Водные ресурсы 2011 года, км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
<i>Уральский федеральный округ</i>				
Курганская область	71,5	3,5	1,9	-45,7
Свердловская область	194,3	30,2	22,9	-24,2
Тюменская область, в том числе:	1464,2	583,7	601,2	3,0
Ханты-Мансийский автономный округ	534,8	380,8	379,4	-0,4
Ямало-Ненецкий автономный округ	769,3	581,3	600,1	3,2
Челябинская область	88,5	7,4	5,4	-27,0
<i>Сибирский федеральный округ</i>				
Республика Алтай	92,9	34,0	26,7	-21,5
Республика Бурятия	351,3	97,1	82,9	-14,6
Республика Тыва	168,6	45,5	55,0	20,9
Республика Хакасия	61,6	97,7	97,8	0,1
Алтайский край	168,0	55,1	49,2	-10,7
Забайкальский край	431,9	75,6	65,2	-13,8
Красноярский край	2366,8	930,2	999,1	7,4
Иркутская область	774,8	309,4	323,1	4,4
Кемеровская область	95,7	43,2	36,0	-16,7
Новосибирская область	177,8	64,3	49,4	-23,2
Омская область	141,1	41,3	31,7	-23,2
Томская область	314,4	182,3	147,8	-18,9
<i>Дальневосточный федеральный округ</i>				
Республика Саха (Якутия)	3083,5	881,1	923,7	4,8
Камчатский край	464,3	275,1	293,8	6,8
Приморский край	164,7	46,2	41,4	-10,4
Хабаровский край	787,6	491,2	492,9	0,3
Амурская область	361,9	170,6	138,3	-18,9
Магаданская область	462,5	124,9	160,0	28,1
Сахалинская область	87,1	57,2	79,2	38,5
Еврейская автономная область	36,3	217,7	155,4	-28,6
Чукотский автономный округ	721,5	194,6	203,6	4,6

¹ Значение уточнено по сравнению с приведенным в выпусках прошлых лет.

Во всех субъектах Федерации Северо-Западного федерального округа, кроме Новгородской области, расположенной в его юго-западной части, имело место снижение водности рек по сравнению с 2010 годом. В Новгородской области водность увеличилась до 29,9%. Тем не менее, в Республике Коми, Архангельской, Ленинградской, Мурманской и Псковской областях водность по-прежнему превышала среднее многолетние значения, хотя в Архангельской и Мурманской областях она приблизилась к норме. На остальных территориях отмечено наступление (в Вологодской и Калининградской областях) или продолжение (в Республике Карелии) фазы пониженной водности. В целом водность рек округа снизилась по сравнению с 2010 годом на 6,8% (от нормы).

Запасы воды в Ладозском и Онежском озёрах по сравнению с 2010 годом увеличились на 2,60 и 0,45 км³ соответственно (табл. 1.8).

Основные черты водности большей части Северо-Западного федерального округа, относящейся к бассейнам Баренцева и Белого морей, и её изменения по сравнению с 2010 годом определило снижение стока в бассейнах всех основных рек, кроме Печоры, в ряде случаев до значений ниже нормы. В юго-западной и западной части округа, входящей в бассейн Балтийского моря, доминирующее влияние на водность оказали реки Невы, Нарвы и Волхов. Сток этих рек, несмотря на его снижение, оставался выше нормы, соответственно, на 9, 27 и 24%. Столь значительное превышение стока над нормой обусловлено высокой водностью рек в бассейнах озёр

Табл. 1.8. Изменение запасов воды крупнейших озёр Российской Федерации

Озеро	Средний многолетний запас воды, км ³	Средний многолетний уровень воды, м	Запасы воды, км ³		
			на 01.01.11	на 01.01.12	годовое изменение
Ладозское	911,00	5,10	900,00	902,60	2,60
Онежское	292,00	33,00	292,27	292,72	0,45
Байкал ¹	23 000,00	455,00			-0,94
Ханка	18,30	68,90	20,18	19,22	-0,96

¹ Для озера Байкал, запасы воды которого очень велики и не сопоставимы с их годичными колебаниями, изменение объёма вычислялось как произведение годового приращения уровня воды на среднюю многолетнюю площадь зеркала этого водоёма.

Ильмень и Чудско-Псковского и её возрастанием в первом из них. В Калининградской области характер водности определился транзитной рекой Неман, снижение стока которой до 6% не компенсировалось увеличением местного стока других рек области.

В Центральном федеральном округе водность рек была ниже нормы в 14 субъектах федерации из 17. Лишь в трёх областях — Костромской, Тверской и Ярославской она оставалась выше нормы, причём в Костромской области почти сравнялась с нормой. За исключением Ивановской и Смоленской областей, где повышенная водность сменилась пониженной, это повторило ситуацию 2010 года. В целом по округу водность рек снизилась на 12,4% по сравнению с 2010 годом.

Запасы воды в волжских водохранилищах округа — Ивановском, Угличском и Рыбинском — уменьшились в 2011 году по сравнению с 2010 годом на 0,36 км³, в основном за счёт Рыбинского водохранилища, запасы воды которого снизились на 0,68 км³, а уровень воды упал на 0,19 м.

Сохранение водности в ряде областей Центрального федерального округа на уровне, превышающем норму или весьма близком к норме, — результат доминирующего влияния реки Волги, сток которой в верхнем течении остался повышенным. В областях, расположенных главным образом в бассейнах рек Оки, Дона, Днепра и Западной Двины, картина водности была обусловлена низким стоком в этих бассейнах, и его снижением по сравнению с 2010 годом.

Водные ресурсы всех субъектов федерации Приволжского федерального округа, как и в 2010 году, были ниже нормы. Если в Республиках Марий Эл и Мордовии, Нижегородской и Пензенской областях они были достаточно близки к норме (меньше на 2,0% — 4,3%), то в остальных субъектах федерации их отличие от нормы было значительным и составило от -9,8% в Кировской области до -23,7% в Республике Башкортостан. По округу в целом водность рек по сравнению с 2010 годом возросла на 0,4%, то есть, по существу, не изменилась.

Запасы воды в водохранилищах Волжско-Камского каскада (Ивановском, Угличском, Рыбинском, Горьковском, Чебоксарском, Куйбышевском, Камском, Воткинском, Саратовском, Волгоградском), расположенных в трёх федеральных округах, увеличились в 2011 году по сравнению с 2010 годом на 5,33 км³. Наибольшее увеличение запасов воды наблюдалось в Куйбышевском водохранилище (4,05 км³).

Запасы воды в Ириклинском водохранилище на реке Урал в 2011 году увеличились на 0,53 км³, а его уровень повысился на 2,75 м.

Распределение и годовое изменение водных ресурсов Приволжского федерального округа определились в первую очередь характером водности в бассейне реки Волги. Низкая водность Волги, в том числе и главных её притоков — Оки и Камы, имевшая место в 2010 году, дополнительно снизилась. В Оренбургской области сток главной реки — Урала, хотя и существенно возрос по сравнению с 2010 годом, всё же был меньше среднемноголетнего значения на 16,7%.

В Южном федеральном округе водность, превышающая норму, отмечалась в Республиках Адыгее и Калмыкии, а также в Краснодарском крае. При этом в Адыгее характер водности изменился по сравнению с 2010 годом. Если в Адыгее превышение нормы было небольшим (3,5%), а в Краснодарском крае — довольно умеренным (7,8%), то в Калмыкии оно было весьма значительным (190,9%).

В областях округа фаза пониженной водности продолжилась со значительным снижением стока по сравнению с 2010 годом. Водные ресурсы в Астраханской и Волгоградской областях были ниже нормы, соответственно, на 16,2% и 17,9%, а в Ростовской области — на 46,0%.

В целом по округу имело место значительное снижение водности рек по сравнению с 2010 годом — на 14,5%.

Запасы воды в Краснодарском водохранилище уменьшились на 0,32 км³, что привело к понижению уровня этого водоёма на 1,24 м.

В Цимлянском водохранилище запасы воды в 2011 году уменьшились по сравнению с 2010 годом на 2,68 км³, а его уровень понизился на 1,22 м.

Характер распределения и годового изменения водных ресурсов большей части Южного федерального округа, относящейся к бассейнам Дона, Кубани и Волги, определился продолжающимся снижением водности в этих бассейнах и значительно возросшим местным стоком всех рек Республики Адыгеи. Особая ситуация с водными ресурсами Республики Калмыкии, расположенной вне этих бассейнов, связана с повышенной и растущей водностью рек Калауса и Кумы, вызванной не только естественными факторами, но и ростом объёмов переброски стока в эти реки.

Водность рек Северо-Кавказского федерального округа, как и в 2010 году, была выше нормы во всех субъектах Федерации, несмотря на значительное снижение стока в 2011 году в Ставропольском крае, Республиках Дагестан, Кабардино-Балкарии, Северной Осетии — Алании и Чеченской. В Республиках Ингушетии и Карачаево-Черкесской наблюдался некоторый рост водности. В целом по округу снижение водности рек по сравнению с 2010 годом на 13,8% почти

не отличалось от соответствующего показателя Южного федерального округа.

В основе водности округа и её годового изменения лежали два существенных фактора. Первый — это превышающая норму, в большинстве случаев возросшая по сравнению с 2010 годом водность рек северного склона главного Кавказского хребта, в частности, реки Кубани и её притоков в верхнем течении. Второй — это значительно понизившаяся водность трансграничных рек, в частности, Терека, а также Сулака и других рек Дагестана.

В Уральском федеральном округе пониженная водность рек сохранилась во всех субъектах федерации, кроме Тюменской области и Ямало-Ненецкого автономного округа в её составе, в которых превышение нормы составило, соответственно, 3,0% и 3,2%, что на 8,2 и 8,1% больше, чем в 2010 году. Наиболее низкая водность, как и прежде, отмечалась в Курганской, Свердловской и Челябинской областях (ниже нормы, соответственно, на 45,7%, 24,2% и 27,0%). При этом всюду, за исключением Свердловской области, наблюдался рост стока рек по сравнению с 2010 годом, в том числе довольно существенный в Челябинской области (на 16,2% от нормы). Рост водности рек по округу в целом на 8,2% по сравнению с 2010 годом определился соответствующим вкладом Тюменской области.

Водные ресурсы и характер их годовых изменений на большей части территории округа, относящейся к бассейну Карского моря, определились существенно возросшей водностью в бассейнах рек Оби и Таза. При этом особое место в ней заняла возросшая, хотя и не превысившая норму водность в бассейне реки Тобола. На остальной части территории округа, относящейся к бассейнам рек Камы и Урала, она определилась низким стоком притоков Камы, дополнительно снизившимся по сравнению с 2010 годом, и возросшим, но по-прежнему низким стоком реки Урала и его притоков в верхнем течении.

Во всех субъектах Федерации Сибирского федерального округа водность рек снизилась по сравнению с 2010 годом. Тем не менее, в Республиках Тыва и Хакасии, в Красноярском крае и в Иркутской области сток рек по-прежнему превышал норму, причём в Тыве весьма значительно (на 20,9%). В Республиках Алтай, Бурятии, Алтайском и Забайкальском краях, Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областях водные ресурсы были значительно ниже среднееголетних значений, отличаясь от них на 10,7–23,2%.

В целом по округу водность рек снизилась по сравнению с 2010 годом на 4,4%, но по-прежнему несколько превышала норму, отличаясь от неё на 1,7%.

Запасы воды в Новосибирском водохранилище снизились по сравнению с 2010 годом на 1,28 км³. Запасы воды в озере Байкал снизились на 0,94 км³. Суммарное уменьшение запасов воды в водохранилищах Ангаро-Енисейского каскада составило 15,02 км³, в основном за счёт Братского и Красноярского водохранилищ, запасы которых снизились на 10,62 и 4,46 км³, что вызвало падение уровня в этих водохранилищах на 2,13 м и 2,67 м соответственно.

Картину распределения водных ресурсов Сибирского федерального округа и её годовое изменение обусловила водность в бассейнах рек Енисея (в том числе Ангары и озера Байкал), Оби в верхнем и среднем течении, Иртыша в среднем течении, Лены и Амура в верхнем течении. Во всех перечисленных бассейнах, исключая Енисей в нижнем течении, водность снижалась, причём, везде, кроме бассейнов Енисея и Ангары в верхнем течении, приняла или сохранила значения ниже нормы.

В Дальневосточном федеральном округе по сравнению с 2010 годом имело место снижение водности в Приморском и Хабаровском краях, Амурской области и Еврейской автономной области, то есть во всех субъектах федерации, расположенных в бассейнах Амура и Японского моря. В наименьшей степени оно коснулось Хабаровского края, водные ресурсы которого, по-прежнему превышали норму, хотя и почти сравнялись с ней. В остальных перечисленных субъектах федерации уменьшение водных ресурсов было настолько значительным, что привело к изменению характера водности и отклонениям от нормы –10,4% в Приморском крае, –18,9% в Амурской области и –28,6% в Еврейской автономной области.

На обширной территории Республики Саха (Якутия), Камчатского края, Магаданской и Сахалинской областей, а также Чукотского автономного округа водность возросла по сравнению с 2010 годом. Если в Якутии превышение нормы осталось незначительным (4,8%), то в Камчатском крае и Чукотском автономном округе оно повысилось, соответственно, до 6,8 и 4,6%, а в Сахалинской и Магаданской областях — до 38,5 и 28,1%, что означает изменение характера водности в Камчатском крае, Магаданской области и Чукотском автономном округе.

В целом по округу водность рек выросла по сравнению с 2010 годом на 3,9%, превысив норму на 5,1%.

Запасы воды в озере Ханка уменьшились на 0,96 км³, а в Зейском водохранилище — на 8,06 км³. Уровень воды в этом водохранилище понизился на 3,62 м.

Распределение водности в Дальневосточном

федеральном округе и его годовое изменение складывались под влиянием двух факторов. Первый из них — это значительный рост водности основных рек в бассейнах морей Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского, Берингова и Охотского к востоку от устья реки Лены и к северу от устья реки Амура, включая полуостров Камчатку и остров Сахалин. Результатом этого роста стали наступление или продолжение фазы повышенной водности на указанной территории. Второй фактор — значительное снижение водности в бассейнах Лены и Амура, а также в бассейнах рек Японского моря и моря Лаптевых западнее устья Лены. Результатом действия этого фактора стали завершение фазы повышенной водности и наступление противоположной фазы во всех указанных бассейнах, кроме западной

части моря Лаптевых, где повышенная водность сохранилась.

Таким образом, водность рек на территории Российской Федерации в целом в 2011 году осталась близкой к норме, увеличившись по сравнению с 2010 годом на $67,0 \text{ км}^3$, или на 1,6% от нормы. Количество субъектов федерации с повышенной водностью рек составило 30 единиц общей площадью $12,3 \text{ млн км}^2$ против 37 единиц площадью $11,3 \text{ млн км}^2$ в 2010 году. Преимущественно высокая водность сохранилась на севере и крайнем юге европейской части России, а на севере и востоке азиатской части она дополнительно повысилась. На остальных территориях России преобладала фаза пониженной водности, в Центре европейской части страны и южнее его более выраженная, чем в 2010 году.

2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему и состояние окружающей среды

2.1. Характеристика государственной сети наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды

Действующая в настоящее время система мониторинга за загрязнением окружающей среды предназначена для решения следующих задач:

- наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы, почв, вод и донных отложений рек, озер, водохранилищ и морей по физическим, химическим и гидробиологическим (для водных объектов) показателям с целью изучения распределения загрязняющих веществ во времени и пространстве, оценки и прогноза состояния окружающей среды, определения эффективности мероприятий по ее защите;

- обеспечения органов государственного управления, хозяйственных организаций и населения систематической и экстренной информацией об изменениях уровней загрязнения (в том числе и радиоактивного) атмосферного воздуха, почв, водных объектов под влиянием хозяйственной деятельности и гидрометеорологических условий, прогнозами и предупреждениями о возможных изменениях уровней загрязненности;

- обеспечения заинтересованных организаций материалами для составления рекомендаций в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ре-

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ НАБЛЮДЕНИЙ

- за загрязнением атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах;
- за загрязнением почв пестицидами и тяжелыми металлами;
- за загрязнением поверхностных вод суши и морей;
- за трансграничным переносом веществ, загрязняющих атмосферу;
- комплексные наблюдения за загрязнением природной среды в биосферных заповедниках;
- за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков и снежного покрова;
- за фоновым загрязнением атмосферы;
- за радиоактивным загрязнением окружающей среды.



ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

- комплексность и систематичность наблюдений;
- согласованность сроков их проведения с характерными гидрологическими ситуациями и изменением метеорологических условий;
- определение показателей едиными методиками на всей территории страны.

сурсов, составления планов развития хозяйства с учетом состояния окружающей среды и других вопросов развития экономики.

Система мониторинга окружающей среды базируется на сети пунктов режимных наблюдений, которые устанавливаются в городах, на водоемах и водотоках как в районах с повышенным антропогенным воздействием, так и на незагрязненных участках.

В 2011 г. количественный состав государственной сети наблюдений следующий:

Наблюдения за уровнем загрязнения атмосферного воздуха в городах России проведены в 252 городах, на 683 станциях, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 222 городах на 623 станциях. Измеряются концентрации от 4 до 38 загрязняющих веществ.

Наблюдениями за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям охвачены 1187 водных объектов, на которых находится 1829 пунктов (2506 створов). Измеряются концентрации 116 ингредиентов.

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям произведены в пяти гидрографических районах



на 102 водных объектах по 210 створам. Программа наблюдений включает от 2 до 6 показателей.

Наблюдения за загрязнением морской среды по гидрохимическим показателям проведены в прибрежных районах Каспийского, Азовского, Чёрного, Белого, Гренландского морей и Тихого океана, омывающих территорию Российской Федерации. В отобранных пробах определялось до 24 ингредиентов.

Сеть станций наблюдения атмосферного трансграничного переноса веществ включает 4 станции на европейской территории России (программа ЕМЕП) и 4 станции на АТР (программа ЕАНЕТ). По программе ЕМЕП производится отбор и анализ проб атмосферных аэрозолей, газов (диоксидов азота и серы) и атмосферных осадков. По программе ЕАНЕТ производится отбор проб атмосферного воздуха и осадков и анализ основных кислотообразующих веществ.

Пунктами сети наблюдений за загрязнением почв пестицидами являются сельскохозяйственные угодья (поля), отдельные лесные массивы зон отдыха (парки, пионерлагеря, санатории, дома отдыха) и прибрежных зон. Отбор почв производился в хозяйствах, расположенных на территориях 40 субъектов РФ. В отобранных пробах определяется 24 наименования пестицидов и их метаболитов.

Для оценки загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения ежегодно проводится отбор проб в районах 64 населенных пунктов и 101 городе раз в 5 лет (около 2000 проб). В отобранных пробах определяется до 25 ингредиентов промышленного происхождения.

Сеть комплексного мониторинга загрязнения природной среды и состояния растительности (СМЗР) насчитывает 30 постов, которые располагаются на территории 11 УГМС.

Посты наблюдения организованы: вокруг крупных промышленных предприятий, где от-

мечаются серьезные повреждения лесов на достаточно больших площадях; в ценных лесах, отнесенных к памятникам природы; в районах ввода в действие новых крупных промышленных предприятий, выбросы которых в ближайшее время могут привести к ослаблению и повреждению лесонасаждений. Наблюдения проводятся на постоянных пробных площадях.

Сеть станций, осуществляющих наблюдения за химическим составом и кислотностью осадков, состоит из 144 станций федерального уровня. Пробы осадков на содержание от 12 компонентов анализируются в 12 кустовых лабораториях.

Система контроля загрязнения снежного покрова на территории России осуществляется на 560 пунктах. В пробах определяются концентрации основных ионов и значения pH.

Система фоновой мониторинга ориентирована на получение информации о состоянии окружающей среды на территории Российской Федерации, на основании которой проводятся оценки и прогноз изменения этого состояния под влиянием антропогенных факторов.

На территории России находятся 5 станций комплексного фоновой мониторинга (СКФМ), которые расположены в биосферных заповедниках: Воронежском, Приокско-Террасном, Астраханском, Кавказском, Алтайском.

Наблюдения за радиационной обстановкой окружающей среды на стационарной сети осуществляются на 1314 пунктах.

Гамма-спектрометрический и радиохимический анализ проб объектов окружающей среды проводится в специализированных радиометрических лабораториях (РМЛ) и группах (РМГ).

Кроме того, в системе Росгидромета ведется работа по оперативному выявлению и расследованию опасных эколого-токсикологических ситуаций, связанных с аварийным загрязнением окружающей среды и другими причинами.

2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему

2.2.1. Эмиссия парниковых газов

Приводимые ниже оценки антропогенных выбросов и абсорбции (поглощения) парниковых газов (ПГ), не регулируемых Монреальским протоколом, за период 1990–2010 гг. выполнены методами расчетного мониторинга.

Методической основой оценок служат соответствующие руководящие документы Межпра-

вительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) и руководящие документы по проведению национальных инвентаризаций парниковых газов, одобренные Рамочной Конвенцией ООН об изменении климата (РКИК ООН). В основу подхода МГЭИК положен расчетный метод оценки выбросов и поглощения, основанный на использовании количественных данных об объемах конкретных видов деятель-

Табл. 2.1. Выбросы парниковых газов по секторам

Сектор	Выбросы, тыс. т CO ₂ -экв.					
	1990	2000	2005	2008	2009	2010
Энергетика	2 714 750	1 668 062	1 739 332	1 834 025	1 737 282	1 819 022
Промышленные процессы	257 431	166 683	178 540	180 381	158 019	172 810
Использование растворителей и другой промышленной продукции	562	523	532	544	558	565
Сельское хозяйство	317 295	149 071	136 812	142 832	142 379	136 802
Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство ¹	80 065	-464 747	-542 962	-596 699	-651 709	-652 604
Отходы	58 648	55 556	65 053	69 828	73 311	72 687
Всего, без учета землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства	3 348 686	2 039 895	2 120 268	2 227 609	2 111 549	2 201 885
Всего, с учетом землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства	3 428 751	1 575 148	1 577 307	1 630 910	1 459 840	1 549 281

¹ Знак «минус» соответствует абсорбции (поглощению) парниковых газов из атмосферы.

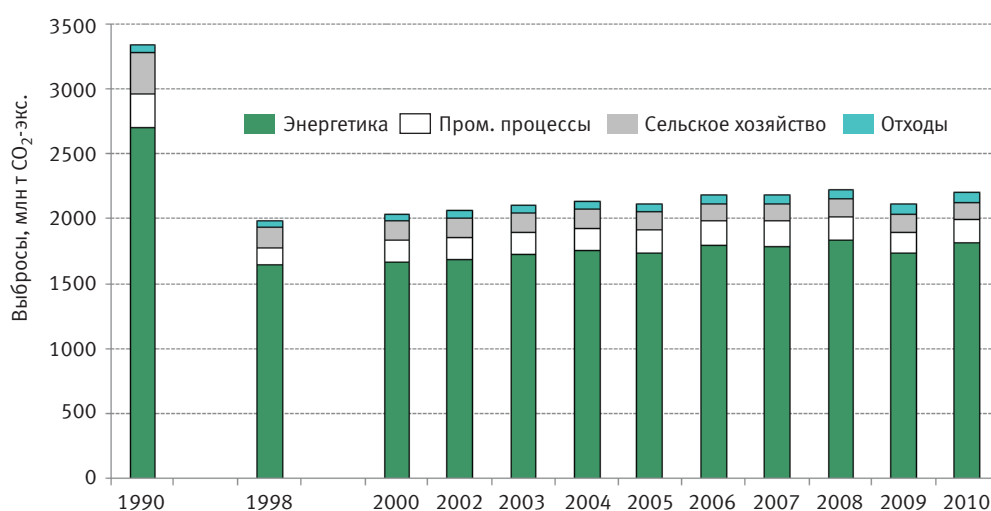


Рис. 2.1. Динамика выбросов парниковых газов в атмосферу, без учета сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства

ности, приводящих к выбросам или к абсорбции ПГ. Основной объем исходной информации для расчетов по РФ получен из материалов экономической, лесной и других видов статистики. В настоящий Обзор включены выполненные впервые оценки за 2010 г., а также уточненные оценки за 1990–2009 гг., которые были подвергнуты частичному пересмотру согласно требованиям РКИК ООН и рекомендациям МГЭИК. В дальнейшем ретроспективное уточнение оценок также планируется выполнять ежегодно.

Выбросы и поглощение парниковых газов по секторам¹ представлены в табл. 2.1. (значения приведены с округлением) и на рис. 2.1.

1. Группировка выбросов по секторам выполнялась в соответствии с методологией МГЭИК. Следует иметь в виду, что сектора МГЭИК не соответствуют секторам (отраслям) экономики в традиционном отечественном понимании. В частности, к энергетическому сектору МГЭИК относит выбросы от сжигания всех видов ископаемого топлива, а также технологические выбросы и утечки в атмосферу топливных продуктов, независимо от того в каких отраслях экономики они происходят.

Динамика выбросов в 1990–2010 гг. в основном определялась изменениями экономической ситуации в стране, а также изменениями в структуре топливопотребления. В период 1990–1998 гг. в Российской Федерации происходило общее уменьшение выбросов, затронувшее все секторы и обусловленное спадом производства. После 1998 г., в период экономического подъема, происходившего как в сфере производства, так и в сфере потребления, выбросы в промышленности и энергетике возрастали, а выбросы, связанные с отходами производства и потребления, даже превосходили уровень 1990 г. — базового года РКИК ООН и Киотского протокола, превысив этот уровень в 2010 году на 23,9%. Однако, в целом, темпы увеличения выбросов в этот период существенно отставали от темпов роста ВВП, что связано как с некоторым общим повышением энергоэффективности, так и с происходившими в этот период структурными изменениями, в частности, с ростом доли непроизводственного сектора в экономике страны. В 2009 г., под влия-

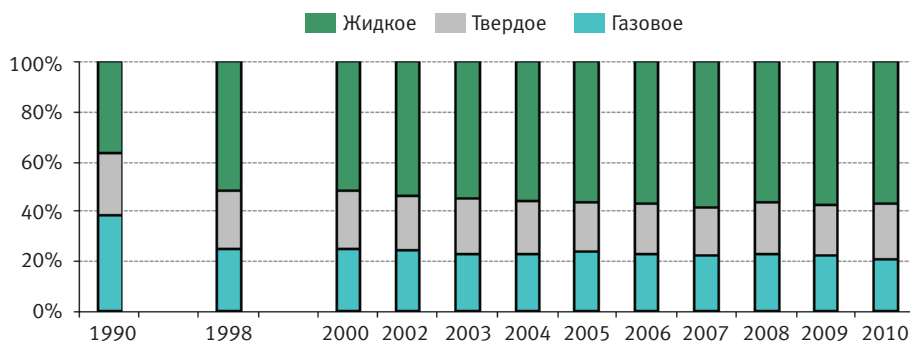


Рис. 2.2. Изменение вклада отдельных видов топлива в выброс CO₂ от сжигания ископаемого топлива (сектор «Энергетика»)

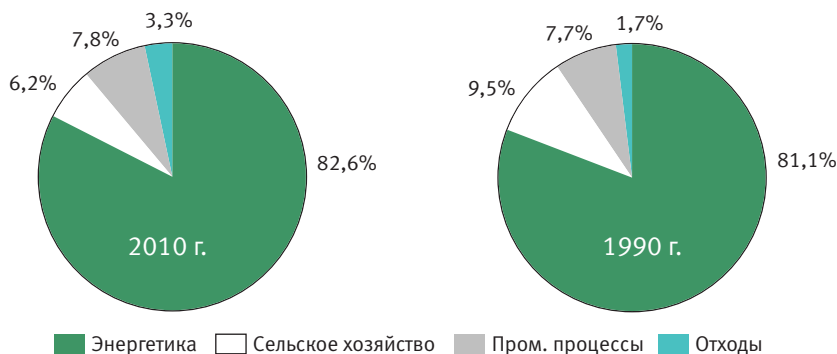


Рис. 2.3. Распределение общего выброса парниковых газов (CO₂-экв.) по секторам в 1990 и 2010 гг. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

нием мирового кризиса, выбросы в ведущих секторах (энергетика, промышленность и сельское хозяйство) сократились по сравнению с 2008 г. В 2010 г. отмечался восстановительный рост выбросов в энергетике (+4,7% к предыдущему году) и в промышленности (+9,4%) и сокращение выбросов в сельскохозяйственном секторе на 3,9% и в секторе «Отходы» — на 0,9%.

Для сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» характерен тренд увеличения поглощения и снижения выбросов парниковых газов в период 1990–2010 гг., обусловленный ростом абсорбции углекислого газа лесными экосистемами с 231,6 до 704,8 (Мт CO₂)/год (что связано с более чем двукратным падением уровня лесопользования в начале 1990-х годов), сокращением площадей пахотных земель и переводом части неиспользуемых пашен в кормовые угодья. В табл. 2.1. приведены результирующие оценки потоков парниковых газов в данном секторе.

Совокупный выброс парниковых газов в РФ, без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства, составил в 2010 г. 2201,9 Мт CO₂-экв., что соответствует 107,9% выброса 2000 г. или 65,8% выброса 1990 г. По отношению к предыдущему году выброс 2010 г. возрос на 4,3%.

Распределение выбросов по секторам за период 1990–2010 гг. не претерпело значительных

изменений. По-прежнему, доминирующую роль играют выбросы энергетического сектора, доля которых в совокупном выбросе (без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства) в 2010 г. составила 82,6%. Рис. 2.2. иллюстрирует изменение выбросов от сжигания различных видов ископаемого топлива в энергетическом секторе. За период 1990–2010 гг. произошло значительное сокращение доли жидкого топлива в выбросах и увеличение доли газового топлива. На рис. 2.3. показаны доли отдельных секторов в общем выбросе парниковых газов в Российской Федерации в 1990 и 2010 гг. Вклад сектора промышленности в 2010 г. возрос по сравнению с предыдущим годом (с 7,5 до 7,9%), в результате посткризисного восстановления. Несколько увеличился вклад в совокупный выброс сектора обращения с отходами. Уменьшилась доля сельскохозяйственного сектора.

Вклад отдельных парниковых газов в их общий выброс (в эквиваленте CO₂) на территории РФ в 1990 и 2010 гг. иллюстрирует рис. 2.4. Ведущая роль принадлежит CO₂, основным источником которого служит энергетический сектор, в основном — сжигание ископаемого топлива. Отмечается увеличение доли CH₄ в общем выбросе. Некоторое уменьшение доли N₂O связано с сокращением использования азотных удобрений, обусловленным экономическим поло-

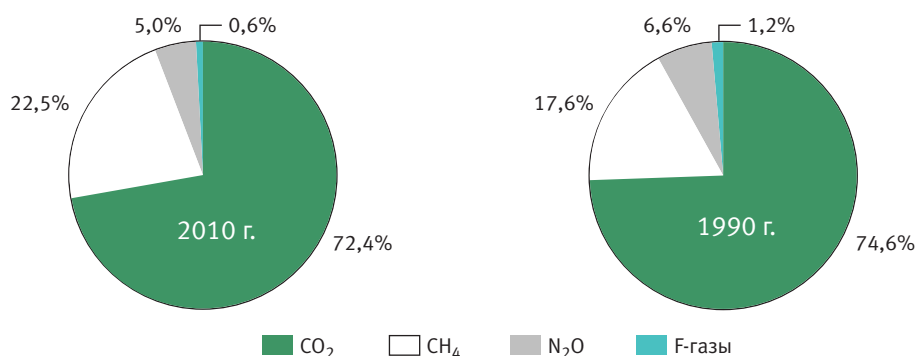


Рис. 2.4. Доля отдельных парниковых газов в их общем выбросе (CO₂-экв.) в 1990 и 2010 гг. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

жением сельхозпроизводителей. Вклад фторсодержащих газов (F-газы) в совокупный выброс парниковых газов, в целом, невелик, несмотря на характерные для них высокие потенциалы глобального потепления.

2.2.2. Содержание CO₂ и CH₄ в атмосфере

Как и в предыдущих обзорах, здесь представлены результаты мониторинга содержания парниковых газов (CO₂ и CH₄) на станции Териберка, расположенной в условиях, близких к фоновым, а также в окрестностях (Воейково) крупного промышленного центра (Санкт-Петербурга) и в самом городе. Дополнительно в настоящем обзоре 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 CO₂ 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 CO₂ 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 CO₂ и CH₄ на станции Териберка. Измерения концентрации CO₂ и CH₄ выполняются на ст. Териберка (69°12' с.ш., 35°06' в.д.) с 1988 г. и 1996 г. соответственно. Результаты измерений за последние 11 лет представлены в табл. 2.2.

Табл. 2.2. Среднегодовые значения и межгодовой рост (Δ) концентрации CH₄ и CO₂ 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

За последний десятилетний период концентрация CO₂ увеличилась на 5,6% (21 млн⁻¹), рост концентрации CH₄ составил 2% (37 млрд⁻¹).

Уровень концентрации CO₂ в атмосфере достиг в 2011 г. нового максимума. Среднегодовое значение концентрации CO₂ по результатам измерений на станции Териберка составило 394 млн⁻¹. Темпы роста концентраций CO₂ в 2011 г. согласуются с тенденциями, которые отмечались в последние годы, но они ниже, чем в 2010 г. и предыдущие 2 года.

Результаты измерений концентрации метана на станции Териберка показаны на рис. 2.5. Рост концентрации метана, начавшийся в 2007 г. после длительного периода стабилизации, отмечается и на других станциях наблюдательной сети.

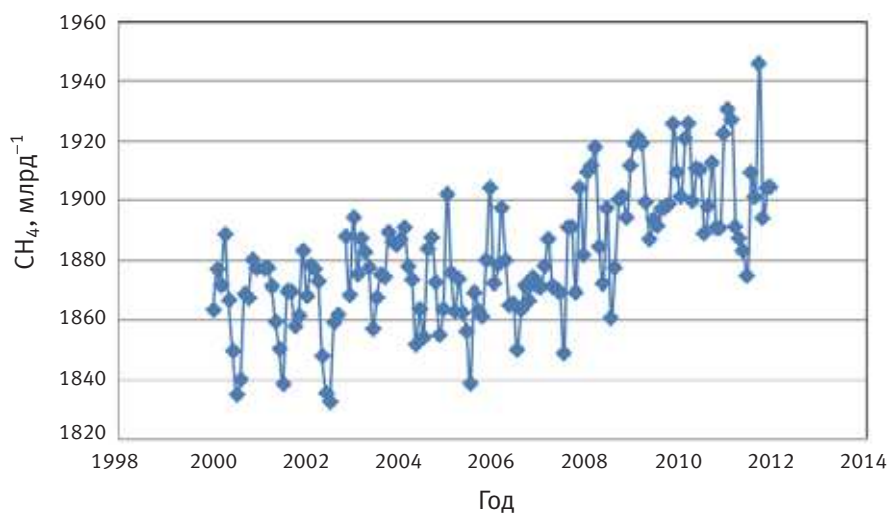


Рис. 2.5. Результаты измерений концентрации метана на станции Териберка. Приведены среднеемесячные значения концентрации

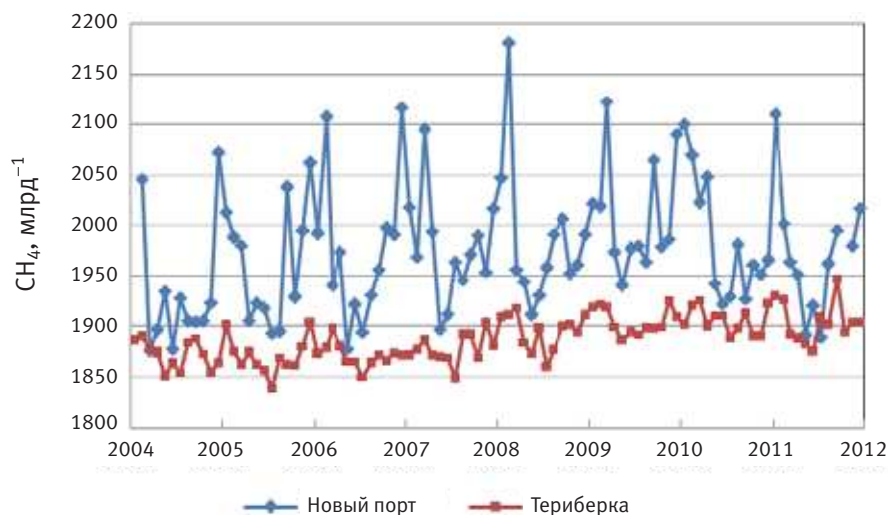


Рис. 2.6. Ряд наблюдений концентрации CH_4 на ст. Новый порт в сравнении с данными ст. Териберка. Приведены среднеемесячные значения концентрации

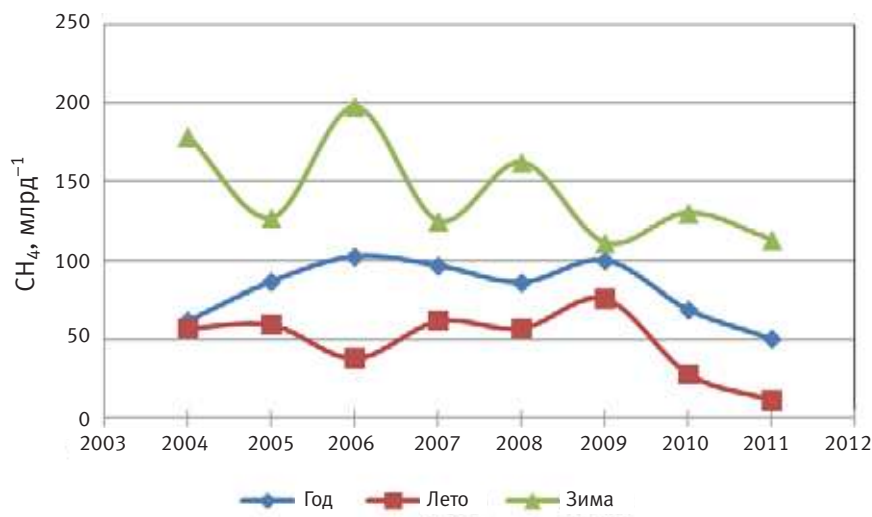
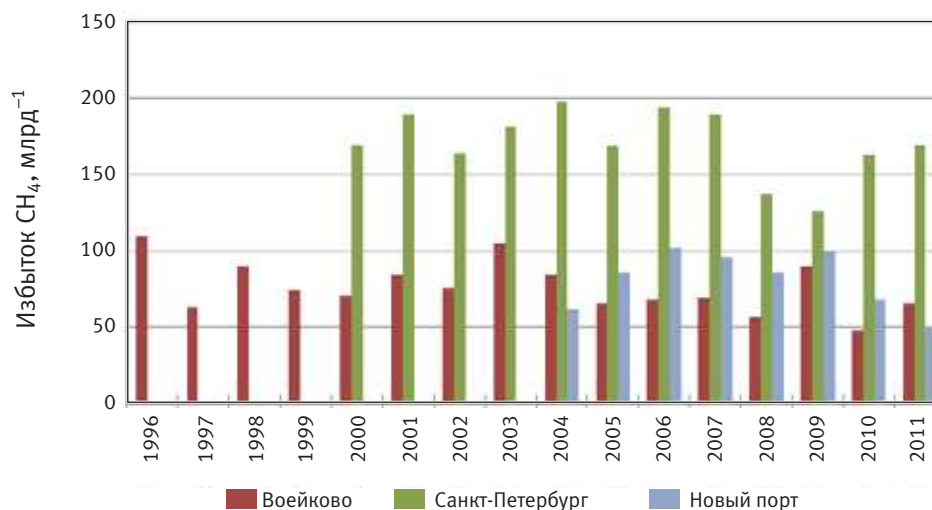
Причины возобновления роста содержания метана в атмосфере точно не установлены, но в их число могут входить эмиссии из природных источников (в северных широтах и тропиках).

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. Как следует из данных 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 среднегодового 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 $67^{\circ}41'$ с.ш., $72^{\circ}52'$ 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 представлены на рис. 2.6. в сравнении с данными станции Териберка. 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

Рис. 2.7. Превышение концентрации CH_4 над фоновым уровнем для ст. Новый портРис. 2.8. Среднегодовое превышение концентрации CH_4 над фоновым уровнем

Териберка, показывает степень влияния региональных источников. Изменчивость рассматриваемого превышения за период наблюдений на станции Новый Порт показана на рис. 2.7. для всего года (среднегодовые значения), а также летнего и зимнего периодов. Превышение концентрации CO_2 над фоновым уровнем также существует, однако оно меньше и не имеет ярко выраженного сезонного хода. Количественные оценки указанных превышений представлены в табл. 2.3.

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. Повышение 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. 2.8. На этом же рисунке представлены среднегодовые значения превышения для станции Новый Порт.

Табл. 2.3. Превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем

	Избыток концентрации CH ₄				Избыток концентрации CO ₂			
	млрд ⁻¹	%	млрд ⁻¹	%	млн ⁻¹	%	млн ⁻¹	%
	Новый порт				Новый порт			
Период осреднения	2004–2011 гг.		2011 г.		2004–2011 г.		2011 г.	
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 г.		2011 г.					
	76,3	4,1	66,0	3,5				
Санкт-Петербург								
Период осреднения	2000–2011 г.		2011 г.					
	170,6	9,1	169,0	8,9				

Табл. 2.4. Результаты измерений концентрации метана в пробах приземного слоя атмосферного воздуха с фоновой станции Приокско-Тerrasного биосферного заповедника. Пробы отобраны в 2011 гг.

№ п/п	Дата отбора пробы	Дата измерения	Средняя месячная концентрация, ppm		Относительное среднее квадратическое отклонение, ± %	
			Метан	Диоксид углерода	Метан	Диоксид углерода
1	Январь 2011 г.	31.08.11	2,1443	421,218	0,9	0,8
2	Февраль 2011 г.	31.08.11	2,1226	426,339	0,8	0,8
3	Март 2011 г.	12.09.11	2,1342	404,699	0,8	0,7
4	Апрель 2011 г.	12.09.11	2,1348	416,571	0,7	0,6
5	Май 2011 г.	12.09.11	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.

* Одна проба.

** Отбор пробы выполнен с использованием осушителя.

Значения превышения концентрации парниковых газов для всех трех пунктов наблюдений представлены в табл. 2.3.

Представленные данные показывают снижение избытка концентрации метана над фоновым уровнем в 2010 и 2011 г. как для станции Новый Порт, так и для станции 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 1996–2011 г. Из-

быток концентрации CO₂ по данным ст. Новый Порт несколько возрос в 2011 г. (6 млн⁻¹) по отношению к среднему значению за 2004–2011 г. (5 млн⁻¹).

Результаты измерений концентрации метана в пробах воздуха, приземного слоя атмосферы, отобранных на СКФМ в Приокско-Тerrasном биосферном заповеднике. В 2011 году измерения концентраций метана в пробах воздуха приземного слоя атмосферы выполнены на автоматизированном газохроматографическом комплексе «Кристаллюкс 4000М» с использованием усовершенствованных методик измерений.

Результаты измерений проб, отобранных на СКФМ в Приокско-Тerrasном биосферном заповеднике за 2011 год представлены в табл. 2.4.

2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферного воздуха

2.3.1. 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. 2.5.

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 табл. 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. 2.6. 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 год в районах фоновых наблюдений за прозрачностью и оптической плотностью атмосферы незначительно отличался от предыдущего года, что показано на рис. 2.9, а, б.

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

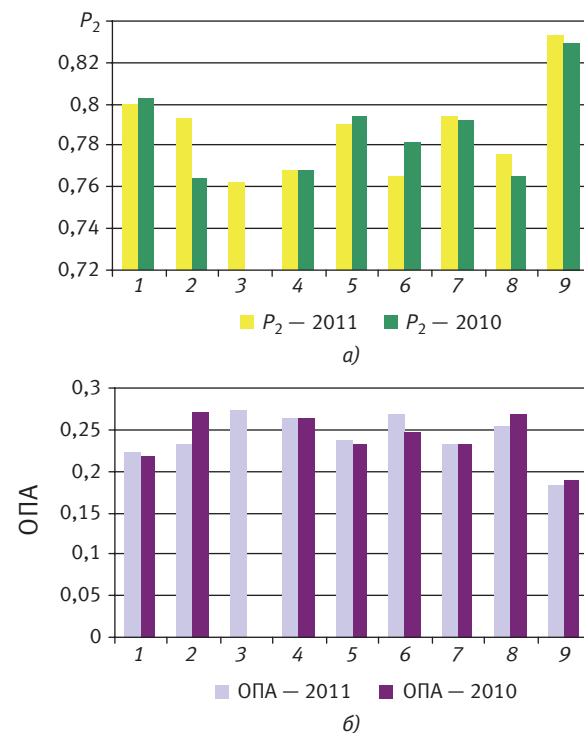


Рис. 2.9. Коэффициент прозрачности (а) и оптическая плотность атмосферы (б) на фоновых станциях:

1 — Туруханск; 2 — Усть-Вымь; 3 — Сыктывкар*; 4 — Воейково; 5 — Памятная; 6 — Курган*; 7 — Хужир; 8 — Иркутск*; 9 — Шаджатмаз в 2011 и 2010 годах

Табл. 2.5. Коэффициент прозрачности и оптическая плотность атмосферы в 2011 г. на фоновых станциях России

Станция	Район расположения	Широта, град. с.ш.	Долгота, 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	$0,833 \pm 0,040$	$0,183 \pm 0,040$

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

* Городские станции, являющиеся парными к фоновым, указанным на строку выше.

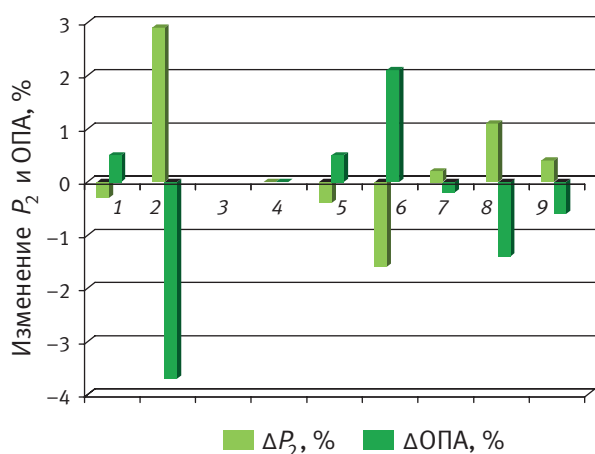


Рис. 2.10. Изменения (%) коэффициента прозрачности P_2 и ОПА в 2011 г. по сравнению с 2010 г. на фоновых станциях:

1 — Туруханск; 2 — Усть-Вымь; 3 — Сыктывкар*; 4 — Воейково; 5 — Памятная; 6 — Курган*; 7 — Хужир; 8 — Иркутск*; 9 — Шаджатмаз

станции Курган, где P_2 снизился на 1,6%, а ОПА, наоборот, возросла на 2,1%. На станции Воейково под Санкт-Петербургом среднее за период наблюдений в 2011 г. значение P_2 осталось прежним. О количественном изменении (в процентах) указанных параметров на всех рассматриваемых станциях по сравнению с предшествующим годом можно судить по рис. 2.10.

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. 2.11. дает представление о внутригодовой изменчивости средних месячных значений

ОПА в 2011 году.

Из рис. 2.11. 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, возникавшими на каждой станции, формируемыми метеорологическими условиями, местными источниками загрязнения и характером землепользования.

Как соотносились значения ОПА на парах станций (фоновая — городская) можно судить по рис. 2.12,а–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. 2.12,б) находится в степной зоне. Различия между городом и фоновой станцией наиболее существенно проявились с августа по ноябрь. В эти же меся-

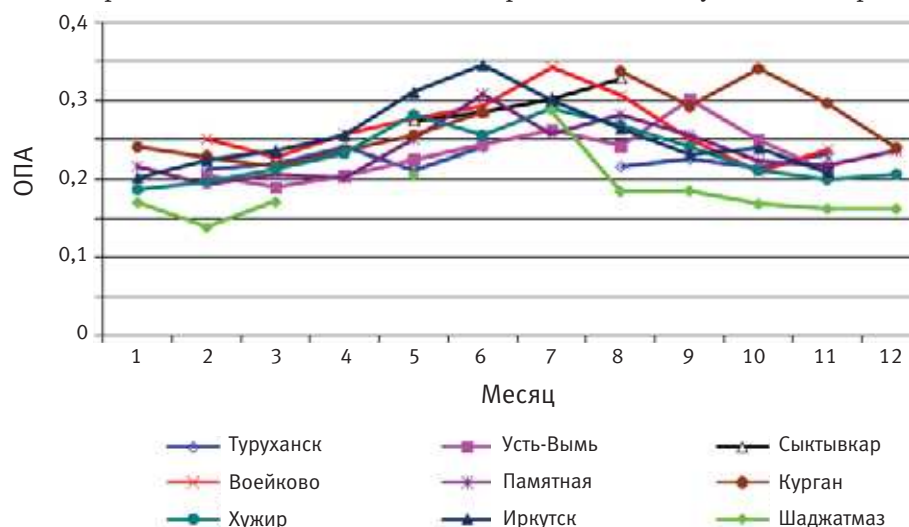


Рис. 2.11. Внутригодовая изменчивость ОПА в 2011 г.

цы 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. 2.12.в) 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 год отличается малой разницей в средних месячных

значениях ОПА между фоновой станцией Хужир и парной городской станцией Иркутск.

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 фонового мониторинга (1972 г.), по настоящее время. На рисунках 2.13.а, б представлена межгодовая изменчивость коэффициента прозрачности (рис. 2.13.а) и ОПА (рис. 2.13.б) 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 г.) и Пинатубо (1991 г.).

Однако на станции Усть-Вымь конфигурация кривой межгодовой изменчивости P_2 и ОПА гораздо менее гладкая по сравнению с остальными станциями. Из рис. 2.13.б видно, например, что в ряд лет первой декады XXI 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

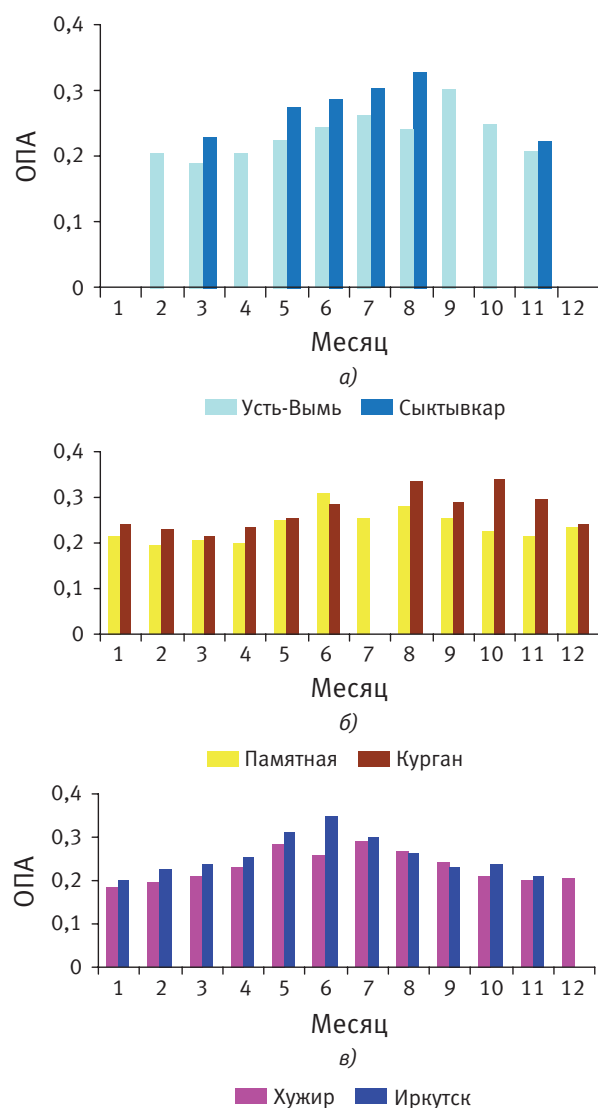


Рис. 2.12. Внутригодовая изменчивость коэффициента прозрачности на парных станциях:

а — Усть-Вымь и Сыктывкар; б — Памятная и Курган; в — Хужир и Иркутск

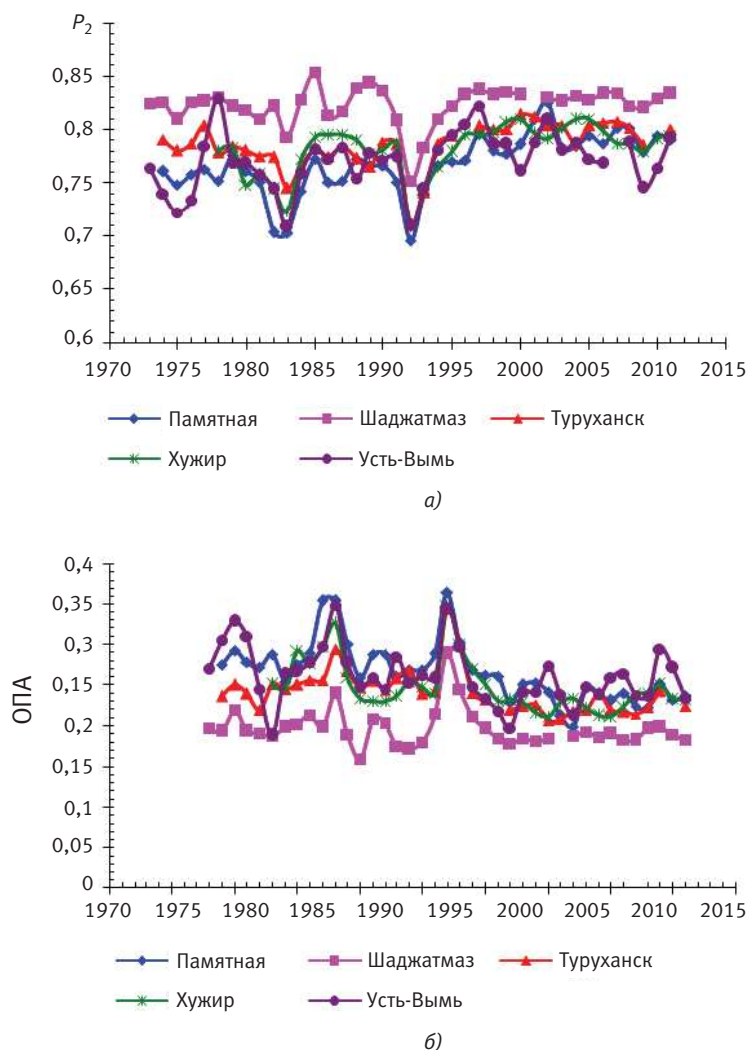


Рис. 2.13. Межгодовая изменчивость:

a — коэффициента прозрачности P_2 ; b — ОПА на длиннорядных региональных станциях фонового мониторинга

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.

2.3.2. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы в 2011 году

В раздел 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 $L-$ уста-

новлены 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'_c за 2006–2011 гг. приведены в табл. 2.7. Заметные вариации значений V'_c , вычисленных по среднемесячным значениям V' , обусловлены изменчивостью погодных условий в одни и те же сезоны разных лет. Сильнейшее влияние на значения V' оказывают грозы, метели и осадки.

Измерения удельных полярных электрических проводимостей $L+$ и $L-$ воздуха велись в 2011 г. как в Воейково, так и в Иркутске. В табл. 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

Табл. 2.7. Сезонные (V_s), среднегодовые (V') и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения градиента потенциала электрического поля атмосферы V' (даВ/м) за 2006–2011 гг. на станциях Верхнее Дуброво (ВД), Воейково (В), Иркутск (И), Южно-Сахалинск (ЮС)

Станция	Год	$V_s, (V')$				$V', (V')$
		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)

Примечания:

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.

за 2006–2011 гг. Среднемесячные значения K_c имеют небольшой разброс от 1,0 до 1,2.

Вариации среднемесячных значений V' на станциях наблюдений за период с 1998 г. по 2011 г. представлены на рис. 2.14. Существенных изменений этих характеристик в 2011 г. по сравнению с предыдущим периодом не зафиксировано.

Графики среднегодовых значений V' вместе с линиями тренда представлены на рис. 2.15. В Иркутске прослеживается тенденция увеличения V' в первую декаду XXI века ($R^2 = 0,78$), причины которой пока не установлены. В 2012 г. на станцию запланирована научно-методическая инспекция.

На рис. 2.16 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. 2.17, 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 века. На станции Воейково подобного явления не отмечается.

Табл. 2.8. Сезонные (L_c) и среднегодовые (L_r) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха, сезонные значения отношений K_c удельной положительной электрической проводимости воздуха к удельной отрицательной электрической проводимости воздуха, минимальные и максимальные среднемесячные значения L_s (в скобках) в 2006–2011 гг. на станциях Воейково (В) и Иркутск (И) (L — в фСм/м, K_c — в относительных единицах)

Пункт на- блюдений	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	–	–	

Примечания:

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.

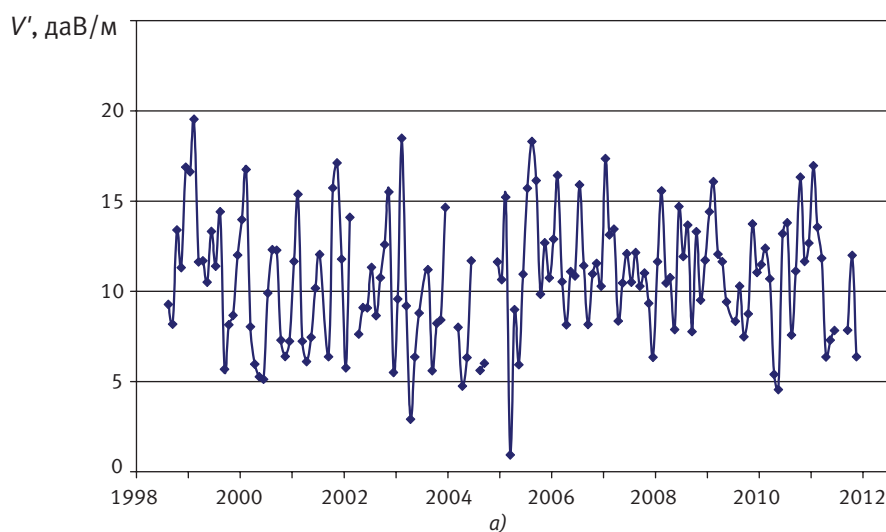


Рис. 2.14. Среднемесячные значения V' за период с 1998 по 2011 гг. на станциях:
а — Воейково, б — Верхнее Дуброво, в — Иркутск, г — Южно-Сахалинск

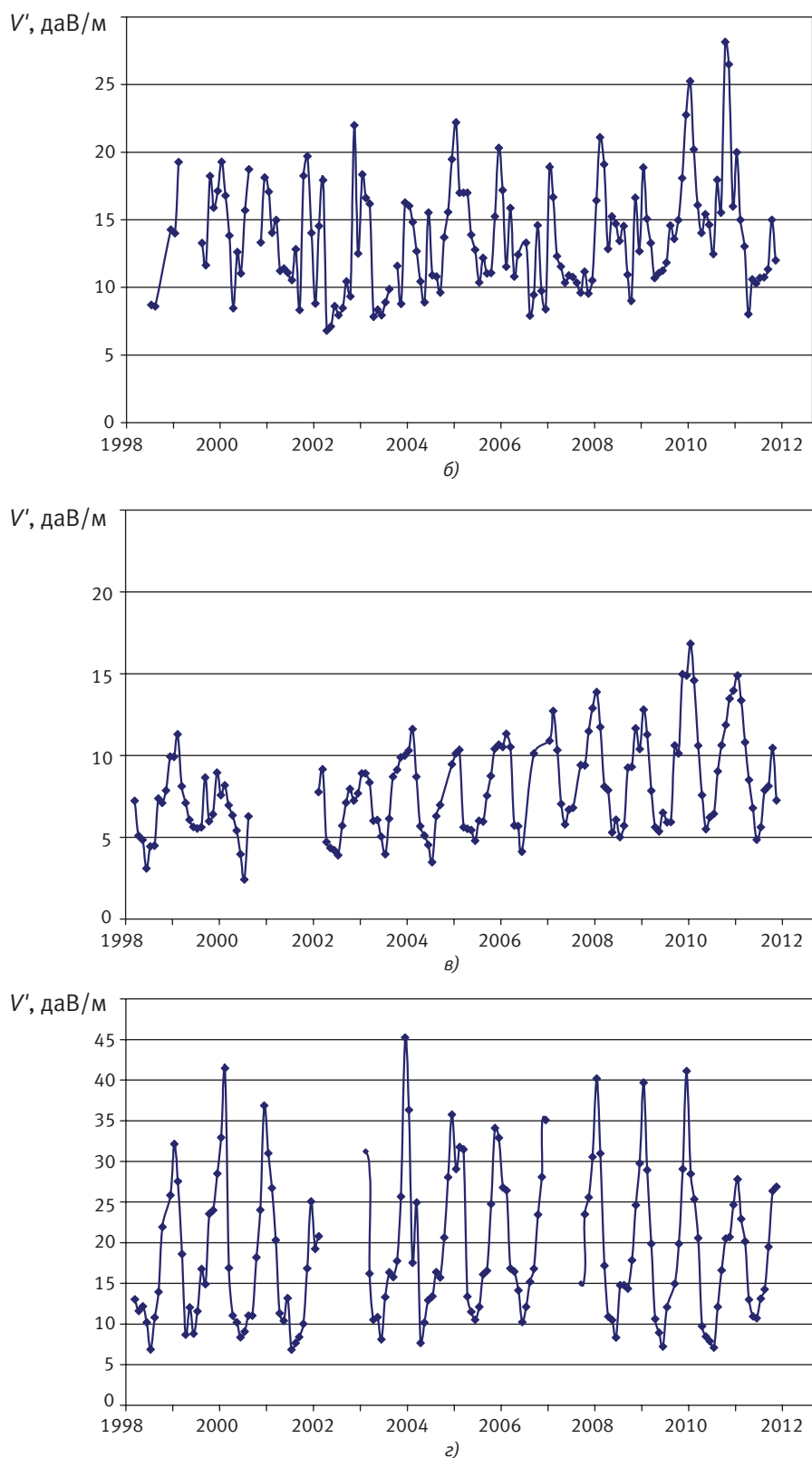


Рис. 2.14 (продолжение). Среднемесячные значения V' за период с 1998 по 2011 гг. на станциях: а — Воейково, б — Верхнее Дуброво, в — Иркутск, г — Южно-Сахалинск

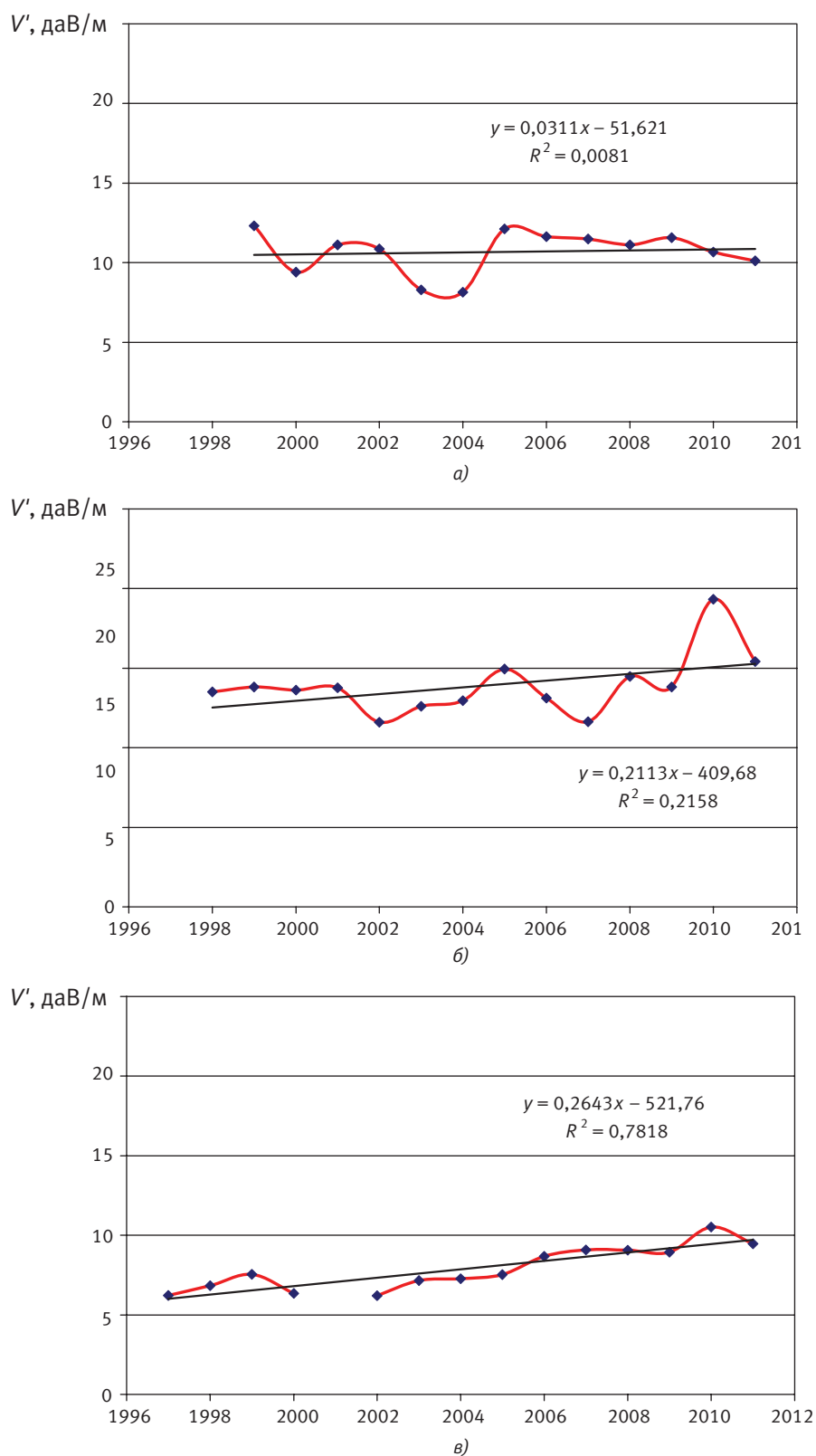


Рис. 2.15. Среднегодовая изменчивость с линиями трендов V' за период с 1998 по 2011 гг. на станциях:
 а — Воейково; б — Верхнее Дуброво; в — Иркутск; г — Южно-Сахалинск

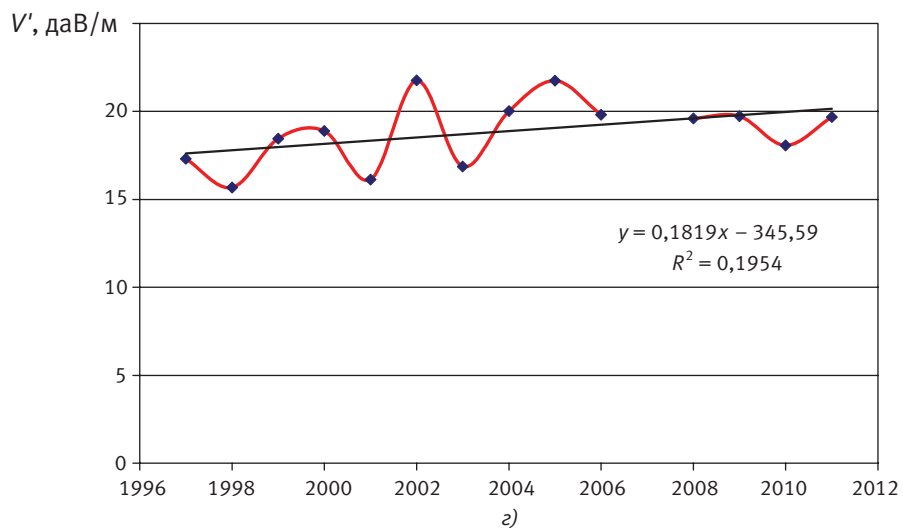


Рис. 2.15. (продолжение). Среднегодовая изменчивость с линиями трендов V' за период с 1998 по 2011 гг. на станциях:
 а — Воейково; б — Верхнее Дуброво; в — Иркутск; з — Южно-Сахалинск

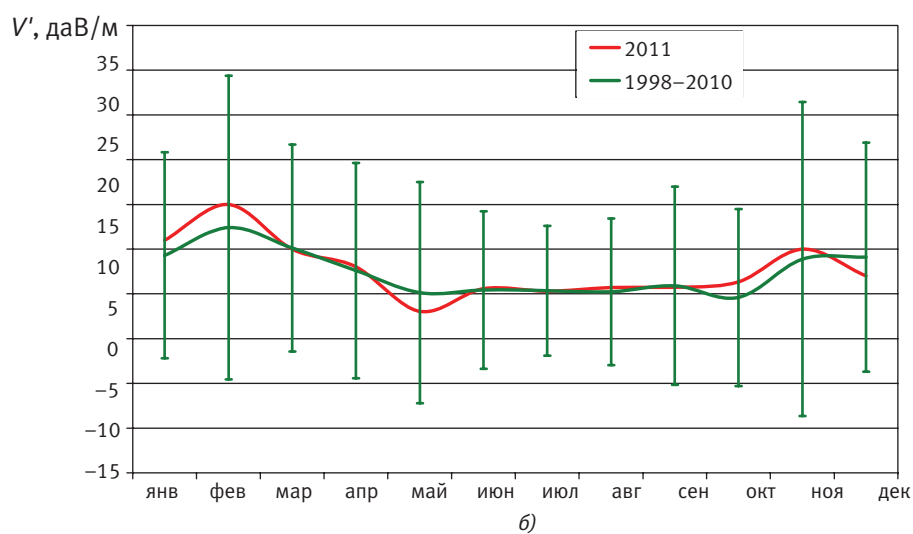
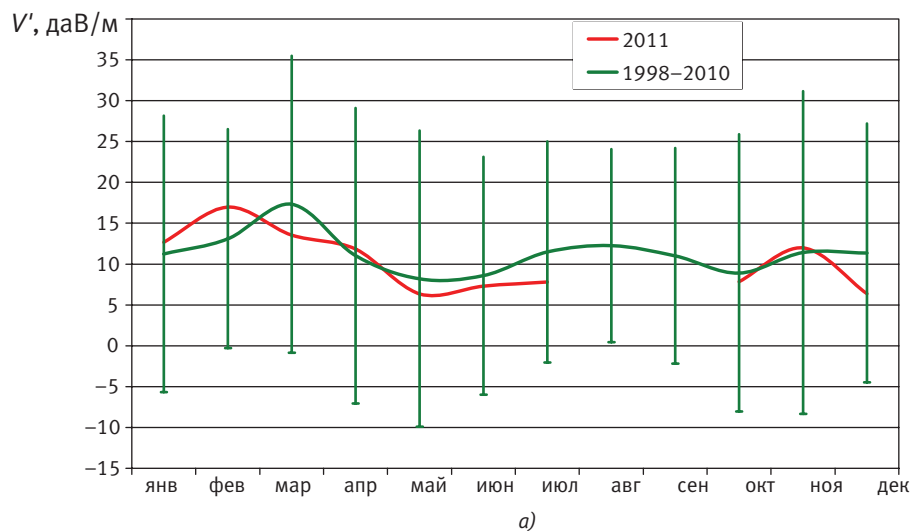


Рис. 2.16. Годовой ход V' по станциям Воейково (а), Верхнее Дуброво (б), Иркутск (в) и Южно-Сахалинск (з) в 2011 г. на фоне среднегодового за предшествующий период измерений. Вертикальными отрезками обозначена величина стандартного отклонения от среднего значения для периода с 1998 по 2010 гг.

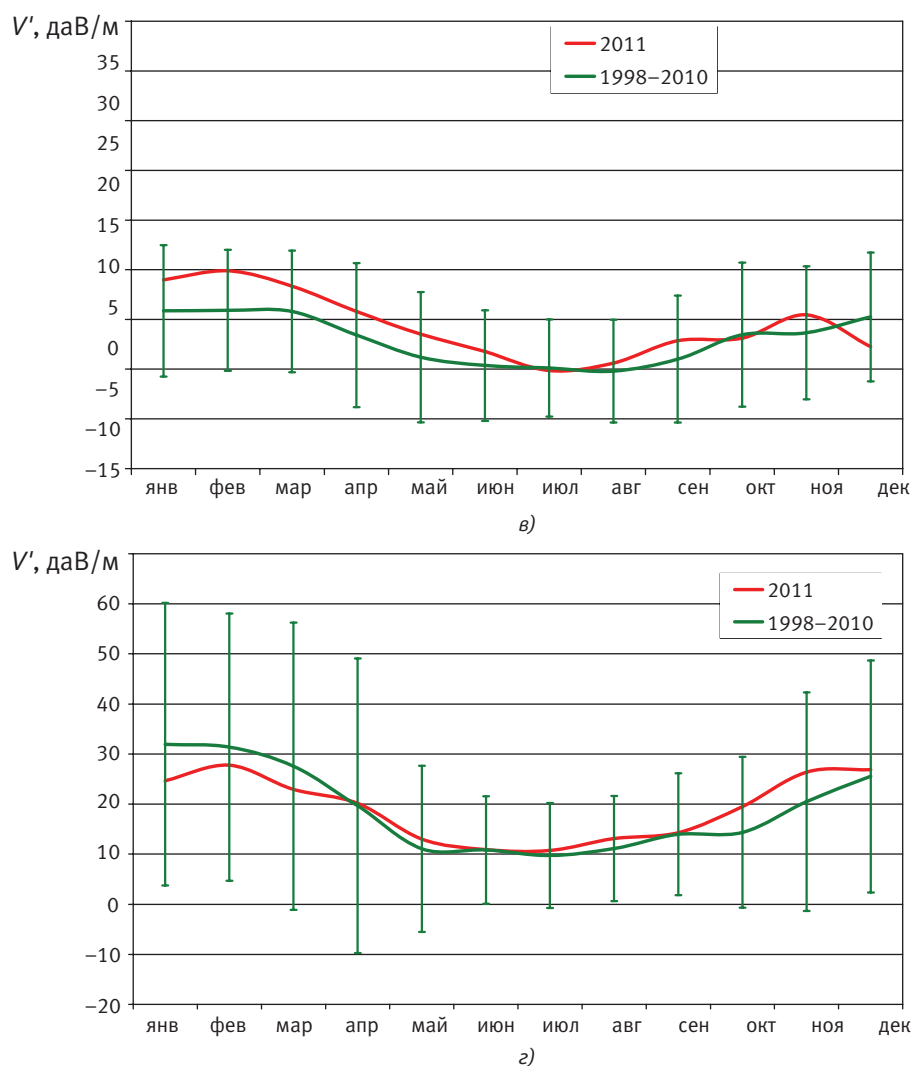


Рис. 2.16 (продолжение). Годовой ход V' по станциям Воейково (а), Верхнее Дуброво (б), Иркутск (в) и Южно-Сахалинск (г) в 2011 г. на фоне среднегодового за предшествующий период измерений. Вертикальными отрезками обозначена величина стандартного отклонения от среднего значения для периода с 1998 по 2010 гг.

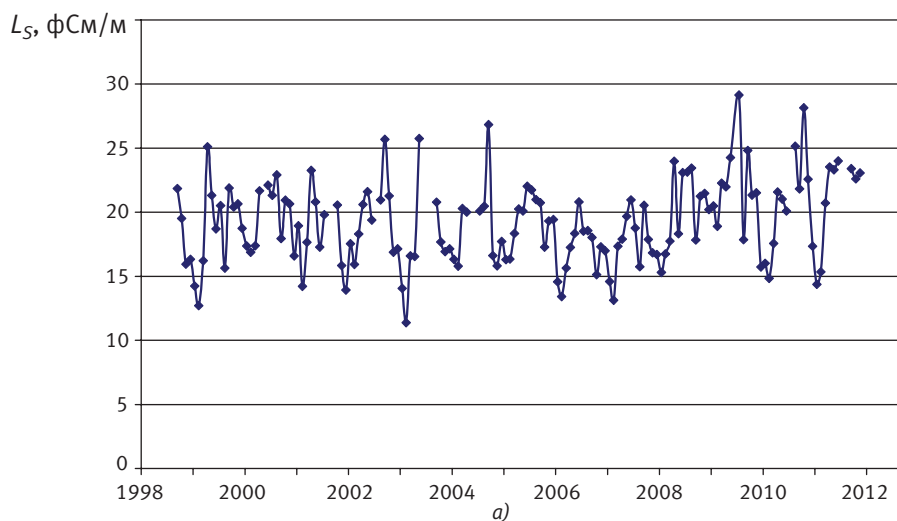


Рис. 2.17. Среднемесячные значения L_s в период с 1998 по 2011 гг. на станциях: а — Воейково; б — Иркутск

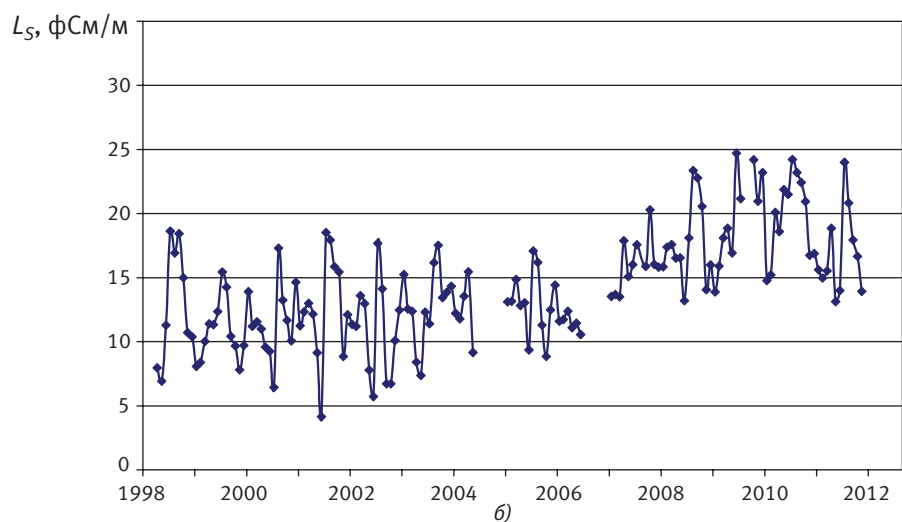


Рис. 2.17. (Продолжение). Среднемесячные значения L_S в период с 1998 по 2011 гг. на станциях:
а — Воейково; б — Иркутск

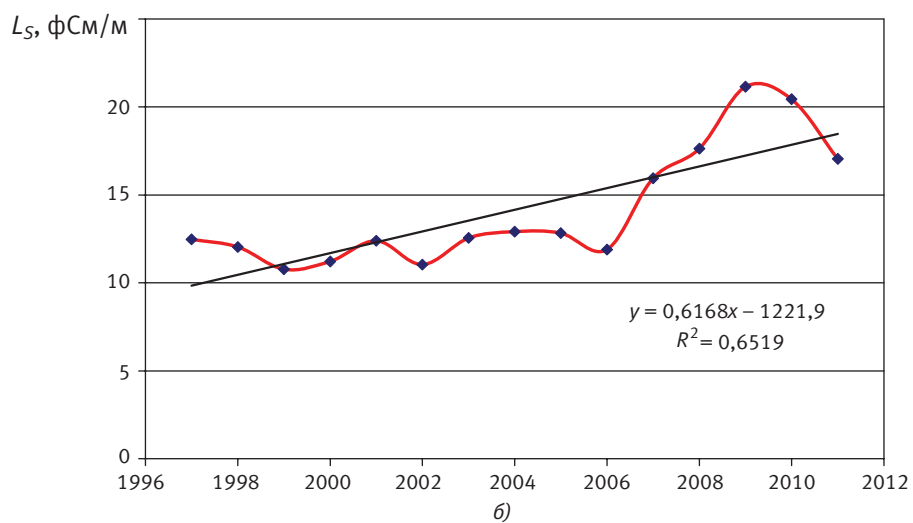
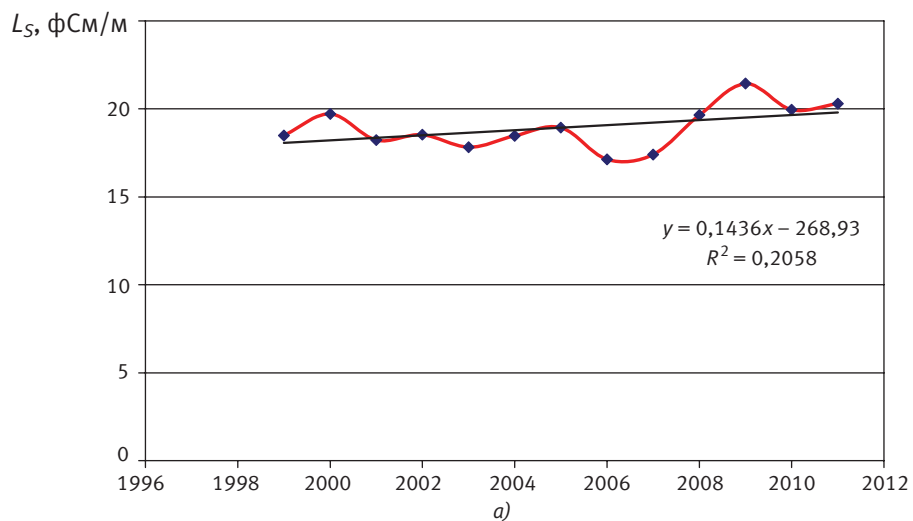


Рис. 2.18. Среднегодовая изменчивость с линиями трендов L_S за период с 1998 по 2011 гг. на станциях:
а — Воейково; б — Иркутск

2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями

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

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

В целом за 2011 г. поле отклонений среднегодовых значений ОСО от нормы (рис. 2.19), в основном, отрицательное; на большей части контролируемой территории отклонения ниже –5%. Для всех станций наблюдений ОСО эти отклонения лежат в интервале от –16 до +2%.

Наибольший дефицит среднегодовых значений ОСО (–16%) зарегистрирован на станции Тура. Единственное превышение среднегодовых значений ОСО над нормой (+2%) зарегистрировано на станции Феодосия.

В течение 2011 г. отдельные существенные (на 25% и более) отклонения ежедневных значений ОСО от нормы отмечались в январе, марте и апреле:

- с 21 по 23 января пониженные на 35–40% значения ОСО на территории от восточных районов Якутии до Чукотки включительно (270–305 е.Д.).

- с 15 марта по 23 апреля пониженные на 28–50% значения ОСО над островами и побережьем Северного Ледовитого океана, Красноярским краем, Иркутской областью, Якутией и восточнее до Чукотки, Камчатки и Сахалина включительно, а также над Западной и Центральной Сибирью и Казахстаном (233–300 е.Д.).

Весной 2011 г. в высоких широтах Северного полушария была зарегистрирована одна из самых значительных озоновых аномалий за все время полувековых наблюдений; в течение большей части своего существования она располагалась над обширными территориями на севере западной и центральной Сибири (рис. 2.20). Сравнивая с ней по величине и занимаемой площади аномалия наблюдалась лишь в 1997 г. По данным спутниковой аппаратуры TOMS/SBUV среднее ОСО в широтном поясе 60–80°с.ш. в марте 2011 г. составило ~350 е.Д.; до этого рекордно низкое ОСО ~360 е.Д. здесь наблюдалось лишь в 1997 г. В отдельные дни ОСО в некоторых областях опускалось до 230 е.Д. Низкие значения ОСО наблюдались на протяжении

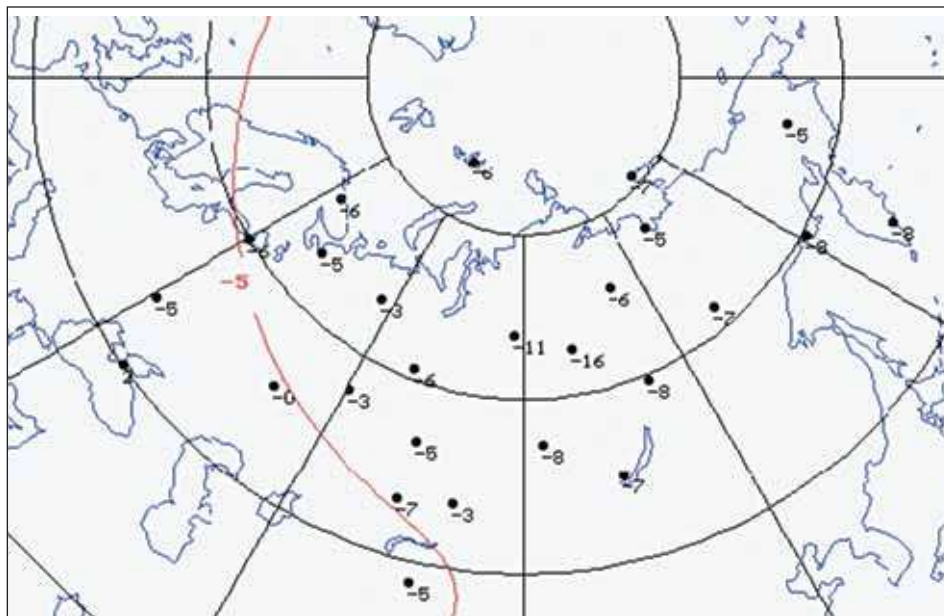


Рис. 2.19. Поле отклонений (%) общего содержания озона от многолетних средних в целом за 2011 г. по данным озонметрической сети СНГ

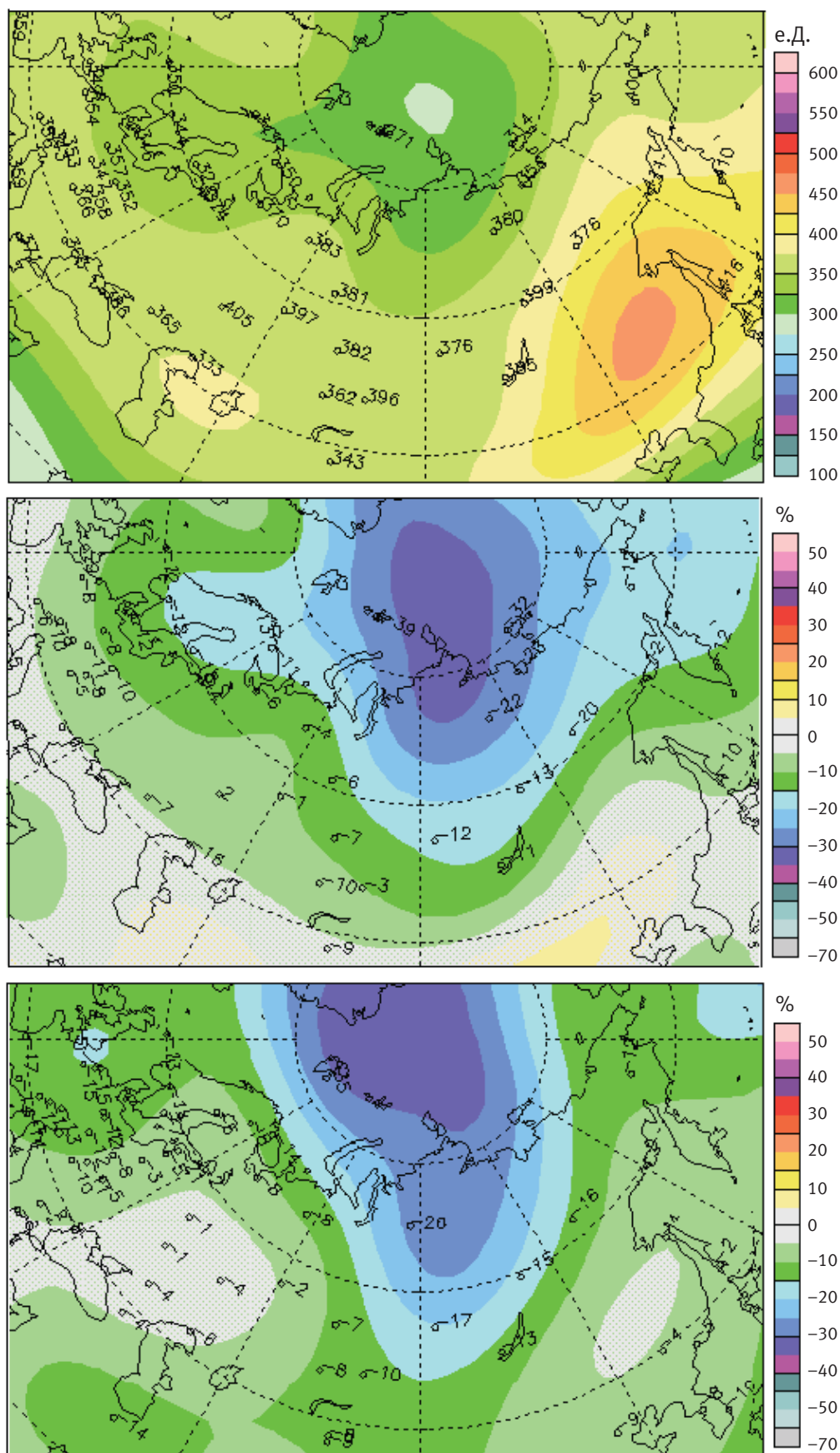


Рис. 2.20. Поле общего содержания озона (е.Д.;верху) в марте 2011 г. и его отклонения (%) в марте 2011 г. (в середине) и 1997 гг. (внизу) от соответствующих средних значений за 1978–1988 гг. по данным WUODC, Канада

всего года и в Западной Европе. Возникновение столь значительной озоновой аномалии было обусловлено крайне редко наблюдаемой необычной динамикой Арктической стратосферы в период с декабря 2010 г. по апрель 2011 г. Активность тропосферных планетарных волн была необычно слабой, что привело к возникновению более холодного, чем обычно, сильного и стабильного циркумполярного вихря, который разрушился сравнительно поздно — во второй половине апреля. Внутри этого вихря ОСО было примерно на 75 е.Д. меньше, чем вне его; на высотах 18–20 км отношение смеси озона уменьшилось почти в 5 раз. Средняя за март температура в Арктической полярной области на уровне 50 гПа составила $-66\text{ }^{\circ}\text{C}$, примерно на $10\text{ }^{\circ}\text{C}$ ниже климатической нормы, но на $2\text{ }^{\circ}\text{C}$ выше, чем в 1997 г. Образовавшаяся в марте аномалия обусловила пониженные значения ОСО и в последующие месяцы вплоть до конца осени, хотя и не столь значительные.

Долговременные изменения ОСО над территорией России иллюстрируются ходом среднегодовых значений на отдельных станциях наблюдений (рис. 2.21). На всех российских станциях ОСО в 2011 г. было значительно ниже, чем в предыдущем году. Долговременный ход ОСО в целом над станциями наблюдений в России удовлетворительно согласуется со среднезональным ходом ОСО в средних широтах Северного полушария ($35\text{--}60^{\circ}$ с.ш.). Несмотря на аномалию ОСО 2011 г., при продолжающемся уменьшении содержания хлорфторуглеродов в стратосфере, в

ближайшем будущем следует ожидать дальнейшего восстановления озонового слоя, в том числе над территорией Российской Федерации.

Таким образом, уровень общего содержания озона над практически всей территорией Российской Федерации в период с марта по ноябрь 2011 г. был заметно ниже наблюдаемого в конце 1970-х гг., но выше минимального в конце 1990-х гг. Отрицательная аномалия ОСО в марте 2011 г. в высоких широтах Северного полушария была одной из самых значительных озоновых аномалий, зарегистрированных здесь за все время более чем полувековых наблюдений. Тем не менее, наблюдаемая динамика изменений общего содержания озона (уменьшение примерно до 1996 г. и небольшой рост в дальнейшем) позволяют ожидать восстановления озонового слоя над умеренными широтами Северного полушария до уровня 1970-х гг. примерно к середине нынешнего столетия.

2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ в 2011 г.

Анализ полученных результатов измерений общего содержания озона (ОСО) на озонметрических 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.

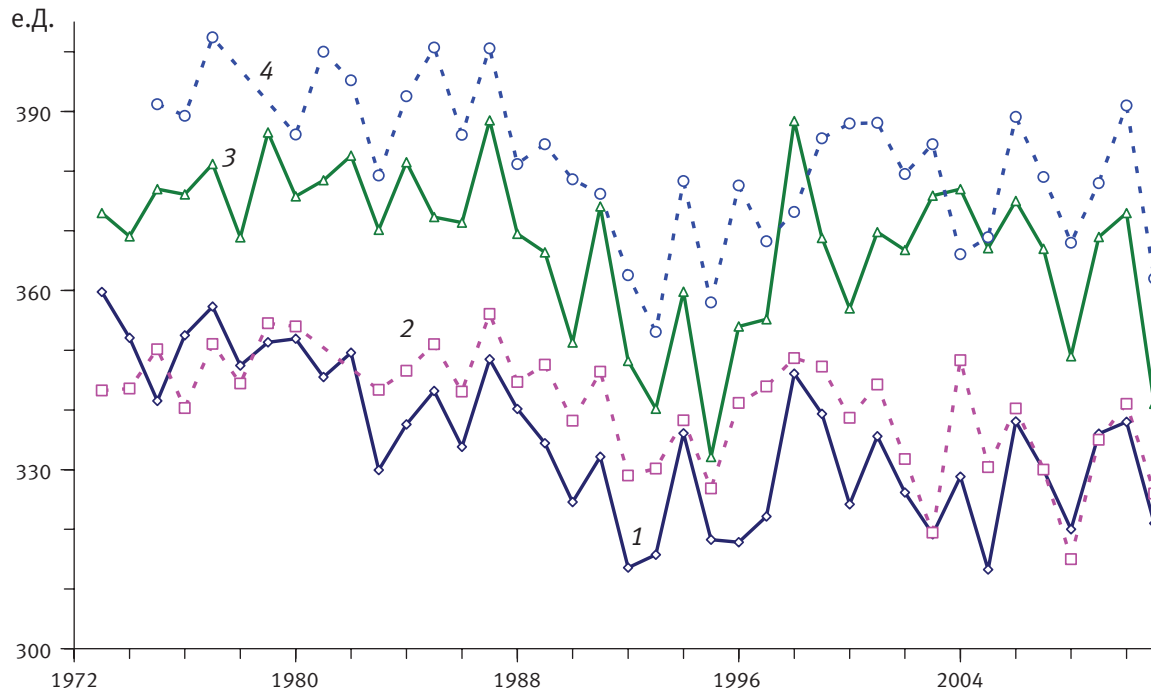


Рис. 2.21. Ход среднегодовых значений ОСО на станциях наблюдений С.-Петербург (1; 60°N , 30°E), Екатеринбург (2; 57°N , 61°E), Якутск (3; 62°N , 130°E), Нагаево (4; 60°N , 151°E). За период 1973–2006 гг. использованы данные станций, за 2007–2011 гг. — данные ОМИ

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 табл. 2.9. 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. 2.22. 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. 2.23.

На Севере ЕТР вариации содержания озона в 2011 году были весьма значительными (табл. 2.9.). 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. Минимальное значение ОСО наблюдалось в апреле (–12% от нормы). 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 4,9%).

Наиболее низким содержание озона было **в Восточной Сибири**. В марте и апреле содержание озона упало на 16 и 18% соответственно,

Табл. 2.9. Общее содержание озона в различных регионах России в 2011 г. и отклонения от нормы, %

Регионы	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Общее содержание озона в 2011 г., Д.е.													
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
Отклонения ОСО в 2011 00г. от нормы, %													
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
Норма и среднеквадратические отклонения, Д.е.													
Север ЕТР	339	379	391	398	379	352	332	315	301	289	287	312	339
	27	33	30	25	14	12	11	11	10	14	18	22	
Юг ЕТР	346	372	380	378	366	350	333	321	308	297	300	319	339
	19	22	21	20	14	12	10	10	9	10	11	15	
Зап. Сибирь	360	383	393	392	381	354	334	321	309	298	300	323	346
	19	24	29	26	16	11	10	10	10	13	14	18	
Вост. Сибирь	388	415	429	428	402	358	327	316	314	313	323	340	363
	24	29	34	32	22	13	11	10	11	16	16	25	
Дальний Восток	429	448	453	432	398	360	330	312	317	332	358	392	380
	19	20	23	22	17	12	11	11	14	16	30	21	

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

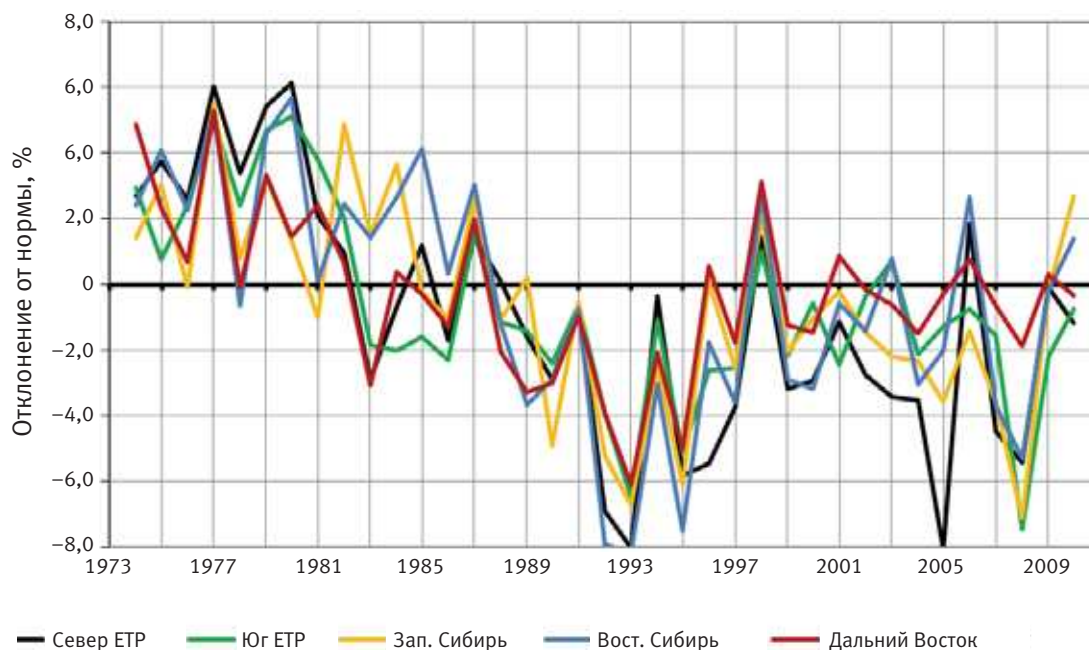


Рис. 2.22. Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы в пяти регионах РФ в период с 1973 по 2011 год

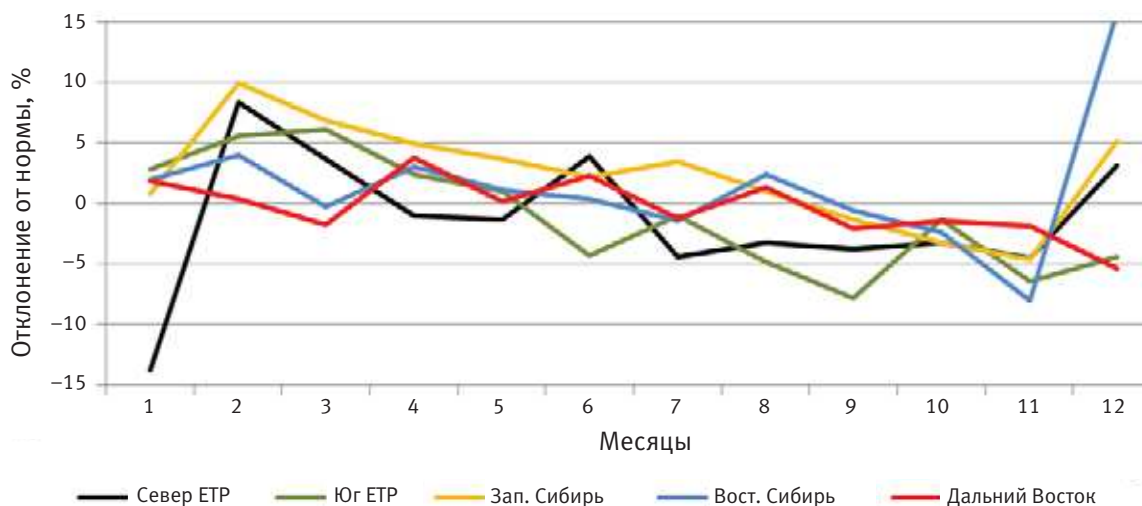


Рис. 2.23. Отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы в пяти регионах РФ в 2011 году

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.

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 густонаселенными районами.

В тоже время комплексный анализ полей ОСО по данным озонной сети РФ и данным измерений со спутника, совмещенный с анализом циркуляции в стратосфере, позволяет утверждать, что, несмотря на достаточно обширную область низкого озона, наблюдавшееся понижение озона является всего лишь локальным проявлением особенностей циркуляции стратосферы в зимне-весенний период 2011 года.

В процессе финальной весенней перестройки

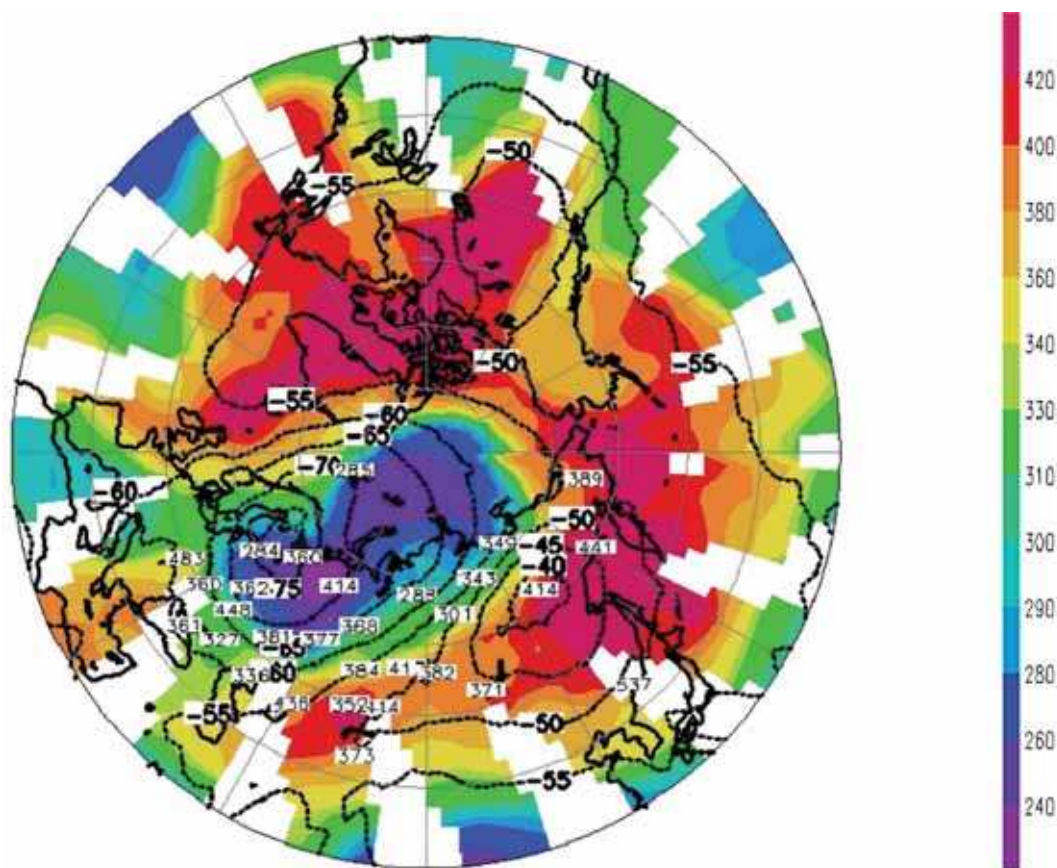


Рис. 2.24. 03.04.2011 Поле температуры на уровне 30 гПа (изотермы) и поле ОСО (в цвете — данные спутника, в прямоугольниках — данные озонотрических станций Росгидромета в Д.е.)

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. 2.24). В апреле область низкого озона постепенно перемещалась 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.

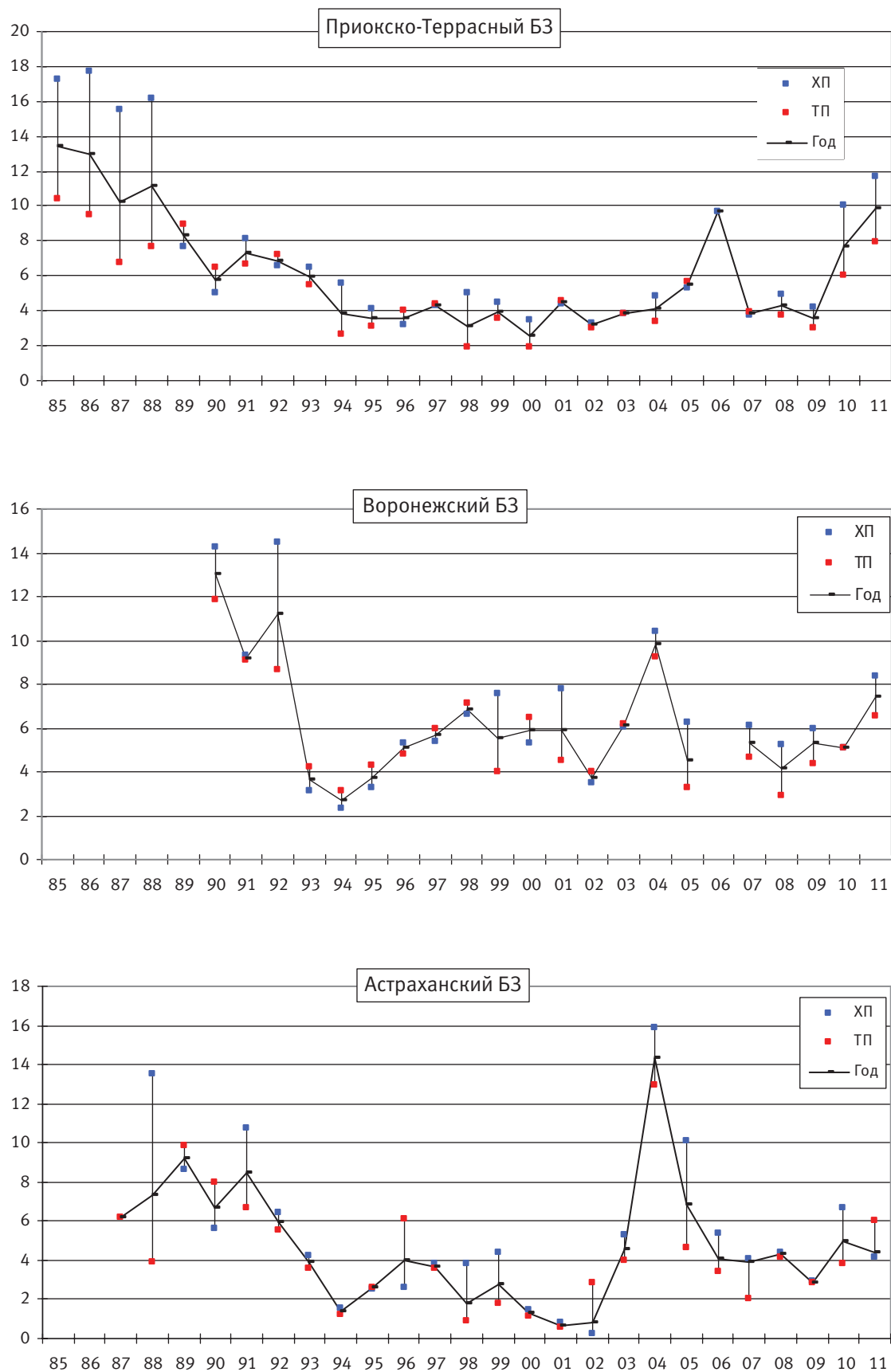
Таким образом, синоптический анализ процессов, происходящих в поле озона, помогает выявить, с одной стороны, факторы, существен-

но влияющие на состояние защитного озонового слоя, с другой, демонстрирует очевидное и достаточно сильное влияние озона на термический режим и циркуляцию стратосферы.

2.3.4. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по данным СКФМ)

Оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха и осадков выполнена по данным сети станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ) и специализированных станций Глобальной службы атмосферы (ГСА ВМО). В 2011 г. наблюдения за фоновым загрязнением атмосферного воздуха проводились на четырех СКФМ, обеспечивая необходимый объем информации только для характеристики регионального фонового загрязнения атмосферы в Центральных районах Европейской территории России (ЕТР).

Анализ состояния подготовлен с использованием осредненных значений концентраций измеряемых на СКФМ веществ в воздухе за месяцы, сезоны и год, рассчитанных из рядов годового цикла наблюдений с октября 2010 г. по сентябрь 2011 г.

Рис. 2.25. Изменение фонового содержания свинца (нг/м^3) в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3)

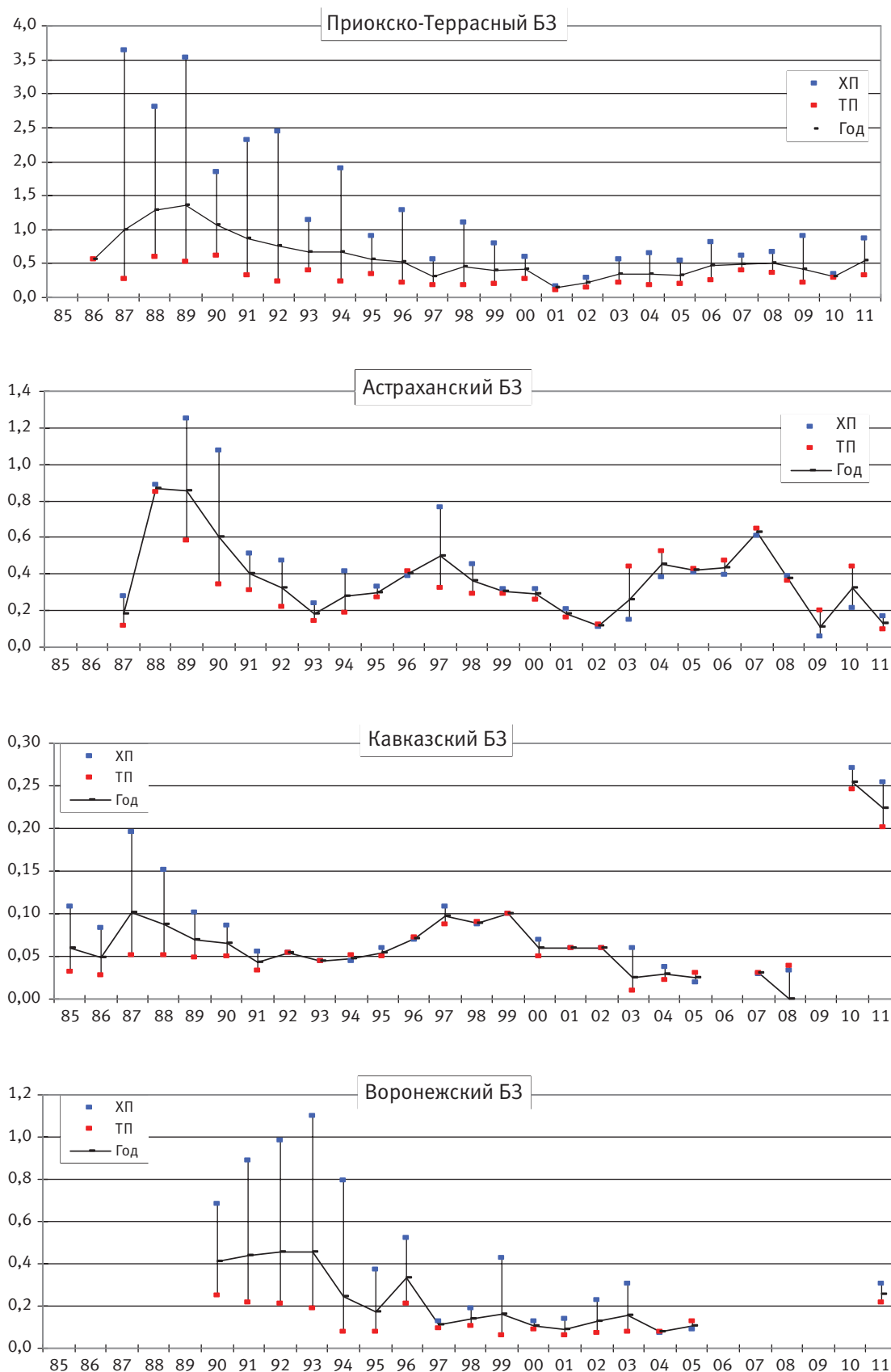
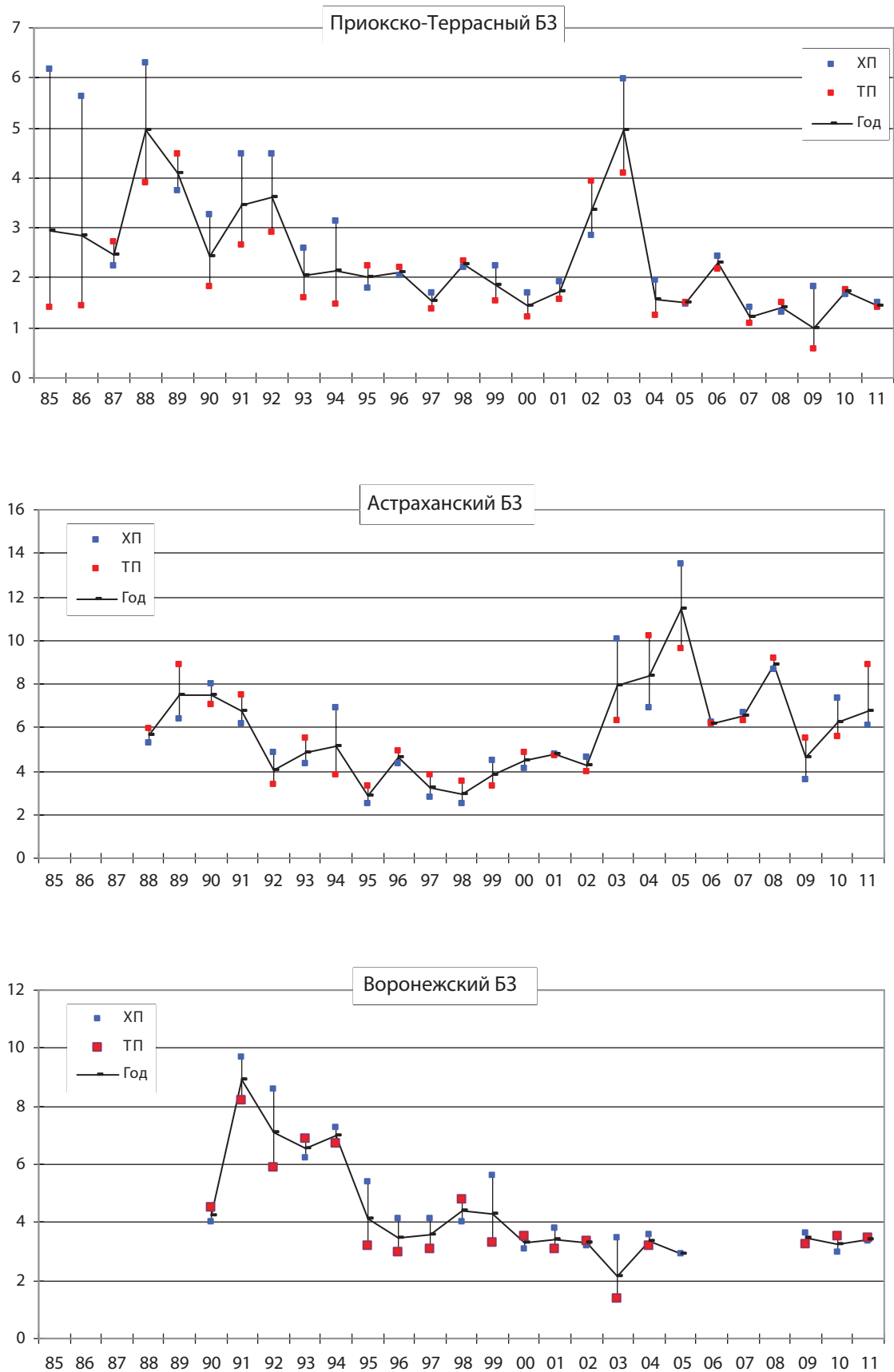


Рис. 2.26. Изменение фонового содержания диоксида серы в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м³)

Рис. 2.27. Изменение фоновое содержание сульфатов в атмосферном воздухе фоновых районов ($\text{мкг}/\text{м}^3$)

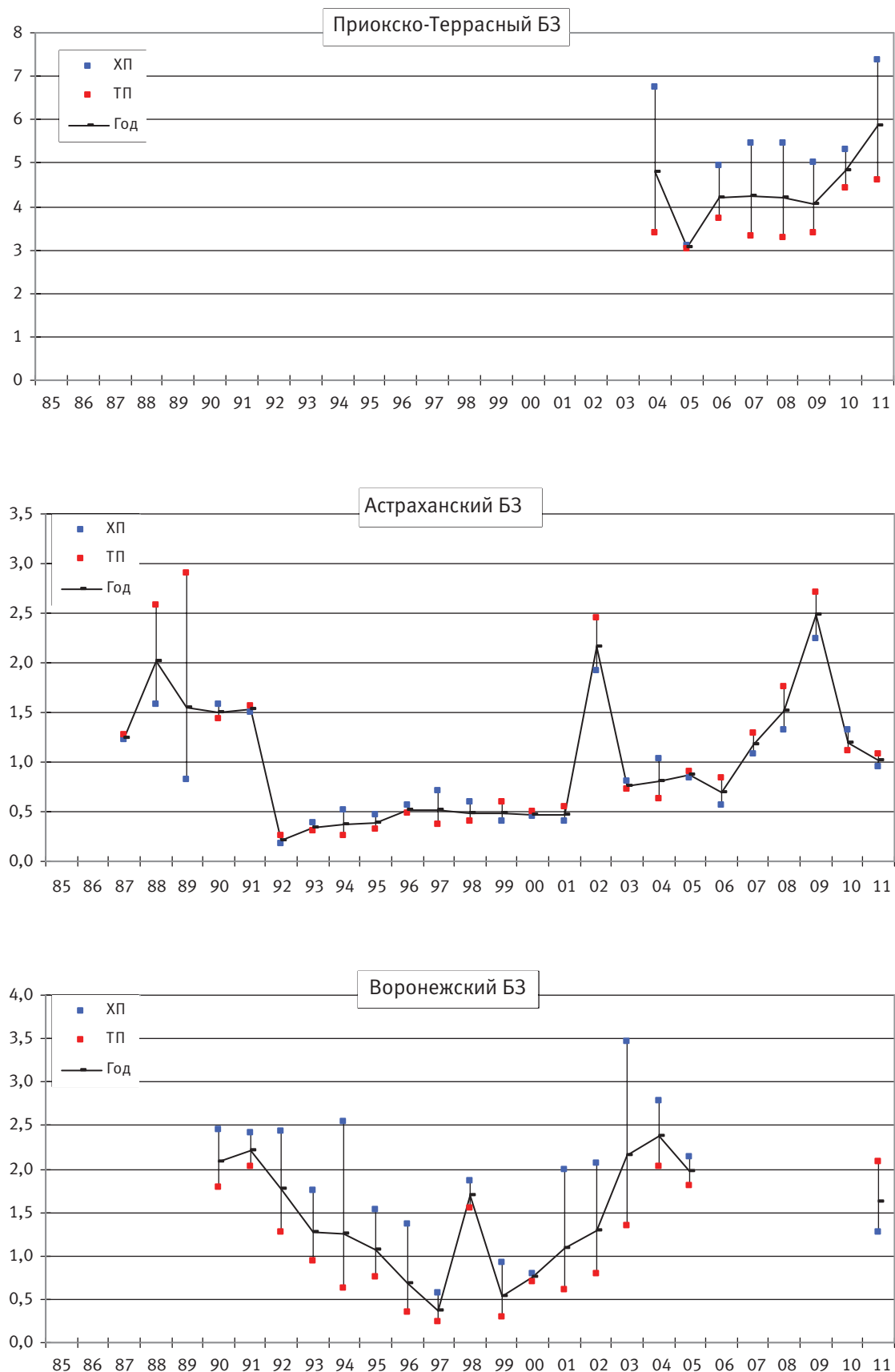
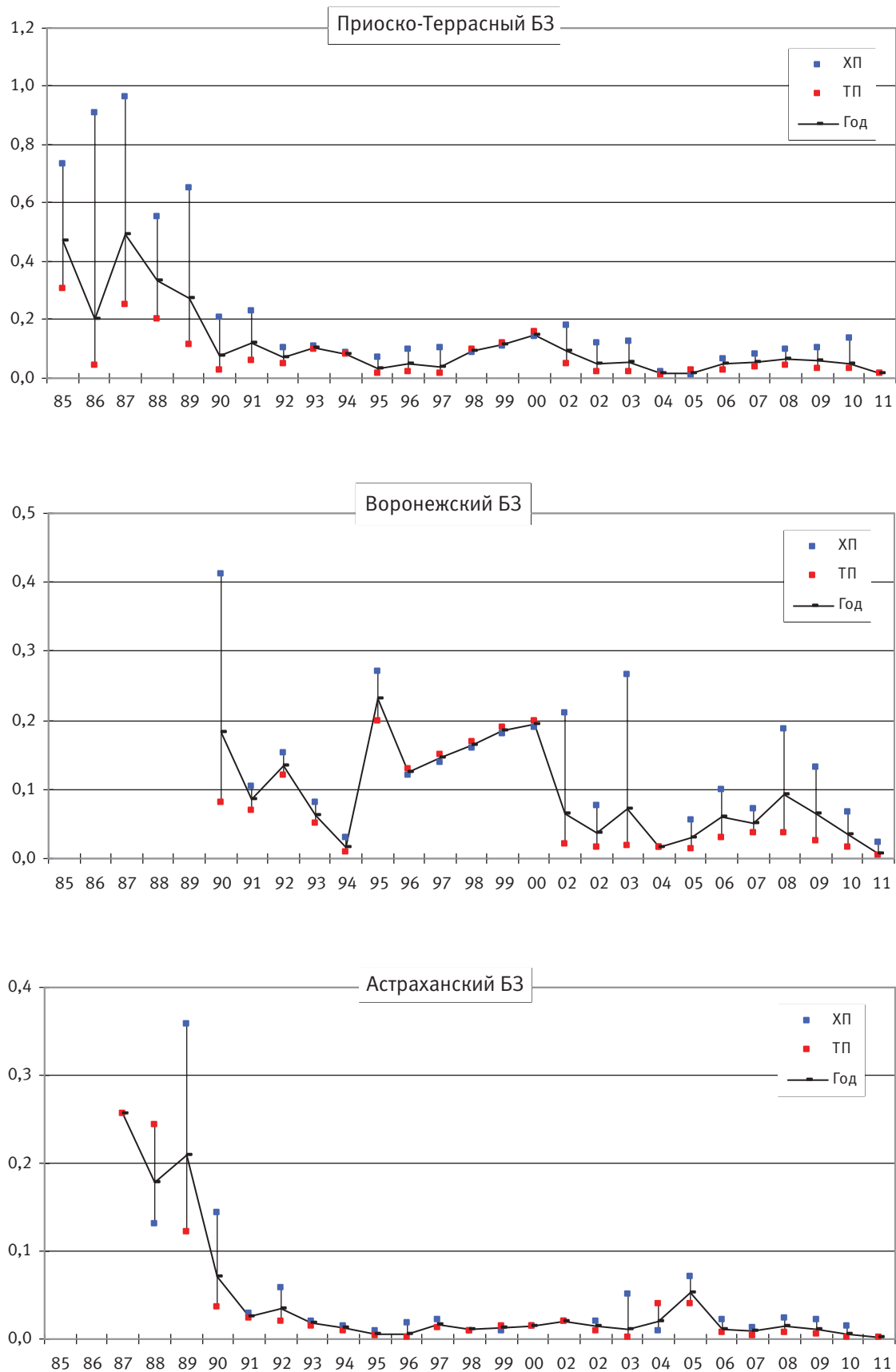
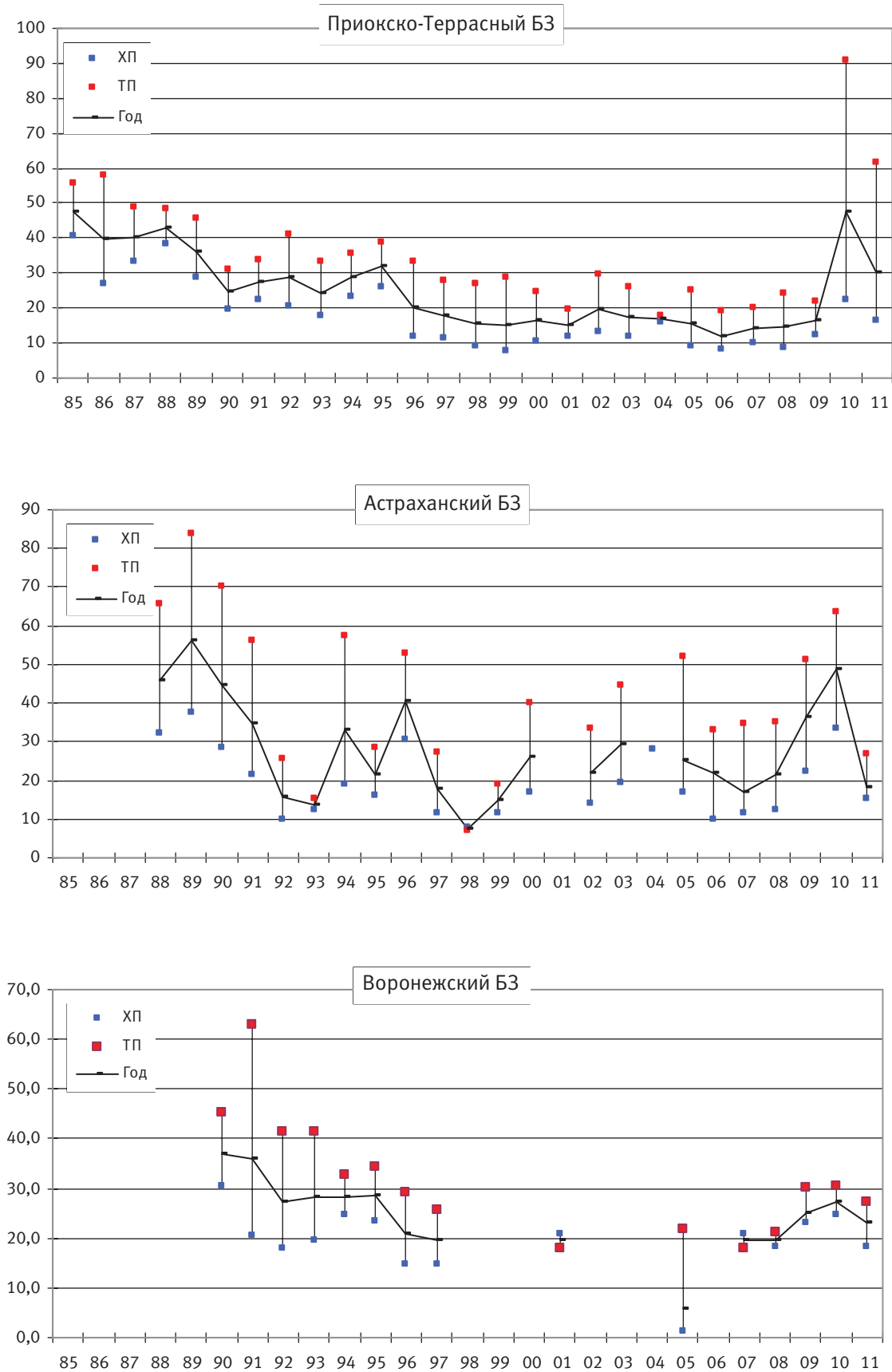


Рис. 2.28. Изменение фоновое содержания диоксида азота в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м³)

Рис. 2.29. Изменение фонового содержания бенз(а)пирена в атмосферном воздухе фоновых районов (нг/м³)

Рис. 2.30. Изменение фонового содержания взвешенных частиц в атмосферном воздухе фоновых районов ($\text{нг}/\text{м}^3$)

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. 2.25). Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР оставались на уровне, наблюдавшемся в последние годы — 0,06–0,3 нг/м³. На юге ЕТР (Астраханский БЗ) среднегодовые концентрации кадмия в атмосфере достигали 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-Террасный 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 прошлые 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 на уровне значений последних 10 лет (рис. 2.30). Эпизодические повышенные концентрации взвешенных частиц наблюдались в теплый период года: среднесуточные концентрации достигали — 157 мкг/м³ (Приокско-Террасный 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. 2.23). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы — до 0,8 мкг/м³, увеличиваясь в отдельные сутки до 16 мкг/м³. В долгосрочной динамике можно отметить стабилизацию уровней концентраций года после отмечавшегося их уменьшения в течение 10 предыдущих лет.

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. 2.28). Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота выражены незначительно, хотя в холодный период в центре ЕТР повышается повторяемость среднесуточных вы-

соких концентраций, достигающих 19,8 мкг/м³ (Приокско-Террасный 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. 2.27). В целом, относительно повышенные концентрации сульфатов в центре ЕТР характерны в холодный период года, в южных районах — в теплый период. Значительные межгодовые колебания средних концентраций не позволяют однозначно охарактеризовать тренды изменений, хотя можно проследить стабилизацию уровней сульфатов в центре ЕТР за последние 10 лет после их 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. 2.29.).

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

2.3.5. Ионный состав атмосферных осадков

В разделе рассматриваются данные 9 станций, относящихся к системе мониторинга в рамках Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО и одна станция 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.

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

В среднем по России (табл. 2.10) 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 M изменяются от 2,0 мг/л (Кавказский БЗ и Приморская) до 4,7 мг/л (Шаджатмаз). Абсолютная максимальная величина $M = 87,4$ 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 фоновому загрязнению 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 pH не претерпела существенных изменений на большинстве континентальных станций.

На станциях фоновому мониторингу наблюдается большой разброс отношения величины удельной электропроводности k , (мкСм/см) к

сумме ионов M (мг/л). При наиболее вероятном значении около двух–трех оно колеблется от 2,2 до 4,7.

В табл. 2.11. 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 рост суммы осадков в Памятной на 32% соответствует падению 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.

На рис. 2.31 и 2.32 представлен временной ход изменения минерализации осадков на ЕТР и АТР за последние шесть лет. Произошло умень-

Табл. 2.10. Средневзвешенные за год концентрации ионов в осадках на станциях фоновому мониторингу, 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

Табл. 2.11. Выпадение с осадками серы, азота и суммы ионов, 2011 г.

Станция	S(SO ₄)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	ΣN	M	S/ΣN	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

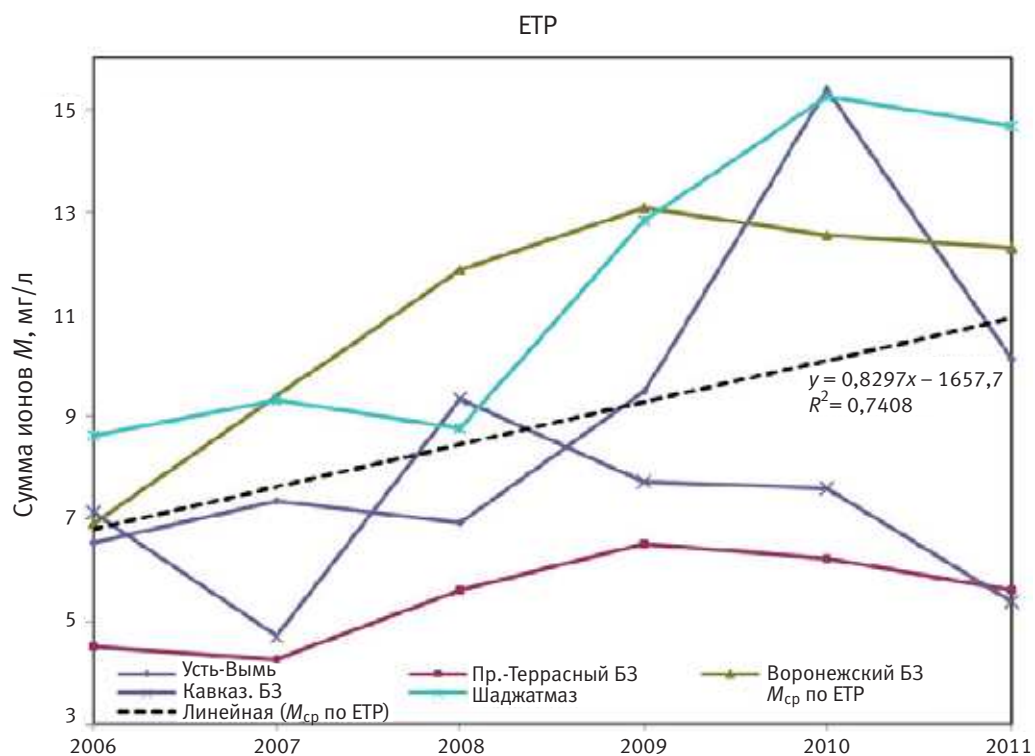


Рис. 2.31. Ход изменения со временем минерализации осадков M , мг/л по отдельным станциям и средней суммы ионов по ЕТР за период 2006–2011 гг.

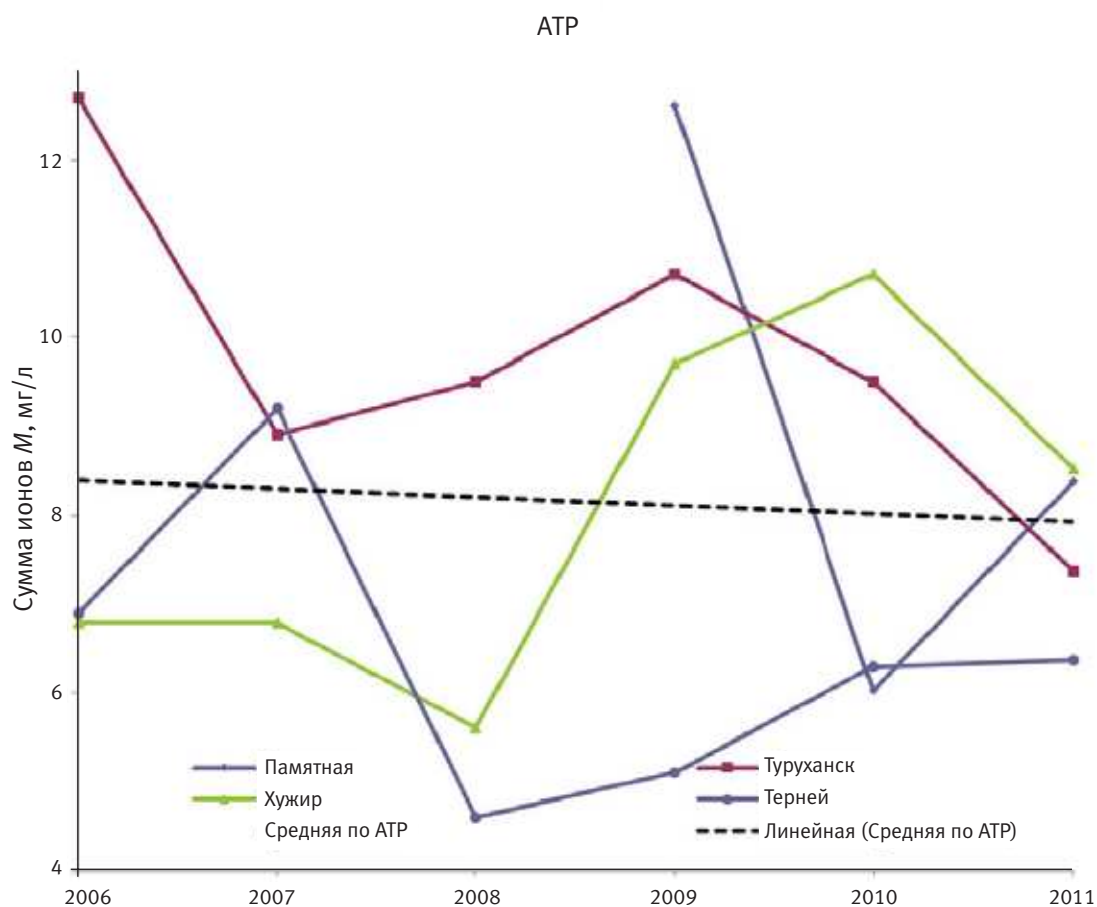


Рис. 2.32. Ход изменения со временем минерализации осадков M , мг/л по отдельным станциям и средней суммы ионов по АТР за период 2006–2011 гг.

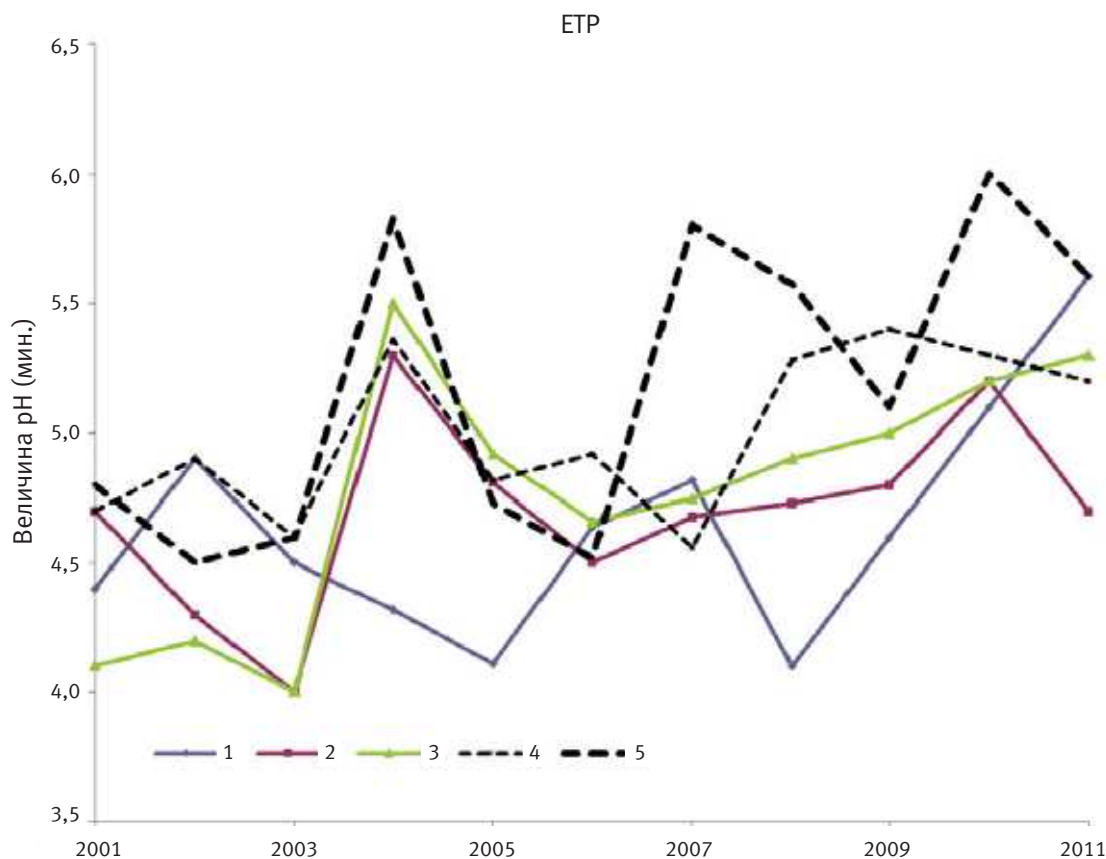


Рис. 2.33. Ход изменений абсолютно минимальной величины рН осадков на станциях ЕТР:
1 — Усть-Вымь; 2 — Приокско-Террасный БЗ; 3 — Воронежский БЗ; 4 — Кавказский БЗ; 5 — Шаджатмаз

шение 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.

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 (рис. 2.33 и 2.34). Исключение составляет Сихотэ-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%.

Начальное (в 2001 г.) абсолютно минимальное значение рН осадков в Сихотэ-Алинском БЗ

составляло примерно 4,6. Ежегодно величина рН уменьшалась примерно на 0,1 единиц рН и достигла 3,9 в 2011 г.

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

На рис. 2.35 показано соотношение между абсолютно минимальным значением рН и повторяемостью среднемесячной концентрации кислотообразующих ионов.

«Повторяемость ионов» приводится в долях каждого компонента от общей суммы (по табл. 2.10.). Кривая (пунктирная) величины рН 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.

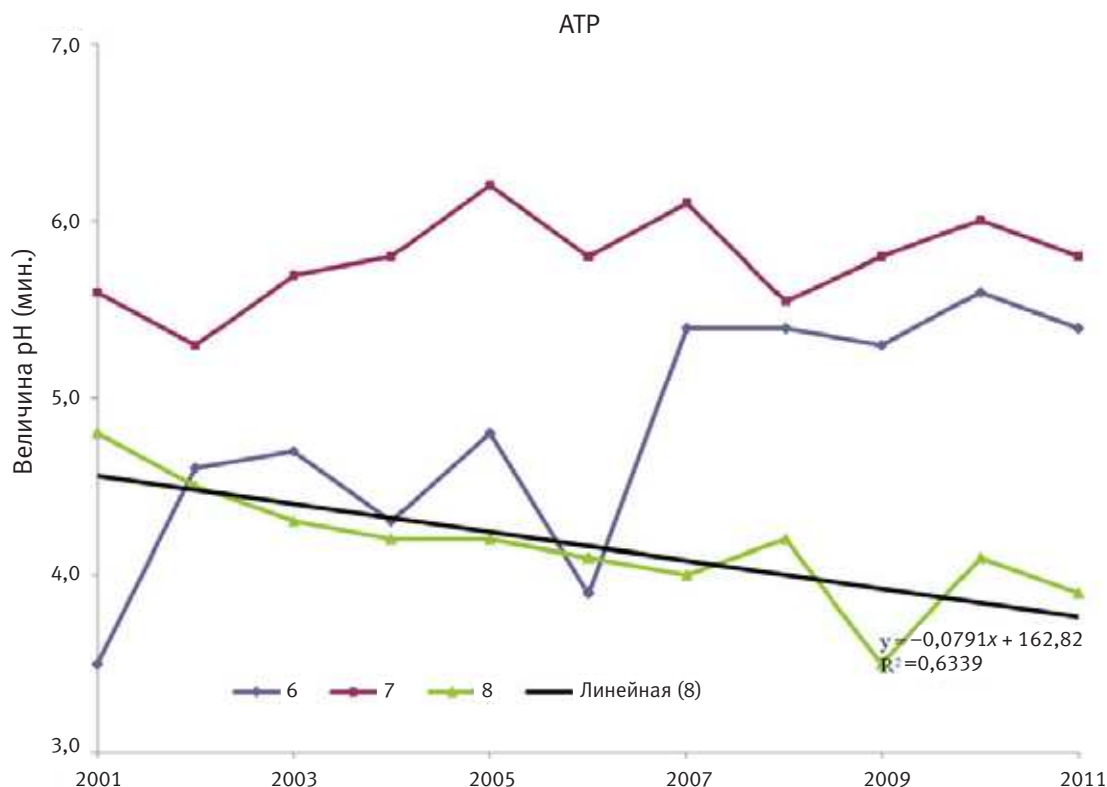


Рис. 2.34. Ход изменений абсолютно минимальной величины pH осадков на станциях АТР: 6 — Туруханск; 7 — Хужир; 8 — Терней (Сихоте-Алинский БЗ)

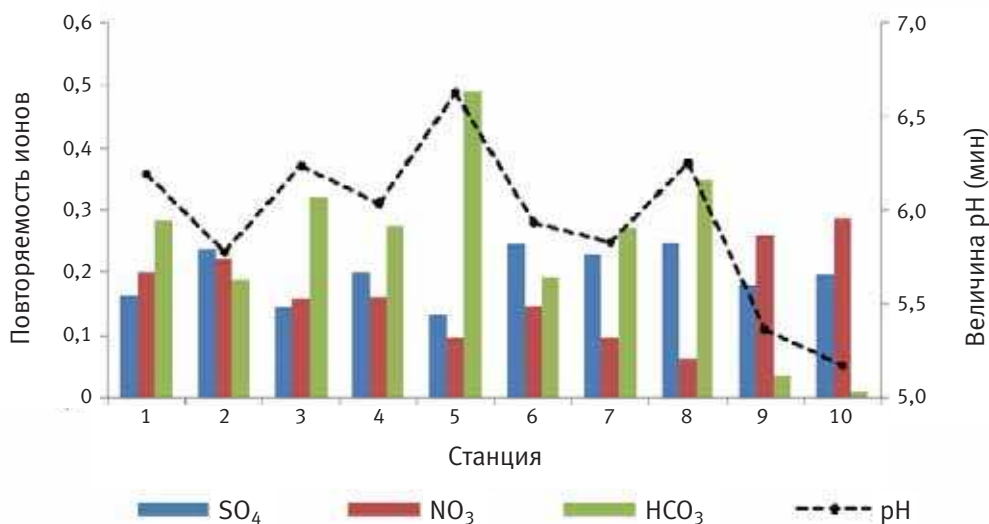


Рис. 2.35. Соотношение между абсолютно минимальным значением pH и повторяемостью среднемесячной концентрации ионов в осадках по станциям:

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

Около 35% месячных проб осадков (рис. 2.36), которые выпадают за год в Кавказском и Приокско-Террасном БЗ подвергаются антропогенному влиянию, достаточно устойчивому и с тенденцией к снижению в последнем из них.

Следовательно, минерализация более чем 65% месячных проб на этих станциях обеспе-

чивается 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).

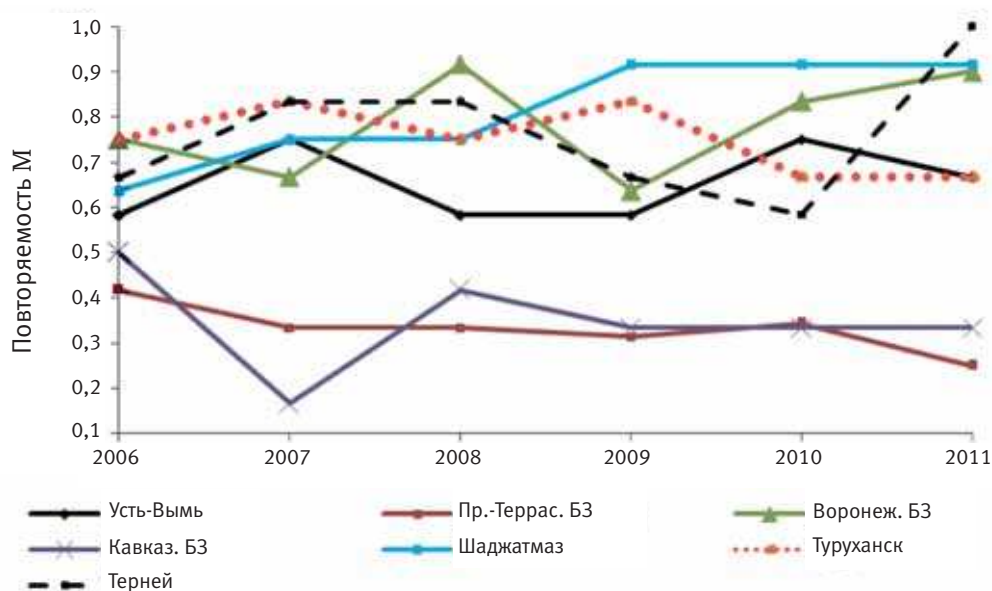


Рис. 2.36. Ход повторяемости минерализации осадков, подвергшихся антропогенному воздействию

2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков

В анализ данных по химическому составу и кислотности атмосферных осадков за 2011 год включены данные 144 станций, в том числе 10 станций сети Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО. В связи с природными особенностями и увеличением числа пунктов, собирающих осадки на химический анализ, в отдельный район выделен (как и Забайкалье) остров Сахалин.

Все станции Российской Федерации (РФ) размещаются в десяти физико-географических районах: Север и Северо-Запад, Центр, Поволжье, Юг и Предгорья Кавказа — Европейская территория РФ (ЕТР); Север и Центр Сибири, Юг Сибири, Забайкалье, Дальний Восток и Остров Сахалин — Азиатская территория РФ (АТР).

Раздел состоит из двух частей, посвященных общей характеристике химического состава осадков (ХСО) по РФ и особенностям ХСО на урбанизированных территориях.

Средневзвешенная за год минерализация осадков (табл. 2.12) на всей территории РФ изменялась от 10,7 (Предгорья Кавказа) до 34,2 мг/л (Север и Центр Сибири). Среднемесячные значения колеблются в более широких пределах: 1,9 мг/л в Красной Поляне (Кавказский БЗ) и 213,5 мг/л в Норильске.

По сравнению с 2010 г осадки стали более чистыми в северной половине ЕТР и в Забайкалье. В Центре ЕТР содержание сульфатов уменьшилось на 26%, а в Забайкалье — почти в 2 раза. После выделения территории «Остров Сахалин» изменилось соотношение компонентов в регионе «Дальний Восток».

Оценивая по среднегодовым для осадков ка-

чественный состав загрязнителей воздуха, можно сказать, что в 80% на ЕТР и в 60% по АТР в них преобладают карбонаты, в остальных случаях больше сульфатов. Вместе гидрокарбонаты и сульфаты составляют часто более половины всех ионов.

При равных значениях аммония, содержание гидрокарбонатов на 14%, а нитратов на 62% больше на ЕТР.

Концентрация хлоридов отличается большой устойчивостью в пределах физико-географической зоны: 0,5–1,0 мг/л — горные, 1–2 мг/л — континентальные и до 10 мг/л — прибрежные станции.

При пересчете на элементный состав (в молях на литр) сера превалирует в Поволжье, на Юге АТР и в Забайкалье, хлор — в остальных местах. Из катионов преобладают натрий или кальций. Постоянным фоновым источником их служат мировой океан и континентальное выветривание. По расчетам специалистов вынос паров воды и солей из мирового океана компенсируется выпадением осадков с минерализацией около 3–5 мг/л с удельной электропроводностью около 10–15 мкСм/см.

По данным о щелочности осадков наиболее высокая запыленность воздуха приходится на Центр ЕТР и Поволжье, где гидрокарбонаты составляют более трети от суммы ионов. Повышенная загазованность (по данным о концентрации сульфатов) отмечается в Поволжье, на севере Сибири и Острове Сахалин. По средним данным в более чем 50% случаев повышенная концентрация гидрокарбонатов сопровождается более высоким содержанием сульфатов. В действительности — это результат пространственного и временного осреднения конкретных измере-

Табл. 2.12. Средневзвешенные концентрации ионов в осадках по районам в 2011 году

Регион	q, мм	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	Zn ⁺	M	H	k, мкСм/см	pH _{мин}
		мг/л													
Север и Северо-Запад ЕТР	606,8	2,5	1,8	1,3	4,2	0,3	1,0	0,5	1,4	0,5	0,7	14,1	6,0	28	4,4
Центр ЕТР	557,3	3,4	1,6	2,8	149	0,6	1,0	0,9	4,2	1,6	0,9	32,2	6,5	50	4,7
Поволжье	556,8	7,9	1,9	2,2	1,4	0,6	1,7	0,7	3,3	1,0	3,0	32,8	6,3	50	5,9
Юг ЕТР	409,2	4,6	2,1	3,0	2,5	0,5	1,5	0,5	1,4	0,4	1,3	17,9	6,2	49	4,9
Предгорья Кавказа	1294	1,6	0,6	1,3	4,5	0,4	0,4	0,3	1,3	0,3	0,0	10,7	6,3	26	5,2
Север и Центр Сибири	397,9	8,9	5,0	1,1	10,0	0,8	2,7	1,1	1,8	2,6	0,0	34,2	6,2	69	5,7
Юг Сибири	442,0	4,5	1,3	1,5	8,8	0,7	1,1	0,6	2,1	1,1		21,7	6,3	46	5,5
Забайкалье	316,6	2,4	0,9	0,9	6,0	0,6	0,5	0,4	1,1	0,7		13,5	6,2	57	5,7
Дальний Восток	589,5	1,9	3,3	2,3	1,0	0,6	0,9	0,3	1,0	0,3	0,1	11,6	5,3	40	3,7
Остров Сахалин	845,2	8,4	6,8	0,6	5,8	0,5	5,3	0,5	2,2	1,2		31,2	6,0	66	4,2

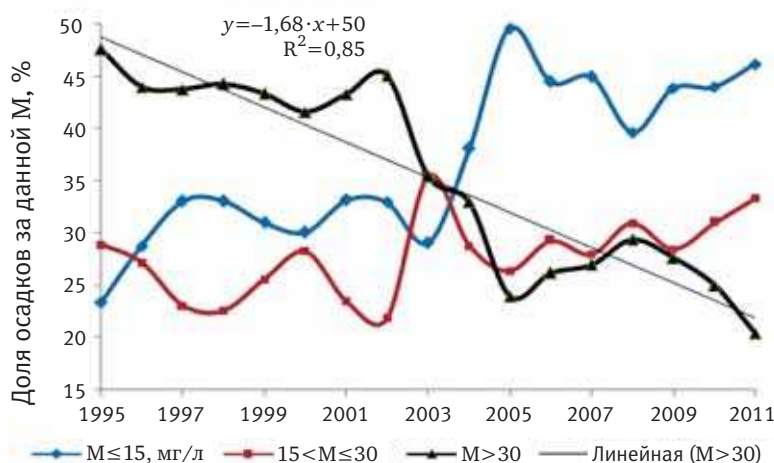


Рис. 2.37. Ход изменения со временем распределения суммы ионов M в осадках по интервалам: M ≤ 15,0 мг/л, 15 < M ≤ 30 мг/л и M > 30 мг/л за период 1995—2011 гг.

ний, в которых, как правило, от преобладания одного из них зависит величина pH раствора. Так, на Кольском полуострове и на Дальнем Востоке высокому содержанию в осадках сульфатов (до 10 мг/л) и низкому значению величины pH (меньше 4,0) всегда соответствуют концентрации гидрокарбонатов, близкие к нулю.

При рассмотрении исходных (месячных и тем более недельных) значений минерализации обнаруживается, что в 90% всех станций могут выпадать осадки, в которых, хотя бы один раз в году, минерализация близка или выше 30 мг/л.

На рис. 2.37 приводится временной ход ряда наблюдений по минерализации осадков за период с 1995 по 2011 год.

В результате перераспределения между указанными интервалами концентраций возросла доля осадков с минерализацией 15 < M ≤ 30 мг/л. Естественно, все фоновые станции по среднегодовым значениям попадают в интервал с M меньше 15 мг/л, а урбанизированные — в два других диапазона. Видно, что доля осадков с наименьшей суммой ионов постепенно возрастает, а доля осадков с минерализацией больше 30 заметно уменьшается.

В начале рассматриваемого периода (1995 г.)

наиболее чистые осадки в РФ составляли примерно 25%. Ежегодно их доля возрастала примерно на 1,3% и в 2011 году она достигла 46% всех осадков. Постепенно происходит понижение уровня загрязнения осадков с минерализацией больше 30 мг/л, которая характерна для наиболее загрязненных городов России. С уровнем аппроксимации до 85% каждый год в них происходит самоочищение воздуха на 1,7%, в результате чего, можно полагать, что загрязнение воздуха с 1995 года уменьшилось почти на 30%.

В 2011 году (табл. 2.13.) возросло различие между ЕТР и АТР в выпадении аммиачного [N(H)] и нитратного азота [N(O)]. Аммония выпадает на АТР приблизительно в 2,5 раза больше.

Сохранилось соотношение, при котором на АТР серы поступает с осадками в среднем больше, чем на ЕТР. Отношение серы к азоту заметно повысилось, оставаясь, за исключением Кавказского БЗ и прибрежных станций Дальнего Востока, повсюду больше единицы.

Величина влажного выпадения, наряду с концентрацией, определяется суммой осадков. На рис. 2.38. приводится временной ход обоих

Табл. 2.13. Выпадение по регионам серы, азота и суммы ионов с осадками в 2011 году

Регион	S	N(O)	N(H)	Σ N	M	N(H)/N(O)	S/Σ N
	т/(км ² ·год)						
Север и Северо-Запад ЕТР	0,50	0,18	0,15	0,32	8,6	0,83	1,54
Центр ЕТР	0,64	0,36	0,27	0,63	17,9	0,77	1,02
Поволжье	1,46	0,28	0,28	0,56	18,3	0,99	2,61
Юг ЕТР	0,63	0,28	0,17	0,45	7,3	0,61	1,41
Предгорья Кавказа	0,70	0,38	0,36	0,73	13,8	0,96	0,96
Север и Центр Сибири	1,19	0,10	0,26	0,36	13,6	2,72	3,30
Юг Сибири	0,66	0,15	0,24	0,39	9,6	1,57	1,70
Забайкалье	0,25	0,07	0,14	0,21	4,3	2,18	1,21
Дальний Восток	0,38	0,30	0,27	0,57	6,8	0,88	0,66
Остров Сахалин	2,38	0,11	0,36	0,46	26,4	3,32	5,12

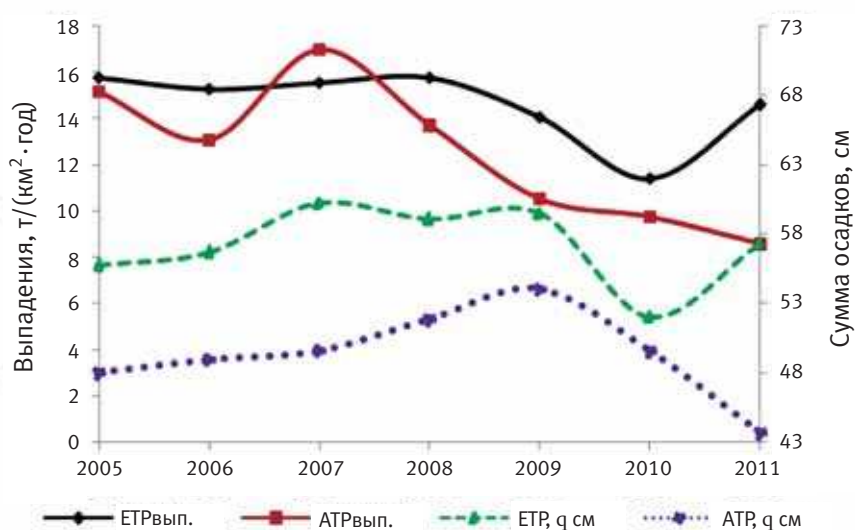


Рис. 2.38. Ход изменений суммарных выпадений веществ с осадками и суммы осадков по территориям ЕТР и АТР за период 2005–2011 годы

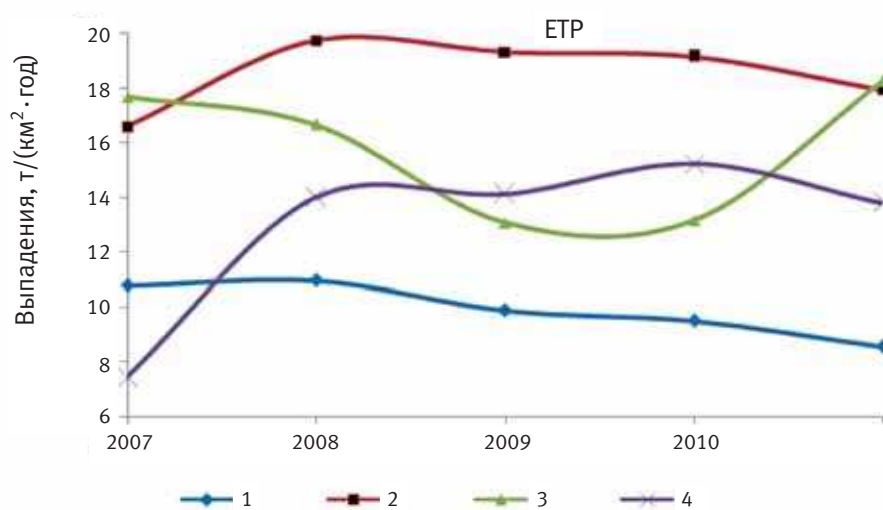


Рис. 2.39

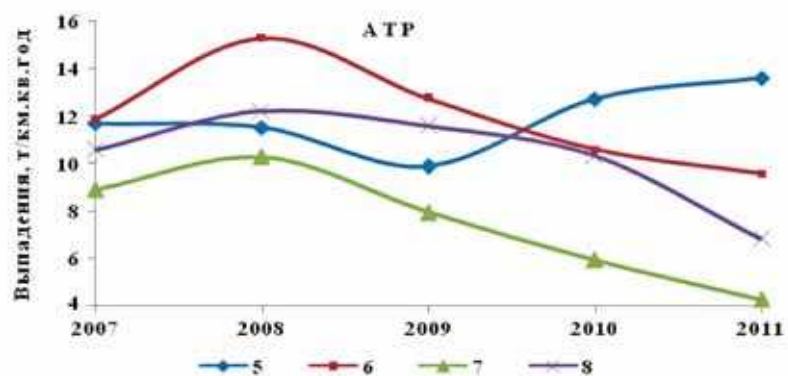


Рис. 2.40

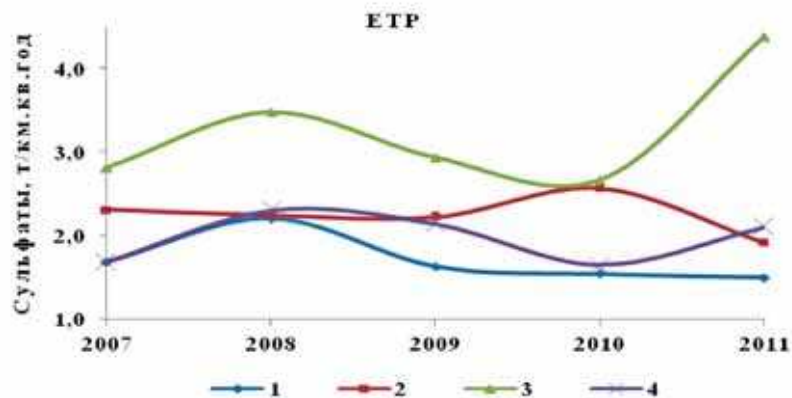


Рис. 2.41

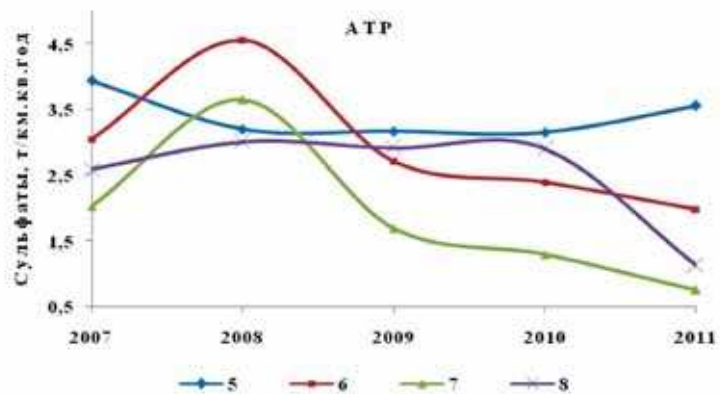


Рис. 2.42

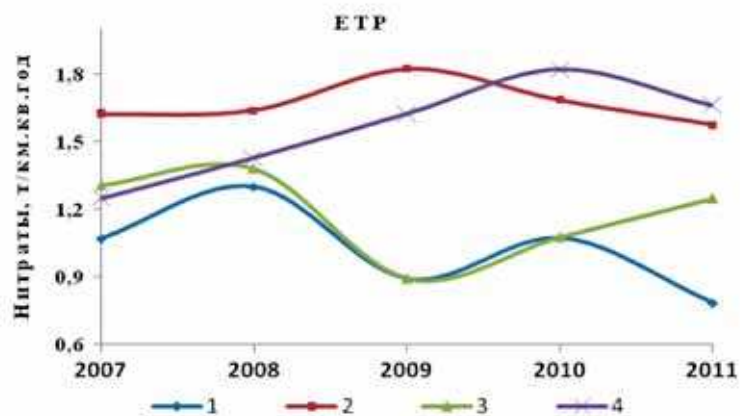


Рис. 2.43

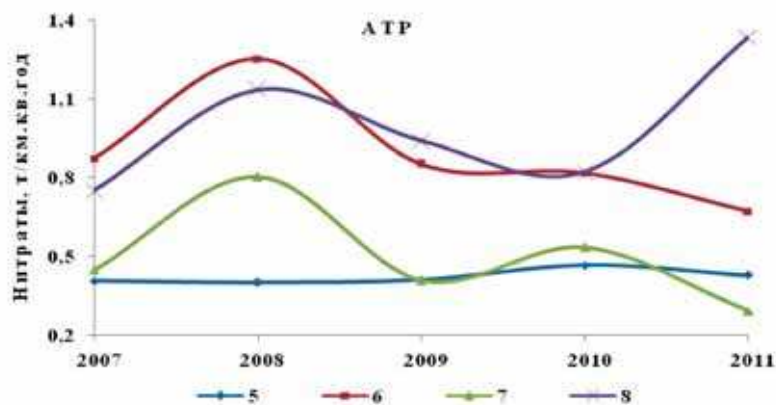


Рис. 2.44

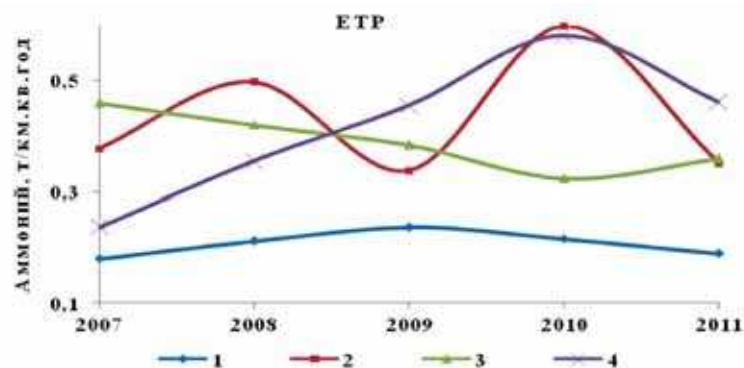


Рис. 2.45

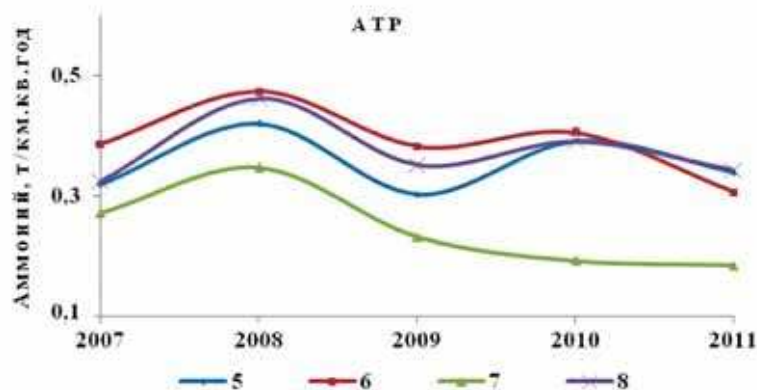


Рис. 2.46

Рис. 2.39–2.46. Временной ход средних за год выпадений с осадками суммы ионов (рис. 2.39 и 2.40), сульфатов (рис. 2.41 и 2.42), нитратов (рис. 2.43 и 2.44) и аммония (рис. 2.45 и 2.46) за период 2007–2011 гг. по регионам:

1 — Север и Северо-Запад ЕТР; 2 — Центр ЕТР; 3 — Поволжье; 4 — Предгорья Кавказа; 5 — Север и Центр Сибири; 6 — Юг Сибири; 7 — Забайкалье; 8 — Дальний Восток

факторов в среднем по европейской и азиатской территориям. По средним за год значениям коэффициент линейной корреляции между $\text{ЕТР}_{\text{вып}}$ (выпадения на Европейскую часть) и ЕТР_q (сумма осадков на ЕТР) составляет 0,7 и, следовательно, только около 50% данных объясняется этой связью. На азиатской части эта связь еще слабее.

На рис. 2.39–2.46 приведены графики, пока-

зывающие для основных компонентов ход влажных выпадений в течение последних пяти лет.

При рассмотрении рис. 2.39–2.46 следует иметь в виду, что составляющие выпадений постоянно изменяются в пространстве и времени. Так, возрастание количества и продолжительности осадков всегда сопровождается уменьшением их минерализации.

Наблюдались случаи, когда при средней за

год сумме ионов по РФ не более 25 мг/л, в условиях слабого переноса и устойчивой стратификации атмосферы минерализация по мере выпадения осадков достигает величины около 1 мг/л, которая определяется только содержанием углекислого газа в воздухе. Глобальный фон веществ в атмосфере, следовательно, также не остается постоянным, что создает трудности в идентификации и анализе временного изменения как суммы ионов, так и отдельных компонентов.

Наиболее устойчивый ход суммарного загрязнения выпадений приходится на Север и Северо-Запад ЕТР (9–11 т/(км²·год) с общим изменением по другим регионам от 7 т/(км²·год) до 18 т/(км²·год) и до 26,4 т/(км²·год) для острова Сахалин.

На севере Сибири выпадения держатся на уровне 11–13 т/(км²·год) (рис. 2.40). В других районах происходит их постепенное снижение, связанное, возможно, с уменьшением суммы осадков. Выпадение сульфатов в Поволжье (рис. 2.41), в какой-то мере, повторяет ход общего выпадения. Известное сходство тенденции в изменении их количества наблюдается по всем районам Сибири (рис. 2.42). То же самое следует сказать о поведении нитратов и аммония (рис. 2.43–2.46). При отдельных отклонениях их выпадений в сторону возрастания (Поволжье, рис. 2.43; Дальний Восток, рис. 2.44 и Забайкалье, рис. 2.45), влажное выпадение азота от года к году либо сохраняется, или имеет тенденцию к уменьшению.

Станции на урбанизированных территориях

По-видимому, основным показателем антропогенного воздействия следует считать кислотность атмосферных осадков. На более чем 90%

станций РФ выпадают осадки с величиной pH ниже равновесной (pH = 5,6), а на 20% станций практически во всех регионах — периодическое значение pH уменьшается до 5,0 и ниже. В среднем величина pH изменяется от 3,7 (Приморская) до 7,5 (Терней). Последняя графа в табл. 2.13 содержит абсолютно минимальные значения pH по регионам. К наиболее «закисленным» районам (по частоте абсолютно минимальных значений pH) относятся Кольский полуостров и Приморский край. Табл. 2.14 составлена таким образом, что в указанных районах станции расположены сверху вниз по мере убывания кислотности осадков. В последней графе приводится доля (в %) месячных осадков, в которых величина кислотности равна или превышает 10 мкг/л (pH ≤ 5,0).

В качестве другого критерия при выделении урбанизированных территорий может служить величина удельной электропроводности (табл. 2.15). Помимо прямой зависимости проводимости растворов от суммы основных ионов и кислотности, на неё оказывают влияние растворимые в воде органические соединения и различного вида газы. 50-летний период наблюдений за ХСО позволяет сделать вывод. Атмосферные осадки, в которых измеренная величина удельной электропроводности, близка или больше 15 мкСм/см (при 25 °С), следует отнести к осадкам, находящимся под влиянием выбросов с урбанизированных территорий. Степень урбанизации зависит от повторяемости их выпадения.

Очевидно, что все регионы РФ в той или иной степени подвержены антропогенному влиянию.

При абсолютно минимальном для осадков значении 1–2 мкСм/см удельная электропроводность по средним за год значениям изменяется от 26 мкСм/см до 69 мкСм/см (табл. 2.12).

Табл. 2.14. Концентрации ионов в месячных пробах осадках с максимальным закислением, 2011 год

Станция	q, мм	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ⁺	Mg ⁺	M	pH	k, мкСм/см	Н _{макс} , мкг/л	Доля, в % с pH ≤ 5,0
		мг/л													
		Кольский полуостров													
Падун	16,0	1,7	1,1	1,2	0,0	0,2	0,2	0,1	0,2	0,1	4,8	4,2	28	63	100
Никель	44,6	10,5	1,3	0,9	0,0	1,0	1,7	0,8	0,3	0,3	16,7	4,4	50	40	42
Краснощелье	60,8	0,9	2,0	1,2	0,0	0,2	0,9	0,4	0,2	0,1	5,8	4,4	22	40	50
Мурманск	30,0	4,9	4,6	0,7	0,0	0,3	2,0	0,2	0,9	0,4	14,0	4,9	36	13	17
Приморский край															
Приморская	7,6	3,0	3,4	5,1	0,0	1,4	0,1	0,1	0,2	0,1	13,3	3,7	87	200	40
Тимирязеский	95,5	2,4	4,1	2,6	0,0	1,4	0,2	0,2	0,7	0,1	12,6	3,8	74	158	70
Владивосток	59,2	2,1	2,4	1,1	0,0	0,2	0,3	0,2	0,4	0,1	6,8	4,0	43	100	56
Партизанск	57,2	3,7	1,8	2,2	0,0	0,2	0,5	0,4	0,6	0,1	9,5	4,1	44	79	60
Сибирь															
Таксимо	4,1	2,6	0,7	0,6	2,7	0,2	0,4	0,3	1,1	0,5	9,1	5,0	18	200	9
Сутур	23,8	10,0	0,3	5,8	0,0	1,4	0,1	0,2	0,7	0,1	18,7	3,8	80	158	56
Норильск	25,5	118,8	39,8	0,8	0,0	5,2	6,0	8,5	9,3	25,0	213,5	4,1	503	79	8

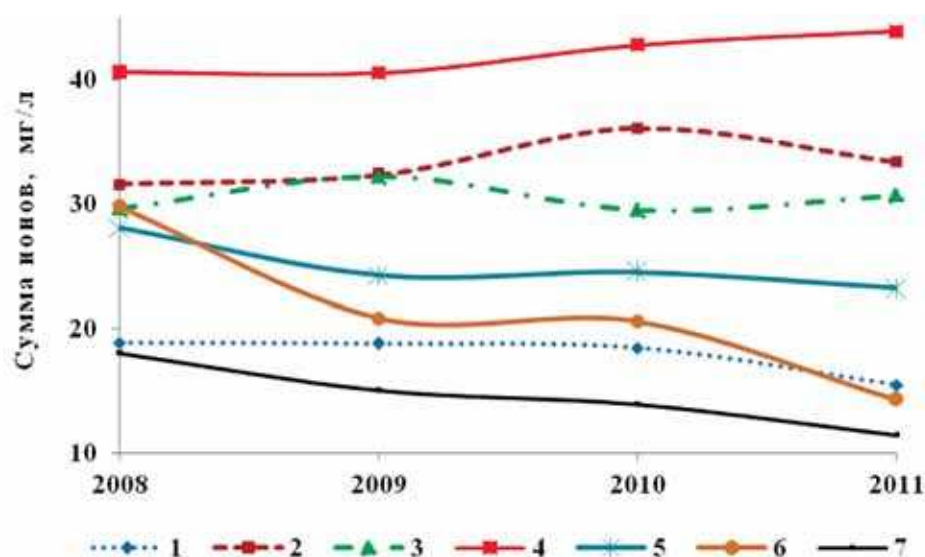


Рис. 2.47. Ход изменения средней за год минерализации с удельной электропроводностью осадков больше 15 мкСм/см по регионам:
1 — Север и Северо-Запад ЕТР; 2 — Центр ЕТР; 3 — Поволжье; 4 — Север и Центр Сибири; 5 — Юг Сибири; 6 — Забайкалье; 7 — Дальний Восток

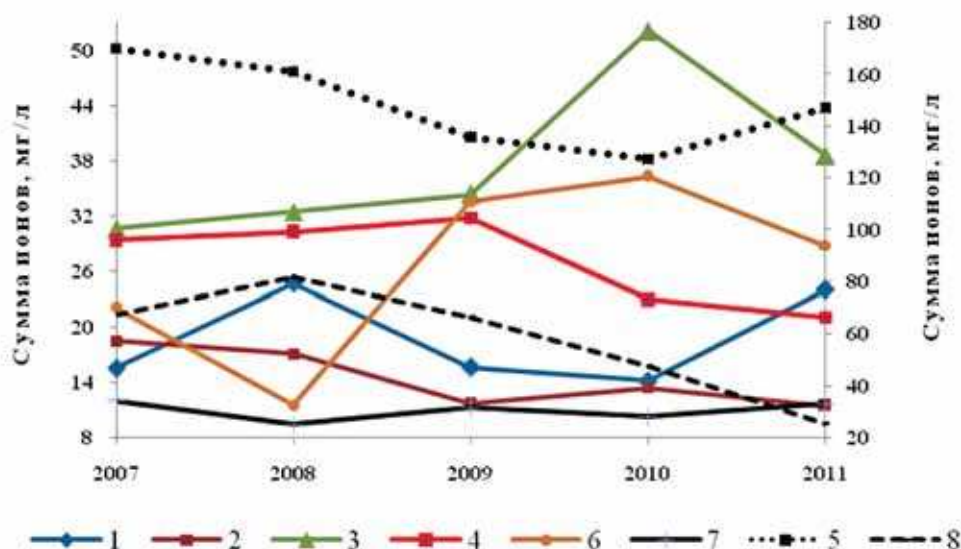


Рис. 2.48. Ход изменения средней за год минерализации с удельной электропроводностью осадков больше 15 мкСм/см по станциям:
1 — Мурманск; 2 — Санкт-Петербург; 3 — Липецк; 4 — Саратов; 5 — Норильск (вспомогательная шкала); 6 — Тюмень; 7 — Владивосток; 8 — Ясная Поляна (вспомогательная шкала)

Указанному интервалу проводимости осадков соответствует приблизительно минерализация от 11 мг/л до 34 мг/л. В отдельных месячных пробах эти соотношения могут быть другими (табл. 2.14). На рис. 2.47 показан временной ход средней за год минерализации, рассчитанной для регионов по станциям с удельной электропроводностью осадков больше 15 мкСм/см.

Ход изменения средней за год минерализации по городам (рис. 2.48) существенно отличается от сильно осреднённых значений по регионам (рис. 2.47).

Прослеживается общая тенденция к умень-

шению со временем загрязнения осадков на урбанизированных территориях. Можно условно выделить типы загрязнения городов по удельной электропроводности и минерализации осадков: низкие (k до 15 мкСм/см), средние, высокие и сверхвысокие ($k \geq 100$ мкСм/см).

Результаты многолетних наблюдений за химическим составом и кислотностью осадков позволяют проводить диагностическую оценку экологического состояния окружающей среды. Наибольшую опасность для экосистем представляют кислые осадки. Качественные изменения биомов, приведены в табл. 2.16.

Табл. 2.15. Средневзвешенные за год концентрации ионов в осадках урбанизированных территорий за период 2007–2011 гг.

Станция	q, мм	SO ₄ ⁻²	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca2 ⁺	Mg ⁺	Zn ⁺	M	pH	k, мкСм/см
		мг/л												
Норильск	496,1	81,6	5,8	1,2	19,9	3,4	2,0	2,8	8,1	19,4		144,2	6,8	330
Ясная Поляна	589,9	5,6	5,2	3,0	27,1	1,2	3,0	2,9	5,6	1,2	2,8	57,5	6,9	100
Липецк	418,1	4,2	1,9	3,2	18,7	0,9	1,1	1,1	4,6	1,7		37,6	6,4	64
Саратов	432,7	6,1	1,2	2,4	10,3	0,1	1,7	0,8	3,4	0,9		27,0	6,3	47
Тюмень	430,5	6,3	2,2	2,4	9,0	1,1	1,3	0,9	2,2	1,6		26,9	6,3	60
Мурманск	619,2	6,2	5,6	0,6	0,9	0,2	1,7	0,6	2,4	0,7		18,8	5,4	41
Санкт-Петербург	723,4	2,8	3,2	2,2	1,8	0,1	1,9	0,7	1,5	0,3	0,1	14,4	6,0	35
Владивосток	710,6	3,5	1,6	2,0	0,8	0,7	0,8	0,3	0,9	0,2	0,1	10,9	5,4	33

Табл. 2.16. Качественная оценка состояния окружающей природной среды по данным о химическом составе атмосферных осадков

Показатель	Единицы измерения	Баллы					
		0	1	2	3	4	5
M	мг/л	≤ 3	≤ 15	≤ 30	≤ 50	≤ 100	> 100
k	мкСм/см	≤ 5	≤ 30	≤ 60	≤ 120	≤ 250	> 250
pH	pH=-lg [H ⁺]; [H ⁺], г-ион/л	5,5–6,5	5,5–5,0 6,5–7,0	5,0–4,5 7,0–7,5	4,5–4,0 7,5–8,0	4,0–3,5 8,0–8,5	< 3,5 > 8,5
Cd	мг/л	0,001	0,003	0,01	0,05	0,1	> 0,1
Pb	мг/л	0,01	0,03	0,1	0,3	0,5	> 0,5
Zn	мг/л	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1,0	≤ 2,0	≤ 5,0	> 5
SO ₄ ⁻²	мг/л	≤ 1,0	≤ 3	≤ 5	≤ 7	≤ 10	> 10
NO ₃ ⁻	мг/л	≤ 0,1	≤ 1	≤ 2	≤ 4	≤ 7	> 7
NH ₄ ⁺	мг/л	≤ 0,1	≤ 0,5	≤ 1	≤ 2	≤ 5	> 5
Возможные изменения флоры и фауны		Отсутствуют	Слабые	Угнетение роста	Угнетение роста и гибель		Гибель
Экологические зоны		Экологическая норма		Зона риска	Зона кризиса	Зона экологического бедствия	

2.3.6.1. Атмосферные выпадения серы и азота на территории Европейской части Российской Федерации по данным сети наблюдений загрязнения и закисления снежного покрова

Результаты сетевых наблюдений и анализов проб, проведенных в лабораториях УГМС в 2011 году приведены в табл. 2.17. Даны интервалы концентраций примесей в снежном покрове (числитель) и их осредненные значения (знаменатель). Кроме того, в таблице помещены метеорологические данные, необходимые для рас-

четов интенсивностей атмосферных выпадений соединений серы и азота, плотностей загрязнения снега, нагрузок и массы выпадений загрязняющих веществ.

Анализ материалов наблюдений на территории РФ показывает:

- выделяются минимальные (фоновые) значения концентраций серы до 1 мг/л с частотой проявления — 70%;
- выделяются минимальные (фоновые) значения концентраций нитратного азота до 0,4 мг/л с частотой проявления — 71%;
- выделяются минимальные (фоновые) зна-

Табл. 2.17. Исходные данные. Результаты сетевых наблюдений и анализов в лабораториях УГМС Европейской территории России

Регионы	Кол-во дней залегания устойчивого снежного покрова	Атмосферные осадки за период залегания устойчивого снежного покрова	Средний влагозапас	Концентрации примесей в снеге Мг/л			pH
				Сера	Нитратный азот	Аммонийный азот	
Мурманская обл.	$\frac{184-218}{199}$	$\frac{97-235}{171}$	$\frac{85-255}{166}$	$\frac{0,17-1,67}{0,62}$	$\frac{0,06-0,43}{0,18}$	$\frac{0,01-1,47}{0,23}$	4,31–7,65
Архангельская обл., Север Республики Коми, Ненецкий АО	$\frac{113-160}{135}$	$\frac{113-226}{154}$	$\frac{84-184}{121}$	$\frac{0,17-0,86}{0,40}$	$\frac{0,02-0,43}{0,22}$	$\frac{0,01-0,55}{0,07}$	5,25–7,46
Вологодская обл., Юг Республики Коми	$\frac{98-144}{116}$	$\frac{106-170}{135}$	$\frac{71-178}{132}$	$\frac{0,01-1,45}{0,61}$	$\frac{0,01-0,41}{0,21}$	$\frac{0,01-0,24}{0,07}$	4,78–6,25
Республика Карелия	$\frac{102-128}{110}$	$\frac{109-220}{154}$	$\frac{104-184}{148}$	$\frac{0,5-1,33}{0,83}$	$\frac{0,26-0,52}{0,32}$	$\frac{0,1-0,90}{0,32}$	5,06–5,82
Ленинградская, Псковская обл.	$\frac{107-137}{119}$	$\frac{134-251}{199}$	$\frac{105-205}{148}$	$\frac{0,4-2,5}{1,31}$	$\frac{0,25-0,67}{0,35}$	$\frac{0,11-0,70}{0,29}$	5,00–6,55
Центральные области ЕТР, включая Московскую обл.	$\frac{80-110}{88}$	$\frac{90-120}{115}$	$\frac{70-120}{98}$	$\frac{0,20-2,43}{0,77}$	$\frac{0,10-0,93}{0,24}$	$\frac{0,05-2,34}{0,29}$	5,30–6,90
Центрально-Черноземные области ЕТР	$\frac{45-122}{80}$	$\frac{63-221}{132}$	$\frac{34-135}{76}$	$\frac{0,08-2,33}{0,73}$	$\frac{0,02-0,48}{0,26}$	$\frac{0,05-1,58}{0,40}$	5,60–7,60
Кировская, Горьковская обл., Республики: Марий Эл, Мордовия, Чувашская, Удмурдская	$\frac{93-136}{113}$	$\frac{86-271}{187}$	$\frac{70-239}{179}$	$\frac{0,27-3,4}{1,03}$	$\frac{0,10-1,07}{0,42}$	$\frac{0,01-0,35}{0,10}$	4,70–7,30
Самарская, Оренбургская, Саратовская обл.	$\frac{37-106}{79}$	$\frac{36-182}{102}$	$\frac{32-143}{79}$	$\frac{0,50-5,30}{2,05}$	$\frac{0,10-1,05}{0,46}$	$\frac{0,3-1,0}{0,62}$	5,40–6,90
Республика Башкортостан	$\frac{81-123}{108}$	$\frac{110-196}{155}$	$\frac{84-256}{149}$	$\frac{0,8-3,1}{1,86}$	$\frac{0,50-2,50}{1,00}$	$\frac{0,12-0,50}{0,23}$	5,80–7,40
Пермский край	$\frac{87-158}{123}$	$\frac{87-275}{182}$	$\frac{102-192}{155}$	$\frac{2,1-6,3}{4,08}$	$\frac{0,10-0,46}{0,21}$	$\frac{0,20-0,50}{0,32}$	4,54–6,25

чения концентраций аммонийного азота до 0,4 мг/л с частотой проявления — 75%.

В правой части гистограмм на хвостах распределения при концентрациях серы больше 1 мг/л, нитратного и аммонийного азота больше 0,4 мг/л лишь 6% надфооновых значений обусловлены положением маршрутов отбора проб на следах загрязнения больших городов и промышленных центров. Исследование зависимости между выбросами диоксида серы и окислов азота с одной стороны и концентрациями сульфатов и нитратов в снежном покрове, проведенное путем корреляционного анализа, дало отрицательный результат. Значения полученных коэффициентов корреляции оказались меньше 0,4.

Основное поле концентраций серы представлено значениями до 2 мг/л. Более высокие содержания группируются в Предуралье на площадях Верхне-Волжского и Приволжского УГМС, в Пермском крае и Республике Башкортостан.

Повышенные значения концентраций нитратного и аммонийного азота (выше 0,4 мг/л) наиболее часто проявляются в южной части ЕТР на территориях УГМС: Приволжского, Центральных областей, Центрально-Черноземных областей и в Республике Башкортостан.

В табл. 2.18 приведены наблюдаемые на сети интенсивности зимних выпадений (кг/км² сутки) и плотности загрязнения снега, сформировавшиеся в зимний период. Наибольшие интенсивности выпадений серы (в среднем более 2 кг/км² сутки) зафиксированы в Ленинградской и Псковской областях (предположительно, в связи с трансграничным переносом от восточной промышленной и энергетической зоны Эстонии), в Самарской, Оренбургской, Саратовской, Пензенской областях, Пермском крае и на территории Республики Башкортостан.

Повышенные средние значения интенсивностей выпадений нитратного азота (1,43 кг/км²сутки) зафиксированы только на территории Республики Башкортостан. На других территориях средние значения интенсивностей выпадения варьируют от 0,16 до 0,70 кг/км²сутки. Средние значения аммонийного азота колеблются от 0,08 до 80 кг/км²сутки. Наиболее высоким средним значением (80) отличаются площади Самарской, Оренбургской, Саратовской и Пензенской областей.

Наиболее высокие средние значения плотностей зимних выпадений серы от 209 до 743 кг/км² характеризуют уже упоминавшиеся

Табл. 2.18. Характеристики атмосферных выпадений серы и азота на снежный покров

Регионы	Интенсивности выпадений, кг/км ² сутки				Плотности зимних выпадений, кг/км ² зима			
	Сера	Нитрат- ный азот	Аммоний- ный азот	Сумма азота	Сера	Нитрат- ный азот	Аммонийный азот	Сумма азота
Мурманская обл.	0,53	0,16	0,20	0,36	106	31	39	70
Архангельская обл., Север Респуб- лики Коми, Ненецкий АО	0,46	0,25	0,08	0,33	62	34	11	45
Вологодская обл., Юг Республики Коми	0,70	0,24	0,08	0,32	82	28	9	37
Республика Карелия	1,16	0,44	0,44	0,88	128	49	49	98
Ленинградская, Псковская обл.	2,19	0,59	0,49	1,08	261	70	58	128
Центральные области ЕТР, вклю- чая Московскую обл.	1,01	0,32	0,38	0,70	89	28	33	61
Центрально-Черноземные области ЕТР	1,20	0,42	0,66	1,08	96	34	53	87
Кировская, Горьковская обл., Республики: Марий Эл, Мордовия, Чувашская, Удмуртская	1,71	0,70	0,16	0,86	193	78	19	97
Самарская, Оренбургская, Сара- товская, Пензенская обл.	2,64	0,59	0,80	1,39	209	47	63	110
Республика Башкортостан	2,67	1,43	0,33	1,76	288	155	36	191
Пермский край	6,04	0,31	0,47	0,78	743	38	58	96

Табл. 2.19. Рассчитанные значения нагрузок атмосферных выпадений серы и азота для годового периода времен (в ед. серы и азота кг/км² год)

Регионы	Сера	Нитратный азот	Аммонийный азот	Сумма азота
Мурманская обл.	318	68	134	202
Архангельская обл., Север Республики Коми, Ненецкий АО	193	78	39	116
Вологодская обл., Юг Республики Коми	298	73	39	112
Республика Карелия	407	114	179	293
Ленинградская, Псковская обл.	833	162	210	372
Центральные области ЕТР, включая Московскую обл.	326	72	141	213
Центрально-Черноземные области ЕТР	340	86	214	300
Кировская, Горьковская обл., Республики: Марий Эл, Мордовия, Чувашская, Удмуртская	432	137	47	184
Самарская, Оренбургская, Саратовская, Пензенская обл.	645	106	222	328
Республика Башкортостан	690	285	95	380
Пермский край	2033	78	180	258

нами в связи с относительно высокими концентрациями серы территории Предуралья: Самарскую, Оренбургскую, Саратовскую, Пензенскую области, Пермский край и Республику Башкортостан. Средним значением плотности загрязнения в 261 кг/км² выделяются площади Ленинградской и Псковской областей.

С привлечением данных по осадкам в летний период времени и экспериментально найденным соотношениям между концентрациями примесей в осадках летнего и зимнего периодов года проведены расчеты среднегодовых значений плотностей загрязнения (нагрузок). Результаты расчетов приведены в табл. 2.19.

Из приведенных в табл. 2.19 данных следует, что на площади Европейской части России имеет место обширная территория (194 тыс. км²) где средняя нагрузка серы составляет более 2 т/км². Другое повышение (средн. 833 кг/км²) отмечено

на площадях Ленинградской и Псковской областей. На остальной площади ЕТР средние нагрузки по сере изменяются от 193 до 690 кг/км².

По средним значениям нагрузок суммарного азота превышающим уровень критической нагрузки для лесных и водных экосистем (300 кг/км²) выделяются площади в Республике Карелия, в Ленинградской и Псковской обл.

В табл. 2.20 приведены массы зимних и среднегодовых атмосферных выпадений серы и азота. На площадь в составе ЕТР в 3254 тыс. км² выпало:

1. зимой 2010–2011 гг.: серы 533 тыс. т; нитратного азота 152 тыс. т; аммонийного азота — 103 тыс. т; суммарного азота — 254 тыс. т.

2. среднегодовая оценка выпадений: серы — 1675 тыс. т; нитратного азота — 356 тыс. т; аммонийного азота — 381 тыс. т; суммарного азота — 737 тыс. т.

Табл. 2.20. Наблюдаемая масса зимних и расчетная масса среднегодовых атмосферных выпадений серы и азота на ЕТР

Регионы	Площадь тыс. км ²	Масса зимних выпадений, тыс. т/год				Масса среднегодовых выпадений тыс. т/год			
		Сера	Нитратный азот	Аммонийный азот	Сумма азота	Сера	Нитратный азот	Аммонийный азот	Сумма азота
Мурманская обл.	145	15,4	4,5	5,7	10,2	46,1	9,9	19,4	29,3
Архангельская обл., Север Республики Коми, Ненецкий АО	767	47,6	26,1	8,4	34,5	148,0	59,8	29,9	89,7
Вологодская обл., Юг Республики Коми	382	31,3	10,7	3,4	14,1	228,6	56,0	29,9	85,9
Республика Карелия	172	22,0	8,4	8,4	16,8	70,0	19,6	30,8	50,4
Ленинградская, Псковская обл.	141	36,8	9,9	8,2	18,1	117,4	22,8	29,6	52,4
Центральные области ЕТР, включая Московскую обл.	396	35,2	11,1	13,1	24,2	129,1	28,5	55,8	84,3
Центрально-Черноземные области ЕТР	227	21,8	7,7	12,0	19,7	77,2	19,5	48,6	68,1
Кировская, Горьковская обл., Республики: Марий Эл, Мордовия, Чувашская, Удмуртская	365	70,4	28,5	6,9	35,4	157,7	50,0	17,1	67,1
Самарская, Оренбургская, Саратовская, Пензенская обл.	321	67,1	15,1	20,2	35,3	207,0	34,0	71,3	105,3
Республика Башкортостан	144	41,5	22,3	5,2	27,5	99,4	41,0	13,7	54,7
Пермский край	194	144,1	7,4	11,2	18,6	394,4	15,1	34,9	50,0
ИТОГО:	3254	533,2	151,7	102,7	254,4	1675	356,2	381	737,5

Тенденция закисления снега проявляется в 18% из всех наблюдаемых случаев. Выделяются места наиболее частого проявления этой тенденции: Мурманская область, Пермский край и распространение низких значений pH далее к северу вдоль хребта Уральских гор; Республика Мордовия и Чувашская Республика. В Мурманской области тенденции к закислению снежного покрова обусловлены деятельностью крупных предприятий цветной металлургии, в Пермском крае — загрязнением снега высокими концентрациями сульфатов (средн. 12,25 мг/л). В целом, картина пространственного распределения значений pH зимой 2010–2011 гг. соответствует той зональности, которая была выделена нами на территории России в 2005 г.

2.3.7. Фоновое загрязнение атмосферных осадков

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 мак-

симальной концентрация 52 мкг/л (рис. 2.49).

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. 2.49).

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 (рис. 2.49).

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. 2.49).

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

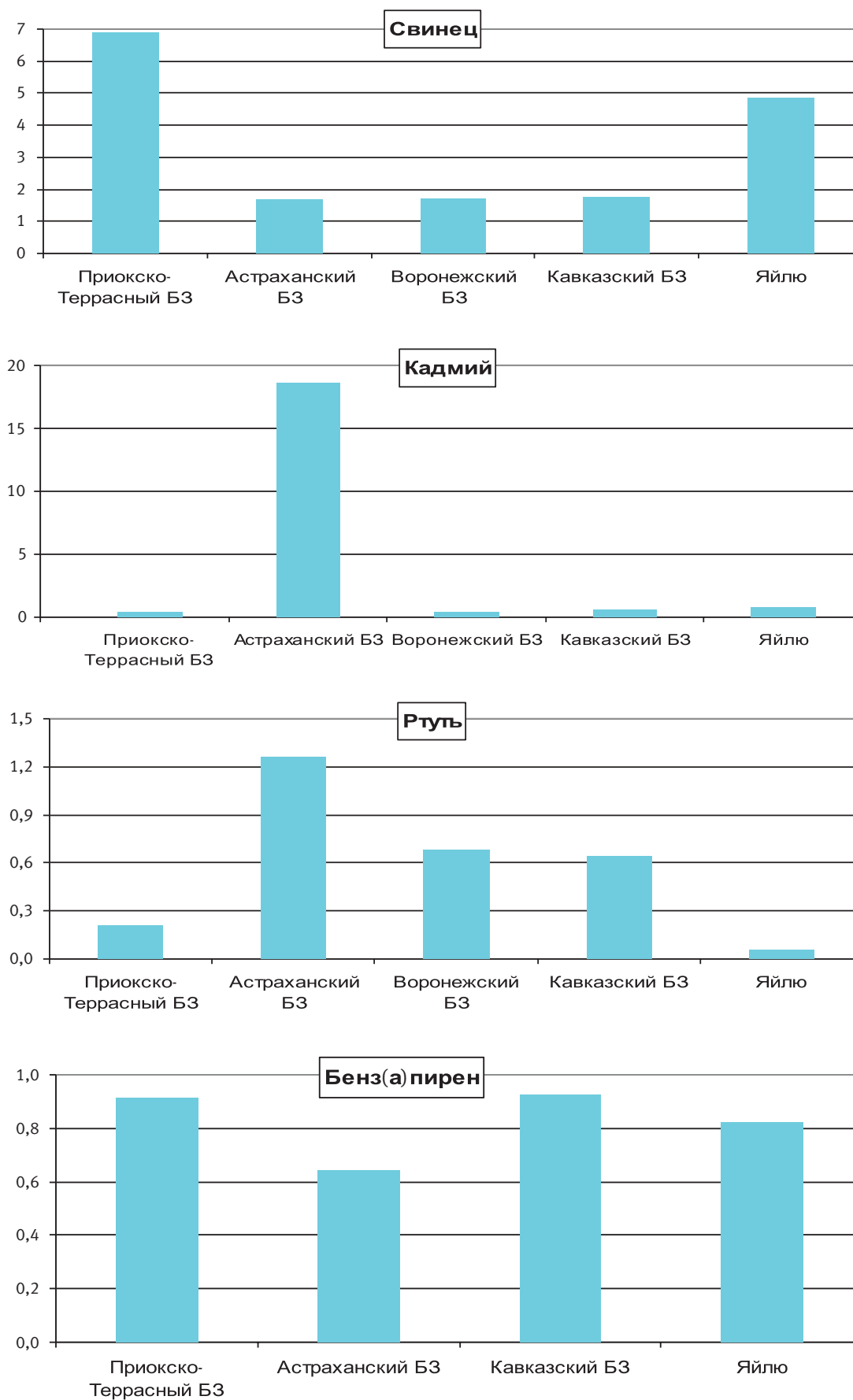


Рис. 2.49. Концентрации загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов в 2011 г. (Pb, Cd, Hg — мкг/л, Бенз(а)пирен — нг/л)

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).

2.3.8. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих веществ по данным сети мониторинга ЕМЕП

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

pH, варьирует в весьма широких пределах — от менее 4,0 до более 7,0. Весьма условно можно подразделить осадки на кислые при pH менее 4, на слабокислые ($4 < \text{pH} < 5$), на нейтральные ($5 < \text{pH} < 7$) и слабощелочные при pH более 7.

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

Наблюдения показали, что диапазон значений величины pH осадков, отобранных на станциях ЕМЕП, весьма широк и простирается от значений менее 4 до значений более 7. Табл. 2.21. дает представление о частотном распределении осадков в различных диапазонах кислотности. Очень кислые осадки ($\text{pH} < 3$) не выпадали ни разу за весь период наблюдений.

Данные таблицы показывают, что атмосферные осадки северо-западной части ЕТР следует отнести в целом к разряду слабокислых и нейтральных. Наиболее вероятно выпадение осадков в диапазоне 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.

Важными характеристиками, дающими представление о степени опасности закисления окру-

Табл. 2.21. 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

жающей 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%, од-

нако 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» — 0,26 мгN/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. 2.50 показан сезонный ход концентраций серы на станциях ЕМЕП в 2011 г. Максимальные концентрации 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. 2.50). Сезонная зависимость на ст. Пинега и Янискоски выражена не столь ярко.

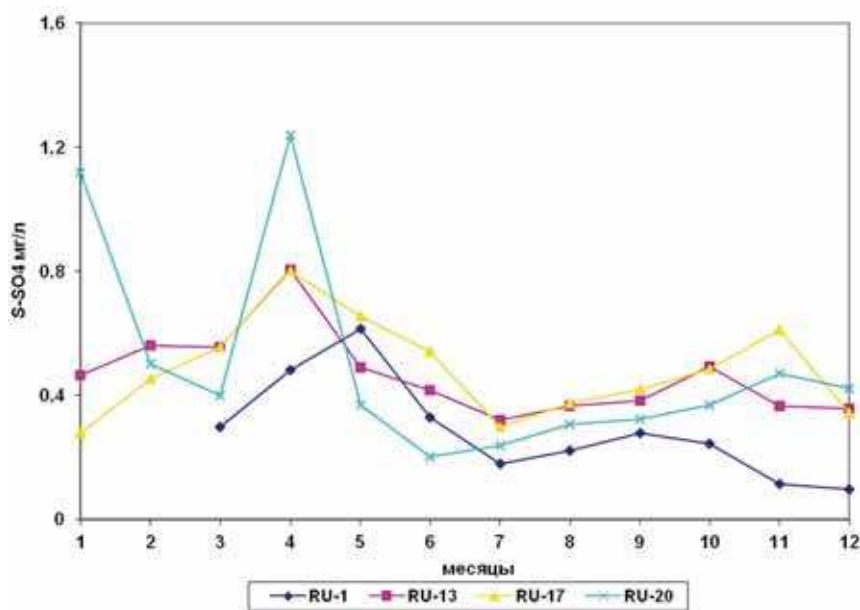


Рис. 2.50. Среднемесячные концентрации сульфатов в осадках на станциях ЕМЕП Янискоски (RU-1), Пинега (RU-13), Данки (RU-17), Лесной (RU-20) в 2011 г.

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/м² в год для серы и 0,08–0,49 г/м² 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% от мокрого суммарного выпадения азота на станциях ЕМЕП.

На рис. 2.51. 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. 2.52, из которого следует, что

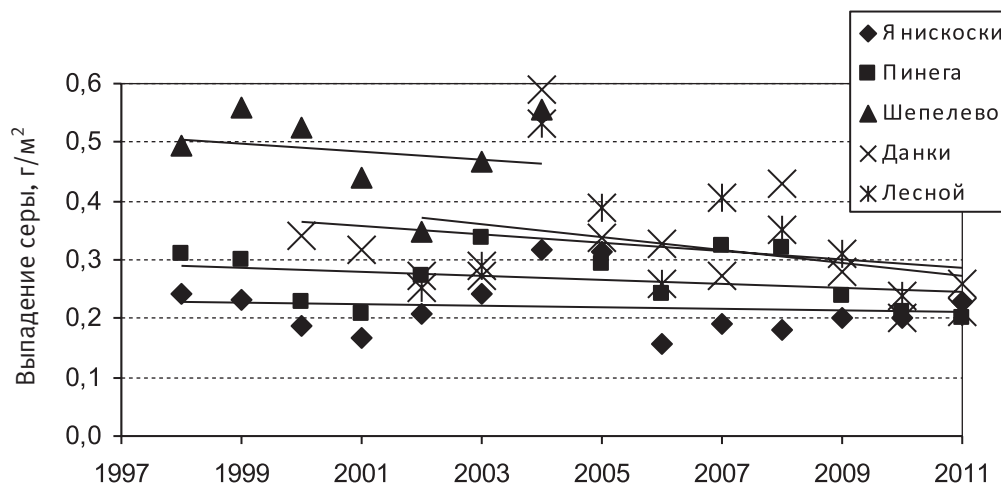


Рис. 2.51. Среднегодовые выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками, г S/м²/год

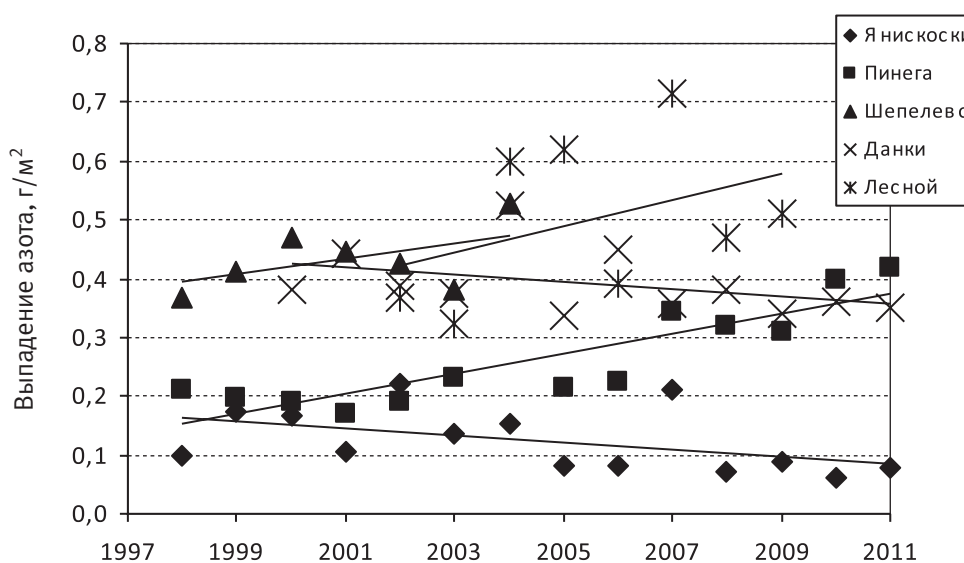


Рис. 2.52. Среднегодовые выпадения суммы нитратного и аммонийного азота из атмосферы с осадками, г N/м²/год

Табл. 2.22. 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

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.

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. 2.22 сопоставлены значения интенсивности выпадений с осадками, полные выпадения и значения критических нагрузок по сере и азоту для районов расположения станций. 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 газобразной азотной кислоты, аммиака и оксидов азота. Возможно, что поглощение этих веществ поверхностью может до двух раз увеличить значимость вклада «сухих» выпадений.

В табл. 2.22 сопоставлены значения измеренных и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП. Значения критических нагрузок по азоту носят ориентировочный характер.

На основе данных табл. 2.22. 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.

2.3.9. Региональное загрязнение воздуха и осадков 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 ЕАНЕТ 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 том числе 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 ЕАНЕТ, 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 ЕАНЕТ 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 ЕАНЕТ, 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 ЕАНЕТ, расположенных в Байкальском регионе (рис. 2.53), за исключением фоновой станции Монды, на которой отмечено существенное преобладание аммиака как в среднем за год, так и в отдельные сезоны. При этом, на этой фоновой станции средний 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 содержания оксидов азота в воздухе, поэтому требуется проведение более детальных экспериментальных исследований по исследованию уровней их содержания на станциях мониторинга ЕАНЕТ.

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. 2.54.). 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 хими-

ческом составе атмосферных аэрозолей на всех станциях ЕАНЕТ преобладают сульфат-ионы, составляя зимой 50–70% по массе (рис. 2.55). 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. 2.56). 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 раза 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. 2.57). 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. 2.58 и 2.59), 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 рис. 2.58 и 2.59. На станции Листвянка (рис. 2.58) 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 со 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. 2.60). 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

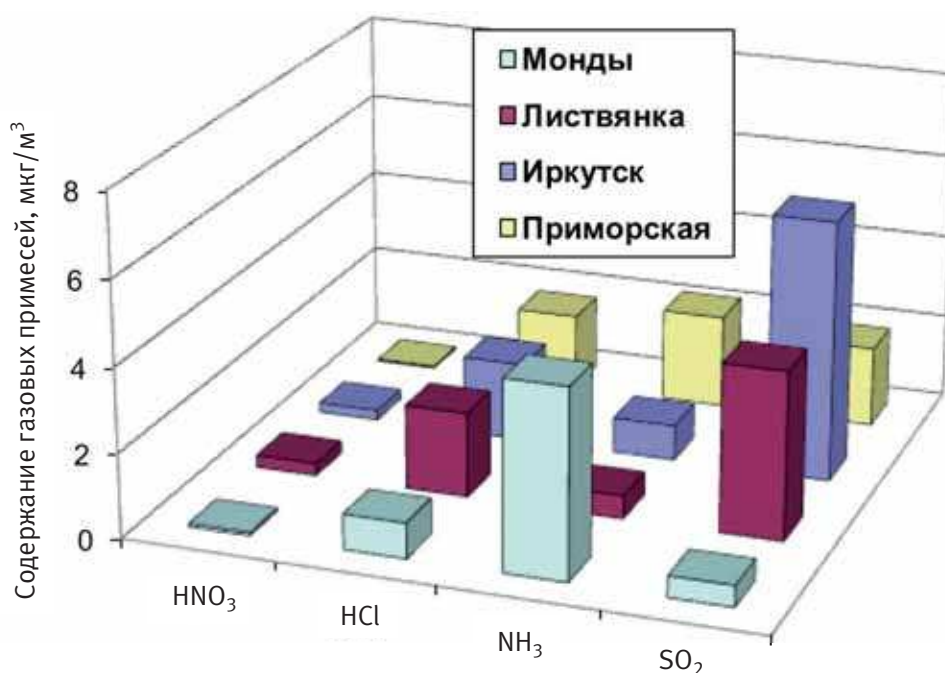


Рис. 2.53. Среднегодовое содержание газовых примесей в воздухе по данным измерений на станциях ЕАНЕТ в 2011 г. (мкг/м³)

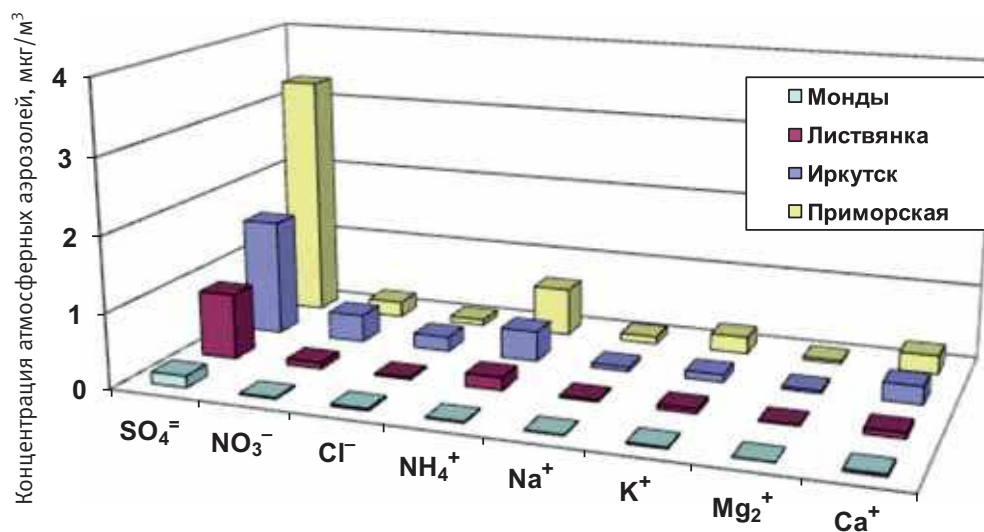


Рис. 2.54. Среднегодовые концентрации веществ, составляющих атмосферные аэрозоли, по данным измерений на станциях ЕАНЕТ в 2011 г. (мкг/м³)

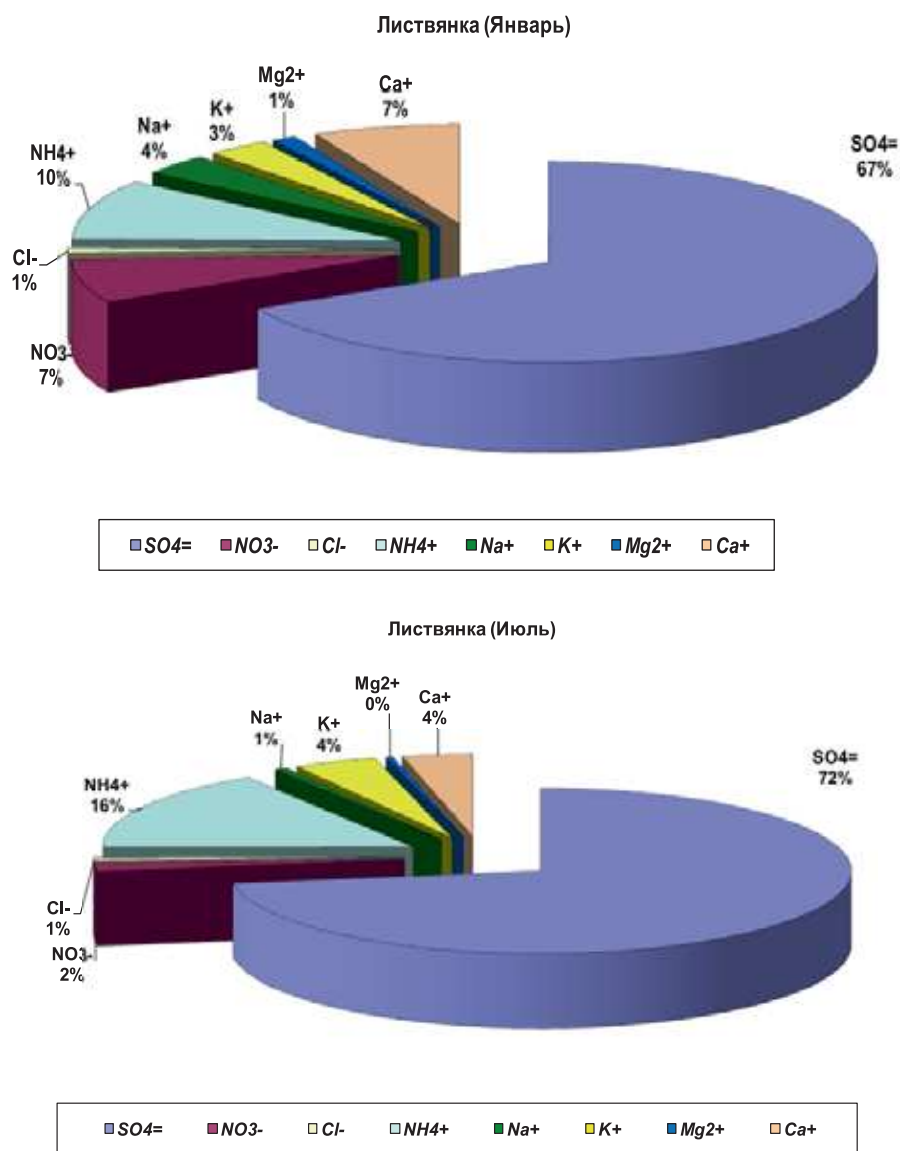


Рис. 2.55. Химический состав аэрозолей на станциях ЕАНЕТ в зимний и летний периоды

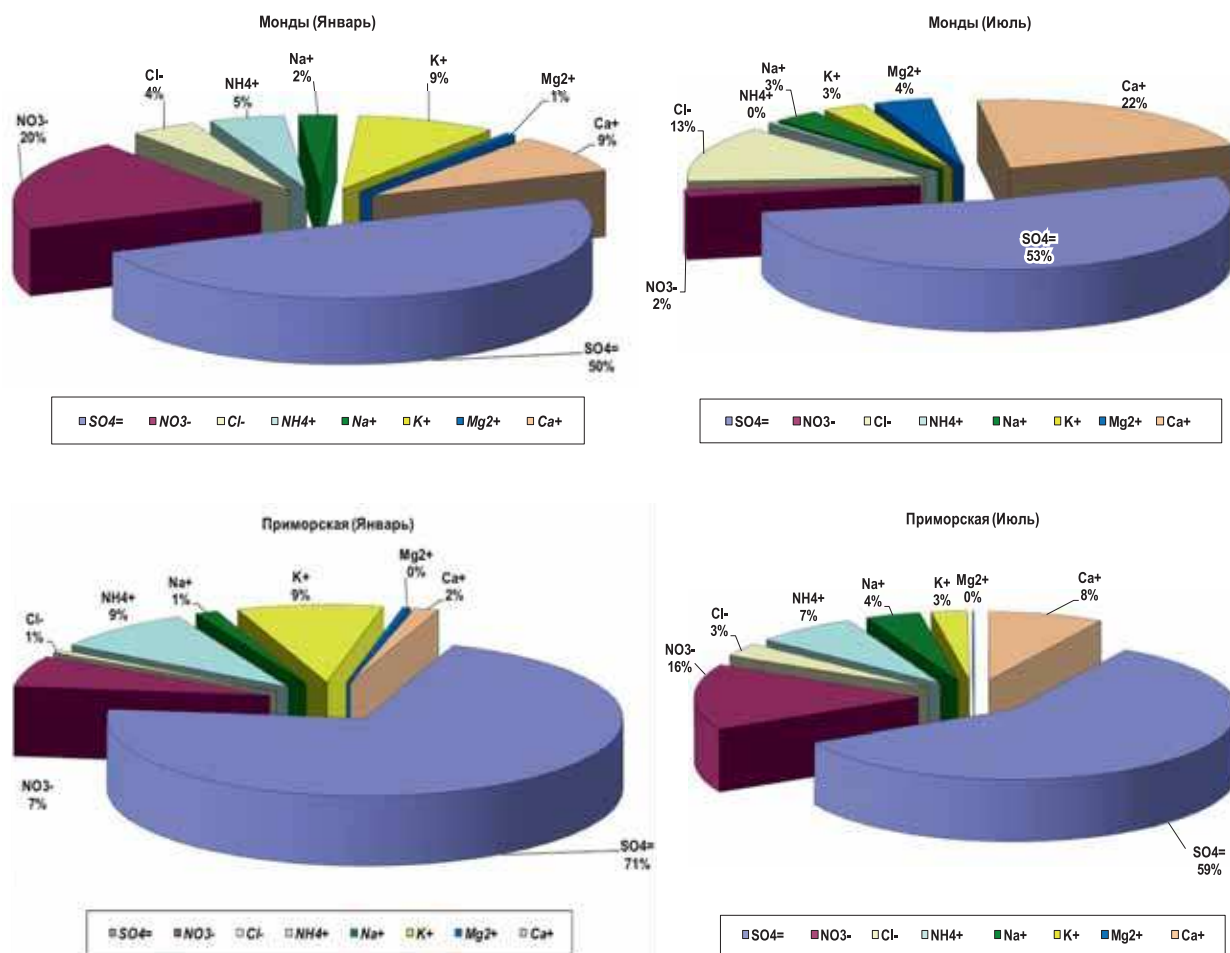
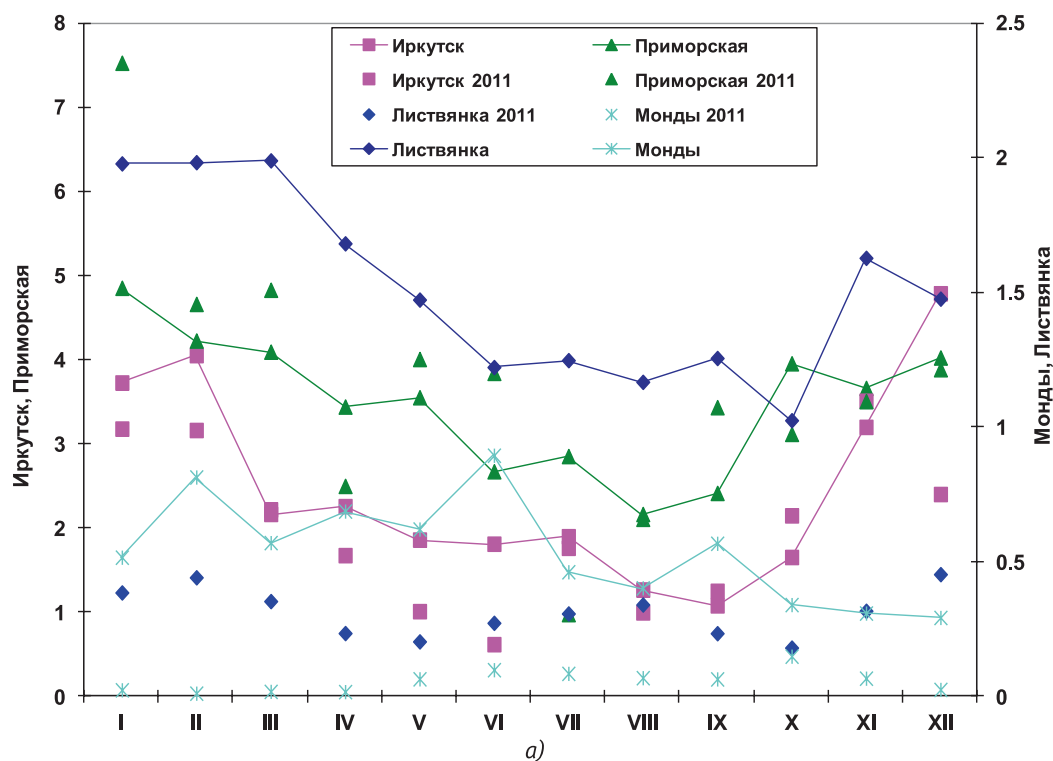


Рис. 2.55 (продолжение). Химический состав аэрозолей на станциях ЕАНЕТ в зимний и летний периоды

Рис. 2.56. Средний многолетний (2000-2011 гг.) сезонный ход и среднемесячные концентрации в 2011 г. сульфатов (а) и аммония (б) в аэрозолях на станциях ЕАНЕТ (мкг/м³)

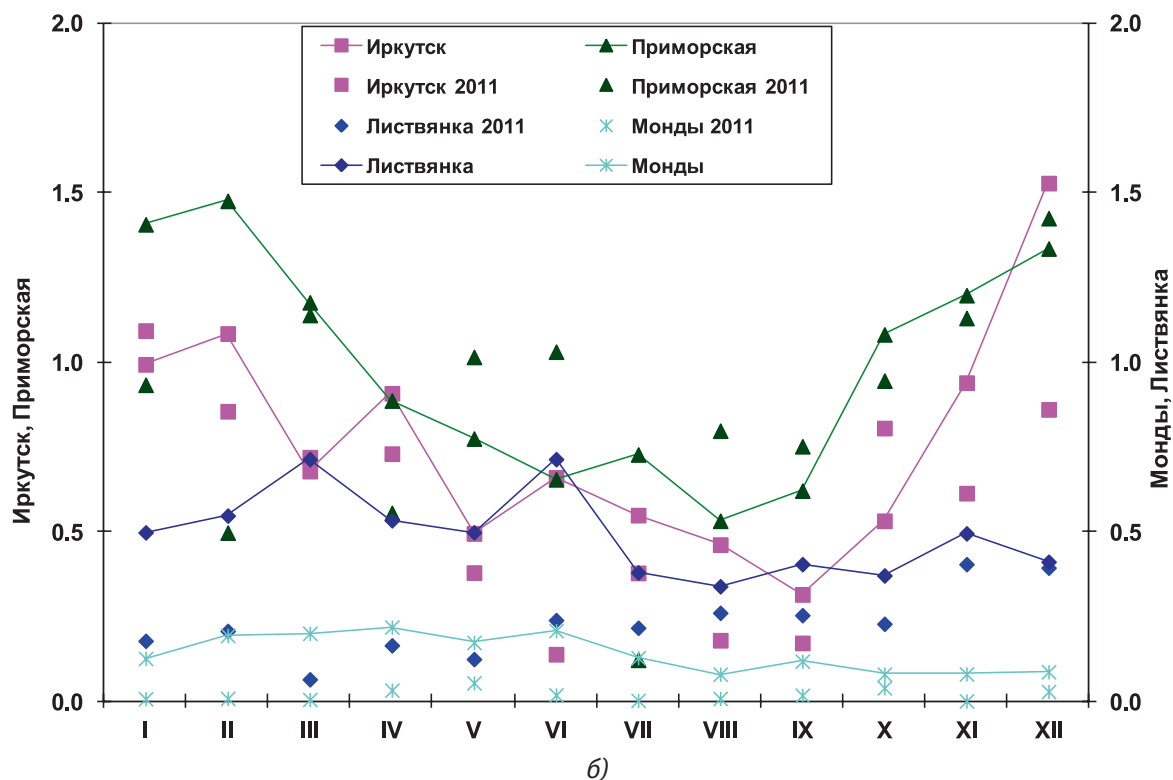


Рис. 2.56 (продолжение). Средний многолетний (2000-2011 гг.) сезонный ход и среднесуточные концентрации в 2011 г. сульфатов (а) и аммония (б) в аэрозолях на станциях ЕАНЕТ (мкг/м³)

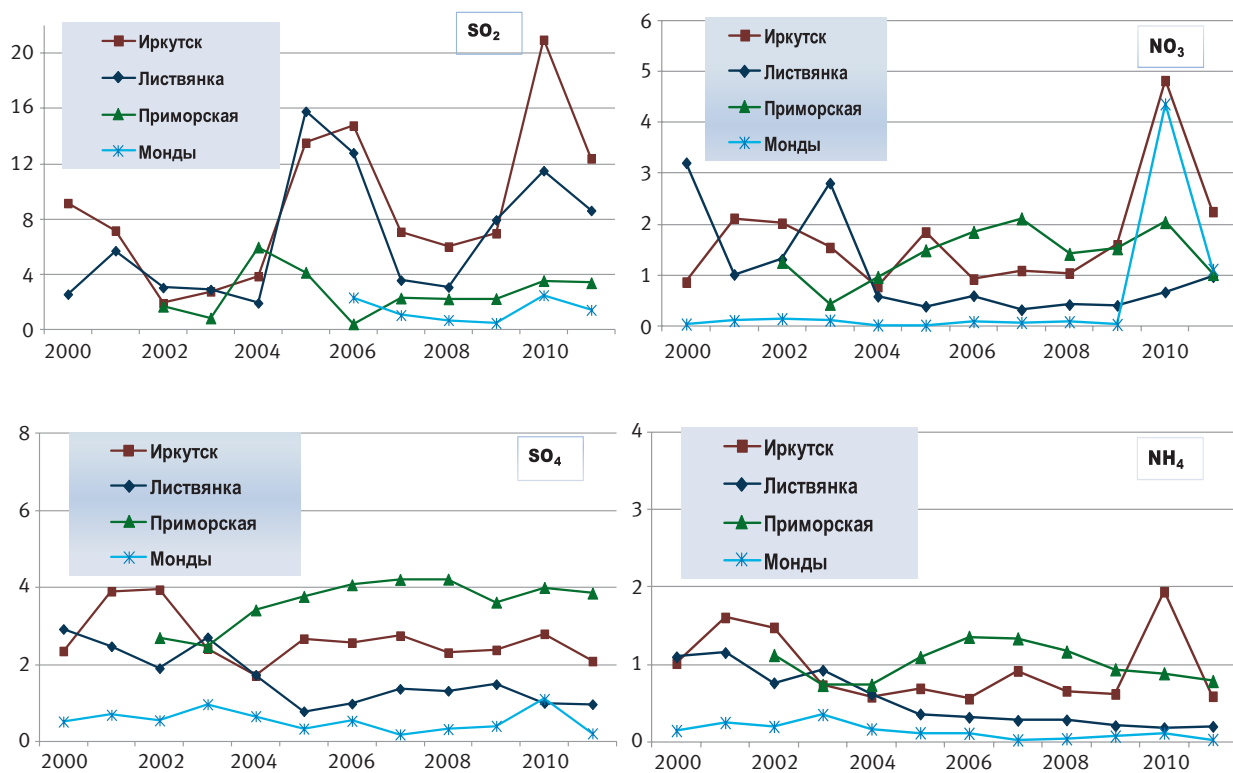


Рис. 2.57. Изменения средних годовых концентрации соединений серы (слева) и азота (справа) в воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг/м³)

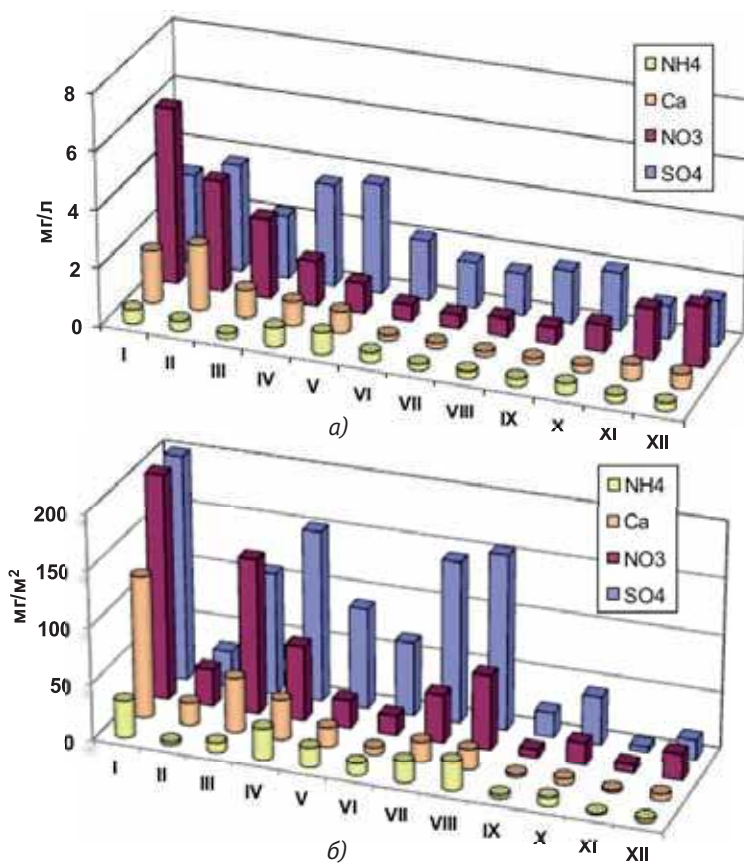


Рис. 2.58. Годовой ход концентраций (а) и выпадений (б) основных кислотообразующих ионов с осадками на станции Листвянка в 2011 году

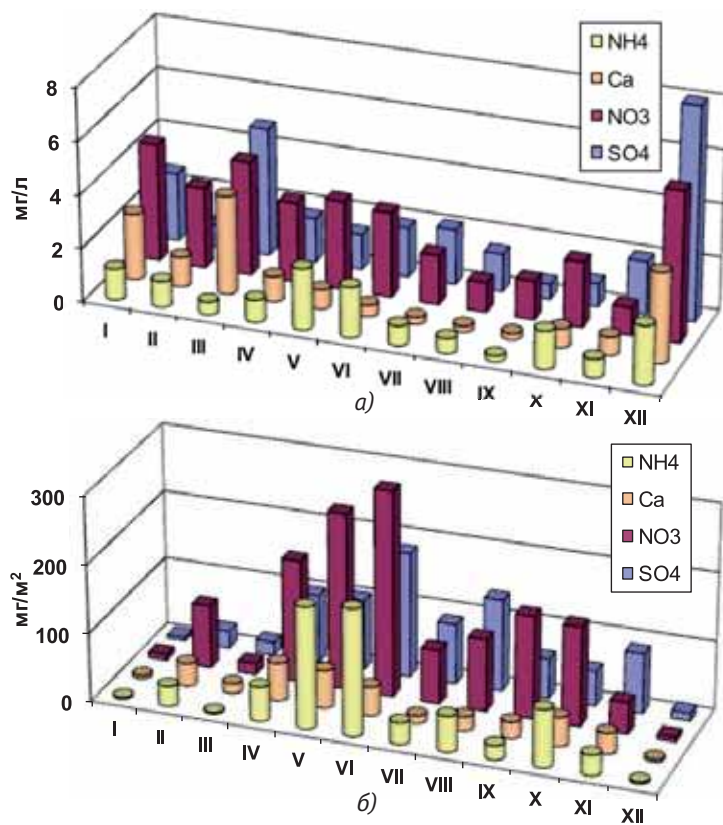


Рис. 2.59. Годовой ход концентраций (а) и выпадений (б) основных кислотообразующих ионов с осадками на станции Приморская в 2011 году

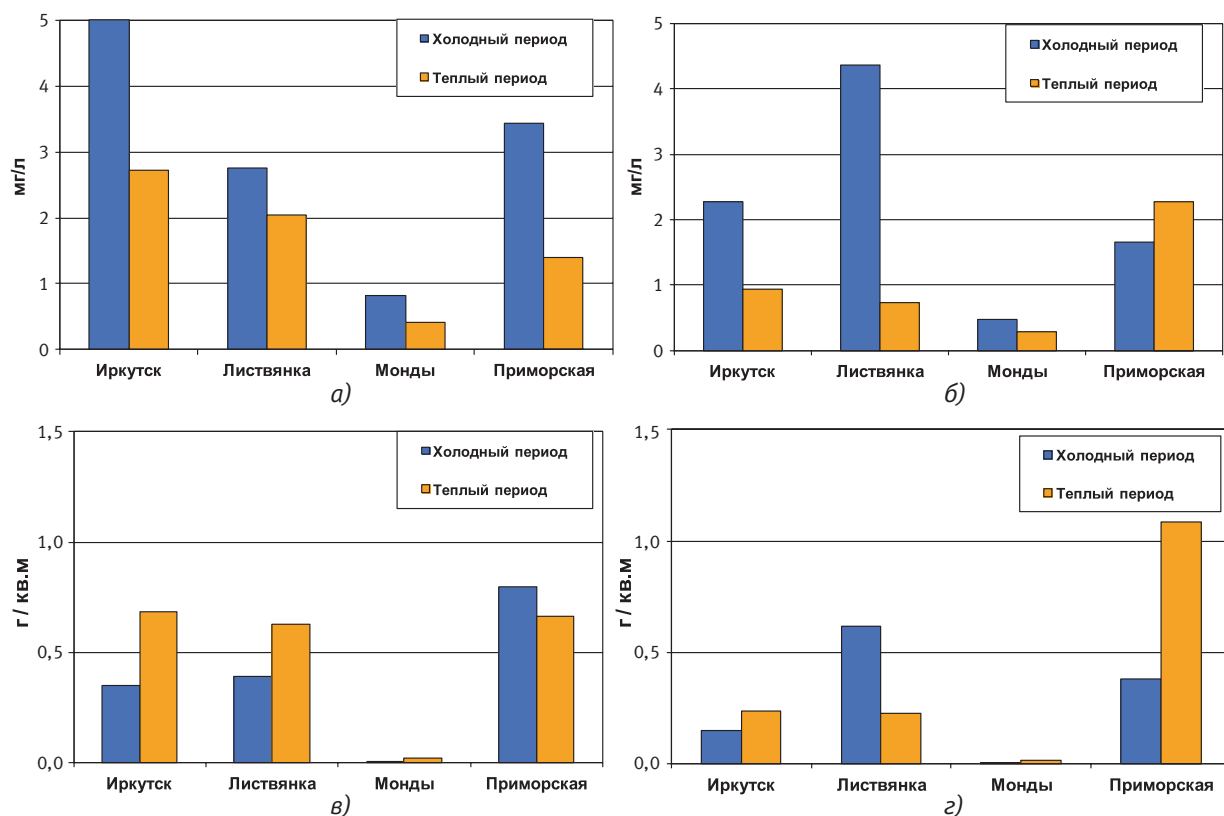


Рис. 2.60. Среднесезонные концентрации в атмосферных осадках (мг/л) и суммы влажных выпадений (г/м²) сульфатов (а, в) и нитратов (б, г) на станциях ЕАНЕТ в 2011 году

Табл. 2.23. 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 (SO ₄)	N (NO ₃)	N (NO ₂)	N (NH ₄)	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

более высоким количеством выпадающих осадков, чем в Байкальском регионе (табл. 2.23). 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.

2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности

2.4.1. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности по результатам наблюдений сети станций комплексного фоновой мониторинга

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 поллютантов даже в районах, удаленных от источников загрязнения на значительные расстояния. В составе приоритетных экотоксикантов, формирующих спектр фоновой загрязненности 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 фоновой 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 среднесезонных значений (табл. 2.24). 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-Террасного БЗ, γ -ГХГЦ (9,7 мкг/кг) — в почвах Байкальского БЗ.

При этом согласно состоянию почв на последний период опробования, уровни содержания загрязняющих веществ в них варьируют в широких пределах (табл. 2.25), причем экотоксиканты органической природы распределены в почвах фоновых территорий несколько более контрастно, чем тяжелые металлы. Коэффициенты вариации составляют для первых 70–140%, для вторых — 60–120%.

Средние концентрации соединений тяжелых металлов и бенз(а)пирена в поверхностном слое почв СКФМ, размещенных на европейской части России, в 1,3–4,6 раза выше, чем в почвах СКФМ, приуроченных к азиатской части стра-

ны. Особенно ярко преобладание общего антропогенного прессинга 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 относительно более выражено накопление остаточных количеств гербицидов, в особенности γ -ГХГЦ, которое в 3,6 раза превышает среднюю концентрацию поллютанта 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 дает основания для суждения об источниках поступления элементов в почвы. Анализ вертикального распределения концентраций тяжелых металлов в профиле фоновой дерново-подзолистой супесчаной почвы НП «Смоленское Поозерье» (рис. 2.61) показал, что оно имеет регрессивно-аккумулятивный (для свинца) или равномерно-аккумулятивный (для меди и кадмия) вид. Это может свидетельствовать об аэрогенном поступлении поллютантов 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.

В целом, установленные уровни современного фоновой загрязненности почв в районах размещения СКФМ выявляют удовлетворительный 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 экологически 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 (Цен-

Табл. 2.24. Фоновое загрязнение почв по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга на период до 2011 г.

Заповед- ник / ООПТ	Зональные почвы (поч- ва опробо- вания)	Период наблю- дений	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Ртуть, мг/кг		Медь, мг/кг		Бенз(а)пи- рен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		γ-ГХГЦ, мкг/кг	
			Диа- пазон	2011 год	Диа- пазон	2011 год	Диа- пазон	2011 год	Диа- пазон	2011 год	Диапа- зон	2011 год	Диапа- зон	2011 год	Диапа- зон	2011 год
Центральный федеральный округ																
НП Смо- ленское поозерье	Дерново- подзоли- стые	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- подзоли- стые	1988– 2010	0,2– 23,0	10,5*	0,04– 15,00	0,63*	0,007– 036	0,110*	–	–	2,9–54,0	22,1*	–	–	–	–
Приокско- Террасный БЗ	Дерново- подзоли- стые	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*
Воронеж- ский БЗ	Черноземы (дерново- подзо- листые 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																
Астрахан- ский БЗ	Светло- каштановые (аллювиаль- ные)	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																
Кавказ- ский БЗ	Горные бурые лес- ные – 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- подзоли- стые	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
Байкаль- ский БЗ, южный берег оз. Байкал	Подбур- ы и горные мерзлотно- таежные	2011	–	9,2	–	0,16	–	–	–	8,8	–	1,4	–	11,8	–	≤0,1
Баргузин- ский БЗ	Горно-лес- ные подзо- листые – 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 (Яйлю)	Дерново- подзо- листые, черноземо- видные – горно-луго- вые – 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																
Командор- ский БР	Подзолы – вулкани- ческие 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.

Табл. 2.25. 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

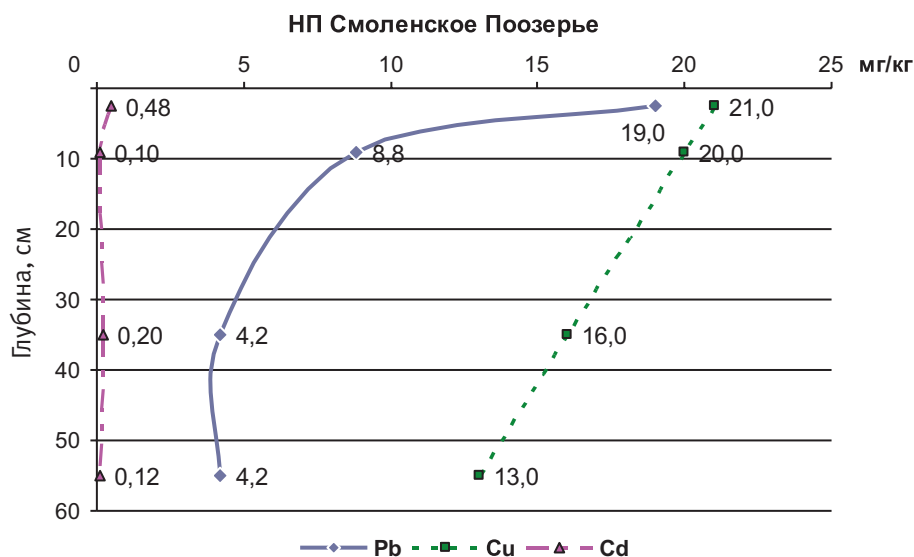


Рис. 2.61. Распределение соединений свинца, меди и кадмия в профиле дерново-подзолистой почвы НП «Смоленское Поозерье», 2011 г.

трально-лесной, Приокско-Террасный 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

среднеголетних значений (табл. 2.26). 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 (239,0 мкг/кг) — в разнотравье лиственного леса Волжско-Камского БЗ, а γ-ГХГЦ (4,2–4,9 мкг/кг) — в разнотравье Воронежского и Кавказского БЗ. В целом, несколько большие концентрации поллютантов отмечаются в растительности напочвенного покрова, меньшие – в хвое и листе древостоя (за исключением листьев ясеня, произрастающего в Астраханском БЗ).

Табл. 2.26. Фоновое загрязнение растительности по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга на период 2011 г.

Заповедник/ ООПТ	Проба	Период наблю- дений	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	
			Диа- пазон	2011 год	Диа- пазон	2011 год	Диа- пазон	2011 год	Диа- пазон	2011 год	Диа- пазон	2011 год	Диа- пазон	2011 год	Диа- пазон	2011 год
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
Воронеж- ский 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																
Астрахан- ский 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 ≤0,10 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
Баргузин- ский 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. 2.27.). Статистические коэффициенты вариации составляют для тяжелых металлов 80–240%, для органических поллютантов — 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 раза 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.

Сопоставление концентраций загрязняющих веществ в доминантной травянистой растительности и почвах районов размещения СКФМ (рис. 2.62) 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 поллютантов 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

Табл. 2.27. Характеристики варьирования содержания загрязняющих веществ в растительности станций комплексного фоновой мониторинга

Показатель	Свинец, мг/кг	Кадмий, мг/кг	Медь, мг/кг	Бенз(а)пирен, мкг/кг	Сумма-ДДТ, мкг/кг	γ-ГХПЦ, 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	–

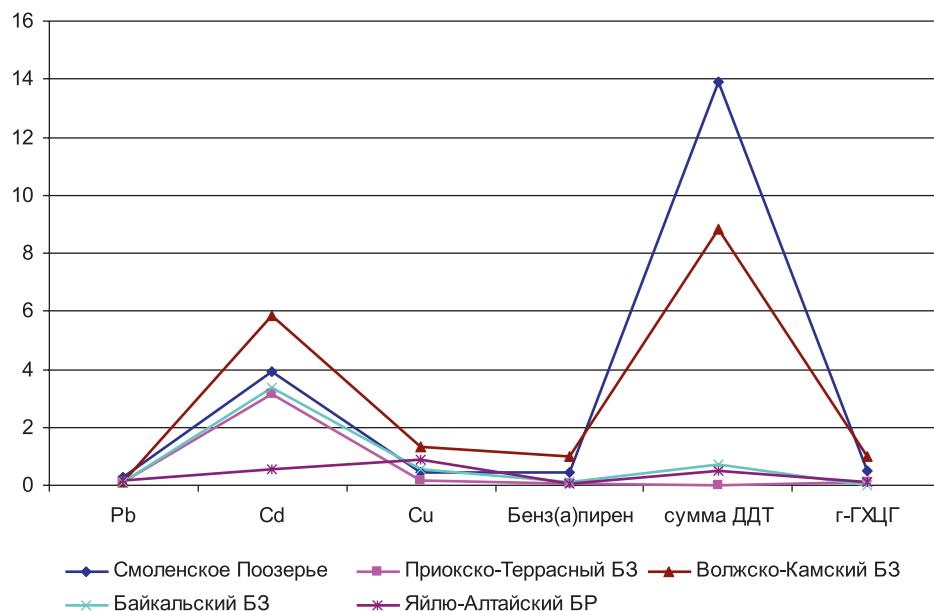


Рис. 2.62. Отношение концентраций загрязняющих веществ в травянистой растительности и почвах районов размещения СКФМ

отмечается широкий разброс соотношений концентраций в растениях и почвах, зачастую превышающих 1. Это может свидетельствовать о существенной роли аэрогенного (внекорневого) поступления данных экотоксикантов в растительность и/или о возможности их безбарьерного проникновения и селективного накопления в вегетативных органах растений.

Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности южного побережья оз. Байкал (Байкальский БЗ) по результатам проведения фоновой 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 здесь исследовалось содержание 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.

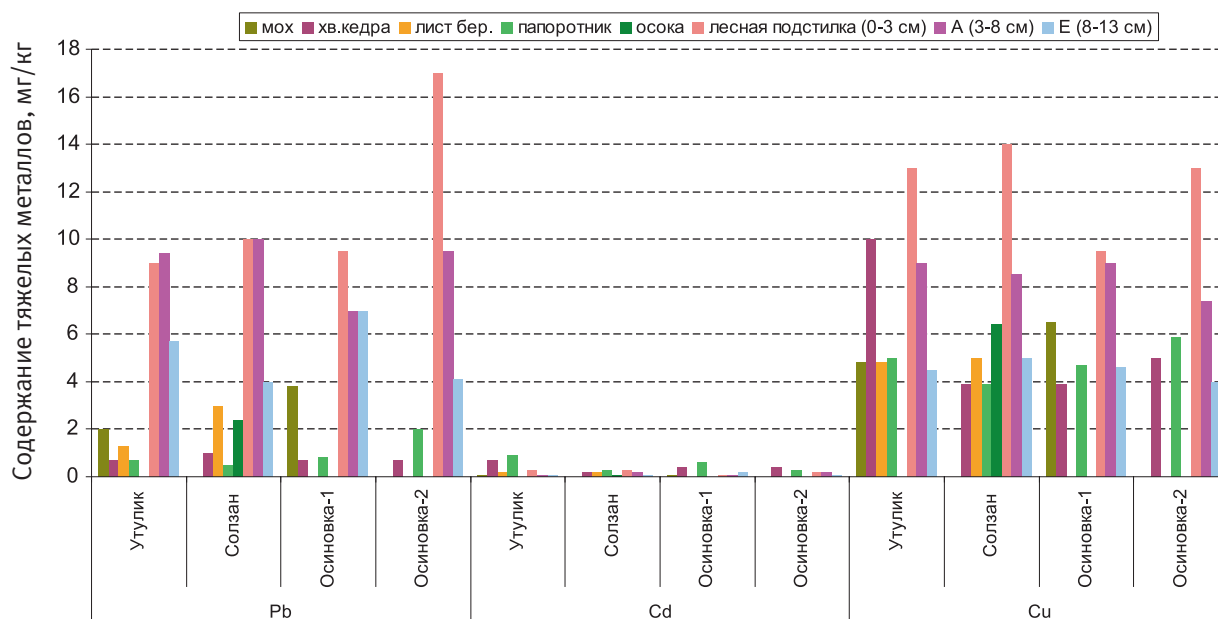


Рис. 2.63. Содержание тяжелых металлов в растительности и почвах южного побережья оз. Байкал, 2011 г.

Тяжелые металлы

Анализ концентрации тяжелых металлов в растительности и почвах участков показал (рис. 2.63.), 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 поллютантов снижается в 1,5–2 раза (до 4–7 мг/кг и 4–5 мг/кг соответственно).

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. Отно-

сительно повышены его концентрации в лесной подстилке почв, накопление экотоксиканта 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 поллютантов органической природы в почвах мониторинговых участков южного побережья оз. Байкал отмечаются относительно высокие уровни накопления ДДТ и его метаболитов (рис. 2.64). Основной средой депонирования этих экотоксикантов 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).

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

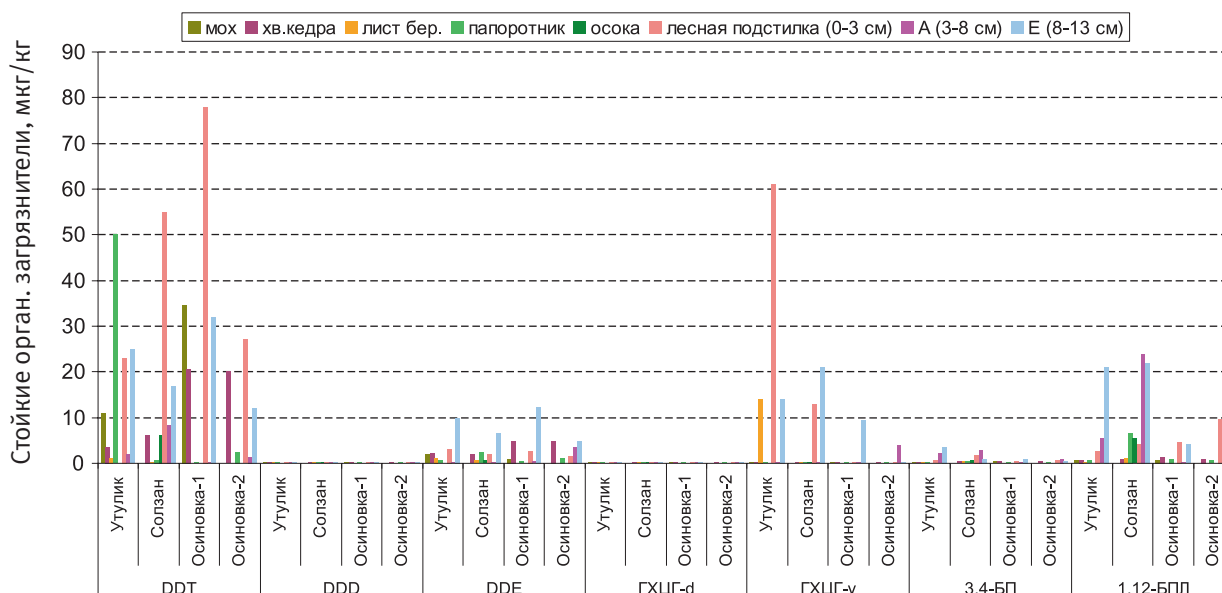


Рис. 2.64. Содержание стойких органических загрязнителей в растительности и почвах южного побережья оз. Байкал, 2011 г.

органогенных горизонтов почв существенно меньше и колеблется 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 поллютантов 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 участков), хвоя кедра 6–26 мкг/кг. Таким образом, биологические особенности накопления суммы ДДТ в отдельных видах растительности не обнаруживаются. 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 обнаруживается. В большинстве обследованных проб концентрации поллютанта были на пределе аналити-

ческого 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 накопления поллютанта в отдельных горизонтах профиля. В этой связи имеет смысл оценивать интегральные концентрации бенз(а)пирена в верхней корнеобитаемой части почв, что возможно 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 экотоксикантов 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 поллютантов.

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

Организации наблюдательной сети (ОНС) Росгидромета для сравнения уровней загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) вблизи источников промышленных выбросов с фоновыми массовыми долями соответствующих химических веществ ежегодно проводят отбор проб почв в фоновых районах, прилегающих к техно-генным. В почвах определяют массовые доли тяжелых металлов, нефти и нефтепродуктов (НП), фтора, сульфатов и др. Значения фоновых массовых долей ингредиентов в почвах представляют в ежегодниках загрязнения почв ТПП территории деятельности УГМС.

Каждое лето отбирают от 1 до 10 объединенных проб почв в фоновых районах. В табл. 2.28 приведены значения фоновых массовых долей тяжелых металлов и мышьяка, в табл. 2.29 — НП, фтора, сульфатов, нитратов и бенз(а)пирена в почвах, представленные ОНС в ежегодниках для почв населенных пунктов, в которых проводили наблюдения за загрязнением их ТПП в 2011 году. Некоторые данные, представленные ОНС, обобщены (по району или региону) или скорректированы в ИПМ ФГБУ «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 определенных пределах, оставаясь примерно на одном уровне.

Табл. 2.28. 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	–	–	–	–	–	–	–
Московская область																		
Ногинский район	2011	к	40	10	300	14	20	10	10	0,7	5000	–	–	–	–	–	–	–

Место наблюдений	Год наблюдений	Форма нахождения	Cr	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Hg (в)	V	Mo	Sn	Sr	Al	As
Приморский край	2011	к	–	18	655	14	85	14	10	<0,3	–	0,07	–	–	–	–	–	0,9
г. Большой Камень		п	–	3	62	но	6,9	<0,8	но	но	–	–	–	–	–	–	–	–
С 30 км		вод	–	но	0,22	но	0,09	но	но	но	–	–	–	–	–	–	–	–
г. Партизанск	2011	к	–	12	463	12	58	11	6	<0,3	–	0,15	–	–	–	–	–	1,2
С 30 км		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	–
Свердловская область																		
	1989																	
	2011	к	42	26	948	35	83	64	19	1,0	22110	0,05	–	–	–	–	–	–
	1996	п	0,9	4,5	111	1,7	16	3,4	0,8	0,3	–	–	–	–	–	–	–	–
	2011	вод	0,08	0,16	1,36	0,25	0,77	0,74	0,08	0,02	–	–	–	–	–	–	–	–
пос. Мариинск	2011	к	42	14	759	32	81	121	21	0,9	29150	0,12	–	–	–	–	–	–
ЮЗ 30 км от г. Ревда		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.

в — валовая форма, к — кислоторастворимые, п — подвижные, вод — водорастворимые формы.

* Значения массовых долей скорректированы в ФГБУ «НПО «Тайфун».

Табл. 2.29. 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		Сульфаты	Нитраты	Бенз(а)-пирен
			форма				
			в	вод			
Верхнее Поволжье							
Дзержинский городской округ	2011	25	–	–	–	–	–
г. Ижевск	2011	46	–	–	–	–	–
Западная Сибирь							
г. Новосибирск	2011	68	–	0,35	–	11	–
с. Прокудское		31		1,05			
г. Кемерово, д. Калинкино		31		1,05			
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 рис. 2.65–2.66, Республики Татарстан — на рис. 2.67, Приморского края — на рис. 2.68, Свердловской об-

ласти — на рис. 2.69, Иркутской области — на рис. 2.70.

Таким образом, в почвах ряда фоновых участков многолетних наблюдений по результатам обследования 2011 года, как и в период обследо-

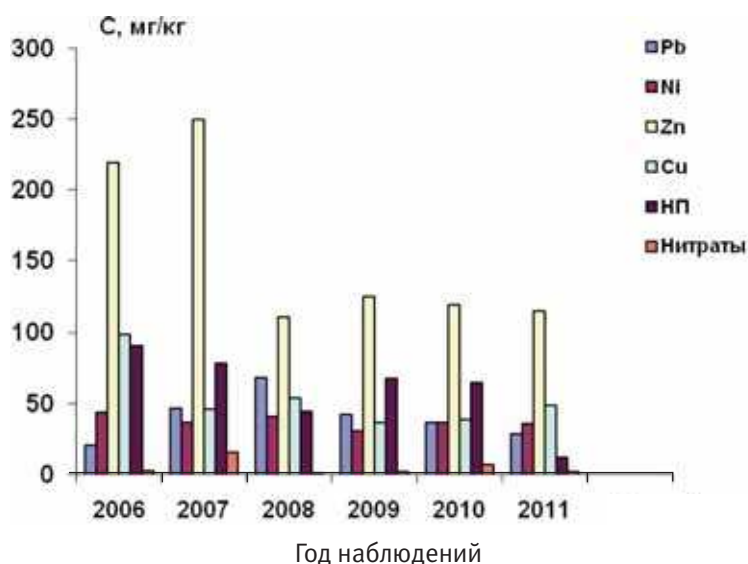


Рис. 2.65. Динамика средних массовых долей (С) свинца, никеля, цинка, меди, НП, нитратов в почвах фонового участка площадью 10 га, расположенного в НПП «Самарская Лука» в Волжском районе Самарской области, находящегося на расстоянии 30 км на запад от г. Самары. Почвы — чернозём суглинистый с $pH_{KCl} > 5,5$

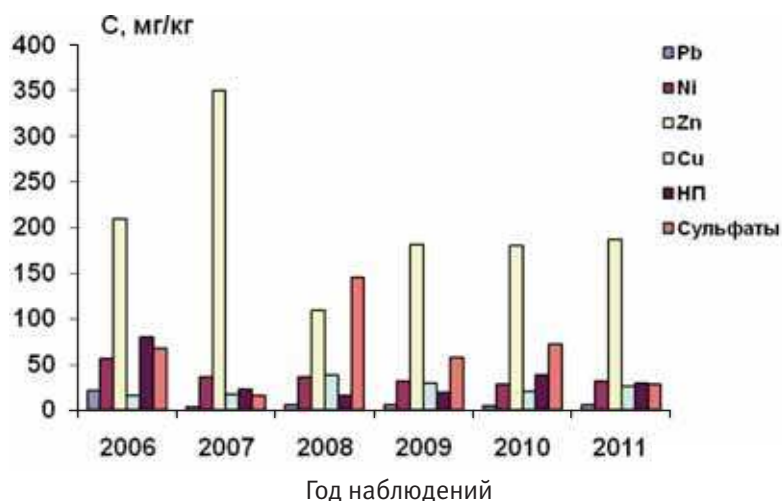


Рис. 2.66. Динамика средних массовых долей (С) свинца, никеля, цинка, меди, НП, сульфатов в почвах фонового участка, расположенного вблизи АГМС в пос. Агрос в Волжском районе Самарской области, находящегося на расстоянии 20 км на юго-запад от г. Самара. Почвы — чернозём суглинистый с $pH_{KCl} > 5,5$

вания до 2010 г., отмечаются превышения ПДК (ОДК) тяжелых металлов, стойких органических загрязнителей и ряда экотоксичных соединений химических элементов. Причем если содержание загрязняющих веществ в почвах фоновых районов Самарской и Свердловской областей, Республики Татарстан, Приморского края за последний год наблюдений несколько понизилось, то в отношении концентрации соедине-

ний 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 выявляются тенденции к дальнейшему возрастанию показателей, что определяет возможность формирования неблагоприятной экологической ситуации в регионах наблюдений.

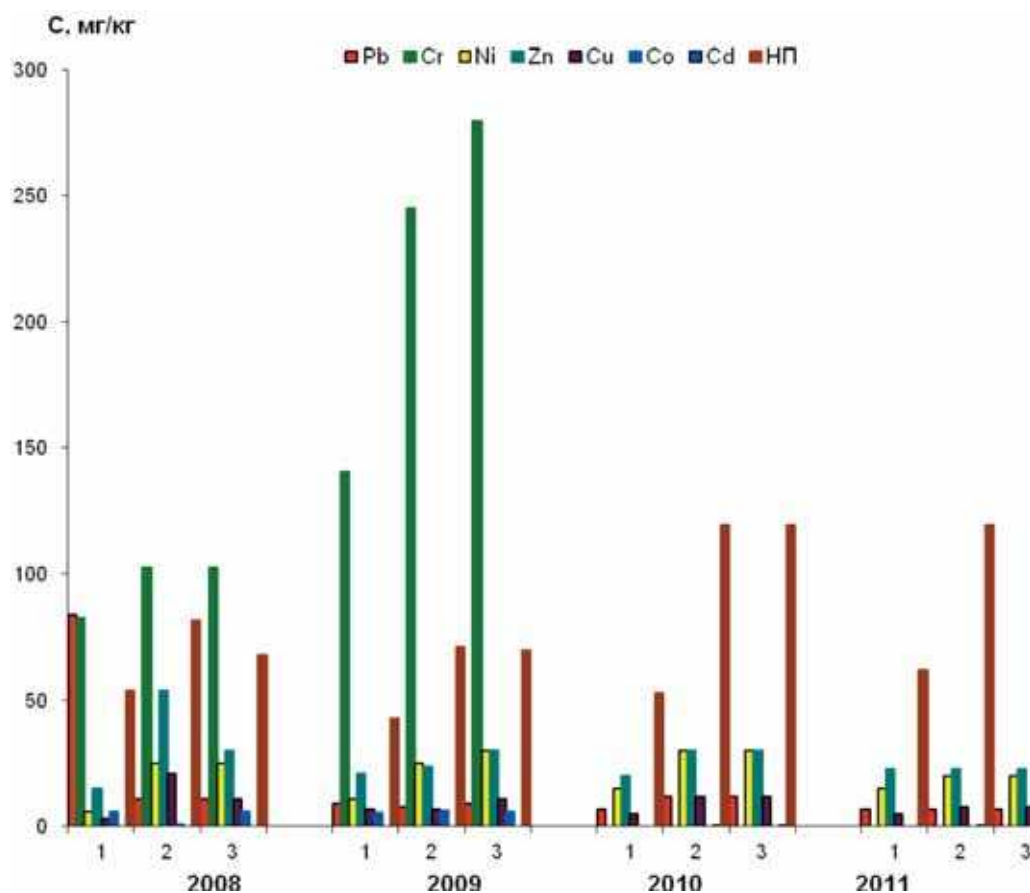


Рис. 2.67. Динамика средних массовых долей (С) кислоторастворимых форм ТМ и НП в почвах фоновых районов для городов Республики Татарстан в 2008–2011 годах:
1 — Казань; 2 — Нижнекамск; 3 — Набережные Челны

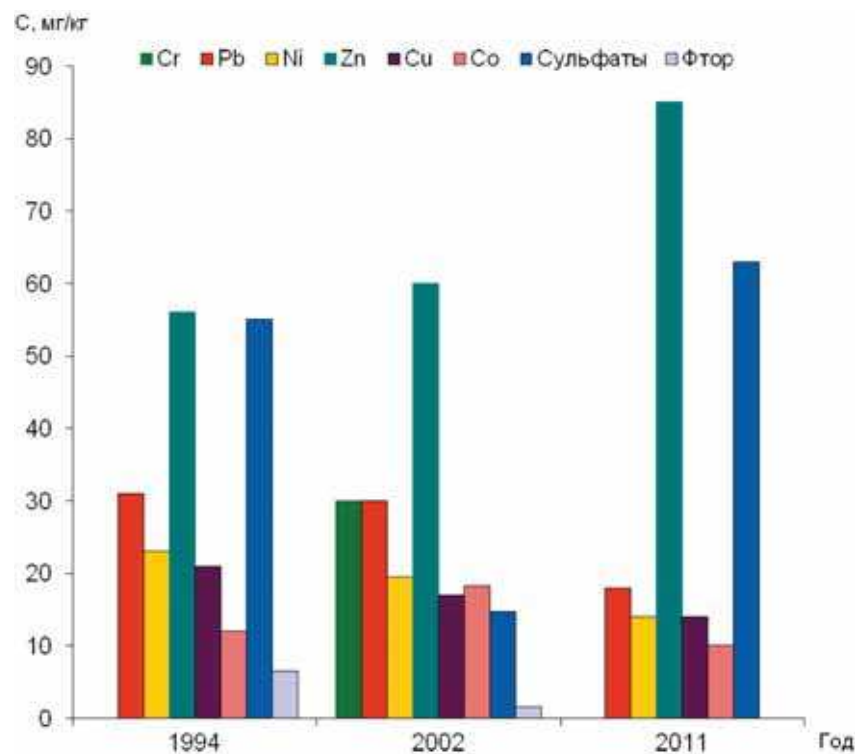


Рис. 2.68. Динамика средних фоновых массовых долей (С) кислоторастворимых форм ТМ, обменных сульфатов и водорастворимого фтора в почвах, расположенных на расстоянии 30 км на север от г. Большой Камень Приморского края

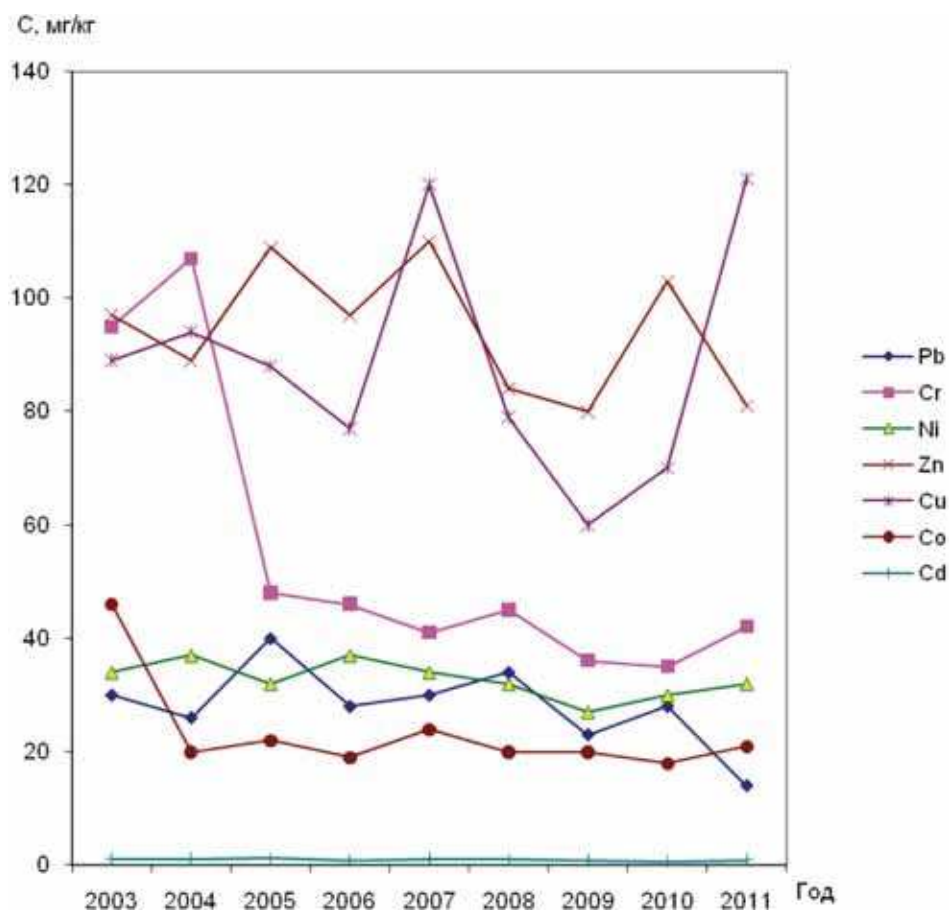


Рис. 2.69. Динамика средних фоновых массовых долей (С) кислоторастворимых форм ТМ в почвах пос. Мариинск Свердловской области, расположенного в 30 км на юг от г. Ревда

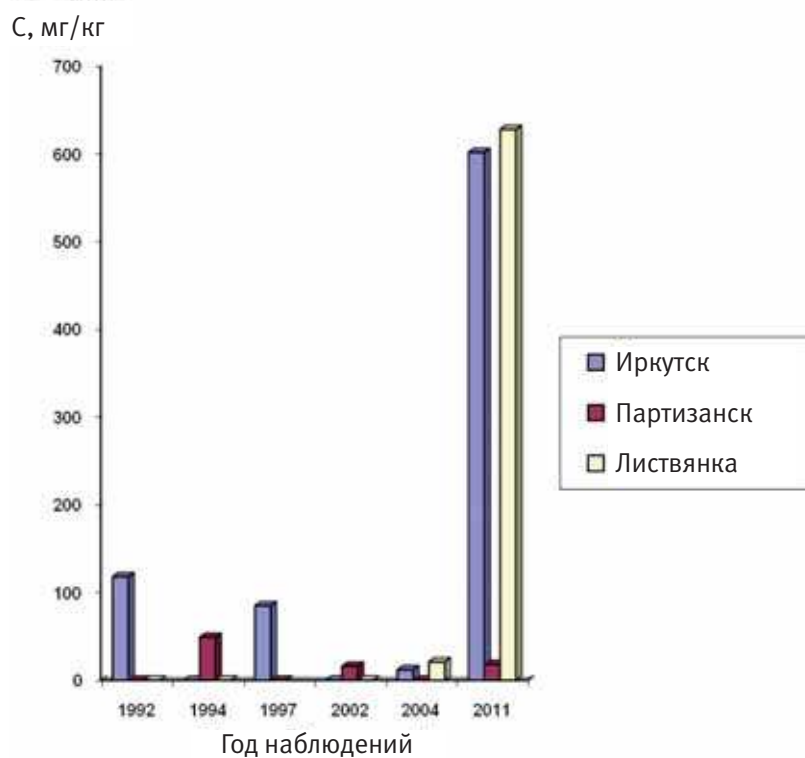


Рис. 2.70. Динамика фоновых массовых долей (С) обменных сульфатов в почвах в районах городов Иркутск, Партизанск и пос. Листвянка (ПДК равно 160 мг/кг)

2.4.3. Изменчивость приростов сосны обыкновенной как отклик древостоев на локальные и региональные воздействия

Одним из показателей воздействия климатических факторов на лесные экосистемы является характеристика внутривидовой изменчивости древесных пород. Это фенотипическая изменчивость, носящая адаптивный характер. Фенотипическая изменчивость складывается из откликов на воздействия факторов регионального и локального масштабов. Региональным масштабом характеризуются климатические факторы, одновременно оказывающие действие на большое количество разнообразных древостоев. Локальные факторы изменчивости подразделяются на биотические (ценотические), эдафические, микроклиматические и т.д. Следует понимать, что все эти эффекты в природных условиях разделить невозможно в силу неспецифичности отклика биоты, и далее мы будем рассматривать суммарное воздействие локальных факторов.

Значительное число исследователей склоняется к тому, чтобы считать климатические факторы определяющими как параметры приростов отдельных деревьев, так и структуру биоценозов. Существует и точка зрения, подкрепленная результатами многочисленных исследований, показывающих, что основополагающее воздействие на параметры роста древостоев оказывают локальные условия. В этих работах убедительно показано, что приросты одних и тех же видов сильно варьируют от одного местообитания к другому, и это вполне согласуется с нашими предыдущими наблюдениями. На различии морфологии представителей одного вида из несходных местообитаний основано выделение экотипов.

Целью данной работы являлся анализ изменчивости линейных приростов сосны обыкновенной под воздействием региональных (климатических) и локальных условий произрастания. В качестве показателя изменчивости использовалась годовая вариабельность индексированных рядов приростов. Объектом измерения служил подрост сосны (форма — сосна болотная, *Pinus sylvestris* L. Var. *Nana* Pall.). Изучаемые древостои произрастают в сходных биотопах трех особо охраняемых природных территорий (ООПТ) севера Европейской части России, на сплавиных верховых торфяных болот с типичной для данного местообитания растительностью и доминированием сфагновых мхов. Одна и та же форма сосны рассматривалась для исключения причин изменчивости, связанных с различием ценотических связей, и более наглядного выявления искомых закономерностей.

Для измерений отбирались деревья не моложе 7 лет и не выше 2 м. На каждом дереве из-

мерялись междоузлия стволика, начиная с верхнего и до последнего уверенно выделяемого по направлению к комлю. Значения заносились в полевую ведомость в миллиметрах. Фиксировалась также высота дерева. Результаты измерений были внесены в базу данных, ведущуюся в ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН». Всего было измерено более 300 деревьев. Статистическая обработка проводилась с помощью табличного процессора OpenOffice.org Calc и среды статистических вычислений R.

Ряды индексов приростов получались путем деления значения прироста каждого года на скользящее среднее по 5 годам. После проведения этой процедуры мы получали ряды отклонений от временного тренда.

Для выявления климатической составляющей вариабельности прироста были рассмотрены суммы осадков за вегетационные периоды (апрель – сентябрь) текущего (года проведения измерений) и предыдущего годов. Вовлечение в анализ метеорологических показателей предстоящего года необходимо, поскольку для прироста текущего года важны размер и качество почки возобновления, заложенной в предыдущем году, а также количество хвои прошлых лет, осуществляющей донорские функции по отношению к рассматриваемому побегу.

Исследования проходили на трех особо охраняемых природных территориях (ООПТ): в Печоро-Илычском государственном природном заповеднике в 2001 г., в Государственном природном заповеднике «Кивач» в 2004 г., в комплексном заказнике «Полярный круг» в 2007 г. На всех трех ООПТ измерения междоузлий осуществлялись в сентябре, после окончания периода линейного роста стволиков.

Печоро-Илычский государственный природный заповедник расположен в междуречье рек Печоры и Илыча на западном макросклоне Северного Урала, на территории Троицко-Печорского района Республики Коми. Исследования проходили в низменном его районе, входящем в Тимано-Печорскую почвенную провинцию. Согласно климатическому районированию Б.П. Алисова, заповедник находится в северо-восточной подобласти, Атлантико-континентальной лесной области умеренного пояса III 9в (рис. 2.71).

Растительность Припечорской низменности весьма однообразна и представлена почти исключительно сосновыми лесами и моховыми болотами. Типичны лишайниковые и зеленомошно-лишайниковые ассоциации. Распространены большие болотные массивы. Биогеоценозы здесь находятся в различных стадиях послепожарной сукцессии, при этом следует подчеркнуть, что пожары носили естественный, климатически

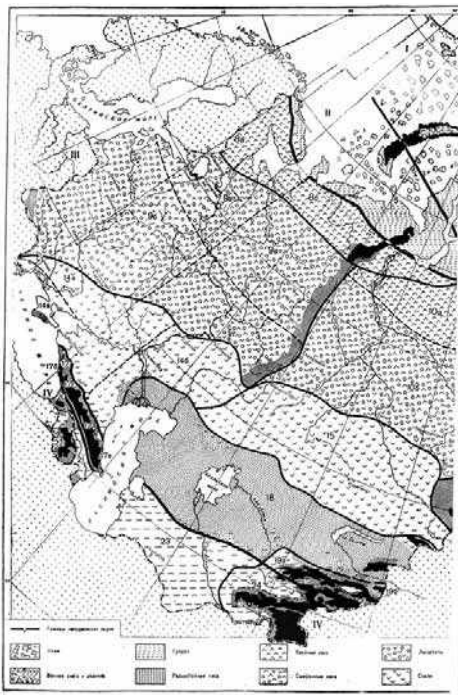


Рис. 2.71. Климатические области ЕТР по (Алисов Б.П. 1956. Климат СССР М.: Изд-во Моск. ун-та, 128 с.)

обусловленный характер. Согласно последнему ботанико-географическому районированию европейской части СССР, территория Печоро-Илычского заповедника относится к Камско-Печорско-Западноуральской подпровинции (Евразийская таежная хвойно-лесная область — Евросибирская темнохвойно-таежная подобласть — Урало-Западносибирская провинция). Флористические черты экосистем обусловлены положением территории на контакте альпийских, европейских, сибирских, гипоарктических и других элементов флоры. Район исследований относится к комплексу сосновых лесов и болот Припечорской низменности. Эта часть территории заповедника относится к северной тайге.

Государственный природный заповедник «Кивач» расположен в юго-восточной части Карелии в 30 км к северо-западу от берега Онежского озера на территории Кондопожского района Республики Карелия. По климатическому районированию Б.П. Алисова ООПТ располагается на границе западной подобласти Атлантико-арктической области (III 8a) и северо-западной подобласти Атлантико-континентальной лесной области умеренного пояса (III 9a).

Согласно принятому российскими авторами ботанико-географическому районированию, территория заповедника относится к Валдайско-Онежской подпровинции Евразийской таежной (хвойнолесной) области, Североевропейской таежной провинции. Флора заповедника бореальная. Фитоассоциации имеют специфический

таежный облик, при этом в них представлены элементы бореального, гипоарктического, неморального и арктоальпийского флорогенетических комплексов. Болота занимают около 7% заповедной территории, большинство из них — олиготрофные и эвтрофно-мезотрофные. Характерная особенность болот заповедника — их облесенность, преимущественно сосной обыкновенной, березой пушистой и бородавчатой, реже — можжевельником обыкновенным, ольхой черной и елью сибирской.

Комплексный заказник «Полярный круг» расположен на Карельском берегу Кандалакшского залива Белого моря, на полуострове Киндо. Согласно климатическому районированию Б.П. Алисова, ООПТ входит в западную подобласть, Атлантико-арктическую область умеренного пояса (III 8a).

Заказник расположен в Кольско-Печорской подпровинции Евроазиатской таежной области, в Североевропейской флористической провинции, на стыке трех флористических районов: Имандровского, Варзугского и Топозерского. Рассматриваемая территория находится вблизи северной границы тайги; преобладающим типом растительности являются северотаежные леса. Наличие низин при избыточном увлажнении создает благоприятные условия для заболачивания (влажные местообитания). В самых нижних частях склонов, в межгрядовых понижениях, по окраинам болот и озер доминируют мхи-гигрофиты, преимущественно сфагновые. В условиях избыточного, но еще не застойного увлажнения сфагновые мхи занимают влажные понижения в микрорельефе, а на кочках растут зеленые мхи и кустарнички. По мере приближения к заболоченным участкам сфагновые мхи все выше поднимаются по бокам кочек и, наконец, заселяют их целиком.

Сосна обыкновенная (*P. silvestris*) показывает широкий спектр внутривидовой изменчивости. В данной работе были рассмотрены древостой сосны болотной, произрастающие в однотипных экосистемах верховых сфагновых болот с клюквой, миртом болотным, багульником, с доминированием сфагновых мхов. В схожих биотопах можно было бы ожидать сходных характеристик ходов роста. Для проверки этой гипотезы (для создания картины степени сходства или различия рядов линейных приростов) был применен метод кластерного анализа. Результаты его представлены на рис. 2.72, на котором видно, что ряды приростов сосны заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг» не образуют самостоятельных кластеров и не демонстрируют значимого различия. В то же время ряды приростов Печоро-Илычского заповедника представляют собой отдельный кластер, очевид-

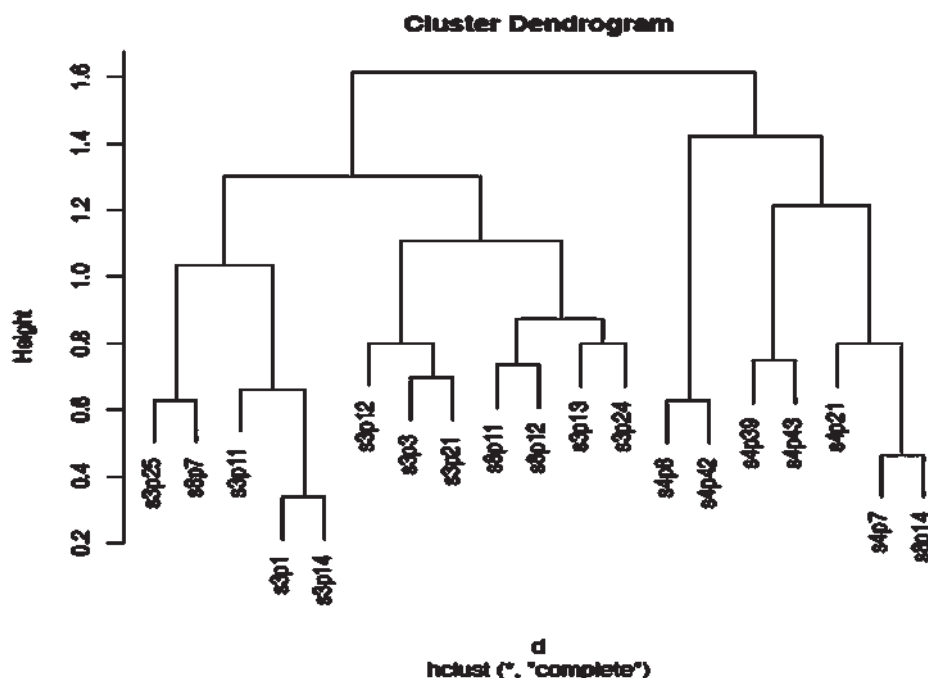


Рис. 2.72. Сходство индексированных линейных приростов подроста *P. sylvestris* L. на исследуемых территориях. Обозначения:

s3 — заповедник «Кивач»; s4 — Печоро-Илычский заповедник; s8 — заказник «Полярный круг»; p — номер пробных площадей на каждой территории. По оси абсцисс отложен индексированный прирост

но, формируясь под влиянием закономерностей, не наблюдаемых на первых двух ООПТ.

Для объяснения причин подобного распределения рассмотрим климатические условия произрастания обследуемых биотопов. Печоро-Илычский заповедник находится в северо-восточной подобласти, Атлантико-континентальной лесной области умеренного пояса (III 9в); заповедник «Кивач» — на границе западной подобласти Атлантико-арктической области (III 8а) и северо-западной подобласти Атлантико-континентальной лесной области умеренного пояса (III 9а); заказник «Полярный круг» — в западной подобласти, Атлантико-арктической области умеренного пояса (III 8а). Таким образом, Печоро-Илычский заповедник расположен в иных, нежели заповедник «Кивач» и заказник «Полярный круг», климатических условиях. В то же время климатические условия двух последних ООПТ различаются несущественно.

В качестве показателя сходства или различия откликов подроста сосны трех изучаемых ООПТ на климатические условия рассмотрим степень зависимости рядов приростов от рядов сумм осадков вегетационного сезона (апрель-сентябрь). Для выявления значимых воздействий метеорологических параметров определялись корреляции между значениями приростов текущего года и суммами осадков предыдущего года. Это было необходимо потому, что для линейных приростов важны размер и качество почки возобновления, заложенной в предыдущем году.

В табл. 2.30 представлены результаты корреляционного анализа индексированных рядов приростов трех исследуемых ООПТ и месячных сумм осадков вегетационного сезона предыдущего года.

Табл. 2.30. Зависимость индексов прироста исследуемых ООПТ от сумм осадков вегетационного сезона предыдущего года

ООПТ	Коэффициент корреляции (доверительные интервалы для $P=0,90$)
Заказник «Полярный круг»	–0,22
Печоро-Илычский заповедник	0,06
Заповедник «Кивач»	–0,54

Как видно из представленной таблицы, древостои трех ООПТ не показывают сходной сопряженности с количеством осадков. (Как правило, положительные аномалии количества осадков снижают численные значения приростов произрастающих в условиях избыточного увлажнения древостоев сосны.)

Значимая отрицательная зависимость получена лишь для рядов приростов Печоро-Илычского заповедника. Значимое отличие рядов приростов этого заповедника от других исследуемых ООПТ можно было бы объяснить отличающимися климатическими условиями, сформировавшими данный экотип сосны. Несомненно, часть изменчивости (и отличия) объясняется именно климатическим фактором. Однако

остаётся необъясненным различие откликов приростов заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг», находящихся практически в одной климатической подобласти, а ведь можно было бы ожидать, что параметры ходов роста деревьев одного вида, произрастающих в одних и тех же климатических подзонах, будут сходны.

Значимое отличие рядов приростов Печоро-Ильчского заповедника от рядов приростов двух других ООПТ может иметь и экологические причины. Его фитоассоциации относятся к иной, нежели экосистемы заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг», флористической провинции — Урало-Западносибирская — Евроазиатской таежной хвойно-лесной области, что означает другой тип тайги, содержащей значительное количество сибирских элементов. В то же время экосистемы заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг» входят в Северо-европейскую флористическую провинцию Евроазиатской таежной хвойно-лесной области. Подобное флористическое распределение объясняет значимое отличие вариативности приростов Печоро-Ильчского заповедника (но не проявляет несхожести приростов заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг»).

Биогеографическая близость ценозов заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг» позволяет сделать предположение, что ряды их приростов могут иметь высокую степень сопряженности. Проверить данную гипотезу можно методом корреляционного анализа. Определялись коэффициенты корреляции осредненных по каждой ООПТ рядов индексированных приростов; результаты приведены в табл. 2.31.

Табл. 2.31. Степень сходства индексированных рядов линейного прироста подростов сосны на изучаемых ООПТ

№ п/п	ООПТ	Коэффициент корреляции (доверительные интервалы для $P=0,90$)
1	Заказник «Полярный круг» — Печоро-Ильчский заповедник	0,1
2	Заказник «Полярный круг» — заповедник «Кивач»	0,26
3	Печоро-Ильчский заповедник — заповедник «Кивач»	–0,39

Как видно из таблицы никакой значимой положительной зависимости между рядами при-

ростов подростов сосны изучаемых ООПТ не обнаружено. Относительно близко географически произрастающие сосняки заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг» характеризуются практически полностью несхожими параметрами изменчивости по измеряемому признаку. Единственный значимый коэффициент корреляции получен для пары «Печоро-Ильчский заповедник — заповедник «Кивач»», и зависимость тут наблюдается обратная, что соответствует результатам кластерного анализа (рис. 2.72).

Объяснение несходства параметров изменчивости рядов приростов заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг», по нашему мнению, также лежит в области локальной изменчивости. Экосистемы изучаемых ООПТ относятся к разным подпровинциям (Валдайско-Онежская и Кольско-Печорская соответственно) Северо-европейской флористической провинции Евроазиатской таежной хвойно-лесной области и, следовательно, их флористический состав и экологические характеристики различны, что не может не отразиться на характере биотических связей. Кроме того, огромную роль играют, как уже было сказано, характеристики почв, микроклиматические параметры и проч. Разделить последствия всех этих воздействий в природных условиях невозможно, т.к. растительность дает на них неспецифический отклик, носящий адаптивный характер.

Проведенные в древостоях подростов сосны болотной *Pinus sylvestris* L. var. *nana* Pall. Печоро-Ильчского природного государственного заповедника, государственного природного заповедника «Кивач» и комплексного заказника «Полярный круг» исследования не показали сходного для всех древостоев характера годичной изменчивости рядов линейных приростов. Климатические и локальные причины изменчивости выступают по отношению друг к другу как маскирующие факторы, формируя т.н. «шум», затрудняющий выделение искомым взаимосвязей. Тем не менее, можно сделать вывод, что воздействие климатических факторов объясняет лишь часть вариативности характеристик линейных приростов; не менее значимой причиной изменчивости, по нашему мнению, являются локальные факторы, включающие биотические связи, а также микроклимат, гидрогеологические и эдафические условия.

2.5. Загрязнение поверхностных вод

2.5.1. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети гидрохимического мониторинга

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 — третьим классом качества, выше г. Лебедянь — третьим классом качества. Качество воды у этих створов в течение десятилетий практически не меняется, незначительно улучшаясь или ухудшаясь в отдельные годы. 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 рис. 2.73 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.

В 2011 г. качество воды р. Дон ниже гг. Данков, Лебедянь, Задонск характеризовалось 3-м классом, ниже г. Задонск 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 — 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-ти, 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, 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)

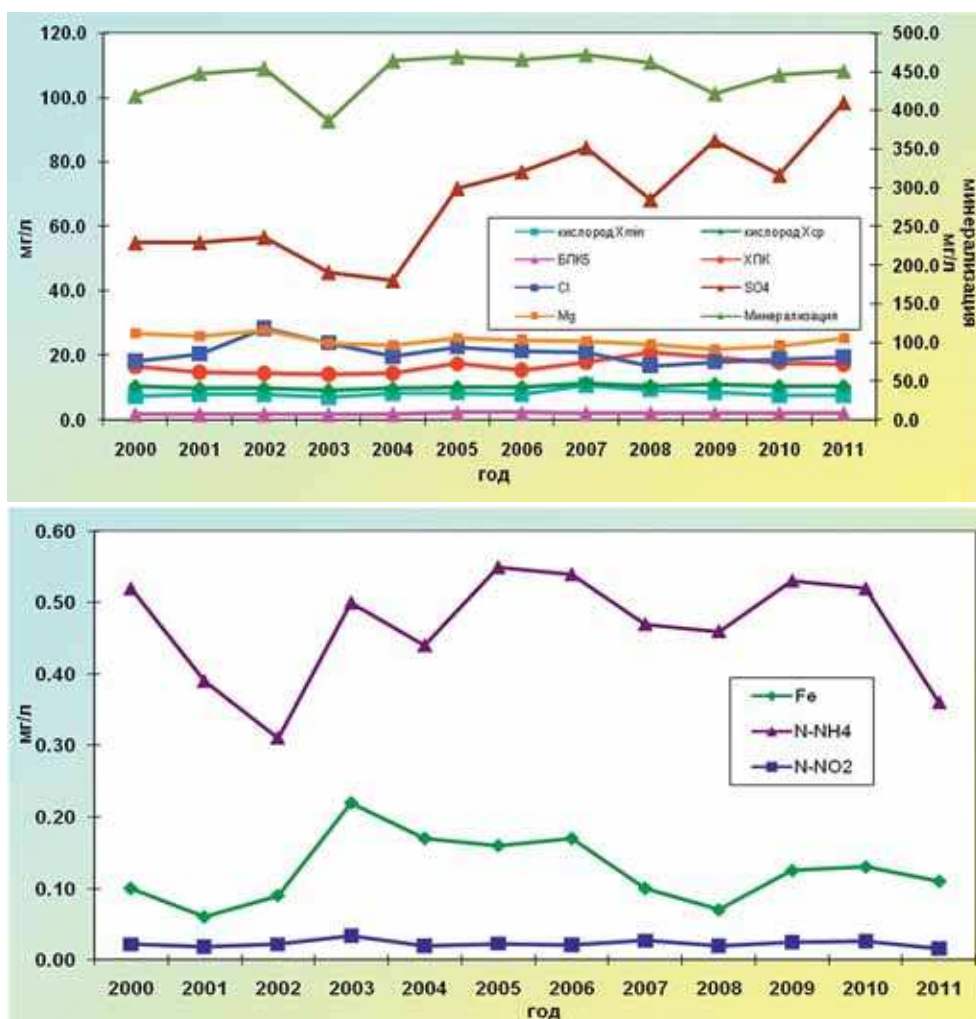


Рис. 2.73. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Дон, г. Данков за многолетний период

Река Савала. В 2011 г. качество воды р. Савала в обоих створах г. Жердевка изменилось в сторону улучшения и характеризовалось 2-м классом — выше города и 3-м классом — ниже города (3 класс — 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 уровне 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. Среднегодо-

вые 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. 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. 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 рек Сарма и Утулик — трудноокисляемым органическим веществам (по ХПК), рек 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 Ангары 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

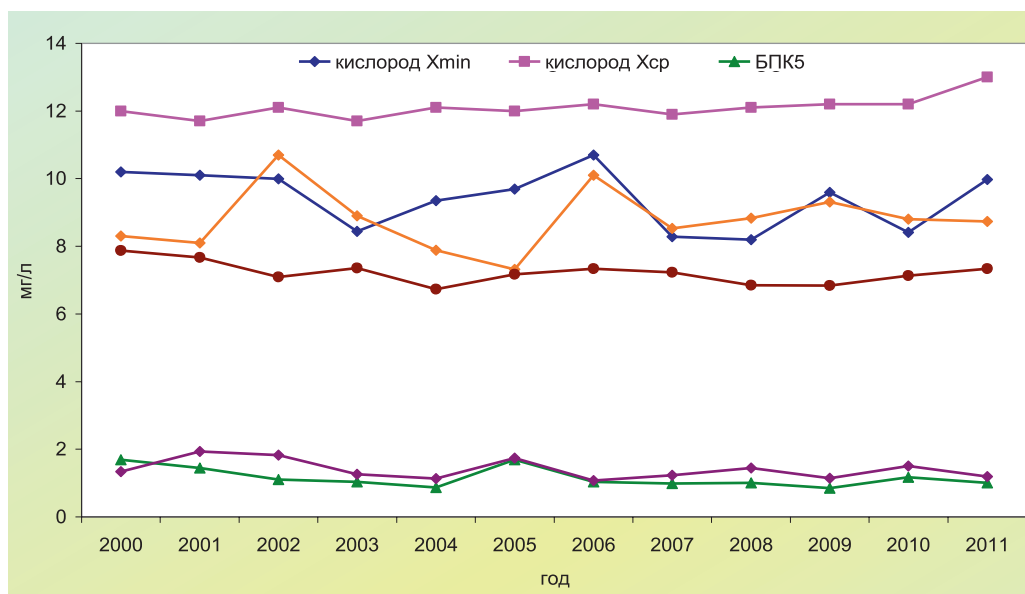


Рис. 2.74. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища, ГМС-Исток Ангары за многолетний период

влиянием на качество воды водохранилища судоходства и рекреационной деятельности. На рисунке 2.74. показано изменение за период 2000–2011 гг. среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища в створе ГМС Исток Ангары. 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.

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 «загрязненная» вода. В фоновом створе г. Усть-Кут качество воды улучшилось, вода перешла из 3-го класса «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 («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. Пуши-

но — 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. Пушино, Быстрая в приустьевом участке, Ключевка выше с. Малки до концентраций су-

щественно 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.

2.5.2. Фоновое загрязнение поверхностных вод (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 0,1–2,4 мкг/л, свинца 0,7–3,5 мкг/л, кадмия — не более 0 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. 2.32).

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. 2.32).

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

Табл. 2.32. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети КФМ

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л		Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		γ-ГХЦГ, нг/л	
		Диапазон	2011 год	Диапазон	2011 год	Диапазон	2011 год	Диапазон	2011 год	Диапазон	2011 год	Диапазон	2011 год
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 поозерье	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.

2.6. Радиационная обстановка на территории России

Глобальное загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами на территории РФ было обусловлено атмосферными ядерными взрывами, проводившимися в 1954–1980 гг. в процессе испытаний ядерного оружия на полигонах планеты.

На некоторых территориях РФ имело место дополнительное радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды: на ЕТР в 1986 г. вследствие радиационной аварии на Чернобыльской АЭС, на АТР в 1957 г. вследствие радиационной аварии на ПО «Маяк», расположенном в Челябинской области, и в 1967 г. из-за ветрового выноса радионуклидов с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда сливались жидкие радиоактивные отходы этого предприятия. Кроме

того, источниками локального радиоактивного загрязнения окружающей среды являются некоторые предприятия ядерно-топливного цикла, такие как Сибирский химический комбинат в Томской области (СХК), Горно-химический комбинат (ГХК) в Красноярском крае, ПО «Маяк» в Челябинской области и некоторые другие.

В 2011 г. дополнительный вклад в радиоактивное загрязнение окружающей среды внесли также техногенные радионуклиды, поступившие с воздушными массами на территорию России в результате аварии на японской АЭС «Фукусима-1».

Авария на АЭС «Фукусима-1» произошла 12 марта 2011 г. В последней декаде марта и в апреле сетью радиационного мониторинга

Табл. 2.33. Радиоактивность объектов окружающей среды на территории России в 2002–2011 гг.

Радио- нуклид	Единицы измерений	Среднегодовые по стране										Допус- тимые уровни	
		2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.	2011 г.		
Воздух												ДОА _{нас} Бк/м ³	
<i>Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере</i>													
Σβ	10 ⁻⁵ Бк/м ³	15,9	15,9	16,1	17,3	16,0	15,1	15,4	17,9	14,5	14,9		—
¹³⁷ Cs	10 ⁻⁷ Бк/м ³	4,9	4,1	2,8	2,9	2,6	2,8	2,3	2,4	2,4	54,8		27
⁹⁰ Sr	10 ⁻⁷ Бк/м ³	1,19	1,36	1,19	0,87	0,90	0,90	0,97	0,95	0,73	0,83		2,7
^{239,240} Pu (Об- нинск)	10 ⁻⁹ Бк/м ³	7,9	10,6	8,0	4,0	4,3	5,4	5,0	9,9	11,0	6,0		2,5·10 ⁻³
<i>Радиоактивные атмосферные выпадения</i>													
Σβ	Бк/м ² ·сутки	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1		—
¹³⁷ Cs	Бк/м ² год	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,82		—
³ H	кБк/ м ² год	1,37	1,46	1,26	1,39	1,40	1,40	1,34	1,21	1,15	1,21		—
<i>Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках</i>												УВ, Бк/л	
³ H	Бк/л	2,8	2,5	2,4	2,8	2,8	2,4	2,6	2,5	2,2	2,5		—
Вода													
<i>Объемная активность радионуклидов в речной воде</i>													
⁹⁰ Sr**	мБк/л	4,8	5,5	6,2	5,7 (6,4)	5,3 (6,7)	5,1(5,7)	4,5(6,0)	4,3(5,6)	4,2(4,3)	4,2(4,5)	4,9	
³ H	Бк/л	2,0–3,3	1,8–3,6	1,8–3,0	1,8–3,5	1,9–3,5	1,9–3,8	2,1–3,3	1,6–3,1	1,6–2,9	1,6–2,5	7600	

ДОА_{нас} — допустимая объемная активность радионуклида в воздухе для населения по НРБ-99/2009;

УВ — уровень вмешательства для населения (допустимая объемная активность питьевой воды) по НРБ-99/2009;

⁹⁰Sr** — в скобках дано осреднение с учетом проб, отобранных в 2005–2011 гг. в водах рр. Кама, Вишера, Колва.

(СРМ) Росгидромета на всей территории России в приземной атмосфере в суточных пробах аэрозолей регистрировались повышенные объемные активности (ОА) ¹³⁷Cs, ¹³⁴Cs, ¹³¹I и других радионуклидов (¹³²I, ¹³²Te, ¹³⁶Cs), отсутствующих (кроме ¹³⁷Cs) в составе глобального техногенного фона.

Наблюдения за радиоактивным загрязнением объектов окружающей среды на территории РФ осуществляются СРМ Росгидромета. В 2011 г. наблюдения за мощностью экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения проводились на 1314 пунктах наблюдения. Дополнительно измерения МЭД проводились на 30 постах в крупных городах и с помощью автоматизированных датчиков на 213 постах в ближних зонах отдельных АЭС. Наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями проводились на 409 пунктах наблюдения, за объемными активностями радионуклидов в приземном слое атмосферы — на 52, за объемной активностью трития в атмосферных осадках — на 33 и в водах рек — на 15, за объемной активностью ⁹⁰Sr в водах рек и озер — на 44 и в морях — на 10 станциях.

Результаты мониторинга радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды техногенными радионуклидами в 2011 г. на территории России за пределами отдельных территорий, загрязненных в результате аварийных ситуаций, приведены в табл. 2.33. Там же для сравнения

приведены данные о загрязнении объектов окружающей среды в предыдущие годы, начиная с 2002 г.

Анализ всей совокупности экспериментальных данных показал, что радиационная обстановка на территории РФ в 2011 г. была стабильной, а радиоактивное загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами, за исключением приземного слоя атмосферы, незначительно отличалось от уровней 2010 г. В целом, в 2011 г. загрязнение различных объектов природной среды техногенными радионуклидами на территории России было на 3–7 порядков ниже значений допустимой среднегодовой объемной активности для населения, установленной нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009.

2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха

Загрязнение атмосферы техногенными радионуклидами на территории РФ в настоящее время, в основном, обусловлено ветровым подъемом и переносом радиоактивной пыли с поверхности почвы, загрязненной в предыдущие годы в процессе глобального выведения продуктов испытаний ядерного оружия из стратосферного резервуара.

В отдельных районах России на радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы

оказывает влияние ветровой перенос радиоактивных продуктов с загрязненных территорий, появившихся вследствие упомянутых выше радиационных аварий.

При мониторинге приземного слоя атмосферы пробы радиоактивных аэрозолей и их выпадений на подстилающую поверхность отбирались непрерывно с суточной экспозицией, затем в них определялось содержание суммарной бета-активности радионуклидов и отдельных гамма- и бета-излучающих радионуклидов техногенного и естественного происхождения. В окрестностях некоторых радиационно опасных объектов (РОО) в приземной атмосфере определялись концентрации альфа-излучающих радионуклидов — изотопов плутония.

Как видно из табл. 2.33, в период с 2002 г. по 2011 г. среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная суммарная бета-активность долгоживущих радионуклидов (период полураспада более 4-х суток) в приземной атмосфере незначительно колеблется от года к году. Среднегодовые, взвешенные по территории России, суточные выпадения суммарной бета-активности долгоживущих радионуклидов практически не меняются с 2000 г.

Однако, в отдельные дни 2011 г. в приземном слое атмосферы наблюдались повышенная объемная суммарная бета-активность радионуклидов и повышенные суточные выпадения. По данным оперативного мониторинга радиоактивного загрязнения атмосферы в 2011 г. зарегистрировано 164 таких случаев (в 2010 г. — 108 случаев): 29 случаев десятикратного и более превышения выпадений суммарной бета-активности радионуклидов над фоновыми уровнями и 135 случая пятикратного и более превышения объемной суммарной бета-активности радионуклидов над фоновыми уровнями.

С 31 марта по 7 апреля было зарегистрировано 46 случаев 5-кратного превышения суммарной бета-активности приземного слоя воздуха по сравнению со среднесуточным значением за предыдущий месяц.

Наиболее высокие значения среднесуточной объемной суммарной бета-активности радионуклидов в приземном слое атмосферы отмечались в январе: в п. Сухобузимское (ГХК) — $275 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в Кирове — $242 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и в Н. Новгороде — $195 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³; в апреле: в Астрахани — $252 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, Курске (Курская АЭС) — $225 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и Обнинске (ГНЦ РФ ФЭИ, ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова») — $193 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Здесь и далее в скобках указаны РОО, в 100-км зонах которых расположены указанные населенные пункты. Наибольшие суточные выпадения суммарной бета-активности радионук-

лидов наблюдались в Новороссийске, в пп. Сухобузимское и Держинское (ГХК) — 33, 21 и 16 Бк/(м²·сутки), соответственно.

Максимальные превышения среднесуточной объемной суммарной бета-активности радионуклидов над фоновыми значениями в 2011 г. наблюдались в Сыктывкаре — в 49 раз и в пп. Охоны (Калининская АЭС) и Сухобузимское (ГХК) — в 35 и 26 раз, соответственно.

Максимальные превышения суточных выпадений суммарной бета-активности долгоживущих радионуклидов над фоновыми значениями в 2011 г. наблюдались в Новороссийске — в 47 и 24 раза, в Ю. Курильске — в 29 раз и в п. Держинское (ГХК) — в 26 раз.

Среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная активность ^{137}Cs в воздухе составила $54,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что в 24 раза выше значений последних лет.

Повышенные по сравнению с фоновыми среднесуточные объемные активности ^{137}Cs в 2011 г. наблюдались в апреле в Санкт-Петербурге, Владивостоке, Курске, Курчатове, Цимлянске, Ростове-на-Дону и Астрахани — $1080 \cdot 10^{-7}$, $1186 \cdot 10^{-7}$, $1356 \cdot 10^{-7}$, $1378 \cdot 10^{-7}$, $1640 \cdot 10^{-7}$, $2760 \cdot 10^{-7}$, $2900 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, соответственно.

Измеренные в указанных выше населенных пунктах среднесуточные ОА ^{137}Cs в воздухе в 19–53 раза превышали средневзвешенную годовую ОА по территории России (и на 2–3 порядка соответствующие значения прошлого года), но были на 4–5 порядков ниже допустимой объемной активности ^{137}Cs в воздухе для населения (ДОО_{насел.}) по НРБ-99/2009.

Средневзвешенная по территории РФ объемная активность ^{90}Sr в 2011 г. незначительно увеличилась в сравнении с 2010 г. и составила $0,83 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Повышенные по сравнению с фоновыми среднеквартальные объемные активности этого радионуклида в 2011 г. наблюдались: в 1-м квартале в п. В. Дуброво Свердловской области (Белоярская АЭС) — $4,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и в Петрозаводске — $4,06 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, во 2-м квартале в п. В. Дуброво — $10,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Владивостоке — $4,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и Огурцово (НЗХК) — $4,75 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в 3-м квартале в п. В. Дуброво — $8,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и в Иркутске (АЭХК и ПЗРО «Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО») — $5,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в 4-м квартале в п. В. Дуброво — $16,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Приведенные значения превышали средневзвешенную по территории РФ объемную активность ^{90}Sr в 8–20 раз, однако, даже самое высокое значение было более чем на шесть порядков ниже допустимой объемной активности ^{90}Sr в воздухе для населения (ДОО_{насел.} = $2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) по НРБ-99/2009. Объемная активность $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое атмосферы, ежемесячно изме-

равшаяся в г. Обнинске, в 2011 г. изменялась от $2,1 \cdot 10^{-9}$ до $25 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³. В целом, среднегодовая объемная активность этого изотопа в воздухе г. Обнинска за этот период составляла $6 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, что на четыре порядка ниже допустимой объемной активности во вдыхаемом воздухе для населения по НРБ-99/2009.

Среднеквартальная объемная активность $^{239,240}\text{Pu}$ в приземном слое воздуха г. Курска в 2011 г. (по измерениям объединенных за квартал проб) составляла $2,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³.

На большей части ЕТР и АТР выпадения ^{137}Cs из атмосферы на подстилающую поверхность до 2011 г. были на уровне или ниже предела обнаружения. Выпадения ^{137}Cs по всем регионам России во 2-ом квартале увеличились в 4–5 раз, что обусловлено поступлением на территорию России техногенных радионуклидов, переносимых воздушными массами от АЭС «Фукусима-1». В целом, годовые выпадения ^{137}Cs , средневзвешенные по территории РФ, в 2011 г. составляли $0,82 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ (в 2008–2010 гг. — менее $0,3 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$). Выпадения ^{90}Sr глобального происхождения на территории РФ за пределами загрязненных зон были ниже предела обнаружения ($< 0,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

Среднемесячное содержание трития (^3H) в атмосферных осадках и месячные выпадения его из атмосферы с осадками в 2011 г. изменялись в диапазоне (2,1–3,4) Бк/л и (54–204) Бк/м²·месяц, соответственно. Из приведенных данных (табл. 2.33) видно, что среднегодовое содержание трития в осадках в 2011 г. незначительно увеличилось и составляло $2,5 \text{ Бк/л}$. Годовые выпадения трития с осадками в 2011 г. также увеличились и составляли $1,21 \text{ кБк/м}^2 \cdot \text{год}$.

На загрязненных в результате Чернобыльской аварии территориях Европейской части России вследствие ветрового подъема пыли с загрязненной почвы и хозяйственной деятельности населения до сих пор наблюдается повышенное содержание радионуклидов в воздухе. Основным дозообразующим радионуклидом на загрязненных территориях является ^{137}Cs .

Выпадения ^{137}Cs в загрязненной зоне уменьшаются, однако до сих пор превышают фоновые уровни, характерные для не загрязненных зон. В 2011 г. выпадения ^{137}Cs в загрязненной зоне, усредненные по 10 пунктам, составляли $1,76 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$. В отдельных населенных пунктах выпадения ^{137}Cs были намного выше. Максимальные выпадения ^{137}Cs в 2011 г. наблюдались в п. Красная Гора Брянской области — $6,11 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$ (в 2004–2010 гг. выпадения ^{137}Cs составляли от $7,8$ до $17,8 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$).

Объемная активность и выпадения ^{90}Sr и суммарной бета-активности радионуклидов на этих территориях в 2011 г. не превышали сред-

них значений, характерных для незагрязненной территории России.

Повышенное содержание техногенных радионуклидов в приземном слое воздуха регулярно регистрируется и в районах, расположенных в 100 км вокруг ПО «Маяк» на Южном Урале. В п. Новогорный (ПО «Маяк») максимальная среднемесячная объемная активность ^{137}Cs ($575 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$) наблюдалась в июле 2011 г. что на шесть порядков ниже ДОО_{нас} по НРБ-99/2009.

Выпадения ^{137}Cs в 100 км вокруг ПО «Маяк», усредненные по 14 пунктам, остались примерно на уровне 4-х предыдущих лет. Средняя годовая сумма выпадений ^{137}Cs из атмосферы в 2011 г. в этом районе ($4,7 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$). Максимальные выпадения ^{137}Cs наблюдались в п. Новогорный — $17,6 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$.

Средняя величина выпадений ^{90}Sr за год вокруг ПО «Маяк» (по тем же пунктам) увеличилась по сравнению с 2010 г. и составила $15,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$. Максимальные выпадения ^{90}Sr наблюдались в п. Худайбердинский — $16,9 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$.

Среднегодовое содержание трития в осадках в 2011 г. в п. Новогорный составляло $46,5 \text{ Бк/л}$, что в 19 раз выше среднего значения по территории РФ (табл. 2.33.).

В 2011 г. заметных изменений в уровнях радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферы в окрестностях АЭС и других радиационно-опасных объектов, за исключением ПО «Маяк», не наблюдалось.

В предыдущие годы ^{131}I в приземном слое атмосферы регистрировался в трех пунктах в зонах влияния РОО: Обнинске (ГНЦ РФ ФЭИ, ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова»), Курске и Курчатове (Курская АЭС). В 2011 г. в связи с аварией на АЭС «Фукусима-1» в конце марта и апреле ^{131}I наблюдался на всей территории России. Поэтому случаев регистрации ^{131}I в воздухе указанных пунктов было гораздо больше. В приземном слое атмосферы г. Обнинска за 2011 г. зарегистрировано 82 случая появления ^{131}I , 35 из них связаны с аварией на АЭС «Фукусима-1» и зарегистрированы в конце марта и апреле, остальные — от местного источника (в 2007–2010 гг. — от 21 до 36 случаев за год). Максимальное значение ОА ^{131}I ($3,88 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^3$) наблюдалось 3–4 апреля и было на 3 ниже допустимого уровня по НРБ-99/2009 ДОО_{нас} = $7,3 \text{ Бк/м}^3$. В приземном слое атмосферы г. Курска за 2011 г. зарегистрировано 38 случаев появления ^{131}I (36 — в марте-апреле; в 2007–2010 гг. — 1–5 случаев в год). Максимальное значение ОА ^{131}I ($3,72 \cdot 10^{-3} \text{ Бк/м}^3$) наблюдалось 3–4 апреля. Максимальные ОА ^{131}I за счет влияния местных источников в указанных пунктах были на 1–2 порядка ниже.

Кроме того, в 2011 г., как и в предшествующие годы, отмечен ряд случаев появления в атмосфе-

ре гг. Курск, Курчатова и Нововоронеж некоторых продуктов деления и нейтронной активации. Как правило, концентрации этих радионуклидов были на 5–7 порядков ниже допустимых для населения по НРБ-99/2009. Появление следов этих радионуклидов в атмосфере указанных городов однозначно связано с деятельностью расположенных вблизи этих городов РОО, таких как Курская и Нововоронежская АЭС.

2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод

Основной вклад в радиоактивное загрязнение поверхностных вод на территории России вносит техногенный ^{90}Sr , смываемый осадками с загрязненной глобальными выпадениями поверхности почвы.

В среднем, в воде рек России объемная активность ^{90}Sr за последние 10 лет постепенно уменьшается (табл. 2.33). В 2011 г. она составила 4,1 мБк/л. Это значение на три порядка ниже уровня вмешательства для населения УВ = 4,9 Бк/л при поступлении этого радионуклида с водой. Восреднесение не включались результаты измерений ^{90}Sr в речной воде, отобранной в пп. Чердын (р. Колва), Рябино (р. Вишера), Тюлькино (р. Кама), расположенных в регионе, где возможно прослеживается влияние одновременного взрыва трех зарядов (мощностью 15 кт каждый), проведенного в мирных целях («Канал») в марте 1971 г. на глубине 128 м. Средние за три квартала объемные активности ^{90}Sr в речной воде указанных пунктов в 2011 г. составляли 7–9 мБк/л, соответственно. Эти значения в 2 раза выше среднего по рекам России.

Объемная активность трития в водах устьевых участков основных рек России, как видно из табл. 2.33, со временем медленно уменьшается, также как и активность трития в осадках. В 2011 г. практически во всех пунктах наблюдения она осталась на уровне 2010 г. Средняя удельная активность ^3H в основных реках России колебалась в пределах (1,6–2,5) Бк/л (табл. 2.33.). Меньшее из этих значений относится к р. Волга (п. Брейтово), а большее — к р. Ниж. Тунгуска (п. Тура).

На АТР наиболее загрязненной остается р. Теча, вследствие фильтрации вод через плотину из искусственных и естественных водоемов на территории ПО «Маяк» в обводные каналы и выноса радионуклидов из Асановских болот. В связи с прекращением прямых сбросов в р. Течу жидких радиоактивных отходов, а также в связи со строительством в 1951–1964 гг. плотин и обводных каналов, поступление радионуклидов в р. Течу было существенно ограничено. Тем не менее, загрязнение реки радионуклидами, в

большой степени ^{90}Sr , до сих пор остается достаточно высоким. Этот радионуклид более чем на 95% находится в водорастворимом состоянии и поэтому мигрирует на большие расстояния по гидрографической системе. В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозобразующим радионуклидом. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслумово) в 2011 г. была примерно на уровне 2010 г. и составляла 15,1 Бк/л. Это значение в 3,1 раза выше уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 и более чем на три порядка выше фонового уровня для рек России. В воде р. Исети (п. Мехонское, Шадринск, Красноисетское), после впадения в нее рек Течи и Миасса, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr изменялась от 1 до 2,3 Бк/л, что в 2–5 раз ниже УВ. В р. Тече наблюдалось и повышенное содержание трития по сравнению с фоновыми уровнями для рек России. Среднегодовая объемная активность трития в 2011 г. в р. Тече (п. Муслумово) составляла 260 Бк/л, что превышает фоновый уровень (1,7 Бк/л) более, чем в 100 раз.

Уровни загрязнения морской воды ^{90}Sr практически мало меняются от года к году. Среднегодовые объемные активности этого радионуклида в 2011 г. в поверхностных водах Белого, Баренцева, Каспийского, Охотского и Японского морей, а также в водах Тихого океана у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) колебались в пределах от 1,2 мБк/л в водах Авачинской губы до 5,1 мБк/л в водах Каспийского моря.

2.6.3. Радиоактивное загрязнение местности

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2011 г., повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве и практически не сказалось на уровнях загрязнения, сложившихся ранее.

Географическое распределение техногенного радиоактивного загрязнения почвы на территории России в 2011 г. не изменялось.

В течение 2011 г. мощность экспозиционной дозы γ -излучения на местности (МЭД), кроме загрязненных районов, на территории Российской Федерации была в пределах колебаний естественного радиационного фона.

Измерения МЭД, проведенные в марте-апреле 2011 г. на всей территории РФ, не выявили ни одного случая превышения пределов обычных фоновых колебаний этого параметра радиационной обстановки.

После Чернобыльской аварии некоторые территории Европейской части РФ были загрязнены техногенными радионуклидами. Радиационная обстановка на этих территориях до сих пор определяется наличием долгоживущего продук-

та аварии — ^{137}Cs . Наибольшие площади загрязнения расположены в Брянской, Калужской и Тульской областях. В этих районах после аварии регистрируются повышенные значения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, которые мало меняются от года к году. В 2011 г. на территориях с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs 5–15 Ки/км² значения МЭД изменялись: от 25 мкР/ч до 46 мкР/ч (н.п. Ущерье Клинецовского района Брянской области); от 17 мкР/ч до 33 мкР/ч (н. п. Творишино Гордеевского района Брянской области, г. Плавск Тульской области). На территориях с плотностью загрязнения ^{137}Cs 1–5 Ки/км² значения МЭД колебались в пределах от 11 до 24 мкР/ч (п. Узловая Тульской области, н. п. Мартыановка Клинецовского района и пгт. Красная Гора Красногорского района Брянской области), от 12 до 31 мкР/ч (п. Жиздра Калужской области). Эти значения мало отличаются от данных предыдущего года.

На Азиатской территории России (АТР) имеется несколько зон, загрязненных в результате радиационных аварий на предприятиях ядерного топливного цикла. Наиболее значительным является Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), который образовался в результате взрыва емкости с радиоактивными отходами на ПО «Маяк» 29 сентября 1957 г. В зоне ВУРС приоритетным нуклидом является ^{90}Sr . Кроме ВУРС, в районе ПО «Маяк» имеется «цезиевый» радиоактивный след. Своим происхождением он обязан ветровым выносам радиоактивной пыли с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда ранее сливались жидкие радиоактивные отходы этого предприятия. Этот след расположен широким веером и частично наложился на зону ВУРС. Загрязнение почвы ^{137}Cs и ^{90}Sr в этих районах АТР в 2010 г. не изменилось и подробно описано в «Обзоре загрязнения окружающей природной среды в Российской Федерации в 2003 г.» Среднегодовая МЭД на этих территориях по данным 12 пунктов наблюдения 10–1 мкР/ч, что находится в пределах колебаний естественного радиационного фона на территории России.

2.6.4. Радиоактивное загрязнение окружающей среды на территории РФ в период аварии на АЭС «Фукусима-1»

В связи с произошедшей 11 марта 2011 года аварией на АЭС «Фукусима-1», в результате землетрясения в Японии, сеть радиационного мониторинга Дальневосточного региона и отдельных регионов РФ была переведена в режим повышенной готовности с изменением регламента наблюдений и ежесуточным измерением загрязнения воздуха техногенными радионуклидами. В г. Южно-Сахалинск ФГБУ «НПО «Тай-

фун» была направлена лаборатория радиационной разведки.

Всего по результатам наблюдений СРМ в период 12.03–30.04.2011 г. поступление воздушных масс, содержащих радиоактивные продукты аварии на АЭС «Фукусима-1», было зарегистрировано в приземной атмосфере в 30 пунктах наблюдения за радиоактивными аэрозолями и 25 пунктах наблюдения за радиоактивными выпадениями.

На ЕТР ^{131}I впервые был зарегистрирован 23 марта в п. Подмосковная, Курске и Обнинске, 26 марта — на юге и севере Сибири в Омске и Салехарде. С 27 марта ^{131}I с невысокой объемной активностью от $1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $30 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ наблюдался уже на всей территории страны.

На Дальнем Востоке первые измерения показали, что радиоактивные продукты достигли Южно-Курильска 14–15 марта. 20–21 марта аварийные радионуклиды были обнаружены в Южно-Сахалинске, 24–26 марта — во Владивостоке, Хабаровске и Благовещенске. Объемные активности радионуклидов были в 2–5 раз ниже, чем в центре ЕТР. Максимальная ОА радионуклидов наблюдалась 4–5 апреля в Благовещенске и составляла для ^{131}I $2 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³, для ^{137}Cs и ^{134}Cs — $2,4 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³ и $2,7 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³ соответственно.

Измерения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, проведенные в марте — апреле 2011 г. на всей СРМ, не выявили ни одного случая превышения пределов обычных фоновых колебаний этого параметра радиационной обстановки.

Результаты наблюдений за изменением радиационной обстановки после аварии на АЭС «Фукусима» позволили получить надежные экспериментальные данные по пространственно-временному распределению аварийных радионуклидов и сделать заключение о том, что содержание радионуклидов было на 3–6 порядков ниже значений допустимой среднегодовой объемной активности для населения, установленной нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009, и не представляла опасности для здоровья населения.

Экспедиционные исследования радиоактивного загрязнения Японского моря и северо-западной части Тихого океана после аварии на АЭС «Фукусима-1»

В период с 22 апреля по 20 мая 2011 г. под патронажем Русского географического общества на НИС «Павел Гордиенко» (87-й рейс) ФГБУ «ДВНИГМИ» Росгидромета были проведены экспедиционные исследования в Японском море и северо-западной части Тихого океана (в

районе, примыкающем к Курильским островам, а также на северной границе течения Куро-сио напротив острова Хоккайдо).

В ходе рейса постоянно регистрировалась мощность дозы гамма-излучения, отбирались пробы морской воды по маршруту судна, проводился непрерывный мониторинг содержания радионуклидов в атмосфере.

Мощность дозы гамма-излучения над поверхностью морской воды во время проведения рейса находилась в пределах 0,03–0,08 мкЗв/ч, в среднем составляя 0,07 мкЗв/ч. Эти значения ниже типичного для России среднего уровня 0,10–0,12 мкЗв/ч над поверхностью земли.

Производился отбор проб аэрозолей воздуха (экспонировано и проанализировано 29 фильтров). Зарегистрированные максимальные объемные активности составили $4 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³ для ¹³¹I, $29 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³ для ¹³⁴Cs и $32 \cdot 10^{-4}$ Бк/м³ для ¹³⁷Cs. Однако даже эти максимальные значения более чем в 10 000 раз ниже нормативов НРБ-99/2009. Вблизи российского дальневосточного побережья присутствие гамма-излучателей из состава выбросов на АЭС «Фукусима-1» в пробах атмосферных аэрозолей практически не регистрировалось. Результаты оперативных бортовых измерений содержания ¹³¹I, ¹³⁴Cs и ¹³⁷Cs в пробах атмосферных аэрозолей были подтверждены последующим лабораторным гамма-спектрометрическим анализом.

В рейсе выполнялся отбор проб морской воды для анализа на содержание в ней техногенных радионуклидов, таких как ¹³⁴Cs, ¹³⁷Cs, ⁹⁰Sr, ²³⁹,²⁴⁰Pu, ²³⁸Pu и тритий. В течение рейса всего было отобрано 29 проб морской воды с различных горизонтов (от 0 до 250 м) для анализа на содержание техногенных радионуклидов. Присутствие ¹³⁴Cs (являющегося индикатором «фукусимского» загрязнения) и ¹³⁷Cs в морской воде в ходе бортовых измерений было зарегистрировано практически во всех точках отбора проб по маршруту судна. Количественные оценки степени

опасности максимальных зарегистрированных значений объемной активности радионуклидов цезия в морской воде в районах побережья российского Дальнего Востока показали, что они примерно в тысячу раз ниже уровней вмешательства для питьевой воды и не представляют опасности для населения и морской биоты.

Данные углубленных радионуклидных анализов, проведенных в стационарных лабораториях участвовавших в рейсе организаций, полностью подтвердили результаты бортовых измерений и сделанный на их основе вывод об отсутствии опасности наблюдаемых в районах российского побережья Дальнего Востока уровней загрязнения морской воды гамма-излучателями из состава аварийных выбросов на АЭС «Фукусима-1». По результатам лабораторного анализа, содержание ⁹⁰Sr в морской воде исследованных районов (слой 0–100 м) находилось в интервале 0,7–2,4 Бк/м³, что соответствует диапазону регионального техногенного фона (УВ по ⁹⁰Sr составляет 4900 Бк/м³). То же относится и к тритию, измеренные объемные активности этого радионуклида в воде обследованных акваторий (слой 0–100 м) составили 0,5–2,4 кБк/м³ (УВ 7600 кБк/м³). Содержание изотопов плутония ²³⁹,²⁴⁰Pu в морской воде на большей части станций пробоотбора также соответствовало региональному техногенному фону и лежало в пределах 7–58 мБк/м³ для растворенной фракции и 0,1–1,1 мБк/м³ на взвеси (УВ 550 Бк/м³).

Таким образом, в дополнение к сделанному на основании данных оперативной бортовой гамма-спектрометрии выводу о том, что наблюдаемые в районах российского побережья Дальнего Востока уровни загрязнения гамма-излучателями из состава аварийных выбросов и сбросов на АЭС «Фукусима-1» опасности не представляют, лабораторный радионуклидный анализ не выявил воздействия переноса продуктов аварии на содержание ⁹⁰Sr, трития и ²³⁹,²⁴⁰Pu в морской воде исследованных районов.

3. Загрязнение окружающей среды регионов России

3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов

3.1.1. Характеристики загрязнения атмосферного воздуха

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились в 252 городах, на 683 станциях, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 222 городах на 623 станциях (рис. 3.1–3.2), дополнительно проводились эпизодические наблюдения в 7 населенных пунктах.

В 2011 году было выполнено 4,4 млн наблюдений, в том числе на сети Росгидромета 4,1 млн.

Для определения уровня загрязнения атмосферы используются следующие характеристики загрязнения воздуха:

- средняя концентрация примеси, $\text{мг}/\text{м}^3$ или $\text{мкг}/\text{м}^3$ ($q_{\text{ср}}$);
- среднее квадратическое отклонение $q_{\text{ср}}$, $\text{мг}/\text{м}^3$ или $\text{мкг}/\text{м}^3$ ($\sigma_{\text{ср}}$);
- максимальная разовая концентрация примеси, $\text{мг}/\text{м}^3$ или $\text{мкг}/\text{м}^3$ ($q_{\text{м}}$);

Загрязнение воздуха определяется по значениям средних и максимальных разовых концентраций примесей. Степень загрязнения оценивается при сравнении фактических концентраций с ПДК.

ПДК — предельно допустимая концентрация примеси для населенных мест, установленная

Минздравсоцразвития России (Гигиенические нормативы ГН 2.16.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»).

Средние концентрации сравниваются с ПДК среднесуточными (ПДК с.с.), максимальные из разовых концентраций — с ПДК максимально разовыми (ПДК м.р.).

Используются показатели качества воздуха:

- ИЗА — комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций. Показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха.

- СИ — наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК. Она определяется из данных наблюдений на станции за одной примесью, или на всех станциях рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год. В тексте приведено количество городов, в которых СИ > 5 или СИ > 10.

В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения считается повышенным при ИЗА от 5 до 6, СИ < 5, высоким при ИЗА от 7 до 13, СИ от 5 до 10 и очень высоким при ИЗА равном или больше 14, СИ > 10.

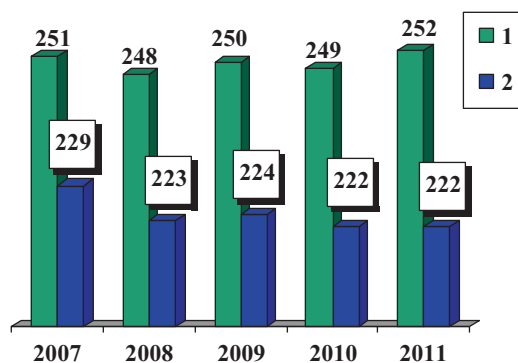


Рис. 3.1. Количество городов с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

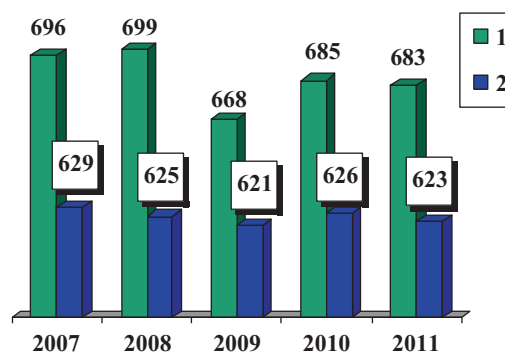


Рис. 3.2. Количество станций в городах с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха за 5 лет

По данным регулярных наблюдений на станциях Росгидромета за период 2007–2011 гг. понизились средние за год концентрации оксида азота на 11%, бенз(а)пирена — на 17%, взвешенных веществ, диоксида азота и оксида углерода — на 5–6%, диоксида серы и формальдегида — не изменились (табл. 3.1).

Табл. 3.1. Тенденция изменений средних концентраций примесей в городах РФ за период 2007–2011 гг.

Примесь	Количество городов	Тенденция средних за год концентраций, %
Взвешенные вещества	225	-5,0
Диоксид серы	235	0
Диоксид азота	237	-5,0
Оксид азота	140	-11,0
Оксид углерода	210	-6,0
Бенз(а)пирен	171	-17,0
Формальдегид	151	0

Количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышали 1 ПДК, за пять лет уменьшилось на 6 (рис. 3.3). Количество городов, в которых максимальные концентрации превышают 10 ПДК, за пять лет возросло на 5, а по сравнению с 2010 г. снизилось на 8.

Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю ИЗА) как высокий и очень высокий, за пять лет уменьшилось на 16 (рис. 3.4), что обусловлено снижением за этот период концентраций бенз(а)пирена (БП) и других веществ.

В Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в России включено 27 городов (табл. 3.4), т.е. за пять лет количество городов уменьшилось на 10.

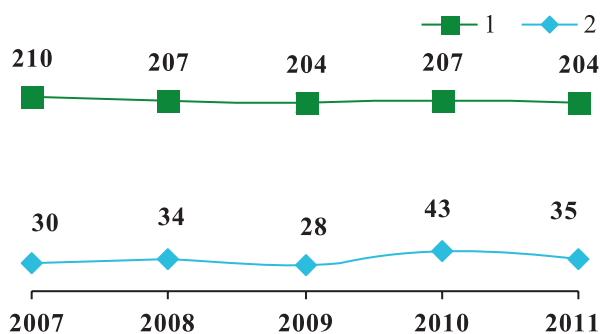


Рис. 3.3. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации одного или нескольких веществ превышали 1 ПДК (1), отмечались значения СИ больше 10 (2)

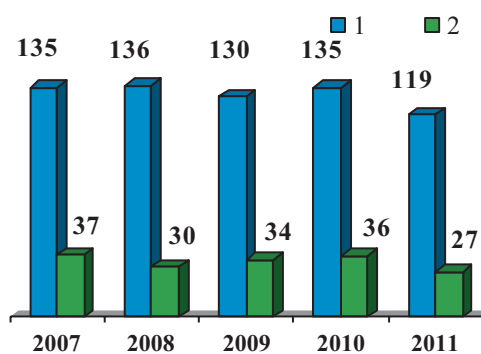


Рис. 3.4. Количество городов, в которых уровень загрязнения высокий и очень высокий (ИЗА > 7) (1), в том числе городов в Приоритетном списке (2)

Тенденция изменений загрязнения воздуха отдельными веществами

Количество городов, где средние концентрации диоксида азота превышали 1 ПДК, за пять лет уменьшилось на 10 (рис. 3.5).

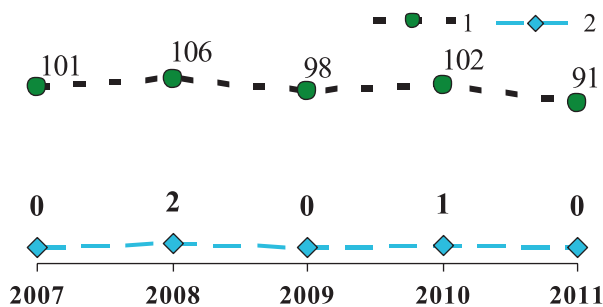


Рис. 3.5. Количество городов, в которых средне-годовые концентрации диоксида азота превышали 1 ПДК (1), СИ диоксида азота больше 10 (2)

Количество городов, где средние за год концентрации взвешенных веществ превышали 1 ПДК, за пять лет не изменилось. Количество городов, где максимальные разовые концентрации превышали 10 ПДК, за пять лет возросло на 2 города, а по сравнению с предыдущим годом уменьшилось на 3 (рис. 3.6).

Количество городов, где среднегодовые концентрации формальдегида превышают 1 ПДК, за пять лет увеличилось на 16 (рис. 3.7).

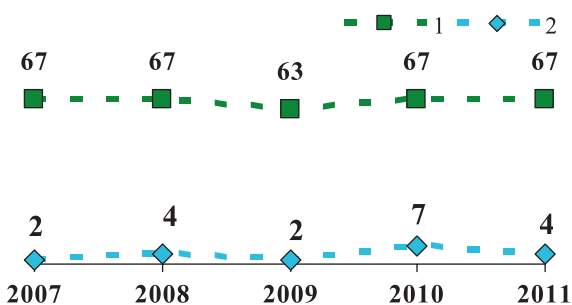


Рис. 3.6. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации взвешенных веществ превышали 1 ПДК (1), СИ взвешенных веществ больше 10 (2)

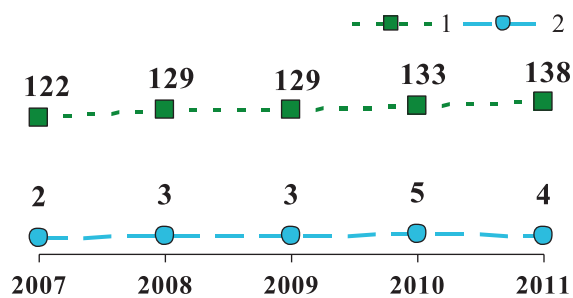


Рис. 3.7. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации формальдегида превышали 1 ПДК, СИ формальдегида больше 10 (2)

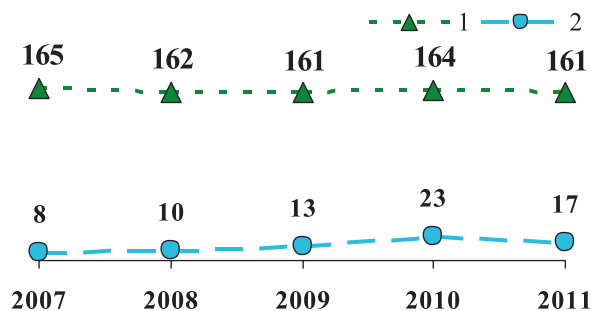


Рис. 3.8. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации бенз(а)пирена превышали 1 ПДК (1), СИ бенз(а)пирена больше 10 (2)

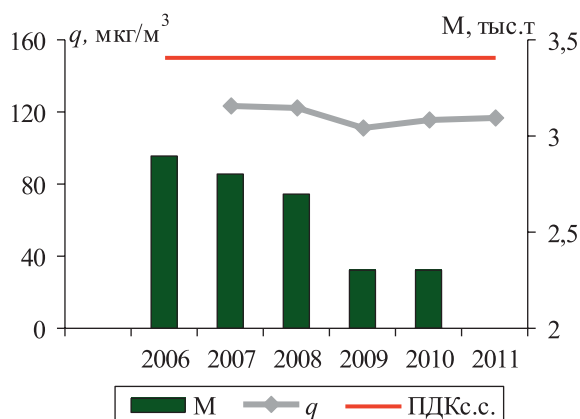


Рис. 3.9. Среднегодовые концентрации (q) взвешенных веществ и выбросы (M) твердых веществ от стационарных источников

Количество городов, где среднегодовые концентрации бенз(а)пирена превышают 1 ПДК за пять лет уменьшилось на 4 (рис. 3.8). Вместе с тем, количество городов, в которых максимальные из средних за месяц концентрации бенз(а)пирена превышали 10 ПДК, за последние 5 лет увеличилось на 9.

Общий характер тенденции средних концентраций взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, оксидов азота и бенз(а)пирена за последние пять лет показан на рис. 3.9–3.13.

Среднегодовые концентрации взвешенных веществ снизились на 5,0%, выбросы твердых

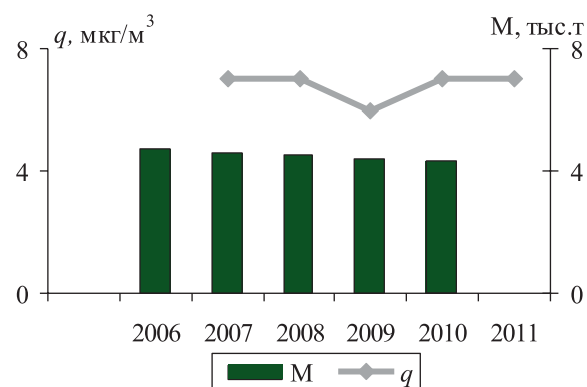


Рис. 3.10. Среднегодовые концентрации (q) и выбросы (M) диоксида серы от стационарных источников

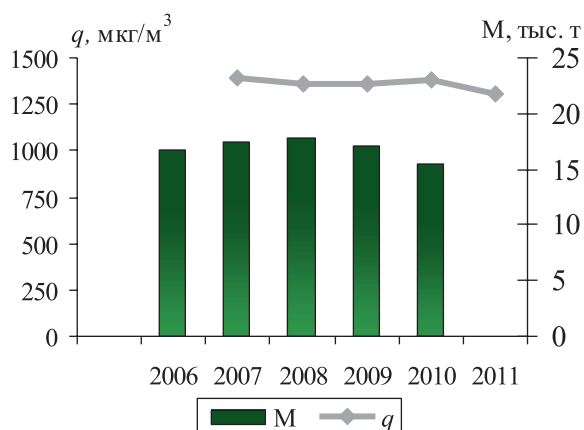


Рис. 3.11. Среднегодовые концентрации (q) и суммарные выбросы (M) оксида углерода

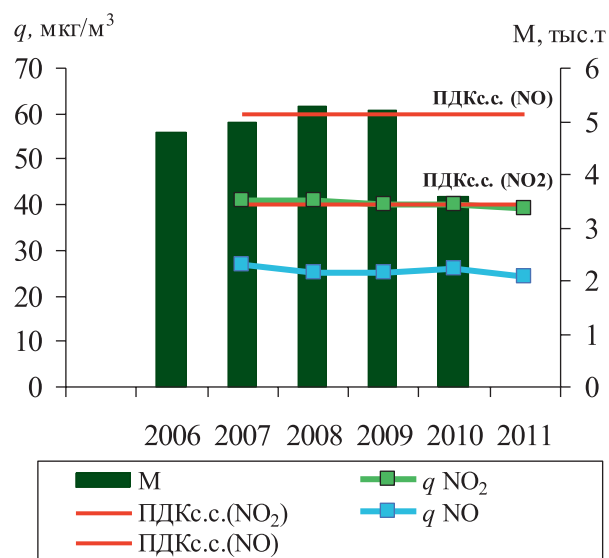


Рис. 3.12. Среднегодовые концентрации диоксида (q_{NO_2}) и оксида азота (q_{NO}) и суммарные выбросы (M) NOx (в пересчете на NO_2)

веществ за период 2006–2010 гг. снизились на 20,7% (рис. 3.9.).

Среднегодовые концентрации диоксида серы за последние пять лет не изменились, выбросы за период 2006–2010 гг. снизились — на 8,5% (рис. 3.10).

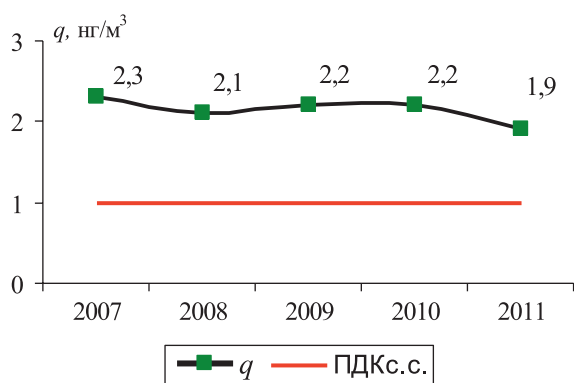


Рис. 3.13. Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена

Средние за год концентрации оксида углерода снизились на 6% (рис. 3.11), а суммарные выбросы от стационарных источников и автотранспорта за период 2006–2010 гг. снизились на 7,8%.

Средние концентрации диоксида азота снизились на 5%, оксида азота — на 11% (рис. 3.12). Суммарные выбросы (M) NO_x (в пересчете на NO_2) за период 2006–2010 гг. снизились на 25%.

Средние концентрации бенз(а)пирена за пять лет снизились на 17,0% (рис. 3.13).

3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах страны

Средние и средние из максимальных концентрации основных загрязняющих веществ, полученные по данным регулярных наблюдений в 252 городах России, представлены в табл. 3.2.

Табл. 3.2. Сведения о степени загрязнения воздуха городов России по данным регулярных наблюдений в 2011 г.

Примесь	Число городов	Средние концентрации (мкг/м³)	
		q_{cp}	q_m
Взвешенные вещества	225	117	989
Диоксид азота	237	39	308
Оксид азота	140	24	233
Диоксид серы	235	7	193
Оксид углерода	210	1308	8664
Бенз(а)пирен (q , мкг/м³ · 10 ⁻³)	171	1,9	5,0
Формальдегид	151	76	

Данные наблюдений показывают, что уровень загрязнения атмосферы остается высоким. В 119 городах (58% городов) степень загрязнения воздуха оценивается как очень высокая и высокая (рис. 3.14) и только в 17% городов — низкая.

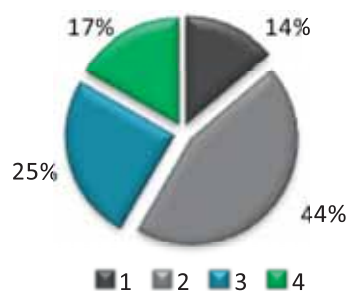


Рис. 3.14. Количество городов (%), где ИЗА ≥ 14 (1), 7–13 (2), 5–6 (3), ≤ 5 (4)

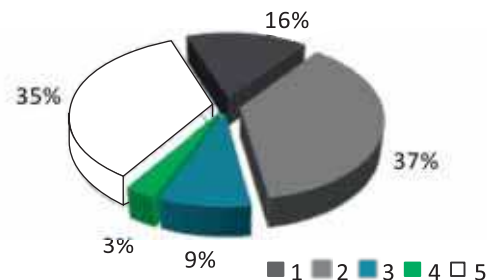


Рис. 3.15. Численность населения (%) в городах, где ИЗА ≥ 14 (1), 7–13 (2), 5–6 (3), ≤ 5 (4), уровень загрязнения не оценивался из-за отсутствия наблюдений или их недостаточного количества (5)

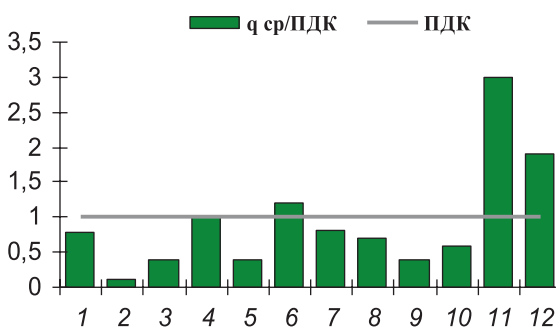


Рис. 3.16. Средние концентрации примесей в городах России:

1 — взвешенные вещества (225); 2 — диоксид серы (235); 3 — оксид углерода (210); 4 — диоксид азота (237); 5 — оксид азота (140); 6 — сероуглерод (7); 7 — фенол (99); 8 — фторид водорода (32); 9 — хлорид водорода (35); 10 — аммиак (69); 11 — формальдегид (151); 12 — БП (171). Цифры в скобках указывают количество городов, в которых проводились наблюдения за данной примесью

В городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха проживает 55,1 млн человек, что составляет 53% городского населения России (рис. 3.15, табл. 3.3).

На рис. 3.16 показаны средние концентрации примесей в целом по городам России в единицах ПДК. Средние концентрации формальдегида были выше ПДК в 3 раза, бенз(а)пирена — в 1,9 раз, сероуглерода — в 1,2 раза, концентрации других веществ не превышали 1 ПДК.

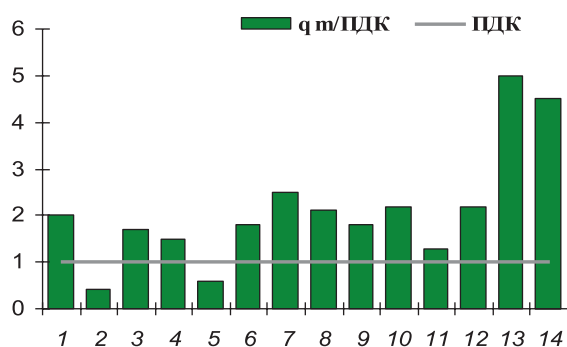


Рис. 3.17. Средние из максимальных концентрации примесей в городах России

1 — взвешенные вещества; 2 — диоксид серы; 3 — оксид углерода; 4 — диоксид азота; 5 — оксид азота; 6 — сероводород; 7 — сероуглерод; 8 — фенол; 9 — фторид водорода; 10 — хлорид водорода; 11 — аммиак; 12 — формальдегид; 13 — бенз(а)пирен; 14 — этилбензол

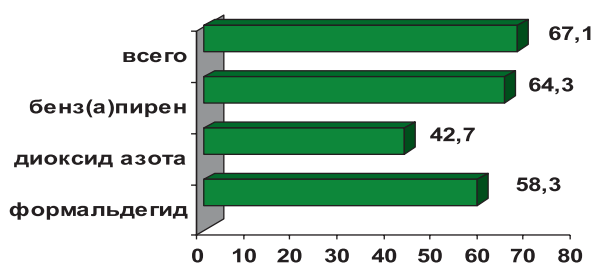


Рис. 3.18. Число жителей в городах (млн), находящихся под воздействием средних концентраций примесей в воздухе выше 1 ПДК

В целом по городам России средние из максимальных концентраций всех измеряемых примесей, кроме диоксида серы и оксида азота, превышают 1 ПДК. Средние из максимальных концентрации аммиака, диоксида азота, оксида углерода, сероводорода и фторида водорода составили 1,3–1,8 ПДК, взвешенных веществ, фенола, хлорида водорода, сероуглерода и формальдегида были выше ПДК в 2 и более раз, этилбензола — в 4,5 раза, бенз(а)пирена — в 5 раз (рис. 3.17).

В 204 городах (81% городов, где проводятся наблюдения) средние за год концентрации какого-либо вещества превышали 1 ПДК. В этих городах проживает 67,1 млн чел. (рис. 3.18). Средние за год концентрации взвешенных веществ превышали 1 ПДК в 68 городах, бенз(а)пирена — в 161 городе, диоксида азота — в 91 городе, формальдегида — в 138 городах.

Максимальные концентрации превышали 10 ПДК в 35 городах (табл. 3.3). В этих городах проживает 11,8 млн. человек (рис. 3.19). Концентрации бенз(а)пирена превышают 10 ПДК в 17 городах с населением 7,2 млн человек, 5 ПДК — в 51 городе с населением 27,2 млн человек.

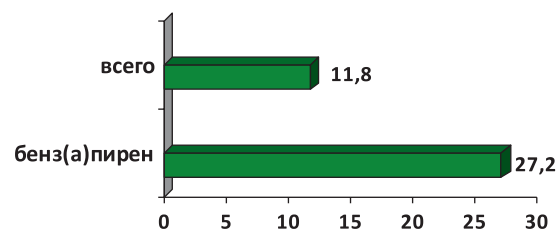


Рис. 3.19. Число жителей в городах (млн), находящихся под воздействием максимальных концентраций примесей в воздухе выше 10 ПДК (всего) и 5 ПДК бенз(а)пирена

Максимальные концентрации сероводорода, взвешенных веществ и формальдегида превышают 10 ПДК (каждого загрязняющего вещества) в 4 городах.

В поселках Горный и Октябрьский, где проводятся работы по уничтожению химического оружия, зафиксировано превышение 10 ПДК_{м.р.} оксида углерода.

Всего за год отмечен 161 случай превышения 10 ПДК_{м.р.} различных загрязняющих веществ.

Приоритетный список 2011 г. включает 27 городов с общим числом жителей в них 16,3 млн. человек (табл. 3.4). В этот список включены города с очень высоким уровнем загрязнения воздуха, для которых комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) равен или выше 14.

В Норильске формирование очень высокого уровня загрязнения обусловлено значительными выбросами диоксида серы, составляющими более 1,9 млн. тонн в год.

Почти во всех городах очень высокий уровень загрязнения связан со значительными концентрациями бенз(а)пирена и формальдегида, в 15 — с концентрациями взвешенных веществ, в 14 — диоксида азота, в 8 — фенола.

В Ясной Поляне очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха обусловлен, в основном, высокими концентрациями формальдегида.

В Приоритетный список вошли 4 города с предприятиями нефтехимической промышленности, 6 городов — с предприятиями металлургии, 6 городов — с предприятиями химической промышленности; во многих городах определяющий вклад в загрязнение вносят предприятия ТЭК и автотранспорт.

Наиболее высокий уровень загрязнения воздуха из городов Приоритетного списка в течение длительного периода отмечается в Братске. Средние концентрации бенз(а)пирена, сероуглерода и формальдегида в этом городе составили 4–6 ПДК, диоксида азота и взвешенных веществ — 1,4 ПДК.

Табл. 3.3. Перечень городов Российской Федерации, в которых были зарегистрированы случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха (максимальные разовые концентрации отдельных примесей 10 ПДК_{м.р.} и более) в 2011 году

Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК ¹	Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК ¹
Архангельск	бенз(а)пирен ³	8	23,0	Никель	диоксид серы	13	12,8
Ачинск	бенз(а)пирен ⁴	1	10,4	Новоалександровск	взвешенные вещества ³	1	10,7
Белоярский	формальдегид	1	19,9	Новокузнецк	бенз(а)пирен ⁴	9	14,0
Братск	бенз(а)пирен ⁴	3	16,5	Новороссийск	формальдегид	17	18,9
Владикавказ	медь ⁴	8	16,0	Новосибирск	бенз(а)пирен ⁴	1	11,1
Горный	оксид углерода	1	13,5	пос. Октябрьский	оксид углерода	1	15,3
Зима	бенз(а)пирен ⁴	1	10,8		диоксид серы	1	10,7
Иркутск	бенз(а)пирен ⁴	1	13,1	Партизанск	бенз(а)пирен ⁴	1	11,9
Казань	ксилол	1	13,0	Рязань	фенол	1	11,1
Кемерово	бенз(а)пирен ⁴	1	18,0	Светогорск	сероводород	1	12,5
				Томск	формальдегид	1	25,6
Корсаков	взвешенные вещества ³	11	15,3	Уссурийск	бенз(а)пирен ⁴	2	15,0
Красноярск	бенз(а)пирен ⁴	5	20,0	Уфа	этилбензол	2	14,0
Кстово	ксилол	1	14,0		сероводород	2	13,0
Курган	бенз(а)пирен ⁴	1	11,8	Челябинск	этилбензол ²	1	11,4
					бенз(а)пирен ⁴	2	13,2
Магнитогорск	бенз(а)пирен ⁴	4	24,4	Череповец	сероводород	22	12,8
Махачкала	взвешенные вещества	1	14,6	Черногорск	бенз(а)пирен ⁴	3	17,8
Мирный	сероводород	2	13,5	Южно-Сахалинск	сажа	2	12,3
					взвешенные вещества ³	2	13,3
					бенз(а)пирен ⁴	2	10,3
Назарово	бенз(а)пирен ⁴	2	11,7	Ясная Поляна	формальдегид ⁵	21	45,1

¹ Приведены наибольшие разовые концентрации примеси, деленные на максимально разовую ПДК_{м.р.}² Приведена наибольшая из среднесуточных концентраций, деленная на ПДК_{м.р.}³ Приведены среднесуточные концентрации, деленные на ПДК_{с.с.}⁴ Приведены среднесуточные концентрации, деленные на ПДК_{с.с.}⁵ Приведена максимальная из разовых концентрация, деленная на ПДК_{м.р.} леса.

Табл. 3.4. Города с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы и вещества, его определяющие, в 2011 г.

Город	Вещества, определяющие очень высокий уровень ЗА	Город	Вещества, определяющие очень высокий уровень ЗА
Ачинск	ВВ, NO ₂ , БП, Ф	Нерюнгри	ВВ, БП, Ф
Белоярский	Ф, фенол	Нижний Тагил	БП, Ф
Братск	ВВ, NO ₂ , БП, Ф, CS ₂	Новокузнецк	ВВ, NO ₂ , БП, Ф
Волжский	NO ₂ , NH ₃ , БП, Ф	Новочебоксарск	БП, Ф
Дзержинск	ВВ, NH ₃ , БП, фенол, Ф	Новочеркасск	ВВ, фенол, Ф, CO, NO ₂
Заринск	NO ₂ , фенол, Ф	Норильск	Выбросы SO ₂ и NO ₂
Зима	NO ₂ , БП, Ф	Радужный	Ф, фенол
Иваново	БП, Ф, фенол	Селенгинск	ВВ, NO ₂ , БП, фенол, Ф
Иркутск	ВВ, NO ₂ , БП, Ф	Соликамск	NH ₃ , БП, Ф
Красноярск	ВВ, NO ₂ , БП, Ф, NH ₃	Черногорск	ВВ, БП, Ф
Лесосибирск	ВВ, БП, фенол, Ф	Чита	ВВ, NO ₂ , БП, Ф
Магнитогорск	ВВ, NO ₂ , БП, Ф	Южно-Сахалинск	ВВ, NO ₂ , БП, сажа, Ф
Минусинск	ВВ, БП, Ф	Ясная Поляна	Ф
Москва	NO ₂ , БП, Ф		

Ф — формальдегид, ВВ — взвешенные вещества, БП — бенз(а)пирен, ЭБ — этилбензол.

Города Приоритетного списка не ранжируются по степени загрязнения воздуха.

Табл. 3.5. Характеристики уровня загрязнения воздуха в субъектах РФ в 2011 г.

Субъекты РФ	Количество городов, в которых		
	ИЗА > 7	Q > ПДК	СИ > 10
Республика Башкортостан	3	5	1
Республика Бурятия	2	4	0
Республика Дагестан	1	1	1
Карачаево-Черкесская Республика	0	0	0
Республика Карелия	0	2	0
Республика Коми	1	3	0
Республика Мордовия	1	1	0
Республика Саха (Якутия)	3	3	1
Республика Северная Осетия – Алания	0	1	1
Республика Татарстан	3	3	1
Республика Тыва	1	1	0
Удмуртская Республика	1	1	0
Республика Хакасия	3	3	1
Чувашская Республика	2	2	0
Алтайский край	3	3	0
Забайкальский край	2	3	0
Камчатский край	1	2	0
Краснодарский край	2	3	1
Красноярский край, вкл. Таймырский АО ¹	6	7	3
Пермский край	4	4	0
Приморский край	2	7	2
Ставропольский край	1	5	0
Хабаровский край	3	4	0
Амурская обл.	1	3	0
Архангельская обл.	1	4	1
Астраханская область	1	1	0
Белгородская область	2	3	0
Брянская область	1	1	0
Владимирская область	1	1	0
Волгоградская область	2	3	0
Вологодская область	1	2	1
Воронежская область	1	1	0
Ивановская область	1	1	0
Иркутская область	7	13	3
Калининградская область	1	1	0
Калужская область	1	1	0
Кемеровская область	3	3	2
Кировская область	1	2	0
Костромская область	0	2	0
Курганская область	1	1	1
Курская область	1	1	0
Ленинградская область	0	3	1
Липецкая область	1	1	0
Магаданская область	1	1	0
Московская область	1	9	0
Мурманская область	0	5	1
Нижегородская область	2	5	1
Новгородская область	0	1	0
Новосибирская область	1	3	1

Окончание табл. 3.5

Субъекты РФ	Количество городов, в которых		
	ИЗА > 7	Q > ПДК	СИ > 10
Омская область	0	1	0
Оренбургская область	4	5	0
Орловская область	1	1	0
Пензенская область	1	1	0
Псковская область	0	2	0
Ростовская область	4	6	0
Рязанская область	1	1	1
Самарская область	4	8	0
Саратовская область	2	2	2
Сахалинская область	2	6	3
Свердловская область и Екатеринбург	4	5	0
Смоленская область	0	1	0
Тамбовская область	0	1	0
Тверская область	1	1	0
Томская область	1	1	1
Тульская область	3	3	1
Тюменская область	1	2	0
Ульяновская область	1	1	0
Челябинская область	3	3	2
Ярославская область	0	2	0
г. Москва	1	1	0
г. Санкт-Петербург	1	1	0
Еврейская автономная область	1	1	0
Ханты-Мансийский АО (Югра)	4	7	1
Ямало-Ненецкий АО	1	1	0
Всего по РФ	119	204	35

¹ По данным о выбросах за 2010 г. в Норильске.

3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха по территориям субъектов Российской Федерации

В 119 городах РФ уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий (ИЗА > 7). На территории Красноярского края имеются 5 городов, в Иркутской области — 7 городов с таким уровнем загрязнения, в Пермском крае, Оренбургской, Ростовской, Самарской, Свердловской областях и Ханты-Мансийском АО (Югра) — 4 города (табл. 3.5).

В 30 субъектах РФ, где наблюдения проводятся только в 1–3 городах, в каждом из них наблюдается высокий и очень высокий уровень загрязнения воздуха, в Пермском крае таких городов 4.

В 204 городах РФ средняя за год концентра-

ция одного или нескольких веществ превышает ПДК ($Q > 1$ ПДК).

В Республике Башкортостан, Мурманской, Нижегородской, Оренбургской, Ростовской, Самарской, Сахалинской и Свердловской областях (и Екатеринбург), Красноярском, Приморском и Ставропольском краях, Ханты-Мансийском АО (Югра) имеется 5–8 таких городов, в Московской области — 9, в Иркутской обл. — 13.

В Карачаево-Черкесской Республике отсутствуют города, в которых средняя за год концентрация одного или нескольких веществ превышала бы ПДК.

В городах 25 субъектов Российской Федерации максимальная концентрация какого-либо вещества превышала 10 ПДК ($СИ > 10$). В Иркутской, Сахалинской областях и Красноярском крае имеется по 3 таких города. Всего в Российской Федерации таких городов 35.

3.2. Загрязнение почвенного покрова

3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения

В 2006–2011 годах наблюдения за уровнем загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) — тяжёлыми металлами (ТМ), мышьяком, фтором, нефтью и нефтепродуктами (НП), сульфатами, нитратами, бенз(а)пиреном — проводили на территориях Республики Башкортостан, Республики Мордовия, Удмуртской Республики, Чувашской Республики, Республики Татарстан, Приморского края, Иркутской, Кемеровской, Кировской, Московской, Нижегородской, Новосибирской, Омской, Оренбургской, Самарской, Саратовской, Свердловской, Томской и Ульяновской областей. На каждой территории наблюдений определён свой перечень ТПП, измеряемых в почве.

Загрязнение почв металлами и мышьяком

Наблюдения за загрязнением почв ТМ проводят в основном в районах источников промышленных выбросов ТМ в атмосферу. В качестве источника загрязнения может выступать одно предприятие, группа предприятий или город в целом.

В почвах измеряют массовые доли алюминия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, мышьяка, никеля, олова, свинца, ртути, хрома, цинка и других элементов в различных формах (валовых (в), подвижных (п), кислоторастворимых (к), извлекаемых 5н азотной кислотой, сравнимых с валовыми), водорастворимых (вод)).

Приоритет при выборе пунктов наблюдений за загрязнением почв ТМ отдают предприятиям цветной и чёрной металлургии, энергетики,

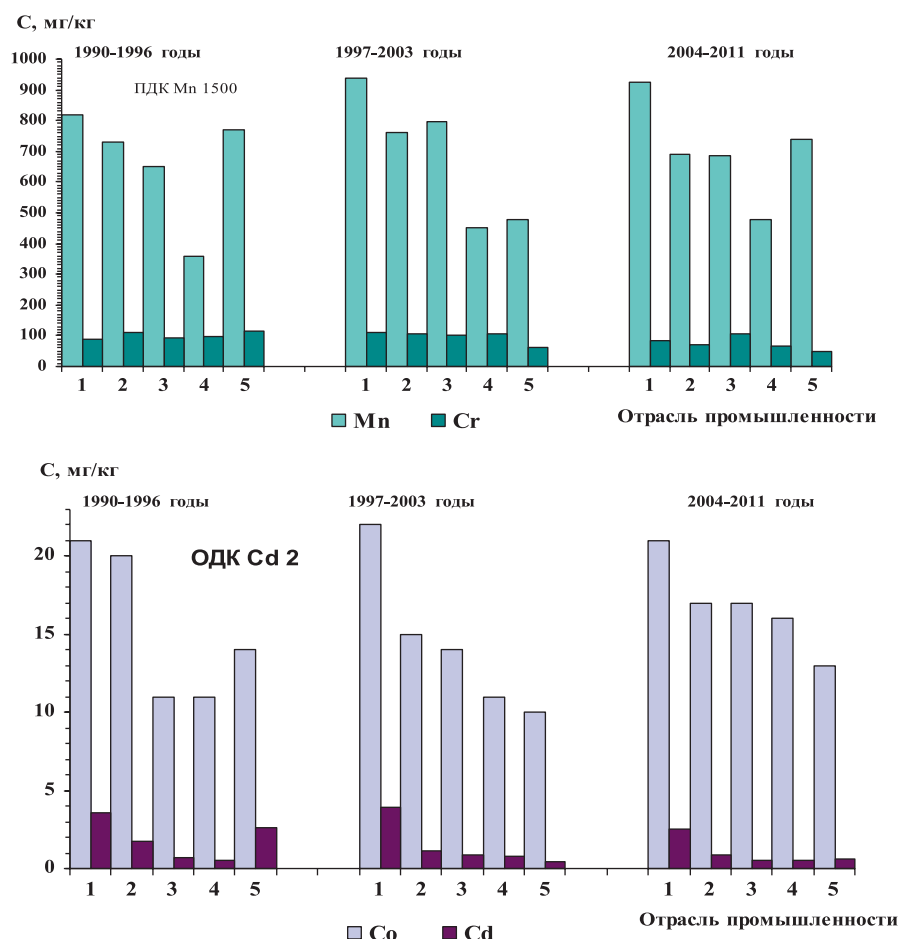


Рис. 3.20. Динамика средних массовых долей (С) по отраслям промышленности, усреднённых за определённый период (вверху) марганца и хрома, (внизу) кобальта и кадмия в почвах 5-километровых зон вокруг предприятий металлургической промышленности (1), машиностроения и металлообработки (2), топливной и энергетической промышленности (3), химической и нефтехимической промышленности (4), строительной промышленности и производства стройматериалов (5)

машиностроения и металлообработки, химической, нефтехимической промышленности, по производству стройматериалов, строительной промышленности. Динамика средних (за определённые периоды) массовых долей отдельных ТМ в почвах пятикилометровых зон вокруг предприятий вышеперечисленных отраслей промышленности представлена на рис. 3.20.

Оценку степени опасности загрязнения почв комплексом ТМ проводят по показателю загрязнения Z_{ϕ} (с учетом фонов) и (или) Z_k (с учетом кларков), являющимся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье человека. Согласно показателю загрязнения Z_{ϕ} , к опасной категории загрязнения почв ТМ относится 3,5% обследованных за последние десять лет (в 2002–2011 годах), населённых пунктов, их отдельных районов, одно- и пятикилометровых зон вокруг источников загрязнения, пунктов многолетних наблюдений (ПМН), состоящих из участков мно-

голетних наблюдений (УМН), к умеренно опасной — 9%. Перечень данных городов и посёлков представлен в табл. 3.6.

Почвы 87,5% населённых пунктов (в среднем) по показателю загрязнения Z_{ϕ} относятся к допустимой категории загрязнения ТМ, хотя отдельные участки населённых пунктов могут иметь более высокую категорию загрязнения ТМ, чем в целом по городу.

Особенно сильно могут быть загрязнены ТМ почвы однокилометровой зоны вокруг крупного источника промышленных выбросов ТМ в атмосферу (табл. 3.6).

Коэффициенты вариации массовых долей техногенных ТМ в почвах вблизи мощных источников выбросов ТМ в атмосферу, особенно в ближней зоне, могут достигать 200% и более. Это свидетельствует о высокой неоднородности (пятнистости) загрязнения почв ТМ. Почва, по сравнению с воздухом и водой, является более

Табл. 3.6. Перечень городов и поселков Российской Федерации с различной категорией опасности загрязнения почв комплексом металлов, установленной за последние десять лет наблюдений

Населенный пункт	Год наблюдений	Зона обследования радиусом, км, вокруг предприятий — источников промышленных выбросов металлов	Приоритетные техногенные металлы
Опасная категория загрязнения, $32\leq Z_{\phi} < 128$			
Кировград*	2008	От 0 до 1	Цинк, свинец, медь, кадмий
Кировград	2008	От 0 до 5	Цинк, свинец, медь, кадмий
Нижний Новгород	2003	Сормовский район	Свинец, медь, хром, никель
Ревда*	2009	От 0 до 1	Медь, свинец, кадмий, цинк
Ревда	2011	УМН; 1	Медь, свинец, кадмий, цинк
Реж	2008	От 0 до 5	Никель, кадмий, кобальт, цинк
Рудная Пристань	2007	От 0 до 1 от посёлка	Свинец, кадмий, цинк
Свирск*	2011	УМН; 0,5	Свинец, медь, марганец, цинк
Умеренно опасная категория загрязнения, $16\leq Z_{\phi} < 32$ и $13\leq Z_{\phi}\leq 15$ при $Z_k\geq 20$			
Асбест	2009	Территория города	Никель, хром, свинец
Баймак**	2011	От 0 до 1	Медь, цинк, свинец, кадмий
Белорецк	2011	От 0 до 1	Медь, цинк, свинец
Верхняя Пышма	2007	Территория города	Медь, хром, никель
Дальнегорск**	2007	От 0 до 20 вокруг города	Свинец, кадмий, цинк
Дзержинский ГО	2011	Восточная промышленная зона, посёлки	Свинец, медь, цинк
Медногорск**	2009	От 0 до 5	Медь, цинк, свинец, кадмий
Нижний Новгород	2007	Нижегородский и Советский районы	Свинец, цинк
Нижний Новгород	2008	Автозаводской и Канавинский район	Свинец, цинк, медь
Нижний Новгород	2009	Канавинский, Московский районы и часть Сормовского района	Медь, цинк, свинец
Нижний Тагил	2011	От 0 до 1	Цинк, медь, свинец, марганец
Первоуральск	2009	Территория города	Хром, свинец, никель, цинк, медь
Полевской	2008	От 0 до 5	Никель, хром, цинк
Ревда**	2009	От 0 до 5	Медь, свинец, цинк, кадмий
Рудная Пристань**	2007	От 0 до 5 от посёлка	Свинец, кадмий, цинк
Свирск**	2010	УМН; 4	Свинец, цинк, медь
Сибай**	2011	От 0 до 1	Медь, кадмий, цинк, свинец
Славянка	2010	Территория посёлка	Цинк, медь, свинец
Слюдянка	2005	От 0 до 4	Свинец, цинк, медь
Учалы**	2011	От 0 до 1	Цинк, медь, кадмий, свинец

* По показателю загрязнения Z_k почвы относятся к чрезвычайно опасной категории загрязнения.

** По показателю загрязнения Z_k почвы относятся к опасной категории загрязнения.

Примечание. В 2002 году, входящем в десятилетний период, не было других населённых пунктов, кроме упомянутых в данной таблице, с умеренно опасной (и выше) категорией загрязнения почв на аналогичных территориях.

консервативной средой, и процесс самоочищения почв происходит очень медленно. Поэтому за период времени от 1 года до 5 лет и, возможно, за больший период (особенно на больших территориях) можно лишь с определённой степенью вероятности утверждать об изменениях уровней массовых долей ТМ в почвах. В целом почвы территорий промышленных центров и районов, к ним прилегающих, загрязнены ТМ, которые могут накапливаться при постоянном техногенном воздействии загрязняющих веществ, поступающих из атмосферы и другими путями.

За последнее десятилетие наблюдается общая тенденция роста в поверхностном слое почв массовых долей кислоторастворимых форм свинца и цинка в городах Новокузнецк, Новосибирск; меди в г. Томск; марганца и цинка в городах Алапаевск, Нижние Серги, Нижний Тагил; кобальта и марганца в г. Иркутск; свинца и марганца на УМН-1 в г. Свирск. Увеличение средних массовых долей ТМ в почвах составляет примерно от 1,1 до 3 раз. Снижение массовых долей кислоторастворимых и (или) валовых форм ТМ от 1,1 до 2 раз за последние 10 лет выявлено в почвах городов Алапаевск, Нижние Серги, Нижний Тагил (кадмия и кобальта), Иркутск (ртути, свинца, меди, никеля, цинка), Большой Камень (меди, цинка, свинца, кобальта), Партизанск (меди, цинка, никеля, свинца, кобальта).

В 2011 году экстремально высокий уровень загрязнения (ЭВЗ) почв кислоторастворимыми формами свинца (3084 и 4487 мг/кг или 96 и 140 ПДК) обнаружен на УМН-1 в г. Свирск. Высокий уровень загрязнения (ВЗ) почв кислоторастворимыми формами меди (1454 и 3160 мг/кг или 22 и 46 ОДК в кислой почве) обнаружен в ПМН г. Ревда, свинца (831 мг/кг или 26 ПДК) на УМН-3 в г. Свирск, цинка (6463 мг/кг или 29 ОДК) в однокилометровой зоне вокруг ОАО «ЕВРАЗ НТМК» в г. Нижний Тагил.

ЭВЗ почв подвижными формами меди (429 и 861 мг/кг или 143 и 287 ПДК) обнаружен в ПМН г. Ревда. ВЗ почв подвижными формами марганца обнаружен в г. Алапаевск (25 ПДК); — меди в г. Нижний Тагил (22 ПДК); — свинца в г. Ревда (ПМН 32 ПДК).

В 2011 году зафиксировано увеличение от 1,5 до 3 раз средних массовых долей подвижных форм ТМ в почвах городов Свердловской области: Алапаевск (кобальта, хрома), Кушва (кадмия, кобальта, меди, хрома), Невьянск (кобальта, хрома), Нижние Серги (кадмия, кобальта), Нижний Тагил (кадмия, кобальта, меди, хрома), Ревда (ПМН, кобальта) по сравнению с соответствующими средними массовыми долями, установленными в 2006 году (предыдущем году наблюдений).

Уменьшение в 2011 году по сравнению с предыдущим годом наблюдений средних массовых долей подвижных форм ТМ в почвах от 1,5 до 3 раз отмечено в городах Большой Камень и Партизанск (марганца, цинка, предыдущий год наблюдений – 2002), Кушва (цинка), Нижние Серги (марганца, меди, никеля, хрома), Нижний Тагил (никеля).

В 2011 году по сравнению с 2006 годом наблюдается увеличение массовых долей водорастворимых форм почти всех ТМ в почвах городов Алапаевск, Кушва, Невьянск, Нижние Серги от 1,2 до 5 раз.

Кроме того, отметим значительное загрязнение почв ТМ (среднее значение не ниже 3 ПДК, 3 ОДК или 9 Ф), установленные за последние пять лет, включающее ВЗ и ЭВЗ, кроме выше перечисленных.

Загрязнение почв в 2006–2011 годах обнаружено: кадмием в городах Ревда (ПМН к 8 и 15 ОДК, п 14 и 29 Ф), Реж (к 7,5 и 51 ОДК, п 27 и 153 Ф); — марганцем — в г. Нижний Тагил (п 3 и 9 ПДК), — медью — в г. Кировград (к 7 и 33 ОДК, п 74 и 565 ПДК), Кушва (п 4 и 14 ПДК), Невьянск (3 и 10 ПДК); — никелем — в городах Асбест (к 6 и 21 ОДК, п 4 и 9 ПДК), Мелеуз (к 4 и 7 ОДК), Реж (10 и 75 ОДК, п 7,5 и 19 ПДК); — свинцом — в городах Дальнегорск (к 11 и 44 ПДК, п 16 и 93 ПДК), Ижевск (в 3 и 15 ПДК), Кировград (к 8 и 30 ПДК, п 18 и 62 ПДК), Медногорск (к 3,6 и 13 ПДК), Невьянск (п 5 и 10 ПДК), Первоуральск (к 3 и 11 ПДК), Рудная Пристань (к 17 и 42 ПДК, п 33 и 131 ПДК), Саранск (к 3 и 13 ПДК); — цинком – в городах Кировград (к 5 и 17 ОДК, п 23 и 82 ПДК), Невьянск (к 3 и 4 ОДК, п 4 и 6 ПДК), в пос. Славянка (к 4 и 68 ОДК), в городах Нижний Новгород (Приокский и Советский районы в 3 и 11 ОДК), Ревда (ПМН к 5 и 9 ОДК, п 7 и 16 ПДК).

Загрязнение почв фтором

Источниками загрязнения окружающей среды соединениями фтора являются алюминиевые заводы, предприятия по производству фосфорных удобрений и другие.

В 2011 году наибольшее загрязнение почв валовой формой фтора зарегистрировано в г. Братск с окрестностями (34 и 71 Ф).

В Иркутской области продолжены наблюдения за атмосферными выпадениями фторидов. За фоновое значение плотностей атмосферных выпадений фторидов принято среднегодовое значение плотностей атмосферных выпадений фторидов $3,92 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес}$, зарегистрированное в районе пос. Листвянка, расположенном в 60 км от Иркутска. В 2011 году загрязнение воздушного бассейна фторидами отмечено в горо-

дах Братск (13,5 и 32 Ф) и Шелехов (13,5 и 24 Ф), максимальные значения наблюдались в ноябре и декабре месяцах соответственно. По сравнению с 2010 годом в 2011 году средний уровень загрязнения фторидами воздушного бассейна г. Иркутск увеличился в 1,6 раза, оставаясь на уровне фонового, городов Братск и Шелехов — в 1,1–1,2 раза.

За последние восемь лет (в 2004–2011 годах) зафиксировано загрязнение водорастворимыми формами фтора выше 1 ПДК в целом почв территорий городов Братск, Каменск-Уральский, Краснотурьинск, Шелехов и отдельных участков почв в городах Артём (в 20-километровой зоне вокруг города), Верхняя Пышма, Иркутск, Новокузнецк, Полевской, Ревда, Тольятти, Усолье-Сибирское, Черемхово.

Загрязнение почв нефтепродуктами

Наблюдения за массовой долей НП в почвах и её динамикой проводят как на участках наиболее вероятных мест импактного загрязнения — вблизи добычи, транспортировки, переработки и распределения НП, — так и в районах населённых пунктов и за их пределами.

В 2011 году ЭВЗ (не менее 5000 мг/кг) почв НП обнаружен в районе пос. Еловка Ангарского района Иркутской области в зоне нефтяного пятна (33 и 295 Ф, Ф 40 мг/кг), площадью 2,5 га и в р.п. Таврическое (40 и 325 Ф, Ф 40 мг/кг) Омской области. ВЗ (от 2000 до 5000 мг/кг) почв НП зарегистрирован в районе пос. Еловка и в с. Муханово Кинель-Черкасского района Самарской области (зона радиусом 0,2 км вокруг УКПН-1 (13 и 46 Ф, Ф 50 мг/кг) и в г. Набережные Челны (ПМН 5 и 16 Ф, Ф 120 мг/кг).

Кроме того, повышенные уровни загрязнения почв НП (средняя массовая доля не меньше 4 Ф) выявлены в районе пос. Еловка за пределами нефтяного пятна (4,5 и 7 Ф); в ГО «Город Дзержинск» (8 и 37 Ф, Ф 25 мг/кг), в городах Казань (5 и 18,5 Ф, Ф 62 мг/кг), Кемерово (ПМН 5 и 8 Ф), Ижевск (12 и 92 Ф, Ф 46 мг/кг), в районных центрах Омской области (Марьяновка (8 и 20 Ф), Полтавка (6 и 25 Ф), Шербакуль (5 и 12 Ф), Москаленки (10 и 25 Ф), Нововаршавка (6 и 27 Ф), Одесское (7 и 24 Ф), Ф 40 мг/кг); в Самарской области (г. Самара УМН-1 (7 и 28 Ф), с. Муханово Кинель-Черкасского района (зона радиусом 0,2 км вокруг УКПН-2 (8 и 18 Ф), Ф 50 мг/кг); в г. Саратов (5 и 38 Ф, Ф 50 мг/кг). В 2011 году, по сравнению с предыдущим 2008 годом обследования места аварии в районе пос. Еловка Ангарского района Иркутской области, уровень

загрязнения почв НП в зоне нефтяного пятна вырос в 1,8 раза, за пределами пятна снизился в 1,4 раза.

Загрязнение почв бенз(а)пиреном

В 2011 году наблюдения за бенз(а)пиреном в почвах проводили в районе городов Большой Камень и Партизанск Приморского края. Одна проба почвы, отобранная в зоне радиусом 5 км вокруг г. Партизанск, загрязнена бенз(а)пиреном (1,7 ПДК, ПДК 0,02 мг/кг).

Загрязнение почв нитратами и сульфатами

Наблюдения за уровнем загрязнения почв нитратами проводили на территории Западной Сибири, Самарской, Саратовской и Свердловской областей. Превышений 1 ПДК (130 мг/кг) нитратов в почвах не установлено. В целом наблюдается тенденция к уменьшению массовых долей нитратов в почвах городов Свердловской области (Алапаевск, Кушва, Нижний Тагил) и варьирование со временем массовых долей нитратов на прежнем уровне в других обследованных почвах.

3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов

Применение пестицидов в России в 2011 году

Перечень химических средств защиты растений (пестицидов) и регуляторов роста растений (РРР) и основные регламенты их эффективного и безопасного применения устанавливает «Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации» (2011 г.) и дополнения к нему. По состоянию на декабрь 2011 г. зарегистрировано более 900 пестицидных препаратов, представляющих собой как химические вещества и их смеси, так и препараты биологического действия. В основе этих препаратов заложено 240 действующих веществ (д.в.) пестицидов. В современных условиях хозяйствования система учета применения пестицидов, к сожалению, не дает полной информации о фактической пестицидной нагрузке на окружающую среду Российской Федерации. В 2011 г. наиболее широко применялись гербициды на основе 2,4-Д, глифосата, МЦПА; а также десмедифам, метазахлор, галоксифоп-Р-метил, трифлусульфурон-метил; инсектициды диметоат, циперметрин; фунгициды пропиконазол, тебуконазол, имазолил.

Загрязнение остаточными количествами пестицидов почв сельскохозяйственных угодий, водосборов, лесных массивов, а также районов складов хранения и захоронения химических средств защиты растений

В 2011 г. на содержание остаточного количества (ОК) пестицидов обследовано 30,3 тыс. га на территории 40 Субъектов Федерации. Загрязненные (выше установленных гигиенических нормативов) площади составили 5,0% весной и 3,1% осенью от обследованной территории. Загрязненная почва обнаружена на территории 13-ти Субъектов РФ (в 2010 г. — в 11-ти регионах, в 2009 г. — в 17-ти).

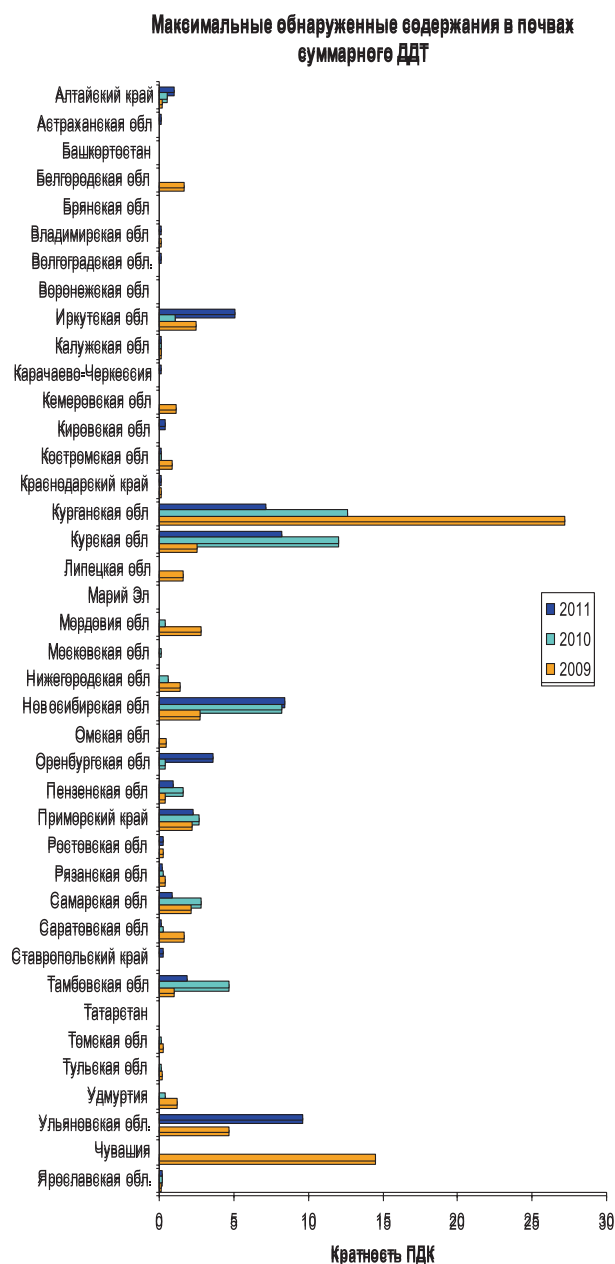


Рис. 3.21. Максимальные обнаруженные содержания в почвах суммарного ДДТ

В целом по обследованной территории Российской Федерации в 2011 г. загрязнение отмечено по суммарному ДДТ, ГХЦГ, ГХБ, по гербицидам трифлуралину, 2,4-Д, по триазиновым гербицидам, пиклораму, а также ПХБ. Не обнаружено почв, загрязненных ОК фосфорорганических инсектицидов, синтетических пиретроидов, дилора, ТХАН. На рис. 3.21 и 3.22 показаны максимальные обнаруженные ОК в почве суммарного ДДТ и 2,4-Д, по которым наиболее часто наблюдается загрязнение. Приведены данные за три последних года наблюдений.

В 2011 г. было проведено обследование вокруг 22 объектов хранения неликвидных пестицидов. Показано, что в большинстве случаев распространения загрязнения не произошло, однако, выявлены объекты, вблизи которых почвы значительно загрязнены.

Результаты наблюдений за загрязнением почв пестицидами показывают, что в течение последних 17 лет на территории Российской Федерации наблюдается тренд на снижение доли загрязненных почв (рис. 3.23).

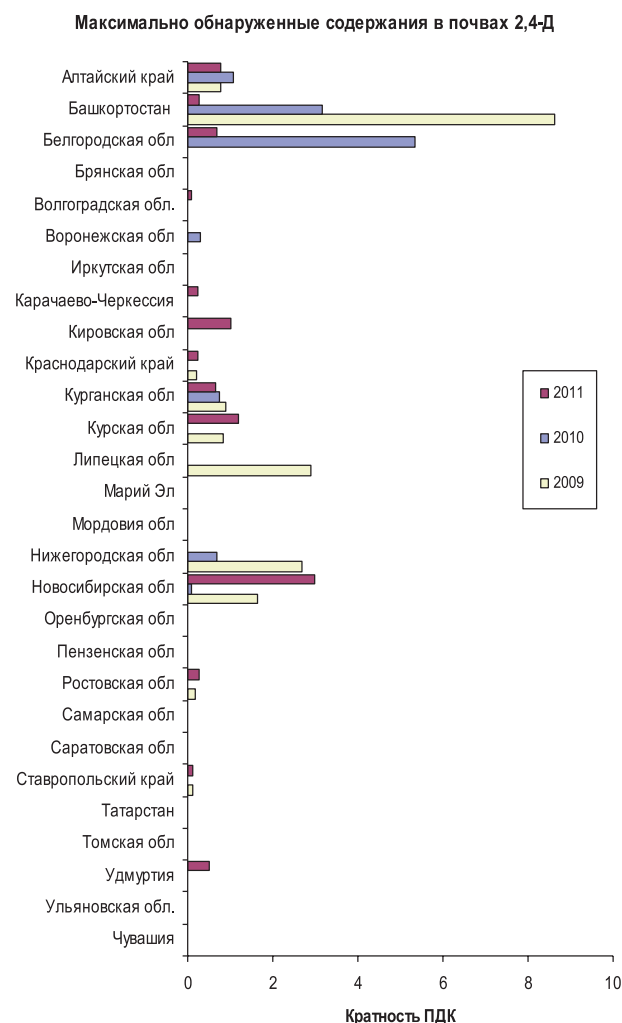


Рис. 3.22. Максимальные обнаруженные содержания в почвах 2,4-Д

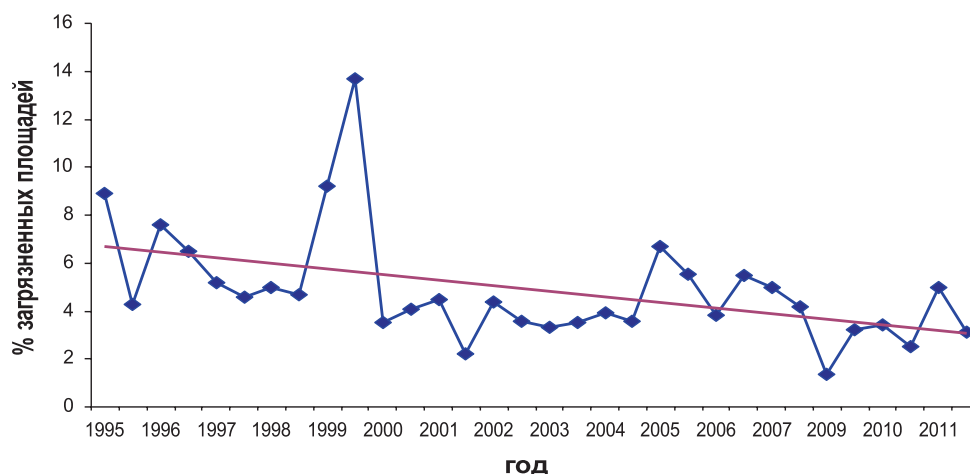


Рис. 3.23. Доля загрязненных почв, %, от обследованной площади

Центральные области

В 2011 г. на территории деятельности Департамента Росгидромета по Центральному федеральному округу обследованы почвы областей: Владимирской (по 71 га весной и осенью в Вязниковском р-не), Калужской (15 га в Бабинском р-не), Костромской (по 100 га весной и осенью в Костромском районе, а также районы 2 складов хранения устаревших пестицидов в Костромском р-не), Московской (160 га в Ногинск р-не), Рязанской (692 га в пяти р-нах), Тульской (156 га в Щекинском р-не) и Ярославской (86 га в Переславском, Ростовском, Рыбинском р-нах, а также районы складов хранения устаревших пестицидов). В почве не обнаружено превышения ПДК контролируемых пестицидов — ДДТ и его метаболита ДДЭ, изомеров ГХЦГ и трифлуралина.

Во Владимирской области почвы под зерновыми, викой, сидеральным паром содержали ОК ДДТ (среднее содержание 0,002 мг/кг, максимальное — 0,07 ПДК), ГХЦГ (среднее содержание 0,013 мг/кг, максимальное — 0,16 ПДК). Эти значения соответствуют результатам наблюдений в предыдущие годы. ОК трифлуралина весной и осенью находились в пределах 0,1–0,3 ОДК.

В Калужской области обследованные почвы заброшенных яблоневых садов (15 га), обследование проведено второй раз. Содержание суммарного ДДТ в почве не изменилось и соответствует 0,13 ПДК, ОК суммарного ГХЦГ снизилось с 0,18 до 0,11 ПДК.

В Костромской области продолжены наблюдения за состоянием почвенного покрова в районе хранения устаревших пестицидов. Обследованы территории вблизи складов хранения пестицидов в ОПХ «Минское» и Учхозе «Костромское Костромского района. Вблизи этих старых складов в ОПХ «Минское» находятся сельскохозяйственные

угодья, на которых в 2011 г. выращивались зерновые и картофель. Максимальное содержание суммарного ДДТ в почвах этих полей соответствовало 0,12 ПДК, суммарного ГХЦГ — 0,16 ПДК, трифлуралина — 0,3 ОДК. На прилегающих к складам землях, не используемых в сельхозпроизводстве, также не было выявлено значительного загрязнения. Во всех пробах, отобранных по четырем румбам на расстоянии 0,2; 0,5; 1,0 и 1,5 км от мест складирования, обнаружены ОК контролируемых пестицидов, максимальное содержание ДДТ соответствовало 0,23 ПДК, ГХЦГ — 0,12 ПДК, трифлуралина — 0,3 ОДК. Соотношение концентраций ДДЭ и ДДТ свидетельствует о том, что попадание пестицидов в почву произошло давно, распространение загрязнения от складов не наблюдается.

В Московской области пробы отбирались в бассейне р. Клязьмы и ее притоков от пос. Купавна до пос. Большое Буньково, протяженность маршрута составила 65 км, обследована площадь 160 га. Среднее содержание в почвах обследованной территории составляло 0,004 мг/кг ДДТ, 0,008 мг/кг ГХЦГ, 0,011 мг/кг трифлуралина; максимальное — 0,10 ПДК (фермерское хозяйство г. Электросталь), 0,12 ПДК и 0,2 ОДК соответственно.

В Рязанской области в 2011 г. почвы обследованы весной и осенью в Клепиковском, Михайловском, Ряжском, Сасовском и Скопинском р-нах. Загрязненных почв не обнаружено — максимальные уровни ХОП не превышали весной 0,12 ПДК и осенью — 0,17 ПДК в почве под зерновыми, огородами, садами, парами, зябью. Среднее содержание ДДТ в почвах составило 0,004 мг/кг, суммарного ГХЦГ — 0,008 мг/кг весной и 0,006 мг/кг осенью. Среднее содержание трифлуралина в обследованных почвах составило весной 0,12 ОДК и осенью 0,10 ОДК при максимально обнаруженной концентрации 0,3 ОДК.

В Тульской области весной и осенью 2011 г. были обследованы почвы под озимой пшеницей и током. Максимальные уровни ОК суммарного ДДТ составил 0,03 ПДК весной и 0,02 ПДК осенью; суммарного ГХЦГ — 0,06 ПДК весной и 0,05 ПДК осенью. Среднее содержание в почвах суммарного ДДТ — 0,003 мг/кг и 0,001 мг/кг весной и осенью, ГХЦГ — 0,006 мг/кг и 0,001 мг/кг. Максимальное содержание трифлуралона наблюдалось весной и составило 0,3 ОДК.

В Ярославской области весной обследовано 19,2 га и осенью 67 га почв под корнеплодами, зерновыми, картофелем и зябью. В том числе отбирались пробы на полях, рядом с которыми находится склад пестицидов (семерон, пенкоцеб, акробат, децис и др.) и склады агрохимикатов. Обнаружены ОК суммарного ДДТ, среднее содержание составило 0,011 мг/кг весной и 0,008 мг/кг осенью, максимальное содержание (0,18 ПДК) обнаружено вблизи заброшенного склада пестицидов в ЗАО им. Ленина в Переславском районе. Среднее содержание ГХЦГ в почвах составляло 0,008 мг/кг, максимальное — 0,11 ПДК. ОК трифлуралона не превышало 0,3 ОДК.

Центрально-Черноземные области

На территории деятельности УГМС Центрально-Черноземных областей в 2011 г. обследованы почвы в 11 районах в 6 областях весной и осенью по 393 га на содержание ХОП, по 301 га на содержание 2,4-Д, по 200 га на содержание трифлуралона и по 331 га на содержание триазиновых гербицидов. Превышение установленных нормативов содержания ДДТ, также как и в предыдущие годы, наблюдалось в почве садов (69 га яблоневых садов в Курской области и 72 га в Тамбовской области). Загрязнение, по-видимому, произошло давно, и этот персистентный пестицид длительное время сохраняется в почве, не подвергаясь вспашке. Осенью в Курской области обнаружена почва, загрязненная ОК 2,4-Д. Максимальное содержание гербицида превысило гигиенический норматив в 1,2 раза. По информации ФГУ «Россельхозцентр», гербициды на основе 2,4-Д на территории Центрально-Черноземных областей применялись в 2011 г. наиболее широко. Также было обнаружено загрязнение почв Тамбовской области трифлуралоном.

В Белгородской области на содержание ОК 2,4-Д весной и осенью обследованы почвы в Губкинском и Шебекинском районах на площади 610 га. В весенних пробах ОК 2,4-Д не выявлено. Осенью среднее содержание 2,4-Д в обследованных почвах составило 0,021 мг/кг. В отличие от предыдущего года превышений нормативов

содержания 2,4-Д не обнаружено. Обследование почвы на содержание ОК хлорорганических пестицидов, триазиновых гербицидов, трифлуралона не проводилось.

В Брянской области обследовано 15 га почвы садов на содержание ХОП и 102 га на содержание триазиновых гербицидов. Остатков пестицидов в обследованных почвах не обнаружено.

В Воронежской области на содержание в почве ОК ХОП были обследованы почвы сада в Павловском районе, ОК хлорорганических пестицидов не обнаружены. На содержание триазиновых гербицидов обследовано 200 га почвы под подсолнечником в ООО «Феникс Агро» в Репьевском районе. В почвах обнаружены ОК прометрина, не превышающие ПДК. Весной среднее содержание прометрина в почве соответствовало 0,44 ПДК, максимальное — 0,56 ПДК. Осенью массовая доля прометрина в почве снизилась до среднего уровня 0,36 ПДК (максимальное содержание — 0,46 ПДК).

В Курской области было продолжено обследование почв Центрального отделения плодосхоза «Обоянский» Обоянского р-на на содержание ОК ХОП. Загрязненные ОК суммарного ДДТ почвы обнаружены на всей обследуемой территории весной и осенью. Среднее содержание ОК суммарного ДДТ весной составило 3,7 ПДК, осенью среднее содержание ОК суммарного ДДТ увеличилось и составило 4,7 ПДК при максимальных значениях 6,3 ПДК и 8,2 ПДК весной и осенью соответственно. Следует отметить, что в 2010 г. в почвах садов этого хозяйства также наблюдалось увеличение содержания ДДТ осенью по сравнению с весной. При этом содержание ДДТ превышает содержание в почве его метаболита ДДЭ, что характерно для недавнего применения. ОК суммарного ГХЦГ на обследованной территории не обнаружено. В Золотухинском районе обследовано 204 га почвы под сахарной свеклой на содержание 2,4-Д. В пробах весеннего отбора гербицид не обнаружен. Осенью загрязненная почва составила 20% от обследованной территории, среднее содержание 2,4-Д соответствовало 0,7 ПДК, максимальное — 1,2 ПДК.

В Липецкой области на ОК ХОП обследованы сады ООО «Лебедянское» Лебедянского района (40 га). ОК суммарного ДДТ и ГХЦГ не обнаружены. Также было проведено обследование 160 га почвы в Хлевенском районе на содержание триазиновых гербицидов. ОК прометрина были обнаружены лишь в одной пробе осенью (0,17 ПДК). Наблюдения за содержанием в почве ОК 2,4-Д и трифлуралона в 2011 г. не проводилось.

В Тамбовской области было продолжено обследование почв под садами на содержание ОК ХОП. Были обследованы почвы в Мичуринском

районе в хозяйстве «Мичуринская Нива», где было отобрано по 10 проб весной и осенью с площади 80 га. Весной на обследованной территории загрязненных ХОП почв не выявлено. Осенью почва, загрязненная ДДТ, составила 80% от обследованной территории. Среднее содержание суммарного ДДТ весной составило 0,5 ПДК, осенью — 1,2 ПДК, максимальные уровни 0,7 и 1,9 ПДК соответственно. По сравнению с предыдущим годом содержание ДДТ снизилось — в 2010 г. среднее содержание весной соответствовало 2,6 ПДК при максимальном содержании 4,7 ПДК, осенью — 1,6 ПДК и максимуме 2,3 ПДК. Также на содержание ХОП были обследована почва поля под подсолнечником (236 га) в племзаводе им. Ленина в Тамбовском районе. В весенних пробах ОК ДДТ не выявлено, осенью среднее содержание суммарного ДДТ составило 0,2 ПДК, максимальное — 0,4 ПДК. На обследованной территории Тамбовской области ОК ГХЦГ не обнаружено. Обследование 200 га под подсолнечником в Тамбовском районе показало, что весной в 100% проб было превышено допустимое содержание трифлуралина, максимальное содержание соответствовало 6,3 ОДК, среднее — 3,8 ОДК. В течение лета ситуация нормализовалась, осенью в почве этого поля трифлуралин обнаружен не был.

Северный Кавказ

В 2011 г. на территории деятельности Департамента Росгидромета по ЮФО и СКФО проводились наблюдения за загрязнением почв ОК пестицидов в Ростовской, Волгоградской и Астраханской областях, Краснодарском и Ставропольском краях и в Карачаево-Черкесской Республике. Обследованы весной почвы на площади 3769 га весной и 3269 га осенью. Ни по одному из 15 контролируемых пестицидов не выявлено превышения ПДК или ОДК, также, как и в предыдущем году.

На обследованной территории средняя доля в почвах суммарного ДДТ составила 0,08 ПДК весной и 0,10 ПДК осенью; максимально обнаруженное содержание — 0,29 ПДК. Средний уровень содержания ГХЦГ составим 0,004 мг/кг весной и 0,005 мг/кг осенью при максимальном содержании 0,132 ПДК.

Содержание в почвах трифлуралина соответствовали 0,10 ОДК и 0,12 ОДК весной и осенью. Максимально обнаруженное содержание — 0,22 ОДК. При выборочном обследовании в почвах также были обнаружены ОК 2,4-Д (средняя концентрация 0,12 ПДК весной и 0,13 ПДК осенью), трихлоруксусной кислоты (среднее содержание 0,09 ОДК и 0,11 ОДК весной и осенью), паратион-метила (0,14 ПДК весной и 0,16 ПДК

осенью). Триазиновые гербициды, инсектицид фозалон на обследованной территории не обнаружены.

Как и в предыдущие годы, проводилось комплексное обследование водосборов (почва, вода и донные отложения) рек Койсуг, Дон и Азовского оросительного канала. В почве фиксируется присутствие хлорорганических пестицидов содержание которых несколько снизилось по сравнению с предыдущим годом. В воде содержание пестицидов было ниже предела обнаружения используемых методик анализа.

Верхнее Поволжье

В 2011 г. обследованы почвы в Республиках Марий Эл, Мордовия, Удмуртия и Чувашия в областях Кировской и Нижегородской на содержание пестицидов 9 наименований. Обследовано весной 1959 га и осенью 1878 га сельхозугодий в 31 хозяйстве на территории 23 районов, а также участки, прилегающие к 6 складам хранения пестицидов.

Содержание суммарного ДДТ в почвах обследованных территорий не превышало ПДК. В целом по обследованной территории средние значения ОК суммарного ДДТ в почве составили 0,01 ПДК, что ниже, чем в 2010 г. (0,03 ПДК весной и 0,04 ПДК осенью). Максимальные уровни содержания данного пестицида обнаружены на территории НИПТИ АПК Кстовского района Нижегородской области (0,7 ПДК), СХПК «Мотор» Канашского района Чувашской Республики (0,5 ПДК). Остатков ГХБ, изомеров ГХЦГ, а также ПХБ в почвах не обнаружено. Выборочно почвы были обследованы на содержание гербицидов 2,4-Д, трифлуралина, прометрина и симазина. Почв, загрязненных ОК гербицидов, не обнаружено, как и в предыдущем году.

21 апреля 2011 г. в администрацию Уржумского района поступило сообщение от главы администрации Байсинского сельского поселения о том, что в 6 колодцах с. Байса в воде обнаружен запах ядохимикатов. 24.04.2011 г. в результате проведенных лабораторных исследований Управлением Роспотребнадзора по Кировской области установлено превышение ПДК ГХБ в водопроводной сети в 19,8 раз. В колодцах превышение ПДК достигало 48 раз. В селе находился разрушенный склад ядохимикатов. 28 апреля специалистами ФГБУ «Кировский ЦГМС» было отобрано 5 проб почвы возле склада. Было установлено, что почва загрязнена пестицидами. Содержание ГХБ достигало 138 ОДК рядом со складом на обочине дороги, 3,3 ОДК в 200 м от жилых домов, 2,3 ОДК на луговине. В соответствии с САНПиН 2.1.7.1287-03 такое содержание ГХЦГ характеризуется как чрезвычайно опасное

загрязнение почвы. На момент отбора верхний слой земли был частично снят и вывезен. Содержание прометрина достигало 3,9 ПДК, содержание ГХЦГ и 2,4-Д — 1 ПДК. Симазин, трифлуралин и ПХБ в проанализированных пробах не обнаружены. Согласно представленным Управлением Роспотребнадзора по Кировской области в двух отобранных 21 апреля пробах почвы на месте размещения бывшего склада содержание ГХБ составляло 425 ОДК, суммарного ГХЦГ — 4,6 и 75,3 ПДК. После снятия грунта 30 июня концентрация ГХБ составила 1,8 ОДК, ГХЦГ обнаружен не был.

В Нижегородской области с. Никольское Сокольского района в пробах почвы в районе разрушенного склада ядохимикатов содержание всех контролируемых пестицидов было ниже предела обнаружения используемых методик. В д. Сафониха Сокольского района на расстоянии до 40 м разрушенного и сгоревшего склада ядохимикатов пестициды также не были обнаружены, кроме одной пробы, содержащей 0,21 мг/кг симазина, что соответствует 1,05 ПДК по санитарно-гигиеническому нормативу и 21,0 ПДК по фитотоксическому нормативу.

В Удмуртской Республике пробы в местах складирования отбирались на территории Шарканского, Дебесского и Сарапульского районов. Превышений гигиенических нормативов содержания всех контролируемых пестицидов во всех случаях не было установлено. В д. Мувыр Шарканского района максимальные уровни содержания пестицидов (0,5 ПДК 2,4-Д, 0,3 ОДК ГХБ, 0,1 ПДК прометрина) наблюдались в зоне вероятного накопления в 100 м от склада. В пробах почвы, отобранной в с. Сигаево Сарапульского района, были обнаружены лишь следовые количества прометрина. В почвах СПК «Мир» Дебесского района пестициды не обнаружены.

Среднее Поволжье

На территории деятельности Приволжского УГМС в 2011 году наблюдения за загрязнением почв пестицидами проводились в пяти областях (Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Ульяновской) и Республике Татарстан. Обследовано 1944 га сельхозугодий весной и 1974 га осенью в 16 хозяйствах, расположенных в 14 районах. В почве определялись пестициды 14 наименований, а также ПХБ.

В 2011 году загрязненные ОК суммарного ДДТ почвы обнаружены весной на 0,05% от обследованной площади при максимальном значении 3,51 ПДК и осенью — 0,1% от обследованной площади при максимальном значении 9,59 ПДК. Среднее содержание в почве обследованной территории суммарного ДДТ весной и

осенью составило 0,001 ПДК и 0,007 ПДК соответственно, что ниже, чем в предыдущем году. Обнаружено 2 га почвы, загрязненной ГХЦГ (максимальный уровень — 5,07 ПДК).

Загрязненные ОК суммарного ДДТ почвы обнаружены весной и осенью под клубнеплодами и в садах в СХАО «Агро-Ульяновск» Инзенского района Ульяновской области при максимальном содержании 3,51 ПДК весной и 9,59 ПДК осенью. В других обследованных хозяйствах Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской областей Республики Татарстан ОК суммарного ДДТ весной в почве не обнаружены, а осенью наблюдались на уровне сотых — десятых долей ПДК, как и в предыдущие годы наблюдений.

Весной 2011 г. ОК суммарного ГХЦГ в почве обнаружены в Республике Татарстан, где загрязнено 2 га под зерновыми в ОАО «Сельхозхимия» Елабужского района при максимальном содержании 5,1 ПДК. Весной в обследованных хозяйствах Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Ульяновской областей ОК ГХЦГ в почве не обнаружено. Осенью максимальное содержание 0,25 ПДК ГХЦГ в почве обнаружено в садах СХАО «Агро-Ульяновск» Инзенского района Ульяновской области. В большинстве хозяйств ОК суммарного ГХЦГ не обнаружено, как и в предыдущие годы наблюдений.

Весной в Республике Татарстан было обнаружено 6 га почвы под зерновыми, загрязненной ГХ(ОАО «Сельхозхимия» Елабужского района) при максимальном содержании 3,2 ОДК. Следовые количества ГХБ были обнаружены весной в Пензенской области, осенью — в Самарской, Саратовской, Ульяновской областях. Среднее ОК ГХБ в почве региона наблюдалось на уровне 0,03 ОДК (0,001 мг/кг), что соответствует результатам наблюдений в 2010 г. В почвах Оренбургской области ОК ГХБ не обнаружены.

Почв, загрязнены ОК гербицидов, на территории деятельности Приволжского УГМС в 2011 г. не обнаружено. В 2011 г. на содержание трифлуралина обследовано 380 га весной и 386 га осенью, среднее содержание трифлуралина в почве по региону составило 0,11 ОДК. Это больше, чем в 2010 г., когда среднее содержание соответствовало 0,02 ОДК, и меньше, чем в 2009 г, когда среднее содержание трифлуралина весной составило 0,29 ОДК. Максимальное содержание трифлуралина наблюдалось под зерновыми на уровне 0,97 ОДК в ОАО «Дружба» Кувандыкского района Оренбургской области. Осенью, как и в предыдущем году, ОК трифлуралина в почве региона не обнаружены.

На содержание триазиновых гербицидов в 2011 г. обследовано весной 325 га и осенью 321 га сельхозугодий, расположенных в 12 райо-

нах. Весной ОК прометрина и симазина обнаружены только в почве Пензенской области (максимальное содержание 0,11 ПДК и 0,64 ПДК соответственно). Осенью триазиновые гербициды в почвах региона не обнаружены. В отличие от предыдущего года почв, загрязненных триазинами, не выявлено.

В 2011 г. выборочно почвы 12 районов были обследованы на содержание фосфорорганического инсектицида паратион-метила (действующее вещество таких препаратов как метафос, парашют и др.), гербицидов 2,4-Д, ТХАНа, далапона. Также, как и в предыдущие годы, ОК этих пестицидов в почвах не обнаружены.

Продолжено обследование почвы вокруг мест складирования и захоронения пестицидов, не пригодных для применения или вышедших из употребления. Сведения о наличии мест хранения предоставлены территориальными отделениями Россельхознадзора. В 2011 г. обследованы районы складов пестицидов в с. Комаровка Шигонского района Самарской области, склад АООТ «Агрохимия» в г. Новоузенск Саратовской области, полигон захоронения пестицидов в п. Якупова Абдулинского района Оренбургской области. На складе в Самарской области хранятся 9,5 т различных препаратов, площадь склада наибольшая из обследованных. В пробах почвы, отобранной на расстояниях от 0 до 300 м от склада по четырем румбам, пестициды не обнаружены (определялись 15 действующих веществ).

На складе в Саратовской области хранилось около 81 тонны обезличенных препаратов и смесей пестицидов 1 и 2 класса опасности. В соответствии с Актом от 10.10.2010 все отходы с этого склада вывезены на специализированный полигон для захоронения. В пробах почвы, отобранных в апреле 2011 г. на расстоянии 50 м от склада обнаружено экстремально высокое загрязнение хлорорганическими соединениями. Максимально обнаруженное содержание ГХЦГ соответствовало 832 ПДК, содержание ГХБ — 1648 ОДК. Кроме того, пробы были загрязнены полихлорированными бифенилами, содержание которых доходило до 11 ОДК. Пробы почвы, отобранные на территории склада, имели специфический запах. В почве на расстоянии 100, 300, 400 м от склада по четырем румбам пестициды не обнаружены, кроме незначительного количества прометрина (максимум составил 0,06 ПДК). Намечено провести зачистку территории, снятия и замену верхнего слоя почвы.

На полигоне в п. Якупова в 80-е годы прошлого века произведено разовое захоронение запрещенных и непригодных для применения пестицидов, количество и наименование их неизвестно, площадка забетонирована. В 25%

проб, отобранных вокруг полигона в Оренбургской области на расстоянии до 400 м, наблюдалось превышение нормативов содержания пестицидов. Максимальное содержание ДДТ 3,6 ПДК обнаружено в 100 м от полигона в южном направлении. Там же наблюдался максимум содержания ГХБ — 31,2 ОДК. Максимальное содержание ГХЦГ 3,1 ПДК обнаружено на расстоянии 300 м в том же направлении. Пробы, отобранные на расстоянии 100 м от полигона также были загрязнены симaziном — в наиболее «грязной» пробе фитотоксический ПДК был превышен в 15,5 раз. содержали ОК симазина и прометрина, максимальная доля которых в почве составила 0,78 ПДК и 0,03 ПДК соответственно. Другие пестициды на расстоянии 100 м от склада не обнаружены ни в одном направлении.

Республика Башкортостан

В Республике Башкортостан в 2011 г. обследованы почвы на территории по 730 га весной и осенью в Бакалинском, Илишевском, Краснокамском и Туймазинском районах на содержание в них суммарного ДДТ, суммарного ГХЦГ и гербицида 2,4-Д. Результаты анализов показали, что в почвах обследованных сельхозугодий остаточных количеств суммарного ДДТ и ГХЦГ не обнаружено, как и в предыдущем году. Весной ОК 2,4-Д на обследованной территории не обнаружено. Осенью среднее содержание 2,4-Д на обследованной территории соответствовало 0,01 ПДК, что меньше, чем в прошлом году. Отсутствие ОК 2,4-Д в почвах сельхозугодья СПК «Усень», обработанного весной гербицидом диален-супер, может свидетельствовать о благоприятных условиях разложения примененной дозы. Обнаруженные осенью ОК 2,4-Д в отдельных пробах почвы ООО «Илишевское» предположительно являются следствием неоднородности внесения этого гербицида при ранее проведенных мероприятиях по защите сельхозкультур.

Курганская область

В 2011 г. было обследовано весной и осенью по 2070 га почвы под различными культурами в Кетовском, Лебяжьеvском и Притобольном районах. Загрязненные почвы обнаружены (как и прошлые годы) только в Белозерском р-не на территории детского оздоровительного лагеря им. К. Мяготина, в котором проводятся многолетние наблюдения за процессами самоочищения почв. Весной загрязнено 2,4 га, осенью 1,6 га. Средние уровни ОК суммарного ДДТ в почве этого участка составили весной 1,34 ПДК, осенью — 1,05 ПДК. Происходит постепенное

снижение содержания ДДТ в почве, однако до сих пор наблюдается превышение нормативов содержания, максимально зафиксированный уровень соответствует 7,16 ПДК. Дата последней обработки территории лагеря с применением дуста ДДТ технического — 1997 год. Обработка была санкционирована СЭС для борьбы с энцефалитным клещом. С 2008-2010 гг. территория оздоровительного лагеря пестицидами не обрабатывалась, так как лагерь временно закрыт. Для изучения вертикальной миграции ДДТ в загрязненной почве рядом с лагерем был заложен разрез до глубины 150 см. Показано проникновение ОК ДДТ на всю исследованную глубину. Наибольшее содержание наблюдалось на глубине 50-70 см, что связано со строением почвенного профиля в месте разреза.

При обследовании почв на содержание в них ОК 2,4-Д (по 2064 га весной и осенью) превышений гигиенических нормативов не выявлено. Максимальное содержание 2,4-Д — 0,67 ПДК весной и 0,60 ПДК осенью, среднее содержание по области 0,017 мг/кг и 0,010 мг/кг весной и осенью соответственно. Препараты на основе 2,4-Д наиболее широко применялись на территории Курганской области для борьбы с сорняками.

Продолжены наблюдения за возможной миграцией загрязняющих веществ от полигона захоронения пестицидов в Лебяжье-вском р-не. Весной и осенью с полей площадью 400 га на расстоянии 10–200 м от места складирования пестицидов отобрано 50 проб почвы. ОК хлорорганических пестицидов в пробах почв не обнаружено. В почве были обнаружены ОК гербицида 2,4-Д, не превышающие ПДК. Средние уровни содержания 2,4-Д составили весной 0,02 ПДК, осенью 0,08 ПДК, при максимальных уровнях 0,13 ПДК и 0,60 ПДК весной и осенью соответственно. Полученные данные химических анализов свидетельствуют о том, что захоронение непригодных пестицидов не оказывает загрязняющего влияния на почву.

Омская область

В 2011 г. обследовано 900 га весной и 860 га осенью почв в Исилькульском, Омском, Полтавском, Черлакском и Шербакульском районах на содержание хлорорганических пестицидов и трифлуралина, загрязненных почв не обнаружено. В почвах присутствовали ОК пестицидов, максимально обнаруженное содержание ГХЦГ 0,03 ПДК, ДДТ — 0,05 ПДК, трифлуралина — 0,31 ОДК. Обследования территорий, прилегающих к местам хранения и захоронения устаревших пестицидов, в 2011 г. не проводилось.

Западная Сибирь

На территории деятельности Департамента Росгидромета по СФО обследовано весной 984 га и осенью 1334 га почв на территории Алтайского края, Республики Алтай, Кемеровской, Новосибирской и Томской областей на содержание ХОП, трифлуралина, 2,4-Д. Средний уровень ОК ДДТ по региону составил весной 0,050 мг/кг, осенью — 0,004 мг/кг, ГХЦГ — 0,002 мг/кг весной и 0,004 мг/кг осенью. На сельскохозяйственных угодьях максимально обнаруженные содержания ДДТ составили 0,63 ПДК, суммарного ГХЦГ — 0,36 ПДК, трифлуралина — 1,0 ОДК, ОК 2,4-Д — 2,98 ПДК.

В 2011 г. продолжено обследование территории детского оздоровительного центра «Лесная сказка» в Искитимском районе Новосибирской области — с 6 га отобрано весной и осенью по 3 пробы почвы. Почвы детского оздоровительного центра загрязнены хлорорганическими инсектицидами. Максимальное обнаруженное содержание ДДТ составило 8,42 ПДК. В почве также присутствовали ОК ГХЦГ (максимальное содержание 0,03 ПДК), а также ОК трифлуралина (максимальное содержание 0,50 ОДК).

В 2011 г. обследованы территории, прилегающие к 6 складам хранения пестицидов в Алтайском крае, в Кемеровской, Новосибирской и Томской областях. Загрязненные участки обнаружены только вблизи склада в с. Ленинское Новосибирского района Новосибирской области (максимальное содержание 5,9 ПДК ГХЦГ, 1,1 ПДК ДДТ). Остаточные количества различных пестицидов на обследованных прикладских территориях были обнаружены в 78% отобранных проб.

В почвах сельхозугодий также определялось содержание нитратов. Превышений ПДК по этому показателю не выявлено. Содержание нитратов в обследованных почвах изменялось от 5 мг/кг до 1423 мг/кг (0,95 ПДК).

Иркутская область

В 2011 г. обследованы почвы на территории Балаганского, Иркутского, Киренского, Тулунского, Ангарского, Усольского и Шелеховского районов Иркутской области весной и осенью по 2865 га на содержание ОК 17 пестицидов. Почва, содержащая ОК ДДТ, обнаружена в бассейне р. Ангара в почве водосборов рек Иркут, Куда, Ода, Белая, Картагон, Одисинка, Ия во всех обследованных районах. Среднее содержание ДДТ в почвах составило 0,15 ПДК весной и 0,14 ПДК осенью. Превышение ПДК обнаружено только на территории Иркутского района на по-

лях ОАО «Хомутовское» и ОАО «Ширяево» в водосборе р. Куда. Максимальные концентрации данного пестицида достигали 5,1 ПДК весной и 4,9 ПДК осенью.

В Шелеховском районе обнаружены почвы под зерновыми, загрязненные ГХБ, содержание которого соответствовало 1,3 ОДК. Максимальное содержание ГХЦГ обнаружено в почвах Балаганского района и составило 0,05 ПДК. В пробах осеннего отбора ГХЦГ не обнаружен. В пробах почвы в Киренском районе, водосбор р. Лена, ОК хлорорганических пестицидов не обнаружены.

На территории Иркутского района обнаружены ОК трифлуралина, превышающие уровень 3 ОДК в пробах весеннего и 1,9 ОДК в пробах осеннего отбора. Площадь загрязнения составила 20 га весной и 60 га осенью. В почвах Иркутского района обнаружены ОК пиклорама, достигающие 40 ПДК в почвах капустного поля и превышающие 4,5 ПДК в почвах под ячменем. В 2010 г. в перечень разрешенных для применения пестицидов был включен препарат на основе этого действующего вещества, которое в нашей стране было разрешено для использования с 1985 по 1996 гг., затем исключено из Каталога. Пиклорам классифицируется как вещество, высоко опасное для окружающей среды.

При выборочном обследовании почв в Иркутской области ОК паратион-метила, фозалона, фосфамида, 2,4-Д, дилора, пирамина, дельтаметрина, фенвалерата, циперметрина в обследованных почвах не обнаружено.

В 2011 г. обследованы почвы на содержание в них пестицидов в районе складирования пестицидов на территории Ангарского (с. Саватеевка) и Усольского (п. Тельма) районов. Наибольшее загрязнение обнаружено в почвах по периметру вокруг склада в с. Саватеевка, максимальное

содержание ГХЦГ в почве достигало 15 ПДК. ОК ДДТ обнаружены на расстоянии 1000 м (0,17 ПДК) и 2500 м (0,09 ПДК) от склада. В непосредственной близости от склада пестицидов в п. Тельма обнаружены незначительные количества ДДТ (не более 0,2 ПДК). Заметная кумуляция ДДТ (до 2,6 ПДК) наблюдалась на расстоянии 1000 м от склада в восточном направлении. В исследованных образцах почв ОК дилора, ГХБ, 2,4-Д не обнаружено.

Приморский край

При обследовании весной и осенью по 839 га почвы в Кировском, Октябрьском, Ханкайском, Уссурийском, Черниговском, Чугуевском и Яковлевском районах обнаружена почва, загрязненная ОК суммарного ДДТ — 26,4% от обследованной весной и 11,0% осенью. Загрязнение обнаруживалось и в предыдущие годы: в 2010 г. было загрязнено 9,6% весной и 13,8% осенью; в 2009 г. — почвы были 8,9% весной и 7,2% осенью от обследованной площади.

Максимальные уровни суммарного ДДТ весной составляли 2,30 ПДК, осенью — 1,54 ПДК под соей в Черниговском районе. Среднее содержание суммарного ДДТ по краю составило 0,079 мг/кг весной и 0,044 мг/кг осенью (в 2010 г. — 0,033 мг/кг весной и 0,045 мг/кг осенью). Среднее содержание суммарного ГХЦГ по Приморскому краю под всеми видами культур (зернобобовыми, зерновыми) весной составило 0,001 мг/кг при максимальном 0,04 ПДК в Ханкайском районе, осенью — 0,002 мг/кг при максимальном 0,05 ПДК в Октябрьском районе. Обследованные почвы трифлуралином и паратион-метилом не загрязнены. Максимально обнаруженные уровни не превышали 0,88 ОДК и 0,65 ПДК соответственно.

3.3. Качество поверхностных вод на территории РФ

3.3.1. Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям

Анализ динамики качества поверхностных вод на территории Российской Федерации дан на основе статистической обработки данных гидрохимической сети наблюдений в 2011 г. по наиболее характерным для каждого водного объекта показателям.

Качество поверхностных вод оценено с использованием комплексных оценок (по гидрохи-

мическим показателям). Проведена классификация степени загрязненности воды, т.е. условное разделение всего диапазона состава и свойств поверхностных вод в условиях антропогенного воздействия на различные интервалы с постепенным переходом от «условно чистой» к «экстремально грязной». При этом были использованы следующие классы качества воды: 1 класс — «условно чистая»; 2 класс — «слабо загрязненная»; 3 класс — «загрязненная»; 4 класс — «грязная»; 5 класс — «экстремально грязная».

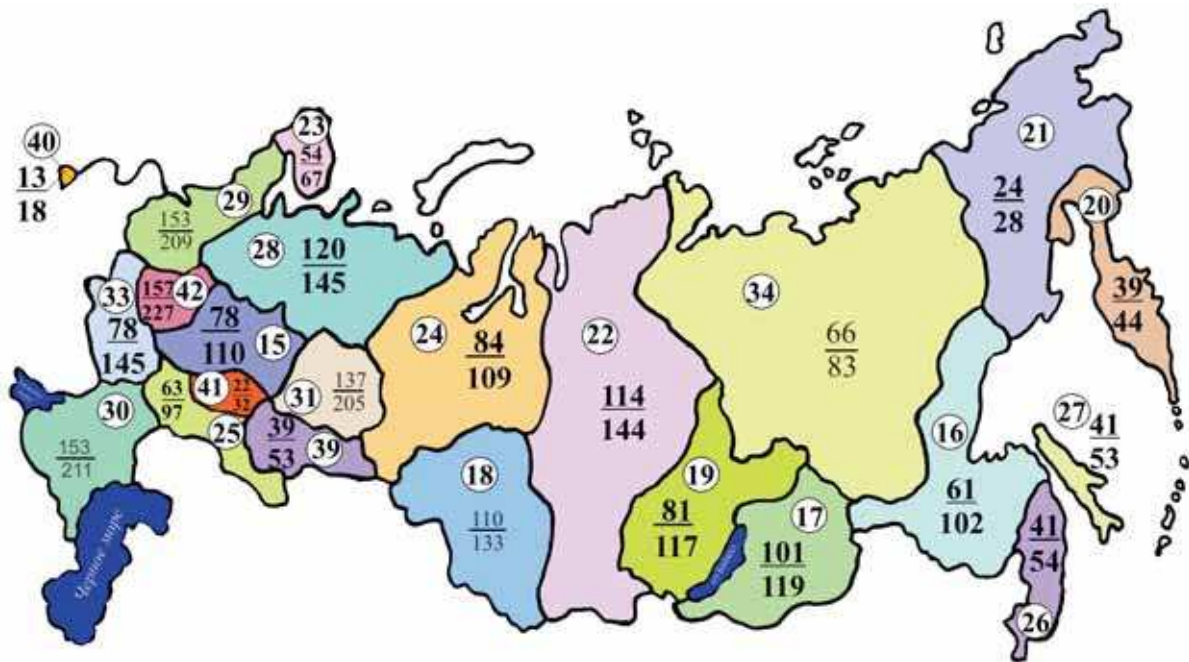


Рис. 3.24. Количество пунктов (числитель) и створов (знаменатель) в системе ГСН по отдельным УТМС Росгидромета (их номера – числа в кружках) в 2011 г. УТМС: 15 — Верхнее-Волжское; 16 — Дальневосточное; 17 — Забайкальское; 18 — Западно-Сибирское; 19 — Иркутское; 20 — Камчатское; 21 — Колымское; 22 — Среднесибирское; 23 — Мурманское; 24 — Обь-Иртышское; 25 — Приволжское; 26 — Приморское; 27 — Сахалинское; 28 — Северное; 29 — Северо-Западное; 30 — Северо-Кавказское; 31 — Уральское; 33 — ЦЧО; 34 — Якутское; 39 — Башкирское; 40 — Калининградский ЦГМС; 41 — Республика Татарстан; 42 — Центральное УТМС

Поверхностные воды Калининградской области

Калининградская область — самая западная территория Российской Федерации. Область расположена в пределах водосборных территорий Вислинского и Куршского заливов, принадлежащих бассейну Балтийского моря.

Состояние водной среды Калининградской области определяется, прежде всего, ее географическим положением, климатическими особенностями, подстилающими грунтами, рельефом и антропогенными факторами.

С территории Калининградской области возможно загрязнение водных объектов пограничных государств, одновременно трансграничные водотоки и береговая линия Балтийского моря могут быть подвержены влиянию сточных вод соседних государств.

Гидрохимический режим и качество поверхностных вод Калининградской области определяется её географическим положением, климатическими особенностями региона, подстилающими грунтами, рельефом, в значительной степени, антропогенными факторами. Климатические условия области отличаются высокой динамичностью и формируются в основном под влиянием воздушных масс, образующихся над Атлантикой и Европой. Реки Калининградской

области имеют смешанное питание — дождевое, снеговое, подземное. Часто осенние и зимние паводки бывают выше весеннего половодья. Межень выражена слабо и наблюдается между паводками в начале лета и зимы. Поймы рек расположены низко, местами заболочены.

В летний период, с повышением температуры воды, уровень гидрохимического загрязнения реки возрастает, особенно в устьевой части. Даже при установившемся режиме сброса, скопившиеся в результате постоянного поступления загрязненных сточных вод отложения под действием анаэробных бактерий начинают активно разлагаться, выделяя сероводород и поглощая кислород. Ситуацию усугубляют особенности гидрологического режима реки — сгонно-нагонные явления со стороны Вислинского залива. В этот период придонные слои активно перемешиваются, что также активизирует анаэробные процессы. В этот период возможно резкое увеличение содержания в реке хлоридов, путем попадания засоленных вод со стороны залива.

Особенность геологических структур Калининградской области обеспечивает высокое содержание в воде рек соединений железа. Существенное влияние на качество поверхностных вод Калининградской области оказывают сточные воды коммунального и сельского хозяйства, обуславливая повышенное содержание

в воде соединений минерального азота. Вероятно увеличение биогенной нагрузки на водные системы региона в связи с расширением сельскохозяйственных производств.

Бассейн р. Неман. На протяжении ряда лет р. Неман режим растворенного в воде кислорода в воде был удовлетворительный, качество воды реки на территории Калининградской области в последние годы стабилизировалось на уровне 3 класса, и вода характеризуется как «загрязненная».

Рукав Матросовка и р. Шешупе — трансграничные водотоки, впадающие в р. Неман. В воде этих водотоков определяют легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), аммонийный и нитритный азот, соединения железа, в концентрациях не превышающих 2 ПДК.

Бассейн р. Преголя. Река Преголя с ее многочисленными притоками является основной водной системой Калининградской области. У г. Черняховск, г. Гвардейск вода реки оценивается 3 классом, как «очень загрязненная». Участок р. Преголя в нижнем течении, находящийся в промышленной зоне г. Калининград, подвержен антропогенному влиянию и сезонным гидрологическим факторам. В летний период, как результат нагонных явлений со стороны Вислинского Залива, уровень загрязненности воды реки возрастает. Как и в 2010 г. качество воды р. Преголя в районе г. Калининград характеризовалось в фоновом створе 3 классом — «загрязненная»; в контрольном створе 4 классом — «грязная». Повторяемость концентраций загрязняющих веществ, превышающих ПДК в 2011 г. составляла: легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅), нефтепродуктов не изменилась, осталась в пределах 100–80%; незначительно уменьшилась аммонийного азота и соединений железа; увеличилась от 91,7% до 100% нитритного азота; сульфатов и хлоридов, обусловленная сгонно-нагонными явлениями, уменьшилась от 77,8% до 27,8% и от 75,0% до 50,0% (рис. 3.25).

Реки Северо-Запада

Река Нева — короткая протока между Ладожским озером и Финским заливом, формирование химического состава воды которой происходит под влиянием большого числа как природных, так и антропогенных факторов.

Основной объем загрязняющих веществ поступает в р. Нева со сточными водами, образующимися на территории г. Санкт-Петербург. Но так как на территории города и его пригородов в основном расположены устьевые части рек, то на р. Нева, помимо сточных вод (недостаточно очищенных и неочищенных) крупных промышленных предприятий, оказывают воздействие загрязненные притоки.

Общий уровень загрязненности воды р. Нева в 2011 г. не претерпел существенных изменений и определялся содержанием в воде трудноокисляемых органических веществ, соединений железа, меди, цинка, марганца. Качество воды в створах г. Санкт-Петербург оценивалось 3-м классом, в створе ниже впадения р. Охта вода характеризовалась как «загрязненная» и «очень загрязненная», соответственно.

Вода притоков р. Нева по степени загрязненности в многолетнем плане варьировала в широком диапазоне от «загрязненной» до «грязной». В 2011 г. наблюдали загрязненность большинства притоков с повторяемостью случаев превышения ПДК в 50–100% отобранных проб воды трудноокисляемыми (по ХПК) органическими веществами, соединениями железа, меди, цинка, соединениями марганца, реже легкоокисляемыми (по БПК₅) органическими веществами и нитритным азотом; 33–83,3% — аммонийным азотом; 8,3–33,3% — нефтепродуктами, соединениями свинца, соединениями кадмия (рр. Мга, Славянка, Ижора, Охта,). В качестве критических загрязняющих веществ выделялись нитритный азот (р. Ижора), соединения железа (рр. Мга, Охта), марганца, (р. Охта). В летний период в воде р. Охта фиксировали

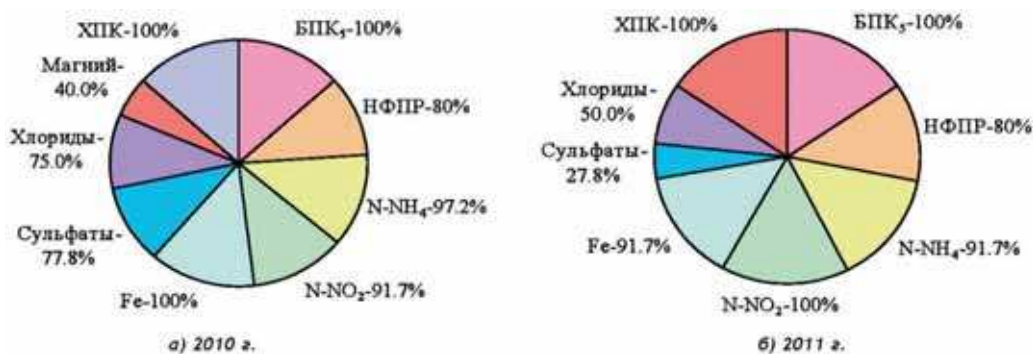


Рис. 3.25. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ превышающих 1 ПДК (PI) в воде р. Преголя, в черте г. Калининград в 2010 г. и в 2011 г.

глубокий дефицит растворенного кислорода, обусловленный гидрометеорологическими условиями: низкой водностью и высокими температурами.

Р. Волхов, г. Кириши. Вода реки характеризуется низким качеством, в течение 2006–2011 гг. в большинстве лет оценивалась 4 классом, как «грязная», в отдельные годы 3 классом, как «очень загрязненная». В створе 1,5 км выше г. Кириши, вода по качеству незначительно лучше (вода в 2008 и 2010 гг. характеризовалась как «очень загрязненная»), чем в створе г. Кириши, 1,5 км ниже впадения р. Черная.

В 2011 г. характерными загрязняющими воду реки веществами были легко — (по БПК₅) и трудноокисляемые (по ХПК) органические вещества, соединения железа, меди. Превышение ПДК фенолами наблюдали в 33,3–58,3% отобранных в 2011 г. в воде реки пробах воды, в 25% — нитритным азотом, 33,3% — соединениями марганца. Наибольшую долю в общую оценку загрязненности воды вносят трудноокисляемые органические вещества, концентрации которых достигали в 2008–2009 гг. 166–222 мг/л, снижаясь в 2011 г. до 101 мг/л.

Бассейн р. Дон

Бассейн Дона относится к Азовскому водосборному пространству и занимает около 60% его территории. Площадь Донского бассейна в пределах России составляет 368,6 тыс. км². Основной водной артерией региона является р. Дон, длина которой — 1870 км. По площади водосбора и протяженности Дон является одной из крупнейших рек Европы.

Река Дон и ее притоки являются равнинными степными реками, питание которых происходит в основном водами, образующимися от таяния зимних запасов снега, в меньшей степени — грунтовыми и дождевыми водами.

Химический состав поверхностных вод бассейна р. Дон отличается большим разнообразием, что связано с антропогенными факторами и различием физико-географических условий, в которых происходит формирование поверхностных вод бассейна.

Поверхностные воды бассейна Дона продолжали загрязнять сточные воды предприятий жилищно-коммунального хозяйства, энергетической, химической, металлургической, сельскохозяйственной, пищевой и других отраслей промышленности, интенсивное судоходство и маломерный флот, транзитный перенос загрязняющих веществ с верховья Дона (Воронежская область), с водой р. Северский Донец и его притоков (территория Украины), смыв минеральных удобрений и органических веществ с сель-

хозугодий и животноводческих ферм, расположенных по берегам рек.

В 2011 г. по сравнению с предыдущим многолетним периодом качество воды верхнего течения р. Дон мало изменилось. Вода реки в большинстве створов характеризовалась как «загрязненная» и «очень загрязненная», в отдельных створах (фоновые створы городов Воронеж, Нововоронеж, Лиски, Павловск, с. Новая Калитва) — как «слабо загрязненная» (3-й и 2-й класс качества). По-прежнему наиболее высоким остался уровень загрязненности воды реки в верховье в створах г. Донской, характеризующийся 4-м классом — «грязная» и «очень грязная» вода. Наиболее характерными загрязняющими веществами воды в этих створах являлись легкоокисляемые (по БПК₅) и трудноокисляемые (по ХПК) органические вещества, аммонийный и нитритный азот, соединения меди, марганца, сульфаты, к ним ниже г. Донской добавлялись соединения железа, среднегодовые концентрации в воде колебались в основном в пределах 2–6 ПДК, за исключением соединений марганца — 11–18 ПДК и аммонийного азота ниже г. Донской — 12 ПДК. Повторяемость случаев превышения ПДК колебалась в пределах 50–100%. Содержание растворенного в воде кислорода снижалось до 2,49 мг/л (выше города) и 3,24 мг/л (ниже г. Донской). Критическими показателями устойчивости загрязненности воды являлись аммонийный азот, соединения марганца, к ним в створе ниже г. Донской добавлялся нитритный азот.

В 2011 г. наблюдалась тенденция ухудшения качества воды Среднего Дона (г. Серафимович — г. Калач-на Дону), что отразилось в увеличении значений комплексного показателя (УКИЗВ) от 2,72–2,85 до 3,17–3,44 (изменении в пределах 3-го класса качества). Вода на этом участке характеризовалась как «очень загрязненная». Отмечался некоторый рост содержания в воде большинства створов соединений меди (до 2,5–3 ПДК в среднем) и рост повторяемости случаев превышения ПДК нитритного азота и соединений меди до 67–83% и до 83–100%. Среднегодовое содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) и соединений железа составляло 2 ПДК и 1–2 ПДК соответственно, остальных загрязняющих веществ было ниже или в пределах ПДК. Фенолы и хлорорганические пестициды в течение года не обнаруживали.

Гидрохимический режим Цимлянского водохранилища формируется под влиянием смыва с территории водосбора, подсланевых вод маломерного флота, сброса недостаточно очищенных сточных вод предприятий г. Цимлянск и г. Волгодонск, рыбного и сельского хозяйства.

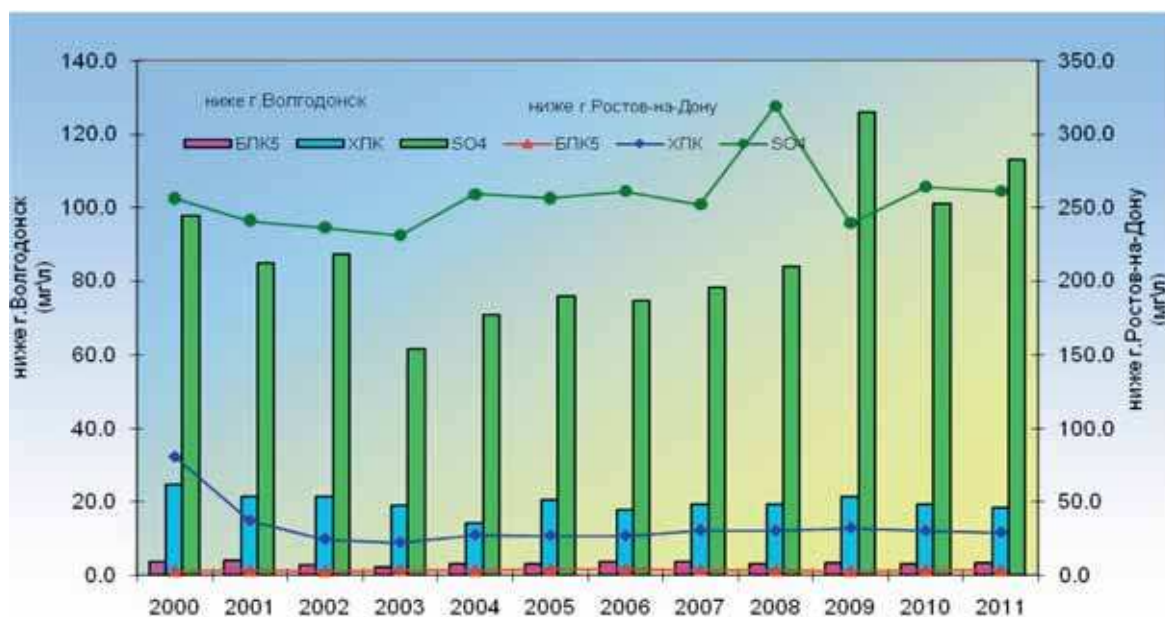


Рис. 3.26. Динамика качества воды р. Дон, ниже г. Волгодонск и ниже г. Ростов на-Дону

В 2011 г. качество воды водохранилища существенно не изменилось. Наиболее загрязненной вода водохранилища по-прежнему осталась у с. Ложки и х. Красноярский, где характеризовалась 4-м классом, «грязная» вода. Загрязняющими были 9–10 ингредиентов и показателей из 13, используемых в расчете комплексной оценки качества воды. Наиболее характерными загрязняющими веществами воды в этих створах водохранилища, как и в предыдущие годы, являлись трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), фенолы, нитритный азот и соединения меди, среднегодовые концентрации которых мало изменились и колебались в пределах 2–3 ПДК с повторяемостью случаев превышения ПДК 67–100%. У с. Ложки регистрировался случай высокого загрязнения нефтепродуктами — 30 ПДК, причина которого не установлена. Вода водохранилища в остальных створах в 2011 г. характеризовалась 3-м классом и оценивалась как «очень загрязненная». Наиболее характерной для этих створов была загрязненность легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) и соединениями меди на уровне 2–4 ПДК при повторяемости случаев превышения ПДК 80–100%. Некоторый рост загрязненности воды соединениями меди отмечался у с. Жуковское и г. Волгодонск. Режим растворенного в воде кислорода в течение года был удовлетворительным, минимальная концентрация которого не снижалась ниже 4,96 мг/л у с. Ложки в январе и феврале месяце. Хлорорганические пестициды, как и в предыдущие годы, в воде водохранилища не обнаруживали.

В 2011 г. качество воды р. Дон в обоих створах г. Волгодонск определялось 3-м классом —

«очень загрязненная» вода. Для воды реки в этих створах характерна загрязненность легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) и соединениями меди на уровне 2 и 3 ПДК, среднегодовое содержание остальных загрязняющих веществ было ниже или в пределах ПДК, максимальные концентрации не превышали 2 и 6 ПДК (рис. 3.26.). В 2011 г. минимальное содержание растворенного в воде кислорода в фоновом створе не снижалось ниже 6,95 мг/л (в 2010 г. — 0,90 мг/л). С апреля по сентябрь отмечали повышенные величины водородного показателя (9,01–9,86).

В 2011 г. несколько ухудшилось качество воды р. Дон в контрольных створах г. Ростов-на-Дону (в черте города и ниже города) и г. Азов (ниже города), где наблюдалось увеличение среднегодового содержания в воде фенолов в этих створах и соединений железа ниже г. Ростов-на-Дону от значений ниже ПДК до 2 ПДК; повторяемость случаев превышения ПДК возросла от 19,0, 9,0 и 0% до 54,0, 61,0 и 54,0% и от 12,0 до 64,0% соответственно. Не изменилась и осталась характерной загрязненность воды р. Дон на этом участке легкоокисляемыми (по БПК₅) и трудноокисляемыми (по ХПК) органическими веществами, сульфатами, к которым добавлялись соединения меди и нитритный азот ниже г. Азов, среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 1,5–3 ПДК. Максимальная концентрация соединений меди достигала 11 ПДК ниже г. Азов.

По-прежнему существенное негативное влияние на качество воды р. Дон оказывала р. Северский Донец, берущая начало в Белгородской области, протекающая по территории Украины

и впадающая в р. Дон на территории Ростовской области.

Наименее загрязненной в многолетнем плане была вода р. Северский Донец в верхнем течении у с. Беломестное (Белгородская область). В 2011 г. наблюдалась тенденция ухудшения качества воды, увеличилось количество загрязняющих веществ от 7 до 9 из 15, учтенных в комплексной оценке качества воды и повторяемость случаев превышения ПДК трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК) от 23 до 62%, нефтепродуктами от 0 до 31%, соединениями меди от 0 до 15%, соединениями марганца от 77 до 92%. Среднегодовые концентрации мало изменились и были в основном в пределах или ниже ПДК, за исключением соединений марганца (10 ПДК), который являлся критическим показателем загрязненности воды. Значение УКИЗВ возросло от 2,6 до 3,10, изменения произошли в пределах 3-го класса качества — «очень загрязненная» вода. Изменение качества воды в сторону ухудшения в пределах 4-го класса отмечалось в Белгородском водохранилище в створе 6 км ниже г. Белгород, где возросли: количество загрязняющих веществ с 8 до 11 из 16, учтенных в комплексной оценке, критических показателей загрязненности воды с 2-х до 3-х, к которым относились аммонийный и нитритный азот, соединения марганца, максимальные концентрации достигали 10, 19, 29 ПДК, среднегодовые — 2,5; 5; 12 ПДК. Наблюдался рост уровня загрязненности воды аммонийным азотом и соединениями марганца, снижение — нитритным азотом. На территории Ростовской области качество воды р. Северский Донец в течение последних 4–6 лет определялось 4-м классом — «грязная» вода. Наиболее характерными загрязняющими веществами воды реки на этом участке являлись легкоокисляемые (по БПК₅) и трудноокисляемые (по ХПК) органические вещества, нитритный азот, соединения меди, железа и сульфаты, в отдельных створах к ним добавлялись фенолы и нефтепродукты, среднегодовые концентрации которых колебались в основном в пределах: 1,5–5 ПДК. В 2011 г. в воде реки на этом участке отмечалось снижение содержания в воде аммонийного азота и увеличение соединений железа.

Притоки Северского Донца в подавляющем большинстве характеризуются низким качеством воды. Критическими показателями загрязненности воды большинства рек, протекающих на территории Белгородской области, являлись в основном нитритный азот, на территории Ростовской области — сульфатные ионы, концентрации которых в воде достигали высокого уровня загрязнения (ВЗ) в результате сброса сточных вод предприятиями ЖКХ, Оскольского электро-

металлургического комбината, Лебединского ГОКа и др. (р. Оскол, р. Осколец, р. Нежеголь) вымывания сульфатов атмосферными осадками и грунтовыми водами из отвалов шахтных пород (р. Большая Каменка, Глубокая, Кундрючья).

Высокое содержание сульфатов, достигающее высокого уровня загрязнения (ВЗ), характерно также для рек Тузлов, Большой Несветай, Грушевка (притоки нижнего течения р. Дон), где прослеживается влияние шахтных вод.

Бассейн р. Волга

Волга — крупнейшая река Европы. Водосборная площадь ее бассейна составляет 1360 тыс. км² — почти треть европейской части Российской Федерации. Благодаря выгодному экономико-географическому положению, полноводности и большой протяженности Волга всегда была главной рекой России.

Волжский бассейн — важнейший в экономическом отношении регион России. Здесь производится 48% валового регионального продукта, 45% — промышленной и 36% сельскохозяйственной продукции России, что определяет высокую степень антропогенной нагрузки.

В 2011 г. наиболее распространенными загрязняющими веществами в бассейне Волги были трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), соединения меди, железа, в меньшей степени — фенолы, нефтепродукты, аммонийный и нитритный азот, соединения цинка, превышения ПДК которыми в 2011 г. по р. Волга и по бассейну в целом составляли соответственно: 90 и 95%, 50 и 56%, 86 и 76%, 47 и 51%, 38 и 39%, 22 и 31%, 14 и 31%, 20 и 39%, 43 и 31%. В 2011 г. существенных изменений в уровне загрязненности поверхностных вод бассейна р. Волга не произошло. По прежнему поверхностные воды бассейна в большинстве створов оценивались 3-м и 4-м классами качества, как «загрязненные» и «грязные».

Вода Ивановского и Угличского водохранилищ в 2011 г., также как и в предыдущем году, в большинстве створов контроля характеризовалась как «загрязненная», в двух — как «очень загрязненная» (в районе г. Дубна и выше г. Углич). Из загрязняющих веществ воды водохранилищ выделялись соединения меди, железа, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), в меньшей степени фенолы, концентрации веществ не превышали: среднегодовые 1–3 ПДК, максимальные 2–9 ПДК.

Качество воды Рыбинского водохранилища стабилизировалось в шести створах контроля на уровне 3-го класса «очень загрязненная» и в 2-х створах (ниже п. Мышкино и ниже г. Чере-

повец) — 4-го класса «грязная». Характерными загрязняющими веществами воды Рыбинского водохранилища остались трудно- и легкоокисляемые органические вещества (по ХПК и БПК₅) соответственно (П1 = 98% и 62%), соединения меди (П1 = 92%), железа (П1 = 62%), среднегодовые концентрации, как правило, не превышали 1–2 ПДК. Более высокий уровень загрязненности воды отдельными загрязняющими веществами по-прежнему отмечали ниже г. Череповец, здесь среднегодовые и максимальные концентрации составляли: соединений меди 5 ПДК и 27 ПДК, соединений никеля 2 ПДК, нитритного азота 2 ПДК и 4 ПДК.

К наиболее загрязненным водотокам Угличского и Ивановского водохранилищ относились реки, протекающие по территории Московской области (Лама, Дубна, Сестра и Кунья), вода которых стабилизировалась на уровне 4-го класса качества «грязная». Качество воды р. Кошта — притока Рыбинского водохранилища, испытывающего влияние сточных вод ОАО «Северсталь» и ОАО «Аммофос», снизилось от «грязной» до «очень грязной», за счет возрастания среднегодового и максимального содержания в воде аммонийного азота (до 10 и 16 ПДК соответственно), нитритного азота (до 21 и 71 ПДК), соединений цинка (до 4 ПДК и 13 ПДК).

В многолетнем плане загрязненность воды Горьковского водохранилища стабильно оценивалась в большинстве створов контроля 3-им классом качества «очень загрязненная» и в двух (ниже г. Рыбинск и ниже г. Тутаев) — 4-м классом «грязная». Среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ воды Горьковского водохранилища составляли: соединений меди 2–4 ПДК, трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), фенолов и соединений железа 1–2 ПДК, легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅), как правило не выше 1 ПДК. На отдельных участках водохранилища отмечали загрязненность воды нефтепродуктами: характерную ниже г. Рыбинск и в районе г. Тутаев — до 4 и 9 ПДК соответственно, эпизодическую в черте г. Чкаловск — (10 ПДК).

Качество воды водотоков Горьковского водохранилища варьировало, в основном, в пределах 3-го класса «загрязненная» и «очень загрязненная». Для всех притоков водохранилища характерно повышенное содержание в воде соединений железа, как правило, до 4–14 ПДК (в среднем 2–7 ПДК). Остается характерной, но невысокой загрязненность воды водотоков трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК) до 2–3 ПДК, реже до 4–5 ПДК, соединениями меди до 2–5 ПДК, в отдельных реках до 8–10 ПДК.

Вода Чебоксарского водохранилища практически во всех пунктах контроля соответство-

вала 3-му классу качества и характеризовалась как «очень загрязненная». Наиболее низкое качество воды (4 класс), как и в предыдущем году, отмечалось на участках водохранилища выше и ниже г. Кстово, где максимальные концентрации нитритного азота достигали 10 ПДК. Средний уровень загрязненности воды водохранилища основными характерными загрязняющими веществами составлял: легко- и трудноокисляемыми органическими веществами (по БПК₅ и ХПК), соединениями железа 1–2 ПДК, соединениями меди 3–8 ПДК. На участках водоема у г. Нижний Новгород и г. Кстово частота встречаемости метанола в воде в концентрациях выше 1 ПДК–2 ПДК отмечалась в 25–75% случаях.

В створе 4,2 км ниже г. Нижний Новгород, контролирующего влияние сбросов сточных вод Нижегородской станции аэрации, был зафиксирован единичный случай загрязненности воды нефтепродуктами в концентрациях выше 10 ПДК (17 ПДК), в результате чего среднегодовая концентрация (2 ПДК) значительно превысила медианное значение (0 ПДК). В течение последних четырех наблюдений среднегодовое содержание большинства загрязняющих веществ в воде этого створа оставалось практически стабильным: легко- и трудноокисляемых органических веществ (по БПК₅ и ХПК) в пределах 1 ПДК, аммонийного азота ниже ПДК, нитритного 1–2 ПДК, соединений железа 4–6 ПДК (рис. 3.27).

В 2011 г. вода водотоков Чебоксарского водохранилища оценивалась как «очень загрязненная» и «грязная». Из загрязняющих веществ воды рек выделялись легко- и трудноокисляемые органические вещества (по БПК₅ и ХПК), соединения меди и железа, для отдельных рек аммонийный и нитритный азот, среднегодовые концентрации которых варьировали соответственно в пределах: ниже 1–1,5 ПДК, 1–2 ПДК, 1–10 ПДК, 1–6 ПДК, ниже 1–4 ПДК, ниже 1–6 ПДК. Случаи высокого загрязнения воды нитритным азотом были зарегистрированы в реках Инсар (до 18 ПДК), Нуя (до 13 ПДК), Сура (11 ПДК) и Кудьма (10 ПДК), аммонийным азотом — р. Инсар (14 ПДК). В 2011 г. загрязненность воды р. Пыра и р. Ветлуга метанолом до 2 ПДК оценивалась как характерная.

Вода Куйбышевского водохранилища практически по всей акватории водоема оценивалась 3-м классом «загрязненная» и «очень загрязненная», в створах ниже г. Зеленодольск и г. Казань — 4-м классом качества «грязная». Средний уровень загрязненности воды водохранилища характерными загрязняющими веществами воды значительно не изменился по сравнению с предыдущим годом и составлял: трудно- и легкоокисляемыми органическими веществами

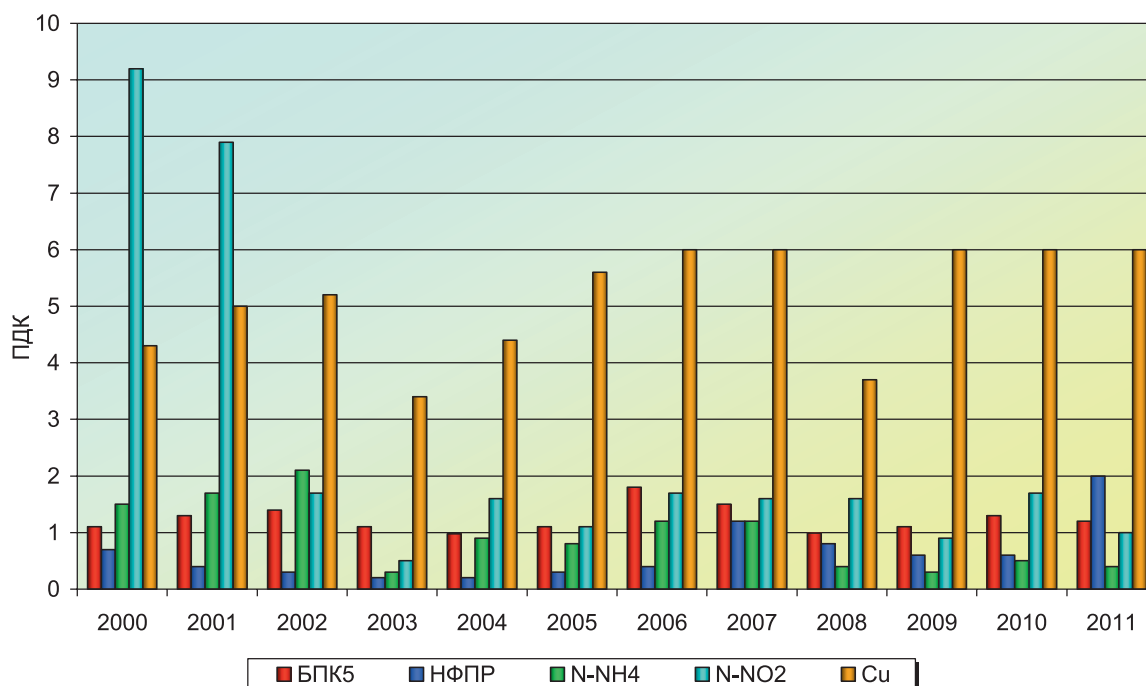


Рис. 3.27. Динамика загрязняющих веществ в воде Чебоксарского водохранилища, 4,2 км ниже г. Нижний Новгород

(соответственно по ХПК и БПК₅) 1 ПДК, реже 2 ПДК, фенолами 1–2 ПДК, в отдельных пунктах 3–4 ПДК, соединениями меди ниже 1 ПДК–3 ПДК. Загрязненность воды водоема аммонийным азотом до 1–2 ПДК, была в большинстве створов контроля эпизодической, у г. Казань – характерной. Загрязненность воды нитритным азотом до 3–5 ПДК (в среднем 2 ПДК) достигала характерного уровня загрязненности на участках водохранилища ниже г. Зеленодольск, выше и ниже г. Казань.

Качественный состав воды притоков Куйбышевского водохранилища определялся в пределах 3-го и 4-го классов, вода характеризовалась как «загрязненная», «очень загрязненная» и «грязная». Содержание отдельных загрязняющих веществ в воде некоторых рек достигало критического уровня: аммонийного азота в реках Степной Зай и Зай (до 16 ПДК и 12 ПДК, в среднем 4–8 ПДК, соответственно), нитритного азота в реках Степной Зай, Зай и Сельда (до 18 ПДК, 27 ПДК и 10 ПДК, в среднем 4–10 ПДК), сульфатных ионов в реках Илеть и Казанка (до 8 ПДК и 9 ПДК). легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) в реке Степной Зай (до 7,70 мг/л О₂).

В 2011 г., как и в предыдущем году, вода Саратовского водохранилища по качеству колебалась в пределах 3-го класса, характеризуясь в преобладающем числе створов как «загрязненная». Загрязненность воды водохранилища легко — и трудноокисляемыми органическими веществами (соответственно по БПК₅ и ХПК до 2 ПДК и

3 ПДК, в среднем 1 ПДК и 1,5 ПДК) оценивалась как характерная, фенолами (до 3–5 ПДК, в среднем 1–2 ПДК) — как устойчивая, соединениями меди, азотом аммонийным и нитритным (до 1–6 ПДК, 1–3 ПДК и 2 ПДК) — как неустойчивая. Содержание соединений цинка в концентрациях от 1 ПДК до 2 ПДК отмечалось периодически в воде практически всех створов контроля.

Уровень загрязненности воды большинства притоков Саратовского водохранилища колебался от 3-го класса «очень загрязненная» до 4-го класса качества «грязная». По-прежнему наиболее загрязненным водным объектом в бассейне р. Волга осталась р. Падовая (4 класс), в которую поступали сточные воды ОАО «Пивоваренная компания Балтика», ООО «Салют», МП ПОЖКХ п. Стройкерамика. Критическими загрязняющими веществами воды р. Падовая были нитритный и аммонийный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), максимальные концентрации которых соответственно составляли: 22 ПДК, 50 ПДК и 10 ПДК.

В р. Чапаевка, по качеству воды соответствующему 4-му классу, были зарегистрированы случаи высокого загрязнения воды нитритным азотом (13 ПДК), легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) (8 ПДК) и экстремально высокого хлорорганическими пестицидами (до 37 ПДК).

Вода Волгоградского водохранилища в районе г. Камышин и г. Волжский по качеству стабилизировалась на уровне 3-го класса («очень загрязненная»). Средний уровень загрязнен-

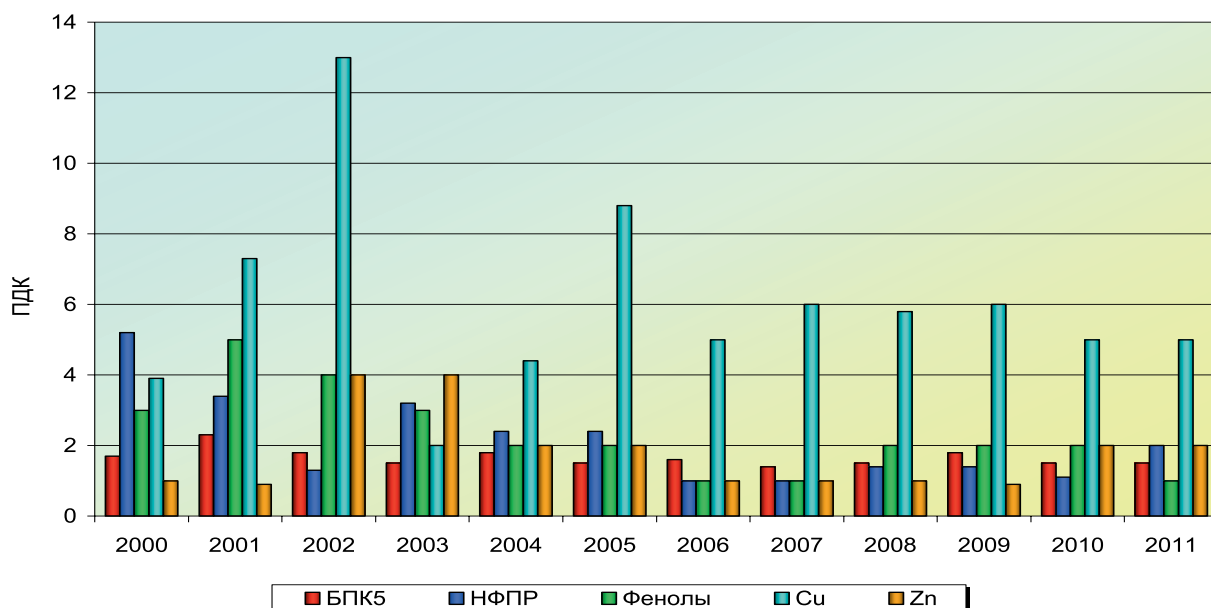


Рис. 3.28. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Волга, г. Астрахань

ности воды характерными загрязняющими веществами: фенолы, трудно- и легкоокисляемые органические вещества (по ХПК и БПК₅), как правило, составлял 1 ПДК, реже 2 ПДК, соединениями меди 3 ПДК. В течение года отмечались отдельные случаи загрязненности воды водоема нитритным азотом до 2 ПДК, нефтепродуктами до 1–6 ПДК.

В течение 2009–2011 гг. качество воды р. Волга у г. Волгоград во всех створах контроля стабилизировалось на уровне 3-го класса («очень загрязненная»). Загрязненность воды реки соединениями меди (до 3–5 ПДК), цинка (до 2 ПДК), фенолами (до 3 ПДК), легко- и трудноокисляемыми органическими веществами (по БПК₅ и ХПК до 3–4 ПДК) оценивалась как характерная, в среднем составляя 3 ПДК, 1 ПДК, 2 ПДК и 1–2 ПДК. Загрязненность воды нитритным азотом до 2–3 ПДК по течению реки изменялась от эпизодического до устойчивого уровня.

Загрязненность воды р. Волга в районе г. Астрахань в последние три года наблюдений соответствовала 4-му классу «грязная». Из характерных загрязняющих веществ воды реки по степени и устойчивости их загрязнения выделялись соединения меди и цинка, среднегодовые концентрации которых в течение последних шести лет наблюдений изменялись в довольно узком диапазоне концентрации и составляли: максимальные 26 ПДК и 16 ПДК, среднегодовые 5–6 и 2–3 ПДК соответственно. Средний уровень загрязненности воды остальными загрязняющими веществами (легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅), нефтепродуктами, фенолами) не превышал 1–2 ПДК (рис. 3.28).

В 2011 г. по сравнению с 2010 г. существенных изменений в качестве поверхностных вод бассейна Оки не отмечалось.

Река Ока. Степень загрязненности воды изменялась по течению реки от 3-го класса «загрязненной» и «очень загрязненной» в верхнем течении (г. Орел — г. Алексин) до 4-го класса в большинстве створов ниже по течению реки. По всему течению реки наблюдали загрязненность воды легко- и трудноокисляемыми органическими веществами (по БПК₅ и ХПК до 1–6 ПДК и 1–4 ПДК в среднем до 1–2 ПДК) и соединениями меди (до 4–14 ПДК, в среднем 3–7 ПДК), которая практически во всех створах контроля оценивалась как характерная. Загрязненность воды нитритным азотом возрастала до критической на участке реки от створа ниже г. Коломна до г. Нижний Новгород, здесь среднегодовые концентрации изменялись от 3 ПДК до 7 ПДК, максимальные либо приближались к уровню ВЗ, либо его превышали в створах ниже г. Коломна (23 ПДК), ниже г. Рязань (25 ПДК), выше г. Касимов (11 ПДК), выше и ниже г. Муром (11–13 ПДК). Наиболее часто (П1 = 54–100%) загрязненность воды аммонийным азотом, как правило до 2–5 ПДК, прослеживалась на участке реки, протекающей по территории Московской области, а также у г. Муром. Случаи высокого загрязнения воды реки аммонийным азотом фиксировали ниже г. Кашира (до 12 ПДК) и ниже г. Рязань (до 35 ПДК). Загрязненность воды реки нефтепродуктами была эпизодической или неустойчивой, как правило, не выше 1–4 ПДК, в створах выше и в черте г. Нижний Новгород до 12 ПДК. На участках водохранилища у г. Дзержинск и ниже г. Нижний Новгород отмечали ус-

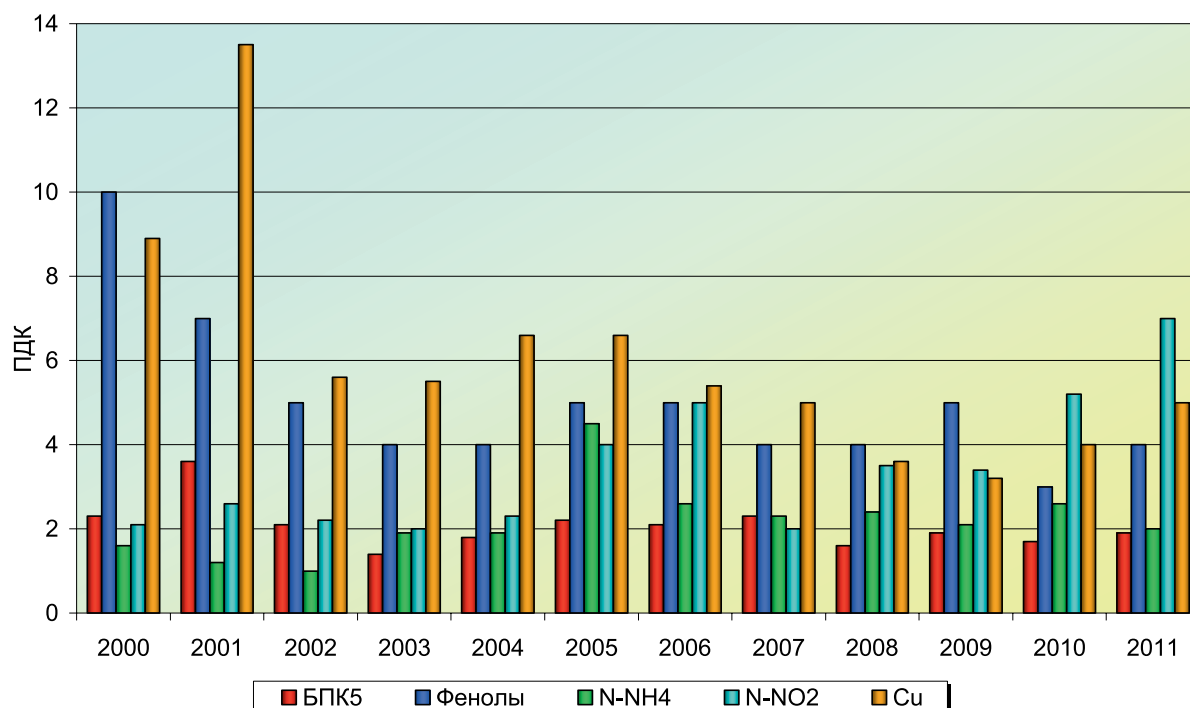


Рис. 3.29. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Ока, ниже г. Коломна

тойчивую загрязненность воды реки метанолом до 1–2 ПДК.

В последнее пятилетие в воде р. Ока ниже г. Коломна, находящейся под воздействием загрязненных сточных предприятий жилищно-коммунального хозяйства и загрязненных вод р. Москва, наблюдалось постепенное возрастание среднегодового содержания нитритного азота от 2 ПДК в 2007 г. до 7 ПДК в 2011 г. Средний уровень загрязненности воды остальными загрязняющими веществами изменялся не значительно и колебался в пределах: соединений меди 3–5 ПДК, аммонийного азота 2–3 ПДК, легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) 2 ПДК (рис. 3.29).

Вода большинства притоков р. Ока варьировала в пределах 3-го и 4-го классов качества. В 2011 г. по сравнению с 2010 г. снизилось качество воды р. Упа в 19 км ниже г. Тула до 5 класса «экстремально грязная», здесь были зафиксированы самые высокие по бассейну р. Волга значения среднегодовой и максимальной концентраций нитритного азота (23 ПДК и 79 ПДК соответственно). Критическими загрязняющими веществами воды притоков, протекающих по территории Московской, Тульской и Владимирской областей чаще всего были нитритный азот, реже — аммонийный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), в отдельных реках — трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения железа, меди, нефтепродукты. Случаи высокого загрязнения воды притоков верхнего течения р. Оки

были зарегистрированы также в р. Мышега в районе г. Алексин (аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅)), р. Нара ниже г. Серпухов (нитритный азот), р. Лопасня выше г. Чехов (нитритный азот), Шатском водохранилище (трудноокисляемые органические вещества, аммонийный и нитритный азот).

Река Москва. Качество воды р. Москва снижалось от 3-го и 4-го классов в верхнем течении (д. Барсуки, г. Звенигород, г. Москва в створах 19 км выше города и 0,3 км ниже Бабьегородской плотины) до 4 класса ниже по течению. Возрастание уровня загрязненности воды по течению реки обусловлено влиянием Люберецкой и Курьяновской станций аэрации, а также загрязненных притоков. По-прежнему критическими загрязняющими веществами воды реки были аммонийный и нитритный азот, а также легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), максимальные концентрации которых соответственно составляли: 38 ПДК, 48 ПДК и 11 ПДК.

В воде р. Москва в черте г. Москва 0,01 км выше Бесединского моста МКАД в 2011 г. по сравнению с 2008–2010 гг. возрос средний уровень загрязненности воды аммонийным и нитритным азотом (до 10 ПДК и 11 ПДК соответственно) (рис. 3.30). В течение 2011 г. на этом участке реки было зафиксировано 41 случай высокого загрязнения воды, из них 21 нитритным и 18 аммонийным азотом.

Вода большинства притоков р. Москва по качеству изменялась от «очень загрязненной» и

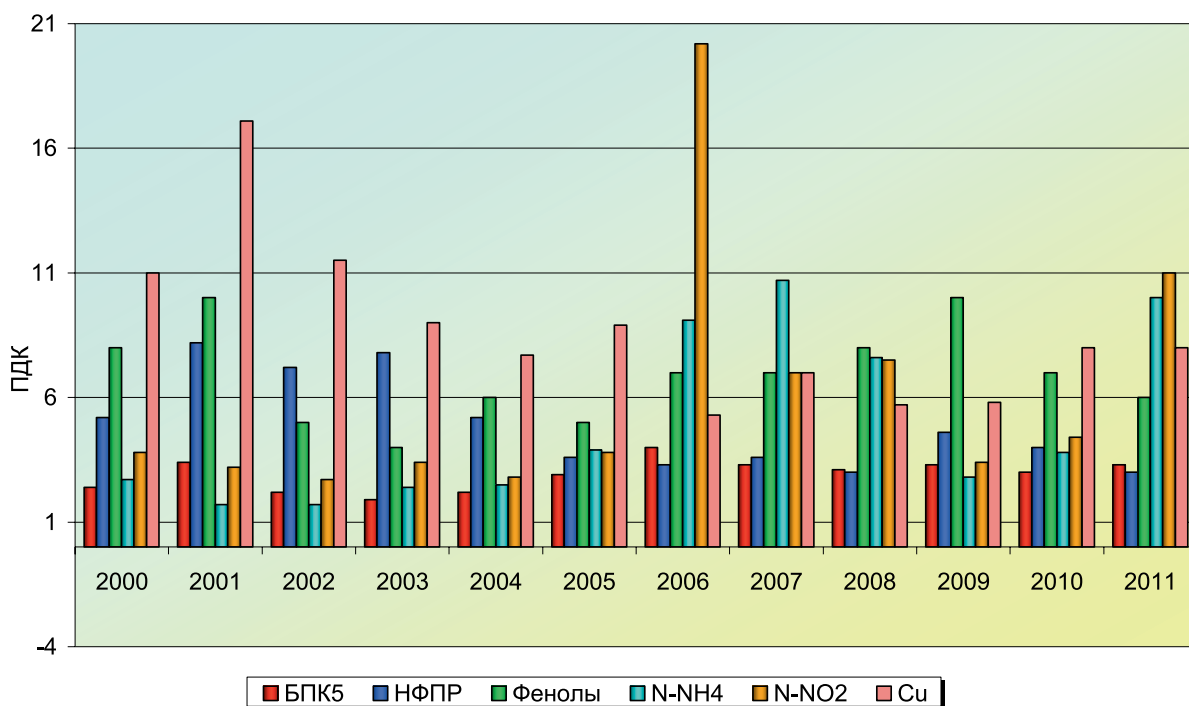


Рис. 3.30. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Москва, г. Москва

«грязной» до «очень грязной» в р. Яуза и «экстремально грязной» в р. Пахра. В реках Медвенка, Закза, Пахра и Рожая максимальные концентрации легко- и трудноокисляемых органических веществ (по БПК₅ и ХПК соответственно), аммонийного и нитритного азота превышали уровень высокого загрязнения, в отдельных створах — экстремально высокого (р. Пахра 1 км ниже г. Подольск).

Река Клязьма. В реку на территории Московской области поступали загрязненные сточные воды промышленных и хозяйственно-бытовых предприятий городов Щелково, Лосино-Петровский, Павловский Посад, Орехово-Зуево и др. После сброса сточных вод Щелковских городских очистных сооружений ЗАО «Экоаэросталкер» состояние воды реки, по сравнению с фоновым створом, ухудшалось в пределах 4 класса от «грязной» до «очень грязной». Ниже по течению реки вплоть до устья состояние воды реки оставалось напряженным и соответствовало 4 классу. В течение года были зарегистрированы случаи высокого загрязнения воды нитритным азотом (до 24 ПДК), аммонийным (до 21 ПДК), легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅ до 9 ПДК).

Бассейн р. Кама

Источниками антропогенного загрязнения поверхностных вод бассейна р. Кама в 2011 г. являлись сточные воды многих отраслей промышленности, хозяйственно-бытовые сточные воды

муниципальных образований городов и других населенных пунктов, поверхностный сток с водосборной площади и др.

Наблюдения за качеством воды р. Кама и ее водохранилищ свидетельствовали о том, что существенных изменений их химического состава в многолетнем плане не происходит. В 2011 г. по-прежнему к наиболее распространенным загрязняющим веществам воды р. Кама, Камского, Воткинского водохранилищ относились соединения железа, марганца, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), повторяемость превышения ПДК которыми, как правило, была близка, либо превышала 80%. Загрязненность воды Нижнекамского водохранилища соединениями железа носили эпизодический характер. Среднегодовые концентрации соединений марганца и железа в воде р. Кама в целом, включая весь каскад водохранилищ, в 2011 г. составляли 6 и 3 ПДК, значения ХПК не превышали 30,0 мг/л(О). Присутствие в поверхностных водах бассейна р. Кама повышенных содержаний соединений марганца и железа нередко было обусловлено наличием повышенного природного фона.

Химический состав воды Нижнекамского водохранилища формируется под влиянием р. Белая, основной водной артерии Башкортостана, и характеризуется повышенной загрязненностью соединениями меди и цинка, сульфатными ионами. В среднем по водохранилищу в 50% и 80% проб в воде наблюдали случаи превышения ПДК соединениями цинка не более чем в 3 раза

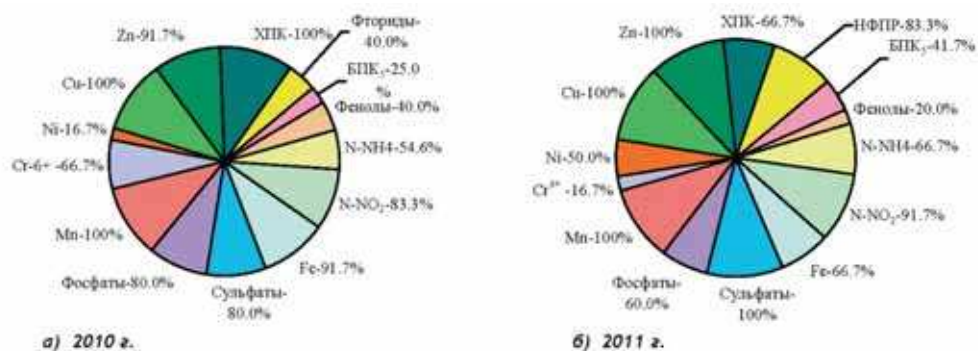


Рис. 3.31. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ выше 1 ПДК (PI_1) в воде р. Чусовая, 1,7 км ниже г. Первоуральск в 2010–2011 гг.

и меди до 8 ПДК. В пункте с. Андреевка почти в каждой пробе отмечали повышенные для р. Кама концентрации в воде нефтепродуктов, реже сульфатов.

По комплексной оценке вода р. Кама и ее водохранилищ в 2011 г., как и в течение предшествующих десяти лет, оставалась на всем протяжении в пределах 3-го класса качества и оценивалась как «загрязненная», либо «очень загрязненная».

Для бассейна р. Белая характерно наличие в ряде водных объектов более высокой по сравнению с р. Кама, ее водохранилищами и большинством ее притоков, загрязненности воды нефтепродуктами, соединениями меди и сульфатами, повторяемость превышения ПДК которыми в 2011 г. составляла 65, 60 и 33%. Уровень концентраций нефтепродуктов и соединений меди в среднем не превышал 2 ПДК. Повышенные (до 2 ПДК и более) концентрации в воде сульфатных ионов отмечали в 2011 г. в р. Уфа на участке от д. Верхний Суян вплоть до устья, р. Уфалейка, р. Чусовая, р. Северушка с различной повторяемостью от единичных проб до 70–100%. Наличие в бассейне р. Кама большей части карстовых массивов Предуралья обуславливает хронически повышенное содержание сульфатных ионов также в воде рек Сим, Инзер, Большой Нугуш, Зилим, Сытва, Ирень, Шугуровка, оз. Кандрыкуль и оз. Асли-Куль. Повышенные содержания в воде сульфатных ионов характерны и для степных рек бассейна Камы – Быстрый Танып, Уршак, Дема.

Качество воды р. Белая и ее притоков в 2011 г. варьировало в диапазоне 3-го и 4-го классов. Более низкое качество воды, характеризующее 4-м классом, обусловленное не только негативным антропогенным воздействием, но и природными региональными особенностями формирования и наличием фонового загрязнения фиксировали из года в год на некоторых участках р. Белая и ряде ее притоков.

В р. Белая на участке р.п. Прибельский — устье в 2011 г. в 40–70% проб отмечали концентра-

ций в воде сульфатных ионов до 2 ПДК и более. Вода р. Белая постоянно испытывает антропогенную нагрузку на участке ниже г. Стерлитамак — р.п. Прибельский, где в течение многих лет характеризуется 4 классом и оценивается как «грязная». В 2011 г. в воде р. Белая и ряде ее притоков фиксировали почти в каждой пробе превышение ПДК соединениями железа, меди, цинка, марганца, аммонийным и нитритным азотом, легко- и трудноокисляемыми органическими веществами, существенно реже нефтепродуктами и фенолами.

Высокой загрязненностью воды соединениями меди ежегодно выделяется в бассейне р. Кама один из ее левых притоков — р. Чусовая. Особенно высокий уровень загрязненности воды р. Чусовая соединениями меди уже несколько десятилетий фиксировали на участке 1,7 км — 17 км ниже г. Первоуральск, где в 2011 г. среднегодовые концентрации в воде соединений меди превышали ПДК в 14–15 раз.

Река Чусовая многие годы относится к наиболее загрязненным среди притоков Камы. Формируясь в зоне влияния Первоуральско-Ревдинского промузла река отличается высокой комплексностью загрязненности воды. В 2011 г. на этом участке фиксировали загрязненность воды реки по 14 химическим веществам из 16, учитываемых в комплексной оценке качества воды, в том числе сульфатам, соединениям шестивалентного хрома, фосфатам, нефтепродуктам, аммонийным и нитритным азотом и другими химическими соединениями. Постоянно наблюдаемые колебания уровней концентраций различных присутствующих в воде реки веществ, относительно нормативных значений, обуславливают в отдельные годы изменчивость перечней загрязняющих воду веществ, но комплексность загрязненности воды р. Чусовая при этом из года в год остается высокой (рис. 3.31).

По комплексной оценке вода р. Чусовая оценивалась как «очень грязная» и соответствовала 4-му классу качества.

В р. Ай ниже г. Златоуст в 2011 г., как и в те-



Рис. 3.32. Динамика качества воды р. Кубань, 24,5 км ниже г. Краснодар

чение ряда предшествующих лет, регистрировалась наибольшая среди притоков р. Белая загрязненность воды аммонийным и нитритным азотом в среднем 4 и 6 ПДК с максимальными разовыми концентрациями на уровне высокого загрязнения 10 и 16 ПДК.

По-прежнему высокой осталась загрязненность р. Косьва соединениями железа. На участке р. Косьва ниже г. Губаха качество воды реки формируется под влиянием шахтных вод Кизеловского угольного бассейна. В 2011 г., как и в предыдущие годы, в реке наблюдали в каждой пробе высокие концентрации в воде соединений железа и марганца в среднем 47 и 18 ПДК. В 73% проб отмечали наиболее высокую в бассейне р. Кама загрязненность воды фенолами, максимальные концентрации в воде которых превышали уровень высокого загрязнения. Вода р. Косьва в створе ниже г. Губаха оценивалась как «очень грязная» и соответствовала 4-му классу качества.

Бассейн р. Кубань

На формирование качества поверхностных вод бассейна Кубани существенное влияние оказывают сточные воды различных видов промышленности, сельского и жилищно-коммунального хозяйства и природные факторы — грунты, атмосферные осадки, подрусловые вклинивания термальных и минеральных природных вод. В 2011 г. существенных изменений в качестве поверхностных вод бассейна Кубани не произошло.

Вода реки на всем протяжении характеризовалась 3-м классом качества, в большинстве створов (г. Невинномысск — г. Краснодар), на участке х. Тиховский — г. Темрюк и оценива-

лась как «очень загрязненная» и «загрязненная». В 2011 г. наблюдалось снижение в воде на всем протяжении реки соединений железа до 2-х и значений ниже ПДК в среднем. К характерным загрязняющим веществам воды р. Кубань в 2011 г. относились соединения меди, сульфаты и трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) с повторяемостью случаев превышения ПДК 70,7%; 60,5% и 82,5% (в 2010 г. 66,8%; 52,4%, 71,8%) соответственно; среднегодовые концентрации колебались в пределах 1,5–5 ПДК, 1–2 ПДК, 1–2 ПДК, максимальные в основном не превышали 1–3 ПДК, за исключением соединений меди 2–14 ПДК.

Вода р. Кубань ниже г. Краснодар с 1992 г. по 1999 г. характеризовалась от «очень грязной» до «грязной» (4 класс качества). Критического уровня загрязненности в этот период достигали нефтепродукты, нитритный азот, соединения меди и железа. С 2000 г. качество воды реки улучшилось и характеризовалось 3-м классом — «очень загрязненная» вода. Критического уровня загрязненности воды не отмечалось ни по одному ингредиенту (рис. 3.32). В 2011 г. наметилась тенденция ухудшения качества воды, во всех створах г. Краснодар, при этом увеличилось значение комплексного показателя (УКИЗВ) от 2,60–2,89 до 3,23–3,41 (изменения в пределах 3-го класса качества).

Бассейн р. Северная Двина

Река Северная Двина является одной из наиболее крупных рек Европейского Севера России. Начинается она от слияния р. Сухона и р. Юг, берущих начало в Вологодской области, протекает по территории Республики Коми и Архангельской области и впадает в Двинскую губу

Белого моря. Длина собственно реки Северная Двина составляет 744 км, площадь водосбора 357 тыс. км². Река судоходна на всем протяжении, поэтому здесь интенсивно развиты водный транспорт и лесосплав. Северная Двина – типично равнинная река. При впадении в Белое море образует большую дельту с многочисленными рукавами.

В верхнем течении в р. Северная Двина загрязняющие вещества поступают со сточными водами предприятий г. Великий Устюг, Красавино, Котлас, льяльными водами судов речного флота и водами притоков Сухона и Вычегда. В 2011 г. качество воды на этом участке не изменилось и по-прежнему в большинстве створов характеризовалось 3-м классом — «очень загрязненная» вода, ниже г. Красавино — 4-м классом — «грязная» вода. Характерными загрязняющими веществами являлись соединения меди, железа, никеля (кроме г. Котлас) и трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), в отдельных створах к ним добавлялись соединения алюминия, у г. Котлас соединения цинка и марганца, среднегодовые концентрации которых колебались в основном в пределах 1,5–4 ПДК, за исключением соединений меди, марганца и цинка — 5–6 ПДК. Повторяемость случаев превышения ПДК составляла 63–100%. Наиболее высокие концентрации, превышающие 10 ПДК, фиксировали по соединениям меди (12–15 ПДК) и соединениям марганца (14 ПДК).

В среднем течении реки (д. Телегово – д. Звоз) до замыкающего створа с. Усть-Пинега крупных источников загрязнения нет, загрязняющие вещества поступали в основном с водой притоков — рр. Вага, Емца, Пинега и др. Наиболее загрязненной в среднем течении по-прежнему осталась вода реки у д. Телегово, характеризующаяся 4-м классом и оцениваемая как «грязная». Среднегодовая и максимальная концентрации соединений железа несколько возросли и достигали 16 и 44 ПДК при повторяемости случаев превышения ПДК 100%; в 33% проб определялось превышение 10 ПДК, в одной пробе превышение 30 ПДК. В 2011 г. наблюдалось снижение содержания в воде соединений меди до 4 ПДК, что в 5 раз меньше, чем в 2010 г.

Не изменился класс качества воды р. Северная Двина в замыкающем створе у с. Усть-Пинега и по-прежнему определялся 3-м, как «очень загрязненная» вода. Но при этом отмечался некоторый рост содержания в воде фенолов до 3 ПДК в среднем и повторяемости случаев превышения ПДК до 51%.

Основными источниками загрязнения устьевого участка Северной Двины являются сточные воды предприятий целлюлозно-бумажной, дере-

вообрабатывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, льяльные воды судов речного и морского флота. В 2011 г. в результате увеличения в воде всех створов на этом участке содержания и повторяемости случаев превышения ПДК фенолов от величин ниже ПДК до 1,5–2 ПДК в среднем и от 0–18% до 38–71%, соединений алюминия в черте г. Архангельск до 2 ПДК и 43%, а также увеличения количества загрязняющих веществ в большинстве створов от 7–8 до 9–11 из 16, учтенных в комплексной оценке качества воды, увеличились значения комплексного показателя (УКИЗВ) от 2,38–2,90 до 2,49–3,40 (изменение в пределах 3-го класса качества). Вода реки характеризовалась как «очень загрязненная». Наиболее характерными загрязняющими веществами на устьевом участке реки по-прежнему являлись трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения железа, меди, цинка, марганца, в черте г. Архангельск в 2011 г. к ним добавились фенолы; среднегодовые концентрации остались практически на уровне предыдущего года, за исключением фенолов и соединений алюминия (в черте г. Архангельск) и колебались в пределах 2–3 ПДК.

Хлорорганические пестициды в 2011 г. у с. Усть-Пинега, г. Великий Устюг, г. Архангельск не обнаруживали, ниже г. Красавино определяли в следовых количествах: гексохлорана — 0,002 мкг/л и линдана — 0,003 мкг/л. Режим растворенного в воде реки кислорода был удовлетворительным. Снижение концентрации растворенного в воде кислорода наблюдалось: до 3,43 мг/л в марте в черте д. Телегово и д. Абрамово и до 3,72 мг/л у д. Звоз.

В дельте Северной Двины (рук. Никольский, Мурманский, Корабельный, прот. Маймакса и Кузнечиха) уровень загрязненности воды по большинству нормируемых показателей существенно не изменился. Вода в большинстве створов характеризовалась 3-м классом (рук. Корабельный, Мурманский, Никольский; прот. Кузнечиха, в черте г. Архангельск). По-прежнему наиболее загрязненной осталась вода прот. Маймакса и прот. Кузнечиха, 4 км выше устья, характеризовалась 4-м классом качества и оценивалась как «грязная». Количество загрязняющих веществ в этих створах достигало 12 из 16, учтенных в комплексной оценке качества воды. Содержание наиболее характерных загрязняющих веществ – трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), соединений железа, меди, цинка, марганца колебалось в основном в пределах 2–3 ПДК. На фоне низкой водности в марте, августе и сентябре в прот. Кузнечиха (4 км выше устья) и прот. Маймакса наблюдались случаи нагонных явлений, сопровождающихся проник-

новением морских вод в дельту реки. Наибольшее влияние морских вод проявилось в августе и сентябре 2011 г. В этот период минерализация воды достигала 1,87–9,10 г/л, концентрация хлоридов — 1,10–5,08 г/л, ионов натрия — 0,53–2,39 г/л, сульфатов — 0,26–0,77 г/л. Режим растворенного в воде кислорода в течение года был удовлетворительным, минимальная его концентрация снижалась до 3,97 мг/л в воде прот. Кузнечиха в черте г. Архангельск.

Р. Сухона — один из крупных притоков р. Северная Двина. Основными источниками загрязнения реки являются предприятия деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства, суда речного флота. В течение последних пяти лет класс качества воды реки колебался в пределах 3-го и 4-го класса. В 2011 г. изменение класса качества воды в сторону ухудшения наблюдалось в створах выше г. Сокол и у с. Наремы, где вода из 3-го класса перешла в 4-й класс. Не изменилось и по-прежнему определялось 4-м классом качество воды реки ниже г. Сокол и ниже г. Тотма, в остальных створах — 3-м классом. В 2011 г. отмечался некоторый рост загрязненности воды реки фенолами в районе впадения р. Пельшма, соединениями меди — ниже г. Сокол. В отдельных створах наблюдался рост повторяемости случаев превышения ПДК нитритным и аммонийным азотом, соединениями цинка, алюминия, никеля. Наиболее характерными загрязняющими веществами являлись трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения меди, фенолы (кроме с. Наремы), к ним в отдельных створах добавлялись соединения железа, нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), среднегодовые concentra-

ции колебались в основном в пределах 2–3 ПДК, за исключением фенолов 2–6 ПДК и соединений меди 3–8 ПДК.

Р. Пельшма. По-прежнему наиболее загрязненной в бассейне р. Сухона осталась р. Пельшма, на формирование химического состава которой негативное влияние оказывали недостаточно очищенные сточные воды ОАО «Сокольский ЦБК» и объединенных очистных сооружений г. Сокол. Река Пельшма на протяжении многих лет остается районом экстремально высокого уровня загрязненности (5-й класс качества). Критический уровень загрязненности воды реки достигался по трудноокисляемым (по ХПК) и легкоокисляемым (по БПК₅) органическим веществам, фенолам, лигносульфонатам, аммонийному азоту, растворенному в воде кислороду (рис. 3.33), среднегодовые и максимальные концентрации которых составляли 12 и 24 ПДК, 22 и 54 ПДК, 38,5 и 152 ПДК, 14 и 26 ПДК, 4 и 14 ПДК. Превышение установленных нормативов для данных показателей в течение года неоднократно достигало уровня высоких и экстремально высоких уровней загрязнения (ВЗ, ЭВЗ). В воде реки возросло среднегодовое содержание фенолов от 15 ПДК в 2010 г. до 38,5 ПДК в 2011 г. за счет максимальной концентрации 152 ПДК, зарегистрированной в январе 2011 г. Дефицит растворенного в воде кислорода отмечался с января по июль (0,00–2,21 мг/л) и в сентябре – (2,22 мг/л).

Р. Вычегда является одним из крупных притоков р. Северная Двина. На химический состав воды реки оказывали негативное влияние загрязняющие вещества, поступающие со сточными водами предприятий целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, с льяльными водами судов речного

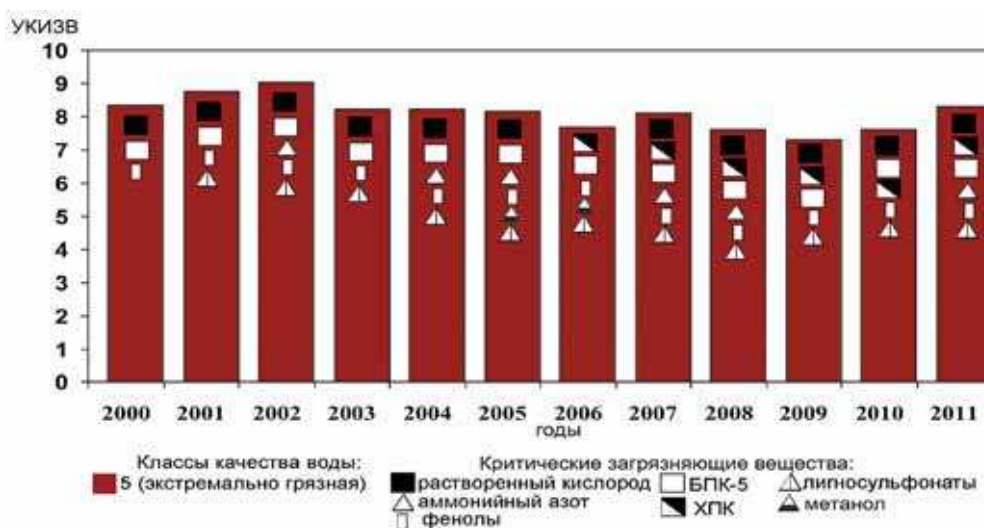


Рис. 3.33. Динамика качества воды р. Пельшма, г. Сокол, 1 км ниже сброса сточных вод ОАО «Сокольский ЦБК»

флота и в результате смыва с сельскохозяйственных угодий. В 2011 г. вода реки характеризовалась 3-м классом качества в верхнем и среднем течении (с. Малая Кужба – с. Межог), в нижнем течении в створах г. Корьяма и оценивалась как «загрязненная» и «очень загрязненная». Изменение качества воды в сторону улучшения отмечалось в створах ниже г. Сыктывкар и в черте д. Гавриловка, где снизилось количество загрязняющих веществ от 8–9 до 7–8, уменьшилось содержание в воде фенолов до значений ниже ПДК и повторяемости случаев превышения ПДК от 71% до 9 и 29% (изменение в пределах 3-го класса качества). Значение комплексного показателя (УКИЗВ) снизилось от 3,01 и 3,18 до 2,62 и 2,53. К наиболее характерным загрязняющим веществам воды в верхнем и среднем течении реки относились трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения железа, к ним добавлялись фенолы ниже д. Гавриловка и соединения цинка у с. Межог, среднегодовые концентрации которых наблюдались в пределах 2–3 ПДК, соединений железа 4–8 ПДК, максимальные концентрации достигали 3–4 и 6–17 ПДК. Не изменилась, осталась характерной для нижнего течения реки (г. Корьяма) загрязненность воды трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК), соединениями железа, цинка, меди и марганца, среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 2–5 ПДК, максимальные достигали — 4–20 ПДК.

Хлорорганические пестициды, контролируемые в створе выше г. Корьяма, не обнаруживали, за исключением следовых количеств гексахлорана и линдана (до 0,002 мкг/л). максимальную концентрацию пестицидов группы ДДЭ — 0,007 мкг/л и гексахлорана — 0,005 мкг/л определяли у с. Межог. Режим растворенного в воде кислорода в течение года был удовлетворительным (6,01–8,23 мг/л).

Малые реки Кольского полуострова

На протяжении десятилетий характерными загрязняющими веществами воды малых рек Кольского полуострова, являются соединения никеля, меди, марганца, железа, молибдена, сульфатные ионы, аммонийный и нитритный азот, легко — (по БПК₅) и трудноокисляемые (по ХПК) органические вещества, дитиофосфат крезоловый. Источниками загрязняющих веществ являются сточные воды «Печенганикель», «Североникель», ОАО «Ковдорский ГОК», ЗАО «Ловозерская горно-обогатительная компания», ОАО «Апатит», ОАО «Кольская ГМК» и др.

В 2011 г. на 21 водном объекте Кольского полуострова зарегистрированы 141 случай высо-

кого загрязнения и 50 — экстремально высокого загрязнения. Из 141 случая высокого загрязнения 64 наблюдались по содержанию соединений никеля, 15 — ртути, 9 — меди, 5 — молибдену, 12 — по соединениям азота, 3 — сульфатам, 2 — по pH, АСПАВ и органическим веществам (по БПК₅), единичные случаи отмечены по соединениям железа, марганца и растворенному в воде кислороду. Из 50 случаев экстремально высокого загрязнения 14 наблюдалось по соединениям меди, 11 — никеля, 5 — ртути, 1 — марганца, 5 — легкоокисляемым органическим веществам (по БПК₅). На эти водные объекты оказывают негативное влияние сточные воды предприятий горнодобывающей, горнообработывающей и металлургической промышленности: ОАО «Кольская ГМК» — рр. Ньюдай, Хауки-лампи-йоки, Колос-йоки; ОАО «Ковдорский ГОК» — рр. Можель и Ковдора; ЗАО «Ловозерская горно-обогатительная компания». В зоне влияния сточных вод предприятий г. Мурманск и сельскохозяйственных комплексов находится р. Роста, руч. Варничный и ручьи бассейна р. Колы.

Наиболее загрязненными водными объектами области по данным наблюдений в 2011 г. являются р. Роста и руч. Варничный (г. Мурманск); рр. Колос-йоки и Хауки-лампи-йоки (г. Никель); и р. Ньюдай (г. Мончегорск). По удельному комбинаторному индексу загрязненности вода характеризуется: в руч. Варничном и р. Хауки-лампи-йоки — как «экстремально грязная»; в р. Роста — «очень грязная», в рр. Колос-йоки, р. Печенга, р. Луотти-йоки, р. Нама-йоки, р. Ньюдай и р. Белая — «грязная».

Экологическое состояние воды малых рек Мурманской области продолжает находиться в критическом состоянии.

Бассейн р. Обь располагается на территории трех государств: Российской Федерации, Казахстана и Китая, основная часть (80–85%) находится в пределах России. Для территории бассейна характерно наличие областей внутреннего стока. Бессточные области занимают 15% площади бассейна. Характерной особенностью водоема является исключительная заболоченность (особенно в нижнем течении).

Вода р. Обь в верхнем течении у с. Фоминское, г. Камень-на-Оби, в створах Новосибирского водохранилища в 2011 г. характеризовалась как «загрязненная» и «очень загрязненная». По-прежнему — 4 классом осталось качество воды водохранилища ниже г. Барнаул и на участке г. Новосибирск — с. Александровское. В многолетнем плане критического уровня загрязненности воды на участке г. Колпашево — с. Александровское в 2011 г. достигали нефтепродукты.

В нижнем течении р. Обь в 2011 г. продолжал снижаться от «экстремально грязного» уровень загрязненности воды в створах: п. Горки, г. Салехард (7 км выше гидропоста), с. Сытомино, ниже г. Нефтеюганск, г. Сургут, у с. Белогорье. Вода этих створов оценивалась как «грязная», «загрязненная» и «очень загрязненная». Ниже г. Салехард в 2011 г. вода оценивалась как «очень грязная», в многолетнем плане как «экстремально грязная» и «очень грязная», критического уровня загрязненности воды в среднем течении р. Обь на участке г. Колпашево — с. Александровское достигали нефтепродукты, в нижнем течении — соединения железа, меди, цинка, марганца и нефтепродукты.

Река Полуй, приток р. Обь в нижнем течении, в многолетнем плане характеризовалась низким качеством воды, оцениваемым в 2011 г. 4 классом, как «грязная» вода. Уменьшилось от 4 до 2–3 количество показателей, достигших критического уровня. К ним относились: соединения железа и нефтепродукты, в створе «13 км выше гидропоста на р. Обь» к ним добавлялись соединения марганца. Загрязняющими веществами являлись 10 из 15, учитываемых в комплексной оценке. В течение 2011 г. в створах г. Салехард в воде р. Полуй зафиксированы: 1 случай высокого загрязнения (ВЗ) соединениями марганца, 3 случая нарушения режима растворенного в воде кислорода, в одном из которых достигался уровень глубокого дефицита, когда минимальная концентрация кислорода снижалась до 1,90 мг/л.

Уровень загрязненности воды малых рек, протекающих в районе г. Новосибирск, по-прежнему высок. В воде рек Нижняя Ельцовка, Ельцовка I, Плющиха, Каменка, Тула, Камышенка, Ельцовка II большинство веществ, учитываемых в комплексной оценке, являлись загрязняющими. Вода рек Каменка, Нижняя Ельцовка, Ельцовка I, Ельцовка II характеризовалась 4 классом; рек Тула, Плющиха и Камышенка — 4 классом, соответственно оцениваемая как «грязная» и «очень грязная».

Река Иртыш. На территорию России из Казахстана вода р. Иртыш поступает «загрязненной» (3 класс качества). Ниже по течению на территории Омской и Тюменской областей качество воды реки по-прежнему характеризуется 3-м классом; лишь в створах 2 км ниже г. Тобольск и у с. Уват ухудшается до 4 класса. Основными загрязняющими веществами воды трансграничного створа р. Иртыш с. Татарка являются соединения меди и, в меньшей степени, легко- и трудноокисляемые (по БПК₅ и ХПК) органические вещества.

Наиболее высокой в воде р. Иртыш была повторяемость концентраций, превышающих

ПДК соединений меди и марганца, достигавшая в отдельных створах 100%. Наблюдались единичные случаи превышения допустимого норматива нитритным и аммонийным азотом. Показателями, достигшими критического уровня загрязненности воды являлись соединения марганца и железа у с. Уват и в 3,4 км ниже г. Ханты-Мансийск соответственно.

Не улучшилось в многолетнем плане качество воды рек Свердловской, Курганской, Тюменской и Челябинской областей, наиболее загрязненными из которых являются р. Исеть, р. Миасс и р. Пышма. Вода р. Исеть в створах ниже г. Екатеринбург в многолетнем плане и в 2011 г. оценивалась как «экстремально грязная» и «очень грязная». Повторяемость случаев превышения ПДК фосфатов, соединений марганца, аммонийного и нитритного азота и трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), достигавших критического уровня загрязненности воды, составляла 100%; аммонийного азота в створе 19 км ниже г. Екатеринбург — 84,6%. В течение 2011 г. в 19 км ниже г. Екатеринбург зафиксирован 1 случай экстремально высоких загрязнений (ЭВЗ), в обоих створах ниже г. Екатеринбург — 15 случаев высокого загрязнения (ВЗ) нитритным азотом, 6 случаев ВЗ аммонийным азотом, по одному случаю нефтепродуктами, трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК), фосфатами.

На рис. 3.34,а и б показана динамика изменения уровня основных загрязняющих веществ в воде р. Исеть в створах ниже г. Екатеринбург в 2011 г.

Река Миасс в створах ниже г. Челябинск в многолетнем плане характеризуется как «экстремально грязная» и «очень грязная», в 2011 г. — как «очень грязная» и «грязная» (4 класс). 13–14 веществ из 16, учитываемых в комплексной оценке, являлись загрязняющими. Превышение в 10 раз допустимого норматива в створе 6,6 км ниже г. Челябинск (д. Новое Поле) нитритным азотом, нефтепродуктами, соединениями марганца наблюдали в 16,7–50,0%, в створе 23 км ниже г. Челябинск (д. Сычево) — нитритным азотом и нефтепродуктами в 33,3–50,0% проб воды. В 2011 г. критическими показателями загрязненности воды являлись нитритный азот и фосфаты в обоих створах, в створе 6,6 км ниже г. Челябинск к ним добавлялись соединения марганца.

Вода р. Пышма в многолетнем плане в створе выше г. Березовский характеризуется низким качеством воды, как «экстремально грязная», в створе ниже г. Березовский — «очень грязная». Ежегодно в створе выше г. Березовский в реке фиксировали наличие дефицита растворенного в воде кислорода, в отдельные годы — глубокого дефицита. В 2011 г. минимальное содержание

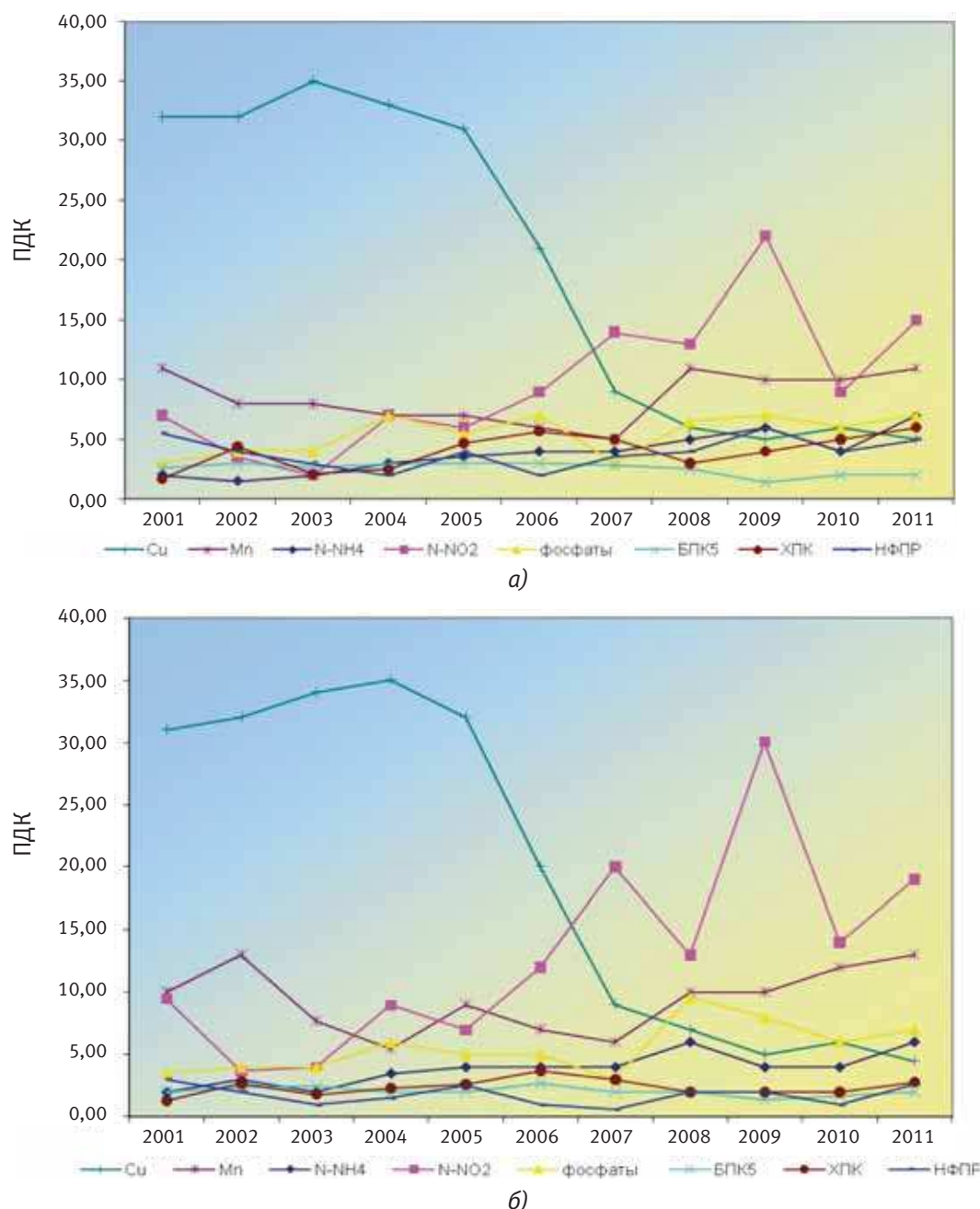


Рис. 3.34. Повторяемость числа случаев превышения ПДК разного уровня загрязняющими веществами в воде р. Исеть:

а — 3 км ниже г. Екатеринбург в 2011 г.; б — 19,1 км ниже г. Екатеринбург в 2011 г.

кислорода составляло 2,12 мг/л. Основными загрязняющими веществами в створах г. Березовский в воде р. Пышма являлись соединения меди, цинка, никеля, железа, мышьяка, марганца, легко- и трудноокисляемые органические вещества (по БПК₅ и ХПК), фенолы, нефтепродукты, аммонийный и нитритный азот.

Бассейн р. Енисей расположен на территории Российской Федерации и Монголии, вытянут в меридиональном направлении более чем на 3000 км, ширина его с запада на восток составляет около 1600 км.

Для р. Енисей и его бассейна основными за-

грязняющими веществами являются соединения меди, цинка, марганца, алюминия и нефтепродукты. В створах выше и ниже г. Красноярск и Красноярского водохранилища, кроме распространенных загрязняющих веществ, в воде обнаруживали соединения кадмия в 80-96% проб воды до 4,7 ПДК, цианиды до 1,2 ПДК, роданиды и соединения мышьяка определялись в концентрациях, не превышающих ПДК.

Вода р. Енисей в большинстве створов (68%) в 2011 г. характеризовалась 3 классом, как «загрязненная» и «очень загрязненная», в 32% — 4 классом, как «грязная».

Наиболее высоким уровнем загрязненности в многолетнем плане характеризуется вода р. Енисей в верхнем течении 7 км ниже г. Кызыл, 0,5 км ниже г. Саяногорск и в створе Саяно-Шушенского водохранилища (м. ст. Усть-Уса), где вода оценивалась 4 классом как «грязная», в отдельные годы ниже г. Кызыл (1992 г.) — 4 классом как «очень грязная» и в (2002, 2003, 2005, 2006, 2008, 2009 и 2011 гг.) 3 классом. При этом критического уровня загрязненности воды достигали в 2011 г. соединения цинка, алюминия и меди. В нижнем течении р. Енисей в створах с. Селиваниха и в 1 км ниже г. Игарка в многолетнем плане также оценивается 4 классом как «грязная».

Вода притоков р. Енисей характеризуется широким диапазоном: «грязная», «очень загрязненная» и «загрязненная». Ингредиентами, достигавшими критического уровня загрязненности воды отдельных рек, являлись соединения меди, цинка, марганца, в воде некоторых рек соединения алюминия (р. Тея, р. Ирба), соединения железа (р. Тея); хлориды, сульфаты, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) (оз. Шира). Одним из наиболее загрязненных притоков р. Енисей на территории Красноярского края является р. Кача. В 2011 г., содержание соединений алюминия в воде реки у п. Памяти 13 борцов достигало критического уровня. Загрязненность воды р. Кача 5–8 ингредиентами была характерной, число случаев превышения ПДК составляло 50–100%.

Вода Братского водохранилища (р. Ангара) во всех створах на протяжении большинства лет оценивалась как «слабо загрязненная», либо «условно чистая», в отдельные годы в ство-

рах г. Братск (2001–2003 гг., 2006 г., 2010 г., 2011 г.), с. Мальта (2011 г.) — как «загрязненная» и «очень загрязненная».

Вода входного створа Усть-Илимского водохранилища (р. Ангара) в 2011 г. характеризовалась, как и в многолетнем плане, как «слабо загрязненная», в 2001, 2002 гг. — как «загрязненная». По-прежнему наиболее загрязненным створом Усть-Илимского водохранилища являлся створ у с. Усть-Вихорева, 24,5 км выше п. Седаново, где вода характеризовалась как «грязная», в 2000, 2004, 2008, 2009, 2011 гг. — как «загрязненная» и «очень загрязненная». Сульфатный лигнин в большинстве лет, сульфиды и сероводород в отдельные годы являлись показателями, достигшими критического уровня загрязненности.

Река Вихорева на протяжении ряда лет является самым загрязненным притоком р. Ангара, основными источниками загрязнения которой являются сточные воды ОАО «Группа Илим» в г. Братск. Вода р. Вихоревой в многолетнем плане устойчиво характеризуется в разных створах как «очень загрязненная», «грязная» и «экстремально грязная», в основном как «грязная» в районе г. Вихоревка, «очень загрязненная» — у п. Чекановский. В створе 7 км ниже с. Кобляково для р. Вихоревой характерно содержание в воде сульфидов и сероводорода, формальдегида, сульфатного лигнина, в концентрациях превышающих ПДК и являющихся специфическими загрязняющими веществами (рис. 3.35). В разные годы специфические загрязняющие вещества, а также нефтепродукты, аммонийный и нитритный азот являлись критическими показателями загрязненности.

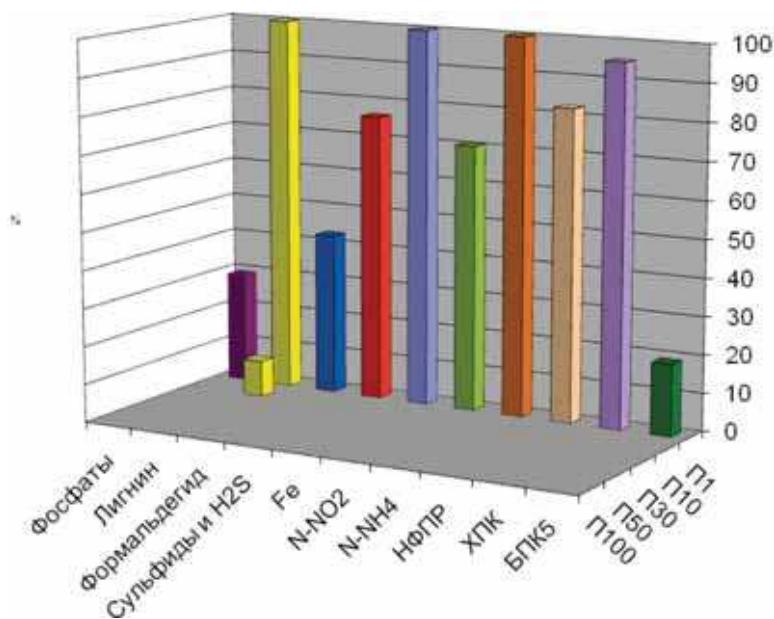


Рис. 3.35. Повторяемость числа случаев превышения ПДК разного уровня загрязняющими веществами в воде р. Вихорева, 7 км ниже с. Кобляково в 2011 г.

Бассейн р. Лена

Гидрохимический режим поверхностных вод р. Лена и ее бассейна обусловлен резко континентальным климатом, длительным периодом ледостава, наличием вечной мерзлоты, нередко выступающей в роли водоупора и низкой самоочищающей способностью.

На качество поверхностных вод р. Лена и ее бассейна в целом, оказывают влияние хозяйственная деятельность объектов горнодобывающей промышленности, энергетики, коммунального хозяйства, водного транспорта, нефтебазового хозяйства, сельского хозяйства при непосредственном сбросе в них сточных вод, а также за счет поступления загрязняющих веществ с прилегающих к населенным пунктам территорий. Основное питание реки и ее притоков составляют талые снеговые и дождевые воды, так как повсеместное распространение вечной мерзлоты мешает питанию рек грунтовыми водами.

В верхнем течении выше (р.п. Качуг) г. Киренск и в створе ниже г. Киренск качество воды несколько улучшилось, вода реки в 2011 г. характеризовалась 2 классом качества, как «слабо загрязненная». У р.п. Пеледуй и г. Олекминск, в среднем течении р. Лена качество воды оценивалось 3-м классом, однако в контрольном створе г. Олекминск произошло ухудшение качества воды — вода из 3-го класса перешла в 4-й. В многолетнем плане вода р. Лена, ниже г. Якутск оценивается 3 классом качества, как «очень загрязненная».

К характерным загрязняющим веществам воды р. Лена по-прежнему относились трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), а также фенолы с повторяемостью случаев превышения ПДК 69,5–75,0%.

Многолетние наблюдения за качеством поверхностных вод бассейна р. Лена свидетельствуют, что наиболее распространенными загрязняющими веществами являются трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), фенолы, соединения меди, марганца, превышение ПДК которыми в 2011 г. соответственно составляло в р. Лена и бассейне р. Лена: 69,5 и 69,9%, 75,0 и 69,2%, 43,8 и 60,7%, 40,7 и 50,0%.

Наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ наблюдали в воде следующих рек: соединений цинка (15 и 16 ПДК) — р. Лена у г. Олекминск; трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) (10 ПДК) — р. Шестаковка з.с. Камырдагыстах; соединений марганца и фенолов (29 и 17 ПДК соответственно) — р. Лена у г. Якутск; нефтепродуктов (3,6 ПДК) — р. Лена у с. Жиганск. Максимальные по бассейну кон-

центрации соединений железа 13,5 ПДК и меди 19 ПДК были зарегистрированы на р. Шестаковка.

Бассейн р. Колыма

Сточные воды предприятий золотодобывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, а также поверхностный сток с неблагоустроенных территорий населенных пунктов, сельскохозяйственных угодий в период повышенной водности рек являются основными источниками поступления загрязняющих веществ в поверхностные воды бассейна р. Колыма.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами р. Колыма и ее бассейна в 2011 г., как и в предыдущие годы, являлись нефтепродукты, фенолы, соединения железа, цинка, меди, марганца, в отдельных пунктах контроля соединения свинца, превышение ПДК которыми в 2011 г. составляло, соответственно в реке и в бассейне: 21,2 и 45,7%, 75,9 и 75,9%, 72,9 и 75,2%, 37,7 и 64,1%, 45,9 и 70,7%, 74,1 и 89,5%, 68,4 и 67,7%. Среднегодовое содержание в воде р. Колыма взвешенных веществ находилось в пределах 15,3–15,8 мг/л. Максимальная концентрация взвешенных веществ достигала 75,1 мг/л в районе п. Усть-Среднекан в период дождевого паводка.

Изменение среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ в воде р. Колыма, п. Усть-Среднекан показано на рис. 3.36.

Среднегодовое содержание соединений марганца в воде р. Колыма колебалось от 12 до 13 ПДК, максимальное достигало 40 ПДК, что соответствует уровню высокого загрязнения, наблюдалось у п. Усть-Среднекан. Концентрации среднегодовые и максимальные составляли: нефтепродуктов 1,5 и 28 ПДК; соединений железа 3 и 26 ПДК, меди 2 и 16 ПДК. Максимальные концентрации соединений свинца в районе п. Усть-Среднекан достигали уровня высокого загрязнения — 4 ПДК.

Вода р. Колыма ниже п. Усть-Среднекан в многолетнем плане оценивается 4-м классом качества, как «грязная».

Качество воды рек Берелех, Талок, Кулу, Тенке, Омчак, Детрин, Дебин, Оротукан также в 2011 г. не претерпело существенных изменений и характеризовалось 4-м классом.

В течение 2011 г. отмечено порядка 14 случаев экстремально-высокого загрязнения в бассейне р. Колыма: соединениями меди, марганца, в воде рек Берелех, Талок, Кулу, Тенке, Омчак, Оротукан; 30 случаев высокого загрязнения — соединениями меди, марганца, взвешенными веществами в воде рек Колыма, Берелех, Талок, Тенке, Омчак, Кулу, Детрин, Оротукан.

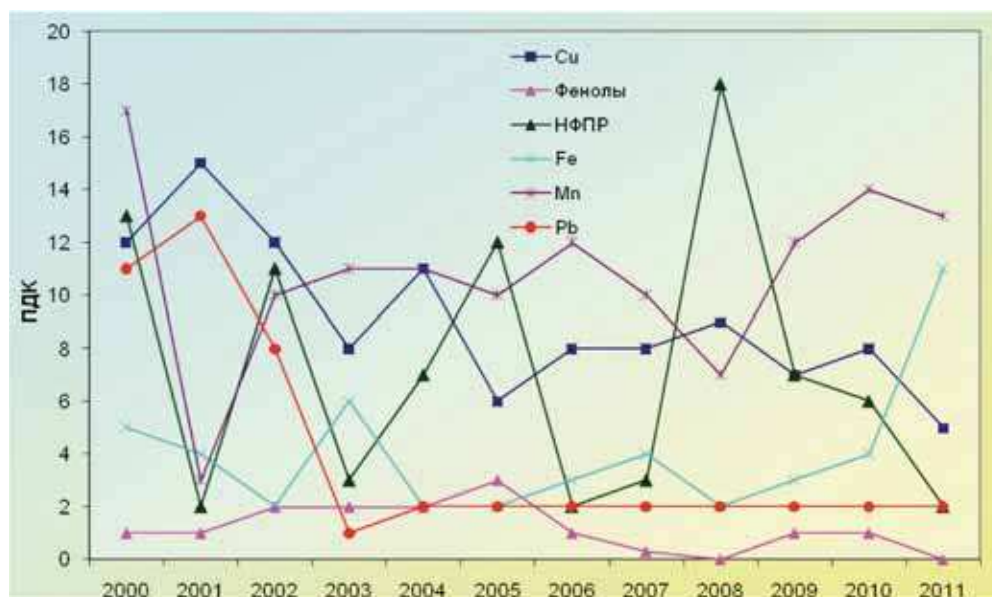


Рис. 3.36. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Колыма п. Усть-Среднекан

Бассейн р. Амур

На химический состав поверхностных вод бассейна р. Амур в 2011 г. оказывали влияние своеобразные природные условия, наличие сложной системы проток, рукавов и водоемов, многообразие озер, наличие рудоносных и коллекторно-дренажных вод, характерные гидрометеорологические условия. По-прежнему, как и в предыдущие годы, в водные объекты бассейна поступали недостаточно очищенные сточные воды жилищно-коммунальных хозяйств, принимающих в свои канализационные системы производственные сточные воды, железнодорожного и речного транспорта, золото- и угледобывающих предприятий. На водосборной площади Амура расположены 3 государства: Российская Федерация, Китайская Народная Республика, Монгольская Народная Республика, с территории которых могут поступать неочищенные промышленные и хозяйственно-бытовые стоки, смыв с площади водосбора.

К наиболее характерным загрязняющим водные объекты бассейна р. Амур веществам многие годы относились соединения марганца, железа, меди, превышение ПДК которыми в 2011 г. в среднем составляли 92, 84 и 70%. В собственно р. Амур повышенные концентрации в воде соединений марганца и железа фиксировали в 100 и 92% проб, меди в 50% проб. Для бассейна р. Усури характерно присутствие в ряде водных объектов в концентрациях выше ПДК соединений алюминия, повторяемость случаев загрязнения которыми в среднем в 2011 г. достигала 88%.

В 2011 г. продолжалось начавшееся в 2010 г.

уменьшение числа случаев высокого загрязнения водных объектов Хабаровского края при одновременном росте случаев обнаружения (до 35 в 2011 г.) концентраций на уровне экстремально высокого загрязнения. В р. Аргунь, правой составляющей р. Амур, и протоке Прорва по-прежнему фиксировали случаи дефицита и глубокого дефицита растворенного в воде кислорода, повышенные содержания в воде соединений цинка и марганца.

Высокие и повышенные концентрации в воде ряда водных объектов бассейна р. Амур соединений железа, марганца в основном обусловлены природными факторами формирования химического состава поверхностных вод бассейна р. Амур и характерны в целом для поверхностных вод Дальневосточного региона.

Практически для всего региона характерна невысокая, устойчивая загрязненность поверхностных вод трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК), превышение норматива по которым отмечали в 67% проб.

По комплексной оценке вода р. Амур в 2011 г. была наиболее загрязнена на участке г. Амурск — Комсомольск-на-Амуре, где оценивалась 4-м классом качества и характеризовалась как «грязная». На остальных участках, включая верхнее течение реки, район г. Хабаровск и нижнее течение, вода реки была менее загрязненной, по качеству соответствовала 3-му классу и характеризовалась как «загрязненная» или «очень загрязненная».

Качество воды водных объектов бассейна р. Амур было достаточно разнообразным как по составу загрязняющих веществ, так и по уровню

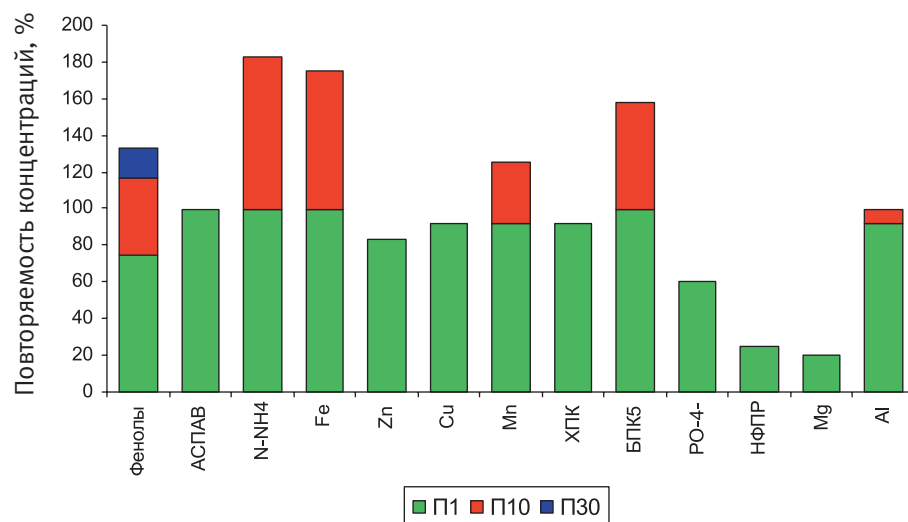


Рис. 3.37. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ разного уровня в воде р. Дачная, г. Арсеньев в 2011 г

загрязненности. В бассейне как и в предыдущие годы в 2011 г. преобладали «загрязненные» воды 3 класса качества. Весьма широко представлены и водные объекты, вода которых по комплексной оценке характеризовалась как «грязная» и по качеству соответствовала 4-му классу.

Вода малых водотоков Чита, Березовая, Черная (Хабаровский край), Дачная в 2011 г., как и в течение многих предыдущих лет, характеризовалась как «очень грязная» или «экстремально грязная» и соответствовала 4-му и 5-му классам качества. В р. Дачная в черте г. Арсеньев в 2011 г. почти в каждой пробе воды фиксировали загрязненность соединениями железа, меди, марганца, алюминия, аммонийным азотом, АСПАВ, легко- и трудноокисляемыми органическими веществами (по БПК₅ и ХПК), фенолами. Уровень концентраций в воде при этом для многих из них был высоким (рис. 3.37).

Осталась «очень грязной» в бассейне р. Уссури р. Спасовка ниже г. Спасск-Дальний, качество воды которой в 2011 г. характеризовалось 4-м классом.

Вода рек бассейна Японского моря в 2011 г., как и в предыдущие годы, варьировала преимущественно в пределах 3-го и 4-го классов и оценивалась как «загрязненная» или «грязная». Осталась «экстремально грязной» вода р. Кневичанка ниже г. Артем в зоне влияния сточных вод «Артем-ТЭЦ», которая по качеству в 2011 г. соответствовала 5-му классу. «Очень грязной» в 2011 г. характеризовалась вода рек Рудная ниже сброса сточных вод ОАО «Бор», Комаровка и Раковка, в черте г. Усуйск. Для этих рек осталась высокой комплексность загрязненности воды, к загрязняющим относились 10–11 химических веществ.

Реки о. Сахалин

Загрязненность воды большинства рек о. Сахалин в 2011 г. осталась невысокой, оценивалась категориями от «слабо» до «очень загрязненной». Наиболее распространены на острове были воды 2 и 3 классов качества. Число створов, где вода характеризовалась 2-м классом качества в 2011 г. возросло.

Наиболее загрязненными реками остались р. Охинка, р. Большая Александровка, р. Поронай, р. Черная, р. Сусуя, р. Красносельская, вода которых соответствовала 4-му классу качества и характеризовалась как «грязная».

Одной из самых загрязненных рек о. Сахалин в течение нескольких десятилетий оставалась р. Охинка в пункте г. Оха. Источниками загрязнения водотока являются сточные воды нефтедобывающих предприятий, расположенных по всей длине реки. Среднегодовые концентрации в воде р. Охинка нефтепродуктов существенно превышали критерии уровня экстремально высокого загрязнения. В 2011 г. среднегодовая концентрация нефтепродуктов в р. Охинка у г. Оха составляла 753 ПДК, значение медианы 268 ПДК.

Реки полуострова Камчатка

Качество воды большинства рек Камчатки соответствовало 3-му классу «загрязненных» вод. К наиболее распространенным в воде водных объектов загрязняющим веществам относились в 2011 г. соединения меди и железа, повторяемость превышения ПДК которыми составляла 81 и 55%.

В 2011 г. возросла по сравнению с предыдущим годом почти вдвое повторяемость случаев

превышения ПДК нефтепродуктов в целом для рек полуострова до 74%. При этом более чем в 60% от общего числа пунктов наблюдали и рост их концентраций. По-прежнему гораздо более загрязнена нефтепродуктами р. Озерная и ее приток р. Паужетка, в воде которых во время половодья и дождевого паводка фиксировали 5 случаев высокого загрязнения в пределах 34–50 ПДК. Среднегодовые концентрации нефтепродуктов превышали ПДК в р. Озерная в 30 раз, в р. Паужетка в 11–17 раз. Поступление нефтепродуктов в речные воды может быть связано с продолжающимся влиянием произошедшего ранее сильного загрязнения береговой полосы и впадающего в р. Паужетка ручья.

3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов в России

Наблюдения за состоянием пресноводных экосистем на гидробиологической сети Росгидромета проводятся по утвержденным программам и по специальным методам комплексного гидробиологического мониторинга («Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем» СПб., Гидрометеиздат, 1992).

Гидробиологические наблюдения включают в себя изучение основных экологических сообществ: фитопланктона, зоопланктона, перифитона и зообентоса. Каждое из этих экологических сообществ наблюдается по целому ряду параметров.

Первичные наблюдения позволяют рассчитать специальные обобщенные гидробиологические индексы, по значению которых можно будет дать оценку качества вод по шестибальной шкале: от I класса (очень чистые воды) до VI класса (очень грязные воды).

Влияние загрязнения на водные объекты можно выразить также через категории экологических градаций, в которых могут находиться экосистемы. При этом по мере роста нагрузки загрязнения на водную среду наблюдается последовательное ухудшение состояния водных экосистем.

В зависимости от нагрузки на водную среду, различают следующие последовательные градации изменения состояния экосистем:

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

Применение такого двойного подхода к оценке качества экосистем — через категории экологических градаций и по шкале качества вод — дает возможность наиболее объективно и всеобъемлюще охарактеризовать состояние изучаемых систем.

В 2010 году такая оценка была произведена на 102 водных объектах Российской Федерации на 210 створах в пяти гидрографических районах: Баренцевском, Каспийском, Восточно-Сибирском, Карском и Тихоокеанском.

По результатам исследования водных объектов были выявлены наиболее загрязненные водоемы, экосистемы которых находятся в состоянии экологического регресса. Ниже приведен их перечень.

В Баренцевском гидрографическом районе:

- а) Бассейн р. Патсо-йоки;
- р. Колос-Йоки.
- г) Бассейн Кольского залива:
- оз. Ледовое.
- в) Бассейн р. Нивы:
- оз. Мончеозеро, р. Ньюдай.

В Каспийском гидрографическом районе:

- а) Бассейн Средней Волги:
- Куйбышевское вдхр., Саратовское вдхр., р. Падовка, р. Чапаевка, р. Кривуша, р. Чагра.
- б) Бассейн Нижней Волги:
- Волга, рук. Камызяк, рук. Кривая Болда.

В Восточно-Сибирском гидрографическом районе:

- а) Бассейн Верхней Лены:
- р. Лена;
- оз. Мелкое.

В Карском гидрографическом районе:

- а) Бассейн р. Ангара:
- Братское вдхр.;
- р. Олха;
- р. Иркут.
- б) Бассейн истоков р. Амур:
- р. Ингода;
- р. Чита;
- оз. Кенон.
- в) Бассейн р. Енисей:
- р. Енисей.

В Тихоокеанском гидрографическом районе:

- а) Реки Приморского края:
- р. Раздольная;
- р. Комаровка;
- р. Раковка;
- р. Спасовка;
- р. Кулешовка.

Из года в год ситуация повторяется, однако в 2010 году видна резкая тенденция к уменьшению количества сильно загрязненных водных объектов.

В рассматриваемом году водные объекты по

Табл. 3.7. Тенденции в изменении экологического состояния водных объектов по данным гидробиологического мониторинга

Экологическое состояние	Количество водных объектов (%)						
	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	2010 г.
Экологическое благополучие	12	21	19	18	20	21	34
Антропогенное экологическое напряжение с элементами экологического регресса	62	73	68	74	65	44	36
Экологический и метаболический регресс	26	6	13	8	25	35	30
Всего:	100	100	100	100	100	100	100

качеству экосистем в процентном отношении распределились следующим образом. В состоянии экологического благополучия отмечено 34% объектов, в состоянии антропогенного экологического и метаболического регресса — 36%, а в промежуточном состоянии (т.е. в состоянии антропогенного экологического напряжения и с элементами экологического регресса) находятся 30% водных объектов. Таким образом, видно, что водные объекты по своим качественным характеристикам распределились практически поровну. Возможно, это связано с меньшим количеством статистической информации, поступившей от пунктов наблюдений в 2010 году, по сравнению с прошлыми годами.

Распределение наблюдаемых водных объектов по экологическому состоянию за последние семь лет представлено в табл. 3.7 (в процентах от наблюдаемого количества водных объектов за каждый год, который берется за 100%).

Результаты мониторинга свидетельствуют о том, что наметившаяся за последний год на поверхностных водах России тенденция к некоторому улучшению экологического состояния, снижавшаяся в последние 2 года, вновь набирает обороты за счет увеличения числа объектов в экологическом благополучии и снижения числа объектов в экологическом и метаболическом регрессе.

3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации

В 2011 г. экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод в Российской Федерации отмечались на 102 водных объектах в 474 случаях, высокие уровни загрязнения — на 262 водных объектах в 1 618 случаях. В 2010 году на 116 водных объектах было зарегистрировано 534 случая ЭВЗ и 1 497 случаев ВЗ на 286 водных объектах. Всего в 2011 г. было зарегистрировано 2092 случая ВЗ и ЭВЗ. Таким образом, в последние пять лет наметился явный тренд роста количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод (рис. 3.38).

Анализ внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ показывает, что максимум их приходится на март, реже — апрель. (рис. 3.39).

Как и в предыдущие годы, максимальную нагрузку от загрязнения испытывают бассейны рек Обь, Волга и Амур. В 2011 г., впервые за последние пять лет, максимальное количество случаев ВЗ и ЭВЗ наблюдалось в бассейне реки Волги (рис. 3.40). В табл. 3.8. приведено число случаев ВЗ и ЭВЗ, зарегистрированных в 2011 году в бассейнах рек Российской Федерации.

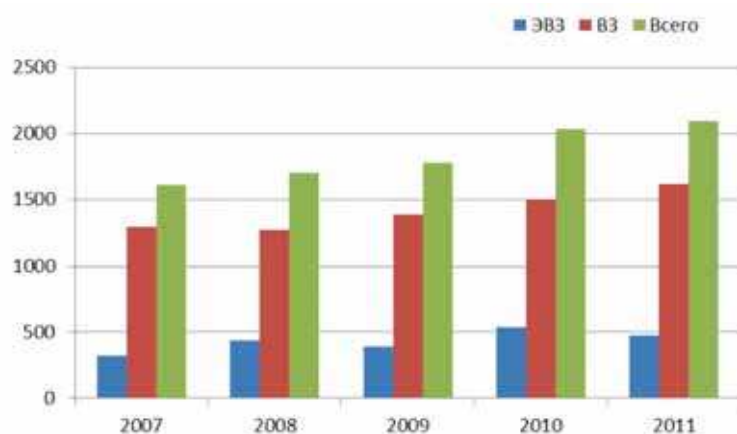


Рис. 3.38. Количество случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши и морских вод на территории России

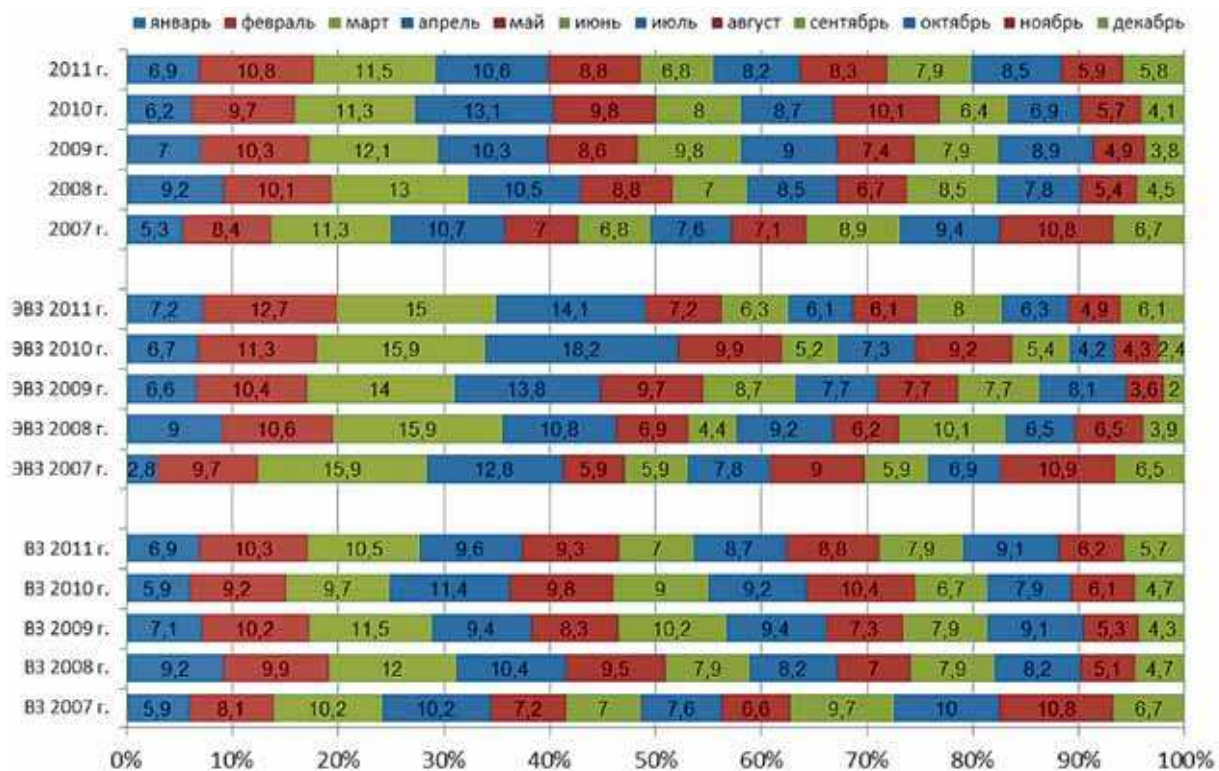


Рис. 3.39. Внутригодовое распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2007–2011 гг.

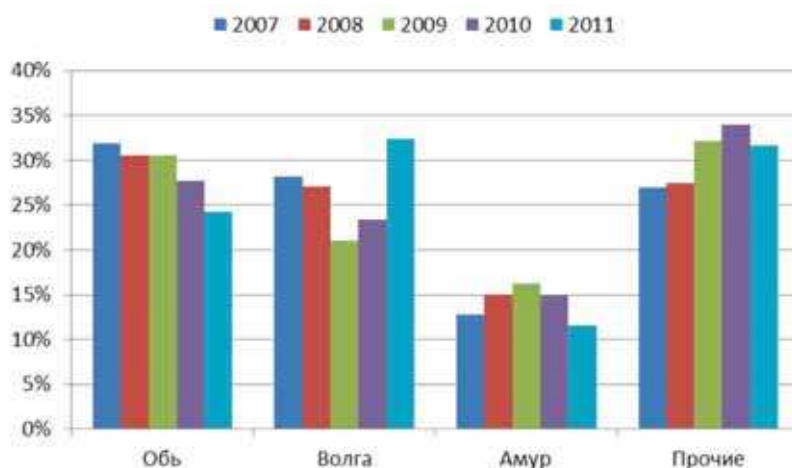


Рис. 3.40. Распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ по бассейнам рек

В 2011 г. ЭВЗ и ВЗ поверхностных вод было зафиксировано в 49 субъектах РФ. Более половины всех случаев ВЗ и ЭВЗ зарегистрировано на водных объектах Приморского края, Московской, Мурманской, Новосибирской, Свердловской и Тюменской областей (рис. 3.41). Второй год подряд наблюдается увеличение числа случаев ВЗ и ЭВЗ в два раза в Московской области, по сравнению с каждым предыдущим годом. Есть некоторый тренд снижения числа случаев ВЗ и ЭВЗ за последние пять лет в Тюменской области. В остальных приводимых на рис. 3.41. областях отмечена тенденция роста числа случаев ВЗ и ЭВЗ.

Резкими всплесками увеличения или уменьшения числа случаев за 2007–2011 гг. отмечены: Астраханская, Владимирская, Оренбургская, Самарская области, Кабардино-Балкарская и Республика Северная Осетия-Алания, г. Санкт-Петербург. (рис. 3.42).

Максимальное количество случаев ВЗ и ЭВЗ приходится на Центральное и Уральское УГМС (413 и 398 соответственно). Превышение количества случаев в них над следующей группой УГМС (Западно-Сибирское, Мурманское, Обь-Иртышское, Приволжское, Приморское) составляет более чем в два раза (рис. 3.43). Количество случаев ВЗ и ЭВЗ в приводимых УГМС

Табл. 3.8. Экстремально высокое и высокое загрязнение поверхностных вод Российской Федерации в 2011 году

Бассейны рек	Число случаев			Субъекты Российской Федерации ¹
	ЭВЗ	ВЗ	Сумма	
Волга	188	564	678	Пермский край, Астраханская, Владимирская, Вологодская, Московская, Рязанская, Самарская, Свердловская и Тульская области
Обь	114	320	508	Красноярский край, Курганская, Новосибирская, Омская, Свердловская, Тюменская и Челябинская области
Амур	41	202	243	Забайкальский, Приморский и Хабаровский края
Северная Двина	14	45	59	Вологодская область
Терек	3	40	43	Республика Северная Осетия — Алания
Колыма	15	26	41	Магаданская область
Дон	0	37	37	Белгородская и Тульская области
Енисей	1	35	36	Красноярский край
Урал	12	21	33	Оренбургская область
Прочие	86	328	414	Приморский и Камчатский края, Ленинградская, Мурманская, Новосибирская, Самарская и Сахалинская области, г. Санкт-Петербург
Итого:	474	1 618	2092	

¹ Приведены субъекты РФ, для которых число случаев ВЗ и ЭВЗ более 10.

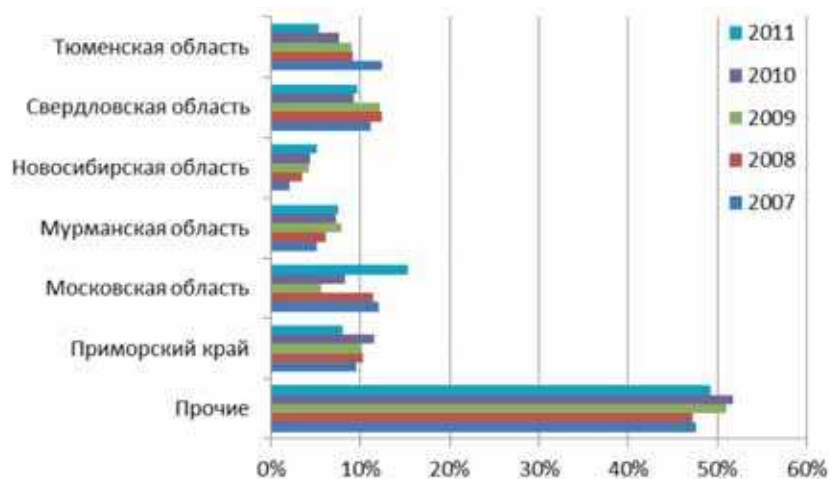


Рис. 3.41. Распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам РФ (%)

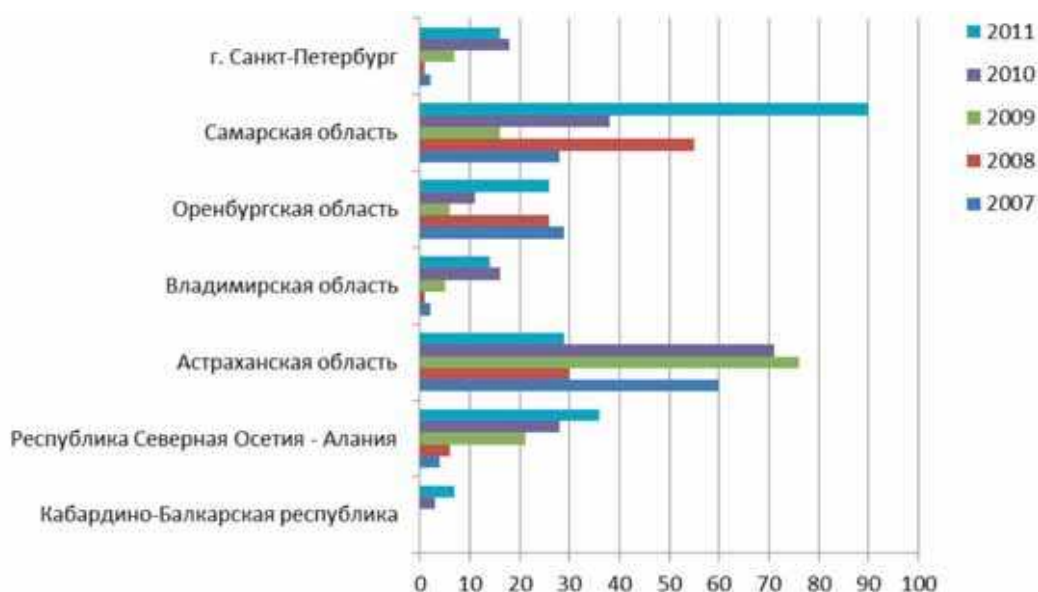


Рис. 3.42. Динамика числа случаев ВЗ и ЭВЗ в отдельных субъектах РФ

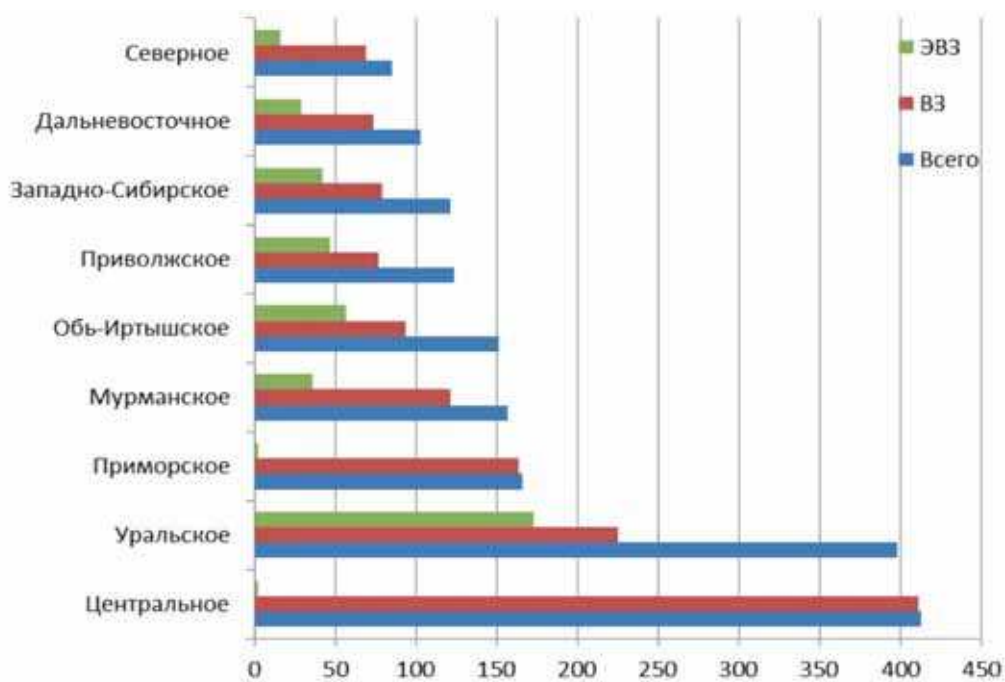


Рис. 3.43. Динамика числа случаев ВЗ и ЭВЗ по УГМС РФ

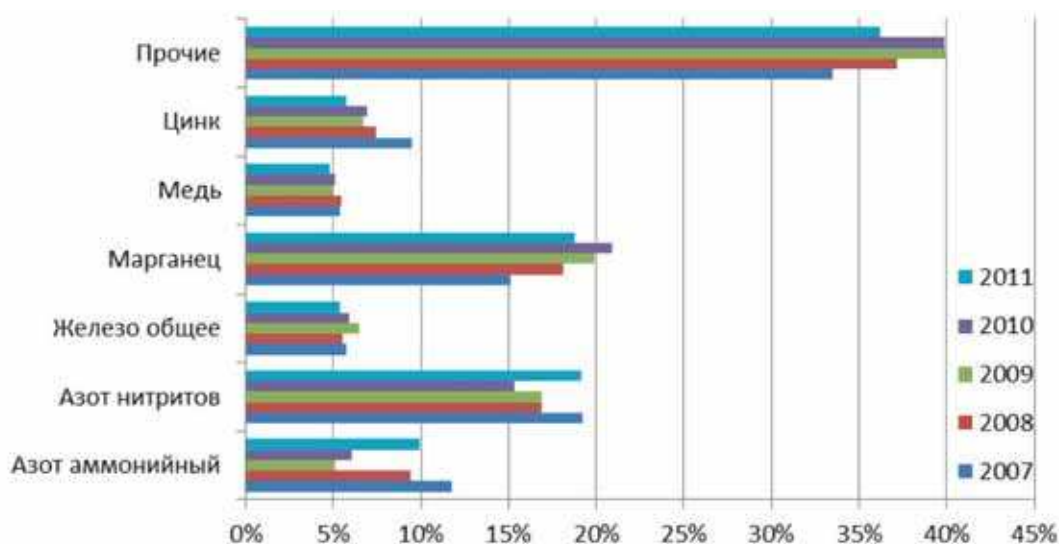


Рис. 3.44. Распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ по ингредиентам

составляет более 80% от общего числа случаев по УГМС РФ.

Экстремально высокие и высокие уровни загрязнения зафиксированы в 2011 г. по 34 ингредиентам. Значительный вклад в загрязнение поверхностных вод вносят марганец, азот нитритный и аммонийный, цинк, железо, медь (60% всех случаев, рис. 3.44). Почти на 80 % возросло число случаев ВЗ и ЭВЗ, связанных с загрязнением поверхностных вод азотом нитритов (312 в 2010 г., 401 в 2011 г.). При этом, снизилось количество случаев загрязнения поверхностных вод фосфатами в 3,4 раза и в 7,6 раза — свинцом.

В 111 случаях наблюдалось снижение содер-

жания кислорода от 3 мг/л и ниже, в 9 из них содержание кислорода было менее 1 мг/л. На р. Пельшма (г. Сокол) в январе 2011 г. было зафиксировано нулевое содержание кислорода. Увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше 10 мг/л было зарегистрировано 111 раз. Максимальные значения зафиксированы на пруду Н. Буян (357,6 мг О₂/дм³) и р. Н. Буян (175,2 мг О₂/дм³) с.п. Н. Буян (Красноярский район, Самарская область).

В 2011 г. случаи ВЗ и ЭВЗ были зафиксированы на 376 пунктах наблюдения. В 67% пунктов наблюдения зафиксировано два и более случая ВЗ и ЭВЗ. При этом на 113 пунктах (30% от общего числа пунктов наблюдения) отмечено

более 5 случаев повторения ВЗ или ЭВЗ. Максимальное число повторений — 72 раза наблюдалось на пункте р. Москва, г. Воскресенск. Анализ показал, что наиболее часто случаи повторения ВЗ и ЭВЗ более 5 раз происходят в Уральском (22), Центральном (18), Мурманском (10), Приморском (10), Обь-Иртышском (9) и Западно-Сибирском (8) УГМС РФ (более 50% всех случаев наблюдения ВЗ и ЭВЗ).

В 2011 году на территории России было зафиксировано 22 аварии, из них в бассейне р. Обь — 8, р. Волга — 4. Аварии зафиксированы в 8 из 24 УГМС РФ, максимальное число аварий приходится на Северо-Кавказское УГМС (6). Повторная авария на одном пункте наблюдения зафиксирована на р. Васюган, с. Н. Васюган.

Были зафиксированы: несанкционированный сброс стоков — 6, аварии при транспортировке — 3, порыв нефтепроводов — 3. Аварии на нефтяных скважинах и при несанкционированной врезке в нефтепроводы не наблюдались. В 5 случаях отмечен значительный замор рыбы. 11 раз было зафиксировано обширное образование нефтяной или масляной пленки на водной поверхности при авариях, сбросах с судов или их затоплении, а также от невыясненных источников.

3.3.4. Стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ) в экосистемах отдельных водных бассейнов

СОЗ в реках Амур и Уссури. С 2006 г. организациями Росгидромета (ФГБУ «НПО «Тайфун» совместно с ФГБУ «Читинский ЦГМС-Р», ФГБУ «Хабаровский ЦГМС-РСМЦ») проводятся работы по методическому обеспечению совместного российско-китайского мониторинга загрязнения поверхностных вод и донных отложений бассейна рек Амур и Уссури.

В соответствии с программой работ на 2011 год были проведены анализы проб воды из

реки Аргунь из трех створов (пункты: село Кути, поселок Молоканка, село Олочи). В пробах были определены концентрации таких СОЗ, как ПХБ, ДДТ, ГХЦГ и других ХОС.

В табл. 3.9 и на рис. 3.45 представлены уровни концентраций суммы Σ ПХБ и суммы Σ ГХЦГ в воде реки Аргунь за период с февраля-мая по август 2011 года.

Приведенные в табл. 3.9 концентрации Σ ПХБ в воде реки Аргунь в трех створах в течение мая, июня и августа 2011 года показывают, что максимальные концентрации ПХБ в 2011 году наблюдаются в августе месяце во всех контролируемых створах, особенно наглядно у берега КНР и с середины реки Аргунь. В тот же период (май-август) в 2010 году, максимум концентрации ПХБ наблюдался в июне месяце. Причиной мог быть разный летний гидрологический режим реки в 2010 и 2011 годы. Из табл. 3.9. также видно, что в среднем уровни Σ ПХБ невысоки и составляют от 0,14 до 9,15 нг/л. Эти значения гораздо ниже ПДК_{ПХБ} в воде равной 1000 нг/л.

На рис. 3.45 показаны концентрации Σ ГХЦГ в воде реки Аргунь, отобранной из трех створов в 2011 году.

В мае 2011 года обнаружены максимальные концентрации суммы всех изомеров ГХЦГ, превышающие содержания Σ ГХЦГ в другие месяцы в 10–40 раз, причем по всей ширине реки. Конечно, эти даже максимальные значения концентраций ГХЦГ несравнимо меньше, чем ориентировочный допустимый уровень (ОДУ) этого вещества в природных водах, составляющий 4000 нг/л. Однако, присутствие во всех пробах ГХЦГ свидетельствует о наличии источника поступления пестицида линдана или технического продукта, содержащих ГХЦГ, в окружающую среду, возможно, с паводковыми водами.

Других хлорсодержащих пестицидов (ДДТ и его метаболитов, 2,4-Д) во всех пробах воды реки Аргунь практически не обнаружено.

Табл. 3.9. Массовые концентрации Σ ПХБ и Σ ГХЦГ в воде реки Аргунь в трех створах в течение 2011 года, нг/л

Название пробы	Время отбора	Пункт отбора (створ) реки Аргунь					
		село Кути		пос. Молоканка		село Олочи	
		Σ ПХБ	Σ ГХЦГ	Σ ПХБ	Σ ГХЦГ	Σ ПХБ	Σ ГХЦГ
1. Левый берег — РФ	февраль	2,52	Не опр.	3,44	Не опр.	3,58	Не опр.
	май	2,73	308,1	2,71	122,8	3,08	42,9
	июнь	0,98	8,16	2,37	11,48	0,14	9,78
	август	2,94	7,51	8,91	22,23	3,04	3,04
2. Середина реки	май	1,45	87,6	0,86	151,1	0,62	39,19
	июнь	0,21	18,23	0,33	10,27	1,20	9,17
	август	7,15	8,58	7,29	20,59	4,75	2,21
3. Правый берег — КНР	май	1,01	368,2	1,29	148,4	2,10	44,05
	июнь	1,94	17,56	0,53	11,12	0,71	9,61
	август	9,15	10,76	7,04	37,86	8,18	2,51

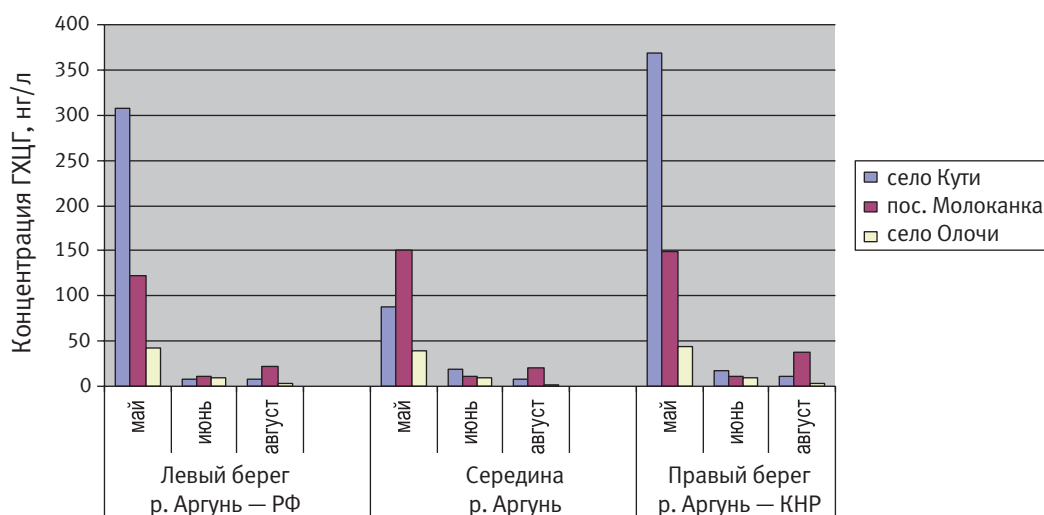


Рис. 3.45. Изменение концентрации суммы ГХЦГ в воде реки Аргунь в трех створах в течение летнего периода 2011 года

3.3.5. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ

Качество трансграничных поверхностных водных объектов в 2011 г. оценено по результатам режимных наблюдений в 63 пунктах (63 створах, на 67 вертикалях), расположенных на 52 водных объектах на границе России с сопредельными государствами. Как и в 2010 г., наиболее распространенными загрязняющими веществами в пограничных районах являлись легко- и трудноокисляемые органические вещества (по БПК₅ воды и ХПК), соединения металлов (медь, железо, марганец, алюминий).

Для отдельных регионов характерен индивидуальный набор загрязняющих веществ в поверхностных водах пограничных районов: с Норвегией — соединения железа, меди, никеля, цинка, марганца, ртути; с Финляндией — соединения железа, меди, ХПК; с Эстонией — соединения меди, ХПК; с Литвой — органические вещества, соединения железа, аммонийный азот; с Польшей — органические вещества, соединения железа, нитритный и аммонийный азот; с Белоруссией — органические вещества, соединения железа, меди, марганца; с Украиной — органические вещества, сульфаты, соединения марганца, железа, меди, нитритный азот; с Грузией — соединения меди и цинка; с Азербайджаном — соединения меди, фенолы; с Казахстаном — органические вещества, соединения меди, марганца; с Монголией — ХПК, соединения железа, меди, марганца, нефтепродукты; с Китаем — органические вещества, соединения железа, меди, цинка, марганца. Перечисленные показатели превышали ПДК в 40–100% проанализированных проб воды.

Дефицит растворенного в воде кислорода наблюдался в январе на границе с Грузией в воде р. Терек, на границе с Китаем — в январе и феврале в воде протоки Прорва, в январе и марте в воде р. Аргунь (пос. Молоканка, с. Кути), глубокий дефицит — в феврале в воде р. Аргунь (пос. Молоканка, с. Кути).

Критические показатели загрязненности трансграничных поверхностных водных объектов, установлены для 23 пунктов наблюдений, расположенных на 21 водном объекте. На границе с Норвегией критическими показателями являлись соединения меди и никеля (2 пункта), с Финляндией нитритный азот (1 пункт), с Эстонией соединения меди (1 пункт), с Украиной сульфаты (3 пункта) и соединения марганца и нитритный азот (1 пункт), с Казахстаном соединения марганца (2 пункта), соединения железа и марганца (1 пункт), с Монголией соединения марганца (5 пунктов), соединения марганца и цинка (1 пункт), с Китаем соединения железа (1 пункт), нитритный азот (1 пункт), соединения марганца и цинка (2 пункта), глубокий дефицит растворенного в воде кислорода и соединения марганца (1 пункт), глубокий дефицит растворенного в воде кислорода и соединения марганца и цинка (1 пункт).

В целом в пограничных районах России нарушение норм качества чаще всего было в пределах от 1 до 10 ПДК, отмечены единичные случаи выше этих значений ПДК.

По степени загрязненности вода р. Патсойоки (с. Кайтакоски) относилась к «условно чистой», рек Лендерка, Вуокса, Самур (Устье), Патсойоки (Борисоглебская ГЭС), Нарва (второй створ г. Ивангород, с. Степановщина), Урал (г. Орск) и на одной вертикали оз. Чудско-Псковское — к «слабо загрязненной», в осталь-

ных варьировала от «загрязненной» до «очень грязной».

Наиболее загрязненные участки рек, вода которых характеризовалась как «грязная», отмечены на границах с Норвегией (р. Колос-йоки), Финляндией (р. Селезневка), Украиной (рр. Северский Донец, Большая Каменка, Миус, вдхр. Белгородское), Казахстаном (рр. Малый Узень, Большой Узень, Уй, Тобол), Монголией (р. Ульдза-Гол), Китаем (рр. Раздольная, Аргунь в районе сел Кути и Олочи, протока Прорва). Как «очень грязная» характеризовалась в районе пос. Молоканка вода р. Аргунь.

По сравнению с 2010 г. в 17 пунктах (17 створах, на 17 вертикалях) наблюдений, расположенных на 17 водных объектах, в одном створе пунктов наблюдений с двумя створами на реках Нарва (ниже г. Ивангород) и Амур (выше г. Благовещенск), а также на двух вертикалях оз. Чудско-Псковское произошло изменение уровня загрязненности воды: ухудшение состояния воды с переходом из одного класса в другой произошло на границе с Норвегией (р. Патсо-йоки в районе Борисоглебской ГЭС), с Финляндией (р. Селезневка), Беларуссией (р. Ипуть); улучшение состояния воды с изменением класса наблюдалось на границе с Эстонией (р. Нарва в районе с. Степановщина и во втором створе г. Ивангород, на одной вертикали оз. Чудско-Псковское), Беларуссией (р. Днепр), Азербайджаном (р. Самур Устье), Казахстаном (рр. Илек, Урал в районе г. Орск). В 42 пунктах (42 створах, на 42 вертикалях) наблюдений, расположенных на 40 водных объектах, в двух створах (р. Нарва выше г. Ивангород и р. Амур ниже г. Благовещенск) и на двух вертикалях оз. Чудско-Псковское степень загрязненности осталась на уровне 2010 г.

В связи с поздним поступлением гидрологической информации из УТМС, расчет переноса химических веществ по результатам наблюдений на 33 реках в районе пересечения границ с Финляндией, Польшей, Беларуссией, Украиной, Грузией, Азербайджаном, Казахстаном, Монголией и Китаем приведен только за 2010 г. (табл. 3.10).

Наибольшее количество водной массы внесено на территорию России через границу с Казахстаном и Финляндией (соответственно 37 и 36% из контролируемой), вынесено с территории России в Белоруссию (45%).

Максимальное количество органических веществ (рассчитанных по ХПК), минерального азота, соединений меди, цинка и хрома, летучих фенолов, Σ ДДТ поступило с речным стоком на территорию России из Казахстана; главных ионов и общего фосфора — из Украины; кремния, соединений железа и никеля, нефтепродуктов, изомеров ГХЦГ — из Монголии.

Превалирующие количества большей части определяемых химических веществ были вынесены из России в 2010 г. на территорию Белоруссии; главных ионов, общего фосфора, кремния и соединений никеля — на территорию Украины; соединений хрома и хлорорганических пестицидов — на территорию Казахстана.

Перечень рек, которыми в 2010 и 2011 гг. через границу переносились значительные количества химических веществ, приведен в табл. 3.11.

В 2011 г. максимальные количества переносимых отдельными реками химических веществ уменьшались в следующей последовательности: сумма главных ионов — 4539 тыс. т, органические вещества — 335 тыс. т, биогенные элементы (кремний — 58,1 тыс. т, минеральный азот — 5,33 тыс. т, общее железо — 3,83 тыс. т, общий фосфор — 1,51 тыс. т); нефтепродукты — 590 т, соединения цинка — 261 т, меди — 60,4 т, хрома — 13,2 т, летучие фенолы — 12,0 т, соединения никеля — 9,58 т, хлорорганические пестициды (Σ ДДТ — 59 кг, Σ ГХЦГ — 11 кг).

Самые высокие количества 80% определяемых химических веществ перенесены через границу с Казахстаном наиболее многоводной р. Иртыш, главных ионов и общего фосфора — р. Северский Донец, общего железа — р. Селенга.

Значения переноса веществ, следующие после максимальных, наблюдались также со стоком рек Вуокса (органические вещества, минеральный азот, соединения меди), Иртыш (сумма главных ионов, общий фосфор, общее железо), Северский Донец (нефтепродукты), Селенга (кремний, соединения цинка, никеля, хрома и летучие фенолы), Патсо-йоки (хлорорганические пестициды).

По сравнению с 2010 г. для ряда рассматриваемых рек отмечен большой диапазон колебаний величин переноса химических веществ через границу.

В 2011 г. произошло увеличение переноса большей части определяемых химических веществ со стоком рек Ишим и Иртыш, уменьшение — со стоком рек Патсо-йоки, Вуокса, Северский Донец, Терек, Онон, Раздольная. Динамика переноса химических веществ с водой р. Селенга была неоднозначна.

Определяющим фактором в существенном изменении величин переноса отдельных химических веществ для рек Ишим и Раздольная был водный сток и концентрация их в воде, для остальных рек — уровень загрязненности воды этими веществами.

В 6 пунктах (6 створах, на 6 вертикалях) наблюдений, расположенных на 6 водных объектах, произошло ухудшение состояния воды,

Табл. 3.10. Количество химических веществ — тыс. тонн (для соединений меди, цинка, никеля, хрома, фенолов, суммы ДДТ и его метаболитов, суммы изомеров ГХЦГ — тонн), перенесенных реками через границу с сопредельными государствами в 2010 г.

Граница	Число водных объектов/пунктов	Водный сток, км³	Органические вещества	Сумма ионов	Сумма азота минерального	Фосфор общий	Кремний	Железо общее	Медь	Цинк	Никель	Хром	Нефтепродукты	Фенолы	Сумма ДДТ	Сумма ГХЦГ
Финляндия																
Внос*	3/3	21,9	278	1137	3,86	0,188	31,7	1,40	57,9	29,9	5,29	0	0,044	9,70	0	0
Вынос**	1/1	1,26	23,0	11,6	0,042	0,008	2,99	0,242	0,91	Нд	Нд	0,47	0	Нд	Нд	Нд
Польша																
Внос*	2/2	1,32	31,6	Нд	1,84	0,187	Нд	0,210	Нд	Нд	Нд	Нд	Нд	Нд	Нд	Нд
Белоруссия																
Вынос**	4/4	10,7	277	2582	27,1	1,32	37,4	4,71	34,0	45,5	Нд	8,81	0,397	10,0	Нд	Нд
Украина																
Внос*	2/2	4,42	101	6115	5,07	1,87	20,1	0,390	4,40	8,60	Нд	Нд	0,320	4,40	0	0
Вынос**	6/6	7,09	102	2840	7,60	1,35	40,4	1,31	5,10	4,40	12,6	7,12	0,130	5,10	0	0
Грузия																
Внос*	1/1	1,28	8,27	345	2,39	0,380	5,21	0,270	3,11	15,2	Нд	Нд	0,028	0	0	0
Азербайджан																
Вынос*	1/1	2,8 2	7,30	759	3,13	0,060	6,82	0,135	14,4	18,1	Нд	Нд	0,386	5,60	Нд	Нд
Казахстан																
Внос*	3/3	22,9	319	3644	8,48	1,09	64,8	1,49	58,5	140	1,2 0	10,9	0,380	17,5	0,018	0,001
Вынос**	4/4	1,20	29,8	830	1,28	0,130	3,42	0,330	2,10	11,5	1,30	11,2	0,045	0,28	0,002	0,006
Монголия																
Внос*	4/4	7,23	121	1672	1,23	0,237	67,6	4,35	17,8	105	9,75	7,07	0,595	14,0	0	0,002
Вынос**	1/1	0,710	13,0	36,0	0,040	0,013	2,36	0,069	0,80	10,4	0	0	0,135	1,70	0	0
Китай																
Внос*	1/1	2,22	25,1	267	2,17	0,220	7,68	3,02	4,66	67,5	1,33	10,3	0,011	1,76	0	0

Примечание. Нд — нет данных.

* Внос на территорию России.

** Вынос с территории России.

Табл. 3.11. Количество химических веществ – тыс. тонн (для соединений меди, цинка, никеля, хрома, фенолов, хлорорганических пестицидов – тонн), перенесенных отдельными реками через границу с сопредельными государствами в 2010 и 2011 гг.

Граница, река, пункт	Год	Водный сток км³	Органические вещества	Сумма ионов	Сумма азота минерального	Фосфор общий	Кремний	Железо общее	Медь	Цинк	Никель	Хром	Нефтепродукты	Фенолы	Сумма ДДТ	Сумма ГХЦГ
Финляндия																
Патсо-йоки,	2010	5,29	30,4	148	0,350	0	15,7	0,185	17,6	30,0	5,29	0	0,04	Нд	0,107	0,012
пгт. Кайтакоски*	2011	5,12	32,6	183	0,241	0	20,1	0,169	8,6	17,5	0	0	0,03	Нд	0,006	0,004
Вуокса,	2010	16,4	243	972	3,28	0,172	15,6	1,15	39,8	Нд	Нд	Нд	0	9,0	0	0
пгт. Лесогорский*	2011	14,0	300	809	2,80	0,140	8,4	1,30	23,2	Нд	Нд	Нд	0	4,2	0	0
Украина																
Северский Донец,	2010	4,12	94,3	4646	4,84	1,76	18,9	0,353	3,89	7,56	Нд	Нд	0,29	6,00	0	0
х. Поповка*	2011	3,38	69,7	4539	2,23	1,51	13,8	0,669	6,18	9,02	Нд	Нд	0,20	4,50	0	0
Грузия																
Терек,*	2010	1,28	8,27	345	2,39	0,38	5,21	0,267	3,11	15,2	Нд	Нд	0,028	0	0	0
г. Владикавказ	2011	1,01	7,70	358	2,22	1,12	6,59	0,075	4,08	17,0	Нд	Нд	0,002	0	0	0
Казахстан																
Ишим,	2010	0,454	7,88	365	0,111	0,033	0,57	0,026	1,51	2,23	1,20	Нд	0,023	0,46	<0,001	<0,001
с. Ильинка*	2011	0,814	16,5	557	0,143	0,046	0,98	0,045	2,93	3,44	1,69	Нд	0,024	0,081	<0,001	0
Иртыш,	2010	22,0	259	3850	5,74	0,858	58,3	1,14	50,2	133	16,6	9,64	0,33	17,0	0,018	0,006
с. Татарка*	2011	22,7	335	3943	5,33	1,23	58,1	1,50	60,4	261	9,58	13,2	0,59	12,0	0,059	0,011
Монголия																
Селенга,	2010	5,95	60,0	1264	0,798	0,153	45,8	3,55	12,8	59,6	8,70	6,29	0,28	8,60	0	0
п. Наушки*	2011	5,86	96,3	1233	0,433	0,179	42,3	3,83	20,4	57,2	2,55	12,4	0,16	9,76	0	0
Онон,	2010	3,08	53,9	223	0,293	0,058	11,3	0,216	3,73	38,5	0	0	0,28	4,30	0	0
с. Верхний Ульхун*	2011	1,46	17,2	125	0,080	0,018	6,2	0,112	1,97	5,20	0	0	0,11	1,46	0	0
Китай																
Раздольная	2010	2,22	55,7	264	2,17	0,218	7,68	3,02	4,66	67,5	1,33	10,3	0,011	1,76	0	0
с. Новогорьковская*	2011	1,26	17,6	Нд	1,29	0,038	Нд	0,968	2,97	49,9	0,96	1,51	0,015	1,76	0	0

Примечание. Нд — нет данных.

* Внос на территорию России. ** Вынос с территории России.

в остальных пунктах (створах, на вертикалях) состояние либо улучшилось, либо осталось неизменным.

Как и в предыдущие годы, наиболее загрязненными остаются участки водных объектов на границах с Норвегией, Казахстаном и Китаем, наименее — на границе с Грузией и Азербайджаном.

Максимальное количество определяемых химических веществ перенесено через границу с Казахстаном рекой Иртыш.

В 2011 г. по сравнению с 2010 г. отмечен рост переноса через границу большей части определяемых химических веществ с водой рек Ишим и Иртыш и уменьшение переноса с водой рек Патсо-йоки, Вуокса, Северский Донец, Терек, Онон, Раздольная. Динамика переноса веществ р. Селенга имела разную направленность.

3.3.6. Химическое загрязнение морей Российской Федерации

Каспийское море

В 2011 г. наблюдения за загрязнением морских вод Северного Каспия в рамках программы мониторинга проводились Дагестанским ЦГМС на станциях вековых разрезов III и III а. На границе между Северным и Средним Каспием работы проводились на четырех станциях разреза о. Чечень — п-ов Мангышлак с глубинами 13–23 м. В водах Дагестанского побережья отбор проб выполнен в районах у мыса Лопатина, гг. Махачкала, Каспийск, Избербаш, Дербент и на устьевых взморьях рек Терек, Сулак и Самур.

Северный Каспий. Вековой разрез III. Концентрация фенолов изменялась в пределах от аналитического нуля до 2 мкг/л при среднем содержании 1,1 ПДК; нефтяных углеводородов — 0–0,11 мг/л (средняя 1,1 ПДК). Концентрация биогенных элементов была в пределах естественной межгодовой изменчивости (табл. 3.12). Содержание железа в водах западной части Северного Каспия изменялось в диапазоне 0,1–0,97 мг/л (в среднем 0,32 мг/л), меди — 8–116 мкг/л (38,6 мкг/л) и цинка — 12–218 мкг/л (56,5 мкг/л). Во время экспедиции в апреле были отобраны пробы на содержание других тяжелых

металлов. Концентрация никеля была в пределах 68,5–598,1 мкг/л (в среднем 367,4 мкг/л); кобальта 0,4–10,3 мкг/л (2,7 мкг/л); кадмия 0,1–1,9 мкг/л (0,6 мкг/л); свинца 1,9–72,8 мкг/л (20,2 мкг/л); олова 5,8–257,5 мкг/л (25,0 мкг/л); хрома 0,9–9,1 мкг/л (4,7 мкг/л); молибдена 1,2–15,6 мкг/л (4,8 мкг/л); марганца 6,3–80,3 мкг/л (17,3 мкг/л) и ртути 0,01–0,06 мкг/л (0,0175 мкг/л). Кислородный режим был в пределах нормы. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 5,97–11,94 мг/л (в среднем 9,43 мг/л). Одно значение ниже норматива было отмечено 29 августа в придонном слое вод на глубине 13 м. Индекс загрязненности вод составил 0,89, что несколько ниже прошлогоднего значения (рис. 3.47). Качество вод оценивается III классом «умеренно-загрязненные».

Северный Каспий. Вековой разрез IIIа. Концентрация фенолов изменялась в пределах от аналитического нуля до 3 мкг/л при среднем содержании 1,0 ПДК; нефтяных углеводородов — 0–0,16 мг/л (средняя 1,5 ПДК). Концентрация биогенных элементов была в пределах среднесезонных величин (табл. 3.12). Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 5,88–12,53 мг/л (в среднем 9,56 мг/л). Значение ниже норматива было отмечено 8 июля в придонном слое вод на глубине 10 м. ИЗВ был равен 0,89 и несколько снизился по сравнению с 2010 г. Качество вод оценивается III классом «умеренно-загрязненные».

Разрез о. Чечень — п-ов Мангышлак. Концентрация фенолов изменялась в пределах от аналитического нуля до 5 мкг/л при среднем содержании 2,7 ПДК; нефтяных углеводородов — 0,1–0,08 мг/л (средняя 0,8 ПДК). Содержание биогенных элементов изменялось в достаточно узком диапазоне, вероятно вследствие отбора проб на станциях разреза только в мае и августе (табл. 3.12). Содержание меди в водах на границе Северного и Среднего Каспия изменялось в диапазоне 1,0–3,8 мг/л (в среднем 2,55 мкг/л); цинка — 0,8–2,6 мкг/л (1,83 мкг/л). Содержание растворенного в воде кислорода в мае изменялось в интервале 10,04–10,88 мг/л (в среднем 10,44 мг/л); процентное насыщение вод кислородом составило 73,9–110,3%. Индекс загряз-

Табл. 3.12. Концентрация биогенных элементов (мкг/л) в водах Северного и Среднего Каспия в 2011 г.

Район	P-PO ₄	Ptotal	N-NH ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	Ntotal	Si-SiO ₄
Разрез III	0,6–10,4 2,4	10,9–54,9 19,2	0,2–105,6 11,6	0,2–24,9 3,1	0–254,9 14,0	294,1–827,2 403,0	200–6113 1440
Разрез IIIа	0,6–46,2 4,1	11,6–74,9 21,8	0,5–76,3 16,6	0–26,3 3,1	0–143,6 22,7	302,5–1077,1 452,8	425–7325 1572
Разрез о. Чечень — п-ов Мангышлак	2,2–8,2 5,5	5,0–16,1 11,9	98,0–164,1 128,7	1,0–2,0 1,6	7,5–17,3 11,6	298,0–564,0 382,9	362–764 504

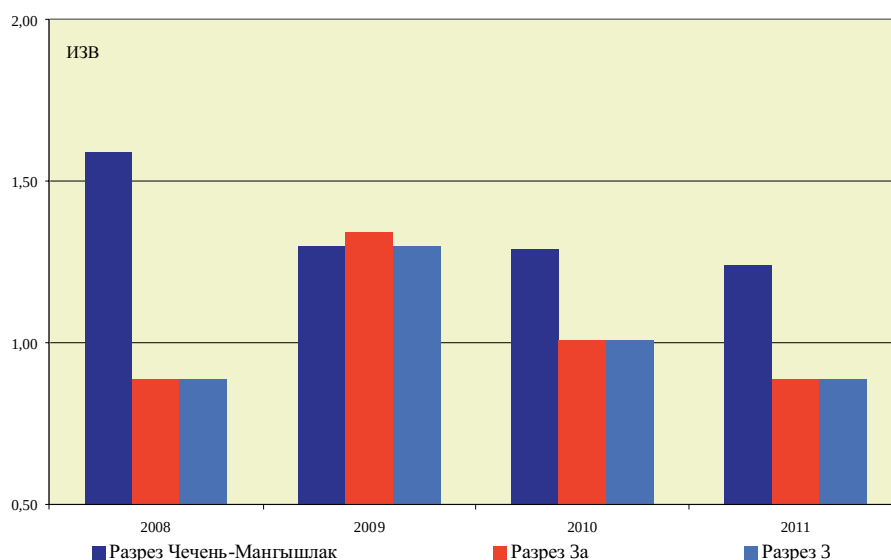


Рис. 3.46. Динамика индекса загрязненности вод Северного и Среднего Каспия в 2008–2011 гг.

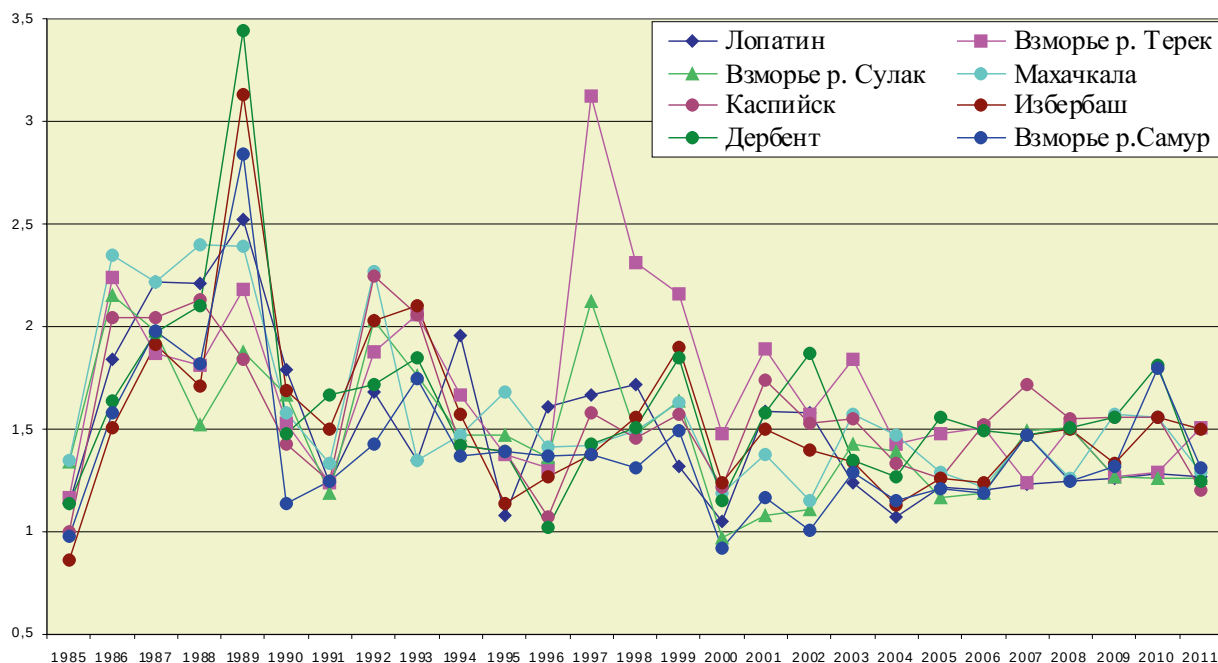


Рис. 3.47. Динамика индекса загрязненности вод Дагестанского взморья в 1985–2011 гг.

ненности вод составил 1,24, что несколько ниже прошлогоднего значения (рис. 3.46). Морские воды открытой части Каспийского моря оцениваются III классом — «умеренно-загрязненные».

Дагестанское взморье. Лопатин. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от 0,02 до 0,07 мг/л (в среднем 0,038 мг/л, 0,8 ПДК); фенолов — 1–5 мкг/л (в среднем 2,6 ПДК). Содержание меди в водах у Лопатина изменялось в диапазоне 2,2–3,4 мкг/л (в среднем 2,75 мкг/л); цинка — 1,0–1,5 мкг/л (1,25 мкг/л). Концентрация биогенных элементов была в пределах естественной межгодовой изменчивости и составила: $P-PO_4$ — 2,0–6,6 мкг/л; P_{total} — 6,1–16,4 мкг/л; $N-NH_4$ — 131–194 мкг/л; $N-NO_2$ —

1,2–2,2 мкг/л; $N-NO_3$ — 8,3–18,2 мкг/л; N_{total} — 291–412 мкг/л; $Si-SiO_4$ — 296–570 мкг/л. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 8,03–10,22 мг/л (96,1–109,8% насыщения). Существенных изменений в кислородном режиме морских вод относительно предыдущих лет не произошло. Индекс загрязненности вод (ИЗВ) составил 1,27 (рис. 3.47). Морские воды в районе Лопатин оцениваются IV классом — «загрязненные».

Взморье р. Терек. Содержание нефтяных углеводородов в водах мелководья у устья Терека изменялась в пределах от 0,03 до 0,09 мг/л (в среднем 0,049 мг/л, 1,0 ПДК); фенолов — 1–5 мкг/л; меди — 1,9–3,8 мкг/л; цинка — 1,8–3,1 мкг/л.

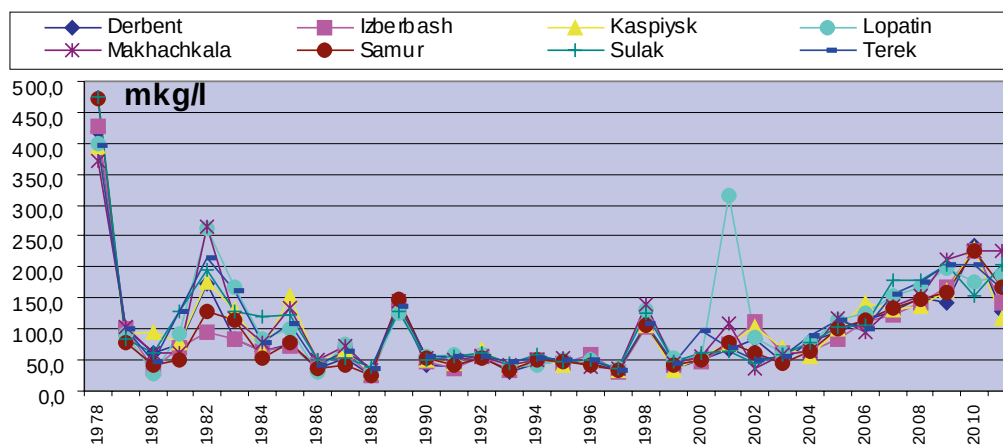


Рис. 3.48. Средняя концентрация аммонийного азота в водах Дагестанского взморья в 1978–2011 гг.

Концентрация биогенных элементов была в пределах естественной межгодовой изменчивости, однако по некоторым ингредиентам она последовательно повышалась до максимальных значений 1978 г. и 1982–1983 гг. (рис. 3.48). Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 7,97–9,76 мг/л, в среднем 8,86 мг/л (95,3–103,5% насыщения). Существенных изменений в кислородном режиме морских вод относительно предыдущих лет не произошло. Индекс загрязненности вод (ИЗВ) составил 1,51. Морские воды оцениваются IV классом — «загрязненные».

Взморье р. Сулак. Содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах от 0,02 до 0,07 мг/л (1,4 ПДК). Концентрация фенолов изменялась в пределах от 1 до 5 ПДК (при среднем содержании 2,5 ПДК); меди — 2,1–4,2 мкг/л; цинка — 1,3–3,1 мкг/л. Концентрация биогенных элементов составила: $P-PO_4$ — 3,6–8,2 мкг/л; P_{total} — 6,9–18,4 мкг/л; $N-NH_4$ — 110–220 мкг/л; $N-NO_2$ — 1,1–2,8 мкг/л; $N-NO_3$ — 6,0–16,3 мкг/л; N_{total} — 291–501 мкг/л; $Si-SiO_4$ — 412–567 мкг/л. Индекс загрязненности вод равен 1,26. Качество морской воды не изменилось и оценивается IV классом, как «загрязнённые».

Махачкала. В мае-июне и октябре 2011 г. содержание НУ в водах около г. Махачкалы изменялось в пределах от 0,02 до 0,08 мг/л, составив в среднем 0,046 мг/л; фенолов была в диапазоне от аналитического нуля до 6 мкг/л; СПАВ — 1–7 мкг/л. Концентрация биогенных элементов составила: $P-PO_4$ — 4–11 мкг/л; P_{total} — 8,3–19,9 мкг/л; $N-NH_4$ — 106–299 мкг/л; $N-NO_2$ — 1,3–3,0 мкг/л; $N-NO_3$ — 7,0–18,8 мкг/л; N_{total} — 281–521 мкг/л; $Si-SiO_4$ — 274–690 мкг/л. Существенных изменений в кислородном режиме морских вод относительно предыдущих лет не произошло. Концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от 8,09 до 9,76 мг/л (95,1–108,3%). ИЗВ равен 1,29, что ниже про-

шлогодного значения. Качество воды относится к IV классу — «загрязненные».

Каспийск. В апреле июне и августе 2011 г. содержание НУ в водах около г. Каспийска изменялось от 0,01 до 0,08 мг/л (1,6 ПДК), составив в среднем 0,041 мг/л; фенолов была в диапазоне от аналитического нуля до 5 мкг/л; СПАВ — 0–6 мкг/л. Концентрация биогенных элементов составила: $P-PO_4$ — 4,8–8,7 мкг/л; P_{total} — 10,0–29,7 мкг/л; $N-NH_4$ — 91–199 мкг/л; $N-NO_2$ — 0,98–2,5 мкг/л; $N-NO_3$ — 6,2–21,0 мкг/л; N_{total} — 231–560 мкг/л; $Si-SiO_4$ — 217–750 мкг/л. Концентрация растворенного в воде кислорода изменялась от 7,4 до 10,7 мг/л (74–110%). Индекс ИЗВ составил 1,20. Морские воды оцениваются III классом — «умеренно-загрязненные».

Избербаш. В апреле и августе 2011 г. содержание НУ в водах около г. Избербаш составляла 0,02–0,06 мг/л (1,2 ПДК), составив в среднем 0,038 мг/л; фенолов была в диапазоне 1–5 мкг/л; СПАВ — 1–5 мкг/л. Концентрация биогенных элементов была на уровне обычных значений для вод взморья. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 7,42–11,06 мг/л, в среднем 9,34 мг/л (73,2–107,5%). Индекс ИЗВ был равен 1,50. Морские воды оцениваются IV классом — «загрязнённые».

Дербент. На двух станциях около г. Дербент в апреле и августе концентрация НУ в водах составляла 0,02–0,07 мг/л (1,4 ПДК), составив в среднем 0,046 мг/л; фенолов была в диапазоне 2–5 мкг/л; СПАВ — 2–5 мкг/л. Концентрация биогенных элементов была на обычном для района уровне. Уровень растворенного в воде кислорода составлял 7,95–10,42 мг/л, в среднем 9,24 мг/л (91,9–108,9%). Индекс ИЗВ был равен 1,25, что значительно ниже значения 2010 г. Морские воды оцениваются III классом — «умеренно-загрязнённые».

Взморье р. Самур. На двух станциях в устьевой области реки Самур в апреле и августе концентрация НУ в водах составляла 0,03–0,0 мг/л (1,4 ПДК), составив в среднем 0,048 мг/л; фенолов была в диапазоне 1–5 мкг/л; СПАВ — 4–6 мкг/л. Концентрация биогенных элементов составила: $P-PO_4$ — 5,0–9,9 мкг/л; P_{total} — 8,2–13,6 мкг/л; $N-NH_4$ — 132–178 мкг/л; $N-NO_2$ — 1,3–2,8 мкг/л; $N-NO_3$ — 7,2–16,8 мкг/л; N_{total} — 290–555 мкг/л; $Si-SiO_4$ — 290–400 мкг/л. Уровень растворенного в воде кислорода составлял 7,53–10,62 мг/л, в среднем 9,27 мг/л (95,6–106,6%). Индекс ИЗВ был равен 1,31, что значительно ниже значения прошлогоднего. Морские воды оцениваются IV классом как «загрязнённые».

Азовское море

Устьевая область реки Дон и Таганрогский залив. В 2011 г. Донская устьевая станция выполнила шесть гидрохимических съёмок в Таганрогском заливе на 6 станциях в период с 27 апреля по 3 октября (66 проб). В русловых протоках устьевой области реки Дон в рукавах Мёртвый Донец (9р) и Переволока (12р) пробы воды были отобраны в апреле, мае, июле и октябре, а в рукаве Песчаный (13р) отбор производили ежемесячно с апреля по октябрь (рис. 3.49). Всего в дельте реки получено 36 проб из поверхностного слоя с глубины 0,5 м и из придонного слоя.

На акватории Таганрогского залива наиболее высокие значения концентрации нефтяных углеводородов выше 4 ПДК были отмечены 25 мая практически на всех станциях в заливе, а максимальные величины достигали 0,64 мг/л — 12,8 ПДК, 0,78 мг/л — 15,6 ПДК,

1,39 мг/л — 27,8 ПДК, 0,62 мг/л — 12,4 ПДК и 0,76 мг/л — 15,2 ПДК. В целом акватория дельты Дона и Таганрогского залива может быть охарактеризована как хронически загрязненная нефтяными углеводородами, поскольку в 71,6% проб концентрация НУ была выше или равна 1 ПДК. Концентрация углеводородов, превышающая ПДК, равномерно распределена по времени исследования и по пространству залива. Среднегодовая концентрация равна 0,11 мг/л, что более чем в 3 раза превышает прошлогоднее значение.

В водах залива концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) варьировала от значений менее предела обнаружения 10 мкг/л до 70 мкг/л (0,7 ПДК). Только в 7 пробах из 102 проанализированных содержание СПАВ было ниже предела обнаружения, а средняя годовая концентрация составила 19,8 мкг/л, что практически совпадает с прошлогодним значением. Ни в одной из 102 отобранных проб хлорорганические пестициды и их изомеры (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) обнаружены не были. В 5 из 33 отобранных проб была обнаружена растворенная ртуть в концентрации 0,01 мкг/л (1 ПДК для пресных вод).

В водах устьевой области р. Дон и Таганрогского залива концентрация нитритов в отличие от прошлого года изменялась в весьма узком диапазоне 1–67 мкгN/л при среднегодовой концентрации 17,8 мкгN/л, что в 6 раз меньше уровня 2010 г. Максимальное значение зафиксировано в рукаве Песчаный 18 мая в придонном слое. Концентрация нитратов изменялась в широком диапазоне от 32 до 3484 мкгN/л при среднегодовой концентрации 448 мкгN/л. Максимум зафиксировано 3 октября в придонном слое на

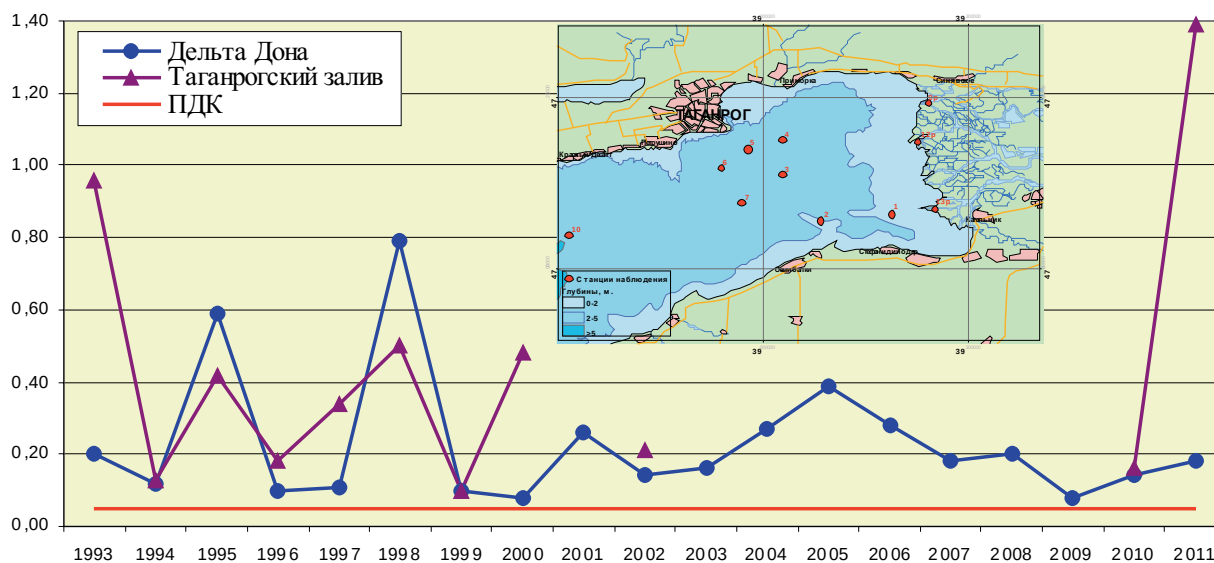


Рис. 3.49. Динамика максимальной концентрация нефтяных углеводородов (мг/л) в русловых протоках дельты реки Дон и в восточной части Таганрогского залива в 1993–2011 гг.

глубине 5 м в рукаве Песчаном. Концентрация аммонийного азота изменялась от отсутствия до 200 мкгN/л, максимальное содержание отмечено 18 мая в рукаве Песчаном. Среднегодовая составила 40,3 мкгN/л, что на 13% выше уровня прошлого года.

В течение 2011 года концентрация фосфатов изменялась в диапазоне 7–213 мкгP/л, составив в среднем 64,0 мкгP/л, что несколько ниже, чем в прошлом году. Максимальное содержание было зафиксировано в конце октября в поверхностном слое вод рукава Песчаный. Количество силикатов в период наблюдений изменялось от 564 мкг/л до 5667 мкг/л и в среднем составило 2658 мкг/л. В целом концентрация силикатов была немного ниже прошлогоднего уровня.

Концентрация растворенного кислорода в исследуемый период изменялась от 2,96 до 16,39 мг/л, составив в среднем 10,32 мг/л. Значения ниже норматива 6,0 мг/л в этом году были зафиксированы трижды (25 мая и 9 июня) в придонном слое в центральной части залива на глубине 3 м. Минимальная величина содержания растворенного в воде кислорода была ниже установленного уровня случая «высокого загрязнения» — 3,0 мг/л. Процент насыщения вод кислородом на многих станциях в мае-июне

был ниже 75%, а 25 мая в придонном слое опускался до 34%, хотя в другие сезоны достигал 180% — на поверхности 22 октября.

Устьевая область реки Кубань и Темрюкский залив. В 2011 г. наблюдения за качеством вод Темрюкского залива проводились устьевой станцией «Кубанская» в период с апреля по октябрь на устьевом взморье рукава Протока (2 станции), на взморье рукава Кубань (7 станций), в гирлах лиманов (6 станций), в дельте рукавов (2 станции), а также на одной ежедекадной станции в середине канала порта Темрюк напротив затона Чирчик (рис. 3.50). Пробы воды отбирались из поверхностного и придонного горизонтов.

В порту Темрюка в течение года концентрация нефтяных углеводородов изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,02 мг/л, 6 проб из 66) до 0,16 мг/л (3,2 ПДК, поверхностный слой 17 января); среднее значение составило 0,8 ПДК. В целом, многолетняя динамика уровня загрязнения устьевой области реки Кубань и прибрежных вод Темрюкского залива свидетельствует о стабилизации содержания НУ в последнее десятилетие на уровне примерно 1 ПДК (рис. 3.51.). Содержание СПАВ не выходило за рамки 10–17 мкг/л, в среднем 13,2 мкг/л. В двух пробах из 12 концентрация растворенной

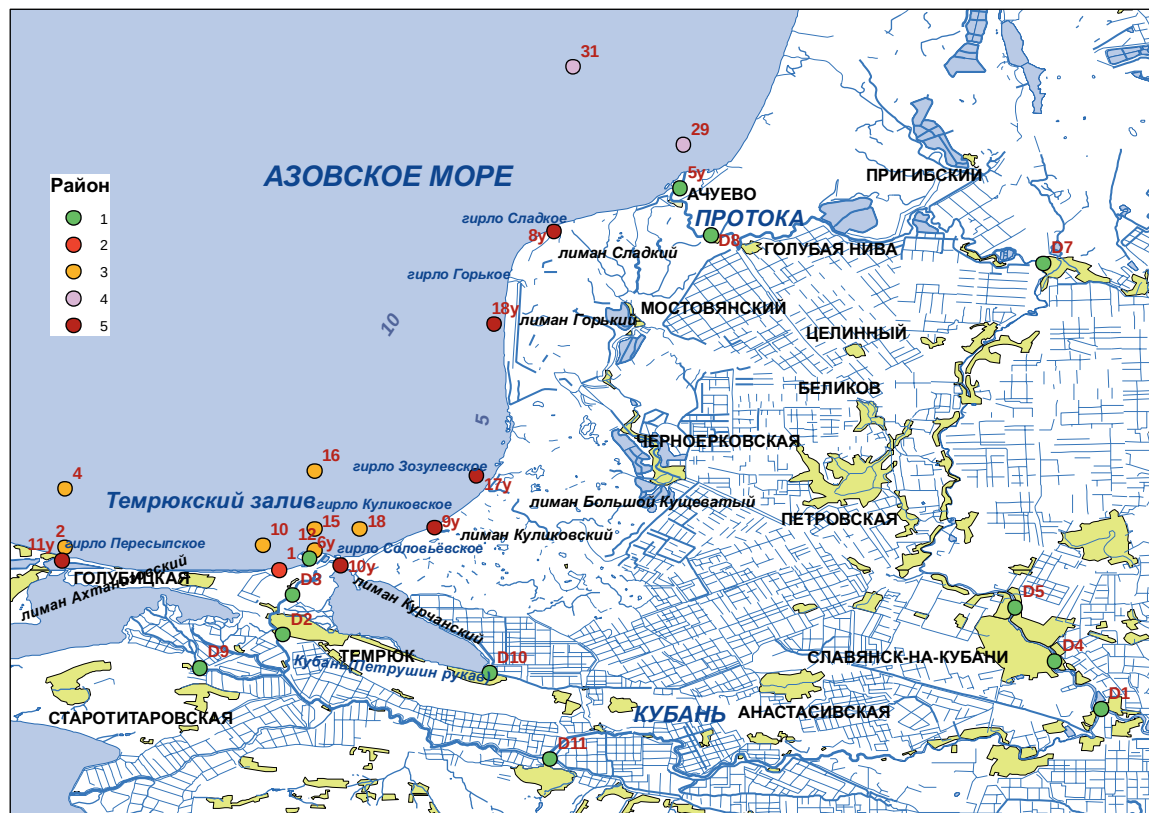


Рис. 3.50. Районы контроля качества вод в устьевой области реки Кубань и в Темрюкском заливе в 2011 г.

Районы контроля:

1 — дельта реки Кубань; 2 — канал порта Темрюк; 3 — устьевое взморье рукава Кубань; 4 — устьевое взморье рукава Протока; 5 — устьевая область реки Кубань (гирла лиманов)

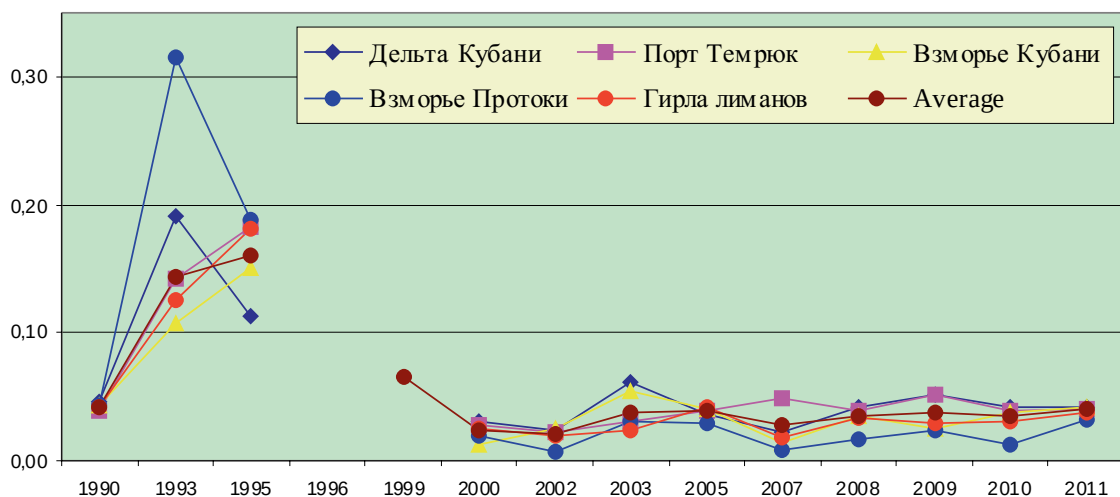


Рис. 3.51. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/л) в устьевой области реки Кубань и в прибрежных водах Темрюкского залива в 1990–2011 гг.

в воде ртути составила 0,01 мкг/л. Ни в одной из 24 обследованных проб не были найдены хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ. Концентрация биогенных элементов составила: $P-PO_4$ — < 5,0–71 мкг/л; P_{total} — 8–120 мкг/л; $N-NH_4$ — 18–200 мкг/л; $N-NO_2$ — 7–34 мкг/л; $N-NO_3$ — 23–440 мкг/л; N_{total} — 240–1780 мкг/л и $Si-SiO_4$ — 140–1790 мкг/л. Уровень растворенного в воде кислорода составлял 4,03–13,52 мг/л, в среднем 9,78 мг/л (53–129% насыщения). Шесть из семи значений ниже норматива 6,0 мг/л пришлось на период с 18 июля по 25 августа. Ни в одной из 36 проанализированных проб сероводород обнаружен не был.

В Темрюкском заливе на мелководном взморье рукавов Протока и Кубань концентрация нефтяных углеводородов изменялась от величин ниже предела обнаружения (0,02 мг/л, 12 проб из 72) до 0,16 мг/л (3,2 ПДК). Максимальная концентрация зафиксирована на взморье в 3 км от устья рукава Средний реки Кубань 5 октября в поверхностном слое. Среднегодовая концентрация составила 0,04 мг/л. Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) не превышала предела обнаружения 10 мкг/л в половине проб из 72, а в остальных достигала 18 мкг/л, среднее значение 6 мкг/л. В 6 отобранных пробах растворенная ртуть обнаружена не была. Хлорорганические пестициды и их изомеры (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ), а также фосфорорганические пестициды *metaphos*, *phosalone*, *rogor* и *carborphos* в отобранных пробах обнаружены не были.

Концентрация аммонийного азота изменялась от 24 до 260 мкгN/л и составила в среднем 94 мкгN/л. Наибольшее значения было отмечено 19 июля на устьевом взморье Кубани в 4,4 км от устья гирла Соловьевского Курчанского лимана. Содержание нитратов изменялось в ши-

роком диапазоне от 11 мкгN/л до 820 мкгN/л. Максимальная концентрация отмечена на взморье напротив рукава Средний на станции 15 в апреле. Среднегодовая концентрация составила 149 мкгN/л. Концентрация нитритов изменялась в диапазоне от 3 до 45 мкгN/л. Максимальная концентрация была зафиксирована вблизи гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана. 5 октября в придонном слое вод. Среднегодовая концентрация составила 17,6 мкгN/л. Концентрация фосфатов изменялась от величин менее предела обнаружения использованного метода анализа (5 мкгP/л) до 81 мкгP/л. Среднегодовая концентрация составила 13,3 мкгP/л. Максимум отмечен 19 июля в придонном слое вод на глубине 9 м в 9,8 км от устья рукава Среднего. Концентрация других форм биогенных элементов составила: P_{total} — 14–94 мкг/л; N_{total} — 200–2400 мкг/л и $Si-SiO_4$ — 44–1660 мкг/л (в среднем 787 мкг/л).

Кислородный режим в Темрюкском заливе в исследуемый период был в пределах нормы, за исключением короткого периода с 11 по 19 июля. В это время на значительной акватории взморья в Темрюкском заливе на семи станциях в придонном слое вод на глубинах от 5 до 11 м концентрация растворенного в воде кислорода была ниже норматива 6,0 мг/л. А в 9,8 км от устья р. Кубань напротив рукава Средний концентрация снижалась до 2,66 мг/л, что ниже установленного уровня случая «высокого загрязнения» 3,0 мг/л. В целом содержание растворённого кислорода изменялось в пределах 2,66–12,03 мг/л; среднегодовое содержание кислорода составило 8,58 мг/л. Сероводород в отобранных пробах обнаружен не был.

В Темрюкском заливе в устьевых районах гирл лиманов между рукавами Протока и Кубань концентрация НУ изменялась от величин

ниже предела обнаружения (0,02 мг/л, одна проба из 32) до 0,10 мг/л (2,0 ПДК). Максимум был отмечен 1 августа в 500 м от устья гирла Пересыпское Ахтанизовского лимана на поверхности; среднее значение 0,037 мг/л. Содержание СПАВ не превышало предела обнаружения 10 мкг/л в 23 пробах из 32, а в остальных достигала 17 мкг/л. Хлорорганические пестициды и их изомеры (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) в отобранных пробах обнаружены не были.

Концентрация биогенных элементов составила: $P-PO_4$ — <5,0–36 мкг/л; P_{total} — 8–110 мкг/л; $N-NH_4$ — 14–450 мкг/л; $N-NO_2$ — 0–58 мкг/л; $N-NO_3$ — 7–620 мкг/л и $Si-SiO_4$ — 140–3300 мкг/л. Уровень растворенного в воде кислорода изменялся в диапазоне 4,54–12,13 мг/л, в среднем 8,13 мг/л (58–118% насыщения). Все пять значений ниже норматива (6,0 мг/л) отмечены в разных точках взморья 11 или 20 июля. Ни в одной из 16 проанализированных проб сероводород обнаружен не был.

Черное море

Прибрежье от Анапы до Туапсе. В прибрежных водах Черного моря от Анапы до Туапсе наблюдения проводились в рамках программы государственной службы наблюдений и контроля (ГСН) за загрязнением морской среды Гидрометеорологическим бюро г. Туапсе (ГМБ) Краснодарского краевого центра по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды Росгидромета. Гидрохимические съемки проводились в портах и бухтах Анапы, Новороссийска, Геленджика и

Туапсе (рис. 3.52). В состав наблюдений входило определение стандартных гидролого-гидрохимических параметров, концентрации биогенных элементов и загрязняющих веществ НУ, СПАВ, ХОП и растворенной ртути.

В связи с повышением уровня транспорта нефтепродуктов морским путем через основные перевалочные центры представляется важным оценить многолетнюю динамику уровня содержания НУ в наиболее важных портах и районах прибрежной зоны Черного моря (рис. 3.53). В течение последней декады максимальный уровень загрязнения контролируемых районов не превышал 5 ПДК. В 2011 г. концентрация НУ во всех портах практически не изменилась. В целом в водах северной части российской прибрежной зоны Черного моря среднее содержание нефтяных углеводородов, определяемых методом инфракрасной спектрофотометрии, стабилизировалось на уровне ниже 1 ПДК, тогда как в Сочи почти достигали 4 ПДК. Общего повышающего или понижающего тренда значений обнаружить не удалось. В целом немного более повышенные значения отмечены на акватории портов Новороссийска и Туапсе, а в последние годы и в Сочи. Средняя концентрация НУ в водах портов в 2011 г., как и в предыдущие годы, была меньше 1 ПДК и составляла с севера на юг 0,01; 0,01; 0 (в одной пробе была зафиксирована концентрация 0,02); 0,01 и 0,03 мг/л.

Концентрация СПАВ в водах контролируемых районов изменялась от значений ниже предела обнаружения (5 мкг/л) до 20 мкг/л. Максимальный уровень, составлявший 0,2 ПДК,

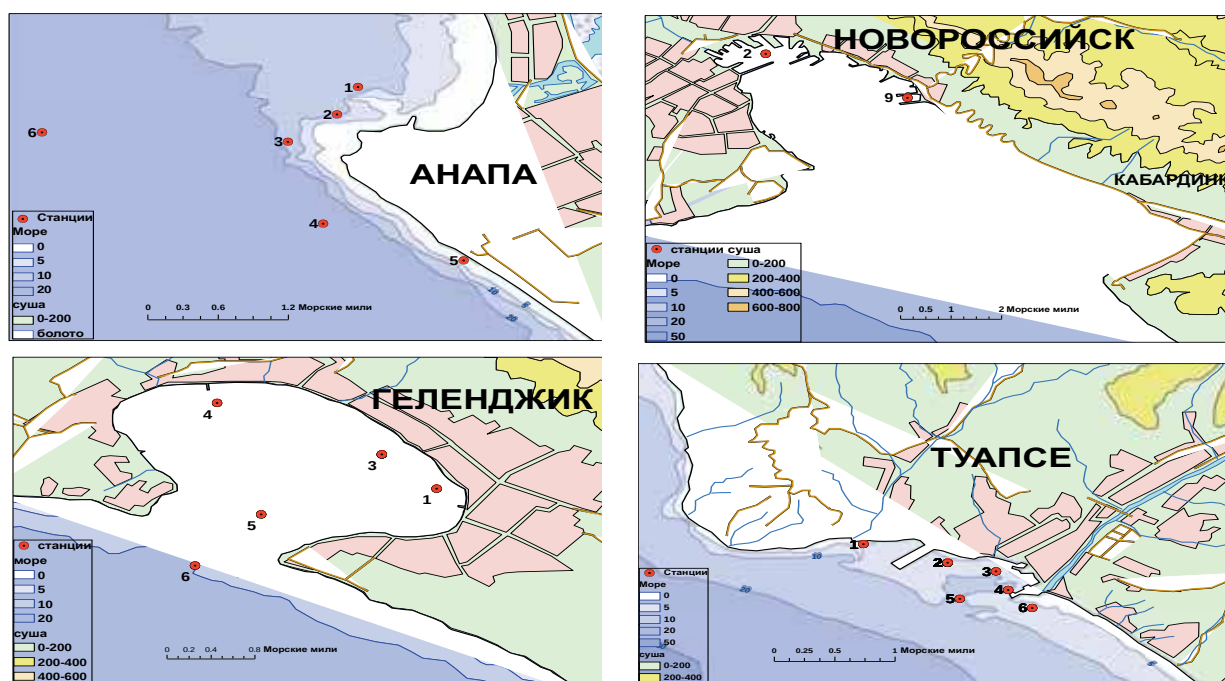


Рис. 3.52. Станции отбора проб на акватории портов российской части Черного моря в 2011 г.

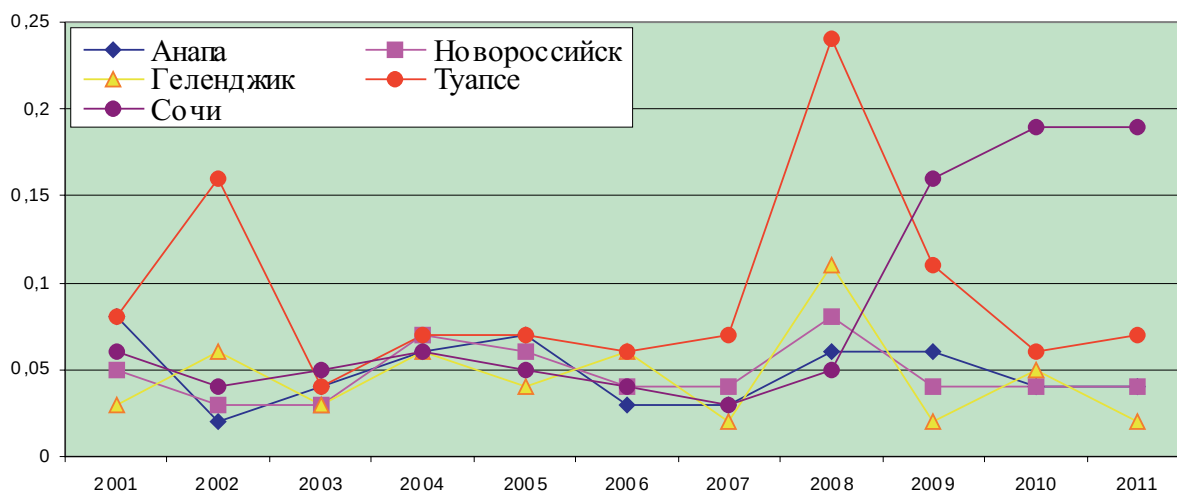


Рис. 3.53. Динамика максимальной концентрации нефтяных углеводородов в поверхностных водах Анапы, Новороссийска, Геленджика, Туапсе и Сочи в 2001–2011 гг.

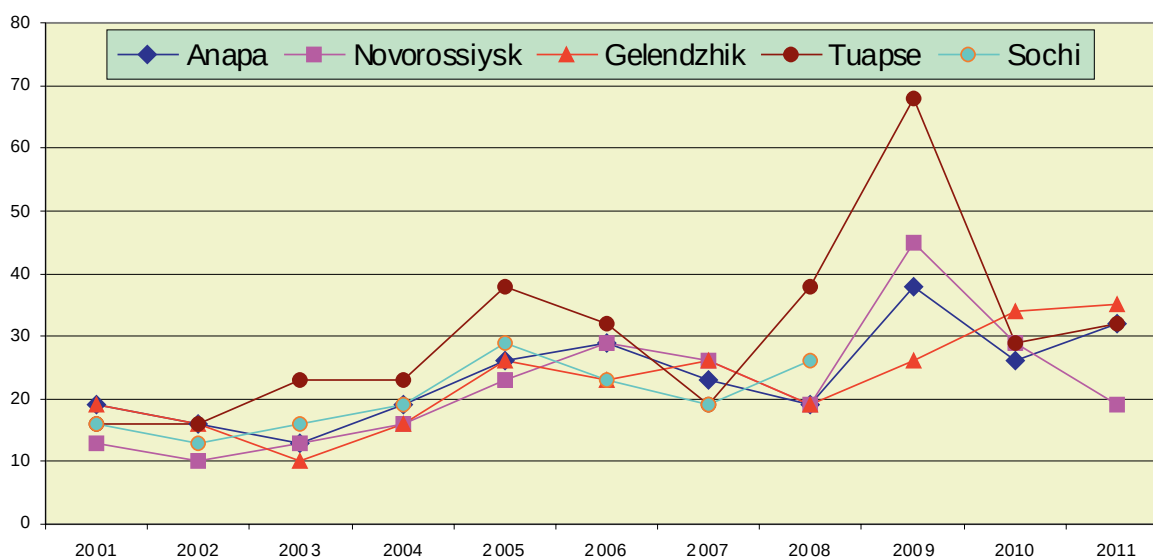


Рис. 3.54. Динамика максимальной концентрации фосфатов в прибрежных водах Черного моря в 2001–2011 гг.

был отмечен в Туапсе в конце июня и 12 октября в Анапе. Содержание растворенной ртути в шести отобранных пробах изменялась от 0,01 до 0,03 мкг/л (0,3 ПДК), максимум был отмечен 19 января в Новороссийске и 28 февраля в Туапсе. Хлорорганические пестициды и их изомеры α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ в 66 отобранных пробах морской воды контролируемых районов обнаружены не были.

Концентрация биогенных элементов в 2011 г. составила: $P-PO_4$ — 7–35 мкг/л; $N-NH_4$ — 0–130 мкг/л; $N-NO_2$ — 0–8,8 мкг/л и $Si-SiO_4$ — 60–1000 мкг/л. В целом за последнее десятилетие уровень содержания отдельных биогенных элементов постепенно, хотя и незначительно повышался (рис. 3.54). Уровень растворенного в воде кислорода изменялся в диапазоне 6,82–11,05 мг/л, в среднем 9,15 мг/л (78,5–126,4% насыщения). Значений ниже нор-

матива (6,0 мг/л) отмечено не было.

Прибрежье от Адлера до Сочи. В 2011 г. комплексной лабораторией мониторинга окружающей среды ФГБУ «СЦГМС ЧАМ» (г. Сочи) по программе мониторинга загрязнения морской среды в прибрежных водах Черного моря на участке между городами Адлер и Сочи на 8 станциях было выполнено четыре гидрохимические съемки в марте, июне, июле и ноябре. Контролировалась акватория порта Сочи, устьевые области впадающих в море средних и малых рек Сочи, Малый, Хоста, Кудепста и Мзымта, а также удаленные на несколько морских миль участки открытого моря, считающиеся условно чистой фоновой зоной (рис. 3.55). Всего за 2011 г. было отобрано 88 проб воды. Пробы воды отбирались батометрами на мелководных станциях из поверхностного и придонного слоев, на глубоких станциях — со стандартных гидрологических

горизонтов до глубины 60 м. На борту судна и в стационарной лаборатории определялись стандартные гидрологические и гидрохимические параметры морской воды, концентрация биогенных элементов и загрязняющих веществ (нефтяные углеводороды, СПАВ, пестициды и тяжелые металлы свинец, ртуть, железо).

Стандартные гидрохимические параметры. Соленость в поверхностном слое контролируемого района изменялась от 7,467‰, в начале июня на поверхности в устье реки Сочи до 19,218‰, в двух милях от берега напротив устья реки Мзымта на глубине 50 м; среднегодовая соленость прибрежных вод в контролируемом районе по четырем съемкам по всем станциям и горизонтам составила 17,320‰. Значения pH находились в пределах многолетней нормы: 7,65–8,56 ед., среднее за год значение pH по всем станциям и горизонтам составило 8,28 ед. Минимальная величина общей щелочности 1,925 мг-экв/л была зафиксирована в поверхностном слое в июне в распресненных водах устья реки Сочи, а наибольшее значение 3,068 мг-экв/л было отмечено 1 ноября в открытом море напротив устья реки Хоста на глубине 25 м; среднегодовая величина 2,659 мг-экв/л. Концентрация легко окисляемого органического вещества, определяемая по показателю БПК₅, в целом в водах района была невысокой. В поверхностном слое среднее значение БПК₅ по всем станциям составило 1,10 мг/л (0,41 ПДК), диапазон 0,29–1,55 мг/л, максимум отмечен в устье ручья Малый в начале июня. В придонных и глубинных водах максимальное значение (3,35 мг/л, 1,1 ПДК) было отмечено в конце июля на акватории морского порта Сочи в при-

донном слое вод, а наименьшее (0,26 мкг/л) в глубинных водах на траверзе реки Мзымта. По всем станциям и горизонтам среднегодовое содержание БПК₅ составило 1,18 мг/л (0,4 ПДК). Уровень содержания взвешенных частиц в морской воде изменялся в широком диапазоне от 0,5 до 37,9 мг/л (3,8 ПДК), в среднем 3,0 мг/л. Наиболее мутной вода была на мелководье в устье Мзымты 17 марта; норматив здесь также был превышен 7 июня (11,0 мг/л), и в этот же день в устье ручья Малый (13,3 мг/л).

Загрязняющие вещества. В поверхностном слое средняя за год концентрация нефтяных углеводородов по всем станциям составила 0,03 мг/л (0,6 ПДК); максимальная достигала 0,14 мг/л (2,9 ПДК) и была зафиксирована 17 марта в открытом море на траверзе устья Мзымты. В придонных или глубинных водах средняя концентрация НУ была 0,04 мг/дм³ (0,8 ПДК), а максимум (0,19 мг/л, 3,8 ПДК) также был зафиксирован в той же точке на траверзе Мзымты в марте. Такой характер появления максимальных значений в удаленной от берега точке в поверхностных и глубинных слоях позволяет предположить трансграничный перенос нефтяных углеводородов из других районов течениями. В исследуемом районе в 21 пробе из 63 концентрация НУ превышала 1 ПДК, причем уровень повышенного загрязнения отмечен на всех участках акватории как вблизи устьев рек и порта, так и в открытых водах. Наиболее высокий уровень их присутствия в воде отмечен в марте (средняя 0,08 мг/л, 1,6 ПДК), в теплое время существенно снижается (июнь 0,01 мг/л, июль 0,02 мг/л), а затем снова возрастает к ноябрю до 0,03 мг/л в среднем по всем станциям.

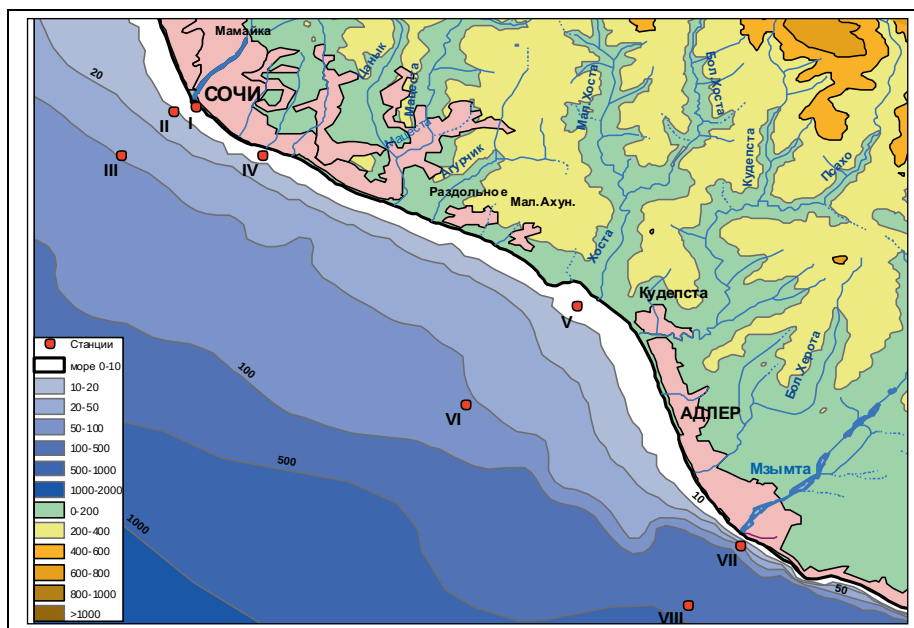


Рис. 3.55. Схема расположения станций мониторинга среды в районе Адлер—Сочи в 2011 г.

В то же время отсутствие НУ в морской воде было зафиксировано в течение года на всех станциях района контроля.

Многолетняя динамика загрязнения района Адлер—Сочи может быть прослежена по трем условно выделенным экологическим участкам акватории. Прибрежные станции загрязняются стоками рек, тогда как мористые могут считаться условно чистой зоной. Средние за год значения концентрации нефтяных углеводородов в трех выделенных зонах прибрежных вод: мелководных эстуарных участках рек и ручьев района Большого Сочи, в открытом море на удалении двух морских миль от берега и в морском торговом порту г. Сочи, изменялись в относительно небольшом интервале 1–2 ПДК (рис. 3.56). Кроме умеренного среднего уровня загрязнения морских вод района обращает внимание синхронность изменений значений на разных участках акватории в пределах контролируемого района, что косвенным образом подтверждает активную гидрологическую динамику поверхностных вод и высокий уровень их перемешивания. Распределение максимальных значений имеет четко выраженный максимум 2003–2004 гг. на всех участках акватории, достигающий 0,55–0,82 мг/л соответственно, после которого концентрация постепенно снижалась до уровня 2–4 ПДК. «Лидерами» нефтяного загрязнения в разное время были как эстуарные зоны и акватория порта Сочи, так и удаленные от берега условно чистые участки. Следует предположить, что речные воды и порт не являются единственными источниками поступления НУ в морскую среду. Не исключенными являются механизмы трансграничного переноса остатков нефтепродуктов из более южных районов моря доминирующим течением ОЧТ, а также сброс

загрязненных вод находящимися на удалении от берега судами.

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) в поверхностном слое морских вод наблюдались повсеместно в очень незначительных количествах; минимальное значение 2,5 мкг/л; среднегодовое 7,1 мкг/л. Их максимальная концентрация достигала 31,2 мкг/л (0,3 ПДК) и была отмечена 7 июня на глубине 58 м на траверзе реки Хоста. В течение 2011 г. хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ, а также гербицид трифлуралин в морских водах прибрежного района Адлер — Сочи обнаружены не были.

Тяжелые металлы. Содержание свинца в прибрежных водах Черного моря в районе Сочи—Адлер в 2011 г. в целом увеличилось по сравнению с предыдущим годом; диапазон значений 0,22–23,19 мкг/л (2,3 ПДК). Концентрация выше ПДК была отмечена в 11 пробах из 64 обработанных. Максимум зафиксирован в конце июля на поверхности в порту Сочи, однако повышенный уровень содержания меди в этот день был отмечен в устьях всех рек и ручья Малого, а также и в открытом море на траверзе Сочи и Хосты. Загрязненными были воды устьев и 1 ноября. Почти во всех случаях превышение ПДК было характерно для поверхностного или подповерхностного слоев воды. Средняя концентрация свинца в контролируемом районе по четырем съемкам равнялась 4,78 мкг/л (0,5 ПДК). Это в 1,3 раза выше прошлогоднего значения. Концентрация ртути во всех 64 отобранных пробах была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа. Содержание железа в прибрежных водах района Сочи—Адлер в 34,3% случаев превышало допустимую норму. Диапазон измеренных зна-

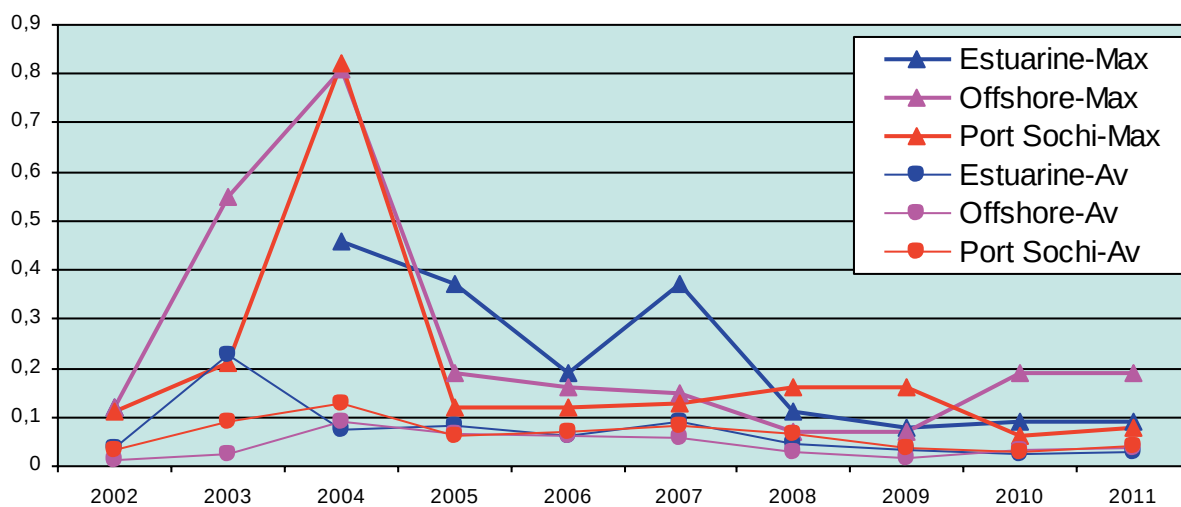


Рис. 3.56. Максимальная (Max) и средняя (Average) концентрация нефтяных углеводородов (мг/л) в мелководных эстуарных участках и в открытом море на удалении двух морских миль от берега между Адлером и Сочи, а также в порту Сочи в 2002–2011 гг.

чений составил 0,23–713,0 мкг/л. Хотя в целом поверхностный горизонт оказался более насыщенным железом (средняя 68,3 мкг/л, максимум 713,0 мкг/л в открытом море на траверзе Хосты), чем придонные и глубинные воды (средняя 48,8 мкг/л, максимум 580 мкг/л в устье реки Хоста), однако пространственное распределение значений по трем выделенным экологическим участкам акватории было практически одинаковым: в эстуарных зонах 60,7 мкг/л, в порту Сочи 56,6 мкг/л и в открытом море 56,4 мкг/л. Таким образом, на всей акватории района Адлер—Сочи средняя концентрация железа во всем столбе воды (58,5 мкг/л, 1,2 ПДК) превышала 1 ПДК, и хотя и снизилась по сравнению с предыдущим годом (96,93 мкг/л), но оставалась выше 45,7 мкг/л в 2009 г., 44,6 мкг/л в 2008 г. и 28,2 мкг/л в 2007 г. В отличие от прошлого года самым загрязненным участком оказалось не устье реки Мзымта (средняя в 2011 г. составила 51,3 мкг/л; на траверзе 44,3 мкг/л), а устье (103,7 мкг/л) и траверз (102,1 мкг/л) реки Хоста. Относительно повышенными были средние величины в порту Сочи и в устье реки Сочи (56,5 и 68,2 мкг/л соответственно), но пониженными в открытом море напротив устья этой реки (22,8 мкг/л) и в устье ручья Малый (19,9 мкг/л). Возможно, загрязнение района Хосты связано с локальными источниками загрязнения, а не с общей динамикой вод района.

В поверхностном слое прибрежных вод района Адлер—Сочи кислородный режим в течение года оставался в пределах нормы. Концентрация

растворенного кислорода изменялась от 7,54 до 10,22, в среднем 9,02 мгО₂/л (87–121% насыщения). Минимальная величина была зафиксирована 27 июля в открытом море на траверзе реки Хоста в 2 морских милях от берега. В подповерхностных водах до глубины 58 м содержание растворенного кислорода была даже несколько выше: 7,55–10,71, в среднем 9,10 мгО₂/л.

В прибрежных водах района Сочи—Адлер превышение допустимых норм было установлено для нефтяных углеводородов, железа, свинца и БПК₅. Содержание в воде железа несколько снизилось по сравнению с 2010 г., а содержание свинца повысилось. Отмечены случаи неблагоприятной ситуации по БПК₅. Также наблюдались незначительные отклонения от нормы по рН. Нарушений кислородного режима не наблюдалось. Оценка качества морских вод в 2011 г., выполненная по показателям комплексности, выявила устойчивое превышение норматива по железу (повторяемость превышения нормы менее 50%, кратность превышения до 18 раз); неустойчивой загрязненностью нефтепродуктами и свинцом (повторяемость превышения ПДК менее 30%, кратность превышения до 4 ПДК); единичным превышением требований по БПК₅ (повторяемость превышения нормы менее 10%, кратность превышения до 2 раз);

По комплексному индексу загрязненности вод (ИЗВ) прибрежный участок вод от Сочи до Адлера, включая акваторию порта Сочи, характеризуется как «чистый» (II класс качества, 0,73–0,75). Для расчета ИЗВ использовались

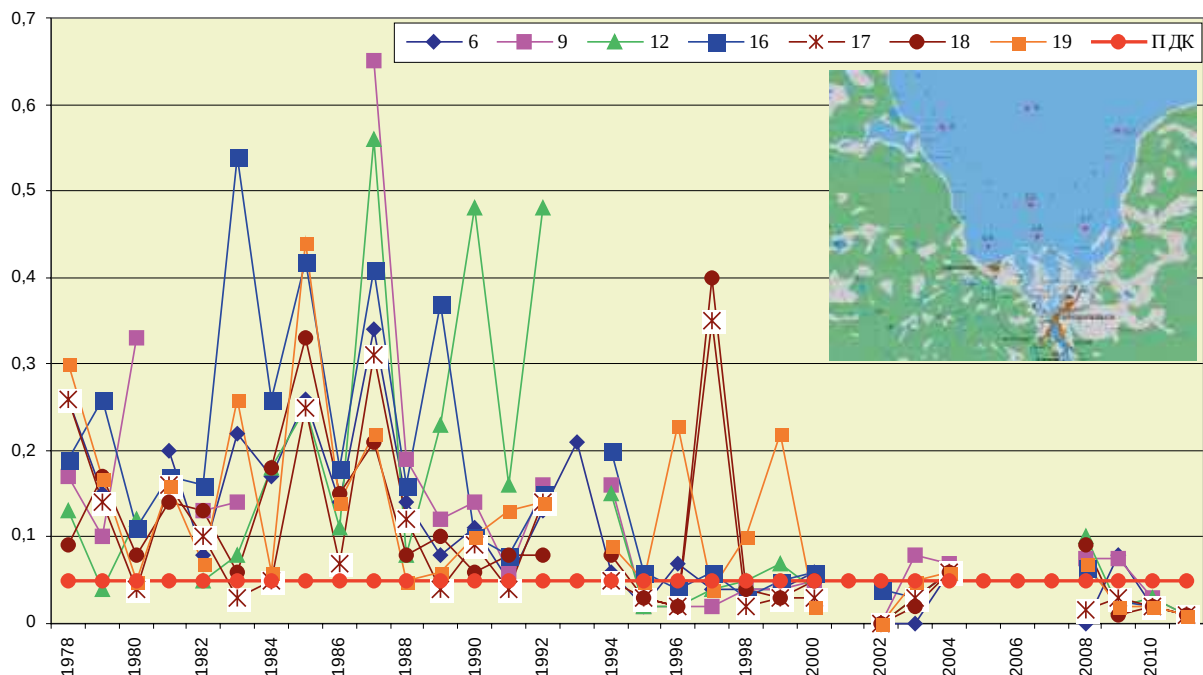


Рис. 3.57. Расположение стандартных станций отбора проб в Двинском заливе Белого моря и динамика максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/л) в водах Двинского залива в 1978–2011 гг.

На рисунке не показано одно экстремальное значение 1,12 мг/л, отмеченное на ст. 6 в 1980 г.

концентрации растворенного кислорода, нефтяных углеводородов, железа и свинца. По данным наблюдений в 2011 г. качество воды на акватории морпорта Сочи и в мористой части контролируемой акватории повысилось.

Белое море

Двинский залив. В 2011 г. Северным УГМС было выполнено две гидрохимические съемки 17–18 июля на 6 станциях и 16–17 октября на 7 станциях. Пробы воды были отобраны из поверхностного и придонного слоев на мелководных станциях и дополнительно со стандартных гидрологических горизонтов на глубоководных. Всего отобрано и проанализировано 48 проб (рис. 3.57).

Количество нефтяных углеводородов в 2011 г. по сравнению с предыдущим годом заметно уменьшилось. Концентрация НУ в отобранных пробах не превышала 0,010 мг/л, а в 57% проб была ниже предела обнаружения используемой методикой химанализа. В целом за последнее десятилетие уровень загрязненности вод залива НУ существенно снизился и даже максимальные значения не достигают ПДК (рис. 3.58.). Хлорорганические пестициды α -ГХЦГ, β -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ, ДДД и ДДЭ в отобранных пробах вод Двинского залива обнаружены не были.

Соленость в водах залива в 2011 г. изменялась от 19,6 до 28,7‰. Наименьшая средняя за время наблюдений соленость отмечена на ближайших к устью Северной Двины станциях №19 (23,0‰), №17 (23,5‰) и №18 (24,6‰). Содержание нитритного азота варьировало от 0,16 до 3,7 мкг/л, что значительно меньше ПДК. Наибольшая концентрация была на горизонте 20 м станции № 9 в июле. Нитратный азот так же присутствовал в количествах на несколько порядков ниже ПДК, наибольшее значение составило 186,56 мкг/л и было обнаружено в октябрьской пробе ст. №9 в придонном слое. Концентрация аммонийного азота от значений ниже предела обнаружения до 12,56 мкг/л. Наибольшее значение зафиксировано в пробе из поверхностного слоя в октябре на ближайшей к Северодвинску станции. В 2011 г. максимальная концентрация фосфатов и общего фосфора в водах Двинского залива составила 28,28 и 154,49 мкг/л соответственно и была зафиксирована в пробах, отобранных в придонных слоях ст. 12 и 18 в октябре. Только в одной пробе концентрация силикатов достигла 0,5 ПДК и составила 517 мкг/л в июльской пробе воды из придонного слоя ст. №9. Минимальное содержание кремния (21 мкг/л) было отмечено на поверхности в центре залива в июле.

Кислородный режим 2011 г. в водах Двинского залива не отличался от предыдущих лет и был в пределах нормы. Количество растворенного

кислорода в отобранных пробах изменялось незначительно, от 8,29 до 9,44 мг/л. Насыщенность вод кислородом составляла 74–87%.

Кандалакшский залив. В 2011 г. Мурманским УГМС с марта по октябрь было проведено 6 гидрохимических съемок на водпосту в торговом порту г. Кандалакша. Пробы были отобраны из поверхностного слоя вод порта.

Содержание нефтяных углеводородов в двух пробах морской воды весной составило 0,02 мг/л, в остальное время года было ниже предела обнаружения использованного метода анализа. Фенол был обнаружен в двух пробах в концентрации 0,01 и 0,07 мкг/л (менее 0,1 ПДК). Другие фенольные соединения также были отмечены в отдельных пробах в достаточно высокой концентрации: мета-крезол 0–0,07 мкг/л; орто-крезол 0–0,12 мкг/л; пара-крезол 0–0,94 мкг/л; 2,6-ксиленол 0–0,23 мкг/л. Ни в одной пробе не был обнаружен гваякол. Суммарное содержание веществ этой группы в воде водпоста достигало 1,32 мкг/л в начале июня. В каждый месяц наблюдений в водах порта Кандалакша были обнаружены хлорорганические пестициды (табл. 3.13). Средняя и максимальная концентрация в воде линдана и его метаболита α -ГХЦГ составляла 0,20 и 1,83 нг/л; 0,40 и 4,10 нг/л (0,4 ПДК) соответственно, что в несколько раз превышало прошлогодние значения. Среднее и наибольшее содержание ДДТ также увеличилось с 0,12 и 0,70 нг/л в 2010 г. до 0,88 и 4,10 нг/л в 2011 г. соответственно.

Табл. 3.13. Концентрация хлорорганических пестицидов в водах порта Кандалакша в 2011 г.

	ХОП, нг/л				
	α -ГХЦГ	γ -ГХЦГ	ДДЭ	ДДД	ДДТ
Средняя	1,83	0,20	2,70	0,00	0,88
Макс	4,10	0,40	5,90	0,00	4,10
Мин	0,00	0,00	0,00	0,00	0,00

Концентрация железа и меди превышала ПДК почти во всех отобранных пробах, а средние за год составляли 1,6 и 1,3 ПДК соответственно (табл. 3.14). Содержание в водах порта всех остальных металлов было невысоким, даже максимальные величины достигали только 0,05–0,5 ПДК. По сравнению с прошлым годом немного снизилось содержание меди, никеля и марганца, но возросло свинца, железа и кадмия.

Соленость поверхностного слоя вод порта варьировала в пределах 9,51–14,76‰. Концентрация ионов водорода и значения щелочности были стабильными в узком диапазоне 7,35–7,75 pH и 0,57–0,90 мг-экв/л. Содержание взвешенных в воде веществ изменялось

Табл. 3.14. Концентрация тяжелых металлов в водах порта Кандалакша в 2011 г.

	Тяжелые металлы, мкг/л								
	Cu	Ni	Mn	Pb	Cr	Fe	Hg	Zn	Cd
Средняя	6,6	2,7	5,4	3,1	0,3	80	0,028	10,7	0,10
Макс	10,7	4,0	6,8	5,40	1,0	141	0,036	14,2	0,20
Мин	2,40	1,0	3,6	1,2	0,1	48	0,015	6,3	0,03
ПДК	5,0	10,0	50,0	10,0	20,0	50,0	0,10	50,0	10,0

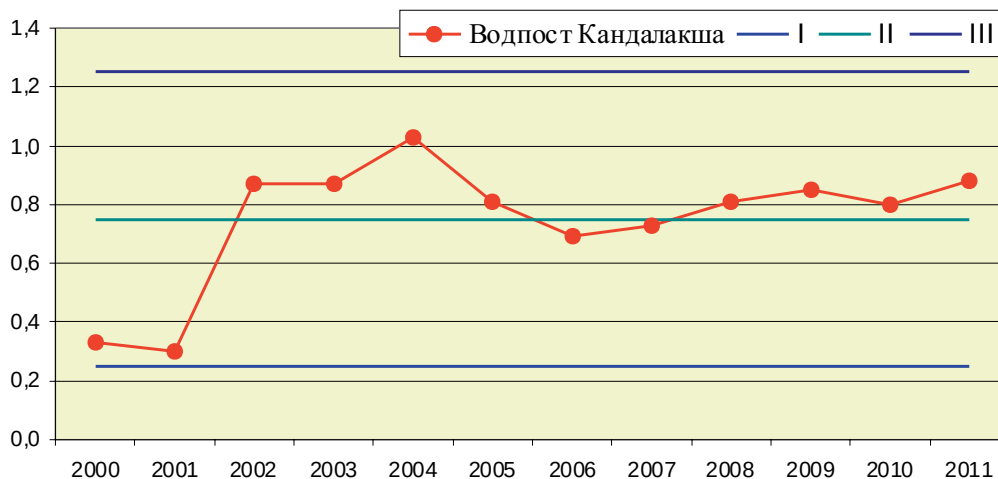


Рис. 3.58. Динамика индекса загрязненности вод в порту Кандалакши в 2000–2011 гг.

в течение года от 0 до 8 мг/л в июне. Концентрация биогенных элементов составила: $P-PO_4$ — 3,0–28,0 мкг/л; $N-NH_4$ — 0–30 мкг/л; $N-NO_2$ — 0–1,4 мкг/л; $N-NO_3$ — 11,1–77,8 мкг/л и $Si-SiO_4$ — 751–2671 мкг/л. Уровень растворенного в воде кислорода хотя был в целом пониженным и изменялся в диапазоне 6,53–8,78 мг/л, в среднем 7,50 мг/л (64,4–69,7 % насыщения), однако был выше нормы 6,0 мг/л. Содержание в воде порта легко окисляемых органических веществ, определяемых по БПК₅, было невысоким и изменялось от 0,40 до 1,17 мгО₂/л, что существенно ниже норматива ПДК 10 мгО₂/л. Индекс загрязненности вод по наблюдениям в 2011 г. составил 0,88, а качество вод в торговом порту оценивается III классом «умеренно загрязненные» (рис. 3.58).

Баренцево море

Кольский залив. В 2011 г. Мурманским УГМС на водопосту торгового порта г. Мурманска в течение года было выполнено 6 гидрохимических съемок с горизонта 0,5 м, а так же были исследованы отобранные 8 июля поверхностные пробы воды на 6 станциях в южном колене Кольского залива. Содержание нефтяных углеводородов в водах порта в течение года было очень высоким, изменяясь в пределах от 0,04 до 0,59 мг/л (1–12 ПДК), а среднее за год составляло 0,25 мг/л (5 ПДК). На станциях южного колена

залива в июле концентрация НУ была значительно меньше — на половине станций ниже предела обнаружения, на остальных 0,02–0,04 мг/л. Многолетняя динамика средних и максимальных значений концентрации нефтяных углеводородов свидетельствует о стабилизации уровня загрязнения вод южного колена Кольского залива на высоком уровне 2–4 ПДК для средних величин и 10–20 для максимальных (рис. 3.59).

Содержание фенолов в водах в районе водпоста не превышало допустимого уровня. Концентрация соединений этой группы изменялась от аналитического нуля до максимальных величин: фенол достигал 0,12 мкг/л, мета-крезол 1,3 мкг/л, орто-крезол 0,24 мкг/л, пара-крезол 1,43 мкг/л, 2,6-ксиленол 0,15 мкг/л и гваякол — ниже предела обнаружения во всех пробах. В июле на станциях в южном колене залива содержание этих веществ в воде было существенно ниже: фенол, пара-крезол, 2-хлорфенол и гваякол не обнаружены, а остальные достигали небольших величин — мета-крезол 0,06 мкг/л, орто-крезол 0,10 мкг/л и 2,6-ксиленол 0,25 мкг/л. Сумма соединений этой группы составляла 0,11–0,41 мкг/л. Содержание детергентов было в пределах нормы, изменяясь в пределах от 10 до 27 мкг/л в водах водпоста и 3–6 мкг/л в южном колене в июле. Концентрация взвешенных веществ составляла 1–3 мг/л. Отдельные формы хлорорганических пестицидов присутствовали в водах залива в значитель-

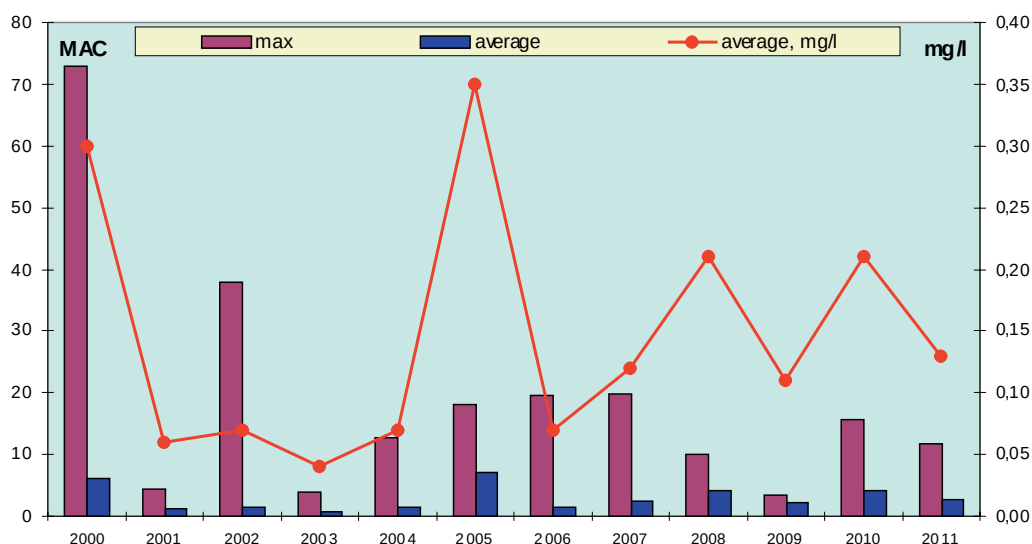


Рис. 3.59. Многолетняя динамика максимальной и средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/л) в водах Кольского залива Баренцева моря в 2000–2011 гг. Для 2011 г. указана средняя и максимальная концентрация для водпоста Мурманска и южного колена залива совместно

ном количестве. Содержание γ -ГХЦГ составляло 0,0–1,0 нг/л, α -ГХЦГ 0,0–10,5 нг/л (1,1 ПДК), β -ГХЦГ 0,4–2,8 нг/л, ДДТ 0,0–4,8 нг/л, ДДД 0,0–0,8 нг/л, ДДЭ 0,0–19,8 нг/л (2,0 ПДК). Зафиксированные максимальные значения существенно выше прошлогоднего уровня. Бенз(а)пирен из группы полициклических ароматических углеводородов в водах южного колена в июле обнаружен не был, а концентрация бенз(б)флуорантена варьировала от 0 до 0,274 нг/л.

В 2011 г. тяжелые металлы в водах акватории порта продолжали присутствовать в довольно значительном количестве. Диапазон концентрации составлял: медь 6,2–14,2 мкг/л (2,8 ПДК), никель 1,1–3,3; марганец 10,8–71,0 мкг/л (1,4 ПДК); свинец 0,9–1,7; хром 0,1–4,2; железо 224–526 (10,5 ПДК); ртуть 0–0,045; цинк 28,9–40,4 и кадмий 0,03–0,08 мкг/л. В июле в водах южного колена содержание меди (1,0–2,3 мкг/л), марганца (6,6–9,3 мкг/л) железа (84–121 мкг/л, 2,4 ПДК) и цинка (28,9–40,4 мкг/л) было существенно ниже, чем в водах порта. Концентрация хрома (0,1–4,2 мкг/л) и ртути (0–0,20 мкг/л) осталось на уровне водпоста. Примечательно, что содержание трех металлов (никель 2,5–4,9 мкг/л, свинец 3,0–6,6 мкг/л и кадмий 0,07–0,11 мкг/л) в воде в южном колена залива в июле было выше, чем в наиболее загрязненном участке в порту.

Соленость поверхностного слоя вод порта варьировала в пределах 12,07–25,26‰. Концентрация ионов водорода и значения щелочности были стабильными в узком диапазоне 7,70–7,89 рН и 0,77–1,43 мг-экв/л. Содержание взвешенных в воде веществ изменялось в течение года от 0 до 3 мг/л. Концентрация биогенных элементов составила: фосфатов $P-PO_4$ — 150–1006 мкг/л на

водпосту и 11–21 мкг/л в водах южного колена в июле; $N-NH_4$ — 218–980 мкг/л на водпосту и 49–123 мкг/л в водах южного колена; $N-NO_2$ — 1,4–19,0 мкг/л на водпосту и 1,3–2,1 мкг/л в южном колена; $N-NO_3$ — 39,6–130,0 мкг/л на водпосту и 25,2–34,4 в южном колена; силикаты $Si-SiO_4$ — (1560–2532 мкг/л) измерялись только на водпосту. Уровень растворенного в воде кислорода в течение года на водпосту Мурманска изменялся в диапазоне 9,46–12,41 мг/л, в среднем 11,39 мг/л (92,8–105,9% насыщения). Содержание в воде порта легко окисляемых органических веществ, определяемых по БПК₅, было невысоким и изменялось от 0,31 до 2,63 мг O_2 /л, что существенно ниже норматива ПДК 10 мг O_2 /л. По индексу загрязненности вод (ИЗВ = 2,22) качество вод в районе водпоста оценивается V классом «грязные».

Гренландское море

Залив Гренфьорд. В 2011 г. в заливе гидрохимические исследования проводились 25 июня и 14 сентября на девяти станциях. Концентрация нефтяных углеводородов во всех отобранных пробах была на уровне минимально определяемых значений и не превышала ПДК.

Концентрация тяжелых металлов в водах залива Гренфьорд изменялась в широких пределах, но не превышала 1 ПДК. Содержание меди в период съемок изменялось в диапазоне от 1,0 до 7,4 мкг/л; цинка — 1,1–17,8 мкг/л; никеля — 0,2–7,9; марганца — 1,9–12,0; свинца — 0,1–4,5; хрома — 0,1–0,97; кадмия — 0,01–0,16; железа — 35–178 мкг/л.

Содержание аммонийного азота в период съемок составляло 0–16 мкг/л. Концентрация

нитритного и нитратного азота изменялась в пределах от 0,0 до 3,4 мкг/л и 0–101 мкг/л соответственно.

Количество растворенного кислорода в слое 0–50 м составляло 10,95–14,64 мг/л в июне и 8,96–11,61 мг/л в сентябре. По формализованной оценке качества вод ИЗВ состояние вод залива Гренфьорд оценивается по результатам наблюдений в 2011 г. II классом, «чистые».

Тихий океан

Шельф полуострова Камчатка. Авачинская губа
В 2011 г. Камчатским УГМС было проведено восемь гидрохимических съемок в Авачинской губе. Среднее содержание НУ в морских водах увеличилось по сравнению с 2010 г. в 2 раза и составило 1,2 ПДК; максимальное значение было отмечено в центральной части губы и в бухте Раковая — 16 ПДК. Среднее содержание фенолов не изменилось по сравнению с прошлым годом и составило 4 ПДК; максимальная разовая концентрация (14 ПДК) была отмечена в апреле в период снеготаяния у входа в бухту Крашенинникова. Среднее содержание СПАВ составило 0,5 ПДК, максимум (2,7 ПДК) был зафиксирован в октябре в приустьевой зоне реки Авача.

Кислородный режим в целом был в пределах многолетней нормы. Среднее содержание растворенного кислорода в поверхностном слое составило 12,46 мг/л, в придонном — 8,80 мг/л; в толще вод — 10,59 мг/л. В 2011 г. кислородный минимум пришелся на июль — август. В это время на придонных горизонтах в центральной части Авачинской губы отмечалась очень низкая концентрация растворенного кислорода: в июле его содержание снижалось до 3,74 мг/л (33% насыщения), а в августе до 4,26 мг/л (38,8% насыщения). Оба значения ниже установленного для безледного периода года норматива 6,0 мг/л.

В водах Авачинской губы в 2011 г. расчетный индекс ИЗВ составил 1,58, что соответствует IV

классу, «загрязненные» (рис. 3.60). Для расчета использовались средние значения концентрации НУ (1,2 ПДК), фенолов (4 ПДК), СПАВ (0,5 ПДК) и растворенного кислорода (10,59 мг/л). По сравнению с 2010 г. качество вод осталось в коридоре значений IV класса — «загрязненные», но по абсолютному показателю ухудшилось.

Японское море

Залив Петра Великого. В 2011 г. наблюдения за состоянием загрязнения вод Японского моря проводились Приморским УГМС в бухте Золотой Рог на 5 станциях, в бухте Диомид (1 ст.), в проливе Босфор Восточный (3 ст.), в Амурском заливе (9 ст.), в Уссурийском заливе (9 ст.), в заливе Находка (12 ст.). В открытых районах залива Петра Великого наблюдения не проводились. В Татарском проливе в районе г. Александровска наблюдения проводились Сахалинским УГМС.

Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в прибрежных водах залива Петра Великого изменялась в пределах 1,2–9,6 ПДК. Абсолютный максимум составил 48 ПДК (уровень высокого загрязнения — В3) и был зафиксирован в проливе Босфор Восточный в апреле на выходе из бухты Улисс на станции № 19 в придонном слое. В апреле в проливе Босфор Восточный были зафиксированы еще 2 случая В3 по НУ: на станциях № 19 и № 23 в поверхностном слое (34 ПДК и 40 ПДК). Кроме того, в апреле же отмечен случай В3 по НУ в придонном слое в бухте Диомид — 47 ПДК. По сравнению с 2010 г. уровень загрязненности прибрежных вод залива Петра Великого НУ резко повысился: среднее содержание НУ в бухте Золотой Рог выросло в 3,4 раза, в бухте Диомид в 5,3 раза, в проливе Босфор Восточный в 3,6 раза, в Уссурийском заливе в 1,25 раза. Единственным районом, где снизилось среднегодовое содержание НУ, оказался Амурский залив: в 2010 г. оно составило 2,8 ПДК, а в 2011 — 1,6 ПДК. Среднее содержа-

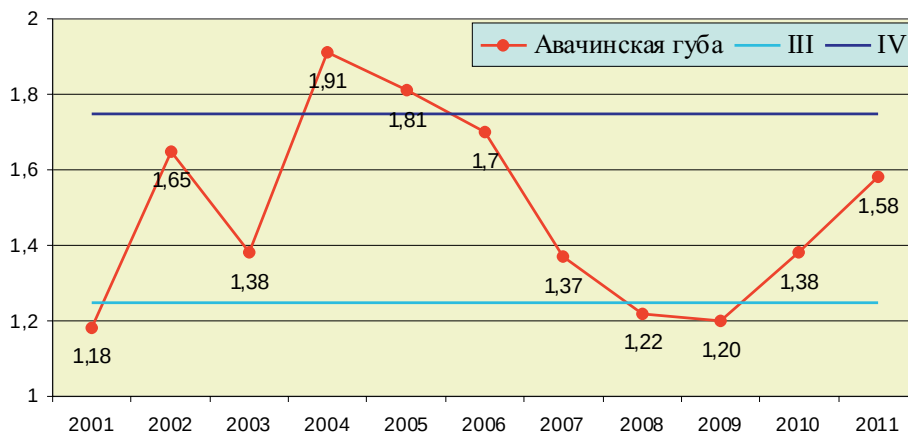


Рис. 3.60. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в Авачинской губе в 2001–2011 гг.

ние фенолов в прибрежных водах изменялось в диапазоне 0,9–2,1 ПДК, максимум (14 ПДК) был отмечен в бухте Золотой Рог в июле в вершине бухты на станции №1 в придонном горизонте. Средняя концентрация АПАВ в прибрежных водах варьировала в диапазоне 0,8–1,1 ПДК. Максимальная концентрация (1,9 ПДК) была зафиксирована в октябре 2011 г. в районе мыса Новосильского на станции №18 в поверхностном слое.

В 2011 г. в прибрежных водах залива Петра Великого среднегодовое содержание металлов меди, железа, цинка, свинца, марганца, кадмия и ртути было менее 1 ПДК. В отдельных пробах всех прибрежных районах отмечались случаи превышения 1 ПДК по железу, цинку, кадмию и ртути. Максимальная концентрация цинка составила в Амурском заливе — 2,4 ПДК, в бухте Золотой Рог — 1,2 ПДК, в Уссурийском заливе — 1,9 ПДК, в заливе Находка — 1,0 ПДК. Превышение ПДК по растворимому железу было зафиксировано в Амурском заливе — 1,3 ПДК, в бухте Золотой Рог — 2,4 ПДК и в проливе Босфор Восточный — 3,3 ПДК. Максимальная концентрация кадмия составила в бухте Золотой Рог — 2,0 ПДК, в Уссурийском заливе — 1,0 ПДК.

Среднегодовое содержание ртути в прибрежных районах в течение года изменялось в интервале 0,5–3,0 ПДК. По сравнению с 2010 г. уровень загрязненности морских вод ртутью снизился во всех прибрежных районах залива Петра Великого.

Уровень загрязненности морских прибрежных вод хлорорганическими пестицидами (ХОП) группы ГХЦГ в среднем не изменился. Среднегодовое содержание α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ во всех районах наблюдений было значительно ниже 0,1 ПДК. Максимальная концентрация α -ГХЦГ (1,5 нг/л, 0,15 ПДК) была зафиксирована в июле в заливе Находка; максимальная концентрация γ -ГХЦГ (4,4 нг/л, 0,4 ПДК) — в апреле в Амурском заливе. Содержание пестицидов группы ДДТ повысилось почти во всех исследуемых районах залива Петра Великого. Лишь в Уссурийском заливе их среднегодовая концентрация практически не изменилась и значения остались на уровне фоновых. В водах залива Находка среднегодовая концентрация суммарного содержания ХОП группы ДДТ снизилась в 1,2 раза до значения ниже 1 ПДК. Среднегодовая концентрация ДДТ в водах Амурского залива, в водах бухт Золотой Рог и Диомид и в проливе Босфор Восточный изменялась в диапазоне от 0,17 до 0,2 ПДК; ДДЭ — 0,6–1,4 ПДК; ДДД 0,3–0,6 ПДК. Максимальная концентрация ДДТ в 2011 г. была зафиксирована в бухте Золотой Рог: ДДТ 0,9 ПДК (9,1 нг/л). Максимум по ДДЭ отмечен в Амурском заливе — 7 ПДК (71,1 нг/л),

а ДДД в проливе Босфор Восточный — 9 ПДК (90,1 нг/л). Следует отметить высокий уровень изомеров ДДТ, образующихся с течением времени в морской среде.

Гидрологические особенности залива Петра Великого (широко развитое мелководье, взаимодействие речных и морских вод, процессы конвективного перемешивания до дна) способствуют обильному насыщению водной массы кислородом. В период проведения исследований в 2010 г. кислородный режим в прибрежных водах был в пределах среднегодовой нормы. Среднее содержание растворенного кислорода в толще вод находилось в диапазоне 9,03–10,06 мг/л. Минимальная концентрация растворенного кислорода в бухте Золотой Рог была зафиксирована в августе в центральной части на придонном горизонте — 3,74 мг/л (49% насыщения). Следует отметить, что в 2010–2011 гг. впервые за последние 15 лет отмечено ухудшение кислородного режима в осенний период (октябрь) в вершине залива на станции №1 в устье реки Обьяснения. Здесь была зафиксирована концентрация растворенного кислорода ниже 6 мг/л на обоих горизонтах. В проливе Босфор Восточный абсолютный минимум, соответствующий уровню высокого загрязнения был отмечен в августе — 2,80 мг/л (31,7% насыщения); и в Амурском заливе абсолютный минимум, соответствующий уровню высокого загрязнения был отмечен в августе — 2,59 мг/л (32,3% насыщения).

По результатам расчета комплексного индекса ИЗВ в 2011 г. в бухте Золотой Рог качество вод ухудшилось и изменилось с IV класса — «загрязненные» на V класс — «грязные»; в проливе Босфор Восточный и бухте Диомид — с III класса — «умеренно-загрязненные» на V класс — «грязные» и VI класс — «очень грязные» соответственно. Не изменился класс качества морской воды в Уссурийском заливе и в заливе Находка — III класс — «умеренно-загрязненные». В Амурском заливе отмечено улучшение качества вод — с IV класса — «загрязненные» они переместились в III класс — «умеренно-загрязненные».

В 2011 г. в заливе Петра Великого наблюдения за донными отложениями проводились с апреля по октябрь. В бухте Золотой Рог почти на всех станциях грунты илистые, с сильным запахом и маслянистыми вкраплениями нефтепродуктов. В проливе Босфор Восточный грунт преимущественно песчано-илистый, в бухтах Улисс и Диомид преобладает ил. В Амурском заливе ил преобладает на станциях вблизи вершины залива, на остальных преимущественно песок. В Уссурийском заливе грунт смешанный — ил в вершине залива, песок, камень и ракушка.

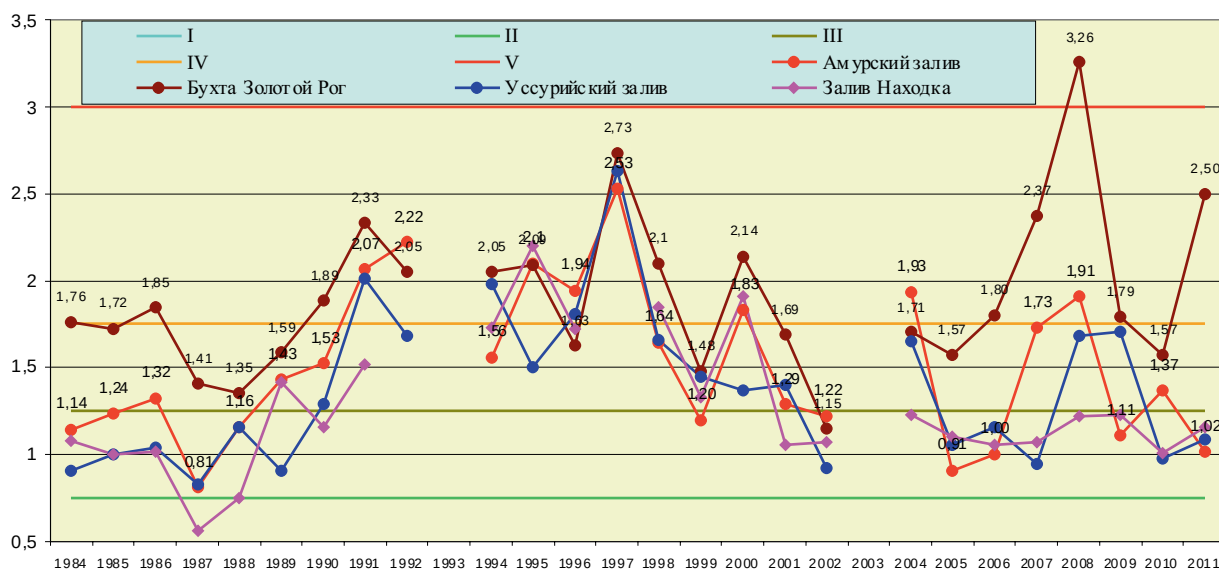


Рис. 3.61. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в заливе Петра Великого Японского моря в 1984–2011 гг.

Среднемесячное содержание нефтяных углеводородов в донных отложениях изменялось в диапазоне 0,08–10,33 мг/г сухого вещества (табл. 3.15). Максимальная концентрация в одной пробе (18,82 мг/г) была отмечена в июле в середине бухты Золотой Рог на участке изгиба. В целом для бухты среднегодовая концентрация НУ в 2011 г. (8,93 мг/г) превысила допустимый уровень концентраций ДК «голландских листов» в 178,6 раза. В последние четыре года прослеживается новый виток увеличения содержания нефтяных углеводородов в донных отложениях бухты Золотой Рог: 2007 г. — 15,83; 2008 г. — 4,9; 2009 г. — 8,15; 2010 г. — 8,35 и 2011 г. — 8,93 мг/г.

В 2011 г. снизилось среднегодовое содержание фенолов в донных отложениях бухты Золотой Рог, бухты Диомид, пролива Босфор Восточный, Уссурийского и Амурского заливов, но возросла в заливе Находка (рис. 3.62). Среднемесячное содержание фенолов в различных частях залива Петра Великого было в диапазоне 1,3–5,9 мкг/г; наибольшие величины отмечены в бухте Золотой Рог: до 13,5 мкг/г.

Концентрация хлорорганических пестици-

дов в донных отложениях прибрежных районов залива Петра Великого достигала следующих значений: α -ГХЦГ — 7,3 нг/г (бухта Золотой Рог), 9,8 нг/г (Амурский залив) и 11,0 нг/г (Уссурийский залив); γ -ГХЦГ — 12,8 нг/г (Амурский залив), 10,7 нг/г (Уссурийский залив) и 7,8 нг/г (залив Находка).

Максимальная концентрация ДДТ в донных отложениях бухты Диомид составила 13,2 нг/г; 18,0 нг/г в бухте Золотой Рог; 14,9 нг/г в Амурском заливе и 13,2 нг/г в проливе Босфор Восточный. Максимальная концентрация ДДЭ составила в проливе Босфор Восточный — 74,3 нг/г; в бухте Диомид — 63,7 нг/г; в бухте Золотой Рог — 57,6 нг/г; в заливе Находка — 40,7 нг/г; в Уссурийском заливе — 31,1 нг/г; в Амурском заливе — 26,0 нг/г. Максимальное содержание ДДД в 2011 г. было зафиксировано в бухте Золотой Рог — 38,8 нг/г и в заливе Находка — 20,4 нг/г; в остальных прибрежных районах залива Петра Великого максимальные значения концентрации ДДД не превысили 8,9 нг/г. В целом содержание пестицидов группы ДДТ в донных отложениях залива Петра Великого повысилось по сравнению с 2010 г.

Табл. 3.15. Средняя и максимальная концентрация суммы нефтяных углеводородов (мг/г сухого вещества) в пробах донных отложений залива Петра Великого в 2011 г.

Залив/бухта	Min за месяц	Max за месяц	Среднегодовая	Max в пробе
Амурский	0,27	0,62	0,42	1,41
Уссурийский	0,08	0,29	0,18	0,70
Золотой Рог	6,53	10,33	8,93	18,82
Диомид	3,70	4,88	4,47	4,88
Находка	0,32	0,81	0,51	3,42
Босфор Восточный	1,90	2,83	2,34	3,89

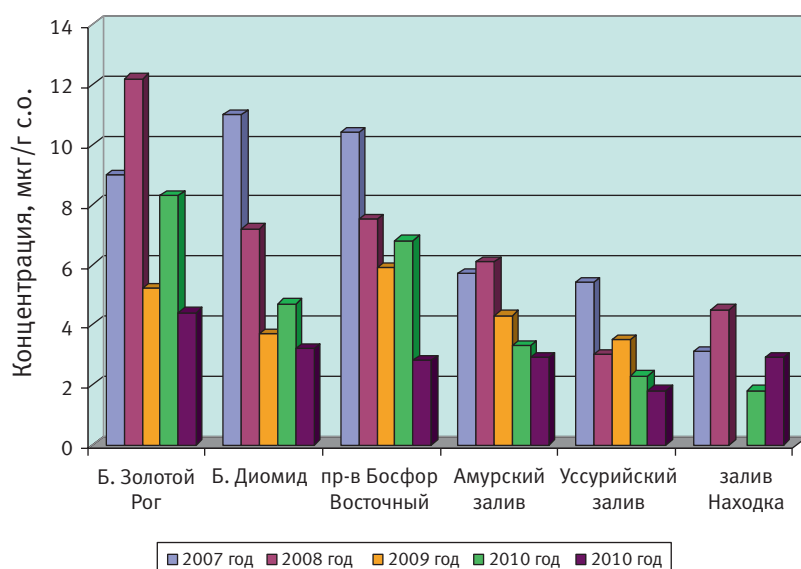


Рис. 3.62. Содержание фенолов (мкг/г) в донных отложениях залива Петра Великого в 2007–2011 гг.

В донных отложениях залива Петра Великого содержание тяжелых металлов в 2011 г. изменялось в следующих пределах: меди в бухте Золотой Рог — 46,0–249, мкг/г; в бухте Диомид — 135,0–457,0 мкг/г; в проливе Босфор Восточный — 18,0–99,0 мкг/г; в Амурском заливе — 2,5–261,0 мкг/г; в Уссурийском заливе — 2,7–48,0 мкг/г; в заливе Находка — 3,3–175,0 мкг/г. Концентрация цинка в бухте Золотой Рог изменялась в пределах 127,0–603,0 мкг/г, в бухте Диомид — 122,0–708,0 мкг/г, в проливе Босфор Восточный — 77,0–135,0 мкг/г; в Амурском заливе — 19,0–115,0 мкг/г; в Уссурийском заливе — 16,0–151,0 мкг/г; в заливе Находка — 0,0–422,0 мкг/г. Содержание свинца в бухте Золотой Рог изменялось в пределах 61,0–340,0 мкг/г, в бухте Диомид — 73,0–477,0 мкг/г, в проливе Босфор Восточный — 25,0–98,0 мкг/г; в Амурском заливе — 2,6–40,0 мкг/г; в Уссурийском заливе — 4,3–91,0 мкг/г; в заливе Находка — 4,3–104,0 мкг/г. Концентрация марганца в бухте Золотой Рог изменялась в пределах 112,0–357,0 мкг/г, в бухте Диомид — 124,0–139,0 мкг/г, в проливе Босфор Восточный — 115,0–185,0 мкг/г; в Амурском заливе — 35,0–249 мкг/г; в Уссурийском заливе — 37,0–209 мкг/г; в заливе Находка — 63,0–245,0 мкг/г. Содержание ртути в бухте Золотой Рог изменялось в пределах 0,09–1,74 мкг/г, в бухте Диомид — 0,11–3,87 мкг/г, в проливе Босфор Восточный — 0,11–0,44 мкг/г; в Амурском заливе — 0,01–0,37 мкг/г; в Уссурийском заливе — 0,01–0,39 мкг/г; в заливе Находка — 0,02–0,96 мкг/г. Концентрация железа во всех исследуемых районах была очень высокой. Среднегодовые значения находились в диапа-

зоне от 14 520 мкг/г в Уссурийском заливе до 29 632 мкг/г в бухте Золотой Рог. Максимальное содержание железа в донных отложениях Амурского залива составило 44 311 мкг/г; бухты Золотой Рог — 51 076 мкг/г; пролива Босфор Восточный — 35 276 мкг/г; бухты Диомид — 25 233 мкг/г; Уссурийского залива — 31 886 мкг/г; залива Находка — 46 576 мкг/г.

Татарский пролив. В 2011 г. регулярные наблюдения за уровнем загрязненности морских вод и донных отложений проводились в прибрежной зоне в районе порта г. Александровск-Сахалинский на 5 станциях с мая по октябрь. Наблюдения проводились по стандартным гидролого-гидрохимическим параметрам и загрязнению морской среды нефтяными углеводородами, фенолами, детергентами и тяжелыми металлами. Концентрация НУ изменялась в диапазоне от значений ниже предела обнаружения (0,020 мг/л) до 0,039 мг/л (0,8 ПДК), в среднем 0,016 мг/л; максимальное значение было зафиксировано в августе. Содержание фенолов в воде пролива было в диапазоне от менее предела обнаружения (0,5 мкг/л) до 5,0 мкг/л (5 ПДК), в среднем 1,6 мкг/л; максимум был отмечен в сентябре. Уровень загрязненности прибрежных вод района детергентами не превышал 0,4 ПДК, диапазон значений < 0,010–0,035 мг/л.

Концентрация тяжелых металлов в водах Татарского пролива изменялась в широких пределах и в некоторых случаях превышала установленные нормативы. Содержание меди в морской воде в теплый период года изменялось в диапазоне от 0,8 до 17,8 мкг/л (3,6 ПДК); в среднем 6,1 мкг/л. Концентрация меди была выше ПДК в 11 пробах из 30 обработанных. Концентрация цинка была в пределах 1,6–18,2 мкг/л, в среднем 7,7 мкг/л; свинца от < 0,3 до 1,3 мкг/л. Во

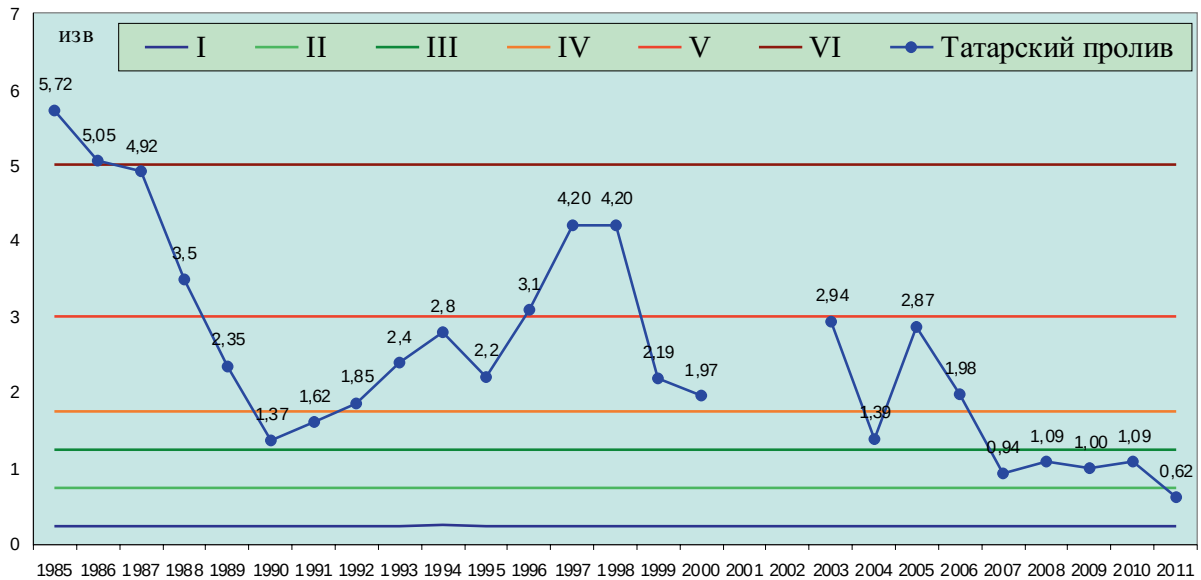


Рис. 3.63. Динамика индекса загрязненности вод (ИЗВ) в водах Татарского пролива Японского моря в 1985–2011 гг.

всех пробах концентрация кадмия была ниже предела обнаружения использованного метода анализа — 0,3 мкг/л.

Соленость поверхностного слоя вод пролива в районе Александровска варьировала в широких пределах — 10,79–32,18‰, минимальное значение отмечено в июне. Концентрации ионов водорода были стабильными в узком диапазоне 8,02–8,41 рН. Значения щелочности укладывались в более широкий диапазон: 1,023–2,273 мг-экв/л. Концентрация биогенных элементов составила: фосфор фосфатов $P-PO_4$ 1,0–26,0 мкг/л; аммонийный азот $N-NH_4$ 10–74 мкг/л; нитриты $N-NO_2$ < 0,5–14,0 мкг/л; нитраты $N-NO_3$ < 5–46 мкг/л и силикаты $Si-SiO_4$ 151–1861 мкг/л. Уровень растворенного в воде кислорода изменялся в диапазоне: 7,7–12,6 мг/л, в среднем 9,6 мг/л (96,7–121,1% насыщения). В целом кислородный режим был очень близок к параметрам предыдущего года наблюдений. Индекс загрязненности вод по наблюдениям в 2011 г., рассчитанный по сред-

негодовой концентрации НУ (0,016 мг/л), фенолов (1,6 мкг/л), меди (6,1 мкг/л) и кислорода (9,6 мг/л), составил 0,62, а качество морских вод в Татарском проливе в районе Александровска оценивается II классом — «чистые» (рис. 3.63).

В донных отложениях прибрежной зоны района п. Александровска содержание нефтяных углеводородов находилось в диапазоне от менее 5 до 68 мкг/г абсолютно сухого грунта (1,4 ПДК), что примерно в 2 раза меньше предыдущего года; максимальные величины были отмечены на всех станциях в июле. Концентрация фенолов в большинстве проб была меньше предела обнаружения метода химанализа (0,3 мкг/г), в нескольких пробах достигала 0,3–0,4 мкг/г. Содержание тяжелых металлов в донных отложениях пролива было в обычных пределах: медь 0,9–15,6 мкг/г; цинка 2,2–10,3 мкг/г и свинца — 0,9–4,3 мкг/г. В отличие от прошлого года содержание кадмия в донных отложениях пролива было во всех 30 отобранных пробах менее предела обнаружения 0,01 мкг/г.

Мытищах Подольске и Электростали; низкая — в Дзержинском, Щелково и Приокско-Террасном биосферном заповеднике (табл. 4.1).

За последние пять лет в Москве и Серпухове отмечается рост степени загрязнения атмосферного воздуха, что связано с увеличением содержания в воздухе формальдегида. В большинстве

городов Московской области степень загрязнения воздуха с 2007 года постепенно снижается, за исключением 2010 года, когда лесные и лесо-торфяные пожары привели к росту концентраций загрязняющих веществ. В Мытищах и Электростали уровень загрязнения воздуха год от года колеблется, оставаясь повышенным.

Табл. 4.1. Показатели загрязнения атмосферы в городах Московского региона за 2011 г.

Город	ИЗА*	Примесь	СИ	Примесь	НП	Примесь	Степень загрязнения
Воскресенск	6,0	Диоксид азота Аммиак Бенз(а)пирен Оксид углерода Оксид азота	2,4	Бенз(а)пирен	0		Повышенная
Дзержинский	3,5	Бенз(а)пирен Диоксид азота Оксид углерода Бензол Взвешенные вещества	1,8	Бенз(а)пирен	0,2	Оксид углерода	Низкая
Клин	5,7	Формальдегид Бенз(а)пирен Диоксид азота Оксид углерода Оксид азота	2,6	Бенз(а)пирен	1,3	Формальдегид	Повышенная
Коломна	4,7	Бенз(а)пирен Диоксид азота Формальдегид Оксид углерода Взвешенные вещества	2,5	Бенз(а)пирен	1,3	Взвешенные вещества	Повышенная
Москва	14,0	Формальдегид Бенз(а)пирен Диоксид азота Аммиак Оксид азота	6,6	Бенз(а)пирен	11,9	Формальдегид	Очень высокая
Мытищи	5,8	Диоксид азота Бенз(а)пирен Формальдегид Оксид азота Оксид углерода	3,0	Бенз(а)пирен	0		Повышенная
Подольск	4,8	Бенз(а)пирен Диоксид азота Формальдегид Оксид углерода Оксид азота	2,8	Бенз(а)пирен	0,7	Диоксид азота	Повышенная
Серпухов	7,9	Формальдегид Бенз(а)пирен Диоксид азота Оксид углерода Оксид азота	8,8	Бенз(а)пирен	0		Высокая
Щелково	4,2	Бенз(а)пирен Диоксид азота Оксид углерода Оксид азота Хлор	3,8	Бенз(а)пирен	1,2	Хлорид водорода	Низкая
Электросталь	4,7	Диоксид азота Бенз(а)пирен Оксид азота Оксид углерода Взвешенные вещества	2,2	Бенз(а)пирен	0,1	Диоксид азота	Повышенная

* Обозначение см. в разделе 3.

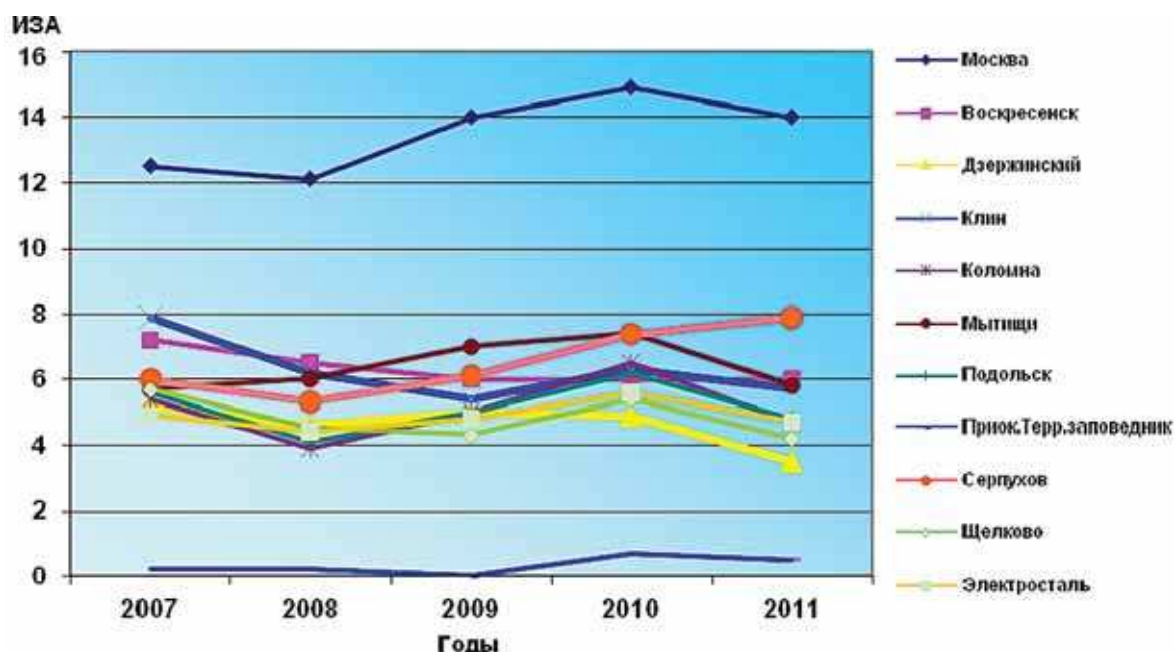


Рис. 4.2. Степень загрязнения атмосферного воздуха в московском регионе за 2007–2011 годы по данным наблюдений ФГБУ «Московский ЦГМС-Р»

Изменение степени загрязнения атмосферного воздуха в московском регионе за 2007–2011 годы представлено на рис. 4.2.

По данным наблюдений в 2011 году степень загрязнения атмосферы в целом по городу Москва оценивается как очень высокая: $ИЗА_5 = 14$, $СИ = 7$, $НП = 12\%$. Воздух города наиболее загрязнен формальдегидом, бенз(а)пиреном (БП), диоксидом азота и аммиаком, которые вносят значительный вклад в величину ИЗА.

Высокий и повышенный уровень загрязнения воздуха в городах Московской области определялся концентрациями: бенз(а)пирена — во всех городах; диоксида азота — в Воскресенске, Мытищах, Подольске, Серпухове, Электростали; формальдегида — в Клину и Серпухове. В этих городах комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) равнялся от 5 до 8.

Наиболее низкий уровень загрязнения за все последние годы наблюдался в Приокско-Тerrasном биосферном заповеднике. В 2011 году уровень загрязнения атмосферы в нем оценивается как низкий, $ИЗА = 1$.

Основная причина загрязнения атмосферного воздуха городов Московского региона состоит в значительных выбросах крупными энергетическими объектами (ТЭЦ, РТС, КТС) и автомобильным транспортом.

Средние за год концентрации вредных веществ выше 1 ПДК с.с. в 2011 году были определены во всех городах региона, кроме Приокско-Тerrasного биосферного заповедника, в том числе концентрации бенз(а)пирена превышали 1 ПДК во всех 10 городах, где проводились наблюдения, диоксида азота — в 8 городах из 10,

формальдегида — в 3 из 6, аммиака — в 1 из 2.

Существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха внесли также специфические примеси: в Москве, Клину, Серпухове и Мытищах — формальдегид, Воскресенске — аммиак, Щелково — хлорид водорода.

На территории города Москвы выделены локальные зоны с очень высоким и высоким уровнем загрязнения атмосферы. В Москве к зонам с очень высоким уровнем загрязнения воздуха относятся автомагистрали и прилегающие к ним промзоны, высокий уровень загрязнения воздуха отмечается на остальной территории города.

За период 2007–2011 годы в целом по региону отмечается падение концентраций бенз(а)пирена. Наблюдается рост концентраций отдельных примесей: взвешенных веществ в Коломне, Мытищах и Щелково, оксида азота — в Клину, Мытищах, Серпухове, Щелково и Электростали; формальдегида — в Москве и Серпухове, хлора — в Щелково, суммарных углеводородов, толуола, ксилола, бензола — в Москве, Дзержинском, Мытищах, Подольске и Щелково.

В отдельные периоды рост концентраций примесей также связан с неблагоприятными метеорологическими условиями (НМУ) для рассеивания вредных веществ. В 2011 году НМУ складывались в феврале, апреле и июле. Чтобы в периоды НМУ не возникло экстремально высокого уровня загрязнения воздуха, специалисты ФГБУ «Московский ЦГМС-Р» проводили заблаговременное прогнозирование таких условий и передавали предупреждения об ожидаемых периодах НМУ в ФГБУ «МЧС России по г. Москве», ФГБУ «МЧС России по Московской

области», СМИ, непосредственно администрациям городов, предприятиям. Сокращение выбросов в периоды НМУ по Московскому региону составило 238,86 т.

Случаев высокого и экстремально высокого загрязнения атмосферного воздуха вредными примесями в г. Москве и городах Московской области зарегистрировано не было.

4.1.2. Качество поверхностных вод

Основными источниками загрязнения крупных водотоков региона являются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды гг. Клин, Краснозаводск, Серпухов, Кашира, Коломна, Москва, Воскресенск, Подольск, Наро-Фоминск, Щелково, Ногинск, Орехово-Зуево и других; а также сельскохозяйственные стоки, поступающие непосредственно в реки или через их притоки.

Характерными загрязняющими веществами являются соединения азота и фосфора, взвешенные и органические вещества, нефтепродукты, фенолы, СПАВ, тяжелые металлы.

Реакция среды (рН) в среднем была близкая к нейтральной — 7,78.

Кислородный режим в целом был удовлетворительный, среднее содержание растворенного в воде кислорода составило 8,8 мг/л, процент насыщения воды кислородом в среднем равнялся 90, что на 15% выше, чем в 2010 году. Однако в 2011 году в воде водных объектов Московской области отмечено 4 случая дефицита кислорода:

р. Рожая и р. Пахра по 1 случаю, р. Нерская — 2 случая.

Оценка качества воды водотоков и водоемов по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ) показала, что качественный состав поверхностных вод московского региона в 2011 г. представляется тремя классами.

Третьим классом качества, (очень загрязненные воды), характеризовались в фоновых створах: р. Ока (выше г. Серпухов, г. Кашира, г. Коломна), реки Дубна, Протва, Нара, Лопасня, Москва (выше п. Вербилки, г. Наро-Фоминск, г. Серпухов, г. Чехов, г. Звенигород, Москва, д. Барсуки), р. Истра; а также Можайское, Ивановское и Истринское водохранилища.

Четвертым классом, (грязные воды), характеризовались следующие водные объекты: рр. Лама, Дубна (ниже г. Вербилки), Сестра, Кунья, Ока (в контрольных створах ниже гг. Серпухов, Кашира, Коломна), Нара (в контрольных створах ниже гг. Наро-Фоминск, Серпухов), Протва (ниже г. Верея), Лопасня (ниже г. Чехов), Осетр, Пахра (выше г. Подольск), Москва (в створах: Бабьегородская плотина, выше д. Нижнее Мячково, выше г. Воскресенск, г. Коломна), Закса, Медвенка, Нерская, Клязьма (выше гг. Щелково, Павловский Посад, Орехово-Зуево), Воря, Воймега; а также Озернинское и Рузское водохранилища.

К классификации очень грязные воды (четвертый класс) относятся участки рек: Москва (ниже г. Москва, ниже д. Нижнее Мячково,

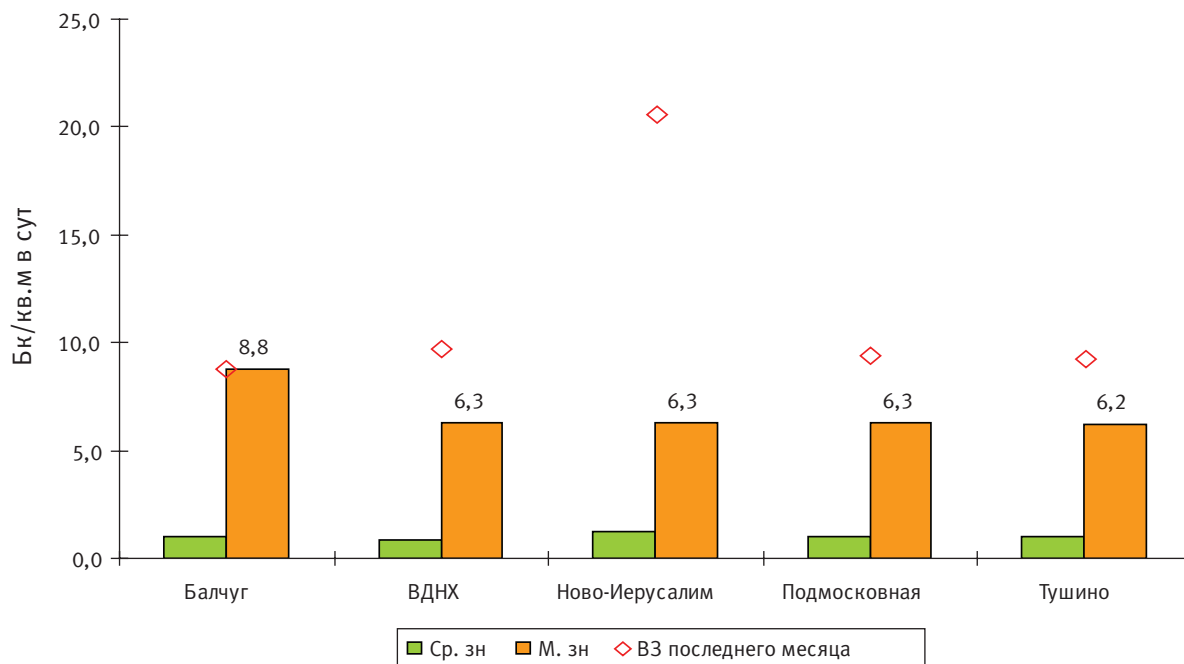


Рис. 4.3. Радиоактивные выпадения (планшет) на станциях московского региона в 2011 году по данным наблюдений ФГБУ «Московский ЦГМС-Р»:

Ср. зн — среднее значение; М. зн — максимальное значение; ВЗ — высокое загрязнение

г. Воскресенск), Пахра (от впадения р. Рожая и до устья), Рожая, Яуза, Клязьма (от г. Щелково до г. Лосино-Петровский, ниже г. Павловский Посад, ниже г. Орехово-Зуево).

Пятым классом качества (экстремально грязные воды) характеризовалось качество воды р. Пахра ниже г. Подольск.

4.1.3. Характеристика радиационной обстановки

Наибольшее количество аэрозолей наблюдалось в июле-августе 2011 года ($39,6 \div 37,5 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$), но в целом значения радиоактивности аэрозолей были невысокими. 2, 3 и 4 апреля были зафиксированы максимальные значения радиоактивности аэрозолей воздуха, которые составили: $114,8 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$, $125,8 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ и $92,9 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ соответственно. Однако повышенная радиоактивность образцов была связана не с искусственными изотопами, а с естественными.

В 2011 году на территории Москвы и Московской области в среднем за сутки выпало $1,02 \text{ Бк/м}^2$ с твердыми и жидкими осадками. Наибольшие выпадения наблюдались в декабре — в среднем $1,42 \text{ Бк/м}^2$. В целом величины радиоактивности выпадений сопоставимы с порогом чувствительности радиометров, то есть отсутствуют выпадения сверх естественных величин. Повышенная радиоактивность в единичные дни

связана с естественными изотопами (рис. 4.3).

Колебания значений МЭД лежат в пределах нормального разброса показаний, однако можно говорить о том, что в среднем радиационный фон по области составляет 11 мкР/час , а в Москве $12,5 \text{ мкР/час}$ (рис. 4.4).

4.1.4. Влияние погодных аномалий и процессов урбанизации на состояние популяций и биоразнообразие живых организмов в Московском регионе

Наблюдения проводились на территории муниципального округа (МО) «Нагатинский затон» (современное название, ранее местность называлась «микрорайон Нагатина» (Пролетарский район г. Москвы)) (рис. 4.5). Эта территория представляет собой хороший пример постепенной урбанизации местности. В конце 60-х годов наряду с многоэтажными жилыми домами имелась и застройка деревенского типа, часть площади занимали неосвоенные участки правобережья Нагатинской поймы, поросшие ивой, а также свалки на месте песчаных карьеров. В первой половине 70-х годов деревни были выселены, а дома сломаны, заполнение свалок прекратилось. На этих местах к концу 70-х – началу 80-х годов образовались обширные пустоши, заросшие обильной растительностью, среди которой значительную часть занимали

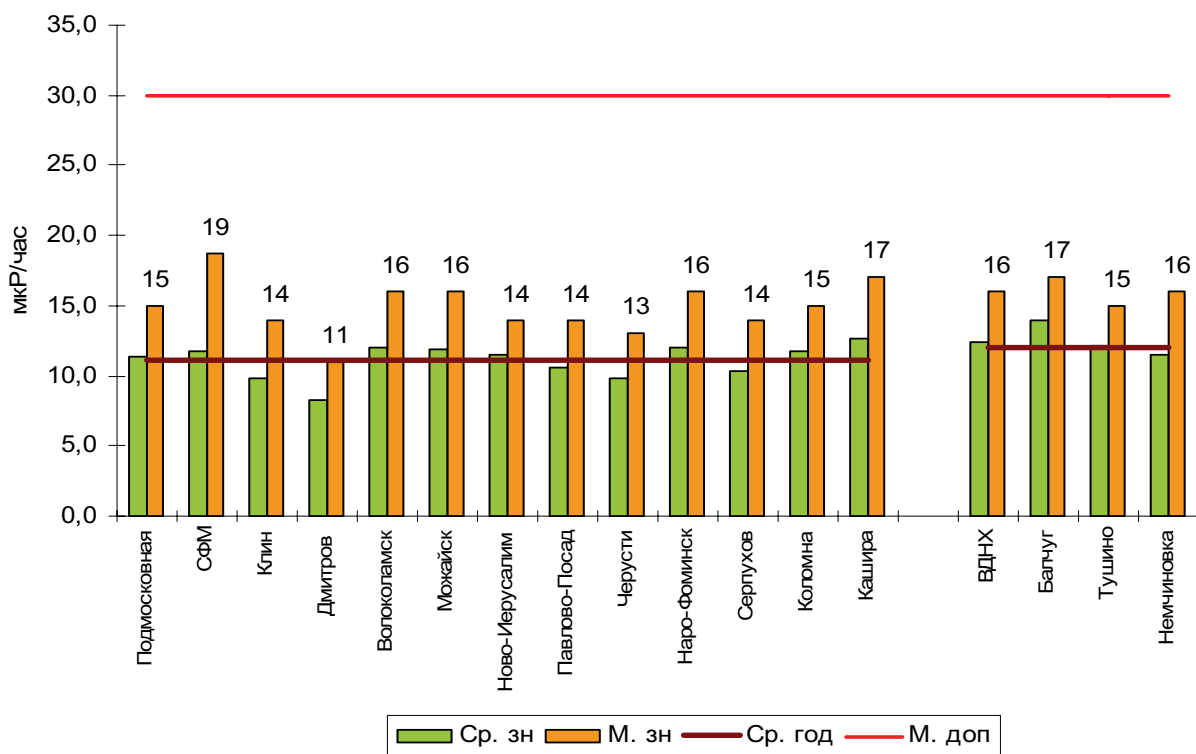


Рис. 4.4. Мощность экспозиционной дозы (МЭД) на станциях московского региона в 2011 году по данным наблюдений ФГБУ «Московский ЦГМС-Р»:

Ср. зн — среднее значение; М. зн — максимальное значение; Ср. год — среднегодовая величина

медоносы (клевер, донник, бурачниковые и губоцветные). Это обеспечивало шмелям пищу в течение теплого времени года, места для гнездования и зимовки. Этот период и был принят как базовый. К концу 80-х годов практически все неосвоенные территории были застроены многоэтажными жилыми домами, что, конечно, привело к уничтожению значительной части растительности. В последующие годы сокращение растительного покрова продолжалось.

Весной (с конца апреля по начало июня) 2000–2011 гг. проводился учет шмелей по перезимовавшим самкам. Численность оценивалась по следующим 5-ти градациям:

- вид обилен;
- обычен;
- редок;
- единичные находки;
- не обнаружен.

Для сравнения аналогичные учеты были проведены в Приокско-Террасном заповеднике, а также на территории Нагатинской поймы (так и не созданный парк «Нагатинская пойма», ранее — парк им. 60-летия Октября, левый берег р. Москвы). Приокско-Террасный заповедник является по своим макроклиматическим условиям эталонной для Москвы территорией, а Нагатинская пойма, отделенная от МО «Нагатинский затон» руслом р. Москвы являет собой пример вкрапления неосвоенной территории в городскую застройку, в которой сохранились луго-пойменные биотопы с лесными участками (основная лесообразующая порода — ива).

Результаты учета шмелей и их гнездовых паразитов — шмелей-кукушек в жилом районе Москвы выявили явную тенденцию к уменьшению количества видов и численности популяций этих полезных насекомых. На территории МО «Нагатинский затон» в конце 70-х – начале 80-х годов зарегистрировано 12 видов шмелей 4 вида шмелей-кукушек. Последующие наблюдения показывают снижение общей численности шмелей. Большая часть обильных или обычных видов стала встречаться редко, редкие виды встречаются единично, а виды, встречавшиеся ранее единично, исчезли совсем. Шмели-кукушки встречаются только единично.

В конце 70-х – начале 80-х гг. XX в. и в 2000 г. на исследуемой территории в жилой застройке Москвы доминирующими были два наиболее экологически пластичных вида — *B. lucorum* и *B. terrestris*. По данным 2001–2005 гг. и 2009 г. доминировал *B. terrestris*, оставшийся единственным в категории обычных по численности. Этот вид характеризуется еще и устойчивостью (наряду с *B. lucorum*) к загрязнению биотопов солями тяжелых металлов, что может означать повышение уровня загрязнения окружающей

среды в последние годы. В 2006 г. доминировал *B. hypnorum*, в 2007–2008 гг. все виды отмечались в единичных находках. В 2010 г. доминировали *B. terrestris* и *B. hypnorum*.

Эти наблюдения подтверждают ранее установленные закономерности изменения биоразнообразия и численности, связанные с ростом антропогенной нагрузки. Однако, по мнению некоторых исследователей, условия в городах могут быть и благоприятными для жизнедеятельности шмелей. Но этот вывод сделан на основе изучения фауны шмелей в относительно небольших городах Центрального Нечерноземья России и применительно к небольшому числу урботолерантных видов. Ситуация в мегаполисе имеет принципиальные отличия.

В Приокско-Террасном заповеднике было обнаружено 16 видов шмелей и 4 вида шмелей-кукушек. Доминантом на данной территории является *B. agrorum*. По данным наблюдений за период 2002–2006 гг. снижения численности и биоразнообразия шмелей в Приокско-Террасном заповеднике не выявлено. К особенностям фауны шмелей заповедника относятся: большая численность доминирующего вида, наличие достаточного количества видов с высокой численностью, обнаружение крайне малочисленных видов, которые исчезли в антропогенных ландшафтах, значительная численность гнездовых паразитов — шмелей-кукушек. Те же особенности присущи данным учета, полученным в Нагатинской пойме, где выявлено 14 видов шмелей и 2 вида шмелей-кукушек. Доминирующими видами здесь являются *B. terrestris* и *B. lapidarius*.

С 2007 г. наблюдается резкое снижение численности и менее выраженное снижение биоразнообразия шмелей на всех трех исследовательских полигонах. Причиной столь сильного падения численности шмелей не только в городских кварталах, но и в мало затронутой пока хозяйственно-окультуривающей деятельностью человека Нагатинской пойме, и, тем более, на строго охраняемой территории Приокско-Террасного заповедника, могли быть погодные аномалии зимы 2006–2007 гг., которая характеризовалась беспрецедентными по длительности за последние 10–12 лет оттепелями. Первый безморозный период наблюдался с 20 ноября по 18 декабря при максимуме среднесуточной температуры 6,4 °C и минимуме 2,3 °C. Второй — с 1 по 19 января при 6,8 °C и 0,3 °C (соответственно). Столь длительные оттепели нарушили нормальное протекание зимней диапаузы и процесс холодовой реактивации, что вызвало значительную гибель шмелей во время зимовки. Возможно, что ситуацию также усугубили последовавшие за оттепелями февральские хо-

лода, когда среднесуточная температура падала до $-21,0^{\circ}\text{C}$ (22 февраля).

В течение зимы 2007–2008 гг. более или менее существенных погодных аномалий не было, но снижение численности и биоразнообразия шмелей в 2008 г. усугубилось. В этом году число видов шмелей в заповеднике и Нагатинской пойме стало таким же, как и в городских кварталах Москвы (9). Зимой 2008–2009 гг. наблюдалась только одна оттепель с 28 ноября по 9 декабря с максимумом среднесуточной температуры $7,7^{\circ}\text{C}$ и минимумом $0,5^{\circ}\text{C}$. В дальнейшем в течение зимы погодных аномалий не отмечалось. В 2009–2010 гг. выявились тенденции к восстановлению численности и показателей биоразнообразия шмелей.

Косвенным подтверждением факта негативного влияния зимних погодных аномалий является то, что аналогичное снижение численности в 2007–2008 гг. отмечено не только для шмелей, но и для многих других насекомых, зимующих во взрослом состоянии — бабочек-нимфалид, представителей многих семейств одиночных ос и пчел, складчатокрылых ос. Причем это происходило не только на упомянутых выше территориях, но и в других районах Москвы и Московской области.

Зима 2009–2010 гг. выдалась значительно более суровой, чем предыдущие 10, однако это практически не сказалось на состоянии популяций и биоразнообразии шмелей в 2010 г. Картина была близка к таковой в 2009 г.

Однако, лето 2010 г. выдалось необычайно сухим и жарким. Так, с 18 июня по 1 августа в Москве выпало всего 12,8 мм осадков, что составляет в среднем 0,3 мм в сутки. Среднесуточное количество осадков с 1 мая по 31 августа 2010 г. составило 1,69 мм. Для сравнения укажем, что среднее многолетнее (1976–2005 гг.) среднесуточное количество осадков за тот же период составляло 2,45 мм. Температура достигала $37,5^{\circ}\text{C}$ (26 и 28 июля) и даже $38,2^{\circ}\text{C}$ (29 июля), что является новым абсолютным максимумом за весь период метеонаблюдений. Такие погодные условия привели к усыханию растительности, что существенно подорвало кормовую базу исследуемых насекомых. Отметим, что большинство видов шмелей в июле-начале августа выращивают новое поколение самцов и самок, последние после небольшого периода питания уходят на зимовку. Скудность кормовой базы привела к тому, что шмелей-основательниц следующего поколения выросло мало, можно также предположить, что они ослаблены из-за недостатка питания, а это снижает их шансы на выживание во время зимовки. Поэтому в 2011 г. на всех трех исследовательских полигонах наблюдалось беспрецедентное падение численности и количества ви-

дов шмелей. В городских кварталах выявлено 6, а в Нагатинской пойме 4 вида шмелей, все в единичных находках. Шмели-кукушки не найдены. В Приокско-Террасном заповеднике обнаружено 7 видов шмелей и 1 вид шмеля-кукушки, причем, только 1 вид шмеля мог быть отнесен к категории редких, все остальные встречались единично. Так же, как и в 2007 и 2008 годах, параллельно отмечено снижение численности других зимующих во взрослом состоянии насекомых.

Кроме того, было отмечено изменение в составе травостоя, а именно, «выпадение» бобовых трав. Росшие много лет на одном и том же месте бобовые исчезли или существенно сократили свою численность. К ним относятся клевер луговой или красный — *Trifolium pratense* L., клевер гибридный или розовый или шведский — *Trifolium hybridum* (L.), клевер ползучий или белый — *Trifolium repens* (L.), донник аптечный или желтый — *Melilotus officinalis* (L.) Pall., донник белый — *Melilotus albus* Med., горошек мышиный — *Vicia crassa* (L.), вика посевная — *Vicia sativa* (L.), вика мохнатая — *Vicia villosa* (L.), люцерна посевная — *Medicago sativa* (L.), люцерна хмелевидная — *Medicago lupulina* (L.).

Таким образом, в сокращении численности и показателей биоразнообразия шмелей как в городских условиях, так на заповедных территориях, помимо ярко проявляющего себя эффекта урбанизации, одним из ведущих факторов становятся участвовавшие в последнее время погодные аномалии (будь то затяжные зимние оттепели или летняя жара в сочетании с засухой).

Для сохранения биоразнообразия и численности шмелей необходимо создавать заказники, где будут ограничены всевозможные виды хозяйственной и «окультуривающей» деятельности человека. Принципы функционирования таких заказников давно сформулированы специалистами, но в практическом отношении и в настоящее время достигнуто очень мало. В создавшихся условиях особое значение приобретает создание в городских условиях заказников, где не скашивались бы цветущие медоносы, не уничтожались бы растительный опад и старые трухлявые деревья. Основой для такого энтомологического заказника может быть территория Нагатинской поймы или хотя бы ее часть, например, «Бобровый остров», расположенный к западу от основной части поймы и вытянутый на 1,5 км по направлению к Печатникам (рис. 4.5). Он доступен для посещения в зимнее время, по льду, а летом практически изолирован. По сведениям из ряда источников, там не только сохранились давно исчезнувшие в городских кварталах виды насекомых, но и обитают бобры, ондатра, ласка, что свидетельствует о хорошем экологическом состоянии территории.

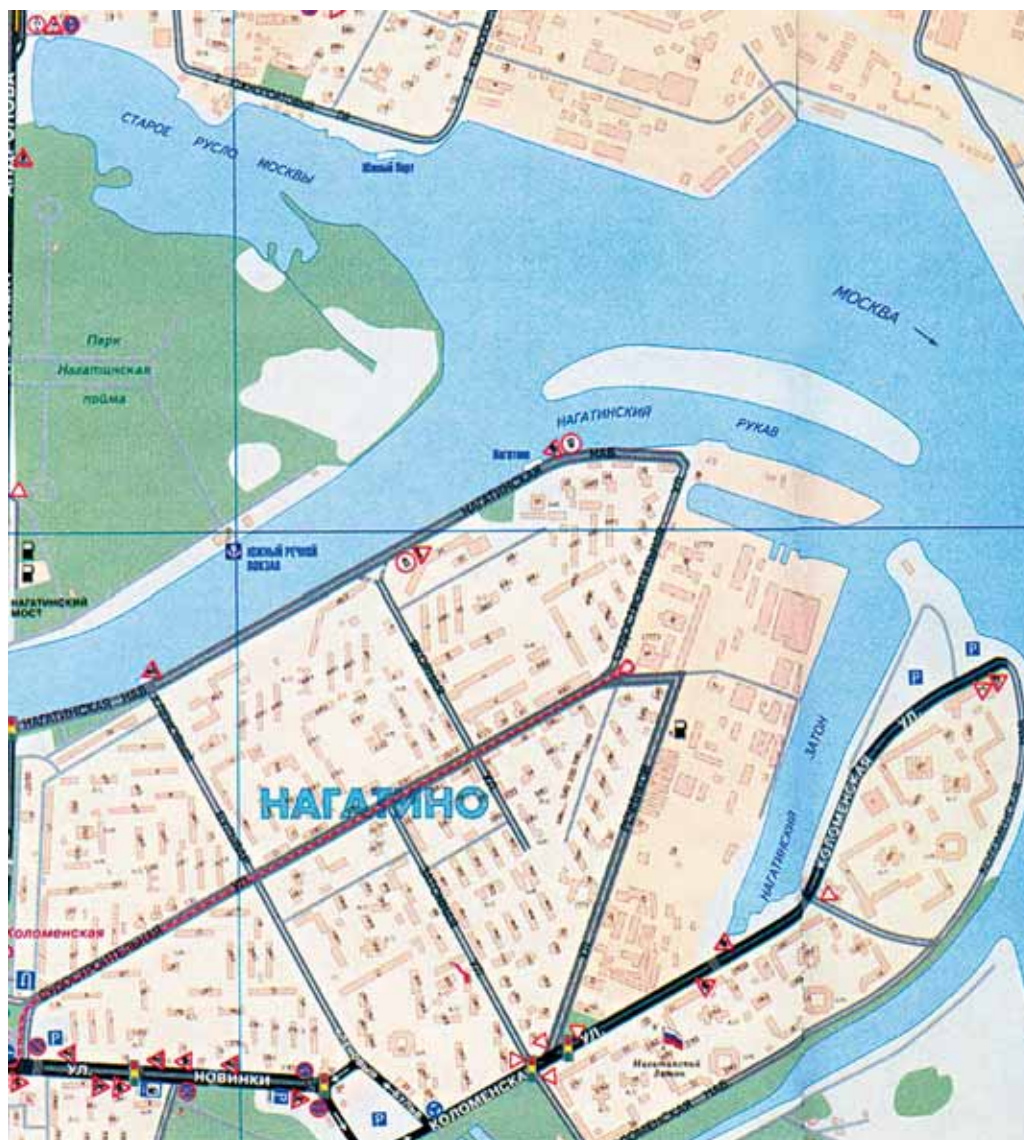


Рис. 4.5. Нагатинская пойма

4.1.5. Влияние загрязняющих веществ и климатических аномалий на фауну рептилий и земноводных в Московском регионе

В урбанизированных районах на популяции земноводных и, в меньшей степени, пресмыкающихся, воздействие в основном комплексное: загрязнение окружающей среды (основное) и климатические аномалии, причем эти факторы могут взаимно усиливать степень их влияния. Лимитирующие факторы, воздействующие на фауну земноводных и рептилий в условиях Москвы, различны. Автомобильный транспорт, различные «ловушки» в виде бордюров, водосточков, непосредственное уничтожение животных людьми, собаками, кошками, отсутствие подходящих биотопов, мест зимовок — все это сильно ограничивает распространение в Москве рептилий и земноводных. Кроме того, Москва пред-

ставляет собой «остров тепла» по сравнению с Подмосковьем: средняя температура в Москве в январе составляет $-7,5^{\circ}\text{C}$, июля $+18,4^{\circ}\text{C}$, а в Подмосковь соответственно средняя температура января составляет -10°C , июля — $+17^{\circ}\text{C}$. Фактически, по климатическим показателям Москва (в пределах МКАД) соответствует более южным районам, характерным для лесостепной зоны. Поэтому существование на территории Москвы устойчивых популяций таких более южных видов, как болотная черепаха, вполне объяснимо. Следовательно, территорию Москвы в пределах МКАД нужно рассматривать как островную систему, изолированную от ближайшего Подмосковья климатическим и географическим барьерами антропогенного происхождения. Особо сильное отрицательное воздействие на земноводные оказывает загрязнение водоемов. Особенностью жизненного цикла земноводных является то, что значительная его часть связа-

на с водным образом жизни. При этом качество воды приобретает исключительно важное значение, как это видно на примере природно-исторического парка «Битцевский лес», через который протекают реки, загрязненные городскими стоками. Загрязняющие вещества, такие как нефтепродукты и различные соли, особенно негативно влияют на распространение земноводных. Так, краснобрюхие жерлянки, выдерживающие эвтрофию водоемов, чувствительны к содержанию в воде нефтепродуктов. Земноводные крайне чувствительны к содержанию в воде активного хлора. Засоление водоемов крайне негативно сказывается на жизни амфибий, особенно тех видов, которые тесно связаны с водой (травяная, прудовая лягушки, гребенчатые тритоны и др.). На земноводных загрязняющие вещества, содержащиеся в воде, могут воздействовать как непосредственно (активный хлор, соль или нефтепродукты на жерлянок), так и опосредованно, через трофические цепи, воздействуя на первичные продуценты, например, на зеленые водоросли. Такой вид, как чесночница, как и жерлянки, выдерживает значительную эвтрофикацию водоемов, но плохо переносит загрязнение, особенно нефтепродуктами. Травяная лягушка, как и большинство земноводных, избегает соленых водоемов и не может прожить более суток в воде, соленость которой достигает 0,07%. Поэтому весенние городские стоки, содержащие большой процент соли, губительны для лягушек. В сильно загрязненных и непроточных водоемах, травяные лягушки гибнут от недостатка кислорода и вредных газов (прежде всего метана и сероводорода). Крайне негативно на амфибии влияет обработка водоемов различными препаратами для уничтожения личинок комаров.

Мониторинг распространения рептилий и земноводных в Москве показал неуклонное снижение их численности. Так, в последние годы в Москве практически исчез гребенчатый три-

тон, а веретеница ломкая сохранилась только в Национальном парке «Лосиный Остров». Мероприятия по сохранению их биологического разнообразия должны минимизировать влияние этих негативных факторов. Для этого был проведен мониторинг численности рептилий и земноводных в четырех особо охраняемых территориях Москвы. Эти исследования показали, что только состояние популяции озерной лягушки, тесно связанной в распространении с рекой Москвой, можно считать удовлетворительной. Остальные же виды в Москве либо исчезли, либо их численность крайне низка. Нужно отметить, что земноводные и рептилии обладают крайне слабой способностью к расселению и даже если экологические условия становятся благоприятными, вероятность естественного восстановления их популяций довольно низка. Поэтому в 2005–2008 гг. были предприняты мероприятия по сохранению биологического разнообразия рептилий и земноводных на территории Москвы в условиях нарастающего антропогенного воздействия и охватывали следующие особо охраняемые природные территории (ООПТ): Битцевский лес, Воробьевы горы, парк Петровско-Разумовское, ландшафтный заказник «Теплый Стан» (табл. 4.2.), что включало: обследование территории (выявление существующих субпопуляций рептилий и земноводных, картирование биотопов, оптимальных для существования животных); разработка рекомендаций для проведения работ, минимизирующих факторы, ограничивающих распространение рептилий и земноводных на ООПТ; непосредственная реинтродукция (для заселения выявленных биотопов или пополнения субпопуляции, если численность животных критически низка; мониторинг субпопуляций.

Повторный мониторинг рептилий и земноводных на этих ООПТ показал, что эти эксперименты для некоторых видов (*Rana lessonae* и, возможно, *Triturus cristatus*) оказались неудачными,

Табл. 4.2. Особо охраняемые природные территории в Москве, на которых были проведены работы по сохранению и восстановлению биоразнообразия рептилий и земноводных в период с 2005 по 2008 гг.

Латинское название животного	Название ООПТ			
	Битцевский лес	Воробьевы горы	Петровско-Разумовское	Теплый Стан
<i>Triturus vulgaris</i>	+	+	+	+
<i>Triturus cristatus</i>	+	+	+	–
<i>Rana lessonae</i>	+	+	+	–
<i>Rana ridibunda</i>	–	+	–	–
<i>Rana terrestris</i>	+	+	+	+
<i>Rana temporaria</i>	+	+	+	+
<i>Bufo bufo</i>	+	+	+	+
<i>Bufo viridis</i>	–	+	+	–
<i>Natrix natrix</i>	+	+	+	+
<i>Lacerta vivipara</i>	+	+	+	+
<i>Anguis fragilis</i>	+	–	–	–

Табл. 4.3. Мониторинг численности рептилий на четырех пробных площадях в течение 4-х лет

Вид	2008				2009				2010				2011			
	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4	1	2	3	4
<i>Lacerta vivipara</i>	22	13	8	11	26	2	7	15	19	1	3	7	3	0	2	2
<i>Lacerta agilis</i>	0	0	1	2	0	0	0	2	0	0	0	0	0	0	0	0
<i>Vipera berus</i>	1	16	2	9	0	1	0	7	0	0	0	2	0	0	0	1
<i>Anguis fragilis</i>	1	6	5	7	0	0	3	9	0	0	1	0	0	0	0	0

но реинтродукция некоторых видов (*Triturus vulgaris*, *Rana terrestris*, *Rana temporaria*, *Natrix natrix*) в Природном парке «Битцевский лес», Теплый Стан и комплексный заказник «Петровско-Разумовское» оказалась вполне успешной. Тем не менее, нужно иметь в виду, что вновь созданные субпопуляции рептилий и земноводных в условиях мегаполиса находятся на грани выживания. Ослабленные субпопуляции земноводных и, в меньшей степени, рептилий, оказываются чрезвычайно чувствительны и к климатическим аномалиям. Так, во время аномально сильной засухи лета 2010 г. пересохли многие малые водоемы на территории природно-исторического парка «Битцевский лес» и комплексного заказника «Петровско-Разумовское», что привело к гибели головастика и личинок тритонов. Поэтому во многих районах города, ранее проживающие здесь виды, в настоящее время исчезли. Негативное влияние засухи 2010 года прослеживается и в 2011 году даже в тех районах, которые не являются урбанизированными.

Для оценки воздействия такой климатической аномалии, как засуха 2010 г. были проведены мониторинговые исследования в экологически чистом районе, где влияние загрязнения минимально. В качестве такого района был выбран Тарусский район Калужской области. Наблюдения на четырех пробных площадях за некоторыми видами рептилий (*Lacerta vivipara*, *Lacerta agilis*, *Vipera berus*, *Anguis fragilis*) показа-

ли существенное снижение их численности после 2010 г. (табл. 4.3.).

Наблюдения на пробных площадях велись в конце мая — начале июня в 2008, 2009, 2010, 2011 гг. Влияние аномальной засухи 2010 г. прослеживается и в следующем, 2011 году. Резкое снижение численности гадюки *Vipera berus* на пробной площади №2 в 2009 году, по-видимому, связано с тем, что в зимний период 2008–2009 гг. была проведена санитарная рубка под ЛЭП. Данная таблица показывает снижение численности всех видов рептилий на всех пробных площадях после засухи лета 2010 г. В этот же период отмечено и снижение численности насекомых на всех этих участках, так что отрицательное воздействие засухи могло быть как непосредственным, так и опосредованным, через пищевые цепи. Из таблицы видно, что численность живородящей ящерицы (*Lacerta vivipara*) на пробной площади №1 в 2011 году снизилась по сравнению с 2009 г. в 9 раз, на пробной площади №4 — в 7 раз; численность гадюки обыкновенной (*Vipera berus*) на пробной площади №7 в 2011 году снизилась в 7 раз по сравнению с 2009 г. а веретеница ломкая (*Anguis fragilis*) на пробной площади №4 вообще исчезла и т.д. Таким образом, зафиксировано достоверное уменьшение численности всех наблюдаемых видов после аномальной засухи лета 2010 года и в 2011 году их численность еще не восстановилась.

4.2. Состояние озера Байкал

Обзор состояния природной среды бассейна оз. Байкал основан на материалах комплексного мониторинга, проводимого Иркутским и Забайкальским УГМС.

Гидрохимический контроль притоков озера был проведен на четырех крупных притоках оз. Байкал — реках Селенга, Верхняя Ангара, Баргузин, Турка и 26 малых реках, впадающих в озеро.

Наблюдения за поступлением химических веществ из атмосферы выполнялись на станциях, расположенных на побережье Южного Бай-

кала — Хамар-Дабан, Байкальск, Исток Ангары и на острове Ольхон — станция Хужир.

Гидрохимические, геохимические и гидробиологические исследования воды и донных отложений оз. Байкал в 2011 г. были проведены в марте и августе на полигоне в районе сброса сточных вод Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК) и августе в районе Селенгинского мелководья. В районе п. Култук — г. Слюдянка выполнялись только гидрохимические наблюдения в октябре. В 2010 г. наблюдения на озере проводились только в районе БЦБК.

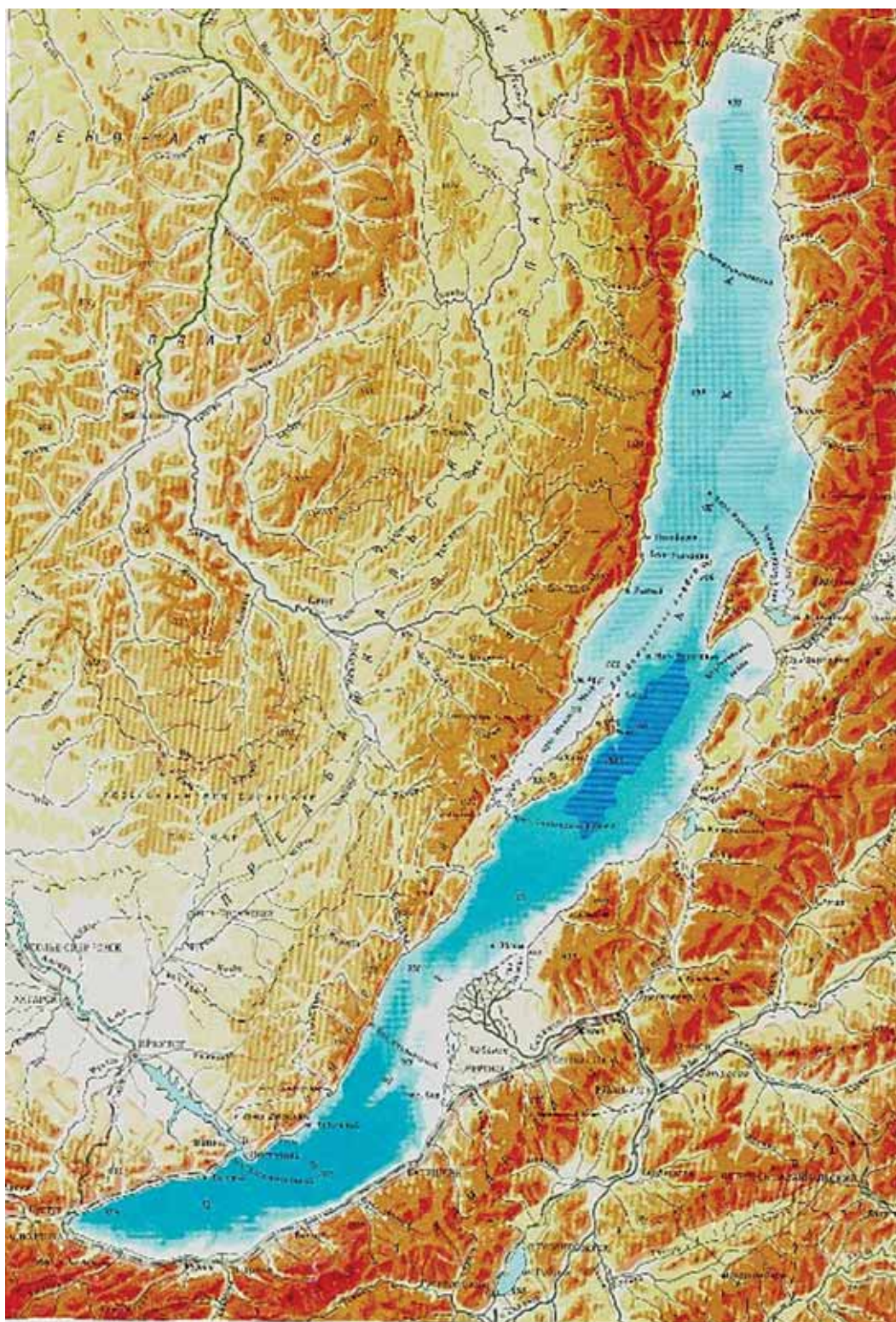


Рис. 4.6. Озеро Байкал. Физическая карта

С мая 2010 г. и весь 2011 г. Байкальский комбинат работал в рамках разомкнутого водооборота. Очищенные сточные воды комбината и коммунальные стоки г. Байкальск сбрасывались в озеро Байкал по глубинному рассеивающему выпуску.

4.2.1. Поступление химических веществ из атмосферы

Контроль осуществлялся на 5-ти станциях: Байкальск, Хамар-Дабан (южная часть побережья озера), Исток Ангары, Большое Голоустное (за-

падное побережье южного Байкала), Хужир (о-в Ольхон, средний Байкал).

Годовые величины поступления суммы минеральных органических и труднорастворимых веществ составили: Байкальск 57,4, Хамар-Дабан 50,9 Исток Ангары 47,6, Большое Голоустное 28,2, Хужир 38,6 тонн на км². Последние две станции по своим характеристикам можно отнести к фоновым станциям.

Снижение суммарного показателя в сравнении с 2010 г. наблюдалось на ст. Байкальск — на 10% и на ст. Хужир — на 35%, увеличение в 1,5 раза отмечено на ст. Хамар-Дабан, по отдельным группам веществ: по минеральным в 1,4, труднорастворимым в 1,5 раза и органическим веществам в 2,2 раза.

В 2011 г. на 4-х станциях возросла запыленность атмосферы. Показатель поступления труднорастворимых веществ увеличился по сравнению с 2010 г. в 1,2–1,5 раза. Снижение, в 1,4 раза, отмечено только на ст. Большое Голоустное.

С атмосферными осадками поступление суммы контролируемых веществ колебалось от 40 (ст. Большое Голоустное) до 96% (ст. Хамар-Дабан). В ионном составе растворимых веществ преобладали HCO_3^- , Ca^{2+} , Mg^{2+} (40–70%). Относительно высокие уровни поступления SO_4^{2-} (29%) и соединений минерального азота (15%) наблюдались на ст. Исток Ангары и Большое Голоустное.

4.2.2. Гидрохимические наблюдения за качеством воды озера Байкал

В 2011 г. Байкальским ЦГМС было проведено две гидрохимических съемки в районе Байкальского комбината (март, август), одна съемка в районе Селенгинского мелководья (август) и одна в районе п. Култук — г. Слюдянка (октябрь).

Гидрохимические наблюдения на оз. Байкал в районе БЦБК проводились на прилегающей к комбинату акватории озера площадью 250 кв. км, а также по сечению створа расположенного в 100 м от четырех глубинных рассеивающих выпусков сточных вод.

100-метровый створ

В 2011 г. на контрольном 100-метровом створе с февраля по октябрь было проведено семь гидрохимических съёмок на пяти вертикалях с отбором проб воды через 10 м по глубине. В течение года на контрольном створе было отобрано 147 проб воды и выполнено 1596 измерений по общим и нормируемым показателям качества воды озера.

Оценка качественных показателей воды оз.

Байкал на контрольном створе проводилась в соответствии с нормами, введенными для створа с 01.01.1985 г.

- рН 6,5–8,5 единиц,
- сумма минеральных веществ 117 мг/л,
- сульфатных ионов 10 мг/л,
- хлоридных ионов 2 мг/л,
- летучих фенолов 0,001 мг/л (ПДК по перечню рыбохозяйственных нормативов),
- взвешенных веществ 1,1 мг/л.

В 2011 г. нарушения качества воды оз. Байкал фиксировались по содержанию сульфатных ионов в августе и октябре до 1,2 ПДК; хлоридных ионов в апреле и августе до 1,7–1,9 ПДК и в октябре до 2,6 ПДК, летучих фенолов до 2 ПДК в течение всего периода наблюдения, а в феврале и июне — до 3 ПДК. Повышенные до уровня ПДК концентрации суммы минеральных веществ обнаруживались только в октябре. В 2011 г. во всех съемках отмечались нарушения качества воды озера в контрольном створе. В 2010 г. нарушения отмечались только в пяти наблюдениях из девяти проведенных. Наиболее загрязненной вода озера была в октябре 2011 г. В этот же период в 50% отобранных проб воды содержание несulfатной серы находилось в пределах 0,3–0,4 мг/л.

По сравнению с периодом не работающего комбината (2009 г.) в 2011 г. увеличились максимальные концентрации суммы минеральных веществ, в том числе сульфатов и хлоридов, а также возросла частота обнаружения летучих фенолов.

В 2009 г. при не работающем комбинате нарушения качества воды озера были обусловлены только поступлением бытовых сточных вод, что иногда фиксировалось по увеличению концентрации летучих фенолов в воде озера до 2–3 ПДК.

Таким образом, возобновление сброса сточных вод Байкальского комбината способствовало снижению качества воды оз. Байкал в районе контрольного створа, расположенного в 100 м от глубинного рассеивающего сброса сточных вод БЦБК.

Район БЦБК

Сезонные гидрохимические наблюдения проводились на акватории озера площадью 250 кв. км с более частым отбором проб (через 600 м) в зоне рассеивания сточных вод — на полигоне площадью 35 кв. км. Пробы воды отбирались в марте с горизонтов 0,5 м, 25–50 м, 75–100 м, 200 м и придонный — 1 м от дна. В 2011 г. Байкальским ЦГМС было отобрано 516 проб воды и выполнено 5310 измерений химического состава по 20 компонентам.

Данные гидрохимических съемок сопоставлялись с результатами наблюдений на фоновых вертикалях южного Байкала, расположенных напротив района БЦБК.

В подледный период в районе БЦБК наблюдали увеличение максимальных концентраций суммы минеральных соединений до 103 мг/л (фон 96 мг/л) и несulfатной серы до 0,4 мг/л (фон 0,2 мг/л). В период открытого озера (август) были повышены максимальные концентрации сульфатных ионов до 8,6 мг/л (фон 7,4 мг/л), хлоридных ионов до 1,4 мг/л (фон 1,0 мг/л) и нефтепродуктов до 0,04 мг/л (фон — 0,02 мг/л).

Значимых различий между средними значениями концентраций химических соединений на акваториях контролируемых районов в 2011 г. не установлено.

Относительно пониженное единичное значение концентрации растворенного в воде кислорода до 8,80 мг/л против 10,4 мг/л фона было определено на горизонте 0,5 м за пределами основного полигона БЦБК в прибрежной зоне района Хара-Муринской банки, расположенной в восточном направлении от сброса сточных вод комбината, что возможно объясняется разницей температуры воды в прибрежных районах (средняя — 7,2 °С; максимальная — 15,7 °С) и на продольном разрезе озера (средняя — 5,7 °С; максимальная — 11,3 °С). Среднее содержание растворенного в воде кислорода по району БЦБК составило 11,2 мг/л и на фоновых вертикалях 11,6 мг/л.

В сравнении с данными наблюдений 2010 г. в 2011 г. отмечено увеличение максимальной концентрации сульфатных ионов от 7,8 мг/л до 8,6 мг/л (средняя концентрация — 5,5–5,6 мг/л) и цветности с 10 до 32 градусов (средняя — 10).

Средние значения концентраций химических соединений и гидрохимических показателей в воде оз. Байкал в районе БЦБК сохранились на уровне 2010 г.

Динамика зон загрязнения озера сточными водами БЦБК наблюдалась на постоянно контролируемом полигоне (35 кв. км) по несulfатной сере. В районе выпуска сточных вод БЦБК определялись зоны загрязнения озера соединениями несulfатной серы на горизонтах 0,5 м, 25–50 м, 75 м, 200 м и придонном.

В 2011 г., как и в 2010 г., на отдельных горизонтах водной толщи зоны загрязнения обнаруживались в пределах 2–13 км² (12–20 км² 2008 г.).

В подледный период несulfатная сера обнаруживалась с концентрацией 0,2–0,4 мг/л в 13% отобранных проб воды. Наибольший процент обнаружения — 16,7% отмечался в придонном горизонте и наименьший — 9,5% на горизонте 75–100 м.

В период открытого озера (август) несulfатная сера обнаруживалась с концентрацией 0,2–0,3 мг/л в 23% отобранных проб воды. Наибольший процент обнаружения — 36% отмечался на горизонте 0,5 м и наименьший — 19,2% на придонном горизонте.

В сравнении с 2008 г., когда наблюдалось максимальное загрязнение озера в районе БЦБК, в 2011 г., так же как и в 2010 г., снизились концентрации несulfатной серы от 0,9 мг/л до 0,4 мг/л в марте и до 0,3 мг/л в августе. Частота их обнаружения так же снизилась до 23% против 41% 2008 г.

Селенгинское мелководье

Гидрохимические наблюдения на оз. Байкал в районе Селенгинского мелководья проводились в августе 2011 г. на горизонте 0,5 м. Байкальским ЦГМС было отобрано 12 пробы воды и выполнено 240 измерений по 20 компонентам химического состава воды.

В химическом составе воды Селенгинского мелководья в 2011 г. не обнаружено изменений качественного состава и количественного содержания по основным контролируемым компонентам, наблюдаемым в этом районе.

Среднее содержание биогенных элементов в воде поверхностного горизонта мелководья составило: Si — 1,1 мг/л; N_{общ.} — 0,13 мг/л; N_{орг.} — 0,13 мг/л; N-NO₃ — 0,01 мг/л; N-NH₄ — 0,01 мг/л был обнаружен только в двух из 12 отобранных проб воды; P_{общ.} — 0,012 мг/л; P_{орг.} — 0,011 мг/л; PO₄ⁱⁱⁱ — 0,001 мг/л; N-NO₂ не обнаружен.

Среднее содержание суммы минеральных соединений составило — 90 мг/л, ионов SO₄ — 5,5 мг/л; Cl⁻ — 1,0 мг/л; растворенного в воде кислорода — 9,3 мг/л (насыщение — 87%), цветность — 19° и температура — 120 °С.

Содержание нефтепродуктов в воде мелководья было ниже ПДК и определялось в пределах 0,01–0,02 мг/л.

Район п. Култук — г. Слюдянка

Гидрохимические наблюдения на оз. Байкал в районе южной оконечности оз. Байкал в районе п. Култук — г. Слюдянка проводились в октябре 2011 г. на горизонтах 0,5 м, 25 м, 50 м, 200 м и придонный (1 м от дна). Байкальским ЦГМС было отобрано 104 пробы воды и выполнено 1115 измерений по 26 компонентам химического состава воды озера.

В сравнении с водой открытого Байкала и Селенгинского мелководья в районе Култук-Слюдянка относительно повышено содержание биогенных элементов. Их среднее содержание

в воде составило: Нобщ. — 0,19 мг/л; Норг. — 0,18 мг/л; N-NO₃ — 0,03 мг/л; N-NH₄ — 0,01 мг/л; Робщ. — 0,014 мг/л; Рорг. — 0,008 мг/л; PO₄ⁱⁱⁱ — 0,006 мг/л. В воде этого района определяется N-NO₂ в пределах 0,000 — 0,003 мг/л. Количество проб воды с содержанием N-NO₂, равным 0,002 — 0,003 мг/л, составляло 19%. В пунктах отбора проб воды, расположенных ближе к п. Култук, нитритный азот обнаруживался чаще.

4.2.3. Состояние донных отложений озера Байкал

Район БЦБК. В августе 2011 г. в районе выпуска сточных вод комбината была проведена съемка качественного состояния донных отложений и грунтовой воды на 30 станциях отбора проб на полигоне и на 6 станциях в фоновом участке, расположенном в авандельте реки Безымянная. Всего в 2011 г. было проанализировано 72 пробы донных отложений и грунтовой воды. В 2010 г. было выполнено две съемки донных отложений и грунтовой воды в июле и октябре, было отобрано за каждую съемку, соответственно, по 30 проб на полигоне и по 6 проб в фоновом участке. В 2010 г. было проанализировано 144 пробы донных отложений и грунтовой воды.

Следует заметить, что гидрохимические характеристики грунтовой воды являются остро динамичными и их значения могут меняться в течении нескольких недель, в то время, как геохимические характеристики более стабильны во времени. Не соблюдение режима временных шагов мониторинга на озере сильно осложняет объективную сторону контроля состояния озерной экосистеме.

Площадь исследуемого полигона в августе 2011 г. составила 15,2 кв. км (в 2010 г. — 15,2 кв. км). Станции отбора проб в 2011 г. находились на глубинах 16–300 м (в 2010 г. на глубинах 15–350 м). Станции наблюдений в 2011 г. ситуационно совпадают (по глубинам) с отбором проб выполненном в 2010 г., вследствие выхода судна на станцию отбора проб (учитываются координаты станций) с помощью навигационной системы GPS.

Грунтовая вода. При сравнении среднего содержания растворенного кислорода, в грунтовой воде в 2011 г. с данными за 2010 г. отчетливо проявляется тенденция усиления влияния сточных комбината на озеро, связанное с возобновлением работы комбината. В целом содержание растворенного в воде кислорода уменьшилось от 10,9 мг/л в 2010 г. до 9,80 мг/л в 2011 г. Среднее содержание в фоновом районе в 2011 г. составляло 11,0 мг/л (в 2010 г. — 10,3 мг/л). Если в 2010 г. была зафиксирована только одна проба

грунтовой воды (8,11 мг/л), где содержание растворенного кислорода было ниже 9,00 мг/л — предельного уровня содержания растворенного кислорода в воде Южного Байкала, то августе 2011 г., ниже этого показателя было уже 6 проб с размахом концентрации от 3,60 мг/л до 8,90 мг/л и средним содержанием 7,40 мг/л. В одной пробе в 2011 г. было зафиксировано содержание растворенного в воде кислорода ниже 6,00 мг/л — предельная норма для растворенного кислорода в сбрасываемых сточных водах в озеро. При сравнении с октябрём 2010 г. можно отметить ухудшение кислородного режима грунтовой воды в районе комбината.

В 2011 г. отмечено резкое увеличение средних содержаний кислоты органической летучей по сравнению с данными за 2010 г. в 1,6 раза до 2,8 мг/л (в 2010 г. 1,74 мг/л). Таких высоких содержаний кислоты органической летучей на полигоне не наблюдалось с 2004 г. (2,5 мг/л). В фоновом районе среднее содержание кислоты органической летучей в 2011 г. составляло 1,7 мг/л. Среднемноголетнее значение кислоты органической летучей за последние 10 лет наблюдений равнялось 1,3 мг/л. По кислоте органической нелетучей тоже отмечается рост средних содержаний по сравнению с наблюдениями с 2010 г. в 1,5 раза до 1,5 мг/л (в 2010 г. 1,2 мг/л) при фоновом содержании 1,0 мг/л. Однако, среднемноголетнее значение кислоты органической нелетучей за последние 10 лет наблюдений на полигоне не превышало 1,6 мг/л.

Донные отложения. Наиболее представительным показателем качественного состояния донных отложений в районе комбината является содержание серы сульфидной. В августе 2011 г. отмечен резкий рост среднего содержания серы сульфидной, в 2 раза превышающий данные полученные в 2010 г. — 0,007%. (в 2010 г. — 0,003%). В фоновом районе полигона среднее содержание серы сульфидной составило 0,006%. В 2011 г. в 18 пробах из 30 проб донных отложений среднее содержание серы сульфидной было больше 0,005%, последнее является фоновым уровнем содержания серы сульфидной для донных отложений Южного Байкала, в 2010 г. это отмечено только в 6 пробах. Среднее содержание серы сульфидной в пробах донных отложений, превышающих фоновое значение в 2011 г., составило 0,010%, в 2010 г. — 0,009%. В современном распределении растворенного кислорода и содержаний сульфидной серы в донных отложениях в 2011 г. проявляется характерная обратная зависимость на уровне — 0,3, что может свидетельствовать об однонаправленности процессов.

В 2011 г. отмечен рост средних содержаний легкогидролизуемых углеводов, трудногидро-

лизуемых углеводов, лигниногумового комплекса по сравнению с 2010 г. соответственно в 1,4 (0,62%); 1,3 (0,44%) и 1,1 (0,96%) раза. Фоновое содержание последних составляло 0,36%, 0,35% и 0,79%, соответственно. При этом следует отметить, что легкогидролизуемые и трудногидролизуемые углеводы, отмеченные в 2011 г., превышают среднемноголетние наблюдения (данные с 2001 г.) в 1,5 раза и 1,3 раза, соответственно.

В составе других стандартных характеристик донных отложений в районе сброса сточных вод комбината: органический углерод и органический азот при сравнении с данными за 2010 г. не отмечено увеличения их содержаний, последние не превышают значений, характерных для донных отложений Южного Байкала — 0,20% и 1,8%, соответственно.

Размеры зоны загрязнения на полигоне, рассчитанные по суммарному показателю — превышение средних содержаний ингредиентов контроля грунтовой воды и донных отложений на глубинах до 350 м, составляли: в 2008 г. — 5,2 км², в 2010 г. — 4,3 км², в 2011 г. — 5,4 км².

Хлорорганические пестициды (ХОП). Наблюдения за содержанием хлорорганических пестицидов в донных отложениях в районе сброса сточных вод комбината было выполнено впервые для всего полигона в августе 2011 г. Ранее в 2005 г. и 2006 г. были проведены единичные исследования на 5 идентичных станциях полигона и на 2 фоновых станциях. В 2011 г. был расширен список определяемых ХОП в донных отложениях, которые включали следующие соединения: ПХБ (конгенеры: 18,28+31,52,84+101,118+149,138,153,180), ГХБ, альфа-, бета-, гамма-ГХЦГ, Альдрин, Дигидрогептахлор, Диелдрин, ДДЭ, ДДД, ДДТ.

Следует заметить: ХОП, как большинство ксенобиотиков, малорастворимы в воде, адсорбируясь на органо-минеральном взвешенном веществе, осаждаются из водной толщи, депонируясь в донных отложениях. Распределение последних по дну водоема определяется схемой литолого-геохимической дифференциации осадочного материала в крупных водоемах. Согласно этой схемы, максимальные содержания глинистой фракции в донных отложениях, а также адсорбируемые последней ТМ, ХОП, ПАУ (полициклические ароматические углеводороды) и др., обычно приурочены к глубоководным районам водоема, где осаждаются тонкие частицы (наиболее сильные адсорбенты), в этих участках дна развиты мелкоалевритовые и глинистые илы, а минимальные концентрации, как глинистой фракции, так и адсорбируемых ею различных ксенобиотиков, отмечаются в разнозернистых песках.

Распределение ПХБ в донных отложениях носит относительно повсеместный характер, они были обнаружены в 94% отобранных проб. Размах величин концентраций ПХБ в донных отложениях в августе 2011 г. составил < 0,0001–0,0526 мг/кг сухого осадка, при среднем содержании — 0,0072 мг/кг сухого осадка. На фоновом участке ПХБ были обнаружены на всех станциях при размахе величин 0,0008–0,0014 мг/кг, среднее содержание 0,0012 мг/кг. Содержание канцерогена на полигоне превышает фоновые величины в 6 раз.

Максимальное содержание ПХБ — 0,0526 мг/кг было обнаружено в юго-западной части прибрежной части полигона (западная часть территории комбината), на глубине 18 м в пробе, отобранной в разнозернистых песках, в районе гидрогеологической разгрузки подземного техногенного водного купола загрязненных вод, образовавшегося под основанием территории комбината (район энерготехнологической ТЭЦ, аварийный осадконакопитель) за счет инфильтрации (утечки) последних в подстилающие горные породы. Уровень грунтовых вод в рельефе прибрежной полосы комбината близок к дневной поверхности, последние разгружаются в прибрежной части озера. В этом же участке полигона в августе 2011 г. было впервые зафиксировано цветение планктона, за счет поступления загрязненных вод с повышенной температурой грунтовой воды относительно озера. В 2005 г. и 2006 г. в этом участке полигона, также были обнаружены максимальные содержания соединений ПХБ соответственно, 0,023 мг/кг и 0,018 мг/кг, при фоновых содержаниях 0,004 мг/кг. В распределении ПХБ в донных отложениях полигона в 2005 г., 2006 г., 2011 г. четко прослеживается приуроченность максимальных содержаний ПХБ к области развития илистых отложений, а минимальных содержаний к песчаным отложениям. В представленном расчете средних содержаний ПХБ в илистых и песчаных отложениях проба с максимальным содержанием ПХБ для полигона в 0,0526 мг/кг, расположенная в разнозернистых песках не учитывалась, как специфически не характерная в литогеохимической дифференциации осадочного материала по дну озера. Можно отметить, что на полигоне произошло снижение содержаний ПХБ в донных отложениях, отмеченных в 2011 г. при сравнении с данными 2005 г. (0,011 мг/кг, фон — 0,004 мг/кг) и 2006 г. (0,009 мг/кг, фон 0,004 мг/кг). Среди 8 конгенов полихлорированных бифенилов отмеченных на полигоне наиболее часто (в более 50% всех проб) встречались конгенеры: #84+101, #118+149, #138.

ГХБ был обнаружен в 87% анализируемых проб. Среднее содержание пестицида составило

0,0005 мг/кг при размахе величин $< 0,0001$ – $0,0042$ мг/кг. В фоновом районе ГХБ был обнаружен только в двух пробах из 6, с одинаковой концентрацией в $0,0001$ мг/кг. В целом по полигону пестицид распределяется равномерно. В песках его содержание составляет $0,0008$ мг/кг, в илах $0,0004$ мг/кг. Если не брать во внимание пробу, отобранную непосредственно в районе выпуска сточных вод комбината с максимальным содержанием ГХБ- $0,0042$ мг/кг, то рост содержаний пестицида происходит по мере увеличения содержания пелитовой фракции в донных отложениях. Самые низкие содержания ГХБ отмечаются на глубинах менее 100 м. При сравнении средних значений полученных в 2011 г., с данными по 2005 г., где среднее содержание ГХБ в 5 пробах составило $0,0002$ мг/кг (фон $0,0001$ мг/кг), и в 2006 г., где в 5 пробах среднее содержание составило $0,0001$ мг/кг (фон $0,0001$ мг/кг) можно говорить о некотором увеличении содержания ГХБ в донных отложениях полигона.

Альфа-ГХЦГ обнаружен в 38% анализируемых проб донных отложений на полигоне, среднее содержание пестицида составляло $0,0001$ мг/кг, при размахе величин $0,0001$ – $0,0003$ мг/кг. В фоновом районе пестицид не зафиксирован. При сравнении средних значений, полученных в 2011 г., с данными по 2005 г., где среднее содержание пестицида в 5 пробах составило $0,0013$ мг/кг (фон — $0,0022$ мг/кг) и в 2006 г. в 5 пробах среднее содержание составило $0,0009$ мг/кг (фон — $0,0015$ мг/кг) можно отметить, что увеличение содержания альфа-ГХЦГ в донных отложениях не обнаружено.

ДДЭ обнаружен в 77% анализируемых проб со средним содержанием $0,0004$ мг/кг при размахе величин $< 0,0001$ – $0,0017$ мг/кг. В фоновом районе из 6 анализируемых проб ДДЭ обнаружен в одной пробе с содержанием $0,0002$ мг/кг. При сравнении последних определений с средними значениями по 5 пробам, полученных в 2005 г. ($0,0007$ мг/кг, фон — $0,0009$) и в 2006 г. ($0,0008$ мг/кг, фон — $0,0009$ мг/кг), увеличение содержания ДДЭ не наблюдается.

ДДД обнаружен в 22% отобранных проб со средним содержанием $0,0001$ мг/кг при размахе величин $< 0,0001$ – $0,0007$ мг/кг. В фоновом районе ДДД не зафиксирован. В 2005 г и 2006 г. ДДД в пробах донных отложений не обнаружен.

ДДТ обнаружен в двух пробах (фон — не обнаружено) $0,0006$ мг/кг и $0,0009$ мг/кг; в 2005 г. и 2006 г. содержание было $0,001$ мг/кг, фон — $0,002$ мг/кг. Бета-ГХЦГ был обнаружен в 1 пробе (фон — не обнаружено) $0,0004$ мг/кг, гамма-ГХЦГ в 1 пробе (фон — не обнаружено) $0,0002$ мг/кг, Альдрин нигде не обнаружен, ди-гидрогептахлор в 2 пробах (фон — не обнару-

жено) $0,0002$ мг/кг и $0,0003$ мг/кг, Диелдрин нигде не обнаружен.

Полициклические ароматические углеводороды (бензапирен (БП)) в донных отложениях и в зообентосе в районе сброса сточных вод БЦБК.

Определение ПАУ и БП в экосистеме озера Байкал (в воде озера, сточных водах комбинат, донных отложениях) было начато Росгидрометом в 1981 г.

Изучение эффекта антропогенного воздействия на озеро через состояние гидробионтов является по своей сути конечным звеном изучения влияния загрязняющих веществ в данном случае полициклических ароматических углеводородов/бензапирена на экосистему озера и главным выводом по всей цепочке комплексных проблем.

Исследование антропогенной нагрузки на зообентос с помощью биогеохимической методики исследований в современном мониторинге в районе сброса сточных вод Байкальского целлюлозно-бумажного комбината до настоящего времени не проводилось.

Изучение накопления загрязняющих веществ в зообентосе впервые выполнено на полигоне в августе 2011 г.

Образование БП происходит в результате сульфатно-целлюлозного производства бумаги при термической обработке древесины. Согласно шкалы сравнительной оценки загрязненности донных отложений бензапиреном внутриконтинентальных водоемов, разработанной в Институте химии АН Эстонии: фоновая концентрация — для песков не должны превышать 2 мкг/кг с.о., для глинистых илов — 5 мкг/кг с.о.; умеренная концентрация — соответственно 2 – 5 и 5 – 30 мкг/кг с.о.; на сильно загрязненных участках — соответственно более 5 и более 30 мкг/кг с.о.

Проведенные многолетние исследования по изучению накопления бензапирена в донных отложениях показали на неоднородный характер их распределения по дну полигона. Максимальные содержания БП были обнаружены в районе глубин 50 – 100 м, а не в зоне распространения илистых отложений, что прямо совпадает аналогичному механизму накопления ПАУ при изучении накопления углеводородов в области лавинной седиментации и в местах массивного поступления углеводородов в геохимических барьерных зонах. На так называемом маргинальном фильтре смешения речных и морских вод может осаждаться более 80% углеводородов, последний (фильтр) препятствует поступлению в море антропогенных углеводородов, приносимых рекой. В нашем случае маргинальный фильтр это выпуск сточных вод комбината и их

Табл. 4.4. Концентрация бензапирена в донных отложениях в районе сброса сточных вод БЦБК

Характеристики	1981 г.	1984 г. март	1985 г. март	1985 г. август	1986 г. март	1986 г. август	1988 г. сентябрь	2010 г. июль	2011 г. август
Площадь полигона, км ²		9,3	17,7	15	17,9	20,3	20,1	15,5	16
Количество проб	9	20	37	35	35	41	40	30	31
Интервал значений (средние значения) (мкг/кг с.о.)	4,1–43,1 (18,2)	0,2–65,2 (7,4)	0,3–48,5 (9,4)	0,2–95,9 (24,9)	0,5–34,6 (10,3)	0,5–40,5 (15,2)	2,1–59,7 (18,2)	1–16 (5,3)	0,3–17,1 (8,2)

контакт с озерной водой. По шкале оценок [3] донные отложения на этом участке полигона в 2011 г. и в предыдущие годы исследований озера относятся к сильно загрязненным (табл. 4.4).

В 2011 г. среднее содержание бензапирена в донных отложениях на полигоне БЦБК увеличилось в 1,5 раза с 5,3 мкг/кг до 8,2 мкг/кг с.о.

На тех же станциях отбора проб донных отложений в районе БЦБК в 2011 г. были отобраны 9 проб зообентоса. Преобладающими группами по численности и биомассе являлись олигохеты и амфиподы. Единично встречались личинки хирономид, моллюски и пиявки. Анализируемые биообразцы (валовое содержание) сушились с помощью сульфата натрия. Донные отложения (навеска 3 г) и зообентос (навеска 2 г) были проанализированы в Институте проблем мониторинга окружающей среды ФГБУ НПО «Тайфун» методом высокоэффективной жидкостной хроматографии (ВЭЖХ). Приведенные данные по содержанию бензапирена в зообентосе пока можно считать предварительными, так как закономерности накопления загрязняющих веществ в зообентосе в значительной мере определяются литогеохимической обстановкой в донных отложениях.

Из литературных источников известно о значительном накоплении бензапирена в рыбах, моллюсках, фито- и зоопланктоне, бентосе, высшей водной растительности. Обычно бентосные беспозвоночные обладают наиболее высокой степенью накопления БП.

Содержание БП в зообентосе на полигоне в районе комбината находилось в пределах 0,04–0,78 мкг/кг сухого вещества (с.в.) при среднем содержании — 0,21 мкг/кг с.в. Значительно превышающие среднее значение (0,34; 0,49; 0,78 мкг/кг с.в.) концентрации бензапирена были отмечены в трех участках полигона, непосредственно расположенных вблизи выпуска сточных вод. В фоновом районе содержание бензапирена в двух пробах зообентоса было 0,05 мкг/кг и 0,19 мкг/кг с.в., среднее значение 0,12 мкг/кг. В данном случае содержание бензапирена в зообентосе на участке дна полигона примыкающем к месту сброса сточных вод комбината превышает фоновые значения от 2,8 до 6,5 раз. Для сравнения приводим данные по содержанию бензапирена в зообентосе Баренцева моря $8,0 \pm 3,0$ мкг/кг с.в. По данным [6]

содержание бензапирена в гидробионтах может достигать высоких степеней загрязнения до и более 500 мкг/кг с.в.

Среди ПАУ были идентифицированы 17 аренов: нафталин, 1-метилнафталин, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(е)пирен, бенз(б)флуорантен, перилен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(а,һ)антрацен, бенз(ɡ,һ,і)перилен, инден[1,2,3-с,д]пирен. В донных отложениях и зообентосе в более высоких концентрациях, как правило, обнаруживались пирен, хризен и флуорантен. Процентное содержание последних от общей суммы ПАУ составило в среднем 8,6%, 8,4% и 12% соответственно. Содержание бенз(а)пирена составило в среднем 4,6% от суммы ПАУ.

По предварительным выводам, как правило, отмечается корреляция между уровнем накопления ПАУ в гидробионтах и содержанием в донных отложениях. Проведенные исследования показали отсутствие корреляции между концентрациями бензапирена в зообентосе и в донных отложениях на полигоне в районе БЦБК (рис. 4.7).

Длительное нахождение моллюсков в морской воде с содержанием бензапирена на уровне 5 нг/л не приводит к накоплению в них канцерогена. Приведенные данные свидетельствуют об имеющем место накоплении бензапирена в зообентосе. Мы в определенной мере получили (предварительные) материалы о конкретных негативных тенденциях в экосистеме озера; они пока еще относительно терпимые для природной среды озера или нет — следует выяснить токсикологам. Следует отметить, что пресноводные гидробионты на порядок чувствительнее по отношению к загрязняющим веществам при сравнении с морскими особями.

Оценка уровня опасности содержания бензапирена в донных отложениях и зообентосе озера Байкал требует дальнейшего тщательного изучения. Необходимо продолжить исследования для разработки конкретной шкалы оценки экологической опасности накопления бензапирена в донных отложениях и зообентосе, как это приведено для морских вод.

Представленные данные гидрохимического и геохимического контроля грунтовой воды и донных отложений, выполненные ФГБУ «ГХИ» и

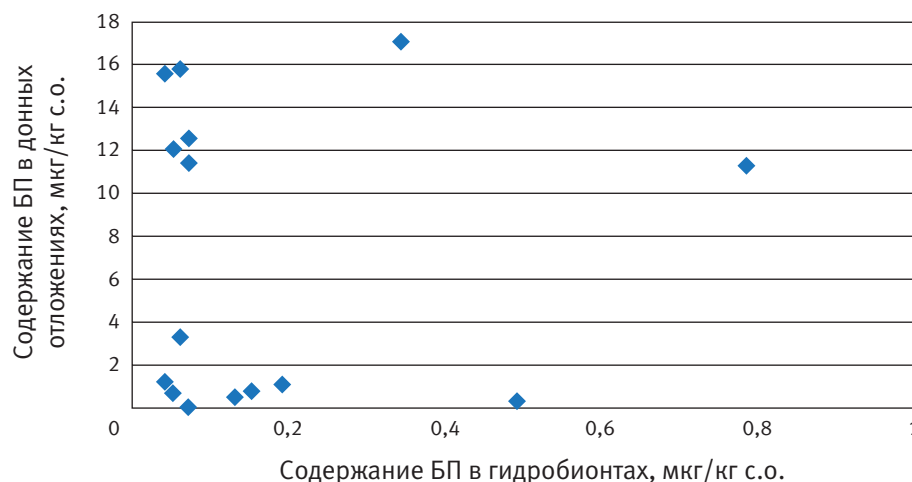


Рис. 4.7. Зависимость между содержанием БП в донных отложениях и зообентосе на полигоне БЦБК и на авандельте реки Селенга, отобранных в одних и тех же точках

Иркутским УГМС на полигоне в августе 2011 г., при сравнении с данными 2010 г. свидетельствуют о повышении уровня загрязненности в природной среде озера в районе сброса сточных вод комбината по следующим характерными показателями: растворенному кислороду, органическим кислотам летучим, сульфидной сере, легкогидролизуемым углеводам, трудногидролизуемым углеводам, бензапирену (включая зообентос), ГХБ, ДДД. Увеличилась общая площадь загрязненных донных отложений, рассчитанная по комплексным показателям в 1,3 раза. Отмеченная зона загрязнения в районе полигона характеризует заниженную площадь влияния комбината, так как в системе контроля на озере, имеющем место на сегодняшний день, отсутствуют наблюдения на глубинах более 350 м. Следует отметить, что сложное геоморфологическое строение исследуемого района (полигона), наличие трех каньонов с резкими уклонами склонов, повышенная сейсмичность региона часто способствует скатыванию-сползанию осадочного (аккумулированного на дне озера) материала на большие глубины озера.

Селенгинское мелководье. В августе 2011 г. были возобновлены комплексные исследования качественного состояния донных отложений и грунтовой воды на авандельте реки Селенга. Последняя съемка на авандельте была выполнена в июне 2000 г. В июне 2011 г. было отобрано по 12 проб донных отложений и грунтовой воды, которые были проанализированы по стандартной методике геохимического и гидрохимического контроля донных отложений и грунтовой воды, проводимого Росгидрометом на озере Байкал. В 2000 г. было отобрано и проанализировано по 11 проб донных отложений и грунтовой воды. Сетки отбора проб донных отложений в 2011 г. и 2010 г. значительно отличались, как по глубинам

отбора проб, так и по местам их отбора. В 2000 г. отбор проб в основном проводился в местах впадения многочисленных речных проток в озеро на глубинах 0,5–5,0 м, где донные отложения представлены разнородными песками.

Новая схема отбора проб донных отложений была вызвана введением в 2010 г. в систему контроля донных отложений на озере изучения стойких органических загрязнителей — канцерогенных полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Ранее проведенные исследования в 1989 г. показали, что максимальное накопление ПАУ в донных отложениях авандельты проявляется на глубинах 10–25 м в траверсе речных выносов из протоки Харауз.

При сравнении контролируемых показателей в донных отложениях, определенных в 2011 г., при их сравнении с аналогичными данными в 2000 г. отчетливо проявляется тенденция увеличения средних содержаний всех показателей в донных отложениях в последнем году наблюдений. Такое литогеохимическое распределение является закономерным естественным явлением в процессе механической дифференциации (распределении) осадочного материала в крупных водоемах. Максимальные содержания в основном фиксируются в мелкоалевритовых и глинистых илах. Для крупных водоемов характерно наличие седиментационных барьеров, расположенных на авандельтах рек. Именно здесь осаждаются большая часть привнесенного обломочного (тонкозернистого) материала, происходит биогенная ассимиляция не только органических веществ, но и различных микрокомпонентов, находящихся как в растворенном состоянии, так и во взвешях (на авандельте реки Селенга это глубины в пределах 10–30 м). На глубинах в авандельте реки до 5 м осаждаются в основном грубозернистые донные отложения,

что как следствие приводит к накоплению минимальных содержаний контролируемых показателей.

Для анализируемых *геохимических показателей*, отмечается, что с увеличением глубины озера концентрации последних в донных отложениях возрастают, на что также оказывает влияние активное волновое воздействие на дно. Увеличение содержания органического вещества в донных отложениях авандельты по данным наблюдений в 2011 г. при сравнении с 2000 г. приводит, как следствие, к снижению концентрации растворенного кислорода в грунтовой воде.

Бензапирен в донных отложениях и гидробионтах. В водном стоке р. Селенга в озеро постоянно обнаруживаются высокие концентрации углеводородов, так среднемноголетние содержания последних составляют до 3 ПДК. В 2006 г. в 8 пробах речной воды были обнаружены бензапирен со средним содержанием 2,8 нг/л при максимальном содержании 3,5 нг/л.

Ранее в 1989 г. в русле реки (9 проб: илистые отложения в прибрежной нижней части островов на глубинах до одного метра) и на авандельте (20 проб: 10 проб разнотерные пески глубины до 10 метров, 10 проб илистые отложения глубины 10–50 м) были проведены изучения содержания бенз(а)пирена в донных отложениях. Бенз(а)пирен был обнаружен во все исследованных образцах. Средняя концентрация арена на авандельте составила 2,6 мкг/кг (размах величин 0,1–11,1 мкг/кг с.о.), что не превышало фоновый уровень (3), однако в ряде проб илистых отложений в северо-западной части на глубинах 10–25 м авандельты в траверсе по основному выносу речной воды протокой Харауз концентрации БП достигали 7,5–11,1 мкг/кг с.о., что позволяет считать этот участок умеренно загрязненными. Основной твердый сток реки аккумулируется между 20-метровой изобатой и протоками Харауз, Средняя и Шаманка, что приводит к наибольшему накоплению седиментационного материала и как следствие БП в юго-западной части авандельты. Средняя концентрация бензапирена в русле реки составляла в 1989 г. 1,8 мкг/кг с.о. (размах величин 0,5–3,0 мкг/кг с.о.), которая не превышала фоновых значений отмеченных.

Распределение бенз(а)пирена в донных отложениях, отобранных в 2011 г также показывает на неоднородный характер. Среднее содержание БП на авандельте составило 1,4 мкг/кг с.о. при размахе величин 0,03–7,8 мкг/кг. Отмечается значительное повышение содержания бензапирена только в крупно-алевритовых илах на глубинах 10–25 м (3,3 нг/г с.о., 7,8 мкг/кг с.о.) при сравнении с содержанием последних в более

грубозернистых отложениях, что полностью сопоставимо с нашими наблюдениям в 1989 г. При сравнении данных, полученных по бензапирену в 1989 г., с 2011 г. последние свидетельствуют об относительном снижении содержаний арена. По приведенным данным можно говорить об умеренном загрязнении авандельты реки только на глубинах 10–25 м, на траверсе речных выносов протокой Харауз, что можно в дальнейшем использовать при конкретной оптимизации мониторинга на авандельте реки.

На тех же станциях отбора проб донных отложений на авандельте реки были отобраны 4 проб зообентоса. В пробах зообентоса обнаружены следующие доминирующие группы беспозвоночных: олигохеты, амфиподы, единично — хирономиды, двусторчатые моллюски. Проведенные исследования на авандельте реки, также показали отсутствие корреляции между концентрациями бензапирена в зообентосе и донных отложений (рис. 4.8).

Оценка площади загрязненного участка авандельты реки пока некорректна из-за малого числа проанализированных проб, а также из-за отсутствия подробной ее литогеохимической характеристики.

Среди идентифицированных ПАУ в донных отложениях и зообентосе были обнаружены 17 аренов: нафталин, 1-метилнафталин, аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(е)пирен, бенз(б)флуорантен, перилен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(а,н)антрацен, бенз(г,н,и)перилен, инден[1,2,3-с,д]пирен. Среди них, в более высоких концентрациях, как правило, обнаруживались нафталин и 1-метилнафталин. Их процентное содержание от общей суммы ПАУ составило в среднем 13,6% и 10,7% соответственно. Содержание бенз(а)пирена составило в среднем 1,3%. Содержание БП варьировало в пределах 0,03–7,8 мкг/кг с.о.

Хлорорганические пестициды (ХОП). В августе 2011 г. впервые проведено изучения содержания ХОП в донных отложениях авандельты реки Селенга. Было проанализировано 12 проб донных отложений и грунтовой воды, равномерно распределенных по веерообразному спектру устьевой части реки, с целью контроля поступления седиментационного материала (с сорбированным комплексом стойких органических загрязнителей) от основных протоков реки в озеро. Глубины отбора составляли 20–55 м, в этом отрезке глубин на авандельте реки донные отложения представлены в основном крупноалевритовыми илами, так как по мере удаления от дельты в глубь озера изменяется гранулометрический состав отложений в сторону увеличения пелитовой фракции.

Среди набора анализируемых хлорорганических пестицидов в донных отложениях авандельты наибольшее распространение имеет ПХБ, который обнаружен в 67% исследуемых проб. Среднее содержание пестицида составило 0,0005 мг/кг при размахе величин < 0,0001–0,0017 мг/кг. Среди полихлорированных бифенилов наиболее часто (в 50% всех проанализированных проб) встречался конгенер #52.

Вторым по количеству значимых значений является гамма-ГХЦГ, последний обнаружен в 42% отобранных проб. Среднее содержание пестицида составило 0,0008 мг/кг, при размахе величин < 0,0001–0,0077 мг/кг. По данным, приведенным в Ежегоднике качества поверхностных вод РФ за 2009 г. в целом по бассейнам рек среднее содержание пестицида в донных отложениях составило 0,0012 мг/кг.

ГХБ обнаружен в 1 пробе (0,0071 мг/кг), альфа-ГХЦГ — в двух пробах: 0,0001 мг/кг и 0,0004 мг/кг, бета-ГХЦГ — в двух пробах 0,0012–0,0142 мг/кг, Альдрин, Дигидрогептахлор, Диедрин, ДДТ не обнаружены, ДДД зафиксирован в двух пробах: 0,0003 мг/кг и 0,0004 мг/кг, ДДД — в одной пробе 0,0002 мг/кг.

Все значимые значения пестицидов в донных отложениях расположены в западной части авандельты на траверсе речного выноса прото-

ки Харауз, в восточной части авандельты пестициды не обнаружены, за исключением ПХБ.

Представленные данные гидрохимического и геохимического контроля грунтовой воды и донных отложений (табл. 4.5, табл. 4.6), выполненные ФГБУ «ГХИ» и Иркутским УГМС на авандельте реки в августе 2011 г., при сравнении с данными 2000 г. (а также 1994 г. и 1989 г.) свидетельствуют об отсутствии роста загрязненности в природной среде по стандартному набору контролируемых показателей: (включая зообентос). Однако отмеченные относительно повышенные уровни содержания в донных отложениях ПХБ и гамма-ГХЦГ свидетельствуют о необходимости продолжения мониторинга ХОП на авандельте реки.

В настоящее время дельта реки представляет собой мощный биогеохимический фильтр, который еще справляется с громадным потоком загрязняющих веществ, поступающих по всему протяжению русла реки.

4.2.4. Гидробиологические наблюдения в районе БЦБК

В 2011 г. контроль за состоянием гидробионтов проводился только в южной части озера Байкал в марте и августе. По техническим и финансо-

Табл. 4.5. Гидрохимическая характеристика грунтового раствора (мг/л) в районе Селенгинского мелководья (числитель — предельные значения, знаменатель — среднее значение)

Показатели	1989 г.	1994 г.	2000 г.	2011 г.
Растворенный кислород	1,47–12,3 7,63	1,70–10,2 7,39	6,25–11,5 8,22	0,64–10,13 7,63
Минеральный азот	0–1,25 0,21	0–0,12 0,04	0–0,46 0,06	0–0,26 0,03
Минеральный фосфор	0–0,016 0,007	0–0,029 0,010	0–0,023 0,006	0–0,011 0,003
Летучие фенолы	0–0,007 0,002	0–0,002 0,001	0–0,008 0,001	0–0,002 0,001

Табл. 4.6. Геохимическая характеристика донных отложений т(%) в районе Селенгинского мелководья (числитель — предельные значения, знаменатель — среднее значение)

Показатели	1989 г.	1994 г.	2000 г.	2011 г.
Органический азот	0,05–0,34 0,14	0,05–0,43 0,18	0,02–0,26 0,07	0,03–0,29 0,14
Органический углерод	0,13–2,50 0,92	0,06–3,09 0,94	0,03–1,29 0,24	0,24–2,51 1,3
Сульфидная сера	0,001–0,017 0,007	0–0,011 0,002	0,001–0,006 0,002	0,001–0,016 0,005
ЛГУ	0,05–1,46 0,57	0,09–0,52 0,22	0,09–0,62 0,23	0,11–0,74 0,36
ТГУ	0–0,71 0,31	0,06–0,80 0,22	0,04–0,39 0,13	0,12–1,22 0,46
ЛГК	0,07–1,23 0,63	0,33–1,36 0,66	0,70–1,61 0,93	0,52–1,65 1,2
ТГУ+ЛГК/ОВ	20–49 32	14–77 52	45–342 172	27–82 49

вым причинам не состоялись четыре плановые съемки: подледная по донным отложениям и весенняя съемки водной толщи в районе БЦБК, весенняя и осенняя на севере озера в районе трассы БАМ.

В связи с отсутствием в последние 5 лет наблюдений в подледный период сравнение результатов зимних съемок не представляется возможным.

В марте 2011 г. площадь зоны загрязнения в районе комбината, определенная по численности гетеротрофов составила 3,6 км², по численности фитопланктона 10,7 км², по биомассе зоопланктона 20,3 км². Величины площадей зон загрязнения не выходят за пределы среднегодовых значений для перечисленных показателей.

Сравнение результатов съемки в августе 2011 г. было проведено с аналогичным периодом 2008 г., в связи с тем, что в 2010 г. съемка проведена в октябре.

В августе 2011 г. общая численность бактерий в воде озера колебалась от 450 тыс. до 2 млнкл/мл. Максимальные значения этого показателя определялись к западу от места сброса стоков комбината в озеро.

В пределах контролируемого полигона численность гетеротрофных бактерий (показателя загрязнения воды органическим веществом) изменялась от 64 до 2800 кл/мл при среднем значении 407 кл/мл. Площадь зоны загрязнения сточными водами комбината составила 13,4 км², что в 1,3 раза выше, чем в 2008 г. (10,4 км²). Среднее значение численности гетеротрофов в зоне наибольшего влияния стоков комбината равнялось 638 кл/мл, что в 6 раз выше, чем на фоновых участках южного побережья (в сравнении с 2008 г. 793 против 134 кл/мл соответственно).

Фенолоксилирующие бактерии были обнаружены на 34 из 61 обследованной станции, при максимальной численности 102 кл/мл. Угледородородоксилирующие и целлюлозоразрушающие бактерии были определены в пределах всего контролируемого полигона на площади 35 км².

По численности фитопланктона в августе 2011 г. произошло уменьшение площади зоны загрязнения в 3 раза (7,3 км² в 2011 г. против 21,5 км² в 2008 г.) при увеличении численности в ней в 1,4 раза (686 тыс. кл/л — 2011 г., 487 тыс. кл/л — 2008 г.). На фоновых станциях численность фитопланктона была в 2,5 раза ниже, чем в зоне загрязнения.

По зоопланктону зона загрязнения в сравнении с 2008 г. уменьшилась в 2 раза (7,3 км² в 2011 г., 8,0 км² в 2008 г.), биомасса эпишуры в зоне влияния стоков комбината была в 13 раз ниже, чем в незагрязненной части озера (25 мг/м³ против 337 мг/м³).

В исследованный период по визуальным наблюдениям отмечалось интенсивное цветение воды на участке вдоль береговой линии, протяженностью около 800 м, расположенном между р. Солзан и выпуском стоков комбината в озеро. Одной из причин, вызвавших цветение, является попадание в воду повышенного количества биогенных веществ. Здесь же отмечалось увеличение численности гетеротрофов и уменьшение биомассы зоопланктона по сравнению с фоновыми участками.

Зона загрязнения донных отложений располагалась к востоку от места сбросов комбината и ее площадь составила 1,9 км², при численности гетеротрофов в ней в 5,8 раз выше, чем на фоновых участках (70 тыс. кл/г против 12 тыс. кл/г). В сравнении с 2008 г. площадь зоны загрязнения уменьшилась в 1,8 раза, но численность гетеротрофных бактерий в ней осталась на прежнем уровне. Средняя численность углеводов — и фенолоксилирующих бактерий составила соответственно 10 тыс. и 0,7 тыс. л/г вл. ила и осталась на уровне значений 2008 г. Целлюлозоразрушающие бактерии были обнаружены во всех отобранных пробах на контролируемом участке озера.

Средняя численность зообентоса в сравнении с 2008 г. возросла в 2,6 раза, при уменьшении биомассы в 2,3 раза, их средние значения составили 12 мг/м³ и 7779 экз./м³ соответственно. Доминирующее положение по численности и биомассе занимали малощетинковые черви — 75% от общей численности зообентоса соответственно. Величина олигохетного индекса увеличилась от 53% в 2008 г., до 61% в 2011 г., что характеризует исследованный участок дна озера, как загрязненный. Моллюски были обнаружены на 55% отобранных станций, величины их средней численности и биомассы увеличились и были равны 333 экз./м² и 3,5 г/м², в 2008 г. значения этих показателей были 69 экз./м² и 0,7 г/м² соответственно. На исследованном участке дна наиболее часто встречались моллюски видов *Bivalvia*, *Baicalia herderiana*, *Baicalia elata* и *Choanomphalus schrenki*.

Анализ гидробиологических характеристик за 2011 г. свидетельствует о сохранении антропогенной нагрузки в районе выпуска стоков комбината. По-прежнему наблюдается угнетение развития зоопланктона в зоне загрязнения, так как сточные воды комбината оказывают токсикологическое воздействие на данных гидробионтов.

В связи с катастрофическим сокращением гидробиологических наблюдений в последние 15 лет подробный и систематический анализ процессов формирования контролируемых гидробионтов в районе Байкальского ЦБК ста-

новится все сложнее и менее эффективным. Существенным отрицательным фактором становится также *несовпадение сроков* проведения съемок в системе многолетнего контроля.

4.2.5. Состояние воды притоков озера

В 2011 г. гидрохимический контроль проведен на четырех крупных притоках оз. Байкал — реках Селенга, Верхняя Ангара, Баргузин, Турка и 26 малых реках, впадающих в озеро. В 30 контролируемых притоках озера для определения загрязняющих веществ было отобрано 319 проб воды (315 проб в 2010 г.).

Контроль качества воды р. Селенга проведен на участке протяженностью 402 км в 9 створах, от границы с Монголией (п. Наушки) до дельты.

По данным наблюдений 2011 г., в воде реки на российском участке, превышения ПДК загрязняющих веществ были отмечены для величины БПК₅ воды в 15% случаев контроля, летучих фенолов — в 30% случаев, нефтепродуктов — в 7,7% случаев (18% в 2010 г.). В 2010–2011 гг. частота превышения ПДК фенолов сохранялась на одном уровне, частоты нарушения нормы легкоокисляемых веществ и ПДК нефтепродуктов понизились в 2,0 раза в 2011 г. по сравнению с 2010 г.

В многолетнем ряду наблюдений с 2001 г. по 2011 г. устойчивой тенденции к стабилизации и снижению этих показателей загрязненности воды р. Селенга не отмечено (рис. 4.8).

В 2011 г. величину БПК₅ воды, характеризующую качество речной воды по загрязненности легкоокисляемыми органическими веществами, определяли в 143 пробах.

В пограничном створе нарушений нормы

содержания легкоокисляемых органических веществ в 2010 г. и 2011 г. не наблюдали. В створах, расположенных ниже границы до дельты, нарушения нормы фиксировали в 22 пробах воды из 134, отобранных на этом участке, в 16,4% случаев контроля. Диапазон величин БПК₅ воды выше нормы в воде реки ниже пограничного створа составлял 2,05–3,05 мг/л.

В замыкающем створе величины показателя находились в пределах 1,01–2,18 мг/л, максимальное значение наблюдали всего в одной пробе, отобранной в декабре 2011 г. В 2010 г. в 6 пробах из 12, отобранных в замыкающем створе, величина БПК₅ воды достигала 2,04–2,78 мг/л.

Средневзвешенная величина снизилась до 1,50 мг/л в 2011 г. от 1,85 мг/л в 2010 г. Поступление легкоокисляемых органических веществ в озеро через замыкающий створ понизилось в 1,5 раза до 26,3 т в от 39 тыс. т в 2010 г.

В 2011 г. для определения летучих фенолов из реки было отобрано 143 пробы воды. В пограничном створе концентрации летучих фенолов, равные 2 ПДК, наблюдали в 6 из 9 проб воды, отобранных в 2011 г. В створах, расположенных ниже пограничного до дельты, концентрации летучих фенолов, превышающие норму, составляли 2–3 ПДК и были отмечены в 37 пробах воды из 134. Частоты превышения ПДК фенолов в воде по российскому участку реки составляли 30% в 2011 г., сохраняясь на одном уровне. Средневзвешенные концентрации летучих фенолов находились в близких интервалах — 1,6–1,0 мкг/л и 1,5–1,1 мкг/л в 2010 г. и 2011 г., снижались от пограничного створа к дельте. Через замыкающий створ в озеро поступило 23 т летучих фенолов.

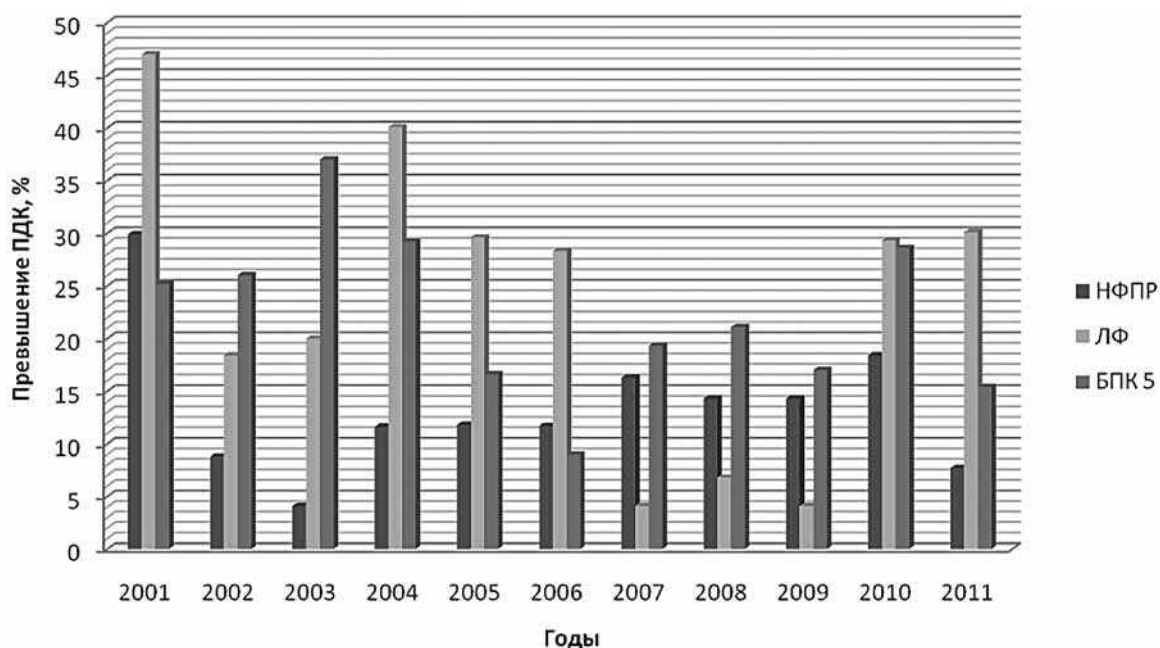


Рис. 4.8. Динамика частоты превышения ПДК загрязняющих веществ в воде р. Селенга в 2001–2011 гг.

В 11 пробах речной воды из 143, отобранных в 2011 г., отмечены концентрации нефтепродуктов, превышающие ПДК. Частота превышения ПДК снизилась до 7,7%.

В пограничном створе концентрация нефтепродуктов, равная 0,07 мг/л, была отмечена только в одной пробе воды, отобранной в феврале 2011 г. Средневзвешенная концентрация снизилась до 0,02 мг/л. В воде реки ниже пограничного створа до дельты превышающие ПДК концентрации нефтепродуктов находились в интервале 0,06–0,11 мг/л. Максимальную концентрацию, равную 2,2 ПДК, наблюдали в пробе воды, отобранной в феврале 2011 г. в створе с. Новоселенгинск. В пробах речной воды, отобранных ниже очистных сооружений г. Улан-Удэ, концентрации нефтепродуктов не превышали 1,6 ПДК. Средневзвешенная концентрация нефтепродуктов изменялась в пределах 0,01–0,02 мг/л, в замыкающем створе составляла 0,02 мг/л.

Для определения смол и асфальтенов из реки отобрано 86 проб воды в 2011 г. В воде реки трудноокисляемые органические вещества обнаружены в 100% случаев контроля в 2011 г. Диапазоны повышенных концентраций смолистых веществ, отмеченных в створах контроля, в 2011 г. составляли 0,014–0,034 мг/л. Максимальные концентрации наблюдали в пробах воды, отобранных в пограничном створе (май 2011 г.), ниже очистных сооружений г. Улан-Удэ в марте. В 9 контрольных створах средневзвешенная концентрация находилась в пределах 0,008–0,012 мг/л в 2011 г. В замыкающем створе значения средневзвешенных концентраций были равны: 0,012 мг/л (2011 г.). Поступления в озеро углеводородов (по сумме нефтепродуктов, смол и асфальтенов) составляли: 0,62 тыс. т в 2011 г. Доли смол и асфальтенов в выносе углеводородов составляли 11%, 32% в 2011 г. Поступления смол и асфальтенов в озеро увеличивались от 0,05 тыс. т 2008 г. до 0,20 тыс. т 2011 г. Тенденция повышения содержания трудноокисляемых смол и асфальтенов в воде реки сохранялась от 2009 г. к 2011 г.

В 2011 г. из реки было отобрано 74 пробы воды для определения СПАВ. В каждой пробе воды, из отобранных в 2011 г., СПАВ присутствовали в концентрации 0,020–0,051 мг/л. Средневзвешенные концентрации в створах наблюдений повысились до 0,009–0,016 мг/л. В замыкающем створе концентрации СПАВ находились в пределах 0,008–0,020 мг/л, средневзвешенная концентрация была равна 0,012 мг/л. Вынос СПАВ в озеро составлял 0,21 тыс. т, повысившись от 0,16 тыс. т (2010 г.) в 1,3 раза.

Контроль содержания жиров в воде реки в 2011 г., как и в предыдущие годы, был проведен в шести створах, расположенных от г. Улан-Удэ

до замыкающего створа включительно. Жиры в концентрации 0,01–0,02 мг/л были обнаружены в 22 пробах воды из 68 отобранных в 2011 г., в 32,0% случаев контроля. В 9 створах средневзвешенные концентрации жиров составляли 0,003–0,009 мг/л. В замыкающем створе средневзвешенная концентрация была равна 0,004 мг/л (уровень 2010 г.). Поступление жиров в озеро через замыкающий створ оценено 0,08 тыс. т и примерно сохранялось на уровне 2010 г. — 0,09 тыс. т.

Контроль содержания фторидов в воде реки проведен в четырех створах — пограничном, створе в 2 км выше г. Улан-Удэ, ниже г. Улан-Удэ (0,5 км ниже сброса сточных вод городских очистных сооружений), в створе ниже разъезда Мостовой (127 км от устья).

В 2010 г. и 2011 г. для определения фторидов отобрано по 30 проб воды.

В 8 пробах воды из 9, отобранных в пограничном створе, были отмечены превышения ПДК фторидов. Концентрации фторидов, превышающие ПДК, находились в интервале 0,87–1,54 мг/л. В пробах воды, отобранных ниже пограничного створа, превышающие ПДК концентрации фторидов изменялись от 0,77 до 1,33 мг/л в 2011 г. В 2011 г. по сравнению с 2010 г. уровень содержания фторидов в речной воде повысился. Об этом свидетельствует повышение средневзвешенных концентраций по створам контроля, расположенным ниже границы, до 0,82–0,86 мг/л (0,52–0,53 мг/л в 2010 г.), повышение частоты превышения ПДК фторидов на контролируемом участке реки от 26,6% до 63%.

С февраля по ноябрь 2011 г. в четырех контрольных створах, указанных выше, было отобрано 30 проб воды для определения соединений ртути. Ни в одной из этих проб воды соединения ртути отмечены не были.

В 2011 г. сохранялся регламент контроля содержания соединений хрома, никеля, алюминия и марганца в воде реки. Пробы воды были отобраны в пограничном створе, в створах, расположенных выше и ниже г. Улан-Удэ, ниже разъезда Мостовой и в замыкающем створе.

Для определения шестивалентного хрома отобрано по 35 проб речной воды в 2010 г. и 2011 г. Частота присутствия ионов хрома в речной воде повысилась до 89%. Обнаруженные концентрации сохранялись в близких интервалах: 0,1–4,0 мкг/л (в 31 пробе из 35) в 2011 г. и 0,1–4,6 мкг/л (в 29 пробах из 35) в 2010 г. В 2011 г. максимальная концентрация шестивалентного хрома — 4,0 мкг/л отмечена в пограничном створе, в замыкающем створе концентрации не превышали 2,1 мкг/л.

В 2011 г. по сравнению с 2010 г. наблюдали

снижение содержания соединений никеля в воде реки. В концентрациях 0,2–1,9 мкг/л эти вещества обнаружены в 17 пробах из 36, отобранных в 2011 г., в 50% случаев. Максимальные концентрации снизились до 0,2–1,9 мкг/л в 2011 г. от 2,3–4,6 мкг/л в 2010 г. В замыкающем створе соединения никеля в концентрации 0,3 мкг/л были обнаружены только в одной пробе (из 7), отобранной в феврале 2011 г.

В 2010 г. и 2011 г. для определения соединений алюминия и марганца из реки было отобрано по 35 проб воды.

В 2011 г. в 7 пробах, отобранных в пограничном створе, соединения алюминия находились в концентрациях 11–111 мкг/л, среднегодовая концентрация повысилась в 2 раза — до 67 мкг/л, в 5 пробах наблюдали концентрации, равные 1,6–2,8 ПДК. В 21 пробе воды, отобранной в пункте г. Улан-Удэ (3 створа) концентрации соединений алюминия наблюдали в пределах 1–27 мкг/л, превышения ПДК не отмечены. В замыкающем створе в 2 пробах воды (из 7) наблюдали концентрации до 1,4–1,5 ПДК, среднегодовая концентрация была равна 31 мкг/л, что в 2,2 раза ниже по сравнению с пограничным створом.

В 2011 г. по сравнению с 2010 г. в воде р. Селенга повысилось содержание соединений марганца. В пограничном створе предельные концентрации повысились до 60–171 мкг/л в 2011 г., среднегодовая концентрация возросла до 96 мкг/л. В пробах воды, отобранных из реки в пункте г. Улан-Удэ, концентрации находились в интервале 30–117 мкг/л. В замыкающем створе предельные концентрации изменялись в интервале 35–128 мкг/л, среднегодовая концентрация возросла до 86 мкг/л.

В 2011 г. в 9 створах р. Селенга было отобрано по 95 проб воды для определения соединений меди, цинка, свинца и кадмия.

Соединения меди в пробах воды присутствовали в концентрациях 0,5–6,8 мкг/л. Максимальная концентрация — 6,8 мкг/л отмечена в ноябре 2011 г. (при пониженном водном стоке) в пограничном створе.

Соединения цинка в концентрациях 6,4–14,6 мкг/л наблюдали в каждой пробе из 95 отобранных. Максимальные концентрации соединений цинка, отмеченные в створах наблюдений, снизились до 11,0–14,6 мкг/л. Концентрации соединений цинка в пробах воды, отобранных в замыкающем створе, находились в интервале 7,4–11,3 мкг/л, средневзвешенная концентрация была равна 10 мкг/л.

Соединения свинца в концентрациях 0,1–4,1 мкг/л обнаружены в 92 пробах воды из 95. Максимальная концентрация — 4,1 мкг/л отмечена в створе ниже очистных сооружений

г. Улан-Удэ в апреле 2011 г. В пробах, отобранных в замыкающем створе, концентрации находились в пределах 0–0,9 мкг/л, средневзвешенная концентрация понизилась в два раза — до 0,7 мкг/л от 1,4 мкг/л в 2010 г.

В одной из 95 проб воды, отобранной в декабре 2011 г. в створе с. Новоселенгинск, были обнаружены соединения кадмия в концентрации 0,7 мкг/л.

В 2011 г. концентрации нитритного азота, превышающие ПДК, находились в интервале 0,024–0,057 мг/л, их наблюдали в 6 из 76 отобранных проб воды. В холодный период года (в феврале и ноябре) концентрация нитритного азота достигала 1,7 ПДК в створе, расположенном ниже городских очистных сооружений г. Улан-Удэ, и 1,5 ПДК в створе ниже разъезда Мостовой. В створе в 0,8 км ниже сброса сточных вод п. Селенгинск были отмечены концентрации 2,2–2,8 ПДК в ноябре и декабре 2011 г. В пробах, отобранных в створе с. Мурзино, максимальная концентрация была равна 0,011 мг/л в ноябре 2011 г.

В 2011 г. через замыкающий створ р. Селенга в озеро поступило: 26,3 тыс. т легкоокисляемых органических веществ, нефтепродуктов — 0,42 тыс. т, смол и асфальтенов — 0,20 тыс. т, СПАВ — 0,21 тыс. т, летучих фенолов — 23 т, соединений меди — 28 т, соединений цинка — 178 т, соединений свинца — 12 т, вынос соединений кадмия не выявлен. Поступление взвешенных веществ оценено в 0,70 млн т.

По сравнению с 2010 г. в 2011 г. поступления от главного притока в озеро легкоокисляемых органических веществ и нефтепродуктов снизились примерно в 1,5 раза. Поступления в озеро смол, асфальтенов и летучих фенолов, соединений цинка, взвешенных веществ в 2011 г. почти сохранялись на уровне 2010 г., поступление соединений меди снизилось в 1,5 раза, соединений свинца — в 2,4 раза в 2011 г. по сравнению с 2010 г.

В 2011 г. из р. Баргузин на участке от створа с. Могойто до устья для определения соединений металлов было отобрано 22 пробы воды. Соединения меди, цинка, свинца присутствовали в каждой отобранной пробе.

Предельные концентрации составляли: соединений меди 0,08–2,7 мкг/л, соединений цинка 6,5–15,5 мкг/л, соединений свинца 0,3–1,7 мкг/л.

В ноябре 2011 г. при пониженном водном стоке в холодный период в пробах речной воды отмечены максимальные концентрации, равные 2,7 мкг/л для соединений меди и 15,4–15,5 мкг/л для соединений цинка. Максимальную концентрацию соединений свинца — 1,7 мкг/л наблюдали в мае 2011 г. В 2011 г. по

сравнению с 2010 г. отмечено снижение максимальной концентрации соединений меди в 2,0 раза, соединений свинца — 3 раза.

В р. Турка для определения соединений металлов было отобрано 9 проб воды, в каждой из которых присутствовали соединения меди, цинка и свинца. Предельные концентрации составляли: соединений меди 0,7–2,9 мкг/л, соединений цинка — 5,0–10,8 мкг/л, соединений свинца 0,2–1,2 мкг/л. Отмечено снижение в 2,4 раза максимальной концентрации соединений цинка — до 10,8 мкг/л (ноябрь 2011 г.) от 26 мкг/л (апрель 2010 г.).

Соединения кадмия в пробах воды, отобранных из рек Баргузин и Турка в 2011 г., обнаружены не были.

Определения содержания соединений металлов выполнены в 12 пробах воды р. Верхняя Ангара и 18 пробах воды р. Тья. В каждой пробе воды, отобранной в реках в 2011 г., присутствовали соединения меди и цинка. В пробах воды р. В. Ангара предельные концентрации составляли: соединений меди 0,6–4,7 мкг/л, соединений цинка 7,2–13 мкг/л. В пробах воды р. Тья концентрации находились в пределах: соединений меди 0,4–5,7 мкг/л, соединений цинка 5,3–12,3 мкг/л. Максимальные концентрации соединений меди 4,7–5,7 мкг/л наблюдали в пробах воды, отобранных из двух северных рек в мае-июне 2011 г. при повышении водном стока. Максимальные концентрации соединений цинка достигали 12,5–13 мкг/л в воде р. В. Ангара (июнь 2011 г.). В пробах воды р. Тья, отобранных в марте, июне-сентябре 2011 г., отмечены концентрации равные 12,3 мкг/л. В концентрации 0,3–2,0 мкг/л в воде северных рек присутствовали соединения свинца. В воде р. Тья в створе ниже поступления сточных вод г. Северобайкальск отмечено существенное снижение максимальной концентрации соединений свинца до 1,2 мкг/л в мае 2011 г. от 7,8 мкг/л в мае 2010 г.

В 2011 г. в пяти пробах воды из 12, отобранных в р. В. Ангара, были отмечены соединения кадмия в концентрации 0,1–0,7 мкг/л, в концентрации 0,3–0,5 мкг/л эти вещества наблюдали в 4 пробах (из 18) воды р. Тья. Повышенные до 0,7–0,5 мкг/л концентрации были отмечены в воде рек в сентябре и октябре 2011 г.

В 2010 г. и 2011 г. в северных реках В. Ангара, Тья и крупном притоке среднего Байкала, р. Баргузин, не фиксировали нарушений нормы содержания легкоокисляемыми органическими веществами. В пробах, отобранных из указанных рек в 2011 г., величины БПК₅ воды не превышали 1,44 мг/л, в р. В. Ангара, 1,51 мг/л в р. Тья и 1,13 мг/л — в р. Баргузин.

В замыкающем створе р. Турка — с. Собо-

лиха загрязненность воды легкоокисляемыми органическими веществами, отмеченная по результатам контроля 2010 г., сохранялась в 2011 г. Нарушения нормы величины БПК₅ воды наблюдали в 6 пробах из 9. В апреле и мае 2011 г. в пробах воды значения показателя достигали 2,79 мг/л и 2,59 мг/л, соответственно. В летний период, в июне-июле, величины БПК₅ воды были несколько ниже — 2,36 мг/л (июнь) и 2,44 мг/л (июль). Средневзвешенное значение повысилось от 1,97 мг/л в 2010 г. до 2,16 мг/л.

В воде р. Баргузин летучие фенолы в концентрациях 2-3 ПДК наблюдали в 8 пробах воды из 22 отобранных и чаще всего с февраля по май в 2011 г. Средневзвешенная концентрация в замыкающем створе была равна 1,0 мкг/л.

В воде р. Турка летучие фенолы в концентрации 2 ПДК были отмечены всего в 2 пробах воды из 9 в 2011 г. Средневзвешенная концентрация в замыкающем створе была равна 1,2 мкг/л.

Частоты превышения ПДК фенолов в воде двух притоков среднего Байкала, обобщенные в многолетнем ряду наблюдений с 2001 г. по 2010 г., составляли 19,5% (р. Баргузин) и 17,2% (р. Турка). В 2011 г., в сравнении с многолетними данными, превышение ПДК фенолов достигало 36,4% в р. Баргузин и соответствовало 22,2% в р. Турка.

В пробах воды р. В. Ангара превышения ПДК фенолов были отмечены в 3 случаях контроля из 12. В замыкающем створе реки повышенные до 2 ПДК концентрации наблюдали в феврале, до 3 ПДК — в мае 2011 г., с июня по ноябрь превышения ПДК отмечены не были.

В пробах воды р. Тья превышения ПДК фенолов отмечены в 4 случаях контроля из 18. В 2011 г. в воде реки чаще всего максимальные концентрации — 2 ПДК наблюдали в февралемарте, в створе ниже г. Северобайкальск концентрация 2 ПДК была отмечена и в мае.

В замыкающих створах двух северных рек средневзвешенные концентрации летучих фенолов находились на одном уровне, составляя 1,0 мкг/л в 2011 г. (1,3 мкг/л в 2010 г.).

Частоты превышения ПДК фенолов в многолетнем ряду наблюдений составляли 17,5% (р. В. Ангара) и 17,8% (р. Тья). В 2011 г. превышения ПДК фенолов были несколько выше, составляя 25% в р. В. Ангара и 22% в р. Тья.

В пробах воды р. Баргузин превышения ПДК нефтепродуктов были отмечены в 5 из 22 случаев контроля 2011 г. В пробе воды, отобранной в июле 2011 г. в створе с. Могойто (226 км от устья) наблюдали максимальную концентрацию — 1,8 ПДК. В замыкающем створе (56 км от устья) нефтепродукты в концентрации 1,2 ПДК и 1,4 ПДК наблюдали, соответственно, в феврале и июле 2011 г. Средневзвешенная концентра-

ция снизилась до 0,02 мг/л в 2011 г. от 0,03 мг/л в 2010 г.

В воде р. Турка превышения ПДК нефтепродуктов были отмечены в 3 пробах из 9, отобранных в 2011 г., максимальную концентрацию — 2,2 ПДК наблюдали в апреле 2011 г. Средневзвешенная концентрация повысилась до 0,04 мг/л в 2011 г. от 0,02 мг/л в 2010 г.

По сравнению с многолетними данными частота превышения ПДК нефтепродуктов в воде р. Баргузин снизилась от 44,0% до 23,0% (2011 г.), в воде р. Турка повысилась от 23,0% в 2001–2010 г.г. до 33,0% в 2011 г.

В пробах воды р. В. Ангара превышения ПДК нефтепродуктов наблюдали в 3 пробах из 12, отобранных в 2011 г. В створе с. Уоян (192 км от устья) отмечено снижение максимальной концентрации до 1,4 ПДК (июнь 2011 г.) от 3,8 ПДК в марте 2010 г. В замыкающем створе реки (31 км от устья) в холодный период 2011 г. наблюдали снижение концентрации нефтепродуктов до 2,2 ПДК в феврале от 3 ПДК в январе 2010 г., в июне 2011 г., при нарастании расходов воды, отмечена концентрация, равная 1,2 ПДК. Средневзвешенная концентрация была на уровне 2010 г. — 0,03 мг/л.

В 2 пробах воды р. Тья из 18, отобранных выше и ниже г. Северобайкальск, наблюдали превышения ПДК нефтепродуктов. Концентрации нефтепродуктов 1,2–1,4 ПДК, были отмечены в воде реки только в пробах, отобранных в феврале 2011 г. Средневзвешенная концентрация понизилась до 0,02 мг/л от 0,05 мг/л в 2010 г.

По сравнению с многолетними данными частота превышения ПДК нефтепродуктов в воде р. В. Ангара понизилась от 36,0% в 2001–2010 г. до 25% в 2011 г., в воде р. Тья — от 33,0% в 2001–2010 г.г. до 11,1% в 2011 г.

Гидрохимический контроль малых рек бассейна, впадающих в озеро, проведен на притоках южного Байкала (реки Култучная, Похабиха, Слюдянка, Безымянная, Утулик, Харлахта, Солзан, Большая Осиновка, Хара-Мурин, Снежная, Выдриная, Переемная, Мишиха, Мантуриха, Мысовка, Большая Речка, Голоустная, Бугульдейка), притоках среднего Байкала (реки Кика, Большая Сухая, Максимиха, Анга, Сарма). В 2011 г. из 18 перечисленных выше южных рек было отобрано 89 проб воды. В 5 контролируемых малых притоках среднего Байкала отобрано 19 проб. В устьях северных притоков озера, реках Рель, Томпуда, Кичера пробы не отбирали, из рек Холодная (приток р. Кичера) и Давша было отобрано 7 проб воды. Всего из 25 малых притоков озера в 2011 г. было отобрано 115 проб воды. Информация, характеризующая в 2011 г. р. Тья, малый северный приток озера, по содержанию в воде загрязняющих веществ изложена выше.

В 2011 г. Иркутским УГМС проведен контроль содержания соединений меди и цинка в воде малых рек Утулик, Хара-Мурин, Снежная, Выдриная, Мысовка, Мантуриха, Большая Сухая, Голоустная, Бугульдейка, Анга, Сарма. Определения соединений металлов были выполнены в 48 пробах воды, отобранных в 11 перечисленных притоках.

По данным контроля в 2011 г., в воде рек Большая Сухая, Анга, Сарма (средний Байкал) соединения меди были обнаружены в концентрациях 0,7–6,6 мкг/л в 9 из 11 отобранных проб. Максимальная концентрация — 6,6 мкг/л отмечена в воде р. Анга в июне 2011 г. В пробах воды р. Анга соединения цинка в 2010–2011 г. не определяли. В воде рек Сарма и Большая Сухая соединения цинка отмечены в интервале 0,6–11,1 мкг/л. Максимальная концентрация — 11,1 мкг/л отмечена в р. Большая Сухая в мае 2011 г., повышенную до 7,8 мкг/л концентрацию наблюдали в р. Сарма в августе 2011 г.

В 2011 г. для определения соединений меди и соединений цинка в 8 южных притоках было отобрано 37 проб воды. Соединения меди наблюдали в концентрациях 0,2–7,3 мкг/л в 23 пробах воды. Максимальные концентрации — 7,3 мкг/л были отмечены в реках Утулик и Мантуриха в мае 2011 г. В концентрациях 0,1–4,8 мкг/л соединения цинка присутствовали в 18 пробах воды из 37, отобранных в 2011 г.

В 2011 г. для определения соединений ртути в реках Голоустная, Бугульдейка, Сарма было отобрано по 4 пробы из каждой реки, из р. Анга — 3 пробы, всего 15 проб воды. В 10 пробах из 15 концентрации достигали 0,010 мкг/л (ПДК), превышения нормы отмечены не были. В 2010 г. концентрации, равные 2 ПДК, наблюдали в воде р. Бугульдейка в мае и августе, в р. Сарма — в августе.

Контроль содержания соединений меди, цинка, свинца и кадмия в реках Холодная (4 пробы), Давша (3 пробы), Кика (4 пробы), Максимиха (4 пробы), Большая Речка (7 проб) проведен ФГБУ «Бурятский ЦГМС». Для определения соединений металлов из перечисленных рек было отобрано 22 пробы воды.

Концентрации соединений меди, обнаруженные в воде рек, находились в пределах: 0,6–2,2 мкг/л в северных реках, 1,0–2,6 мкг/л в реках Кика и Максимиха (средняя часть бассейна), 0,6–2,0 мкг/л в южном притоке р. Большая Речка. В пробах воды, отобранных в 2010 г., повышенные концентрации соединений меди достигали 5,5 мкг/л (северные реки), 3,5–5,1 мкг/л (реки средней части бассейна). В р. Большая Речка наблюдали снижение максимальной концентрации до 2,1 мкг/л (8,5 мкг/л в 2010 г.).

Концентрации соединений цинка, обнаруженные в воде северных рек находились в пределах 5,4–11,6 мкг/л, в воде рек средней части бассейна — 3,7–12,5 мкг/л в воде южного притока — 7,6–12,9 мкг/л. В 2011 г. наблюдали снижение максимальных концентраций соединений цинка в воде изученных рек до 11,6–12,9 мкг/л от 13–16 мкг/л.

В 2011 г. и 2010 г. обнаруженные в пробах воды рек концентрации соединений свинца сохранялись почти на одном уровне. Предельные значения их составляли 0,2–2,7 мкг/л (0,4–3,2 мкг/л в 2010 г.) в северных реках, 0,2–5,5 мкг/л (0,4–6,4 мкг/л в 2010 г.) в притоках среднего Байкала, 0,3–4,6 мкг/л (0,9–3,1 мкг/л в 2010 г.) в южной речке.

Соединения кадмия в концентрации 0,3 мкг/л наблюдали в одной пробе, отобранной в р. Холодная в августе 2010 г. В пробах воды рек Давша, Кика, Максимиха, Большая Речка соединения кадмия отмечены не были.

В 2011 г. величину БПК₅ воды определяли в 115 пробах. Нарушения нормы содержания легкоокисляемых органических веществ были отмечены в одном притоке среднего Байкала (р. Сарма) и двух притоках южного Байкала (р.р. Голоустная и Большая Речка). Величины БПК₅ воды, превышающие норму, составляли: 2,15 мг/л в р. Сарма (апрель 2011 г.), 2,27 мг/л в р. Голоустная (май 2011 г.). В 5 (из 7) пробах воды, отобранных в р. Большая Речка в апреле, мае, июне, октябре и декабре 2011 г., величины показателя выше нормы находились в интервале 2,07–2,73 мг/л. Максимальная величина БПК₅ воды, определенная в р. Большая Речка, снизилась до 2,73 мг/л (декабрь 2011 г.) от 2,88 мг/л (октябрь 2010 г.).

В 2011 г. в воде рек, впадающих в озеро по западному берегу (Голоустная, Бугульдейка, Анга, Сарма), р. Кика (средний Байкал) и р. Давша (северный Байкал) превышения ПДК фенолов не наблюдали. Загрязненность летучими фенолами отмечена в воде 19 рек.

В одной (из 4) пробе воды р. Холодная, отобранной в марте 2011 г., концентрация летучих фенолов достигала 2 ПДК. В средней части озера превышения ПДК были отмечены в воде 2 малых притоков только в мае 2011 г. В одной (из 4) пробе, отобранной в мае в р. Максимиха, концентрация была равна 3 ПДК. В воде р. Большая Сухая концентрация достигала 5 ПДК в одной (из 4) пробе, также отобранной в мае 2011 г. Частота превышения ПДК фенолов в воде малых притоков среднего Байкала снизилась до 10,5% в 2011 г. от 32,0% в 2010 г.

Для определения летучих фенолов из южных рек Култучная, Похабиха, Слюдянка, Безымянная, Утулик, Харлахта, Солзан, Большая Оси-

новка, Хара-Мурин, Снежная, Выдриная, Переменная, Мишиха, Мантуриха, Мысовка, Большая Речка (16 рек восточного побережья озера) в 2011 г. отобрана 81 проба воды. Максимальную концентрацию, равную 4 ПДК, наблюдали в воде р. Переменная в июне 2011 г. В остальных случаях концентрации фенолов выше нормы в воде перечисленных 16 рек составляли 2–3 ПДК в 2011 г.

Частота превышения ПДК фенолов в воде указанной группы 16 южных рек возросла от 42,3% в 2008 г. до 52% в 2011 г.

В 2011 г. превышения ПДК нефтепродуктов наблюдали в воде 2 малых притоков озера. В одной (из 3) пробе воды р. Давша, отобранной в июле 2011 г., концентрация нефтепродуктов была равна 1,2 ПДК. Максимальная концентрация, отмеченная в воде р. Максимиха, снизилась до 1,2 ПДК (март 2011 г.) от 3,4 ПДК (март 2010 г.). Превышения ПДК нефтепродуктов в воде рек, впадающих в озеро по западному берегу (Голоустная, Бугульдейка, Анга, Сарма), в 16 южных реках восточного побережья, в реках Кика, Большая Сухая (средний Байкал) и малом северном притоке р. Холодная в 2011 г. отмечены не были.

Обобщая представленную гидрохимическую информацию о состоянии качества воды 30 притоков оз. Байкал в 2011 г., следует отметить:

- качество воды главного притока озера, р. Селенга, улучшилось по таким показателям, как величина БПК₅ воды и нефтепродукты. Частота превышения нормы содержания легкоокисляемых органических веществ снизилась до 15,4% (29,0% в 2010 г.), частота превышения ПДК нефтепродуктов снизилась в еще большей мере — до 7,7% (18% в 2010 г.). Поступление с водным стоком реки в озеро легкоокисляемых органических веществ снизилось в 1,5 раза — до 26,3 тыс. т (39 тыс. т в 2010 г.), поступление нефтепродуктов снизилось в 1,4 раза — до 0,42 тыс. т (0,60 тыс. т — в 2010 г.). Поступление трудноокисляемых смол и асфальтенов оценено в 0,20 тыс. т (уровень 2010 г. — 0,19 тыс. т). На уровне 2010 г. сохранилась загрязненность воды р. Селенга летучими фенолами: частоты превышения ПДК фенолов составляли 29,0% в 2010 г. и 30,0% в 2011 г. Поступление летучих фенолов в озеро составляло 25 т в 2010 г. и 23 т в 2011 г.;

- в воде рек Баргузин, Верхняя Ангара, нарушения нормы по величине БПК₅ воды не наблюдали, загрязнение воды р. Турка легкоокисляемыми органическими веществами сохранялось, частоты превышения нормы составляли 67,0% в 2010 г. и 2011 г.;

- отмечено заметное снижение загрязненности нефтепродуктами воды малых северных

рек, частота превышения ПДК нефтепродуктов снизилась до 12% (32% в 2010 г.), уровень максимальных концентраций нефтепродуктов в воде 4 северных притоков озера снизился до 1,2–2,2 ПДК (2,2–6,2 ПДК в 2010 г.). По средней части бассейна отмечено снижение максимальных концентраций нефтепродуктов в два раза — до 1,8 ПДК в воде р. Баргузин и почти в три раза — до 1,2 ПДК в р. Максимиха. Частота превышения ПДК нефтепродуктов в воде изученных 7 притоков среднего Байкала составляла 18%, почти сохраняясь на одном уровне. В 2011 г. превышения ПДК нефтепродуктов не были отмечены в воде рек, впадающих в озеро по западному берегу (Голоустная, Бугульдейка, Анга, Сарма) и в южных реках восточного побережья озера;

- частота превышения ПДК фенолов в воде 4 северных рек снизилась от 32,4% в 2010 г. до 22%, в воде 7 притоков среднего Байкала — от 28% в 2010 г. до 24%;

- частота превышения ПДК фенолов в воде 16 малых южных рек, впадающих в озеро по восточному берегу, составляла 42,3% в 2008 г., 41,5% — в 2009 г., 45,4% — в 2010 г., 52,0% — в 2011 г., что свидетельствует об ухудшении качества воды по показателю летучие фенолы, сформировавшемся в течение четырех лет.

4.2.6. Хлорорганические пестициды и тяжёлые металлы в речных водах северного макросклона хр. Хамар-Дабан на южном побережье озера Байкал

Оценка загрязнения оз. Байкал (Южный Байкал) и его притоков хлорорганическими пестицидами и тяжёлыми металлами проведена по результатам экспедиционных обследований ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» в 2011 г. (рис. 4.9, 4.10).

Исследованы стойкие хлорорганические пестициды: ДДТ, его метаболит ДДЕ и ДДД, α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ.

Анализ полученных данных (табл. 4.7) показал, что в исследованных притоках Южного Байкала: рр. Утулик (Т. 1в), Солзан (Т. 2в, рис. 4.9), Осиновка (Т. 3в), Переемная (Т. 4в, рис. 4.10), были обнаружены преимущественно ДДТ и γ -ГХЦГ. Содержание ДДД, ДДЕ и α -ГХЦГ в пробах было, как правило, ниже предела обнаружения.

В поверхностных водах озера Байкал над выпуском сточных вод БЦБК (Т. 6в, рис. 4.9) концентрация ДДТ была соизмерима с его содержанием в вышеупомянутых реках, но существенно выше его содержания в фоновой акватории озера Байкал (Т. 7в, рис. 4.9).



Рис. 4.9. Точки отбора проб в районе г. Байкальск в 2011 г.



Рис. 4.10. Точки отбора проб в районе Байкальского заповедника в 2011 г.

Табл. 4.7. Содержание хлорорганических пестицидов в природных водах центральной экологической зоны (Южный Байкал и его притоки) Байкальской природной территории

Хлорорганические пестициды, нг/л	Точки отбора проб						ПДК _{р.х.}
	Т. 1в	Т. 2в	Т. 3в	Т. 4в	Т. 6в	Т. 7в	
ДДТ	119,1	217,6	201,4	261,7	231,6	8,0	10
ДДЕ						2,3	
γ-ГХЦГ	55,3	16,5	15,8	28,0	68,7	55,8	10

Табл. 4.8. Содержание тяжёлых металлов в природных водах центральной экологической зоны (Южный Байкал и притоки) Байкальской природной территории

Тяжёлые металлы, мкг/дм ³	Точки отбора проб							ПДК _{р.х.}
	Т 1в	Т 2в	Т 3в	Т 4в	Т 5в	Т 6в	Т 7в	
Ртуть Hg	0,01	0,01	0,02	0,02	0,02	0,02	0,05	0,01
Свинец Pb	0,65	0,43	4,90	1,90	13,00	0,42	0,74	6
Кадмий Cd	0,14	0,09	3,10	0,65	3,20	0,55	0,45	5
Медь Cu	1,50	1,60	2,00	1,00	1,10	1,30	0,76	1

Представленные в табл. 4.7 значения концентрации хлорорганических пестицидов существенно ниже общехозяйственных значений предельнодопустимых концентраций (ПДК_{о.х.}), но превышают требования рыбохозяйственных нормативов (ПДК_{р.х.}).

Содержание изучавшихся *тяжелых металлов* (табл. 4.8) в притоках и акватории оз. Байкал

в целом низкое. Диапазон изменения значений концентраций, как правило, не существенный и не превышает значений ПДК_{о.х.}, хотя в отдельных случаях превышает значения рыбохозяйственных нормативов ПДК_{р.х.}. Количественные показатели по содержанию тяжелых металлов находятся в пределах природных колебаний ПДК_{р.х.}.

4.3. Состояние отдельных компонентов планктона экосистемы открытой и юго-восточной части Балтийского моря

В 2011 году гидробиологические исследования включали изучение состояния бактериопланктона (углеводородоокисляющие микроорганизмы) и мезозoopланктона (видовой состав, численность, биомасса).

Ниже (рис. 4.11) представлена карта расположения многолетних станций экологического мониторинга в юго-восточной части Балтийского моря.

4.3.1. Развитие нефтеокисляющих микроорганизмов

Наиболее вероятная средняя численность (НВЧ) нефтеокисляющих микроорганизмов (НМ) в исследуемом районе варьировала от 10 до 10^4 кл/мл. Максимальные значения НВЧ НМ были определены в восточной прибрежной части райо-

на, где достигали концентрации 10^4 кл/мл на всех исследованных горизонтах водного столба (табл. 4.9, рис. 4.13, 4.15).

Относительно высокие уровни НВЧ НМ — 10^4 кл/мл также были отмечены на придонных горизонтах в районе нефтяной платформы и нефтепровода (станции 9L и 18). Минимальные значения НВЧ НМ — 10 кл/мл — были определены на отдельных горизонтах более глубоководных станций и в районе м. Таран. Наиболее низким — 10^2 кл/мл — развитие индикаторных микроорганизмов, как и в предыдущий год, оказалось в глубоководной части района. В целом, не отмечено ни одного случая отсутствия в пробах признаков деградации нефти, что свидетельствовало о повсеместном распространении микроорганизмов этой физиологической группы.

Средняя температура поверхностного слоя в

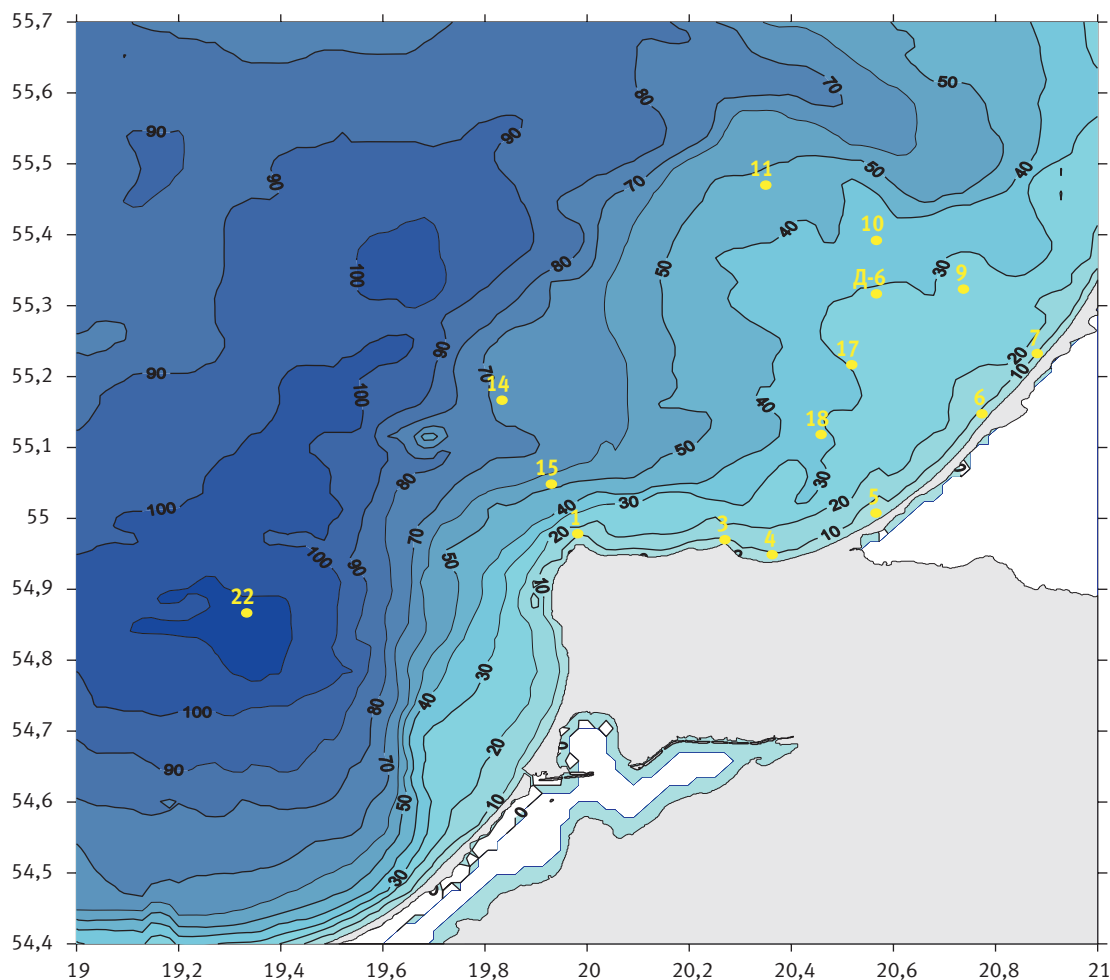


Рис. 4.11. Расположение станций экологического мониторинга ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть» в юго-восточной части Балтийского моря в 2003–2011 гг.

Табл. 4.9. Средняя численность нефтеокисляющих микроорганизмов (N, кл/мл) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

Станция	Глубина, м	N, кл/мл	Станция	Глубина, м	N, кл/мл
1	0	1000	16	0	100
	17	10		23	100
3	0	1000		46	10
	12	1000	17	0	100
4	0	1000		10	1000
	8	100		27	1000
5	0	100	18	0	1000
	10	1000		15	100
6	0	10000		29	10000
	9	10000	22	0	100
7	0	10000		10	100
	9	10000		30	100
9	0	1000		50	100
	10	1000		107	100
	26	100	23	0	100
Д-6	0	1000		11	100
	10	1000		30	100
	27	10000		48	1000
11	0	1000			
	15	1000			
	44	100			

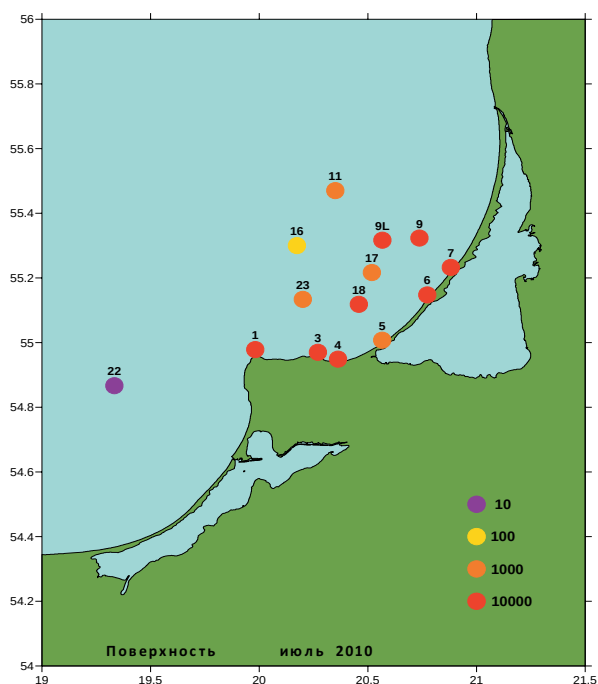


Рис. 4.12. НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) на поверхностных горизонтах в июле 2010 г. (Примечание: здесь и далее станция Д6 обозначена 9L)

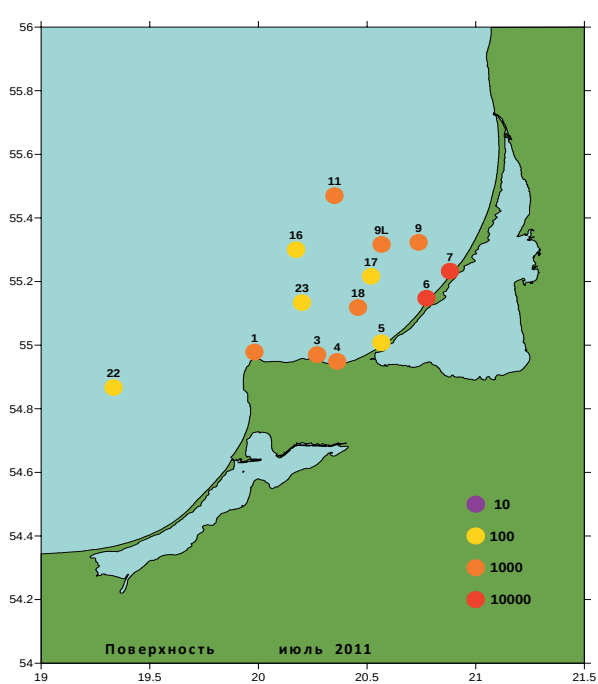


Рис. 4.13. НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) на поверхностных горизонтах в июле 2011 г.

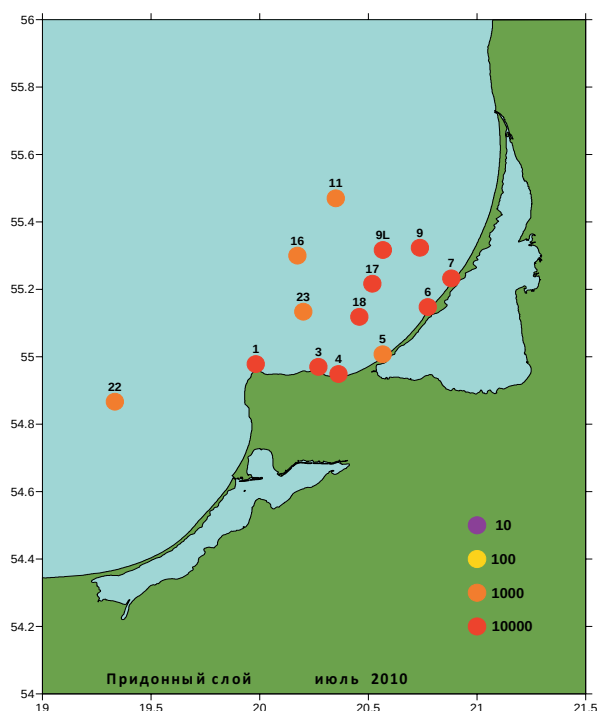


Рис. 4.14. НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) на придонных горизонтах в июле 2010 г.

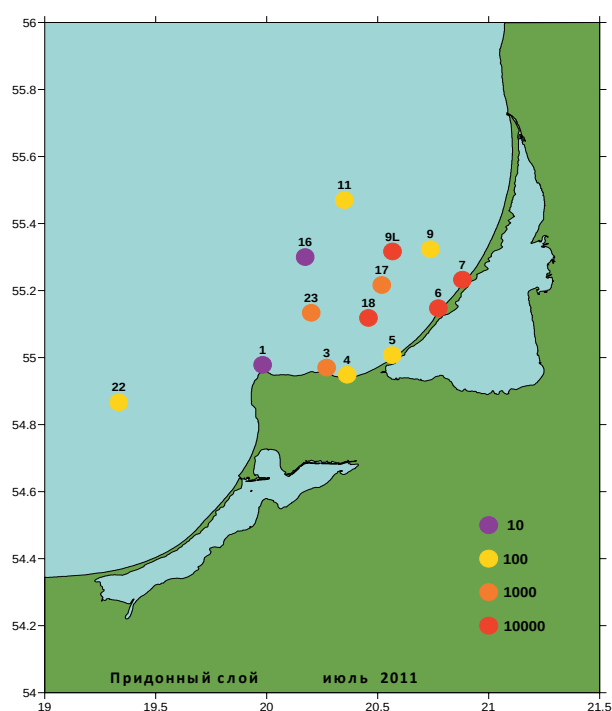


Рис. 4.15. НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) на придонных горизонтах в июле 2011 г.

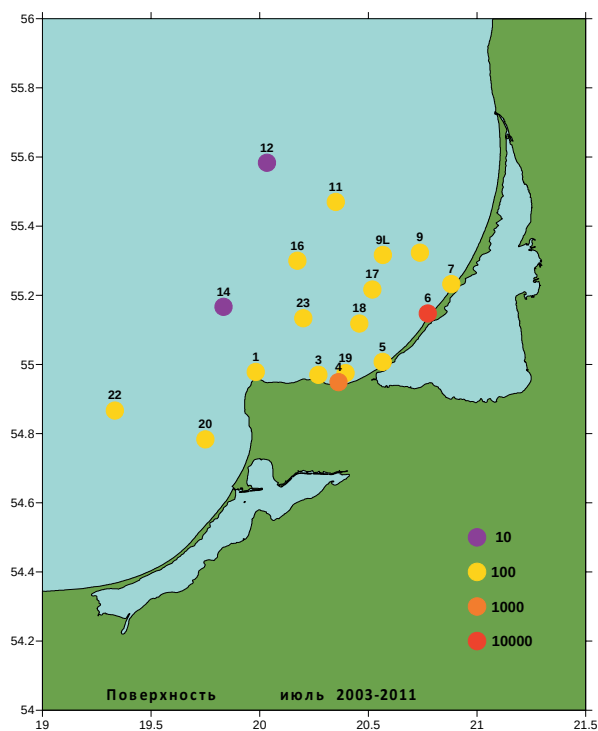


Рис. 4.16. Средние значения НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) на поверхностных горизонтах станций мониторинга в июле 2003–2011 гг.

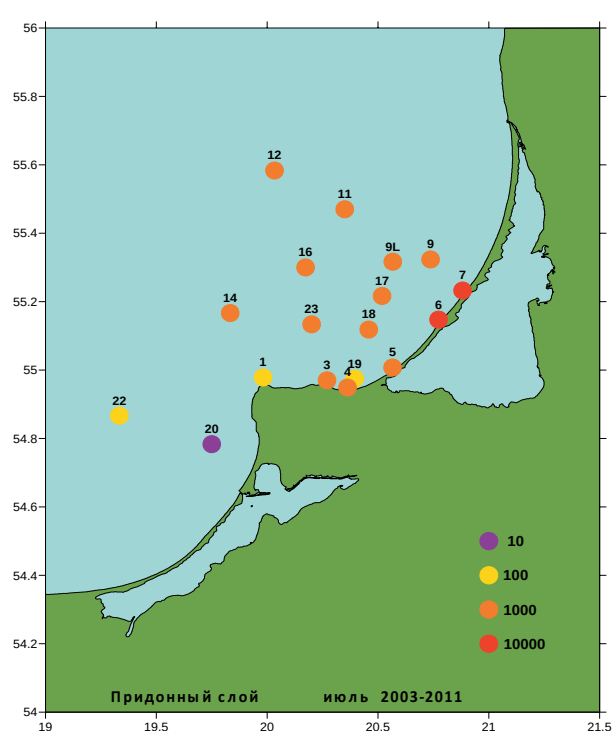


Рис. 4.17. Средние значения НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов (кл/мл) на придонных горизонтах станций мониторинга в июле 2003–2011 гг.

районе исследований в июле 2011 г. составляла 17,9 °С, максимальная — 18,2 °С; в июле 2010 г. эти значения равнялись соответственно 21,3 °С и 25,7 °С. По сравнению с аномально теплым предыдущим летним периодом, в условиях холодного лета 2011 г. НВЧ НМ значительно, на три порядка, уменьшилась на станциях 1, 4, 16 и 22 (рис. 4.12–4.15). В среднем на два порядка сократилась численность этой группы на станциях 3, 5, 9 и 11 и уменьшилась на порядок на станциях 9L, 17 и 23. В то же время, на прибрежных станциях в районе Куршской косы концентрация НВЧ НМ не изменилась, а поверхностном горизонте станции 22 увеличилась в 10 раз, по сравнению с 2010 г., что, возможно, свидетельствует о наибольшем загрязнении этих вод.

При сопоставлении многолетних данных (2003–2011 гг.) уровни НВЧ НМ в водах района в целом были близки значениям, характерным для холодных летних периодов 2006 и 2007 гг. НВЧ НМ в поверхностных водах в июле 2011 г. оказалась выше или оставалась на уровне средних многолетних значений (рис. 4.13, 4.16). На придонных горизонтах НВЧ НМ была ниже или на уровне долговременных наблюдений, за исключением придонных вод станций 9L и 18 (рис. 4.15, 4.17).

Таким образом, установлено, что в водах исследуемого района распространение НМ в летний период оставалось повсеместным. Показано, что уровень численности этой физиологической группы микроорганизмов определялся температурными условиями и в 2011 г. не выходил за пределы многолетних колебаний. Отмеченные в ряде случаев повышения НВЧ НМ могут быть связаны с локальным увеличением нефтяного загрязнения.

4.3.2. Характеристика мезозoopланктона

Структура мезозoopланктона в условиях холодного лета 2011 г. была сходна, скорее, с зимне-весенней — основу сообщества как по численности, так и по биомассе составляли веслоногие рачки *Copepoda*. Доминирование копепод в летнем планктоне для прибрежных вод Балтики не совсем характерно, поскольку в это время в прогретых, богатых пищей водах массово развиваются мелкоразмерные термофильные группы с коротким циклом развития, такие как коловратки и ветвистоусые рачки, а также личинки донных животных.

Численность копепод практически повсеместно превышала половину численности всего сообщества и достигала 90,6% от суммарных значений. Доля биомассы в общей биомассе мезозoopланктона колебалась от 64,6 до 97,8%. Плотность копепод варьировала от 11,3 до 82,3 тыс. экз./м³, биомасса — от 112,8 до 926,5 мг/м³ (рис. 4.18, 4.19).

Среди копепод в прибрежных водах юго-восточной Балтики летом обычно преобладают неритические *Temora longicornis* и *Acartia spp.* В 2011 г. в районе исследований в составе копепод практически повсеместно доминировал *T. longicornis*. В большинстве районов доля численности *T. longicornis* изменялась от 34,3 до 67,6%, относительная биомасса варьировала от 47,9 до 86,8%. Максимальная плотность этого вида была определена на станции 23, где равнялась 663,8 мг/м³.

Мелкоразмерные копеподы *Acartia spp.* были наиболее многочисленными в прибрежных водах на севере Самбийского полуострова: в районе г. Пионерский *Acartia spp.* состав-

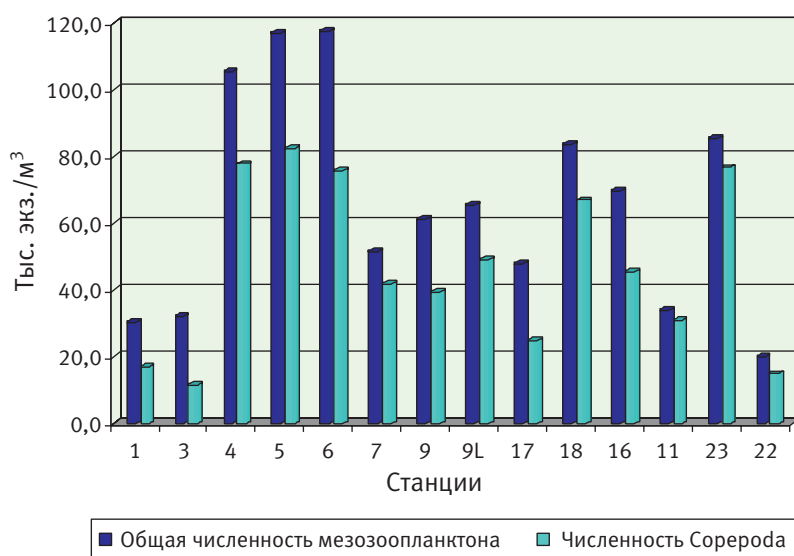


Рис. 4.18. Численность мезозoopланктона и веслоногих ракообразных (*Copepoda*) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

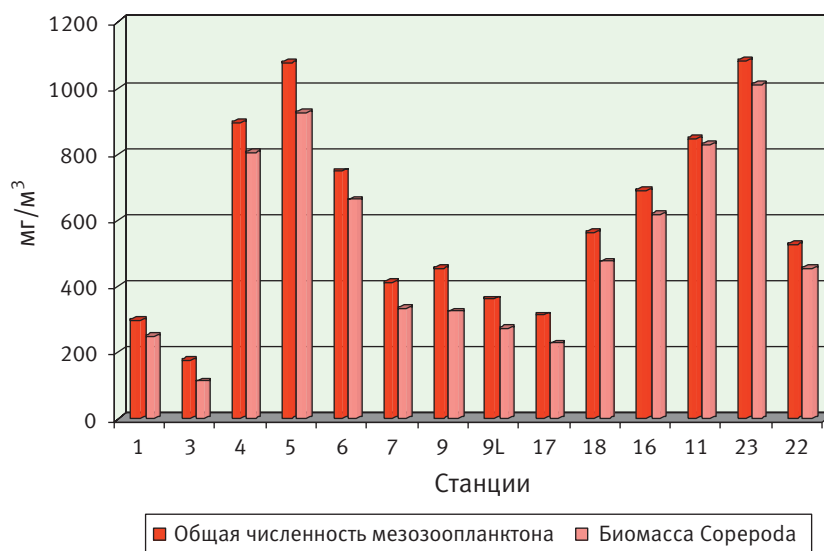


Рис. 4.19. Биомасса мезозoopланктона и веслоногих ракообразных (Copepoda) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

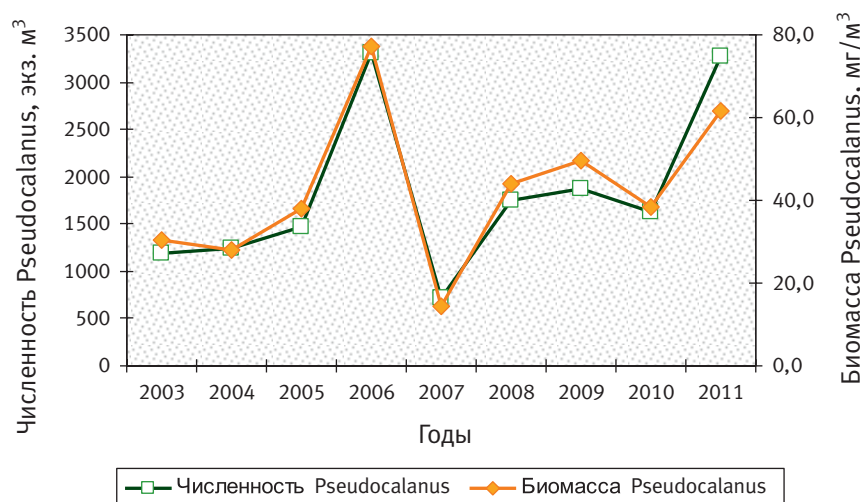


Рис. 4.20. Средние значения численности и биомассы *Pseudocalanus minutus* на повторяющихся станциях (станции 1, 7, 9, 9L, 11, 18, 22) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

ляли 84% от численности копепод и 78,6% от их биомассы. Плотность *Acartia spp.* достигала 44,0 тыс. экз./м³, биомасса — 325,5 мг/м³. В более глубоких водах значение этих видов было минимально — 6,3% от численности копепод.

В условиях холодного лета расширился район распространения стеногалинного холодноводного рачка *Pseudocalanus minutus* — важного кормового объекта рыб. Отдельные особи этого вида были обнаружены на прибрежном мелководье. Обычно *P. minutus* встречался в районах с глубинами свыше 20 м преимущественно в слоях ниже пикноклина. Максимальные значения численности и биомассы *P. minutus* были определены на станции 11–12,4 тыс. экз./м³ и 209,2 мг/м³. Сравнительно высокими были численность и биомасса этого вида на станциях 22 и 16, где доли количественных характеристик *P. minutus* достигали 45,8% от суммарной

численности копепод и 38,9% от общей биомассы.

В летний период 2003–2011 гг. пики численности *P. minutus* совпадали с самыми низкими значениями придонной температуры в 2006 и 2011 гг. (рис. 4.20). В годы с высокой температурой (2005, 2010 гг.) эти значения были вдвое ниже. Поскольку максимумы численности этого вида отмечались как в условиях высокой солености (2006 г.), так и в ситуации распреснения (2011 г.), вероятно, основным фактором, контролирующим численность этого, в данных условиях являлась температура.

Как и в предшествующие годы, в районах со средними глубинами (25–50 м) субдоминирующее положение занимал *Centropages hamatus*. Максимальные доли численности и биомассы *C. hamatus* достигали, соответственно, 22,2% от общей численности копепод и 16,2% от биомас-



Рис. 4.21. Численность коловраток в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

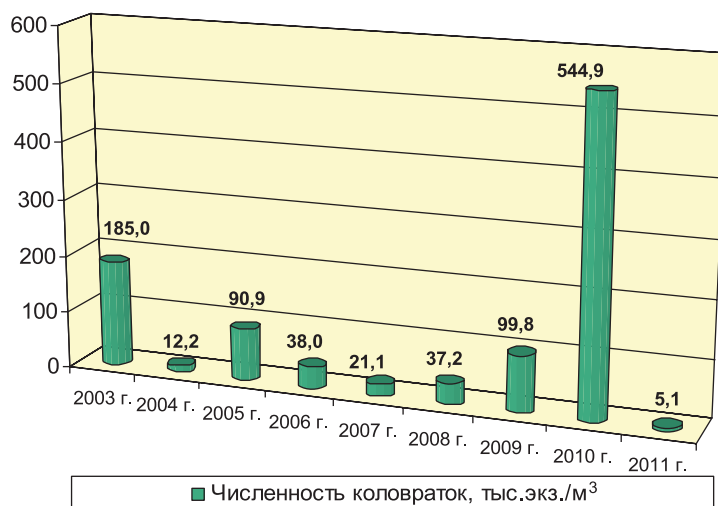


Рис. 4.22. Средние значения численности коловраток на повторяющихся станциях (станции 1, 7, 9, 9L, 11, 18, 22) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

сы. Наибольшую биомассу *C.hamatus* формировал на станции 23 – 131 мг/м³.

Солоноватоводный вид *Eurytemora hirundoides* в районе наблюдений был распространен повсеместно с наибольшей концентрацией в водах около г. Зеленоградск — 3,9 тыс. экз./м³. Колебания численности *E.hirundoides* в 2003–2011 гг. зависели, прежде всего, от режима солености. Количественные показатели *E.hirundoides* в условиях распреснения в 2011 г. были примерно вдвое выше, чем в 2004–2008 гг. и 2010 г., и на порядок выше, чем в 2009 г.

К составу доминирующих видов мезозoopланктона в период исследований можно отнести коловраток (*Rotatoria*), хотя в 2011 г. их количественное развитие оказалось крайне низким для летнего периода. Доля численности коловраток была значительной только на станциях 17, 3 и 16, где достигала 35,2% от общей численности мезозoopланктона (рис. 4.21).

Численность коловраток варьировала от 0,5 до 18,5 тыс. экз./м³ с максимумами на станциях 5 и 16 (г. Зеленоградск и открытая часть). В июле 2011 г. в составе коловраток преобладали представители рода *Synchaeta*, в то время как обычно при благоприятных летних условиях значительные скопления формировали солоноватоводные термофильные коловратки рода *Keratella*.

Средняя численность коловраток на многолетних станциях в летние сезоны 2003–2011 гг. варьировала от 5,1 до 544,9 тыс. экз./м³, т.е. изменялась более чем на два порядка (рис. 4.22). Наиболее выразительной вспышка численности этой группы отмечалась аномально жарким летом 2010 г. В холодных условиях с относительно стабильным режимом солености численность коловраток резко снижалась (2004, 2007 гг.) и опустилась до минимума за весь период наблюдений в 2011 г.

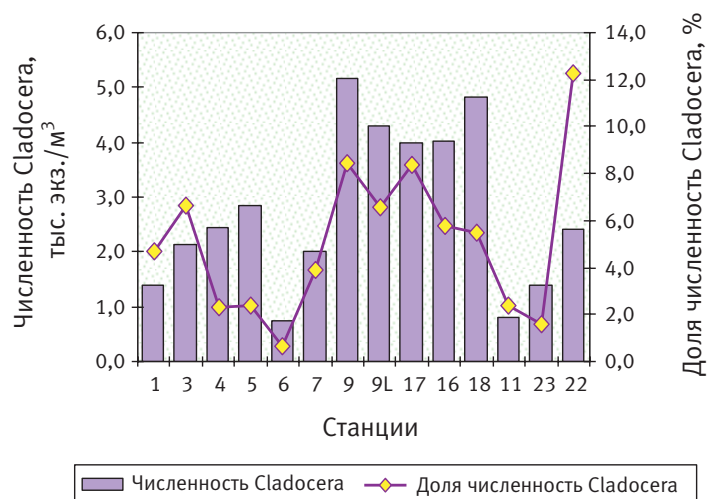


Рис. 4.23. Численность и доля численности ветвистоусых рачков *Cladocera* в составе мезозoopланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

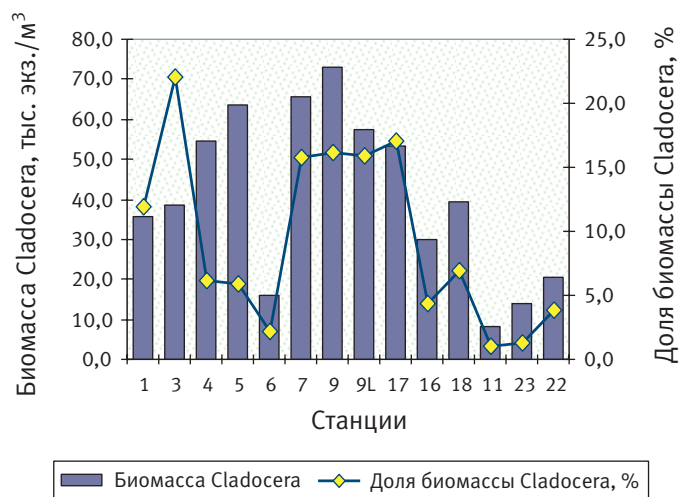


Рис. 4.24. Биомасса и доля биомассы ветвистоусых рачков *Cladocera* в составе мезозoopланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.



Рис. 4.25. Самка *Cercopagis pengoi* в юго-восточной части Балтийского моря



Рис. 4.26. Самка *Evadne anopuh* в юго-восточной части Балтийского моря

Ветвистоусые рачки *Cladocera* были распространены повсеместно, однако их численность в условиях холодного лета оказалась низкой — от 0,8 до 5,2 тыс. экз./м³ (рис. 4.23, 4.24). Численность кладоцер возрастала в районах со средними (около 30 м) глубинами. Ветвистоусые рачки составляли в общей биомассе от 1 до 22,1%, с максимумом на станциях 3 и 17.

Недавний вселенец хищная кладоцера *Cerropagis pengoi* в условиях холодного лета практически исчез из вод района — по 1–2 особи этого вида были обнаружены на станциях 1, 7 и 17. Немного чаще встречался другой чужеродный вид — кладоцера *Evadne anonychus*. По-видимому, для развития этих южных видов температурный режим оказался неблагоприятным.

Достаточно многочисленной группой на прибрежных станциях района (кроме станции 7) летом 2011 г. были представители меропланктона — науплии и циприсы *уконогих ракообразных* (*Cirripedia*). Доля их численности в прибрежных водах Куршской косы в районе п. Рыбачий была максимальной и составляла 29,4% от общей численности мезозoopланктона (рис. 4.27). Здесь же были определены самые высокие значения численности и биомассы молоди циррипедий — соответственно 34,6 тыс. экз./м³ и 54,1 мг/м³. Такой же высокий уровень биомассы молоди уконогих рачков при относительно низкой численности был отмечен на станциях 23 и 9 и 18 — соответственно 57,9 мг/м³, 48,9 мг/м³ и 43,2 мг/м³, поскольку в более глубоких водах возрастало число более крупных старших науплиев и циприсов.

Другие представители донной фауны — *личинки двустворчатых моллюсков* (*Bivalvia*) и *многощетинковых червей* (*Polychaeta*) в планктоне были малочисленными. Исключение составили мелкие воды в районе г. Зеленоградск, где численность личинок полихет составляла 2,8 тыс. экз./м³, а биомасса — 26,9 мг/м³. Воз-

можно, эта локальная вспышка развития полихет связана с эвтрофированием указанного района.

Общая численность мезозoopланктона в июле 2011 г. была сравнительно невысокой и варьировала от 19,7 до 117,5 тыс. экз./м³ (рис. 4.18). Минимальные значения суммарной численности были определены на станциях 22, 1, 3 и 11, самые высокие — на станциях 4, 5 и 6. **Общая биомасса мезозoopланктона** изменялась от 299,9 до 1086,6 мг/м³. и была максимальной на станциях 23 и 5 (рис. 4.19). Высокие значения биомассы мезозoopланктона были также характерны для станций 4, 6 и 11.

Средние значения численности и биомассы мезозoopланктона на многолетних станциях, соответственно, 49,4 тыс. экз./м³ и 495,7 мг/м³ — оказались минимальными за весь период летних наблюдений (рис. 4.28). Примерно такие же величины количественных показателей мезозoopланктона были определены в 2007 г., таким образом, значения численности и биомассы мезозoopланктона в июле 2011 г. находились в пределах своей межгодовой изменчивости.

Наибольшие значения численности и биомассы мезозoopланктона были определены в теплые годы — в 2003, 2009 и 2010 гг. (рис. 4.28). Самая низкая плотность мезозoopланктона отмечалась в холодные годы — в 2006, 2007 и 2011 гг. Аномально высокие количественные показатели зоопланктона в 2010 г. совпадали с максимальным уровнем температуры и, в то же время, с резким снижением солености в глубоких слоях.

В июле 2011 г. величины наиболее вероятной численности нефтеокисляющих микроорганизмов (НВЧ НМ) в водах района были сопоставимы со значениями, характерными для холодных летних периодов. Наметившаяся в 2003–2010 гг. тенденция увеличения НВЧ НМ в летний пери-

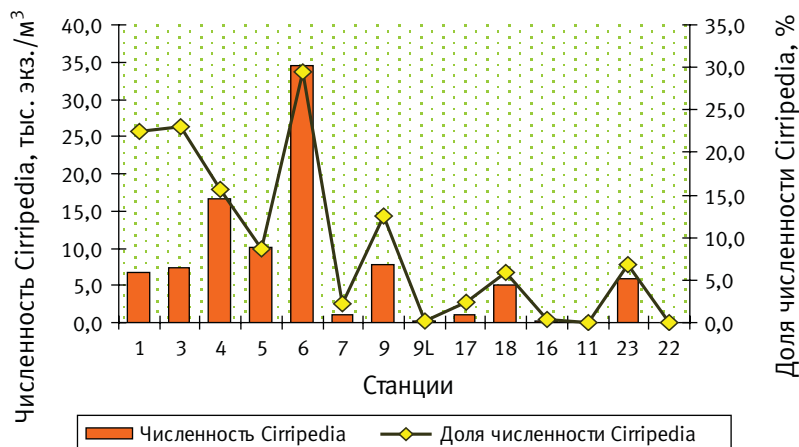


Рис. 4.27. Численность и доля численности уконогих ракообразных (*Cirripedia*) в составе мезозoopланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2011 г.

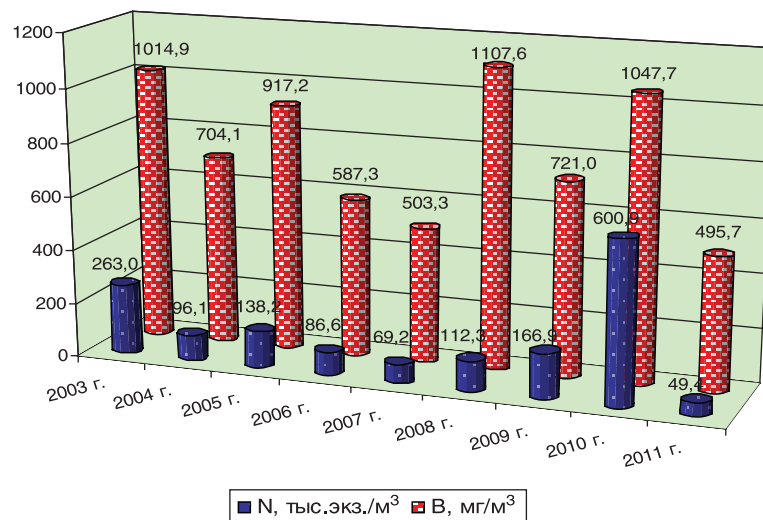


Рис. 4.28. Средние значения численности и биомассы мезозoopланктона на повторяющихся станциях (1, 7, 9, 9L, 11, 18, 22) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2011 гг.

од в водах юго-восточной Балтики в условиях холодного лета 2011 г. не подтвердилась, что свидетельствовало о зависимости развития бактериопланктона, прежде всего, от термического режима. Несмотря на существенное уменьшение численности НМ в период холодного лета 2011 г., по сравнению с 2010 г., повсеместное распространение этой физиологической группы микроорганизмов в водах района сохранилось. Наиболее чистыми по показателю развития НМ оказались воды со средними глубинами, самыми загрязненными — прибрежные районы Куршской косы.

Количественные характеристики отдельных видов, структура сообщества и суммарные значения численности и биомассы мезозoopланк-

тона в исследуемом районе в июле 2011 г. определялись низкой температурой и распреснением вод. Уровни численности и биомассы мезозoopланктона, рассчитанные на многолетних станциях в июле 2011 г. оказались минимальными за весь период наблюдений в 2003-2011 гг. и близки к значениям, полученным в 2007 г., не выходя, таким образом, за пределы межгодовой изменчивости.

Не выявлено каких-либо негативных последствий влияния функционирования нефтяной платформы на состояние исследуемых компонентов планктона. Основным фактором, контролирующим развитие планктона в районе наблюдений, по-видимому, является термохалинный режим вод.

4.4. Комплексная оценка загрязнения окружающей природной среды побережий арктических морей и архипелага Шпицберген

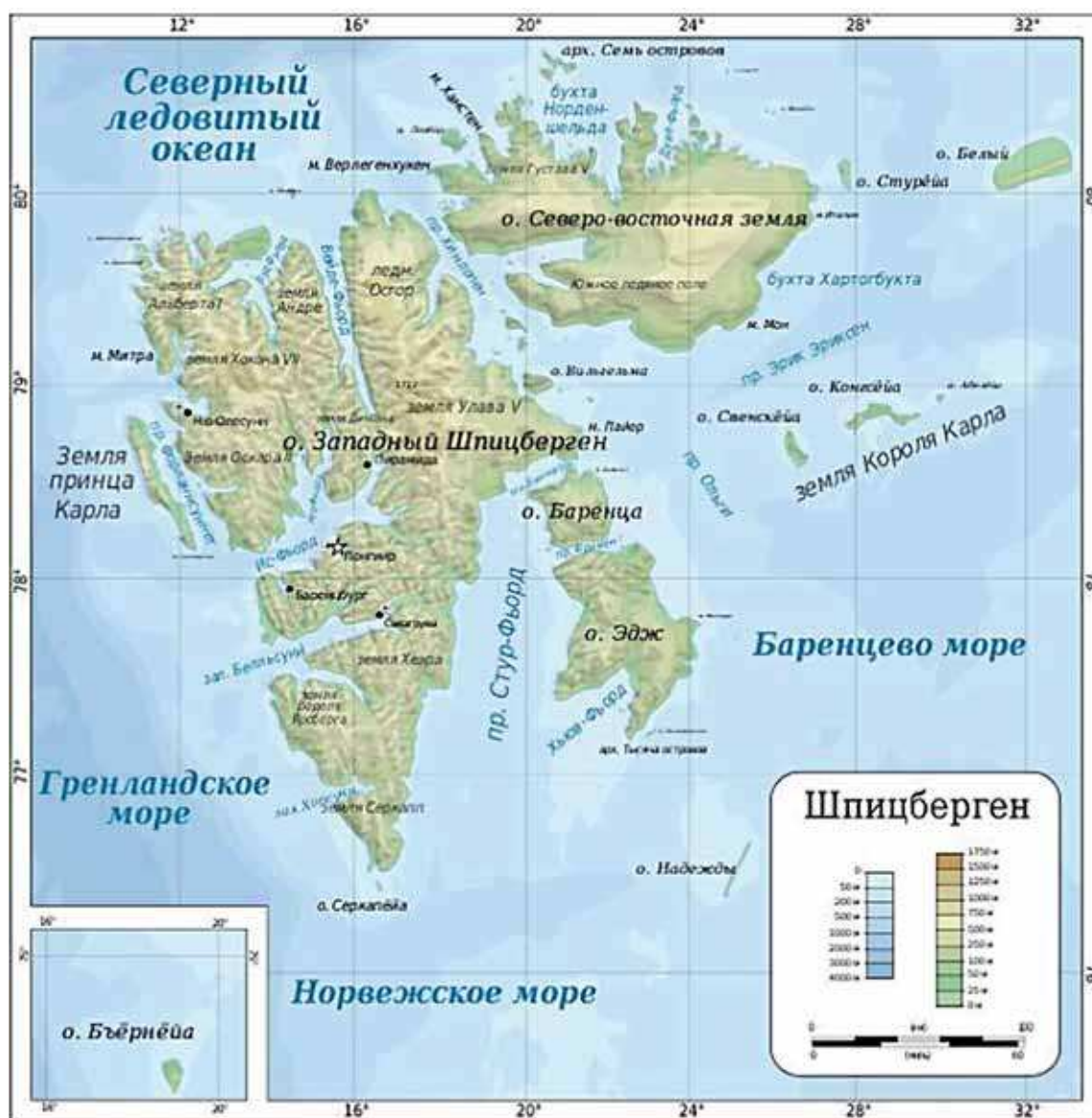


Рис. 4.29. Архипелаг Шпицберген

Атмосферный воздух

В пробах атмосферного воздуха определялись концентрации пыли, газовых примесей и легколетучих органических соединений (ЛОС). Также был проведен отбор проб атмосферного аэрозоля для определения тяжелых металлов (Ni, Co, Zn, Cd, Cu, Pb, Cr, Hg) и мышьяка, хлорорганических соединений (ХОС), включая полихлорбифенилы (ПХБ), и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

Основными веществами, загрязняющими атмосферный воздух поселка Баренцбург, явля-

ются пыль, диоксид серы, оксиды азота и углерода, сероводород, соединения ПАУ и ЛАУ, ТМ. В весенний сезон в атмосферном воздухе поселка максимальное содержание пыли достигало $4,44 \text{ мкг/м}^3$, диоксида серы — $2,60 \text{ мкг/м}^3$, оксида углерода — 132 мкг/м^3 , диоксида азота — $3,10 \text{ мкг/м}^3$. В период летне-осенней съемки максимальные концентрации пыли составили $17,2 \text{ мкг/м}^3$, диоксида серы — $22,6 \text{ мкг/м}^3$, оксида углерода — 204 мкг/м^3 , диоксида азота — $2,80 \text{ мкг/м}^3$.

Содержание в атмосферном воздухе сероводорода и летучих органических соединений в



Рис. 4.30. Сжигание бытовых отходов в районе отвала № 1, севернее пос. Баренцбург

весенний и летне-осенний периоды наблюдений было ниже предела чувствительности используемого метода анализа, что не позволило его надежно идентифицировать.

Из хлорорганических соединений (ХОС) в пробах воздуха обнаружены полихлорбензолы, пестициды группы ГХЦГ и ДДТ, а также полихлорбифенилы (ПХБ). Концентрации соединений групп полихлорциклодиенов не превышали предела чувствительности метода определения. Из всех хлорорганических соединений максимальные концентрации были обнаружены весной для гексахлорбензола ($0,15 \text{ нг/м}^3$) и пентахлорбензола ($0,77 \text{ нг/м}^3$). Максимальное содержание пестицидов группы ГХЦГ было отмечено осенью ($0,80 \text{ нг/м}^3$), содержание пестицидов группы ДДТ в это же время было незначительно выше весенних значений и достигало $0,94 \text{ нг/м}^3$. В летне-осенний период концентрация ПХБ достигала значений $8,87 \text{ нг/м}^3$, наиболее высокое содержание в атмосферном аэрозоле имело место у конгенера #52 ($2,66 \text{ нг/м}^3$).

В 2011 году в оба сезона наблюдений регулярно идентифицировались все соединения группы ПАУ. Суммарное содержание ПАУ в весенний период изменялось от $63,5$ до 218 нг/м^3 , в среднем — 133 нг/м^3 , в летне-осенний период изменялось от $74,2$ до 112 нг/м^3 , среднее — $85,3 \text{ нг/м}^3$.

Из списка тяжелых металлов в пробах атмосферного воздуха весной обнаружены: цинк, медь, никель, кобальт, свинец; в летне-осенний период — железо, марганец, цинк, медь, никель, кобальт, свинец, кадмий, хром и мышьяк. Наиболее высокое содержание металлов в атмосферном воздухе отмечено в летне-осенний период. Максимальная концентрация железа осенью достигала $12,3 \text{ нг/м}^3$, марганца — $6,11 \text{ нг/м}^3$, цинка — $2,33 \text{ нг/м}^3$, меди — $1,77 \text{ нг/м}^3$, никеля — $2,48 \text{ нг/м}^3$, свинца — $3,26 \text{ нг/м}^3$, хрома $0,26 \text{ нг/м}^3$.

Полученные данные по уровням концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе района исследований в 2011 году по ряду показателей превышают данные норвежских исследователей, осуществляющих подобные наблюдения на ст. Цеппелин в Нью-Олесунде (AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Oslo. 1998, 2008).

Снежный покров

В образцах снежного покрова, отобранных в районе расположения пос. Баренцбург, идентифицированы компоненты минерального состава (хлориды, сульфаты, щелочные и щелочно-земельные металлы (Na, K, Ca, Mg), соединения

азота (нитриты, нитраты, аммоний), нефтяные углеводороды, фенолы, ПАУ, ХОС и ТМ.

Водородный показатель (рН) снежного покрова в районе работ находился в пределах от 4,60 до 6,08 ед. рН, составляя в среднем 5,15 ед. рН. Максимальная концентрация взвешенных веществ (60,0 мг/л) была выявлена в снежном покрове в районе ЗГМО.

Концентрации главных ионов в снежном покрове обследованной территории изменялись в следующих пределах: хлориды — от 1,43 до 9,34 мг/л талой воды; сульфаты — от 0,22 до 7,88 мг/л; натрий — от 0,81 до 5,44 мг/л; калий — от 0,10 до 0,44 мг/л; кальций — от 0,14 до 0,41 мг/л; магний — 0,12 до 1,07 мг/л талой воды.

Концентрации минеральных форм азота в снежном покрове района работ изменялись следующим образом: для нитритного азота — от < 1,0 до 2,0 мкг/л; для аммония — от < 50 до 100 мкг/л; содержание нитратов от < 50 до 200 мкг/л. Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега изменялось от 12,0 до 24,0 мкг/л талой воды.

Концентрация фенолов в пробах снежного покрова находилась ниже предела обнаружения используемого аналитического метода (< 0,5 мкг/л).

Из 16 контролируемых ПАУ в снежном покрове были обнаружены: нафталин, содержание которого находилось в пределах от 16,0 до 381 нг/л талой воды; флуорен (от < 2,0 до 115 нг/л талой воды); фенантрен (от < 0,5 до 69,0 нг/л талой воды); флуорантен (от < 1,0 до 24,0 нг/л талой воды); бенз(б)флуорантен + перилен (от < 0,2 до 7,0 нг/л талой воды); бенз(к)флуорантен (от 0,7 до 93,0 нг/л талой воды). Суммарное содержание соединений группы ПАУ в снежном покрове изменялось от 20,9 до 522 нг/л талой воды.

Из контролируемых ХОС в пробах снега в период наблюдений зафиксировано наличие хлорбензолов, пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ и ПХБ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в снежном покрове фиксировались конгенеры #28, #52, #101, #105, #118, #138, #153, #156, #180. Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС составляли: для суммы ГХЦГ — 0,56 нг/л, для суммы ДДТ — 2,97 нг/л, для суммы ПХБ — 55,7 нг/л; для суммы полихлорбензолов — 1,58 нг/л талой воды. Содержание полихлорциклодиенов находилось ниже пределов их обнаружения (< 0,05 нг/л талой воды).

Содержание контролируемых тяжелых металлов в пробах снега находилось в следующих пределах: железа от < 2,5 до 97,0 мкг/л; марганца — от 2,0 до 8,30 мкг/л; цинка — от < 0,5 до 47,0 мкг/л; никеля — от < 3,0 до 18,0 мкг/л;

хрома — от < 0,3 до 33,0 мкг/л талой воды. Концентрации меди, кобальта, свинца, кадмия, ртути и мышьяка находились ниже предела обнаружения (< 0,5; < 1,0; < 1,0; < 0,07; < 0,05; < 1,5 мкг/л, соответственно).

Таким образом, снежный покров территории поселка Баренцбург и его окрестностей в целом характеризуется повышенными концентрациями пестицидов группы ДДТ, ПХБ, некоторых ПАУ и ТМ по сравнению с фоновыми районами Российской и Канадской Арктики (Карское море и ледник Агассиз на о. Элсмир). Загрязнение снежного покрова ХОС связано, в основном, с глобальными источниками, тогда как ПАУ, НУ, ТМ и ПХБ — с региональными и локальными. Повышенные уровни концентраций ТМ, возможно, связаны как с влиянием выбросов местной ТЭЦ, так и с повышенными уровнями природного фона.

Ледовый покров

В образцах ледового покрова, отобранных в заливе Гренфьорд, определялись нефтяные углеводороды, фенолы, ПАУ, ХОС и ТМ.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах льда изменялось 2,60 до 53,7 мкг/л талой воды.

Концентрация фенолов в ледовом покрове обследованного района была ниже пределов измерения применявшегося метода анализа (< 0,1 мкг/л талой воды).

Из 16 контролируемых ПАУ в ледовом покрове залива были обнаружены: нафталин, содержание которого находилось в пределах от 5,20 до 11,0 нг/л талой воды; аценафтилен (от 5,0 до 6,41 нг/л талой воды); флуорен (от 2,0 до 3,20 нг/л талой воды); фенантрен (от 1,20 до 6,00 нг/л талой воды); флуорантен (от 1,10 до 3,00 нг/л талой воды); бенз(к)флуорантен (от 0,50 до 9,00 нг/л талой воды). Суммарное содержание соединений группы ПАУ во льду залива Гренфьорд изменялось от 7,70 до 38,0 нг/л талой воды.

Из контролируемых ХОС в пробах льда в период наблюдений было зафиксировано наличие пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ и ПХБ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ во льду фиксировались конгенеры #52, #99, #101, #105, #118, #138, #153. Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС составляли: для суммы полихлорбензолов — 0,52 нг/л; для суммы ДДТ — 0,44 нг/л; для суммы ПХБ — 1,81 нг/л талой воды. Содержание полихлорциклодиенов находилось ниже пределов их обнаружения (< 0,05 нг/л талой воды).

Из контролируемых тяжелых металлов в пробах морского льда обнаружено только на-

личие цинка в интервале от 0,50 до 1,70 мкг/л. Содержание железа, марганца, меди, никеля, свинца, хрома, кадмия, кобальта, ртути, цинка и мышьяка находились ниже предела обнаружения.

Средние концентрации ПАУ, НУ в ледяном покрове залива Гренфьорд незначительно превышали таковые в фоновых районах Арктики (Карское море). Концентрации пестицидов группы ГХЦГ, ДДТ, ПХБ и некоторых ТМ (цинка) также превышали фоновых значений.

Морские воды

Отбор проб морских вод производился на акватории залива Гренфьорд, прилегающей к территории пос. Баренцбург.

В пробах морских вод выполнялись определения основных гидрохимических характеристик: окислительно-восстановительного потенциала (Eh), водородного показателя (рН), растворенного кислорода, БПК₅; биогенных элементов (кремниевой кислоты, минеральных форм азота и фосфора и их общего количества) и концентрации взвеси, а также загрязняющих веществ — тяжелых металлов и мышьяка; ПАУ, НУ, ЛАУ, индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), ХОС, включая ПХБ.

Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) морской воды в районе проведения работ во время весенней съемки находился в пределах от 113 до 157 мВ, а в период летне-осенней съемки — от 69,0 до 150 мВ.

Электропроводность в водах залива Гренфьорд весной колебалась от 47,2 до 48,8 мС/см, осенью от 43,8 до 50,2 мС/см.

Щелочность морских вод в районе проведения работ в период весенних наблюдений изменялась от 1,49 до 1,93 мг-экв/л, осенью — от 1,50 до 2,35 мг-экв/л.

Водородный показатель (рН) морской воды в период весенней съемки находился в пределах от 7,85 до 8,03 ед. рН, в период летне-осенней съемки — от 8,21 до 8,45 ед. рН.

Содержание растворенного кислорода в поверхностном слое вод весной 2011 года находилось в пределах от 9,61 до 13,0 мг/л (87,3–98,1% насыщения); в летне-осенний период — от 12,1 до 13,5 мг/л (100–106% насыщения).

Значения биохимического потребления кислорода (БПК₅) морской воды варьировали весной от значений ниже предела обнаружения используемого метода анализа (< 1,0 мг/л) до 1,98 мг/л, а в период летне-осенней съемки — от < 1,0 до 1,71 мг/л.

Значения концентраций минеральных форм

азота в водах обследованной акватории изменялись следующим образом: для нитритного азота весной — от 1,60 до 20,4 мкг/л, летом-осенью — от 0,69 до 7,80 мкг/л; для нитратного азота весной — от < 5,0 до 81,7 мкг/л, летом-осенью — от < 5,0 до 15,0 мкг/л; для аммонийного азота весной — от < 5,0 до 43,6 мкг/л, летом-осенью — от < 5,0 до 13,2 мкг/л; для общего азота в период весенней съемки — от 108 до 538 мкг/л и во время летне-осенней съемки — от 2,76 до 113 мкг/л.

Концентрации минерального фосфора в водах обследованной акватории изменялись весной от < 5,0 до 18,2 мкг/л, летом-осенью — от < 5,0 до 14,4 мкг/л; содержание общего фосфора колебалось в весенний период от < 5,0 до 24,8 мкг/л, а во время летне-осенней съемки — от < 5,0 до 22,5 мкг/л. Значения концентраций силикатов в водах обследованной акватории изменялись весной от 82,4 до 131 мкг/л, а летом-осенью — от 36,7 до 492 мкг/л. Концентрации взвешенного вещества в водах обследованной акватории изменялись от 3,26 до 9,48 мг/л в весенний период и от 5,11 до 13,9 мг/л в летне-осенний период наблюдений. Концентрации фенолов, неполярных алифатических углеводородов (НАУ) в водах обследованной акватории залива в 2011 году были ниже предела чувствительности используемого метода анализа, что не позволяло их надежно идентифицировать. Из 7 контролируемых соединений летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) в пробах морских вод не были обнаружены только концентрации изопропилбензола (кумола). Максимальные концентрации остальных соединений ЛАУ достигали: бензола — 0,18 мкг/л, толуола — 0,36 мкг/л, этилбензола — 0,21 мкг/л, суммы пара- и мета-ксилолов — 0,17 мкг/л, орто-ксилола — 0,14 мкг/л, 1,3,4-триметилбензола (псевдокумола) — 0,22 мкг/л.

Из загрязняющих веществ в водах обследованной акватории были выявлены СПАВ, НУ, ПАУ, ТМ и ХОС.

Концентрации СПАВ в водах обследованной акватории изменялись от нижнего предела обнаружения (< 10,0 мкг/л) до 31,0 мкг/л в период весенней съемки и от < 10,0 до 27,2 мкг/л — в период летне-осенней съемки.

Суммарное содержание НУ в водах обследованной акватории находилось в следующих пределах: весной — от 1,50 до 22,5 мкг/л, а в летне-осенний период — от < 2,0 до 380 мкг/л. Максимальное содержание НУ было зафиксировано в летне-осенний период в поверхностном слое вод на некотором удалении от района порта Баренцбурга.

Из 16 контролируемых ПАУ в морских водах обследованной акватории концентрации ди-

бенз/аh/антрацена и индено/123cd/пирена в течение 2011 года не обнаруживались. Максимальные концентрации идентифицированных ПАУ в морской воде за периоды наблюдений достигали: нафталина — 47,6 нг/л; аценафтилена — 4,00 нг/л; флуорена — 35,0 нг/л; аценафтена — 8,00 нг/л; фенантрена — 9,20 нг/л; антрацена — 1,00 нг/л; флуорантена — 7,00 нг/л; пирена — 3,40 нг/л; бенз/а/антрацена — 2,00 нг/л; хризена — 3,00 нг/л; бенз(б)флуорантена+перилена — 5,20 нг/л; бенз(к)флуорантена — 4,00 нг/л; бенз/а/пирена — 2,40 нг/л; бенз(ghi)перилена — 2,10 нг/л. При этом максимальные концентрации нафталина, хризена и бенз(к)флуорантена были отмечены весной.

В морской взвеси в летне-осенний период были выявлены следующие ПАУ: нафталин, флуорен, фенантрен, флуорантен, бенз(а)антрацен, бенз(б)флуорантен+перилена и бенз(к)флуорантен. Максимальное содержание выявленных ПАУ в морской взвеси достигало: нафталина 7,13 нг/мг, флуорена — 1,41 нг/мг, фенантрена — 6,17 нг/мг, флуорантена — 1,11 нг/мг, бенз(а)антрацена — 0,16 нг/мг, бенз(б)флуорантена+перилена — 0,34 нг/мг, бенз(к)флуорантена — 0,26 нг/мг. Содержание остальных соединений группы ПАУ было ниже предела обнаружения.

Суммарное содержание соединений группы ПАУ в морских водах весной изменялось от 8,00 до 72,0 нг/л, а в период летне-осенних наблюдений — от 5,20 до 71,5 нг/л. В морской взвеси сумма идентифицированных ПАУ в период летне-осенней съемки находилась в пределах от 5,36 до 13,8 нг/мг взвеси.

Из контролируемых ХОС в пробах морской воды и морской взвеси в период наблюдений зафиксировано наличие полихлорбензолов, ПХБ и пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в морской воде фиксировались конгенеры #28, #31, #52, #99, #101, #105, #118, #128, #138, #153 и #156.

Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС составляли: для суммы полихлорбензолов — 0,40 нг/л в морской воде в период весенней съемки и 2,17 нг/мг — в морской взвеси в период летне-осенней съемки; для суммы ГХЦГ — 0,52 нг/л в морской воде в период летне-осенней съемки и 2,86 нг/мг в морской взвеси летом-осенью; для суммы ДДТ — 0,87 нг/л в морской воде в период весенней съемки и 7,54 нг/мг во взвеси в период летне-осенней съемки; для суммы ПХБ — 2,76 нг/л в морской воде и 2,30 нг/мг в морской взвеси в период летне-осенней съемки.

Максимальные концентрации контролируемых тяжелых металлов в пробах морской воды

составляли: железа — до 6,85 мкг/л, марганца — до 10,0 мкг/л, цинка — до 5,41 мкг/л, меди — до 2,89 мкг/л, никеля — до 3,60 мкг/л, кобальта — до 0,77 мкг/л, свинца — до 1,24 мкг/л, кадмия — до 0,11 мкг/л, хрома — до 0,75 мкг/л, ртути — до 0,01 мкг/л. Концентрации мышьяка находились ниже предела обнаружения (< 0,1 мкг/л). Максимальные выявленные содержания определявшихся ТМ в пробах морской взвеси составили: для железа — 11,6 мкг/мг, для марганца — 0,44 мкг/мг, для цинка — 0,26 мкг/мг, для меди — 0,03 мкг/мг взвеси. Содержание остальных ТМ в пробах морской взвеси было ниже пределов обнаружения.

Концентрации большей части загрязняющих веществ в морской воде залива Гренфьорд имели значения, характерные для прибрежных районов Норвежского и Северного морей со средним или незначительным уровнем воздействия береговых источников загрязнения на морскую акваторию.

Оценка качества морских вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать большую часть вод залива Гренфьорд в зимне-весенний и летне-осенний периоды как «чистые» (II класс качества). На большей части акватории залива Гренфьорд в районе пос. Баренцбург основные гидрохимические показатели не превышали ПДК, установленных для вод рыбохозяйственных водоемов. Содержание суммарных НУ летом, нитритного азота и БПК₅ весной превышали установленные для данных веществ предельно-допустимые концентрации в 7,6, 1,1 и 1,05 раза соответственно. Локальное загрязнение вод залива Гренфьорд связано с поступлением неочищенных коммунально-бытовых сточных вод поселка и не оказывает существенного влияния на качество вод залива в целом.

Поверхностные воды суши

Отбор проб поверхностных вод суши производился из озера Биенда-стеммев, используемого для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения пос. Баренцбург, и из реки Грендалсэльва.

В пробах воды выполнялись определения основных гидрохимических характеристик: Eh, pH, щелочности; ХПК, биохимического потребления кислорода БПК₅, биогенных элементов (кремнекислоты, минеральных форм азота и фосфора и их общего количества), концентрации взвешенного вещества, а также загрязняющих веществ: ТМ и мышьяка; ПАУ, НУ, НАУ, ЛАУ, индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов), СПАВ и ХОС, включая ПХБ.

Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) в водах озера Биенда-стеммев изменялся в весенний период от 119 до 136 мВ, в летне-осенний период — от 143 до 184 мВ; в речных водах в летне-осенний период — от 209 до 281 мВ.

Водородный показатель (pH) в озерных водах в весенний период работ находился в пределах 7,94–7,95 ед. pH, осенью — от 6,62 до 6,85 ед. pH, в водах р. Грендалсэльва pH находился в диапазоне от 5,88 до 6,35 ед. pH.

Содержание растворенного кислорода в водах озера Биенда-стеммев весной находилось в пределах от 10,7 до 11,1 мг/л (насыщение кислородом составляло от 90,2 до 92,3%); в период летне-осенней съемки — от 11,5 до 12,5 мг/л (насыщение от 93,4 до 99,0%). В речных водах концентрации кислорода находились в пределах от 11,9 до 12,4 мг/л при интервале процента насыщения от 98,5 до 103%.

Щелочность озерных вод весной изменялась в пределах от 0,35 до 0,41 мг-экв/л, а летом-осенью — от 0,34 до 0,42 мг-экв/л. В речных водах щелочность колебалась от 0,48 до 0,63 мг-экв/л.

БПК₅ в водах озера Биенда-стеммев за периоды наблюдений не превышало значение 1,0 мг/л O₂. В реке Грендалсэльва величина БПК₅ находилась в пределах от < 1,0 до 1,80 мг/л O₂.

Минеральные формы азота в поверхностных водах озера Биенда-стеммев весной для нитритного азота находились в следующих пределах: весной — от 1,00 до 2,50 мкг/л и в летне-осенний период — от < 0,5 до 2,40 мкг/л. В речных водах концентрация нитритного азота находилась в интервале от < 0,5 до 2,00 мкг/л при среднем содержании 1,00 мкг/л.

Концентрации нитратного азота в озерных водах весной находились в пределах от 109 до 151 мкг/л, в летне-осенний период содержание нитратного азота изменялось от 100 до 125 мкг/л. В речных водах концентрация нитратного азота находилась в интервале от 325 до 359 мкг/л при среднем содержании 340 мкг/л.

Содержание аммонийного азота в водах озера Биенда-стеммев в весенний период находилось в интервале от 49,3 до 62,2 мкг/л при среднем значении 56,3 мкг/л, летом-осенью — от < 5,0 до 9,80 мкг/л. В речных водах содержание аммонийного азота изменялось от < 5,0 до 7,00 мкг/л.

Концентрации общего азота в озерных водах в весенний период находились в пределах от 670 до 858 мкг/л, а в летне-осенний период — от 127 до 158 мкг/л. В водах реки Грендалсэльва содержание общего азота варьировалось от 395 до 431 мкг/л.

Концентрации минерального фосфора, а также содержание общего фосфора в поверх-

ностных водах озера Биенда-стеммев и реки Грендалсэльва за периоды наблюдений не превышали пределов чувствительности используемого метода анализа (< 5,0 мкг/л).

Содержание кремния силикатного в водах озера весной находилось в интервале от 652 до 693 мкг/л, во время летне-осенней съемки — от 520 до 608 мкг/л. Концентрации кремния силикатного в водах реки Грендалсэльва составляли от 1420 до 1479 мкг/л при среднем значении 1451 мкг/л.

Содержание взвешенного вещества в озерных водах в весенний период колебалось от 7,14 до 8,05 мг/л, в летне-осенний период — от 45,7 до 72,7 мкг/л. В речных водах концентрации взвешенного вещества находились в пределах от 93,8 до 143 мг/л.

Содержание СПАВ в водах озера в весенний период изменялись от < 10 до 17,0 мкг/л, а в летне-осенний период не превышали предел обнаружения (< 10 мкг/л). Концентрации СПАВ в речных водах находились в пределах от < 10,0 мкг/л до 12,0 мкг/л.

Суммарные концентрации соединений неполярных алифатических углеводородов (НАУ) в озерных водах в весенний период находились в пределах от 7,73 до 9,75 нг/л, в летне-осенний — от 5,60 до 7,94 нг/л. В речных водах суммарное содержание НАУ составляло от 7,80 до 9,88 нг/л.

Концентрации индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов) в поверхностных водах были ниже предела чувствительности методики анализа (< 0,5 мкг/л), что не позволяло их надежно идентифицировать.

Суммарное НУ в поверхностных водах озера Биенда-стеммев в период весенней съемки находилось в пределах от 7,90 до 21,4 мкг/л, в период летне-осенней съемки — от < 2,0 до 4,80 мкг/л. В водах Грендалсэльвы содержание НУ составляло от 5,82 до 8,00 мкг/л.

Из 7 контролируемых ЛАУ в пробах поверхностных вод суши концентрации изопропилбензола (кумола) обнаружены не были. Суммарные концентрации остальных соединений ЛАУ в водах озера в весенний период составляли от 0,24 до 1,36 мкг/л и в летне-осенний период наблюдений — от 0,19 до 1,33 мкг/л, а в речных водах в летне-осенний период — от 0,19 до 1,27 мкг/л.

Из 16 ПАУ в озерных водах в периоды наблюдений 2011 года регулярно фиксировались нафталин, флуорен и фенантрен. Концентрации остальных индивидуальных соединений группы ПАУ зачастую не превышали предела обнаружения, что не позволяло их надежно идентифицировать. Максимальные концентрации идентифицированных соединений из группы

ПАУ составили: нафталина — 39,0 нг/л (весна), аценафтилена — 2,00 нг/л (лето-осень), флуорена — 3,10 нг/л (весна), фенантрена — 6,00 нг/л (весна), флуорантена — 4,60 нг/л (лето-осень), пирена — 2,00 нг/л (весна), хризена — 3,00 нг/л (весна). Суммарное содержание соединений группы ПАУ в воде озера Биенда-стеммев в весенний период изменялось от 12,7 до 58,0 нг/л, а в летне-осенний период — от 8,30 до 23,0 нг/л.

В водах реки Грендалсэльва за период летне-осенней съемки были обнаружены следующие соединения ПАУ со следующими средними концентрациями: нафталин — 14,8 нг/л, аценафтилен — 1,48 нг/л, флуорен — 1,38 нг/л, фенантрен — 4,18 нг/л, антрацен — 0,63 нг/л, флуорантен — 5,65 нг/л, пирен — 1,83 нг/л, бенз(а)антрацен — 0,60 нг/л, хризен — 0,63 нг/л и бенз(б)флуорантен+перилен — 0,68 нг/л. Концентрации суммы ПАУ в речных водах изменялись от 26,3 до 34,6 нг/л.

Из контролируемых ХОС в пробах поверхностных вод в период наблюдений зафиксировано наличие хлорбензолов, пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ и ПХБ. Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС в речных водах составляли: для суммы хлорбензолов — 0,08 нг/л, суммы ГХЦГ — 0,15 нг/л; для суммы ДДТ — 0,33 нг/л; для суммы ПХБ — 1,27 нг/л.

В водах озера Биенда-стеммев в весенний период максимальные концентрации идентифицированных ХОС составили: для суммы хлорбензолов — 0,42 нг/л, для суммы ГХЦГ — 0,29 нг/л, для суммы ДДТ — 0,30 нг/л, для суммы ПХБ — 5,13 нг/л; тогда как в летне-осенний период максимальные концентрации ХОС составили: для суммы хлорбензолов — 0,22 нг/л, для суммы ГХЦГ — 0,23 нг/л; для суммы ДДТ — 0,33 нг/л; для суммы полихлорциклодиенов (ПХЦД) — 0,08 нг/л, для суммы ПХБ — 1,33 нг/л.

Концентрации ПХЦД в речных водах осенью и озерных водах в период весенней съемки были ниже пределов обнаружения использовавшегося аналитического метода ($< 0,05$ нг/л).

Максимальные ТМ в озерных водах составили: для железа 4,00 мкг/л, для марганца — 1,13 мкг/л, цинка — 2,65 мкг/л, меди — 1,26 мкг/л, никеля — 5,10 мкг/л, кобальта — 2,60 мкг/л, кадмия — 0,11 мкг/л, хрома — 0,45 мкг/л. Концентрации свинца, ртути и мышьяка не превышали пределов чувствительности используемого метода анализа (1,0 мкг/л, 0,05 мкг/л и 1,5 мкг/л соответственно).

В пробах речных вод максимальное содержание ТМ составило: для железа — 4,00 мкг/л, марганца — 47,6 мкг/л, для цинка — 1,80 мкг/л, для меди — 2,20 мкг/л, для никеля — 5,40 мкг/л, для кобальта — 1,70 мкг/л. Концентрации свинца, кадмия, хрома ртути и мышьяка находились

ниже пределов обнаружения.

В поверхностных водах в районе расположения пос. Баренцбург в период проведения обследования в 2011 г. превышений установленных российских гигиенических нормативов и ПДК, а также нормативов качества воды, установленных в странах Европейского Союза, в водах озера Биенда-стеммев и реки Грендалсэльва не обнаружено. Максимальные значения гидрохимических параметров и концентраций ЗВ, превысившие значение 0,5 ПДК, но не достигшие значения 1,0 ПДК, в водах реки Грендалсэльва были отмечены для БПК₅ (до 0,9 ПДК) и содержания марганца (до 0,5 ПДК), а в водах озера Биенда-стеммев — лишь для содержания суммы ПАУ (до 0,6 ПДК) в весенний период. Максимальные концентрации остальных загрязняющих показателей в водах озера Биенда-стеммев не превышали десятых, сотых и даже тысячных долей установленных ПДК (максимальное содержание суммарных НУ — до 0,2 ПДК; суммы ГХЦГ — до $1 \cdot 10^{-5}$ ПДК, суммы ДДТ — до $2 \cdot 10^{-4}$ ПДК, сумма ПХБ — до $5 \cdot 10^{-4}$ ПДК).

Из анализируемого списка ТМ обнаружены концентрации железа (до 0,02 ПДК), никеля (до 0,2 ПДК), кадмия (0,1 ПДК) и кобальта (до 0,03 ПДК) также составляли десятые и сотые доли ПДК, а меди (до 0,001 ПДК), цинка (до 0,003 ПДК) — соответственно тысячные доли ПДК.

Таким образом, с точки зрения санитарно-химических требований по результатам обследования 2011 года вода озера Биенда-стеммев может использоваться для целей хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования без дополнительной водоподготовки. За период наблюдений в водах озера Биенда-стеммев также не отмечено превышений ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов.

В воде реки Грендалсэльва в летне-осенний период отмечены значения pH ниже допустимого уровня — 6,5 ед. pH., что составляет до 1,02 ПДК. Превышений ПДК остальных гидрохимических параметров и содержания ЗВ в водах реки не обнаружено.

Расчеты ИЗВ для поверхностных вод пресных водоемов суши выполнялись с использованием значений растворённого кислорода, БПК₅, суммарных НУ и меди. Полученное значение индекса ИЗВ для озера Биенда-стеммев составляло весной 0,27 и в летне-осенний период 0,15. В реке Грендалсэльва значение индекса ИЗВ в летне-осенний период составило 0,34.

В соответствии с принятой классификацией вод по индексу ИЗВ (вода озера Биенда-стеммев в весенний и летне-осенний период классифицировалась как «очень чистая», вода р. Грендалсэльва — как «чистая».

Донные отложения

В донных отложениях обследованной части акватории залива Гренфьорд и водоемов суши (оз. Биенда-стеммев и р. Грендалсэльва) проводилось определение содержания следующих загрязняющих веществ: НУ, ЛАУ, ПАУ, фенолов, ТМ и ХОС.

Суммарное содержание НУ изменялось в пределах от 62,9 до 234 мкг/г для морских донных отложений; от 73,5 до 89,0 мкг/г для речных донных отложений и от 13,8 до 59,5 мкг/г для донных отложений озера. Максимальные уровни НУ зафиксированы в морских донных отложениях в районе морского порта.

Содержание фенолов в морских отложениях колебалось от < 10,0 до 13,5 мкг/кг, в донных отложениях суши содержание фенолов не превышало предела обнаружения (< 10 мкг/кг).

Содержание ЛАУ в морских отложениях и донных отложениях суши находилось ниже предела чувствительности применявшегося аналитического метода (< 1 мкг/г), что не позволяло их надежно идентифицировать.

Из 16 контролируемых ПАУ в донных отложениях прибрежной части залива Гренфьорд, были обнаружены нафталин, аценафтилен, флуорен, аценафтен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(б)флуорантен+перилена, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен и бенз(ghi)перилена, дибенз(ah)антрацен, индено(123cd)пирен. Максимальное содержание нафталина в морских донных отложениях достигало 1208 нг/г, флуорена — 0,44 нг/г, фенантрена — 232 нг/г, флуорантена — 112 нг/г, пирена — 16,7 нг/г, бенз(а)антрацена — 1,55 нг/г, бенз(б)флуорантена+перилена — 10,5 нг/г, бенз(к)флуорантена — 0,62 нг/г, бенз(а)пирена — 0,57 нг/г, бенз(ghi)перилена — 0,63 нг/г.

В донных отложениях водоемов суши были идентифицированы нафталин, аценафтилен, флуорен, аценафтен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(б)флуорантен+перилена, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен и бенз(ghi)перилена, дибенз(ah)антрацен, индено(123cd)пирен. Максимальное содержание нафталина в речных донных отложениях достигало 135 нг/г, флуорена — 0,16 нг/г, фенантрена — 1,34 нг/г, флуорантена — 0,19 нг/г, пирена — 0,12 нг/г, бенз(а)антрацена — 0,11 нг/г, бенз(б)флуорантена+перилена — 0,18 нг/г, бенз(к)флуорантена — 0,08 нг/г, бенз(а)пирена — 0,11 нг/г, бенз(ghi)перилена — 0,54 нг/г. Максимальная концентрация нафталина в донных отложениях озера Биенда-стеммев достигала 0,42 нг/г, флуорена — 0,21 нг/г, фенантрена — 0,32 нг/г, флуорантена — 0,15 нг/г, бенз(б)флуорантена+перилена — 0,18 нг/г, бенз(к)

флуорантена — 0,12 нг/г, бенз(а)пирена — 0,09 нг/г, бенз(ghi)перилена — 0,42 нг/г.

Суммарное содержание соединений группы ПАУ достигало в донных отложениях оз. Биенда-стеммев 2,60 нг/г, р. Грендалсэльва — 138 нг/г, в донных отложениях залива Гренфьорд — 1558 нг/г.

Из контролируемых ХОС в пробах донных отложений зафиксировано наличие полихлорбензолов, пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ и ПХБ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в донных отложениях фиксировались конгенеры: #28, #52, #101, #105, #118, #138, #153, #180. Максимальные концентрации ХОС достигали для суммы полихлорбензолов: в морских донных отложениях — 3,09 нг/г, в речных донных отложениях — 0,42 нг/г, в донных отложениях озера Биенда-стеммев — 0,87 нг/г; для суммы ГХЦГ: в донных отложениях залива Гренфьорд — 1,34 нг/г, в речных донных отложениях — 0,68 нг/г, в озерных донных отложениях — 0,55 нг/г; для суммы ДДТ: в морских донных отложениях — 10,6 нг/г, в донных отложениях р. Грендалсэльва — 0,69 нг/г и озера Биенда-стеммев — 7,25 нг/г; для суммы ПХБ: в донных отложениях залива Гренфьорд — 181 нг/г, в донных отложениях р. Грендалсэльва — 10,0 нг/г, в донных отложениях озера Биенда-стеммев — 107 нг/г. Содержание полихлорциклодиенов в морских и пресноводных донных отложениях не превышало предела обнаружения (< 0,05 нг/г).

Максимальные концентрации ТМ в пробах морских донных отложений составляли: для железа — 28,1 мг/г, для марганца — 182 мкг/г, для цинка — 80,4 мкг/г, для меди — 25,4 мкг/г, для никеля — 26,1 мкг/г, для кобальта — 6,70 мкг/г, для свинца — 17,3 мкг/г, для кадмия — 0,22 мкг/г, для ртути — 0,04 мкг/г, для мышьяка — 15,2 мкг/г. Для донных отложений озера Биенда-стеммев было характерно следующее максимальное содержание ряда металлов: железа — 25,3 мг/г, марганца — 206 мкг/г, цинка — 81,0 мкг/г, меди — 25,8 мкг/г, никеля — 33,6 мкг/г, кобальта — 13,4 мкг/г, свинца — 24,7 мкг/г, кадмия — 0,35 мкг/г, хрома — 11,5 мкг/г, ртути — 0,02 мкг/г, мышьяка — 6,80 мкг/г. В речных донных отложениях максимальные концентрации ТМ составили: для железа — 15,2 мг/г, для марганца — 124 мкг/г, для цинка — 70,9 мкг/г, для меди — 20,5 мкг/г, для никеля — 30,4 мкг/г, для кобальта — 7,20 мкг/г, для свинца — 16,2 мкг/г, для кадмия — 0,18 мкг/г, для хрома — 11,2 мкг/г, ртути — 0,01 мкг/г, для мышьяка — 5,90 мкг/г.

В донных отложениях залива Гренфьорд превышение ДК отмечено для суммарных НУ в 4,7, суммы ПАУ — в 1,6 раз, пестицидов группы ГХЦГ — г-ГХЦГ — в 7,6 раза, суммы ДДТ — в 4,2

раза и суммы ПХБ — в 9 раз. Остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК.

Повышенное содержание суммы ПАУ (до 1,6 ДК) с 4 и более ароматическими кольцами свидетельствует о локальной антропогенной нагрузке на прибрежную часть залива, связанной с добычей и переработкой угля. Наибольшие значения концентраций из соединений группы ПАУ были отмечены для нафталина и фенантрена, достигающих 0,77–0,15 доли суммы ПАУ. Примечательно, что превышение ДК по содержанию ПАУ в 1,6 раза в донных отложениях зафиксировано в районе отбора отложений, расположенном на западном прибрежном участке залива напротив пос. Баренцбург, в то время как в районе порта максимальные значения ПАУ достигали 0,6–0,7 ДК.

Донные отложения обследованного участка акватории согласно Р 52.24.581–97 характеризуются «умеренной» степенью загрязнения бенз(а)пиреном (< 20 нг/г). Максимальное значение бенз(а)пирена в донных отложениях прибрежной части залива достигло 0,57 нг/г.

Из ТМ в донных отложениях наибольшие концентрации отмечены для меди, мышьяка и никеля (0,70; 0,52 и 0,74 ДК соответственно).

Загрязнение донных отложений залива НУ выше ДК наблюдается во всех точках отбора отложений и в среднем составляет 145 мкг/г (2,6 ДК). Превышение допустимых уровней по содержанию ДДТ отмечено в 87% образцов, по содержанию суммы ПХБ в 69% всех отобранных образцов.

В донных отложениях реки Грендалсэльва превышения ДК зафиксированы для содержания НУ до 1,8 ДК. Остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК.

В донных отложениях оз. Биенда-стеммев превышение содержания ЗВ отмечено для НУ — до 1,2 ДК. По остальным показателям превышений не зафиксировано.

В донных отложениях реки и озера отмечено повышенное содержание меди и никеля (0,71 и 0,96 ДК соответственно). Во всех случаях зафиксированные превышения ДК в донных отложениях водоемов суши были значительно ниже уровней вмешательства.

Речные и озерные донные отложения согласно РД 52.24.581–97 характеризуются «умеренной» степенью загрязнения бенз(а)пиреном. Источником загрязнения донных отложений устья реки, по-видимому, являются выходы на поверхность горных выработок рудника «Баренцбург» и отвалы породы, расположенные на террасе правого склона долины Грендален.

Опубликованные данные норвежских исследований по содержанию загрязняющих веществ в донных отложениях пресноводных водоемов

рассматриваемого района подтверждают приведенную выше оценку степени загрязнения донных отложений.

В целом, вклад техногенной составляющей в формирование уровней концентрации загрязняющих веществ в донных отложениях залива Гренфьорд достаточно существенен, так как отмечается повсеместное загрязнение донных отложений НУ, пестицидами ДДТ и ПХБ. В то же время воздействие техногенной составляющей на донные отложения поверхностных вод суши в районе расположения пос. Баренцбург незначительно, так как уровни концентрации ЗВ в них характеризуются значениями, близкими к региональному фону.

Почвы

В почвах территории поселка Баренцбург и его окрестностей проводилось определение содержания НУ, НАУ, ЛАУ, ПАУ, ТМ и ХОС.

Суммарное содержание НУ было зафиксировано в 70% всех исследованных образцов почвы и изменялось в пределах от $< 25,0$ до 629 мкг/г, средняя величина — 102 мкг/г.

Суммарное содержание НАУ изменялось от 0,0 мкг/г до 1,63 мкг/г, в среднем составляя 0,24 мкг/г. В почвах на территории локального мониторинга (в районе вертолетной площадки, в районе расположения отвалов горных пород и шлака от ТЭЦ и на территории пос. Баренцбург) были отмечены значимые уровни отдельных НАУ $C_{19}-C_{25}$, концентрации которых изменялись от 0,1 мкг/г до 0,42 мкг/г. В других точках отбора уровни содержания НАУ не превышали или были чуть выше предела обнаружения (0,1 мкг/г). Максимальное суммарное содержание НАУ было зафиксировано в почвах в районе отвалов горных пород и шлака от ТЭЦ.

В почвах исследуемого района были зафиксированы все контролируемые ЛАУ: бензол (до 0,23 нг/г); толуол (до 1,40 нг/г); этилбензол (до 1,95 нг/г); сумма мета- и параксилолов (до 2,76 нг/г); орто-ксилол (до 1,99 нг/г); изопропилбензол (до 0,13 нг/г) и псевдокумол (до 0,40 нг/г). Суммарные концентрации ЛАУ изменялись в пределах от 0,0 до 4,82 нг/г. Максимальные значения суммы ЛАУ отмечены в пробах почвы, отобранных в районе свалки бытовых отходов. В других точках пробоотбора, находящихся в пределах санитарно-защитной зоны поселка, уровни суммарного содержания ЛАУ были значительно ниже, что свидетельствует о сугубо локальном загрязнении почв.

Во всех пробах почв были идентифицированы 14 из 16 контролируемых ПАУ. При этом антрацен и дибенз(а, h)антрацен были отмечены в 93% и 97% отобранных проб соответственно.

Концентрации индивидуальных соединений ПАУ находились в следующих пределах: нафталина — от 0,18 до 709 нг/г, аценафтилена — от 0,02 до 6,69 нг/г, флуорена — от 0,04 до 210 нг/г, аценафтена — от 0,06 до 172 нг/г, фенантрена — от 0,06 до 941, антрацена — от < 0,01 до 356 нг/г, флуорантена — от 0,06 до 3308 нг/г, пирена — от 0,08 до 1929 нг/г, бенз(а)антрацена — от 0,03 до 809 нг/г, хризена — от 0,04 до 290 нг/г, бенз(б)флуорантена + перилена — от 0,05 до 857 нг/г, бенз(к)флуорантена — от 0,03 до 281 нг/г, бенз(а)пирена — от 0,01 до 922 нг/г, дибенз(а, h)антрацена — от < 0,01 до 214 нг/г, индено(1, 2, 3-сd)пирена — от 0,02 до 1282 нг/г, бенз(г, h, i)перилена — от 0,02 до 731 нг/г. Максимальные концентрации большинства приоритетных соединений ПАУ отмечены в пробах почвы, отобранных у вертолетной площадки, а также в районе отвалов горных пород и шлака от ТЭЦ.

Суммарное содержание соединений группы ПАУ изменялось в пределах от 1,89 до 12 263 нг/г (среднее значение 661 нг/г). Максимальные значения суммарного содержания ПАУ зафиксировано в районе вертолетной площадки в слое почвы 5–20 см. Наименьшее загрязнение почв соединениями группы ПАУ отмечено на побережье Исфюрда в районе мыса Дрессельхус, к северо-востоку от пос. Баренцбург.

Из контролируемых ХОС в пробах почв было зафиксировано наличие полихлорбензолов, ПХБ и пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ. Пента- и гексахлорбензол были отмечены в 70% и 90% проб соответственно, изомеры ГХЦГ — в 43–93% проб, метаболиты ДДТ — в 3–77% проб почв. Концентрации всех полихлорциклодиенов находились ниже предела обнаружения используемого метода анализа (< 0,05 нг/г). Максимальные суммарные концентрации ХОС в пробах почвы достигали: полихлорбензолов — 9,92 нг/г; Σ ГХЦГ — 12,4 нг/г; Σ ДДТ — 37,6 нг/г.

В почвах обследованного района с различной частотой обнаружения были идентифицированы все 15 контролируемых конгенов ПХБ. Максимальные зафиксированные концентрации индивидуальных полихлорбифенилов составили: для #28 — 18,3 нг/г, #31 — 11,0 нг/г, #52 — 70,9 нг/г, #99 — 56,6 нг/г, #101 — 117 нг/г, #105 — 90,9 нг/г, #118 — 159 нг/г, #128 — 22,1 нг/г, #138 — 121 нг/г, #153 — 85,7 нг/г, #156 — 11,9 нг/г, #170 — 5,87 нг/г, #180 — 6,96 нг/г, #183 — 1,64 нг/г, #187 — 1,81 нг/г. Суммарное содержание ПХБ находилось в диапазоне значений от 0,68 до 756 нг/г, при среднем значении 79,9 нг/г сухого веса.

Максимальное содержание отдельных конгенов ПХБ и их суммы, а также наибольшее суммарное содержание метаболитов ДДТ было

определено в пробах почвенного покрова, отобранных в районе расположения вертолетной площадки. Наибольшая концентрация суммы ГХЦГ была отмечена в пробах почв, отобранных в районе склада стройматериалов, суммы полихлорбензолов — в поселке Баренцбург в долине ручья в районе расположения консульства.

Контролируемые ТМ были отмечены во всех отобранных пробах почв. Средние концентрации ТМ в пробах почв, отобранных на территории исследуемого района, составляли: железо — 18 978 мкг/г (при разбросе значений от 10 527 до 27 103 мкг/г), марганец — 188 мкг/г (при диапазоне от 39,7 до 452 мкг/г), цинк — 62,5 мкг/г (варьирование значений от 24,7 до 113 мкг/г), медь — 22,3 мкг/г (концентрации в пределах от 9,30 до 36,4 мкг/г), никель — 17,5 мкг/г (значения изменяются от 9,30 до 26,9 мкг/г), кобальт — 4,80 мкг/г (изменение концентраций от 2,10 до 7,80 мкг/г), свинец — 16,3 мкг/г (разброс значений от 4,90 до 27,3 мкг/г), кадмий — 0,15 мкг/г (при варьировании содержания от 0,05 до 0,26 мкг/г), хром — 10,9 мкг/г (значения колеблются от 4,3 до 16,3 мкг/г), ртуть — 0,042 мкг/г (при диапазоне концентраций от 0,009 до 0,106 мкг/г), мышьяк — 5,40 мкг/г (варьирование значений от 2,40 до 9,20 мкг/г).

В период проведения обследования в пробах почв наблюдались превышения ПДК/ДК по суммарному содержанию НУ (до 12,6 ДК), по суммарному содержанию ПХБ (до 12,6 ПДК), по суммарному содержанию ПАУ (до 12,3 ДК), по содержанию мышьяка (до 4,60 ПДК), а также единичные превышения по содержанию бенз(а)пирена (46,1 ПДК) и меди (1,01 ДК). Помимо этого, концентрации ряда веществ достигали уровней, сравнимых с ПДК/ДК: свинца (до 0,85 ПДК), цинка (до 0,80 ДК) и никеля (до 0,77 ДК).

Для отобранных проб почвы были рассчитаны суммарные показатели химического загрязнения Zс по тем загрязняющим веществам, концентрации которых превышали установленные ПДК/ДК.

Проведенный анализ показал, что основной вклад в загрязнение почв исследуемого района вносят мышьяк (30 случаев превышения), НУ (14 раз отмечено превышение ПДК/ДК), ПХБ (7 случаев превышения) и ПАУ (превышения зафиксированы в 4-х пробах). Медь и бенз(а)пирен превышали установленные нормативы в единичных пробах. В результате проведенных расчетов максимальная величина суммарного показателя степени химического загрязнения почв, равная 79,5, была получена для пробы слоя почвы 5–20 см, отобранной в районе расположения вертолетной площадки, что свидетельствует об опасной степени загрязнения

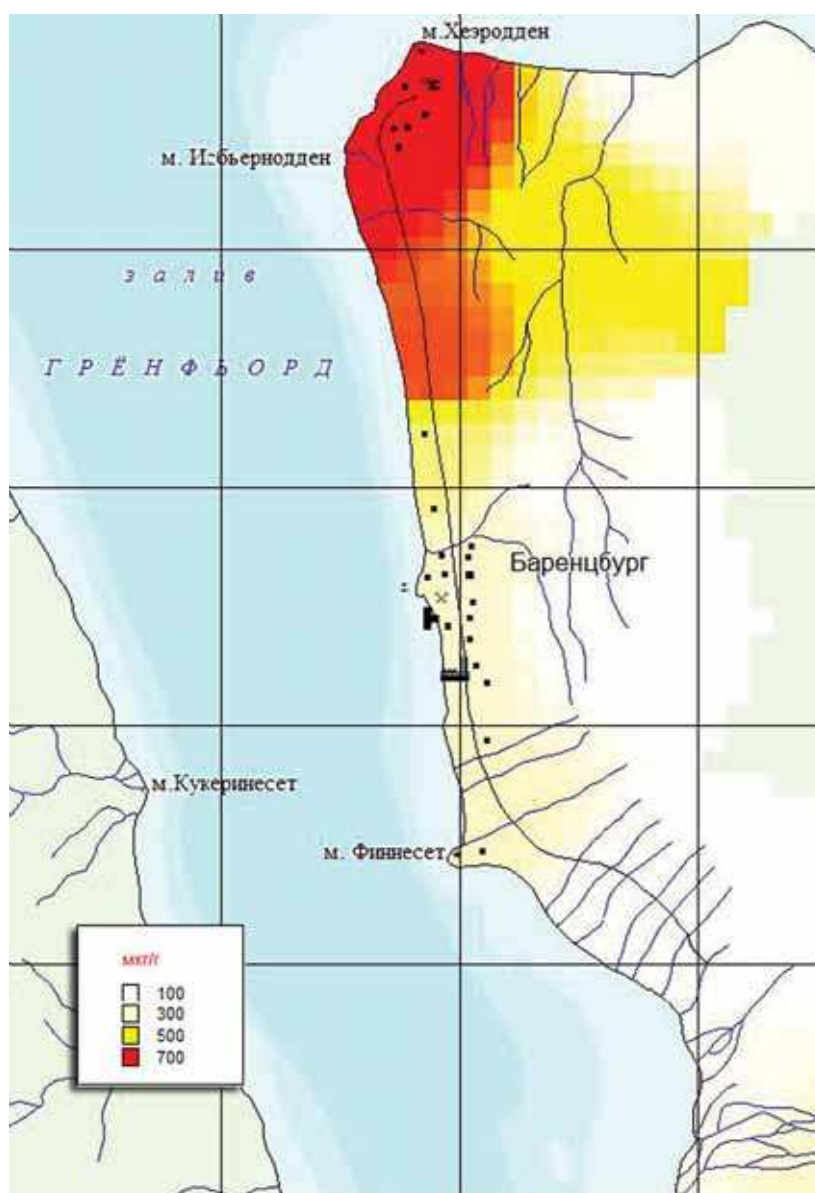


Рис. 4.31. Распределение содержания суммарных НУ в почвах в районе пос. Баренцбург

почв на данной территории поселка. В нескольких пробах почв были отмечены значения Z_c , близкие к 16: в долине ручья, протекающего по территории пос. Баренцбург в районе консульства (Z_c 15,0), в районе склада стройматериалов (Z_c 14,8). Таким образом, можно сказать, что почвы обозначенных районов отличаются повышенными уровнями загрязнения. Для проб почв, отобранных в остальных районах мониторинга, величина Z_c находилась в пределах от 1,20 до 11,9, при средней величине 3,27, что свидетельствует о допустимой степени загрязнения почв на всей остальной территории поселка Баренцбург и его окрестностей.

Согласно МУ 2.1.7.730-99, бенз(а)пирен и мышьяк являются загрязняющими веществами первого класса опасности. Для неорганических и органических ЗВ предусмотрены разные кри-

терии оценки степени загрязненности почв. Почвы с концентрациями бенз(а)пирена от 1 до 2 ПДК, согласно этому нормативному документу, относятся к «слабой» категории загрязнения, от 2 до — к «сильной» и выше 5 ПДК — к «очень сильной». Максимальное содержание бенз(а)пирена в почвах пос. Баренцбург и его окрестностей составляет 922 нг/г (46,1 ПДК), следовательно они классифицируются как «очень сильно загрязненные».

Почвы с содержанием мышьяка от 2 фоновых значений до ПДК относятся к слабо загрязненным, от ПДК до 15 мкг/г (значение K_{max}) и выше — к очень сильно загрязненным. Концентрации мышьяка в почве достигают величин 9,20 мкг/г (4,6 ПДК) при средней концентрации мышьяка на всей обследованной территории равной 5,44 мкг/г (2,72 ПДК), следовательно,

почвы пос. Баренцбург и его окрестностей и по этому показателю следует отнести к «очень сильно загрязненным».

Согласно классификации по гигиенической оценке качества почв населенных мест почвы на территории поселка Баренцбург и его окрестностей характеризуются: в районе расположения вертолетной площадки — опасным уровнем загрязнения почв по содержанию НУ, бенз(а)пирена, суммарному содержанию ПАУ, суммарному содержанию ПХБ и по концентрации мышьяка; на остальной территории — допустимой степенью загрязнения по содержанию НУ, суммарному содержанию ПАУ, суммарному содержанию ПХБ и по концентрации мышьяка.

Концентрации практически всех определяемых загрязняющих веществ в почвах, отобранных на территории фонового мониторинга, соответствовали уровням их содержания в других фоновых районах Арктики (по данным опубликованных зарубежных исследований).

Почвенные воды

В ходе летне-осенних экспедиционных исследований 2011 года было отобрано 10 проб почвенных вод. В отобранных пробах выполнялись определения: основных гидрохимических параметров: Eh, pH, щелочности, БПК₅, ХПК; содержания компонентов минерального состава (сероводорода и сульфидов, кремния силикатного); содержания соединений азота и фосфора (нитритного, нитратного и аммонийного азота, фосфатного и общего фосфора); концентраций загрязняющих веществ (ТМ; ПАУ; НУ; НАУ (C₁₅–C₃₁); ЛАУ; индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов); СПАВ; ХОС, включая ПХБ).

Водородный показатель (pH) почвенных вод в районе работ находился в пределах 6,48–7,02 ед. pH. Наиболее низкие значения pH отмечены в районах реки Грендалсэльва и оз. Биенда-стеммев, наиболее высокие значения в районе склада стройматериалов.

Eh в почвенных водах изменялся от 169 до 211 мВ.

Значения щелочности почвенных вод находились в интервале от 0,11 до 0,78 мг-экв/л при средней величине 0,31 мг-экв/л.

Значения БПК₅ почвенных вод были ниже предела чувствительности применявшегося метода анализа (< 1 мг O₂/л).

Значения ХПК почвенных вод изменялись в пределах от 3,0 до 13,0 мг O₂/л при среднем значении 6,5 мг O₂/л.

Измеренные концентрации минеральных форм азота в почвенных водах изменялись в диапазоне: для нитритного азота < 10–31,0 мкг/л,

для нитратного азота < 20–894 мкг/л, для аммонийного азота < 20–224 мкг/л, для общего азота — 154–2340 мкг/л.

Концентрация минерального фосфора в почвенных водах находилась в следующих пределах: от 10 мкг/л до 42,0 мкг/л, общего фосфора — от < 10 мкг/л до 63,0 мкг/л.

Значения концентраций силикатов в почвенных водах изменялись от 1230 мкг/л до 2210 мкг/л.

Концентрации сероводорода и сульфидов находились в пределах ниже уровня обнаружения (< 0,2 мкг/л), что не позволяло их надежно идентифицировать.

Значимые концентрации СПАВ были отмечены лишь в 30% исследованных проб, находясь в интервале от 34 до 58 мкг/л.

Концентрации фенолов в почвенных водах были ниже предела чувствительности методики анализа (< 0,5 мкг/л), что не позволяло их надежно идентифицировать.

В двух пробах почвенных вод были обнаружены НАУ, суммарное содержание которых изменялось в пределах от 0,0 до 1,4 мкг/л.

НУ были обнаружены в 100% проанализированных проб. Их суммарное содержание в почвенных водах изменялось в пределах от 12 до 580 мкг/л, при средней концентрации 123 мкг/л.

Из контролируемых 7 ЛАУ в почвенных водах были идентифицированы все соединения: бензол, содержание которого находилось в пределах от 0,02 мкг/л до 0,44 мкг/л при среднем значении 0,17 мкг/л; толуол, концентрации которого изменялись от 0,09 мкг/л до 0,51 мкг/л со средним содержанием 0,28 мкг/л; этилбензол, содержание которого менялось от < 0,01 до 0,22 мкг/л, сумма пара- и мета-ксилолов, содержание которой менялось от 0,06 до 0,35 мкг/л; орто-ксилол, максимальное содержание которого составляло 0,24 мкг/л; псевдокумол (1, 2, 4-триметилбензол), содержание которого изменялось от 0,01 мкг/л до 0,21 мкг/л при среднем значении 0,15 мкг/л. Содержание изопропилбензола (кумола) было ниже предела чувствительности методики анализа (< 0,01 мкг/л), что не позволило их надежно идентифицировать.

Из 16-ти ПАУ в почвенных водах были обнаружены 12 индивидуальных ПАУ. Бенз(а)пирен, хризен и антрацен были отмечены в 10–40% исследованных проб; нафталин, аценафтен, аценафтилен, флуорен, фенантрен, флуорантен, пирен, бенз(б)флуорантен+перилен и бенз(к)флуорантен были зафиксированы в 90–100% проанализированных проб. Содержание нафталена в среднем составляло 27,1 нг/л при размахе колебаний от 5,30 нг/л до 74,3 нг/л; флуорена в пределах от < 2,0 до 11,8 нг/л при среднем

значении 6,06 нг/л; фенантрена — в среднем 10,3 нг/л при диапазоне изменений от 5,6 нг/л до 17,8 нг/л; антрацена — от < 0,2 до 0,9 при среднем содержании 0,72 нг/л; содержание флуорантена находилось в интервале от 1,0 до 6,2 нг/л, в среднем составляя 3,63 нг/л; содержание пирена в среднем составляло 1,46 нг/л при размахе колебаний от < 1,0 до 2,10 нг/л; концентрации бенз(б)флуорантена + перилена колебались от 0,23 нг/л до 1,56 нг/л со средним содержанием 0,85 нг/л; содержание бенз(к)флуорантена изменялось от < 0,1 нг/л до 1,23 нг/л при средней величине 0,72 нг/л; концентрации бенз(а)пирена находились в диапазоне от < 0,5 до 0,90 нг/л, средняя концентрация — < 0,5 нг/л. Концентрации дибенз(а, h)антрацена, индено(1, 2, 3-сд)пирена и бенз(г, h, i)перилена находились в диапазонах ниже предела чувствительности применявшегося метода анализа.

Суммарное содержание соединений группы ПАУ изменялось от 14,7 до 136 нг/л при среднем значении 57,8 нг/л. Наибольшие суммы ПАУ в почвенных водах были отмечены в пробах, отобранных в районе свалки бытовых отходов.

Из контролируемых ХОС в пробах почвенных вод в период наблюдений зафиксировано наличие соединений всех контролируемых групп загрязняющих веществ. Гексахлорбензол, изомеры ГХЦГ, 2,4 ДДЕ, 4,4 ДДЕ, 2,4 ДДД, 4,4 ДДД, 2,4 ДДТ и 4,4 ДДТ были отмечены в наибольшем количестве исследованных проб (70–100%). Частота обнаружения прочих хлорорганических соединений не превышала 50%.

Средние концентрации идентифицированных ХОС составляли: для полихлорбензолов — 0,11 нг/л (при диапазоне значений от 0,0 до 0,25 нг/л); для суммы изомеров ГХЦГ — 0,17 нг/л (при разбросе концентраций от 0,0 до 0,31 нг/л); для суммы изомеров ДДТ — 0,81 нг/л (содержания изменялись от 0,0 до 1,48 нг/л).

Из 15 контролируемых ПХБ только содержание конгенера #170 не было отмечено ни в одной исследованной пробе почвенных вод. Частота обнаружения конгенеров #128, #156, #170, #180 и #183 составила 10–50%. Конгенеры с классификационными номерами #28, #31, #52, #99, #101, #105, #118, #138 и #153 были отмечены в 90–100% проанализированных проб. Наибольшие зафиксированные концентрации индивидуальных конгенеров ПХБ составили: для #105 — 0,44 нг/л, #118 — 0,63 нг/л. Суммарное содержание ПХБ находилось в пределах от 0,27 до 3,22 нг/л при среднем значении 1,74 нг/л. Максимальная суммарная концентрация ПХБ в почвенных водах была отмечена в пробах, отобранных на территории поселка Баренцбург в районе склона ручья вблизи консульства.

Средние концентрации контролируемых ТМ в пробах почвенных вод составляли: для железа — 49,8 мкг/л (диапазон значений 5,20 — 326 мкг/л), для марганца — 28,3 мкг/л (при разбросе значений от 6,90 до 135 мкг/л), для цинка — 3,27 мкг/л (значения колебались от 1,10 до 7,10 мкг/л), для меди — 4,01 мкг/л (при варьировании содержания от 0,70 до 11,3 мкг/л), для никеля — 4,63 мкг/л (концентрации находились в интервале от < 3,0 до 7,20 мкг/л), для кобальта — 1,80 мкг/л (интервал значений < 1,0–2,60 мкг/л), для свинца — 1,20 мкг/л (содержание колебалось от < 1,0 до 2,10 мкг/л). Для кадмия, хрома, ртути и мышьяка измеренные концентрации находились ниже предела обнаружения. Наибольшее загрязнение ТМ было обнаружено в долине р. Грендалсэльва (по содержанию в почвенных водах железа, марганца и меди), а также в почвенных водах в районе склада стройматериалов (по содержанию цинка, никеля, кобальта и свинца). На остальной территории как фоновое, так и локальное мониторинга концентрации ТМ в почвенных водах находились на уровнях, характерных для грунтовых и поверхностных вод арктических территорий в районах добычи угля.

Для почвенных вод района расположения пос. Баренцбург превышение ДК, установленных «Neue Niederlandische Liste», отмечено для НУ в 40% отобранных проб до 11,5 ДК (0,97 УВ) в районе склада стройматериалов; для флуорантена в одной пробе до 1,2 ДК и бенз/к/флуорантена в 30% проб до 1,2 ДК; для бензола в 40% проб до 2,2 ДК, толуола в 70% проб до 2,6 ДК и этилбензола в 1 пробе до 1,1 ДК. По остальным нормируемым показателям превышений не установлено. Содержание ТМ составляло десятые и сотые доли ДК. Медь до 0,75 ДК, никель до 0,48 ДК, цинк до 0,11 ДК.

Согласно критериям оценки степени загрязнения подземных вод в зоне влияния хозяйственных объектов в районе склада стройматериалов по содержанию НУ в почвенных водах отмечается «чрезвычайная экологическая ситуация». По остальным нормируемым ЗВ подземные воды удовлетворяют критериям оценки «относительно удовлетворительная ситуация».

В почвенных водах отобранных в районе поселка и на фоновом полигоне превышения ПДК и ОДК по гигиеническим нормативам содержания вредных веществ согласно СанПиН ГН 2.1.5.1315–03 и СанПиН ГН 2.1.5.2307–07 отмечено по следующим контролируемым показателям: содержанию железа — до 1,1 ПДК; марганцу — до 1,4 ПДК; НУ до 5,8 ПДК (в 30% проб).

Учитывая, что водоснабжение поселка Баренцбург осуществляется с водозабора, расположенного в озере Биенда-стеммев, оценка со-

стояния почвенных вод отобранных в бассейне озера показала на допустимые уровни концентрации ЗВ в почвенных водах в соответствии с зарубежными нормами и санитарно-гигиеническим критериям. Содержание ТМ, соединений ПАУ и ЛАУ в почвенных водах района озера составляло сотые и тысячные доли ПДК и ДК. Таким образом, согласно критериям санитарно-гигиенической оценки опасности загрязнения питьевой воды и источников водоснабжения химическими веществами, состояние почвенных вод района используемого для водоснабжения поселка Баренцбург соответствует «относительно удовлетворительной ситуации».

В целом химический состав почвенных вод является характерным для верхнего деятельного слоя вод урбанизированных районов, одним из основных источников питания которых являются атмосферные осадки с заметным содержанием загрязняющих веществ.

Растительный покров

В растительном покрове территории поселка Баренцбург и его окрестностей, представленном мхами (*Aulacomnium turgidum*, *Racomitrium lanuginosum*, *Sphagnum lindbergii*, *Polytrichum commune* и др.), лишайниками (*Cetraria ericetorum*, *Cetraria islandica*, *Flavocetraria nivalis* и т.д.) и сосудистыми растениями (осоки (*Carex rotundata*, *C. rariflora*, *C. aquatilis*), пушицы (*Eriophorum russeolum*, *E. scheuchzeri*, *E. polystachion*), горец (*Archangelica norvegica*, *Filipendula ulmaria*, *Solidago lapponica*), карликовая стелющаяся ива (*Salix polaris*, *Salix reticulata*)) и др., проводилось определение ПАУ, ХОС и ТМ. Учитывая, что наиболее представительными видами растительности, встречающимися на всех выбранных площадках, являются мхи и сосудистые растения, ниже приводятся сведения об уровнях содержания ЗВ, определенных в образцах этих растений.

В образцах растительности были обнаружены все 16 контролируемых ПАУ).

Во мхах концентрации индивидуальных ПАУ составили: нафталин — от 0,25 до 2,25 нг/г сухого веса (среднее значение — 1,35 нг/г); аценафтилен — от 0,12 до 0,77 нг/г, при средней концентрации 0,48 нг/г; флуорен — от 0,19 до 1,92 нг/г сухого веса при среднем содержании 1,02 нг/г; аценафтен — от 0,48 до 3,18 нг/г при среднем значении 1,40 нг/г; фенантрен — от 0,44 до 3,99 нг/г сухого веса при среднем значении 1,70 нг/г; антрацен — от 0,03 до 3,06 нг/г сухого веса при среднем значении 0,96 нг/г; флуорантен — от 0,11 до 1,48 нг/г сухого веса при среднем значении 0,69 нг/г; пирен — от 0,10 до 13,5 нг/г сухого веса при среднем со-

держании 2,15 нг/г; бенз(а)антрацен — от 0,12 до 1,63 нг/г сухого веса при среднем значении 0,73 нг/г; хризен — от 0,05 до 1,19 нг/г сухого веса (среднее значение — 0,55 нг/г). Суммарные концентрации бенз(б)флуорантена и перилена изменялись от 0,26 до 1,76 нг/г сухого веса (средняя величина 0,84 нг/г); бенз(к)флуорантена — от 0,13 до 1,16 нг/г сухого веса при средней концентрации 0,57 нг/г; среднее содержание бенз(а)пирена составило 0,48 нг/г сухого веса при диапазоне колебаний от 0,13 до 1,13 нг/г; дибенз(а,һ)антрацена — от 0,09 до 1,76 нг/г, в среднем составляя 0,49 нг/г; индено(1,2,3-сd)пирена — от 0,15 до 0,98 нг/г при средней концентрации 0,69 нг/г; бенз(ɡ,һ,і)перилена — от 0,31 и 2,73 нг/г сухого веса при среднем содержании 1,11 нг/г.

В сосудистых растениях выявлены следующие индивидуальные ПАУ: нафталин, содержание которого находилось в пределах от 0,17 до 1,60 нг/г сухого веса при среднем содержании 0,85 нг/г; аценафтилен, среднее содержание которого составляло 0,45 нг/г при разбросе значений 0,15–0,86 нг/г; флуорен, концентрации которого изменялись от 0,05 до 3,27 нг/г сухого веса при среднем значении 0,83 нг/г; аценафтен, содержание которого варьировало от 0,30 до 1,54 нг/г (средняя концентрация 0,91 нг/г); фенантрен, средняя концентрация которого составляла 1,60 нг/г сухого веса при размахе колебаний от 0,68 до 2,39 нг/г; антрацен, уровни содержания которого находились в пределах от 0,08 до 1,30 нг/г сухого веса при средней концентрации 0,47 нг/г; флуорантен, содержание которого колебалось от 0,02 до 3,77 нг/г сухого веса при среднем значении 1,17 нг/г; пирен, среднее содержание которого составляло 1,30 нг/г, при диапазоне значений от 0,19 до 2,25 нг/г; бенз(а)антрацен, концентрации которого находились в интервале от 0,06 до 1,59 нг/г при среднем значении 0,51 нг/г; хризен, средняя концентрация которого была равна 0,58 нг/г сухого веса при размахе колебаний от 0,08 до 1,55 нг/г; бенз(б)флуорантен+перилен, содержание которых изменялось от 0,19 до 1,28 нг/г сухого веса при среднем содержании 0,73 нг/г; бенз(к)флуорантен, среднее содержание которого в сосудистых растениях составляло 0,46 нг/г сухого веса при диапазоне изменений от 0,15 до 0,83 нг/г; бенз(а)пирен, концентрации которого колебались от 0,10 до 1,03 нг/г, при среднем значении 0,41 нг/г; дибенз(а,һ)антрацен, средняя концентрация которого в образцах сосудистых растений составила 0,44 нг/г, при диапазоне значений 0,09–1,36 нг/г; индено(1,2,3-сd)пирен, содержание которого находилось в пределах от 0,14 до 0,66 нг/г, при среднем значении 0,38 нг/г; и бенз(ɡ,һ,і)перилен, концентрации

которого изменялись от 0,41 до 1,96 нг/г, при средней концентрации 1,07 нг/г.

Суммарное содержание суммы соединений группы ПАУ изменялось в следующих пределах: в пробах сосудистых растений от 6,54 до 15,2 нг/г (среднее — 12,2 нг/г), у мхов — от 8,40 до 35,3 нг/г (среднее 15,2 нг/г). Наибольшие суммарные концентрации ПАУ были зафиксированы в пробах растительного покрова, отобранных к востоку и северо-востоку от поселка Баренцбург.

Следует отметить заметное уменьшение средних концентраций суммы ПАУ в пробах растительного покрова, а также уменьшение максимальных фиксируемых концентраций отдельных соединений данной группы ЗВ по сравнению с уровнями их содержания в пробах, отобранных в 2008–2010 гг., что может являться следствием снижения антропогенной нагрузки на исследуемый регион в последние годы.

Из контролируемых ХОС в пробах растительного покрова зафиксировано наличие полихлорбензолов, ПХБ и пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ. Соединения группы полихлорциклодиенов не были отмечены ни в одном исследованном образце растительности, их концентрации находились ниже пределов обнаружения используемого метода анализа ($< 0,05$ нг/г). Из всех контролируемых ХОС, помимо полихлорциклодиенов, в исследованных пробах не был зафиксирован метаболит ДДТ — 2,4-ДДД.

Максимальные концентрации ХОС достигали: для суммы полихлорбензолов: во мхах — 0,80, в сосудистых растениях 0,46 нг/г; для суммы изомеров ГХЦГ: во мхах — 1,05 нг/г, в сосудистых растениях — 1,71 нг/г; для суммы метаболитов ДДТ: во мхах — 3,18 нг/г, в сосудистых растениях — 11,6 нг/г.

Из 15-ти контролируемых индивидуальных ПХБ конгенеры с классификационными номерами #28, #31, #52, #99, #101, #105, #118, #138 и #153 были идентифицированы во всех без исключения отобранных образцах мхов и сосудистых растений. Реже всего в пробах растительного покрова отмечались конгенеры #187, #183 и #170. Максимальные зафиксированные суммарные концентрации ПХБ в отобранных образцах составили: во мхах — 77,5, в сосудистых растениях — 257 нг/г.

Наибольшие суммарные концентрации ХОС как для мхов, так и для сосудистых растений были отмечены в образцах, отобранных в районе пос. Баренцбург на северо-западном склоне г. Гренфьордфьеллет и на восточном склоне г. Стурхеда, а также на западном берегу залива Гренфьорд в долине озера Биенда-стеммев.

Контролируемые ТМ были зафиксированы во всех отобранных образцах раститель-

ности. Их максимальные концентрации в исследованных образцах составляли: железо во мхах — 8430 мкг/г, в сосудистых растениях — 2447 мкг/г; марганец во мхах — 259 мкг/г, в сосудистых растениях — 210 мкг/г; цинк во мхах — 88,6 мкг/г, в сосудистых растениях — 43,5 мкг/г; медь во мхах — 15,3 мкг/г, в сосудистых растениях — 10,2 мкг/г; никель во мхах — 16,9 мкг/г, в сосудистых растениях — 9,04 мкг/г; кобальт во мхах — 3,38 мкг/г, в сосудистых растениях — 1,20 мкг/г; свинец во мхах — 10,4 мкг/г, в сосудистых растениях — 3,11 мкг/г; кадмий во мхах — 0,25 мкг/г, в сосудистых растениях — 0,17 мкг/г; хром во мхах — 10,8 мкг/г, в сосудистых растениях — 4,62 мкг/г; ртуть во мхах — 0,089 мкг/г, в сосудистых растениях — 0,054 мкг/г; мышьяк во мхах — 4,17 мкг/г, в сосудистых растениях — 1,73 мкг/г.

Говоря о загрязнении растительного покрова в целом, следует отметить, что относительно более высокие концентрации практически всех загрязняющих веществ были отмечены для мхов, более низкие — для сосудистых растений. Так, содержание марганца во мхах превосходит таковое в сосудистых растениях в 1,5 раза, свинца — в 4,1 раза, кадмия — в 1,4 раза, хрома — в 2,9 раза, ртути в 2,3 раза, мышьяка — в 3,0 раза. Суммарные концентрации ПАУ во мхах превышали таковые в сосудистых растениях в среднем в 1,3 раза, хлорбензолов — в 2,0 раза, суммы ГХЦГ — в 1,6 раза. Обратная ситуация наблюдалась в отношении суммы ДДТ и суммы ПХБ, средние концентрации которых были выше в образцах сосудистых растений в 1,8 и в 2,3 раза соответственно. Содержание большинства ХОС и ТМ в растительном покрове обследованного района находится в пределах, характерных для фоновых районов Арктики. В то же время концентрации ПХБ в растительном покрове в районе пос. Баренцбург значительно выше, чем в фоновых районах Арктики. Опубликованные данные норвежских исследований по содержанию загрязняющих веществ в растительном покрове рассматриваемого района подтверждают эту оценку.

Полученные в 2011 году по результатам экологического мониторинга данные и выполненные обобщения показали, что содержания основных групп загрязняющих веществ в компонентах природных сред в районе расположения пос. Баренцбург являются характерными для районов развития угледобывающей промышленности и не является критическим. При этом по сравнению с предыдущими годами наблюдений (2002–2010 годы) наблюдается некоторое снижение уровней загрязнения компонентов природной среды (атмосферный воздух, снежный

покров, морские воды и воды водоемов суши, почвы и растительный покров).

В то же время, по материалам выполненного в 2011 году обследования установлены отдельные локальные участки с повышенными уровнями загрязнения, расположенные в пределах поселка и его санитарно-защитной зоны (рис. 4.30), а именно: почвенный покров в районах вертолетной площадки, склада стройматериалов и долины ручья вблизи консульства; почвенные воды в районе склада стройматериалов; растительный покров в районе отвалов горных пород и шлака от ТЭЦ. Следует также отметить наличие значительного загрязнения донных отложений залива Гренфьорд суммарными нефтяными углеводородами, пестицидами группы ДДТ и полихлорбифенилами.

Для уточнения экологической обстановки в районах расположения поселка Баренцбург, а также контроля межгодовых тенденций ее изменения необходимо обеспечить дальнейшую реализацию разработанной Росгидрометом программы экологического мониторинга.

4.4.1. Мониторинг ртути в атмосферном воздухе Российской Арктики

Мониторинг элементной газообразной ртути (ЭГР) в атмосферном воздухе Арктики проводится ФГБУ «НПО «Тайфун» с 2001 г. по настоящее время. В 2011 году получены результаты по программе мониторинга ЭГР на полярной станции Амдерма (69,45° с.ш., 61,39° в.д.), расположенной в 300 метрах от побережья Карского моря, 49 м над уровнем моря.

Основной целью проведения долговременных измерений ЭГР в районе полярной станции Амдерма является получение систематических данных высокого временного разрешения, а также изучение процесса «истощения» ртути (atmospheric mercury depletion events — AMDE) из приземного слоя атмосферы в период полярной весны.

В качестве основного инструмента для проведения прямого измерения ЭГР в атмосферном воздухе используется атомно-флуоресцентный спектрометр «Tekran 2537A» Все данные получены при 30-ти минутном временном разрешении сорбции ртути.

Проведенные исследования показали, что в 2011 году наблюдались значительные изменения в динамике поведения ЭГР, особенно в зимний период времени, по сравнению с долговременным периодом наблюдения, начиная с 2001 года. Долговременный ряд значений концентрации атмосферной ртути на полярной станции Амдерма в 2011 году представлен на рис. 4.32,а. Среднее значение концентрации ртути за дан-

ный период составило $C_{\text{ср}} = 1,35 \pm 0,5$ нг/м³, максимальное значение $C_{\text{max}} = 3,98$ нг/м³ и минимальное значение $C_{\text{мин}} = 0,0$ нг/м³. В течение года динамика ртути в приземном слое атмосферы имеет сильно выраженный переменный характер, но такое поведение, как правило, характерно для периода наступления полярной весны. В 2011 году, характерную изменчивость в поведении ЭГР наблюдали как в весенний период (март-май) так и в зимний период (декабрь-февраль 2010–2011 гг.). Если среднее значение концентрации ЭГР соответствует глобальному уровню концентрации ртути для Арктических регионов, то необходимо отметить, что минимальное значение 0,0 нг/м³ для зимнего периода наблюдений было зарегистрировано впервые. Анализ данных показал, что среднее значение концентрации ртути для зимнего периода наблюдений составило $C_{\text{ср}} = 1,12 \pm 0,2$ нг/м³, для весеннего периода — $C_{\text{ср}} = 1,1 \pm 0,4$ нг/м³, в летний период — $C_{\text{ср}} = 1,64 \pm 0,4$ нг/м³ и для осеннего периода — $C_{\text{ср}} = 1,58 \pm 0,5$ нг/м³. Перемещение воздушных масс в период регистрации AMDE было преимущественно юго-восточного направления (рис. 4.32,б), в то же время диаграммы скорости ветра имеют незначительное отличие, как в период регистрации AMDE, так и в период отсутствия эффекта «истощения» ЭГР в атмосфере (рис. 4.32,с).

Полученные результаты измерения ЭГР на полярной станции Амдерма и анализ данных с других полярных станций, таких как Alert (Канада), дают возможность сделать вывод, что такое явление как AMDE наблюдается только в прибрежной полосе арктических морей и до высоты не более 1 км. В данном случае, как видно из рис. 4.33,а, эффект AMDE в основном возникает в тот момент, когда понижается температура, и нет сильного ветра над подстилающей поверхностью.

Проведенные исследования процесса «истощения» ртути показали, что этот эффект происходит при наличии интенсивного ультрафиолетового излучения, которое запускает процессы радикальных реакций ЭГР. Однако на станции Амдерма были зарегистрированы случаи AMDE в зимний период 2010–2011 года (декабрь-февраль) (рис. 4.33,б). В это время в Арктике наступает время полярной ночи, отсутствует прямое солнечное излучение (красная линия) и незначительная долгота дня. Тем не менее, были зафиксированы интенсивные процессы «истощения» ЭГР в приземном слое атмосферы.

На основании полученных данных можно сделать ряд предположений о том, что случаи AMDE зарегистрированные в зимний период времени могут быть следствием радикальных реакций в приземном слое атмосферы, не свя-

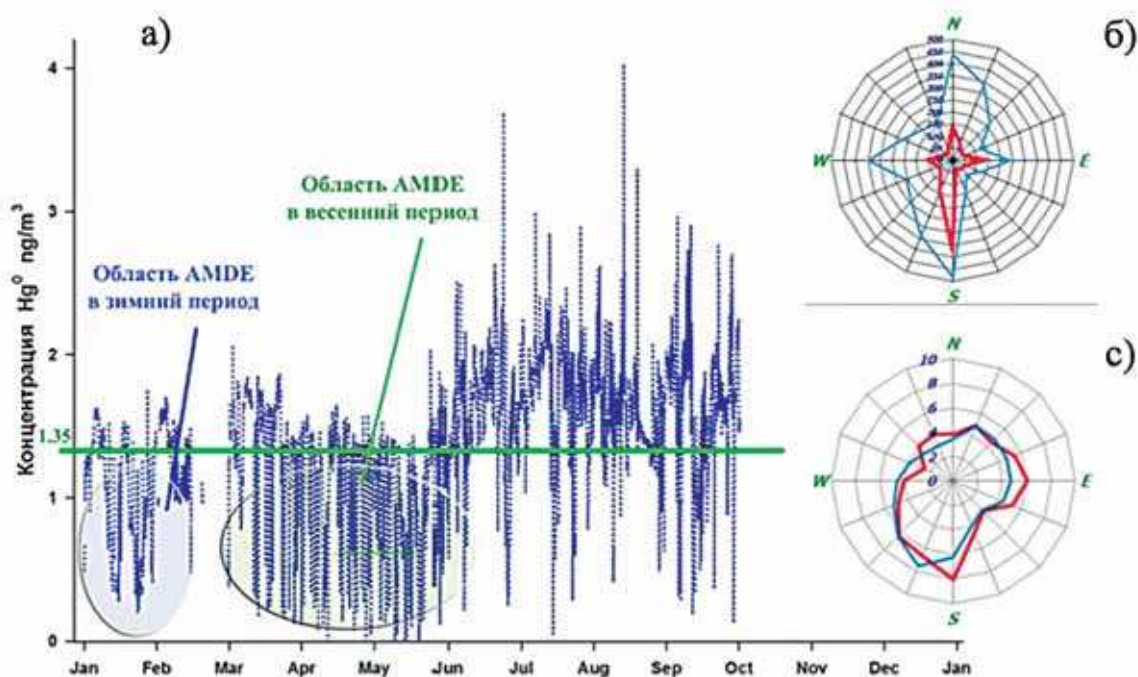


Рис. 4.32. Долговременный ряд значений концентрации атмосферной ртути зарегистрированных в 2011 году на полярной станции в п. Амдерма (а); роза ветров для случаев AMDE (красный цвет) и для всех значений концентрации атмосферной ртути за год (синий цвет) (б); диаграмма скорости ветра для случаев AMDE (красный цвет) и для всех значений концентрации атмосферной ртути за год (синий цвет) (с)

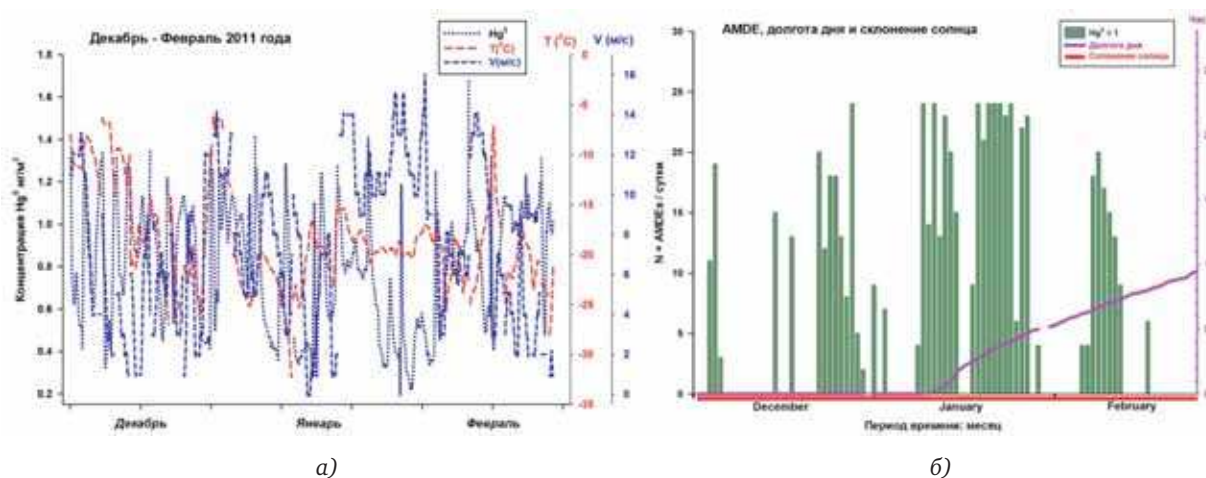


Рис. 4.33. Долговременный ряд значений концентрации атмосферной ртути, температуры и скорости ветра в приземном слое (а) и количество случаев AMDE, зарегистрированных в зимний период 2010–2011 гг. (б)

занных с фотохимическим инициированием. Вывод элементарной ртути из атмосферы может быть, в частности, также вызван её взаимодействием с частицами морского аэрозоля, концентрация которого возрастает в случае освобождения ото льда прибрежной зоны Карского моря, в то время когда наблюдается преобладание ветров с южных направлений (рис. 4.33,б). Также на истощение ртути может влиять процесс образования частиц сульфата аммония. Интенсивный процесс AMDE влияет на количество окисленных форм ртути выпадающих на под-

стилающую поверхность в процессе различных трансформаций и в дальнейшем поступающих в различные экосистемы Арктики.

В течение 2011 года были зарегистрированы высокие значения концентрации ЭГР, что возможно является следствием антропогенных или природных выбросов из источников, находящихся как за полярным кругом, так и в средних широтах (рис. 4.34,а). Для определения наиболее вероятного источника выброса в атмосферу большого количества ртути как за полярным кругом, так и в средних широтах, можно исполь-

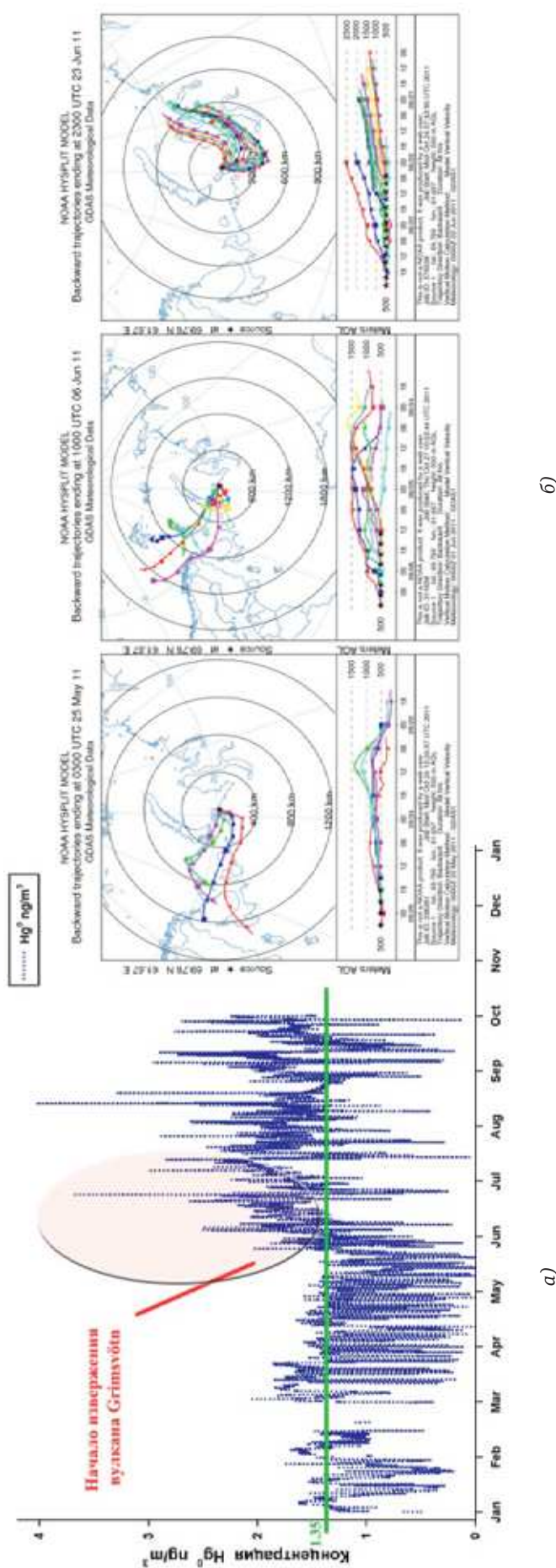


Рис. 4.34. Область высоких концентраций в период извержения вулкана Гримсвотн (а); обратные траектории атмосферного переноса (рассчитанные с использованием HYSPLIT модели) для п. Амдерма для случаев повышенных концентраций ртути 25 мая, 6 июня, и 23 июня 2011 года (б)

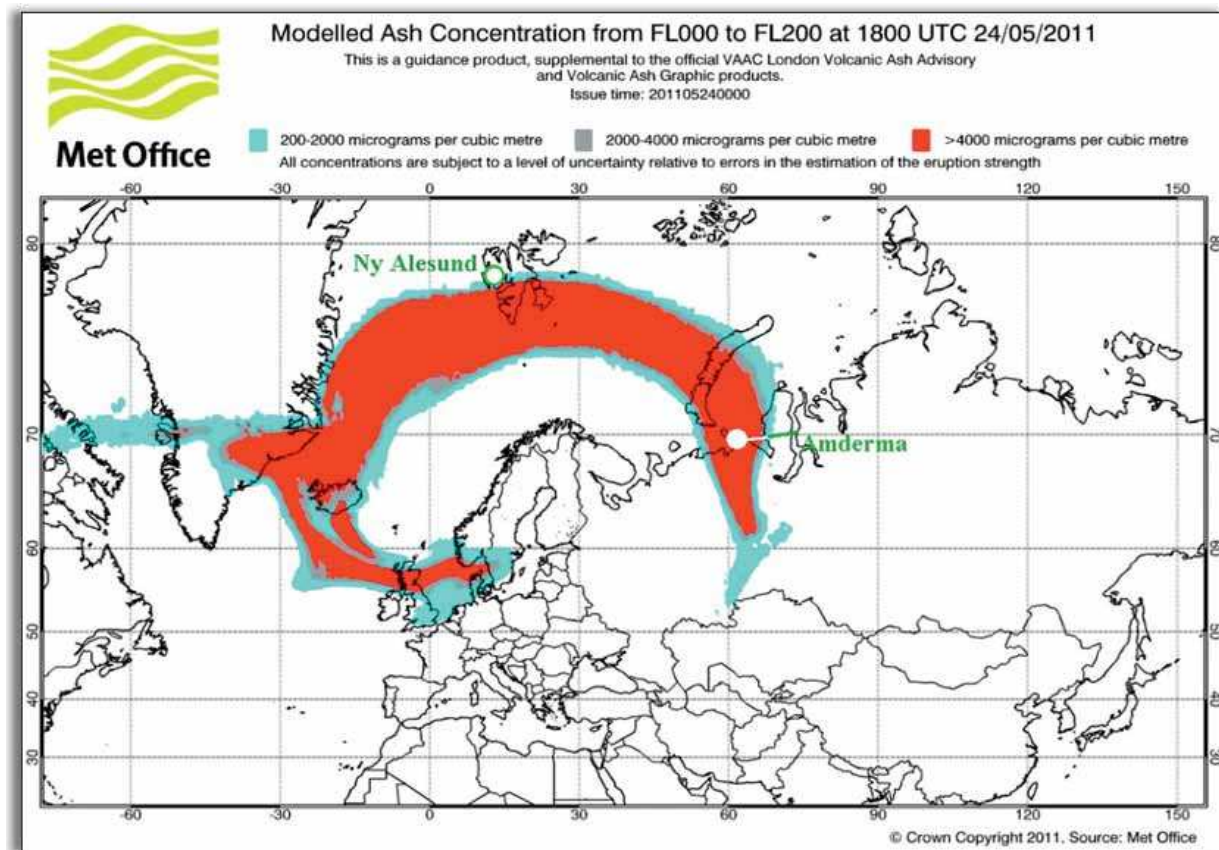


Рис. 4.35. Модельная оценка атмосферного переноса вулканического облака, рассчитанная для 18:00 UTC 24 мая 2011 года. (<http://www.metoffice.gov.uk/aviation/volcanic-ash-development-activities>)

зовать on-line сервер NOAA Air Research Laboratory (ARL) — <http://ready.arl.noaa.gov/HYSPLIT>, метеорологические данные реанализа REANALYSIS CDC1 1948, и модели HYSPLIT (Hybrid Single Particle Lagrangian Integrated Trajectory Model).

Считается, что траектория атмосферного переноса представляет наиболее вероятный путь перемещения воздушных масс от источника загрязнения до места, где проводятся измерения, в частности на полярной станции Амдерма (рис. 4.34,б).

21 мая началось интенсивное извержение вулкана Grimsvötn (Исландия). Столб дыма и пепла поднялся на высоту около 20 километров. Основная траектория атмосферного переноса была направлена на северо-восток, и 25 мая облако пепла достигло полярной станции Амдерма. Высокие значения концентрации ЭГР были зарегистрированы: 25 мая — $C_{\max} = 1,97 \text{ нг/м}^3$, 4 июня — $C_{\max} = 2,48 \text{ нг/м}^3$, 23 июня — $C_{\max} = 3,69 \text{ нг/м}^3$, 12 августа — $C_{\max} = 3,98 \text{ нг/м}^3$ (рис. 4.34,а). Следует отметить, что в этот весенний период высокие значения концентраций не характерны, как правило, регистрируются низкие значения концентрации (эффект AMDE), поэтому расчетное среднее значение $C_{\text{ср.}}$ выше,

чем в другие годы за аналогичный период времени.

В случае извержения вулкана Grimsvötn (Исландия) облако пепла прошло южнее станции Ny-Alesund (Норвегия) и поэтому высокие концентрации ртути в Арктике были зарегистрированы только на станции Амдерма, которая находилась на пути перемещения вулканического облака (рис. 4.35).

Регистрация высоких концентраций ЭГР и построение обратных траекторий атмосферного переноса для этого периода доказывает, что измеренные высокие значения ртути в приземном слое вызваны извержением вулкана Grimsvötn (Исландия).

Проведение дальнейших исследований динамики ртути на полярной станции Амдерма, даст возможность в дальнейшем, оперативно получать данные о концентрации ртути, что позволит создать модельные оценки поведения атмосферной ртути в Арктике. Амдерма является на данный момент единственной станцией мониторинга атмосферной ртути в Российской Арктике и одной из трех глобальных Арктических станций долговременного мониторинга ртути в Северном полушарии.

4.5. Загрязнение окружающей среды в районах расположения объектов по уничтожению химического оружия

В 2011 году уничтожение химического оружия производилось на 4 объектах по уничтожению химического оружия (объект УХО), расположенных в п. Марадыковский Кировской области, п. Леонидовка Пензенской области, г. Щучье Курганской области, г. Почеп Брянской области. На объекте УХО в п. Кизнер Удмуртской Республики ведутся строительные работы. Объект УХО в г. Горный (Саратовской области) завершил свою деятельность в декабре 2005 года. В настоящее время на этом объекте УХО производится утилизация твердых отходов и переработка сухих солей реакционных масс люизита. На объекте УХО в г. Камбарка Удмуртской Республики уничтожение отравляющего вещества (ОВ) люизита завершилось в начале апреля 2009 г., в настоящее время ведется работа по утилизации твердых и жидких отходов.

4.5.1. Загрязнение атмосферного воздуха

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха объектов УХО проводится на автоматических стационарных и маршрутных постах контроля.

В перечень веществ, подлежащих контролю в атмосфере объектов УХО, утилизирующих отравляющие вещества (ОВ) кожно-нарывного действия, входят иприт, люизит, моноэтаноламин, мышьяк треххлористый, оксид мышьяка, хром.

Перечень веществ, подлежащих контролю в атмосфере объектов УХО, утилизирующих ОВ нервно-паралитического действия, включает вещество типа Vx, зарин, зоман, моноэтаноламин, О-Изобутилметилфосфонат, свинец, ангидрид фосфорный.

Помимо этого в перечень веществ включены малые газовые составляющие (оксиды серы, углерода, оксида и диоксида азота), взвешенные вещества, углеводороды, бенз(а)пирен др.

Загрязненность атмосферного воздуха объекта УХО п. Марадыковский Кировской области

Концентрации вещества типа Vx, О-Изобутилметилфосфоната — в 2011 г., как и в предыдущие годы наблюдений, были ниже предела обнаружения используемых методик выполнения измерений, ниже 0,5 ПДК (ОБУВ). Концентрации общего фосфора в период наблюдений оставались ниже ПДК.

Превышений ПДК по содержанию в атмосфере общепромышленных загрязняющих

веществ в 2011 г., как и в предыдущие годы 2008–2010 гг., не наблюдалось. Максимально разовая измеренная концентрация за время наблюдений в 2011 г. не превышала 0,4 ПДК_{МР}. Степень загрязненности атмосферного воздуха в населенных пунктах в ЗЗМ 1205 объекта УХО в п. Марадыковский Кировской области в 2011 году, как и в 2009, 2010 гг., квалифицируется как «низкая».

Загрязненность атмосферного воздуха объекта УХО п. Леонидовка Пензенской области

Концентрации вещества типа Vx, зарина, зомана, О-изобутилметилфосфоната, моноэтанолamina в 2011 г., как и в предыдущие годы наблюдений, были меньше нижнего предела обнаружения используемых методик выполнения измерений, ниже 0,5 ПДК (ОБУВ). Концентрация общего фосфора в период наблюдений оставалась ниже ПДК.

Концентрации суммарных углеводородов и бенз(а)пирена в атмосферном воздухе районов расположения объектов УХО в течение 2011 года, как и в предыдущие годы наблюдений, были ниже установленных нормативов.

В населенном пункте Леонидовка Пензенской области в 2011 г. среднесуточные концентрации общепромышленных загрязняющих веществ не превышали 0,8 ПДК_{СС}. Отдельные случаи превышения ПДК_{СС} (не более 1,5 ПДК_{СС}) имели место в населенном пункте Золотаревка по содержанию диоксида азота в январе, феврале и ноябре, оксида углерода — по содержанию оксида углерода в июне.

Анализ метеорологической обстановки показал что превышения ПДК_{СС} наблюдались различных скоростях ветра и направлении переноса воздушных масс как со стороны объектов УХО, так и с других сторон, что указывает на то, что эти превышения ПДК_{МР} скорее всего, связаны с местными источниками загрязняющих веществ (ЗВ), с автомобильным транспортом.

Оценка степени загрязненности атмосферного воздуха в целом в 2011 г. показала, что степень загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах Золотаревка и Леонидовка «низкая».

Загрязненность атмосферного воздуха объекта УХО в г. Щучье Курганской области

Автоматические стационарные посты контроля объекта УХО размещены в 10 населенных пунктах и на промплощадке. По данным наблюдений в 2011 г. получено, что концентрации зарины, моноэтаноламина изопропилового спирта в атмосферном воздухе была меньше нижнего предела обнаружения используемых методик выполнения измерений, ниже 0,5 ПДК (ОБУВ). Концентрации бенз(а)пирена, свинца, фосфора и его соединения в период наблюдений оставались ниже ПДК.

Концентрации общепромышленных загрязняющих веществ в 2011 г. в населенных пунктах в зоне защитных мероприятий объекта УХО в г. Щучье Курганской области оставались ниже установленных нормативов (ПДК_{МР}, ПДК_{СС}), как и в 2010 г. (в 2008 и 2009 гг. имели место превышения ПДК_{МР}). При этом среднесуточные концентрации общепромышленных загрязняющих веществ не превышали 0,4 ПДК_{СС}.

Степень загрязненности атмосферного воздуха в населенных пунктах в зоне защитных мероприятий объекта УХО в г. Щучье Курганской области в 2011 г. оценивается как «низкая».

Загрязненность атмосферного воздуха объекта УХО в г. Почеп Брянской области

Мониторинг загрязненности атмосферного воздуха проводится на маршрутных постах на территориях строящихся объектов УХО. В 2011 году, как в 2008–2010 гг., отравляющие вещества (вещество типа Vx, зарин, зоман, О-изобутилметилфосфонат, моноэтаноламин) не обнаружены, содержание общепромышленных ЗВ не превышало ПДК.

Анализ результатов мониторинга атмосферного воздуха показал, что величины среднемесячных значений концентраций общепромышленных загрязнителей в целом объекта УХО в г. Почеп Брянской области не изменились в сравнении с многолетними наблюдениями. В целом, все измеренные концентрации загрязняющих веществ, включая отравляющие, специфические и общепромышленные, в атмосферном воздухе объекта УХО г. Почеп Брянской области в течение 2011 г. были ниже ПДК.

Степень загрязненности атмосферного воздуха объекта УХО г. Почеп Брянской области в течение 2011 г. оценивается как «низкая».

Загрязненность атмосферного воздуха объекта УХО в г. Камбарка Удмуртской Республики

Концентрации отравляющих веществ в 2011 году, как и в предыдущие годы наблюдений, была ниже предела диапазона используемых методик выполнения измерений, ниже 0,5 ПДК (ОБУВ).

Анализ данных наблюдений содержания в атмосфере общепромышленных загрязняющих веществ в 2011 году показал, что среднемесячные концентрации общепромышленных загрязняющих веществ, как и в 2010 г., не превышали 0,7 ПДК_{СС}, максимально разовые 1,0 ПДК_{МР}.

Загрязненность атмосферного воздуха в г. Камбарка 2011 году, как и ранее в 2010 и 2009 гг., квалифицируется как «низкая».

Загрязненность атмосферного воздуха объекта УХО в г. Горный Саратовской области

Концентрации отравляющих веществ в 2011 году, как и в предыдущие годы наблюдений, была ниже предела диапазона используемых методик выполнения измерений, ниже 0,5 ПДК (ОБУВ).

Анализ данных наблюдений содержания в атмосфере общепромышленных загрязняющих веществ в 2011 году показал, что среднегодовые концентрации общепромышленных загрязняющих веществ не превышали 1,0 ПДК_{СС}. Превышения среднемесячных максимально разовых концентраций по содержанию диоксида серы наблюдались в марте в п. Октябрьский, в апреле в г. Горный, по содержанию оксида углерода в марте и апреле в г. Горный и в апреле в п. Октябрьский. В январе и с мая по декабрь содержание общепромышленных загрязняющих веществ не превышало 0,7 ПДК_{СС} и 0,9 ПДК_{МР}. По наблюдениям за содержанием общепромышленных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе п. Сакма превышений ПДК_{СС} и ПДК_{МР} не обнаружено.

Загрязненность атмосферного воздуха в г. Горный, п. Октябрьский и п. Сакма в 2011 году, как и ранее в 2010 и 2009 гг., квалифицируется как «низкая».

Загрязненность атмосферного воздуха объекта УХО в п. Кизнер Удмуртской Республики

По результатам наблюдений отравляющие и специфические вещества в атмосферном воздухе объекта УХО не обнаружены. Результаты экотоксикологического анализа проб атмосферного воздуха, отобранных в октябре, подтвердил, что степень токсичности проб атмосферного

воздуха не превышает допустимого уровня. По наблюдениям за содержанием общепромышленных загрязняющих веществ в атмосферном воздухе установлено 5 превышений ПДК_{СС} по содержанию взвешенных частиц в пробах, отобранных в апреле и июле. Кратность превышений составила 1,2–3,5. Ранее (в 2009 г.) зафиксированные превышения по содержанию диоксида азота, в 2011 г. не обнаружены.

В целом загрязненность атмосферного воздуха объекта УХО в 2011 году квалифицируется как «низкая».

Таким образом, анализ результатов наблюдений и проведенные оценки показали, что выбросы в атмосферу объектов УХО не оказали заметного влияния на состояние атмосферы в районах их расположения.

Степень загрязненности атмосферного воздуха объектов УХО в основном оценивается как «низкая».

4.5.2. Качество поверхностных вод

Объекты УХО не производят прямые выбросы сточных вод в поверхностные воды.

Поступление загрязняющих веществ возможно со смывами с водосборов и с атмосферными выпадениями.

Перечень веществ в поверхностных водах, подлежащих контролю в районах расположения объектов УХО, утилизирующих ОВ кожно-нарывного действия, включает: иприт, люизит, моноэтаноламин, мышьяк общий и хром.

В перечень веществ в водных объектах, подлежащих контролю для объектов УХО, утилизирующих ОВ нервно-паралитического действия, входят: вещество типа Vx, зарин, зоман, моноэтаноламин, метилфосфоновая кислота, О-изобутилметилфосфонат, О-изопропилметилфосфонат, О-пинаколилметилфосфонат.

Анализ результатов измерений показал, что отравляющие вещества и продукты их деструкции в воды рек, протекающих на территориях объектов УХО или являющихся их водоприемниками, в последние годы не обнаружены. Содержание специфических контролируемых загрязняющих веществ в пробах воды не превышает установленный норматив качества окружающей среды (ПДК_{р.х.}).

Загрязненность поверхностных вод объекта УХО п. Марадыковский Кировской области

В реку Погиблица поступают сточные воды п. Мирный после очистных сооружений объекта УХО. В пробах воды реки Погиблица в контрольном и фоновом створах в 2011 г, как и ранее, обнаружено превышение ПДК_{рх} по ХПК, БПК₅,

содержанию железа, NO₃, фосфатов. Следует заметить, что эти превышения имели место и до начала действия объекта УХО.

Загрязненность воды в обоих створах относится к категории устойчивой. При этом вода в обоих створах в целом характеризуется как «загрязненная», степень загрязненности воды р. Погиблица за счет сброса сточных вод существенно не меняется.

Загрязненность поверхностных вод объекта УХО п. Леонидовка Пензенской области

Мониторинг загрязненности поверхностных вод в 2011 г., как и в 2008–2010 гг., проводился на водных объектах: р. Лямзай (исток и устье), ручей Жданка, р. Медоевка, р. Круглый (исток и устье), исток р. Инры, ручей без названия у п. Возрождение Пензенской области. Анализ состояния поверхностных вод показал, что загрязненность воды в пункте наблюдений в истоке р. Лямзай характеризуется как «слабо загрязненная», в остальных как «загрязненная». В 2011 г. практически во всех пунктах наблюдений, включая фоновый (на истоке р. Инда), имели случаи небольшого превышения ПДК (не более 3 ПДК_{рх}) по ряду показателей по содержанию марганца, меди, железа общего, фосфатов. Один случай экстремально высокого загрязнения (11,2 ПДК_{рх}) по содержанию марганца зафиксирован в пункте наблюдений в устье р. Лямзай.

Загрязненность поверхностных вод объекта УХО г. Щучье Курганской области

Мониторинг поверхностных вод ведется в створах на реках — Миасс, Чумляк, Чумлячка, Наумовский лог; на озерах — Наумовское, Петровское, Пуктыш, Никитское, Песчаное, оз. около г. Щучье, оз. Кокорино, оз. Нифановское. В 2011 г., как и в 2008–2010 гг., во всех контролируемых водных объектах обнаружены превышения по содержанию в воде общего железа, марганца, меди, фосфатов. Помимо этого в большинстве контролируемых водных объектов обнаружены превышения по содержанию нитратов, нитритов, аммония, взвешенных веществ, нефтепродуктов, а также по ХПК и БПК_{полн}. Эти превышения обусловлены как природными условиями района, так и не связанной с объектом УХО хозяйственной деятельностью, ведущейся на территориях водосборов контролируемых водных объектов.

Оценка состояния поверхностных вод показала, что вода:

- в реке Чумлячка в верхнем пункте контроля характеризуется как «грязная»;

- рек Миасс, Чумляк, Чумлячка в среднем течении — как «очень загрязненная»;
- в реке Наумовский лог — как «загрязненная»;
- в озере Песчаное — как «загрязненная»;
- в озерах Пуктыш, Кокорино, Никитское, около г. Щучье, Наумовское — как «очень загрязненная»;
- в озерах Петровское и Нифановское — как «грязная».

Загрязненность поверхностных вод объекта УХО г. Почеп Брянской области

Наблюдения за состоянием поверхностных в 2011 г., как и ранее, велись в створах на водных объектах — реках Семчанка, Рожок, Речечка, Судость, ручье Безымянный. В течение 2011 г. обнаружены превышения порядка четырех ПДК_{рх} по содержанию в воде фосфатов, нефтепродуктов, аммония ионов, по показателям ХПК, БПК₅. Загрязненность водных объектов вызвана антропогенной нагрузкой, не связанной с функционированием объекта УХО. Негативное влияние на поверхностные водотоки оказывают крупные сельские поселения, расположенные по берегам рек Почепского района, которые не имеют систем очистки канализационных стоков. Нарушение нормативных значений таких показателей как ХПК и БПК связано с климатическими условиями.

Загрязненность воды в реках Речечка, Семчанка, Рожок, Судость оценивается как «загрязненная», в ручье Безымянный — как «грязная».

Загрязненность поверхностных вод объекта УХО г. Камбарка Удмуртской Республики

В 2011 г., как и ранее, проводился мониторинг загрязненности р. Камбарка, Камбарского пруда и р. Кама, являющейся водоприемником р. Камбарка, р. Буй.

В 2011 г. в воде в створах р. Камбарка были обнаружены превышения по ХПК, БПК₅, железу общему, марганцу. Превышения по отдельным ингредиентам наблюдались и ранее в 2008–2010 гг. Химический состав воды, как и ранее в 2008–2010 гг. неподвержен существенным изменениям в течение года, загрязненность воды в реке Камбарка во всех створах характеризуется как «загрязненная».

В Камбарский пруд поступают воды с очистных сооружений г. Камбарка и с территории водосбора. В 2011 г. в воде Камбарского пруда были обнаружены превышения по ХПК, БПК₅, содержанию железа общего, марганца, что указывает на недостаточность очистки вод. В целом загрязненность воды Камбарского пруда по пе-

речисленным параметрам характеризуется как устойчивая, степень загрязненности в 2011 г. квалифицирована как «загрязненная».

Загрязненность воды р. Кама в створах 500 м ниже впадения р. Камбарка относится к категории «слабо загрязненной», 500 м выше — к «условно чистой», в месте впадения — к «слабо загрязненной». Характер загрязненности воды в створах ниже и в месте впадения р. Камбарка указывает, скорее всего, на то, что на расстоянии 500 м не произошло полное (не менее 80%) смешивание вод рек Камбарка и Кама.

В пробах воды р. Буй в 2011 г. обнаружены превышения по ХПК, содержанию фосфатов, железа общего, марганца. Загрязненность воды р. Буй квалифицирована как «загрязненная».

Содержание соединений мышьяка в контролируемых створах рек Камбарка, Кама, Буй и Камбарского пруда находится на уровне или ниже предела обнаружения используемых методик.

Загрязненность поверхностных вод объекта УХО г. Горный Саратовской области

Наблюдения за состоянием поверхностных вод объекта УХО в г. Горный Саратовской области в 2011 г. проводились в створах на р. Сакма и Сакминском водохранилище. Загрязненность воды в контролируемых створах на р. Сакма характеризуется как «слабо загрязненная», на Сакминском водохранилище — как «условно чистая». Обнаруженные превышения ПДК_{рх} по ХПК, содержанию сульфатов, азота аммонийного не превышали двух ПДК_{рх}.

Загрязненность поверхностных вод объекта УХО п. Кизнер Удмуртской Республики

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод проводятся на водных объектах, имеющих водохозяйственное значение: р. Люга, р. Тыжма. В отобранных пробах воды отравляющие вещества и продукты их деструкции не обнаружены. Выявлены случаи превышений ПДК_{рх} по содержанию меди, железа, фосфат-ионов. Во всех отобранных пробах (19 проб) воды природной поверхностной кратность превышения ПДК_{рх} по меди составляла от 1,5 до 9,3, по железу от 1,46 до 4,1, что соответствует фоновому содержанию меди и железа в поверхностных водах Кизнерского района и не превышает показатели 2010 г. Кроме того, в пробах воды р. Тыжма, отобранных в июле 2011 г., были зафиксированы превышения ПДК_{рх} по содержанию фосфат-ионов в 1,3–1,7 раза и аммоний-ионов в 1,6–1,84 раза, что может быть связано с хозяйственной деятельностью, ведущейся на территории водосбора, или влиянием разлагающейся в

воде р. Тыжма биомассы. По результатам экотоксикологического анализа 9 из 19 проб признаны токсичными по тест-системе «Эколюм»; по тест-объектам *Chlorella vulgaris* и *Paramecium caudatum* токсичность проб воды относится к высокой и средней степени токсичности. Аналогичные результаты имели место и в 2010 г.

Таким образом, проведенный анализ результатов наблюдений за состоянием поверхностных вод в 33М объектов УХО показал, что деятельность объектов УХО не оказывает заметного влияния на состояние поверхностных вод. Загрязненность водных объектов определяется ведущейся на территориях водосборов хозяйственной деятельностью, не связанной с объектами УХО.

4.5.3. Состояние почв

Мониторинг состояния почв проводится в районах расположения объектов уничтожения химического оружия, охватывая зону радиусом не менее 5 км.

Наблюдения ведутся на постоянных контрольных наблюдательных точках государственного экологического мониторинга. Точки расположены по восьми секторам вокруг предприятия на различном удалении от источника. Определяется содержание в почве отравляющих веществ, перерабатываемых объектом, продуктов их деструкции, а также показателей, необходимых для оценки степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. Наблюдения проводятся ежеквартально.

Объект УХО г. Горный, Саратовская область

Наблюдения за загрязнением почв в 2011 году проводились по программе государственного мониторинга ФГУ ГосНИЭНП, а также системой производственного экологического мониторинга. В 2011 году проводились наблюдения за содержанием в почвах люизита и продуктов его трансформации, мышьяка, никеля, хрома, сульфатов, хлоридов. Кислотность почв района наблюдений близка к нейтральной, среднее значение 6,6 ед. рН (в 2010 г. — 7,0 ед. рН). Превышений гигиенических нормативов не зарегистрировано ни по одному из контролируемых показателей Люизит и его метаболиты 1,4-дитиан, 2-хлорвиниларсоновая кислота, оксид люизита, тиодигликоль, не обнаружены ни в одной из проанализированных проб почвы (предел обнаружения используемых методик соответствует 0,5 ПДК). Среднее содержание в почвах мышьяка, основного метаболита уничтожавшихся отравляющих веществ, находится в диапазоне от 1,8 до 1,9 мг/кг, что соответствует данным

предыдущих лет (от 1,5 до 2,0 мг/кг) и менее среднего содержания в почвах мира (5 мг/кг). Среднее содержание сульфатов составляло 29,5 мг/кг, хлоридов 54,6 мг/кг. Содержание металлов никеля, меди, свинца, хрома, цинка в почвах не превышало ОДК, по комплексному показателю почвы относятся к допустимой категории загрязненности.

Объект УХО г. Камбарка, Удмуртская Республика

На объекте по уничтожению ХО в г. Камбарка Удмуртской Республики в 2011 году проводили наблюдения за содержанием в почвах люизита и продуктов его трансформации, мышьяка, хрома, хлоридов, кислотностью почв. Наблюдения проводили по сокращенной программе. Люизит и его метаболиты 1,4-дитиан, 2-хлорвиниларсоновая кислота, оксид люизита, тиодигликоль, не обнаружены ни в одной из проанализированных проб почвы.

Почвы объекта УХО, также как и в целом в Удмуртии, характеризуются как кислые: рН варьирует от 3,5 до 7,5 (Ср 5,0). По результатам наблюдений, начатых еще до пуска в эксплуатацию объекта УХО, в почвах контролируемой территории постоянно наблюдаются высокие содержания мышьяка. Значимых изменений содержания мышьяка, являющегося основным метаболитом перерабатывавшихся ОВ кожно-нарывного действия, в почвах за весь период наблюдений не произошло. Так, по данным наблюдений 2011 г. среднее содержание мышьяка в почве находилось в диапазоне от 5,84 до 8,24 мг/кг (в 2010 г. от 7,09 до 8,43 мг/кг). В четырех пробах почвы, отобранных на расстоянии от 34 до 38 км от объекта, содержание мышьяка превысило его ОДК в почве (максимальный уровень 1,2 ОДК).

Объект УХО г. Почеп, Брянская область

Наблюдения за загрязнением почв были продолжены в установленной и привязанной стационарной системе пробоотбора. В почве определялись специфические примеси — вещество типа Vx, зарин, зоман, метилфосоновая кислота, О-изобутилметилфосфонат, моноэтаноламин, фосфор в водно-этанольной вытяжке. Последний показатель специально разработан для экспрессной оценки возможного присутствия в почвах фосфорорганических отравляющих веществ и продуктов их распада. Также проводился анализ почв на содержание металлов и основных анионов для оценки их общего состояния. Отравляющие вещества и продукты их деструкции в почвах не обнаружены. На двух площадках наблюдалось превышение ОДК по мышьяку и по

марганцу. По суммарному показателю загрязнения комплексом металлов почвы относятся к допустимой категории загрязнения. Наблюдаемые концентрации в почвах значимо не изменились с 2008 г.

Объект УХО п. Марадыковский, Кировская область

В 2011 году проводили наблюдения за содержанием в почвах зомана, метилфосфоновой кислоты, общего фосфора, о-пинаколилметилфосфоната, иприта, люизита и продуктов его трансформации, мышьяка, фтора, кислотностью почв. Превышение ОДК мышьяка в почве было обнаружено в двух точках — на расстоянии 2 км от объекта УХО в север-северо-западном направлении в 8,0 раз и на расстоянии 10,9 км в северо-западном направлении, ближайший населённый пункт в 1,4 раза. Выявленные превышения ОДК по содержанию мышьяка в указанных точках фиксировались и ранее, в том числе, до начала работы объекта УХО. Загрязнение участка мышьяком, возможно, связано с ранее производившимся уничтожением отравляющих веществ. Ни по одному другому из контролируемых в 2011 г. показателей в почвах объекта УХО превышения установленных гигиенических нормативов не были обнаружены. Среднее содержание мышьяка в почвах по результатам наблюдений 2011 г. составило 2,3 мг/кг, что выше, чем в предыдущий год (среднее значение 2010 г. находилось в диапазоне от 1,0 до 1,1 мг/кг). Увеличение произошло за счет локально загрязненного участка. По результатам наблюдений, проводимых системой производственного экологического мониторинга, увеличения содержания в почве мышьяка не произошло, среднее содержание не превышает 0,6 мг/кг.

Анализ результатов мониторинга состояния почв свидетельствует об удовлетворительном

состоянии почвенного покрова в районе расположения объекта.

Объект УХО п. Леонидовка, Пензенская область

В 2011 гг. в отобранных пробах почв отравляющие вещества (вещество типа Vx, зарин, зоман), продукты их деструкции (N-метил-2-пирролидон, метилфосфоновая кислота, О-изобутилметилфосфонат и моноэтаноламин) не обнаружены. Среднее содержание мышьяка в почве по данным наблюдений 2010 г. составило 9,9 мг/кг (в 2009 г. 9,8 мг/кг, в 2011 г. — 10,2 мг/кг). Изменение содержания мышьяка в почвах находится в пределах погрешности методик анализа.

Также, как и в предыдущие годы, содержание подвижного фосфора в почвах обследуемого участка меняется в широких пределах ($< 0,2$ –98,2 мг/кг), что характерно для этого биогенного элемента. Среднегодовое содержание фосфора в водно-этанольной вытяжке в 2011 г. — 23,8 мг/кг было близко к значениям предыдущих лет, и почти что соответствует диапазону значений подвижного фосфора в черноземах Пензенской области (от 35 до 81 мг/кг), (рис. 4.36).

Почвы района наблюдений характеризуются высоким содержанием мышьяка. Среднегодовое содержание мышьяка в районе наблюдений в 2011 г. составило 9,9 мг/кг. Это соответствует результатам наблюдений, проведенных в период с 2008 г. по 2010 г., в том числе на площадках, не подверженных влиянию возможных выбросов объекта УХО (фоновых).

Объект УХО г. Щучье, Курганская область

В 2011 году на объекте был существенно сокращен объем работ по наблюдению за состоянием почв. Так, в 2010 г. было проведено 858 замеров,

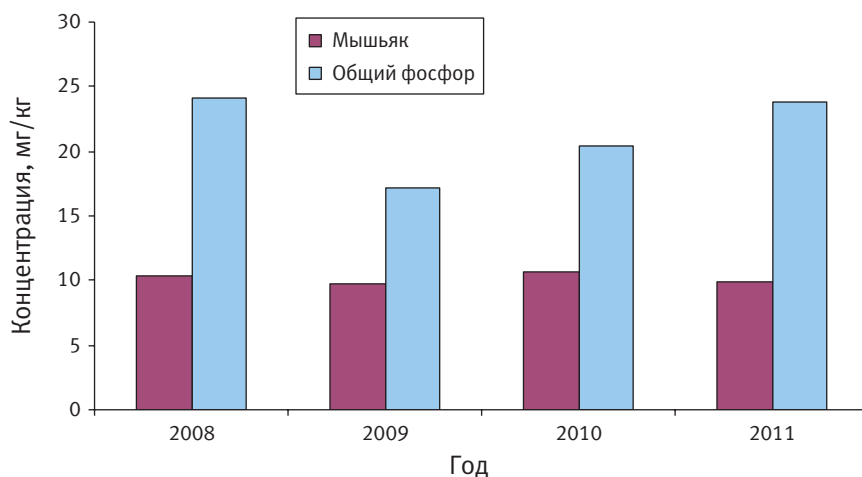


Рис. 4.36. Концентрации загрязняющих веществ на объекте УХО п. Леонидовка

а в 2011 г. — всего лишь 44, что соответствует наблюдениям лишь в четырех точках системы проботбора. Специфические примеси (вещество типа Vx, зарин, зоман, метилфосфоновая кислота, О-изобутилметилфосфонат, моноэтаноламин, фосфор в водно-этанольной вытяжке) в проанализированных пробах не обнаружены. Средние значения pH, содержания в почве железа, марганца, меди, цинка, и общего фосфора соответствуют диапазонам значений, наблюдавшихся в 2010 году. Однако, для достоверной оценки изменений состояния почв данных недостаточно.

Объект УХО п. Кизнер, Удмуртская Республика

Наблюдения за загрязнением почв проводили в районе строительства объекта по уничтожению ХО вблизи п. Кизнер Удмуртской Республики. В почвах определяли массовые доли специфических примесей — вещества типа Vx, зарина,

зомана, метилфосфоновой кислоты, О-изобутилметилфосфоната, β -хлорвинил-арсоновой кислоты, моноэтаноламина, фосфора в водно-этанольной вытяжке. Также проводился анализ почв для оценки их общего состояния и для установления фоновых значений. Определялся расширенный перечень металлов, включавший ванадий, железо, кобальт, марганец, никель, свинец, стронций, титан, цинк. Отравляющие вещества и продукты их деструкции в почвах не обнаружены. Также как и в Камбарке, почвы характеризуются повышенным содержанием мышьяка (среднее содержание 8,9 мг/кг). Средняя кислотность почв — 5,0 ед. pH. По суммарному показателю загрязнения комплексом металлов, как и в предыдущие годы, почвы относятся к допустимой категории загрязнения.

Таким образом, в ходе мониторинга почв районов расположения объектов уничтожения химического оружия, загрязнения, вызванного деятельностью объектов, не выявлено.

Заключение

Подразделениями Росгидромета в 2011 году, также как и в предыдущие годы, проводились наблюдения за параметрами абиотической составляющей природной среды, гелиогеофизической и радиационной обстановкой, велись работы по оперативному выявлению последствий техногенных аварий, а также высоких уровней загрязнения, обусловленных другими причинами.

Оперативная и режимно-справочная информация общего назначения о загрязнении окружающей среды представлялась территориальными органами Росгидромета полномочным представителям Президента Российской Федерации в федеральных округах, в органы государственной власти субъектов Российской Федерации в федеральных округах, в органы государственной власти субъектов Российской Федерации, территориальные органы заинтересованных федеральных органов исполнительной власти, в администрации городов и населенных пунктов.

НИУ Росгидромета обеспечивали выполнение программы оперативно-производственных работ, связанных, в первую очередь, с обработкой проб, полученных с сети, а также с ведением специализированных банков данных о состоянии окружающей среды и анализом динамики и тенденций за многолетний период.

Анализ данных мониторинга загрязнения природной среды приводится с учетом климатических особенностей на территории России.

Мониторинг гелиогеофизических данных позволяет сделать вывод о том, что после аномально продолжительного минимума солнечной активности наступила фаза роста солнечного цикла. Это подтверждается участвовавшими случаями возмущения магнитного поля Земли, ионосферными возмущениями, солнечными вспышками, количеством солнечных пятен и потоком радиоизлучения Солнца.

В 2011 г. наблюдался 401 случай опасных природных явлений (ОЯ). 2011 год по рейтингу стал пятым среди самых неблагоприятных (по количеству метеорологических ОЯ и КМЯ) за прошедшие 14 лет. В 2011 г. количество ОЯ было

на 23% больше, чем в среднем за последние 14 лет (1998–2011 гг.). Тем не менее, в этом ряду наиболее неблагоприятным по погодным условиям остается 2010 г.

В среднем по территории России, среднегодовая температура приземного воздуха в 2011 году превысила норму 1961–1990 гг. на 1,55 °C. 2011 год вошел в пятерку самых теплых лет, повторив температуру 2005 г.

Общая картина изменения температуры за период 1976–2011 гг. указывает на продолжающуюся тенденцию к потеплению на всей территории России в среднем за год и практически повторяет картину трендов за 1976–2010 гг. Однако в сезонных распределениях есть определенные различия. Важными сезонными особенностями современных изменений температуры представляются: тенденция к уменьшению температуры зимой на Чукотке (до $-0,5$ °C/10 лет) и в Западной Сибири (до $-0,3$ °C/10 лет) и обширная область отсутствия трендов в Западно-Сибирской низменности летом (в пределах $\pm 0,1$ °C/10 лет).

Данные подтверждают тенденцию к росту среднегодовой температуры на всей территории России: во всех рассматриваемых регионах линейный тренд среднегодовой температуры положительный. Регионы наиболее интенсивного потепления — Европейская часть России ($0,53$ °C/10 лет) и Восточная Сибирь ($0,51$ °C/10 лет). Наиболее интенсивное потепление наблюдается весной (особенно в Сибири), а также осенью в Восточной Сибири: тренд региональной средней $+0,79$ °C/10 лет и достигает $+1,2$ °C/10 лет в районе Колымской низменности.

Количество осадков, выпавших в целом за год по всей территории России, в 2011 году было близким к норме (аномалия $-0,1$ мм/мес.). Это меньше, чем в 2010 году, когда год был 29-м по убыванию осадков с 1936 г.

Наиболее обеспеченным осадками сезоном для России была зима за счет декабря 2010 г., который по количеству осадков оказался рекордным декабрем с 1936 года.

Тренд годовых сумм осадков за период 1976–2011 гг. положительный на большей части территории России. Преимущественно положительный тренд наблюдается и в отдельные сезоны; заметные исключения — восточные регионы России зимой и летом и ЕЧР — летом. Наиболее выражен рост осадков весной. Максимум роста годовых осадков наблюдается в Средней Сибири, где растут осадки всех сезонов, кроме зимы. Весенние осадки растут почти на всей территории, особенно в районе Прикаспийской низменности и Южного Урала и на Дальнем Востоке. В остальные сезоны в большинстве регионов тренды ответственны лишь за малую долю межгодовой изменчивости.

Снежный покров в северных районах Сибири начал появляться в начале октября. Однако мощные волны экстремально теплого воздуха приводили к его таянию. Устойчивый снежный покров восточнее Урала, в юго-западных и южных районах Сибири установился только 19 ноября 2010 г., что значительно позже нормальных сроков.

Накопление снега на большей части ЕТР продолжалось до 25 марта. Из-за холодной погоды на ЕТР таяние снега задержалось относительно нормальных сроков почти на десять дней.

На юге Сибири из-за экстремально теплой погоды снег начал таять уже во второй половине марта, что почти на месяц опережало обычные сроки. В большей части Сибири снег растаял в сроки близкие к экстремально ранним.

На Европейской территории России запасы воды в снежном покрове были выше нормы и в большинстве мест больше, чем в прошлом 2010 г. Ниже нормы запасы воды были только в бассейнах рек Кама, Вычегда и Мезень.

На азиатской территории России в бассейнах Тобола и Верхней Оби (Новосибирского водохранилища) накопленные снеготопливы были близки к норме и соответственно на 17% и 30% ниже прошлогодних значений.

Водные ресурсы Российской Федерации в 2011 году составили 4398,7 км³, превысив среднее многолетнее значение на 3,3%.

Таким образом, водность рек на территории Российской Федерации в целом в 2011 году осталась близкой к норме. Преимущественно высокая водность сохранилась на севере и крайнем юге европейской части России, а на севере и востоке азиатской части она несколько повысилась. На остальных территориях России преобладала фаза пониженной водности, в Центре европейской части страны и южнее его более выраженная, чем в 2010 году.

Многолетний мониторинг загрязнения окружающей среды в России проводится подразделениями Росгидромета как в районах с повы-

шенным антропогенным воздействием, так и на незагрязненных участках, где фиксируются региональные фоновые концентрации загрязняющих веществ. К региональному фону по разным оценкам относится от 70% до 80% всей территории страны.

Результаты мониторинга концентрации парниковых газов (CO₂ и CH₄) на станции Териберка, расположенной в условиях, близких к фоновыми, а также в окрестностях (Воейково) крупного промышленного центра (Санкт-Петербурга) и в самом городе. Дополнительно к предыдущим версиям в настоящем обзоре приведены результаты измерений на станции Новый Порт (полуостров Ямал), расположенной в окрестностях основных газовых месторождений Западной Сибири.

За последний десятилетний период концентрация CO₂ увеличилась на 5,6% (21 млн⁻¹), рост концентрации CH₄ составил 2% (37 млрд⁻¹).

Уровень концентрации CO₂ в атмосфере достиг в 2011 г. нового максимума. Среднегодовое значение концентрации CO₂ по результатам измерений на станции Териберка составило 394 млн⁻¹. Темпы роста концентраций CO₂ в 2011 г. согласуются с тенденциями, которые отмечались в последние годы, но они ниже, чем в 2010 г. и предыдущие 2 года.

Совокупный антропогенный выброс парниковых газов в РФ, без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства, составил в 2010 г. 2201,9 Мт CO₂-экв., что соответствует 107,9% выброса 2000 г. или 65,8% выброса 1990 г. По отношению к предыдущему году выброс 2010 г. возрос на 4,3 %.

Во вкладе отдельных парниковых газов в их общий выброс (в эквиваленте CO₂) на территории РФ в 1990 и 2010 гг. ведущая роль принадлежит CO₂, основным источником которого служит энергетический сектор, в основном — сжигание ископаемого топлива. Отмечается увеличение доли CH₄ в общем выбросе. Некоторое уменьшение доли N₂O связано с сокращением использования азотных удобрений, обусловленным экономическим положением сельхозпроизводителей. Вклад фторсодержащих газов (F-газы) в совокупный выброс парниковых газов, в целом, невелик, несмотря на характерные для них высокие потенциалы глобального потепления.

Для сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» характерен тренд увеличения поглощения и снижения выбросов парниковых газов в период 1990–2010 гг., обусловленный ростом абсорбции углекислого газа лесными экосистемами с 231,6 до 704,8 Мт CO₂ год⁻¹ (что связано с более чем двукратным падением уровня лесопользования в начале 1990-х годов), сокращением

площадей пахотных земель и переводом части неиспользуемых пашен в кормовые угодья.

В целом, 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.

В 2011 г. прозрачность атмосферы на станциях фоновых мониторинга атмосферы незначительно отличалась от предыдущего года. Отличия от «нормального» годового хода прозрачности — уменьшения коэффициента прозрачности атмосферы (P_2) и соответственно, роста оптической плотности атмосферы (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 фоновых уровня степени замутнения атмосферы.

Среднегодовая минерализация (M) осадков 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 Сихотэ-Алинский биосферные заповедники) до 14,7 мг/л (станция Шаджатмаз). Этот интервал — региональный фон минерализации — укладывается более 80% исходных данных. Абсолютные минимальные значения минерализации изменяются от 2,0 мг/л (Кавказский биосферный заповедник и станция Приморская) до 4,7 мг/л (станция Шаджатмаз). Абсолютная максимальная величина $M = 87,4$ мг/л наблюдалась после длительного отсутствия выпадений

осадков в Сихотэ-Алинском биосферном заповеднике, на других станциях максимальные значения снизились.

Средневзвешенная за год минерализация осадков на всей территории РФ изменялась от 10,7 (Предгорья Кавказа) до 34,2 мг/л (Север и Центр Сибири). Среднемесячные значения колеблются в более широких пределах: 1,9 мг/л в Красной Поляне (Кавказский биосферный заповедник) и 213,5 мг/л в г. Норильске.

По сравнению с 2010 г осадки стали более чистыми в северной половине ЕТР и в Забайкалье. В Центре ЕТР содержание сульфатов уменьшилось на 26%, а в Забайкалье — почти в 2 раза.

Оценивая по среднегодовым для осадков качественный состав загрязнителей воздуха, можно сказать, что в 80% на ЕТР и в 60% по АТР в них преобладают карбонаты, в остальных случаях больше сульфатов. Вместе гидрокарбонаты и сульфаты составляют часто более половины всех ионов.

Наиболее высокая повторяемость выпадения осадков с повышенной кислотностью (pH меньше 5,0) наблюдается в биосферных заповедниках — Приокско-Террасном, Сихотэ-Алинском (Терней) и на станции Приморская. В целом средняя величина pH не претерпела существенных изменений за последние годы на большинстве фоновых континентальных станций.

Результаты комплексного фоновых мониторинга за содержанием приоритетных загрязняющих веществ в природных средах (воздух, осадки, поверхностные воды, почвы, растительность) в биосферных заповедниках России показывают, что за 20 лет в большинстве регионов концентрации контролируемых химических веществ остаются, в целом, на низком уровне и характеризуют глобальный региональный фон. В отдельных районах, где в последние годы происходит интенсивное освоение территорий, связанное с реализацией крупных федеральных программ (Кавказский биосферный заповедник), существует потенциальная опасность роста уровня загрязнения окружающей среды, в связи с чем повышается роль объективной информации об изменении регионального фона.

Глобальное загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами на территории РФ было обусловлено атмосферными ядерными взрывами, проводившимися в 1954–1980 гг. в процессе испытаний ядерного оружия на полигонах планеты.

На некоторых территориях РФ имело место дополнительное радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды: на ЕТР в 1986 г. вследствие радиационной аварии на Чернобыльской АЭС, на АТР в 1957 г. вследствие ради-

ационной аварии на ПО «Маяк», расположенном в Челябинской области, и в 1967 г. из-за ветрового выноса радионуклидов с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда сливались жидкие радиоактивные отходы этого предприятия. Кроме того, источниками локального радиоактивного загрязнения окружающей среды являются некоторые предприятия ядерно-топливного цикла, такие как Сибирский химический комбинат в Томской области (СХК), Горно-химический комбинат в Красноярском крае, ПО «Маяк» в Челябинской области и некоторые другие.

В 2011 г. дополнительный вклад в радиоактивное загрязнение окружающей среды внесли также техногенные радионуклиды, поступившие с воздушными массами на территорию России в результате аварии на японской АЭС «Фукусима-1».

В последней декаде марта и в апреле сетью радиационного мониторинга Росгидромета на всей территории России в приземной атмосфере в суточных пробах аэрозолей регистрировались повышенные объемные активности (ОА) ^{137}Cs , ^{134}Cs , ^{131}I и других радионуклидов (^{132}I , ^{132}Te , ^{136}Cs), отсутствующих (кроме ^{137}Cs) в составе глобального техногенного фона.

В период с 2002 г. по 2011 г. среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная суммарная бета-активность долгоживущих радионуклидов (период полураспада более 4-х суток) в приземной атмосфере незначительно колеблется от года к году. Среднегодовые, взвешенные по территории России, суточные выпадения суммарной бета-активности долгоживущих радионуклидов практически не меняются с 2000 г.

На большей части ЕТР и АТР выпадения ^{137}Cs из атмосферы на подстилающую поверхность до 2011 г. были на уровне или ниже предела обнаружения. Выпадения ^{137}Cs по всем регионам России во 2-м квартале увеличились в 4–5 раз, что обусловлено поступлением на территорию России техногенных радионуклидов, переносимых воздушными массами от АЭС «Фукусима-1». В целом, годовые выпадения ^{137}Cs , средневзвешенные по территории РФ, в 2011 г. составляли 0,82 Бк/м²·год (в 2008–2010 гг. — менее 0,3 Бк/м²·год). Выпадения ^{90}Sr глобального происхождения на территории РФ за пределами загрязненных зон были ниже предела обнаружения (< 0,2 Бк/м²·год).

Повышенное содержание техногенных радионуклидов в приземном слое воздуха регулярно регистрируется и в районах, расположенных в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» на Южном Урале.

Выпадения ^{137}Cs в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк», усредненные по 14 пунктам, остались примерно на уровне 4-х предыдущих лет.

Средняя годовая сумма выпадений ^{137}Cs из атмосферы в 2011 г. в этом районе (4,7 Бк/м²·год). Максимальные выпадения ^{137}Cs наблюдались в п. Новогорный — 17,6 Бк/м²·год.

Средняя величина выпадений ^{90}Sr за год вокруг ПО «Маяк» (по тем же пунктам) увеличилась по сравнению с 2010 г. и составила 15,2 Бк/м²·год. Максимальные выпадения ^{90}Sr наблюдались в п. Худайбердинский — 16,9 Бк/м²·год.

В среднем, в воде рек России объемная активность ^{90}Sr за последние 10 лет постепенно уменьшается (табл. 2.29). В 2011 г. она составила 4,2 мБк/л. Это значение на три порядка ниже уровня вмешательства для населения УВ = 4,9 Бк/л при поступлении этого радионуклида с водой.

На АТР наиболее загрязнённой остается р. Теча, вследствие фильтрации вод через плотину из искусственных и естественных водоемов на территории ПО «Маяк» в обводные каналы и выноса радионуклидов из Асановских болот. В связи с прекращением прямых сбросов в р. Течу жидких радиоактивных отходов, а также в связи со строительством в 1951–1964 гг. плотин и обводных каналов, поступление радионуклидов в р. Течу было существенно ограничено. Тем не менее, загрязнение реки радионуклидами, в большей степени ^{90}Sr , до сих пор остается достаточно высоким. Этот радионуклид более чем на 95% находится в водорастворимом состоянии и поэтому мигрирует на большие расстояния по гидрографической системе. В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозообразующим радионуклидом. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслимово) в 2011 г. была примерно на уровне 2010 г. и составляла 15,1 Бк/л.

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2011 г., повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве и практически не сказалось на уровнях загрязнения, сложившихся ранее.

После Чернобыльской аварии некоторые территории Европейской части РФ были загрязнены техногенными радионуклидами. Радиационная обстановка на этих территориях до сих пор определяется наличием долгоживущего продукта аварии — ^{137}Cs . Наибольшие площади загрязнения расположены в Брянской, Калужской и Тульской областях.

На Азиатской территории России (АТР) имеется несколько зон, загрязненных в результате радиационных аварий на предприятиях ядерно-топливного цикла. Наиболее значительным является Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), который образовался в результате аварии на ПО «Маяк» 29 сентября 1957 г. В зоне

ВУРС приоритетным нуклидом является ^{90}Sr . Кроме ВУРС, в районе ПО «Маяк» имеется «цезиевый» радиоактивный след. Своим происхождением он обязан ветровым выносам радиоактивной пыли с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда ранее сливались жидкие радиоактивные отходы этого предприятия.

Многолетний мониторинг загрязнения окружающей среды, как отмечалось выше, проводится подразделениями Росгидромета также в местах с большой техногенной нагрузкой. Как правило, это урбанизированные территории, промышленные центры, устьевые участки рек. В настоящее время 73% населения страны проживают в этих районах. В 204 городах с населением 67,1 млн жителей средняя концентрация какой-либо примеси превышала 1 ПДК.

Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха городов по-прежнему остается неудовлетворительным.

В 119 городах наблюдается высокий или очень высокий уровень загрязнения.

Приоритетный список включает 27 городов с населением 16,3 млн человек. В него вошли 4 города с предприятиями нефтехимической промышленности, 6 городов — с предприятиями металлургии, 6 городов — с предприятиями химической промышленности; во многих городах определяющий вклад в загрязнение вносят предприятия ТЭК и автотранспорт.

Наиболее высокий уровень загрязнения воздуха из городов Приоритетного списка в течение длительного периода отмечается в Братске.

В 35 городах с населением 11,8 млн человек отмечены максимальные концентрации примесей выше 10 ПДК.

Во всех городах России, где проводятся наблюдения, воздух загрязнен бенз(а)пиреном, поступающим в атмосферу при сгорании топлива, средние за год концентрации в 94% городов превышают 1 ПДК.

Тенденция изменения загрязнения воздуха показывает, что за последние пять лет:

снизились средние концентрации оксида азота — на 11%, бенз(а)пирена — на 17%;

увеличилось на 16 количество городов, в которых средняя концентрация формальдегида превышала 1 ПДК;

увеличилось на 9 количество городов, где максимальная концентрация бенз(а)пирена выше 10 ПДК;

возросло на 5 количество городов, в которых максимальные концентрации загрязняющих веществ превышают 10 ПДК.

Вокруг городов на протяжении нескольких десятилетий сложились ареалы хронического загрязнения территорий, связанные с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу

промышленных, коммунальных предприятий и автотранспорта. Содержание токсикантов в ареалах с радиусом 5-20 км мало изменяется с годами. Почвы сильно подщелочены и не всегда пригодны для сельскохозяйственного использования. Общая площадь этих ареалов превышает 700 тыс. км². Зоны хронического загрязнения охватывают саму городскую и промышленную застройку, пригородные территории и занимают площади, в 5-300 раз превышающие территории городов. Каждый город в силу своего техногенного воздействия влияет на окружающую среду, вызывает аномальные разрушения естественного фона. К подобному эффекту приводит интенсивное движение на автомобильных и железных дорогах. Наибольшие зоны хронического загрязнения сформировались на территориях субъектов Сибирского федерального округа в результате многолетних выбросов загрязняющих веществ предприятиями городов: Норильск, Красноярск, Иркутск, Новосибирск, Кемерово.

Наиболее высокие уровни фторидного загрязнения почв отмечены в районах алюминиевых заводов, вокруг которых загрязнение почв фтором прослеживается до 20 км и более. Высокие уровни загрязнения почв нефтепродуктами, превышающие фоновые в 10 раз и более, наблюдаются в районах добычи, транспортировки, распределения и переработки нефти. Почти во всех обследованных промышленных центрах имеются участки почв, загрязненные нефтепродуктами.

В 2011 г. на содержание остаточного количества (ОК) пестицидов обследовано 30,3 тыс. га на территории 40 субъектов Федерации. Загрязненные (выше установленных гигиенических нормативов) площади составили 5,0% весной и 3,1% осенью от обследованной территории. Загрязненная почва обнаружена на территории 13 субъектов (в 2010 г. — в 11 регионах, в 2009 г. — в 17).

В целом по обследованной территории Российской Федерации в 2011 г. загрязнение отмечено по суммарному ДДТ, ГХЦГ, ГХБ, по гербицидам трифлуралину, 2,4-Д, по триазиновым гербицидам, пиклораму, а также ПХБ. Не обнаружено почв, загрязненных ОК фосфорорганических инсектицидов, синтетических пиретроидов, дилора, ТХАН.

В 2011 г. было проведено обследование вокруг 22 объектов хранения неликвидных пестицидов. Показано, что в большинстве случаев распространения загрязнения не произошло, однако, выявлены объекты, вблизи которых почвы значительно загрязнены.

Результаты наблюдений за загрязнением почв пестицидами показывают, что в течение

последних 17 лет на территории Российской Федерации наблюдается тренд на снижение доли загрязненных почв пестицидами.

На формирование поверхностных вод в современных условиях возрастающих антропогенных влияний значительная роль принадлежит количеству и качеству сбрасываемых неочищенных или недостаточно очищенных сточных вод в первую очередь предприятиями нефтедобывающей, горнодобывающей, металлообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, энергетической промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйств.

Многолетнее широкомасштабное использование водных ресурсов Уральского, Дальневосточного и Сибирского Федеральных округов в качестве приемников сточных вод предприятий различных видов промышленности продолжает сказываться на ухудшении качества поверхностных вод отдельных водных объектов. Для этих ФО характерно наличие большого числа (в процентном отношении) водных объектов, характеризующихся как «грязные» и «очень грязные». В Свердловской, Челябинской, Курганской, Новосибирской областях, Алтайском крае, Республике Хакасия до 4-5% составляют водные объекты, качество воды которых крайне низкое и вода оценивается как «экстремально грязная».

Продолжает увеличиваться число водных объектов, вода которых характеризуется как «грязная» в Центральном ФО (Московская, Рязанская, Тульская области); Приволжском ФО (Нижегородская, Самарская, Саратовская, Ульяновская области; Республики: Башкортостан, Мордовия).

Практически не снижается число случаев высокого и экстремально высокого загрязнения водных объектов. В 2011 г. случаи высокого загрязнения поверхностных вод (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) были зафиксированы на 376 пунктах наблюдения. В 67% пунктов наблюдения зафиксировано два и более случая ВЗ и ЭВЗ. При этом на 113 пунктах (30% от общего числа пунктов наблюдения) отмечено более 5 случаев повторения ВЗ или ЭВЗ. Максимальное число повторений — 72 раза наблюдалось на пункте р. Москва, г. Воскресенск. Анализ показал, что наиболее часто случаи повторения ВЗ и ЭВЗ более 5 раз происходят в следующих УГМС: Уральском (22), Центральном (18), Мурманском (10), Приморском (10), Обь-Иртышском (9) и Западно-Сибирском (8) (более 50% всех случаев наблюдения ВЗ и ЭВЗ).

В 2011 году были продолжены мониторинговые исследования озера Байкал и Прибайкальской территории. Наблюдения 2-х лет показали, что после 2009 года, когда БЦБК не работал, наблюдается рост концентрации загрязняющих

веществ. Некоторое снижение загрязнения отмечено на реке Селенга.

Мониторинг гидрохимического состояния и уровня загрязнения морских вод и донных отложений в прибрежных районах Российской Федерации позволяют сделать заключение об отсутствии значительных изменений качества морской среды. Практически все из 210 выполненных станций мониторинга в 2011 г. были расположены на участках акватории вблизи основных источников поступления загрязняющих веществ в морскую среду, таких как устья рек, крупные города, порты или перевалочные пункты сырья и нефтепродуктов, транспортные узлы и т.д.; можно сделать предположение об отсутствии увеличения антропогенной нагрузки на морские экосистемы. На акватории Северного Каспия значения индекса загрязненности вод несколько снизились в последний год, тогда как в прибрежных водах Дагестанского взморья в последнее десятилетие наблюдается стабилизация уровня качества вод в диапазоне от «умеренно-загрязненных» и «загрязненных» до «грязных». В Азовском море акватория устьевой области реки Дон и Таганрогского залива может быть охарактеризована как хронически загрязненная нефтяными углеводородами, и в отдельные периоды было отмечено дальнейшее увеличение содержания НУ при относительно стабильном режиме остальных параметров. В водах Таганрогского и Темрюкского заливов Азовского моря в очередной раз отмечены случаи существенного дефицита растворенного кислорода в придонных слоях воды. В прибрежных водах Черного моря вблизи крупных портов и курортных центров качество вод в целом осталось на прежнем удовлетворительном уровне. При анализе многолетней динамики параметров отмечено некоторое увеличение содержания биогенных элементов, в частности фосфатов, и нефтяных углеводородов. В южной части контролируемой акватории в прибрежье между Адлером и Сочи приоритетными загрязняющими веществами остаются нефтяные углеводороды, аллохтонная органика, а также железо (понижилось) и свинец (повысилось). В заливах Белого моря воды относительно чистые и по целому ряду загрязняющих веществ, включая нефтяные углеводороды, наблюдалось снижение уровня содержания в морской среде. В Кольском заливе Баренцева моря в районе водпоста в порту Мурманска уровень загрязнения вод остается очень высоким. Отмечены очень высокие значения концентрации нефтяных углеводородов, тяжелых металлов, органического вещества и др. Воды в районе водпоста в порту оцениваются пятым классом «грязные воды», однако по итогам одноразовой съемки летом

морская среда в целом в южном колене залива была существенно чище. В водах Авачинской губы качество вод осталось в коридоре значений IV класса — «загрязненные», но по абсолютному показателю ухудшилось по сравнению с 2010 г. В прибрежных водах о. Сахалин в Татарском проливе уровень загрязнения в последние 5 лет стабилизировался, а воды оцениваются как «чистые». В прибрежных районах залива Петра Великого Японского моря в целом качество морских вод в 2011 г. ухудшилось в бухте Золотой Рог и изменилось с IV класса — «загрязненные» на V класс — «грязные»; в проливе Босфор Восточный и бухте Диомид — с III класса — «умеренно-загрязненные» на V класс — «грязные» и VI класс — «очень грязные» соответственно. Не изменился класс качества морской воды в Уссурийском заливе и в заливе Находка — III класс — «умеренно-загрязненные». В Амурском заливе отмечено улучшение качества вод: с

IV класса — «загрязненные» они переместились в III класс — «умеренно-загрязненные». Крайне неблагоприятная ситуация складывается с загрязнением вод и донных отложений нефтяными углеводородами. Очень высокая концентрация в воде и донных отложениях была отмечена для других загрязняющих веществ: пестицидов и металлов. Кислородный режим вод залива был в пределах среднемноголетней нормы, однако повсеместно были зафиксированы случаи очень низкого содержания растворенного в воде кислорода, особенно в придонном слое вод в вершинах заливов и бухт.

Анализ всего массива данных мониторинга окружающей среды на территории Российской Федерации показывает, что на протяжении многих лет, в местах проживания большей части населения страны наблюдается неблагоприятное качество окружающей среды, прежде всего атмосферного воздуха и поверхностных вод.

Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета

1. **Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям**
ФГБУ «Гидрохимический институт» (ФГБУ «ГХИ»)
344104, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198
Факс: +7 (863) 222-44-70
E-mail: ghi@aanet.ru
2. **Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод Российской Федерации по гидробиологическим показателям**
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: semenov@igce.ru
3. **Ежегодник «Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации»**
ФГБУ «НПО «Тайфун»
249038, Калужская обл., г. Обнинск, ул. Победы, 4
Факс: +7 (48439) 40-910
E-mail: post@typhoon.obninsk.ru
4. **Ежегодник «Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения»**
ФГБУ «НПО «Тайфун»
249038, Калужская обл., г. Обнинск, ул. Победы, 4
Факс: +7 (48439) 40-910
E-mail: post@typhoon.obninsk.ru
5. **Обзор фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ**
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: semenov@igce.ru
6. **Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям**
ФГУ «Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова» (ФГУ «ГОИН»)
119838, Москва, Кропоткинский пер., 6
Факс: +7 (495) 246-72-88
E-mail: adm@soi.msk.ru
7. **Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории Российской Федерации**
ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (ФГБУ «ГГО»)
194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 7
Факс: +7 (812) 247-86-61
E-mail: director@main.mgo.rssi.ru
8. **Ежегодник «Радиационная обстановка по территории России и сопредельных государств»**
ФГБУ «НПО «Тайфун»
249038, Калужская обл., г. Обнинск, ул. Победы, 4
Факс: +7 (48439) 40-910
E-mail: post@typhoon.obninsk.ru
vkim@typhoon.obninsk.ru
9. **Сезонные бюллетени загрязнения природной среды в Центральном федеральном округе**
ФГБУ «Московский ЦГМС-Р»
113035, г. Москва ул. Садовническая, д. 9, стр. 1, офис № 35
Факс: +7 (495) 234-70-24
E-mail: aup@moscgms.ru
10. **Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации за 2011 год**
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: semenov@igce.ru
11. **Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации**
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: semenov@igce.ru

Список авторов

РАЗДЕЛ 1

1.1	ФГБУ «ИПГ»	Очелков Ю.П.
1.2	ФГБУ «Гидрометцентр России» Росгидромет	Голубев А.Д. Жемчугова Т.Р.
1.3–1.4	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Рочева Э.В., Бардин М.Ю.
1.5	ФГБУ «Гидрометцентр России»	Сидоренков Н.С., Борщ С.В.
1.6	ФГБУ «ГТИ»	Вуглинский В.С., Гусев С.И., Куприенок Е.И.

РАЗДЕЛ 2

2.1	Росгидромет	Пешков Ю.В., Котлякова М.Г., Красильникова Т.А.
2.2.1	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Израэль Ю.А., Нахутин А.И., Гитарский М.Л., Романовская А.А., Имшенник Е.В., Карабань Р.Т., Гинзбург В.А., Грабар В.А., Коротков В.Н., Говор И.Л., Смирнов Н.С.
2.2.2	ФГБУ «ГТО» ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонова Н.Н., Привалов В.И., Решетников А.И. Афанасьев М.И.
2.3.1	ФГБУ «ГТО»	Русина Е.Н., Боброва В.К.
2.3.2	ФГБУ «ГТО»	Соколенко Л.Г., Попов И.Б.
2.3.3	ФГБУ «ЦАО»	Звягинцев А.М., Иванова Н.С., Крученицкий Г.М.
2.3.3.1	ФГБУ «ГТО»	Шаламянский А.М., Ромашкина К.И.
2.3.4	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонов С.Г., Егоров В.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В., Бунина Н.В., Набокова Е.В.
2.3.5–2.3.6	ФГБУ «ГТО»	Свистов П.Ф., Полищук А.И., Павлова М.Т., Першина Н.А.
2.3.6.1	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Артемов Е.М., Василенко В.Н., Имшенник Е.В., Беликова Т.В., Григорина Т.В.
2.3.7	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонов С.Г., Егоров В.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В., Бунина Н.В., Набокова Е.В.
2.3.8	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Рябошапко А.Г., Брускина И.М., Брюханов П.А.
2.3.9	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» ФГБУ науки «ЛИН СО РАН»	Громов С.А., Набокова Е.В., Бунина Н.А. Ходжер Т.В., Голобокова Л.П., Нецветаева О.Г.
2.4.1	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонов С.Г., Егоров В.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В., Кулакова М.О., Копылова М.С., Парамонова Т.А., Пастухов Б.В., Безделова А.П.
2.4.2	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Сатаева Л.В., Власова Г.В.
2.4.3	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Кухта А.Е.
2.5.1	ФГБУ «ГХИ»	Лобченко Е.Е., Емельянова В.П., Сорокина Е.Ф., Первышева О.А.
2.5.2	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонов С.Г., Егоров В.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В., Кулакова М.О., Копылова М.С.
2.6	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Вакуловский С.М., Каткова М.Н., Ким В.М., Козлова Е.Г., Волокитин А.А., Петренко Г.И., Катрич И.Ю., Никитин А.И., Тертышник Э.Г., Полянская О.Н., Уваров А.Д., Валетова Н.К.

РАЗДЕЛ 3

3.1	ФГБУ «ГТО»	Безуглая Э.Ю., Ануфриева А.Ф., Завадская Е.К., Любушкина Т.Н., Ивлева Т.П., Смирнова И.В.
3.2.1	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Сатаева Л.В., Власова Г.В.
3.2.2	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Лукьянова Н.Н.
3.3.1	ФГБУ «ГХИ»	Никаноров А.М., Минина Л.И., Лобченко Е.Е., Ничипорова И.П., Емельянова В.П., Лямперт Н.А., Сорокина Е.Ф., Первышева О.А., Лавренко Н.Ю., Бокова Е.А.

3.3.2	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Абакумов В.А.
3.3.3	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Зеленова М.С.
3.3.4	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Коноплев А.В., Самсонов Д.П., Первунина Р.И., Кочетков А.И., Волкова Е.Ф.
3.3.5	ФГБУ «ГХИ»	Матвеева Н.П., Коротова Л.Г., Архипенко Н.И.
3.3.6	ФГБУ «ГОИН»	Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И., Кирьянов В.С., Иванов Д.Б., Рахуба Е.А., Крутов А.Н., Кочетков В.В.

РАЗДЕЛ 4

4.1.1–4.1.3	ФГБУ «Московский ЦГМС-Р»	Ефименко Н.В., Минаева Л.Г., Трифиленкова Т.Б., Плешакова Г.В., Попова Е.И., Ракчеева Е.А., Терешонок Н.А.
4.1.4	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Ясюкевич В.В., Ривкин Л.Е.
4.1.5	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Пчелкин А.В., Пчелкина Т.А.
4.2.1	ФГБУ «ГХИ»	Матвеев А.А.
4.2.2	ФГБУ «ГХИ»	Аниканова М.Н.
4.2.3	ФГБУ «ГХИ»	Резников С.А.
4.2.4	ФГБУ «ГХИ»	Якунина О.В.
4.2.5	ФГБУ «ГХИ»	Тезикова Н.Б.
4.2.6	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Иголкина Е.Д., Безделова А.П., Пастухов Б.В.
4.3	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Цыбань А.В., Щука Т.А., Кудрявцев В.М., Щука С.А.
4.4	С.-З. Филиал ФГБУ «НПО «Тайфун»	Демин Б.Н., Демешкин А.С., Граевский А.П.
4.4.1	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Коноплев А.В., Панкратов Ф.Ф.
4.5	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Васильева К.И., Лукьянова Н.Н., Сурнин В.А.
4.5.1	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Васильева К.И.
	ФГБУ «ГТО»	Чичерин С.С.
4.5.2	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Васильева К.И.
	ФГБУ «ГХИ»	Минина Л.И., Лобченко Е.Е.
4.5.3	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Лукьянова Н.Н., Сурнин В.А.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Израэль Ю.А., Черногаева Г.М.
--------------------------------	-------------------------------