ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)

Обзор

состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации

2013

Москва 2014

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 2013 ГОД

МОСКВА
2014

УДК 551.550.42
ISBN 978-5-9905637-8-0

Редакционная комиссия: д.г.н., проф. Г.М. Черногаева, Ю.В. Пешков,
М.Г. Котлякова, В.Д. Смирнов

В Обзоре рассматриваются состояние и загрязнение окружающей среды на территории Российской Федерации за 2013 год по данным наблюдений, проводимых территориальными подразделениями 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», ФГБУ «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», Северо-Западным филиалом ФГБУ «НПО «Тайфун», а также ФГБУ «Центральное УГМС».

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/review2013.pdf.

Верстка В. Демкин
Дизайн обложки: Д. Черногаев
© Росгидромет, 2014 г.
© Перепечатка любых материалов из Обзора только со ссылкой на Росгидромет

Содержание

Предисловие 5

1. Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности 2013 года 6
1.1. Гелиогеофизическая обстановка 6
1.2. Опасные гидрометеорологические явления 10
1.3. Температура воздуха 13
1.4. Атмосферные осадки 14
1.5. Снежный покров зимой 2012–2013 гг. 20
1.6. Водные ресурсы 22

2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему и состояние окружающей среды 29
2.1. Характеристика государственной сети наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды 29
2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему 31
2.2.1. Эмиссия парниковых газов 31
2.2.2. Содержание CO_2 и CH_4 в атмосфере 34
2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферного воздуха 38
2.3.1. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы 38
2.3.2. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы 41
2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями в 2013 г. 44
2.3.4. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по данным СКФМ) 49
2.3.5. Ионный состав атмосферных осадков на российских станциях Глобальной Службы Атмосферы ВМО 54
2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков 56
2.3.7. Фоновое загрязнение атмосферных осадков (по данным сети СКФМ) 63
2.3.8. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ 64
2.3.9. Региональное загрязнение воздуха и осадков по данным станций мониторинга ЕАНЕТ 68
2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности 70
2.4.1. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности биосферных заповедников по данным сети СКФМ 70
2.4.2. Фоновые массовые доли токсикантов промышленного происхождения РФ 77
2.4.3. Оценка отклика древостоев сосны обыкновенной на воздействие климатических факторов 79
2.5. Загрязнение поверхностных вод 83
2.5.1. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети гидрохимического мониторинга 83
2.5.2. Фоновое загрязнение поверхностных вод (по данным СКФМ) 91
2.6. Радиационная обстановка на территории России 93
2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха 94
2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод 95
2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов 96

3. Загрязнение окружающей среды регионов России 100
3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов 100
3.1.1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха 100
3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха за 5 лет 101
3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах страны 103
3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха на территориях субъектов Российской Федерации 105
3.2. Загрязнение почвенного покрова 108

3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения 108
3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов 113
3.3. Качество поверхностных вод. 119
3.3.1. Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям 119
3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов 141
3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации 143
3.3.4. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ 146
3.3.5. Загрязнение морей Российской Федерации 151
3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния ряда морских экосистем 158

4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных объектов . . 172
4.1. Московский регион 172
4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха 173
4.1.2. Качество поверхностных вод 173
4.1.3. Характеристика радиационной обстановки 177
4.1.4. Влияние автомобильных выбросов в районе метромоста (г. Москва, Воробьевы горы) на лихенобиоту 178
4.2. Состояние озера Байкал. 181
4.2.1. Поступление химических веществ из атмосферы. 181
4.2.2. Гидрохимические наблюдения за качеством воды озера Байкал 181
4.2.3. Состояние донных отложений озера Байкал 182
4.2.4. Гидробиологические наблюдения на озере 188
4.2.5. Состояние воды основных притоков озера 188
4.2.6. Состояние окружающей среды по высотным поясам растительности в долине р. Давша биосферного заповедника «Баргузинский» 191
4.3. Комплексная оценка загрязнения окружающей природной среды побережий арктических морей 195
4.4. Мониторинг ртути в атмосферном воздухе Российской Арктики 210
4.5. Загрязнение окружающей среды в районах расположения объектов по уничтожению химического оружия 215
4.5.1. Загрязнение атмосферного воздуха 215
4.5.2. Загрязненность поверхностных вод в ЗЗМ объектов УХО. 217
4.5.3. Загрязненность почв в ЗЗМ объектов УХО 219

Заключение 221
Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета 226
Список авторов 227

Предисловие

Представленные в данном Обзоре обобщенные характеристики и оценки состояния абиотической составляющей окружающей среды (атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв) получены по данным государственной наблюдательной сети, являющейся основой осуществления государственного мониторинга состояния и загрязнения 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 за источниками выбросов (сбросов) вредных веществ в окружающую среду.

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

Руководитель Росгидромета А.В. Фролов

1. Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности 2013 года

1.1. Гелиогеофизическая обстановка

По характеру изменения основных индексов солнечной активности 2013 год относится к эпохе максимума текущего 24-го (с условного начала отсчета в 1775 г.) 11-летнего солнечного цикла. Этот максимум, как и несколько предыдущих, показанных на рис. 1.1, очевидно, будет также иметь двухвершинную структуру.

Первая вершина наблюдалась в 2012 году, а вторая прогнозируется на основе последних данных на 2014 год. Это иллюстрирует рис. 1.2,

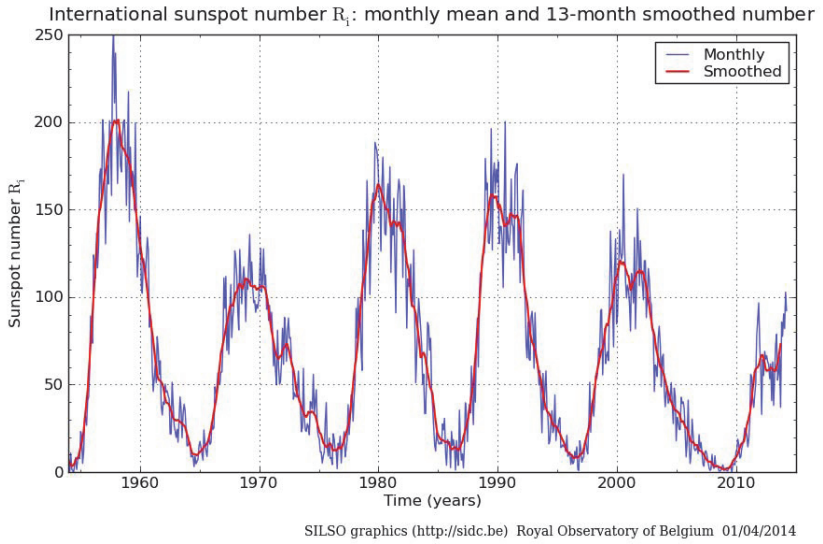


Рис. 1.1. Изменение сглаженных чисел Вольфа по данным Международного центра солнечных индексов (Брюссель, Бельгийская королевская обсерватория)

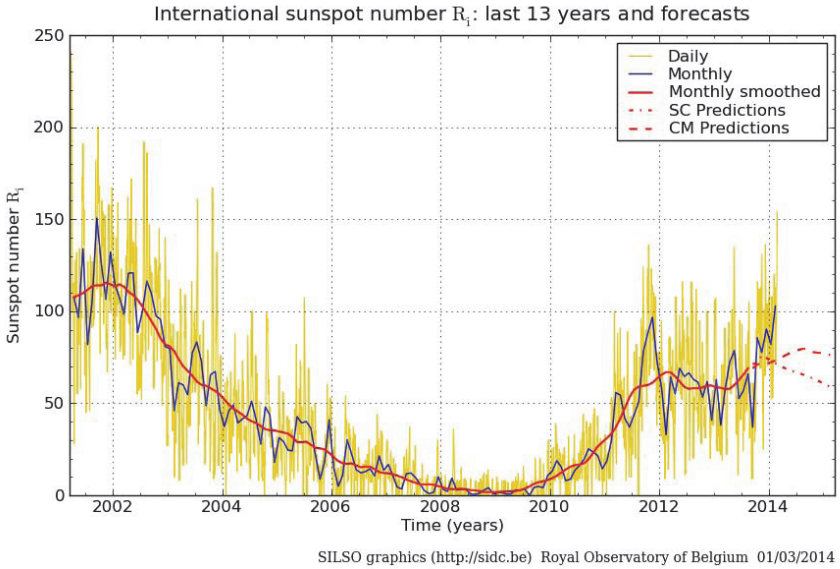


Рис. 1.2. График изменения среднемесячных значений чисел Вольфа

где приведены более подробные данные (среднемесячные значения чисел Вольфа) для последних лет с 2001 по 2013 гг. и прогноз на 2014 год.

Из этих рисунков также видно, что минимум между соседними циклами был очень продолжительным и глубоким, а уровень активности в максимуме последнего цикла значительно уступает предшествующим.

Для удобства сопоставления активности в данном цикле с ее проявлениями в предыдущем в табл. 1.1 приведены значения основных индексов, характеризующих солнечную активность за последние двадцать пять лет.

В столбцах этой таблицы указаны:

2 – среднегодовые числа Вольфа W, по данным оперативного центра в Боулдере (они примерно в 1,4 раз больше значений R – международого ряда этого индекса, приведенных на рис. 1.1 и рис. 1.2);

3 – среднегодовые значения $F_{10,7}$ потока радиоизлучения на $\lambda = 10{,}7$ см;

4 – суммарное число вспышек балла > 1, зарегистрированных в оптическом диапазоне в линии водорода Hα;

5–7 – число событий класса C, M, X в рентгеновском диапазоне;

8 – количество вторжений в околоземное космическое пространство (ОКП) потоков солнечных космических лучей (СКЛ) с энергией Ep >25 МэВ и максимальной интенсивностью >100 см$^{-2}$с$^{-1}$ по данным КА «Метеор», «Ресурс», «Goes» (с 2001 года по 2010 год только по КА серии «GOES», а с 2011 года по данным КА «Метеор-М» № 1, «GOES» №№ 13,15 и российского геостационарного КА «Электро-Л» № 1);

9–11 – количество магнитных бурь с $30 > ApMos > 15$, $50 > ApMos > 30$ и $ApMos > 50$ по данным среднеширотных наземных магнитных станций Российской Федерации.

Из данных таблицы следует, что текущий цикл существенно уступает предыдущему не только по W, но и по другим проявлениям активности.

Относящиеся непосредственно к 2013 году более детализированные статистические данные приводятся в последующих разделах.

Солнечная активность

Принятый в Гелиогеофизической службе условный интегральный показатель солнечной активности, определяемый как полусумма индексов числа пятен W и потока радиоизлучения $F_{10,7}$, превышал в 2013 году значение 200 «высокая активность» в течение трех дней, т.е. менее 1% времени, около ~40% времени он был менее 100 «низкая», а остальную часть соответствовал «умеренному» уровню.

Таблица 1.1. Основные индексы, характеризующие солнечную активность

Год	WB ср	$F_{10,7}$	Вспышечная активность				J	Геомагнитные бури		
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1989	219	214	5780	140	605	58	10	24	20	13
1990	205	187	5430	67	265	16	5	26	9	9
1991	219	208	5230	140	595	53	7	18	11	13
1992	141	153	2780	36	193	10	4	25	8	5
1993	78	110	1740	20	73	0	0	25	14	1
1994	48	85	700	3	24	0	1	19	9	2
1995	29	78	400	3	11	0	0	21	9	2
1996	13	72	190	0	4	1	0	17	3	0
1997	30	81	530	6	20	3	1	19	4	0
1998	88	117	1410	24	96	15	5	16	8	6
1999	136	154	3220	35	170	4	0	23	9	2
2000	172	180	3580	54	214	17	4	23	11	8
2001	170	181	2780	46	298	20	9	22	7	7
2002	177	179	2420	30	210	12	2	32	7	3
2003	109	129	1150	26	159	21	4	32	15	7
2004	69	106,5	610	18	121	12	3	26	5	4
2005	50	92	450	23	103	19	5	22	9	7
2006	26	80	130	7	10	4	3	29	3	1
2007	13	72,5	190	9	10	0	0	29	1	0
2008	4,6	69	18	0	1	0	0	20	1	0
2009	5	70,6	30	0	0	0	0	6	0	0
2010	24,8	79,4	230	2	20	0	0	8	2	0
2011	81	114	1590	17	115	8	3	20	1	0
2012	82	120	1800	14	128	7	6	20	2	0
2013	97	122	1585	16	99	12	2	23	3	0

Таблица 1.2. Характеристики вспышечной активности Солнца в 2013 году

Месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
W	99	60	81	113	126	85	86	90	55	127	126	118
F10,7	127	104	111	125	131	113	113	115	103	132	148	148
C	102	29	48	168	173	60	109	56	26	189	222	166
M	5	1	3	4	14	4	1	3	0	33	19	12
X	0	0	0	0	4	0	0	0	0	4	4	0

В табл. 1.2 по оперативным данным приводятся среднемесячные значения характеристик активности. Числа Вольфа менялись в пределах W = 55–127, вариации $F_{10,7}$ находились в диапазоне 103–148 солнечных потоковых единиц F.U., а в трех последних строках таблицы дано количество рентгеновских вспышек в диапазоне длин волн 1–8 ангстрем, классов по интенсивности C, M и X, соответственно.

Суммарно же за год по наблюдениям в спектральной линии Hα зарегистрировано 1506 субвспышек, 79 вспышек балла 1, 14 вспышек балла 2 и две вспышки балла 3.

В рентгеновском диапазоне (1-8 ангстрем) всего наблюдалось 1346 вспышек класса C, 99 вспышек класса M (из них 9 событий класса M > 5) и 12 вспышек класса X (табл. 1.2). Если же оценивать распределение вспышек по дням, то вспышечная активность в течение 18 суток была высокой, в течение 51 суток – умеренной, в остальное время года – низкой (оценка по интенсивности всплесков в рентгеновском диапазоне).

Пример регистрации всплесков рентгеновского излучения для одного из наиболее активных периодов времени с 11 до 18 мая, когда было зарегистрировано четыре мощных вспышки класса X, приведен на рис 1.3.

Состояние магнитного поля Земли

По данным среднеширотных станций РФ геомагнитное поле было умеренно возмущено в течение трех суток (17 марта, 1 июня, 2 октября), 9 суток – слабо возмущенное, в остальное время геомагнитное поле менялось от очень спокойного до неустойчивого (оценка по ApMos).

По станциям Санкт-Петербург и/или Хабаровск было зарегистрировано:

13 бурь с внезапным началом, три из них: 17 марта (ApMos=40), 1 июня (ApMos=30), 2 октября (ApMos=33) умеренной интенсивности; семь бурь – слабой интенсивности (19<ApMos<30), остальные бури – очень слабой интенсивности (ApMos<20);

10 бурь с постепенным началом, три из них – слабой интенсивности 19< ApMos <30, остальные бури – очень слабой интенсивности.

На рис. 1.4 представлена оценка состояния магнитного поля Земли за период с 13 по 19 марта 2013 года. 17 марта, станциями Хабаровск и Санкт-Петербург, зарегистрирована магнитная

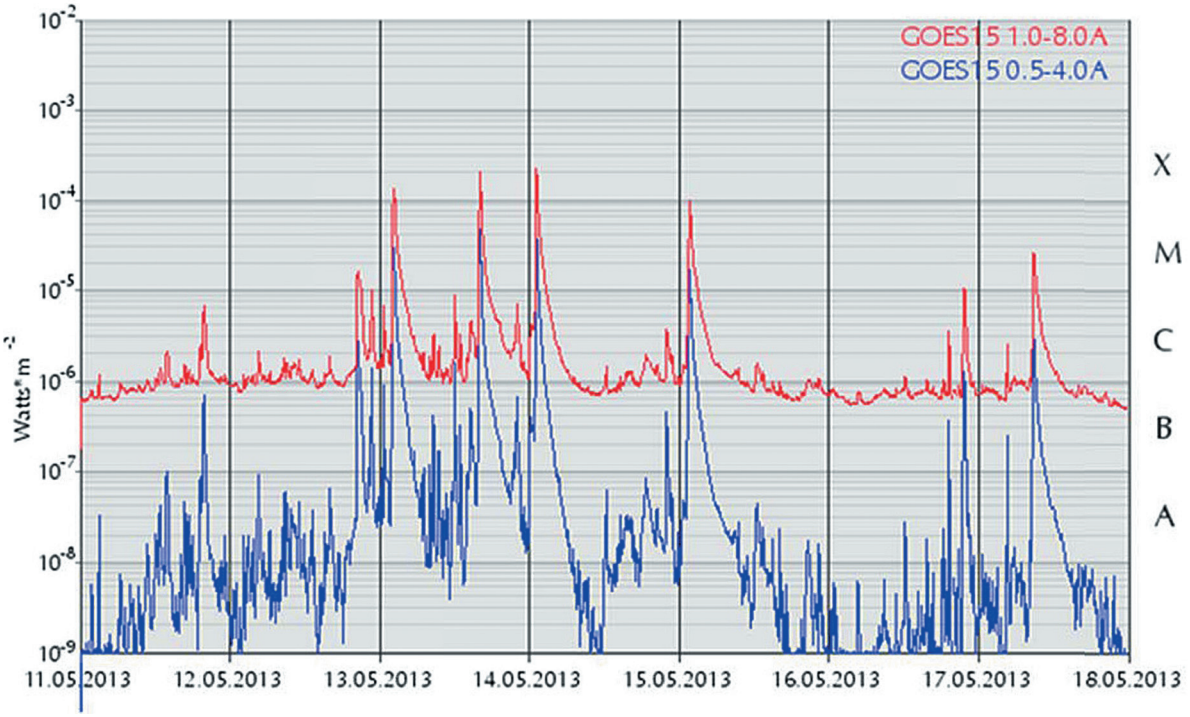


Рис. 1.3. Поток рентгеновского излучения (5-минутные данные)

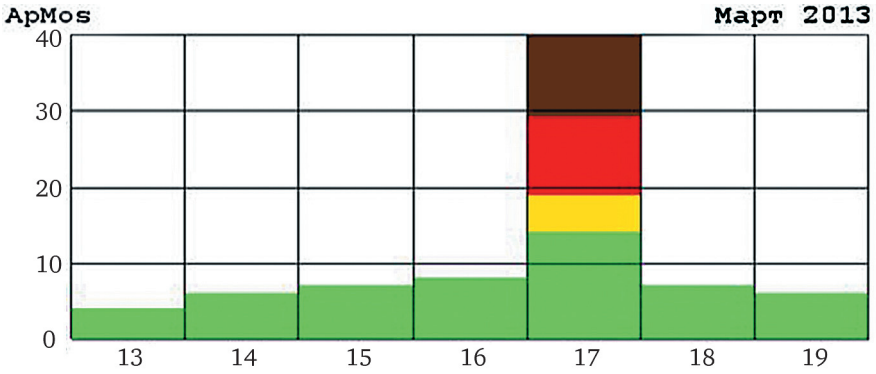


Рис. 1.4. Суточные значения ApMos

буря умеренной интенсивности с внезапным началом, которая была самой большой в 2013 году.

Радиационная обстановка в ОКП

По данным КА «Электро-Л» №1, «Метеор-М» №1 и «GOES» в течение года зарегистрировано девятнадцать вторжений солнечных космических лучей (СКЛ), два из них (в апреле и в мае) – по критерию величины плотности потока протонов – несколько превышали уровень, принятый для невозмущенной радиационной обстановки (РО) в околоземном космическом пространстве (ОКП). Информация представлена в табл. 1.3.

Как видно из табл. 1.3, суммарная продолжительность возмущенного состояния радиационной обстановки в ОКП составила менее двух суток, причем большая часть времени возмущенность характеризовалась как слабая и лишь в течение 5 часов 23 мая достигала уровня – умеренного возмущения. Данные регистрации потоков протонов в этот период прибором СКЛ, установленным на российском геостационарном космическом аппарате «Электро-Л» № 1, представлены на рис. 1.5. Уровню умеренного возмущения соответствует на этом графике значение плотности потока ~150 $см^{-2}\,с^{-1}\,ср^{-1}$ по каналу «ch 7».

Таблица 1.3. Периоды возмущений радиационной обстановки в 2013 году

Период возмущения РО	Характеристика возмущения РО
11 апреля (с 12 до 24 UT)	Слабо возмущенная
22 мая (с 14 до 22 UT)	Слабо возмущенная
22–23 мая (с 22 до 03 UT)	Умеренно возмущенная
23 мая (с 03 до 21 UT)	Слабо возмущенная

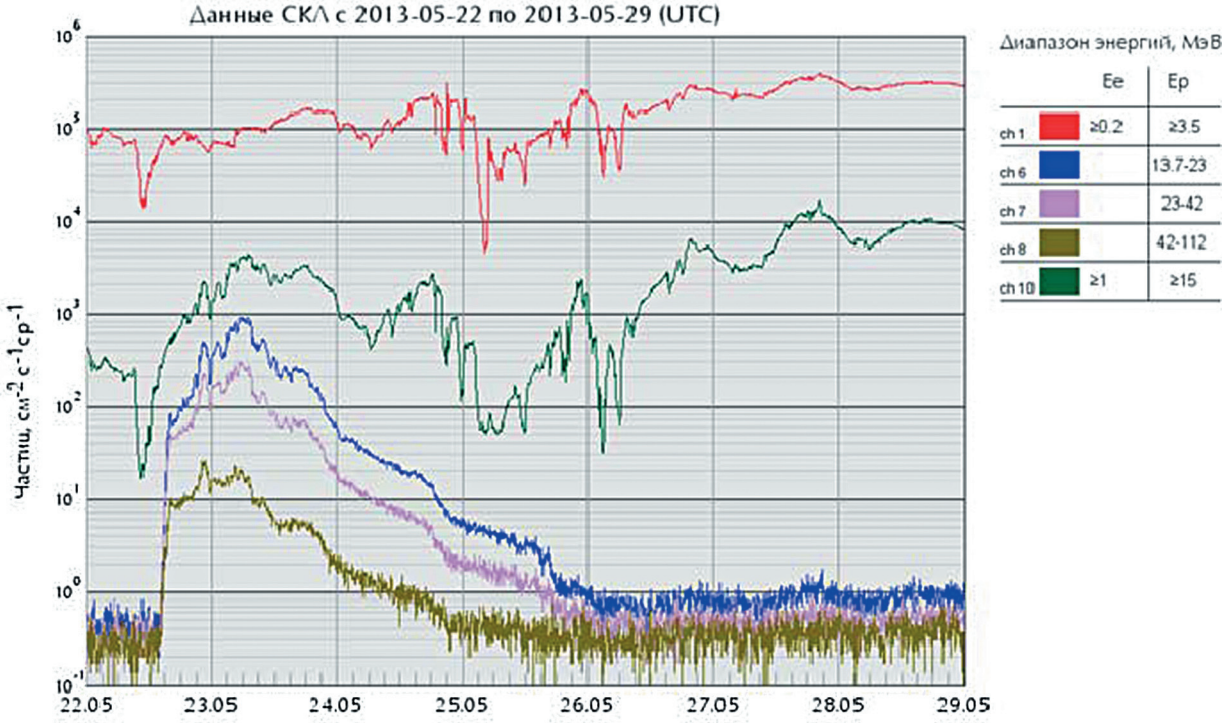


Рис. 1.5. Данные прибора СКЛ

Состояние ионосферы Земли

Состояние ионосферы средних широт по данным станций ПЭБ Электроугли (Москва – Фг.м.= 51,7) и/или Горьковская (Санкт-Петербург – Фг.м.= 56) характеризовалось в течение 32% времени слабыми отрицательными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений (115 суток), в течение 12 суток – умеренными отрицательными отклонениями и в течение 2 суток – сильными отрицательными отклонениями; в течение 19% времени рассматриваемого периода (70 суток) – слабыми положительными отклонениями, в течение 24 суток – умеренными положительными отклонениями, в течение 6 суток – сильными положительными отклонениями.

Положительных отклонений критических частот в области F2 более всего было зарегистрировано в январе; отрицательных отклонений – более всего в ноябре – декабре.

Сильное поглощение в авроральной ионосфере (по данным станций Ловозеро и/или Салехард) отмечено в течение 4 суток, умеренное поглощение – в течение 25 суток, слабое поглощение – в течение 39% времени года – 142 суток.

16 из 23 геомагнитных бурь сопровождались отрицательными отклонениями критических частот fo в области F2 на средних широтах, причем, во время бури 14–15 июля и 8–9 октября было зарегистрировано умеренное отрицательное отклонение критических частот foF2 (балл 2) почти на всех среднеширотных станциях европейской и восточной части Российской Федерации.

По сведениям, полученным от постоянных потребителей радиопрогнозов Мурманского региона, практическое ухудшение условий радиосвязи в КВ-диапазоне из-за магнитных возмущений отмечено в течение 32% времени (116 суток), из них – более всего в июне.

Из данных, приведенных в этом разделе обзора, видно, что, судя по различным проявлениям солнечной активности, весь период с 2007 г. по настоящее время можно рассматривать как аномальный, включая как рекордно глубокий и продолжительный минимум в начале этого периода, так и в его конце – один из самых низких уровней активности среди наблюдавшихся максимумов 11-летних солнечных циклов.

Учитывая продолжающийся рост внимания Всемирной метеорологической организации (WMO) к поискам связи солнечной активности с климатом, аномальный по уровню активности период 24 солнечного цикла может стать важным источником пополнения базы данных для этих исследований.

1.2. Опасные гидрометеорологические явления

Общее число опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ) (включая агрометеорологические и гидрологические) в 2013 г. составило 963. Это немного меньше, чем в 2012 году, когда их было 987. Из всех 963 ОЯ в 2013 г. 455 явлений нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

На рис. 1.6 приведены данные Росгидромета о динамике количества гидрометеорологических ОЯ за 1996–2013 гг., относящиеся лишь к опасным явлениям и комплексам гидрометеорологических явлений (включая гидрологические и агрометеорологические явления), которые нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения (общее число и количество непредусмотренных ОЯ). Прошедший год стал третьим по количеству ОЯ, нанесших ущерб. Бóльшее количество их было только в 2012 (469 ОЯ) и 2010 (467 ОЯ) годы. Число непредусмотренных ОЯ в 2013 г. составило 38.

В 2013 г. около 25% от общего числа ОЯ приходится на локальные конвективные явления (ливень, град, шквал), отмечавшиеся в весенне-летний период. На рис. 1.7 информация о гидрометеорологических ОЯ в 2013 году детализирована по месяцам. Наибольшая активность возникновения опасных явлений на территории РФ, по-прежнему, наблюдалась в период с мая по август, причем количество гидрометеорологических ОЯ на 19% (57 случаев) уменьшилось по сравнению с аналогичным периодом прошлого года.

В 2013 году на территории РФ было зарегистрировано 545 случаев возникновения метеорологических ОЯ и комплексов метеорологических явлений (КМЯ). В табл. 1.4 и 1.5 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. 1.4 и 1.5 может не совпадать, т.к. ОЯ часто охватывают большие территории и одновременно наблюдаются в 2-х и более округах.

По сравнению с 2012 годом количество зарегистрированных метеорологических ОЯ в 2013 г. увеличилось на 9 случаев. Высокой была

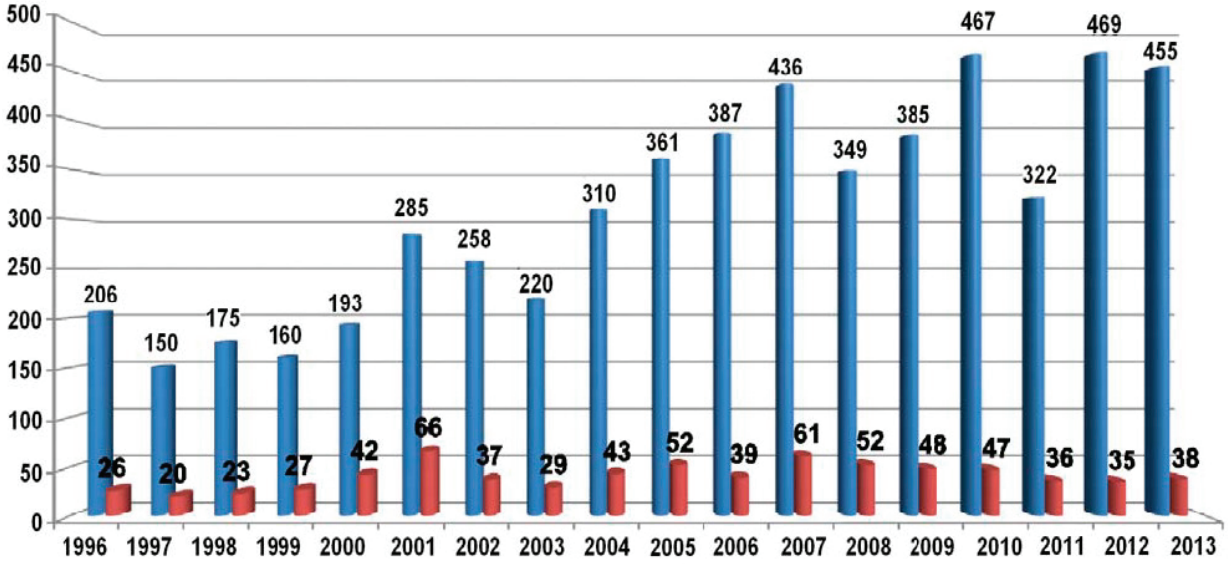


Рис. 1.6. Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (синий) и количество непредусмотренных ОЯ (красный)

Таблица 1.4. Распределение метеорологических ОЯ по месяцам за 2013 год

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
I	8	2	2			7		9		10	2	7				47
II	11	1	2			2		2		8	2	8				36
III	14	6	3	3		6		10		12	2	7				63
IV	10	1	1	4						6		1				23
V	12	5		9	2		4			15			4			51
VI	8	21		10	2		3			18			9			71
VII	7	26			4		2			16			6			61
VIII	6	26		6	1		2			11			4			56
IX	5	14		12						10			2			43
X	12	5		2						18		1				38
XI	9	3	3			1				10	2	5				33
XII	14	4	2			5		11		15	3	12				66
Год 2013	113	113	14	46	9	16	11	21		139	9	29	25			545
Год 2012	91	113	11	54	35	13	18	18	1	106	14	25	25	11	1	536

повторяемость КМЯ, сильных осадков и сильного ветра (139 и по 113 случаев соответственно). Это составляет 67% от всех опасных метеорологических явлений. КМЯ по своим параметрам не достигали критериев ОЯ, но в значительной степени затрудняли хозяйственную деятельность регионов. Все эти явления, как правило, наносили наиболее значительный ущерб секторам экономики и частному сектору.

Наибольшую повторяемость метеорологические ОЯ и КМЯ имели в теплый период года (с мая по сентябрь) – 282 случая (52%). Это связано с тем, что в этот период возрастает число ОЯ, обусловленных активной конвекцией, которая наблюдается по всей территории РФ.

Периоды сильных морозов и аномально холодной погоды в 2013 г. отмечались в 37 случаях, то есть на 19% больше, чем в 2012 году, когда их было 31 случай. Наиболее холодным выдался январь и март 2013 г., когда было зарегистриро-

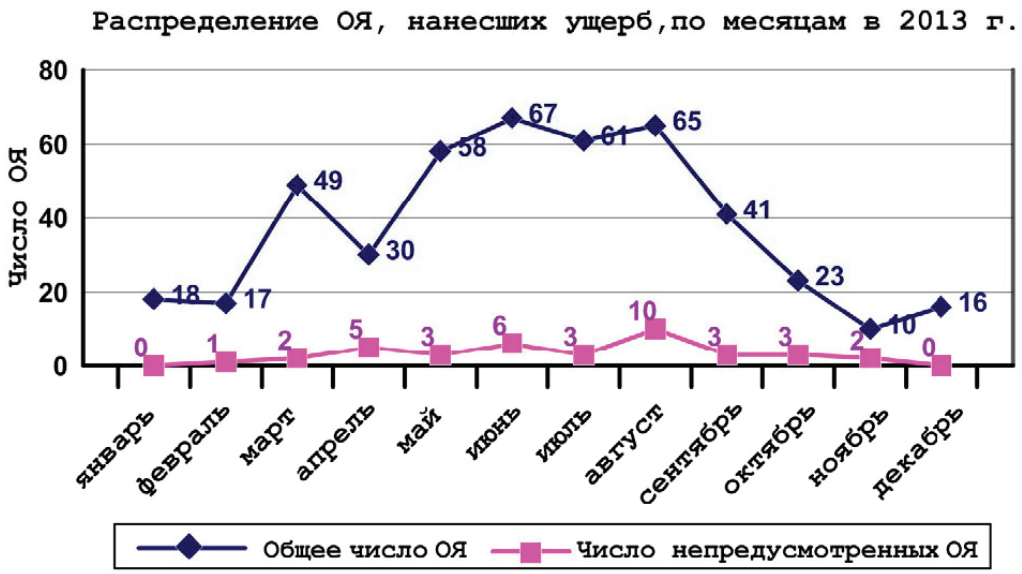


Рис. 1.7. Распределение гидрометеорологических ОЯ, нанесших ущерб, по месяцам в 2013 г.

вано 19 случаев с аномально холодной погодой и 13 случаев сильных морозов.

Периодов с сильной жарой и аномально жаркой погодой в 2013 г. было 20, что на 62% меньше, чем в 2012 году, когда их было 53 случая. Жаркие периоды отмечались почти равномерно в период с мая по июль. В вегетационный период в 2013 году наблюдалось 46 заморозков, что на 15% меньше, чем за аналогичный период 2012 года, когда их было 54.

Из табл. 1.5 следует, что на территории Сибирского и Дальневосточного ФО зарегистрировано 247 случаев (44%) всех ОЯ и КМЯ. Это связано с тем, что территория этих округов обладает наибольшими размерами и характеризуется очень активными атмосферными процессами. По сравнению с 2012 г., в 2013 г. количество ОЯ и КМЯ в Приволжском, Сибирском и Дальневосточном ФО увеличилось на 8–19%, в Центральном и Северо-Западном ФО уменьшилось на 35 и 25%, а в остальных округах осталось на прежнем уровне.

Динамика количества всех зарегистрированных метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2013 год приведена в табл. 1.6. Видно, что в 2013 году отмечалось 545 метеорологических ОЯ. Это наибольшее количество ОЯ за все 16 лет наблюдений.

Таблица 1.5. Распределение метеорологических ОЯ в 2013 г. по территориям ФО

№	Явления	Федеральные округа РФ								Всего
		СЗФО	ЦФО	ПФО	ЮФО	СКФО	УФО	СФО	ДФО	
1	Сильный ветер	12	3	15	4	6	12	35	25	112
2	Сильные осадки	1	14	14	19	12	7	15	31	113
3	Метель	3		1			5	5	18	32
4	Пыльная буря									
5	Смерч									
6	Сильный мороз			4			5	5	4	18
7	Аномально холодная погода	5	3	4				9	1	22
8	Сильная жара		3	1		1	2	1	1	9
9	Аномально жаркая погода	1	3	4			1	2		11
10	Град		1	5	7	8	1	3		25
11	Гололедные явления		1	1	6	1		2		11
12	Налипание мокрого снега		1		9			3	2	15
13	Заморозки	4	8	9	3	2	8	9	3	46
14	Туман									
15	КМЯ	4	14	17	14	13	8	51	22	143
Всего – 2013		30	51	75	62	43	49	140	107	557
Всего – 2012		40	79	63	64	45	47	130	95	563

Таблица 1.6. Динамика количества всех метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2013 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
2012	24	14	18	22	53	71	82	89	32	37	28	66	536
2013	47	36	63	23	51	71	61	56	43	38	33	23	545

1.3. Температура воздуха

2013 год в целом был очень теплым: средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории РФ, в 2013 году, превысила норму (среднее за 1961–1990 гг.) на 1,52 °С (6-я величина с 1936 г.). Все кроме одной аномалии (1995 г.: +2,04 °С), превышающие текущую, относятся к последнему десятилетию.

Ход средних годовых и сезонных аномалий температуры, осредненных по территории РФ, приведен на рис. 1.8. Показан также линейный тренд с 95%-й доверительной полосой и приведены оценки коэффициента линейного тренда и его вклада в суммарную дисперсию. Среднегодовые значения относятся к календарному году, т.е. к интервалу времени с января по декабрь рассматриваемого года.

Особенно теплыми были лето: аномалия (отклонение от нормы) +1,29 °С: 5-я по величине с 1936 г., и осень: +1,99 °С: 3-я величина в ряду.

Географические распределения средних годовых и сезонных аномалий температуры 2013 года представлены на рис. 1.9. Градации аномалии показаны цветной заливкой. Кружками белого и желтого цвета указано местоположение станций, на которых осуществились значения температуры ниже 5-го процентиля (отрицательные, или 5%-е экстремумы) и выше 95-го процентиля (положительные, или 95%-е экстремумы); значения процентилей были получены для каждой станции по данным соответствующего сезона за 1936–2012 гг.

В целом за год и во все сезоны (рис. 1.10), кроме зимы, потепление продолжается на всей территории РФ. Скорость роста осредненной по РФ среднегодовой температуры (линейный тренд) составила 0,43 °С/10 лет (вклад в общую изменчивость 38%). Наиболее быстрый рост наблюдается весной и осенью (0,53 °С/10 лет и 0,55 °С/10 лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (0,44 °С/10 лет: описывает 59% суммарной дисперсии).

Наибольшая скорость роста среднегодовой температуры отмечается на побережье Северного Ледовитого океана (более +0,8 °С/10 лет на Таймыре): здесь максимум потепления наблюдается во все сезоны, кроме лета. Среднегодовые температуры растут во всех физико-географических регионах и ФО, в Прибайкалье и Забайкалье и в Сибирском ФО с 1990-х годов роста температуры нет.

Летом самое быстрое потепление происходит на западе ЕЧР южнее 55 °с.ш. Весной и осенью имеется еще один максимум потепления – на дальнем северо-востоке, а зимой – на северо-западе ЕЧР. Скорость роста средней по региону Восточная Сибирь температуры осенью +0,75 °С/10 лет, и весной +0,76 °С/10 лет – максимальные региональные величины потепления. Следует также отметить очень интенсивное потепление летом в Южном и Центральном ФО (+0,76 °С/10 лет и +0,75 °С/10 лет). Минимум потепления в среднем за год и летом – на юге Западной Сибири.

Для зимы тренд за 1976–2013 гг. продолжает оставаться положительным (0,12 °С/10 лет), но он очевидно статистически незначим – описывает лишь 1% общей изменчивости. Тренд еще

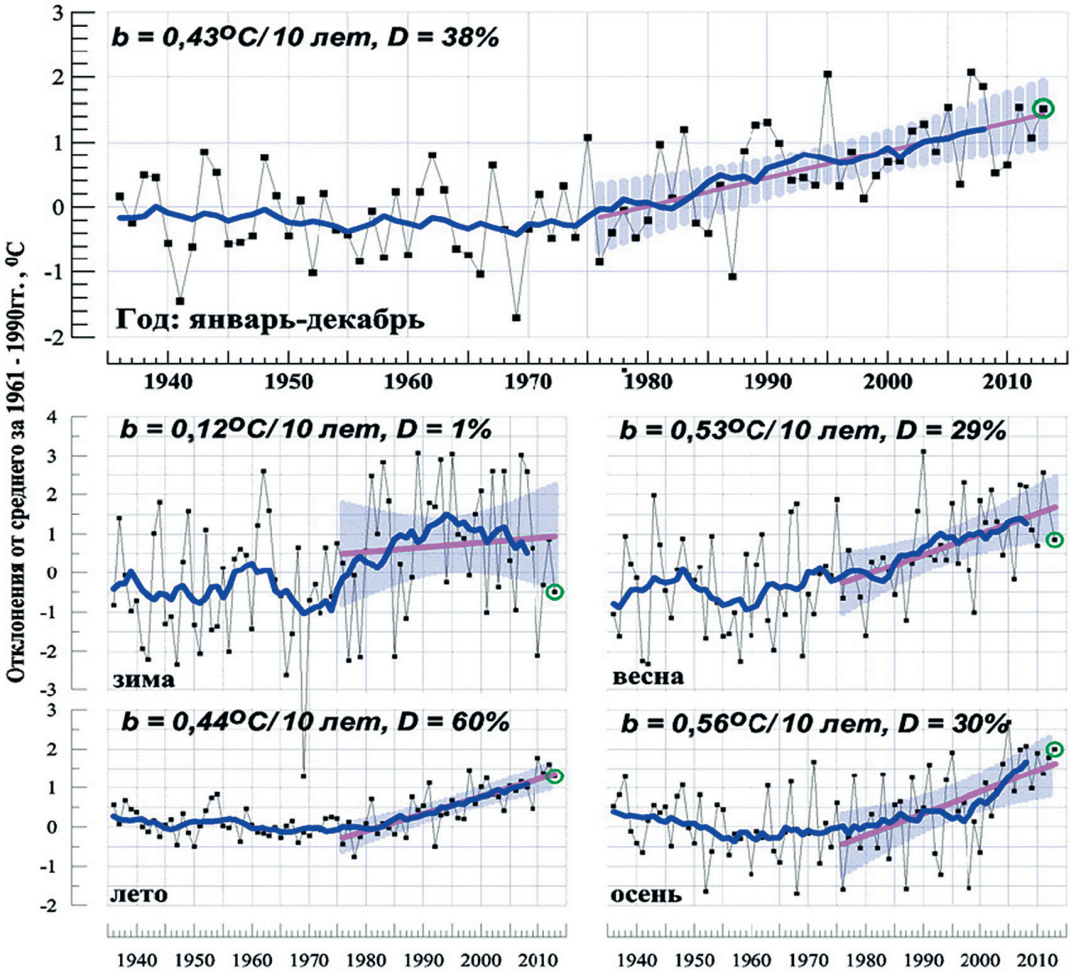


Рис. 1.8. Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°С), осредненные по территории РФ, 1936–2013 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961–1990 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976–2013 гг. с 95%-й доверительной полосой; *b* – коэффициент тренда (°С/10 лет), *D* – вклад в суммарную дисперсию (%)

уменьшился по сравнению с предыдущим годом (для 1976–2012 гг. он был 0,18 °С/10 лет). Следует отметить, что рост зимней температуры для РФ в целом прекратился в середине 1990-х гг., после чего наблюдалось ее слабое убывание. По-видимому, это следует связать с изменениями в основной циркуляционной системе Атлантико-Европейского сектора – Североатлантическом колебании. Последние 4 года с отрицательной аномалией зимней температуры вызвали резкое уменьшение тренда, который составлял еще для 1976–2009 гг. 0,44 °С/10 лет. Текущее потепление зим наблюдается в основном в западной части арктической зоны РФ, включая Таймыр, на западе ЕЧР и в Приморье. На юге Западной Сибири наблюдается центр области похолодания, впервые проявившейся в 2010 г. и ежегодно расширяющейся: в настоящее время она захватывает центральную часть Западной и юг Средней Сибири, Забайкалье. Скорость похолодания в центре этой области достигает –0,5 °С/10 лет. Другая область похолодания зимой – на дальнем северо-востоке (до –0,6 °С/10 лет) – устойчиво наблюдается все последние годы.

1.4. Атмосферные осадки

2013 г. оказался исключительным по количеству выпавших на территории РФ осадков (рис. 1.11): годовая сумма осадков в целом по стране (111% нормы; аномалия +4,6 мм/месяц) оказалась максимальной за период наблюдений с 1936 г.

Экстремальные годовые суммы осадков наблюдались в регионах: Восточная Сибирь (120% нормы, аномалия +6,8 мм/месяц, ранг 2, особен-

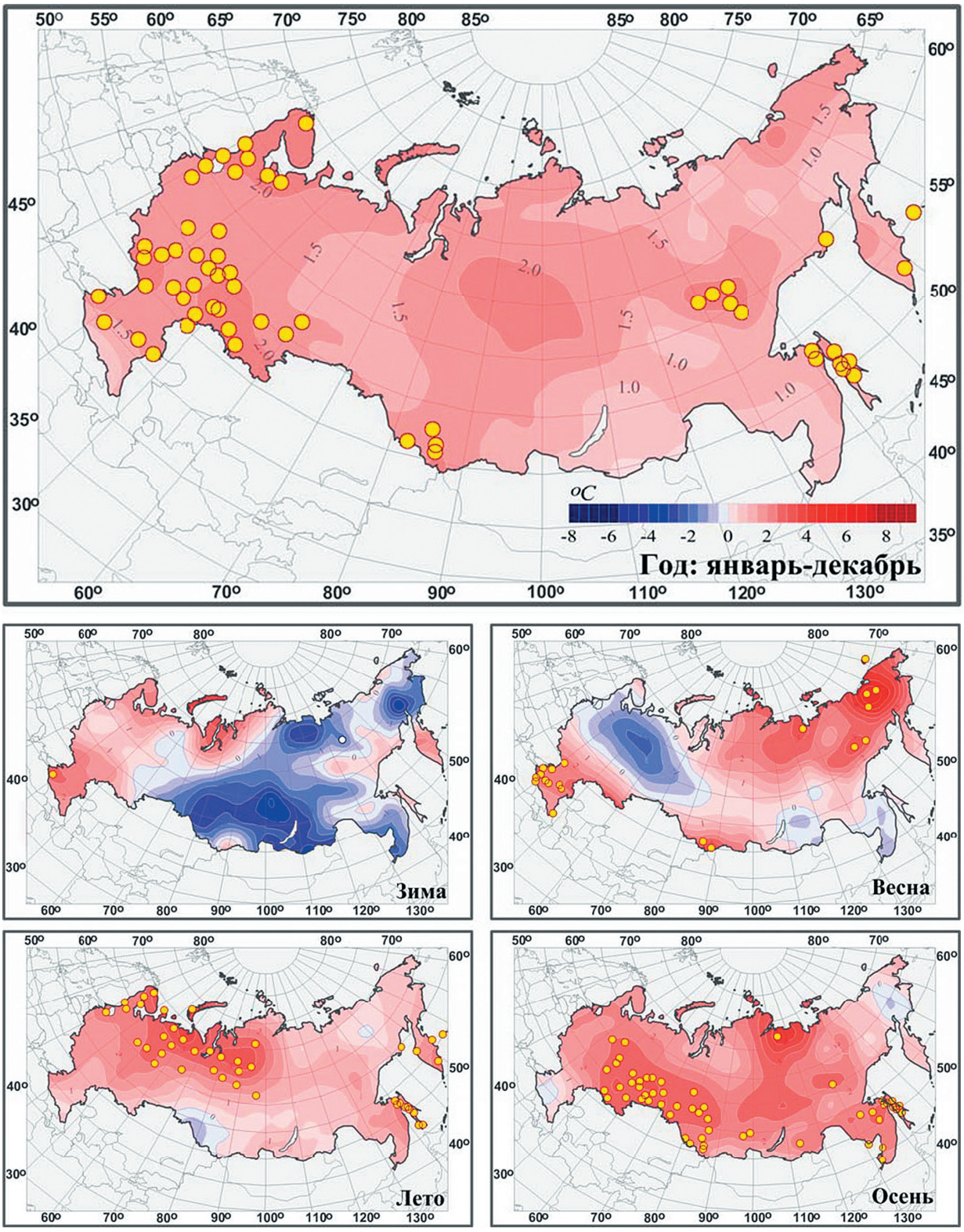


Рис. 1.9. Аномалии средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории РФ в 2013 г. (отклонения от средних за 1961–1990 гг.) с указанием локализации 5%-х (белые кружки) и 95%-х (желтые кружки) экстремумов

но много осадков весной и летом) и Приамурье и Приморье (123% нормы, аномалия +10,1 мм/месяц, ранг 4, особенно много осадков весной). Наибольший избыток осадков наблюдался весной (129% нормы, +7,9 мм/месяц: также максимум с 1936 г.) и осенью (116% нормы, +6,8 мм/месяц: 2-я величина в ряду). Весной близкие к рекордным величины осадков наблюдались во всех регионах АЧР; в Сибирском и Дальневосточном ФО отмечены максимумы за период с 1936 г.

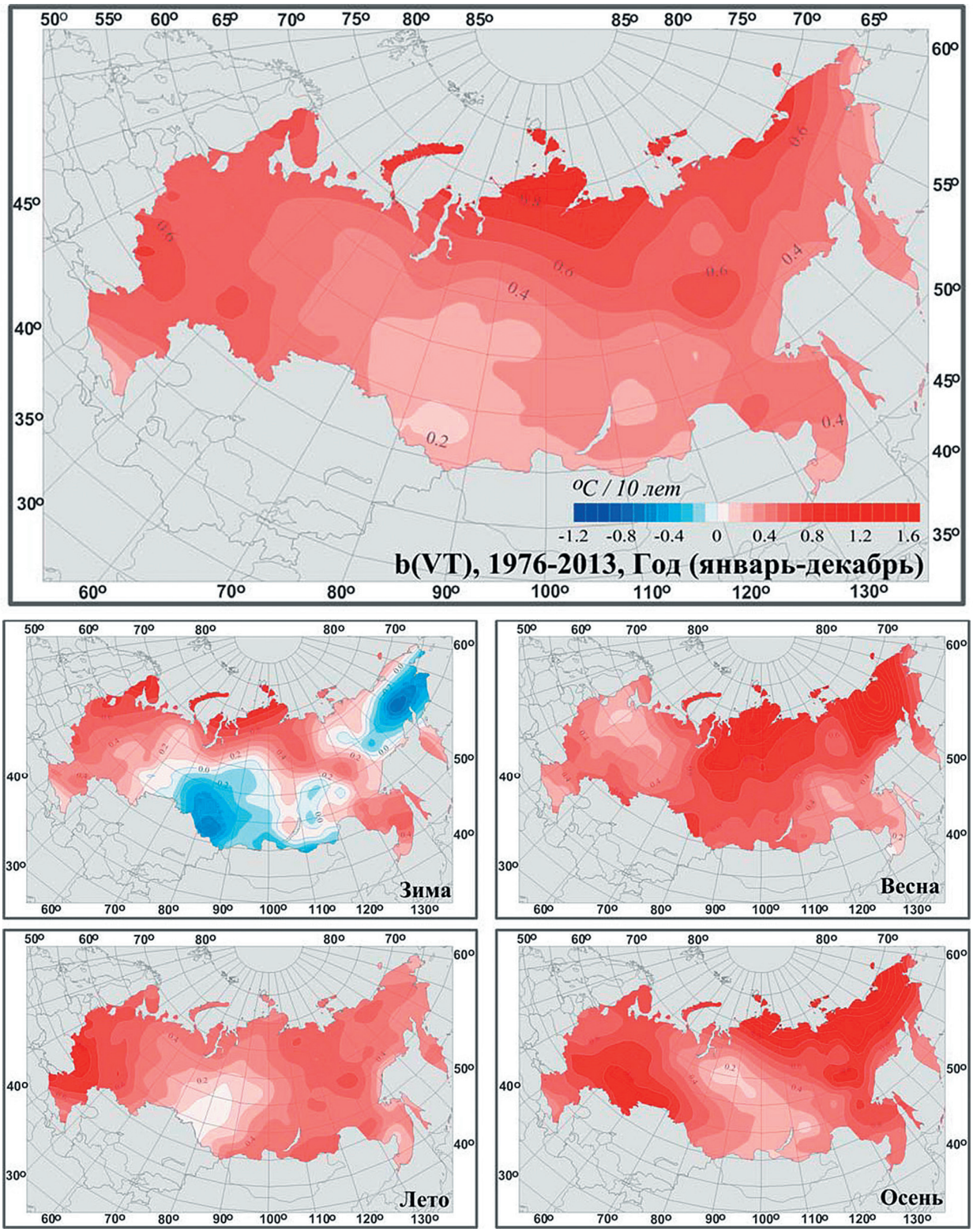


Рис. 1.10. Распределение коэффициентов линейного тренда среднегодовой и средних сезонных значений температуры приземного воздуха на территории РФ за период 1976–2013 гг. (в °С/10 лет)

Весной экстремальные сезонные аномалии осадков (ранги 2–3) зафиксированы во всех физико-географических регионах РФ кроме ЕЧР. В Сибирском ФО и Дальневосточном ФО весенние аномалии осадков – максимумы в рядах наблюдений.

Осенью экстремальное количество осадков выпало в регионе ЕЧР (125% нормы, аномалия +6,8 мм/месяц, ранг 2), особенно, Южном ФО (158% нормы, аномалия +24,6 мм/месяц – вторая положительная величина в ряду).

Географические распределения годовых и

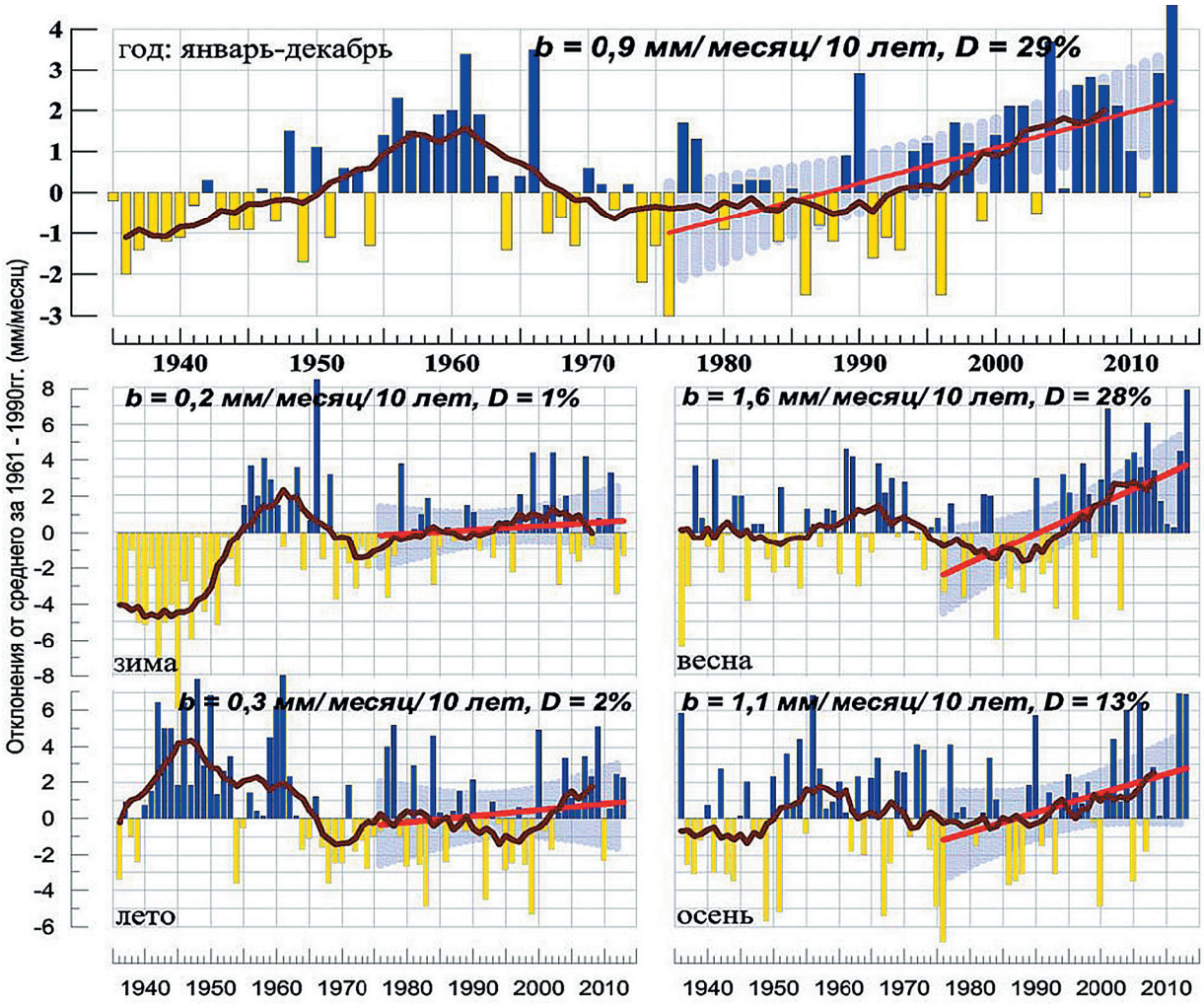


Рис. 1.11. Средние годовые и сезонные аномалии осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ, 1936–2013 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961–1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976–2013 гг.; *b* – коэффициент тренда (мм/мес/10 лет), *D* – вклад в суммарную дисперсию (%)

сезонных аномалий осадков в 2013 г. представлены на рис. 1.12 в процентах от норм 1961–1990 гг., показано местоположение станций с 5%- и 95%-экстремумами – значения осадков на этих станциях попали в 5%-ые хвосты соответствующих распределений (ниже 5-го или выше 95-го процентилей), рассчитанных по периоду 1936–2012 гг.

В изменении годовых сумм осадков (рис. 1.13) на территории РФ преобладает тенденция к росту. Скорость роста почти нигде не превышает 5%/10 лет, исключая часть Северо-Кавказского ФО и ряд областей в Сибири и на Дальнем Востоке. Крупная область убывания годовых осадков (также менее 5%/10 лет) – в южной (южнее 60°с.ш.) половине ЕЧР и на Южном Урале. Годовые осадки также убывают в полосе вдоль южной границы Дальневосточного ФО и на севере Чукотского АО.

Количество осадков на территории РФ растет в основном за счет весеннего сезона (1.6 мм/мес/10 лет, вклад в дисперсию ряда 28%). Положительный и на обширных территориях превышающий 5% нормы/10 лет тренд наблюдается на всей территории страны. Значимые тренды наблюдаются весной для ряда регионов.

Положительные изменения преобладают также осенью, с максимумом в Дальневосточном ФО. Тренд осенних сумм осадков за 1976-2013 гг. в среднем по РФ положительный, но объясняет лишь 9% межгодовой изменчивости, однако в физико-географических регионах Средняя и Восточная Сибирь и в Дальневосточном ФО рост осадков существен.

Зимой рост осадков более 5%/ 10 лет наблюдается на северо-западе ЕЧР и в регионе Каспия, севере Западной и Средней Сибири, в Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье; однако региональные тренды не достигают уровня значимости.

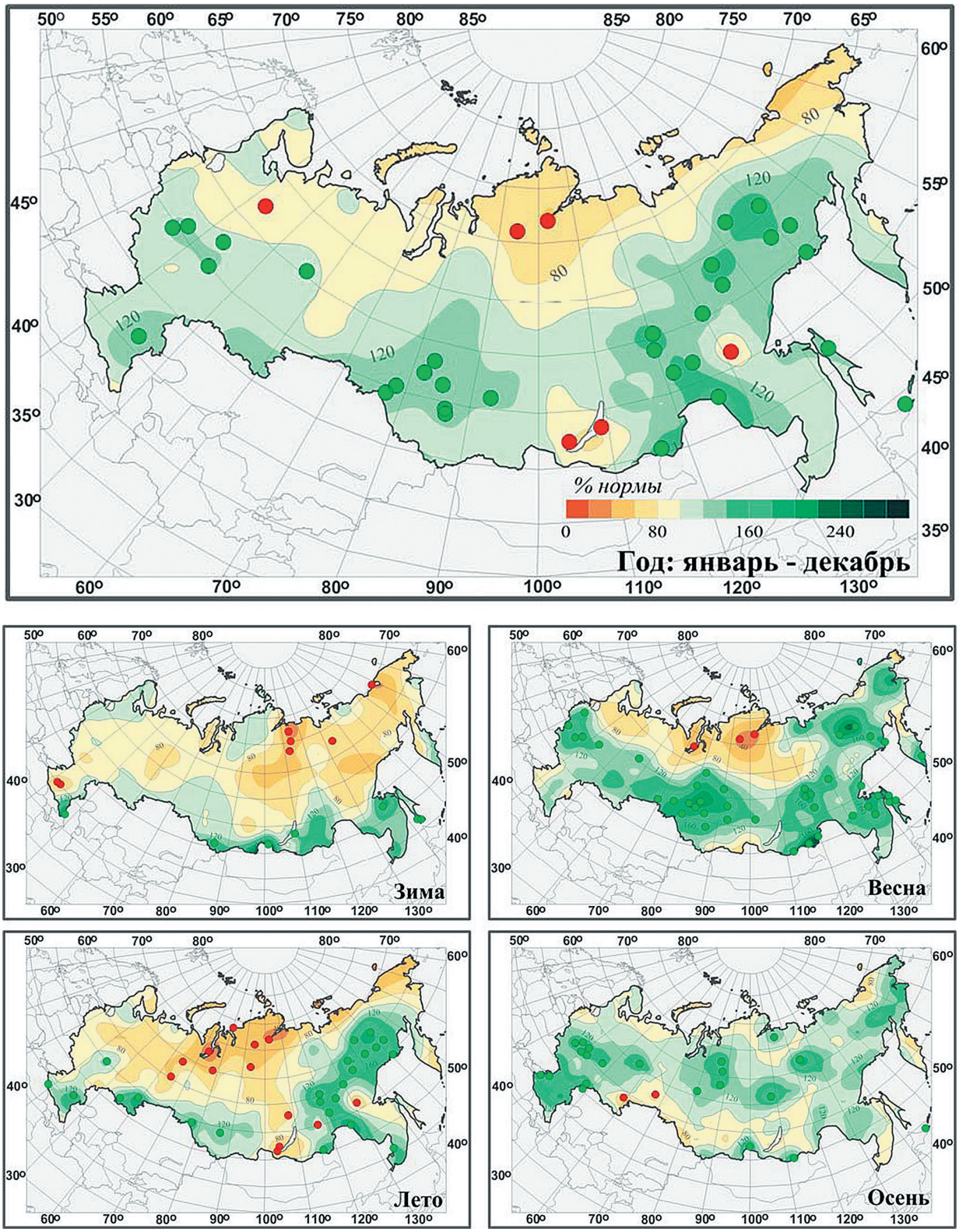


Рис. 1.12. Аномалии годовых и сезонных сумм осадков на территории РФ в 2013 г. (% от нормы 1961–1990 гг.). Кружками красного и зеленого цвета показаны станции, на которых осадки оказались соответственно ниже 5-го или выше 95-го процентиля

Летом осадки растут в основном в АЧР, с максимумами на севере, востоке и юге Якутии. На ЕЧР слабый рост осадков отмечается лишь севернее 65° с.ш. и востоке СКФО.

Зимой и летом имеются большие области, где осадки уменьшаются: зимой на севере Дальневосточного ФО и в Средней Сибири. Летом убывают осадки на ЕЧР (кроме севера), в районе

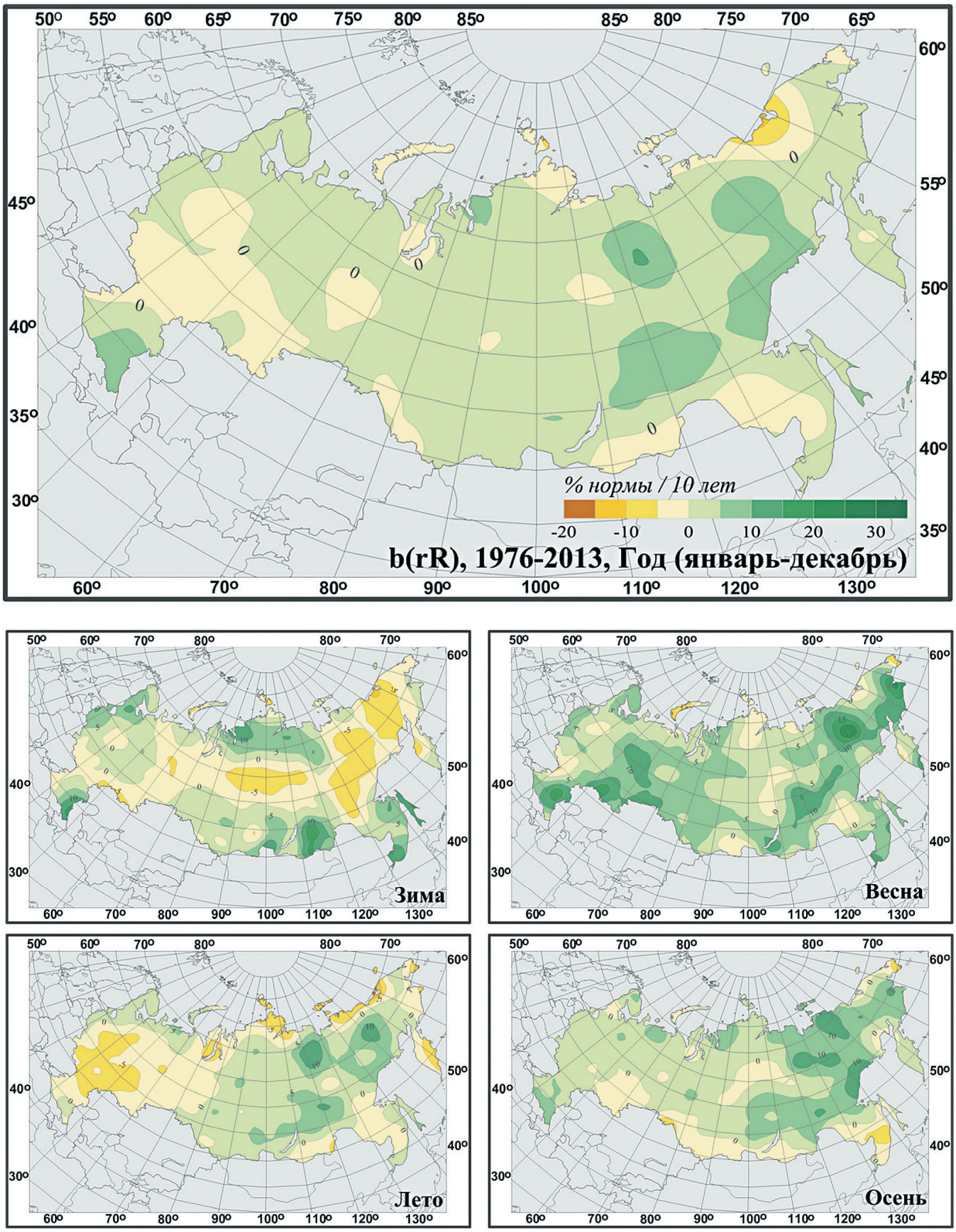


Рис. 1.13. Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда годовых и сезонных сумм атмосферных осадков за 1976–2013 гг. на территории РФ (% от нормы за 10 лет)

Обской губы, на Арктическом побережье (Таймыр и восточнее), Камчатке и на юге Дальневосточного ФО (последняя тенденция сохраняется и для осени).

1.5. Снежный покров зимой 2012–2013 гг.

На большей части страны зима 2012–2013 гг. была многоснежной.

На Европейской территории России (ЕТР) зимой 2012–2013 гг. температура колебалась так, что ноябрь и февраль оказались очень теплыми, а декабрь, январь и март холодными.

Снежный покров появился в северных и центральных районах ЕТР 25 октября 2012 г. Вследствие теплой погоды его граница быстро отступила на северо-восток и в течение ноября колебалась около линии Петрозаводск, Казань, Оренбург. К 10 декабря граница снежного покрова сместилась на юго-запад до линии Ставрополь, Волгоград, Астрахань, где колебалась всю зиму.

В Москве снежный покров установился 28 ноября 2012 г. Его высота значительно превышала норму и в марте 2013 г. достигла рекордного значения за весь период наблюдений 77 см.

В большинстве районов Азиатской территории России зима 2012–2013 гг. была очень холодной, многоснежной на юге и малоснежной на севере. Временный снежный покров появился в конце сентября 2012 г. на Чукотке. К 10 октября снежный покров распространилась на запад до Енисея и на юг – до 60° с.ш. В начале ноября снег покрыл Урал и всю Сибирь, за исключением Дальнего Востока, где устойчивый снежный покров лег только 18 ноября 2012 г. В ноябре в южных районах Азиатской территории России наблюдались обильные снегопады и максимальные приращения высоты снежного покрова.

Накопление снега на большей части ЕТР продолжалось до конца марта. Из-за экстремально холодной погоды таяние снега задержалось до 1 апреля, что почти на две недели позже нормальных сроков.

Граница снежного покрова проходила:

- 10 апреля по линии Брянск, Орёл, Рязань, Саранск, Казань, Уфа – Магнитогорск.
- 20 апреля по линии Петрозаводск – Тверь – Ярославль – Ижевск – Екатеринбург – Тюмень – Новосибирск – Горно-Алтайск. Не было снега в Туве, на юге Забайкалья и юге Приморья.
- 1 мая по линии Кандалакша–Архангельск–Сыктывкар – Ханты-Мансийск – Енисейск – Северобайкальск – Зея – Хабаровск – Советская Гавань.
- В окрестностях Москвы снег сошел 17 апреля, а на Таймыре сохранялся до 7 июля.

Запасы воды в снежном покрове

На рис. 1.14 приведено распределение запасов воды в снежном покрове по территории Российской Федерации по данным Росгидромета на 20 марта 2013 г.

В сводной табл. 1.7 приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ (в Европейской части России по состоянию на 31 марта, а в Азиатской части – на 20 апреля 2013 года). Такие даты выбраны, чтобы отразить максимальные запасы воды в снеге, достигнутые к весне 2013 г. Для сравнения в той же таблице приведены значения норм и данные о запасах воды соответственно либо на 31 марта 2012 г., либо на 20 апреля 2012 г. Краткие выводы сводятся к следующему.

По состоянию на 31 марта 2013 года в большинстве речных бассейнов Европейской территории России (ЕТР) накопленные запасы воды в снеге были значительно выше нормы. **В бассейне Волги** в целом они составили 135 мм или 124% нормы, при этом на Верхней Волге, и в бассейнах рек Оки, Суры, Ветлуги, Костромы, Унжи, Вятки, Рыбинского и Чебоксарского водохранилищ запасы воды в снеге на 20–80% превышали обычные значения, а также превышали или были близки к значениям прошлого года. В бассейнах реки Кама, Саратовского и Волгоградского водохранилищ были на 5–17% ниже нормы и прошлогодних значений. Это было связано с более ранним таянием снега из-за частых волн тепла в юго-восточной части ЕТР и юге Уральского федерального округа.

Снегозапасы воды в бассейнах Куйбышевского, Саратовского и Волгоградского водохранилищ и реки Сура были на 11–50% меньше значений предыдущего 2012 года. Во всех других волжских бассейнах они превысили прошлогодние значения. В целом по территории волжского бассейна в 2013 году снегозапас на 13% (16 мм) превысил значение 2012 года.

В бассейне Дона выше Цимлянского водохранилища накопленные запасы воды в снеге были близки к норме, но меньше прошлогоднего на 15 мм. Меньше нормы и меньше прошлогодних были запасы воды в снежном покрове и в бассейнах его крупных восточных притоков Хопра (на 77 мм) и Медведицы (на 39 мм).

На реках севера Европейской части страны запасы воды в снеге были на 7–46% выше нормы. Лишь в бассейне Сухоны составили только 95% нормы. При этом запасы воды в снежном покрове в бассейнах Северной Двины, Сухоны, Ваги и Юга оказались меньше прошлогодних на 7–38 мм, а Пинеги, Вычегды и Мезени – на 7–30 мм больше.

На северо-западе Европейской части страны снегозапасы в бассейнах Нарвы и Волхова больше прошлогодних на 13 и 38 мм и составляли 149 и 169% нормы.

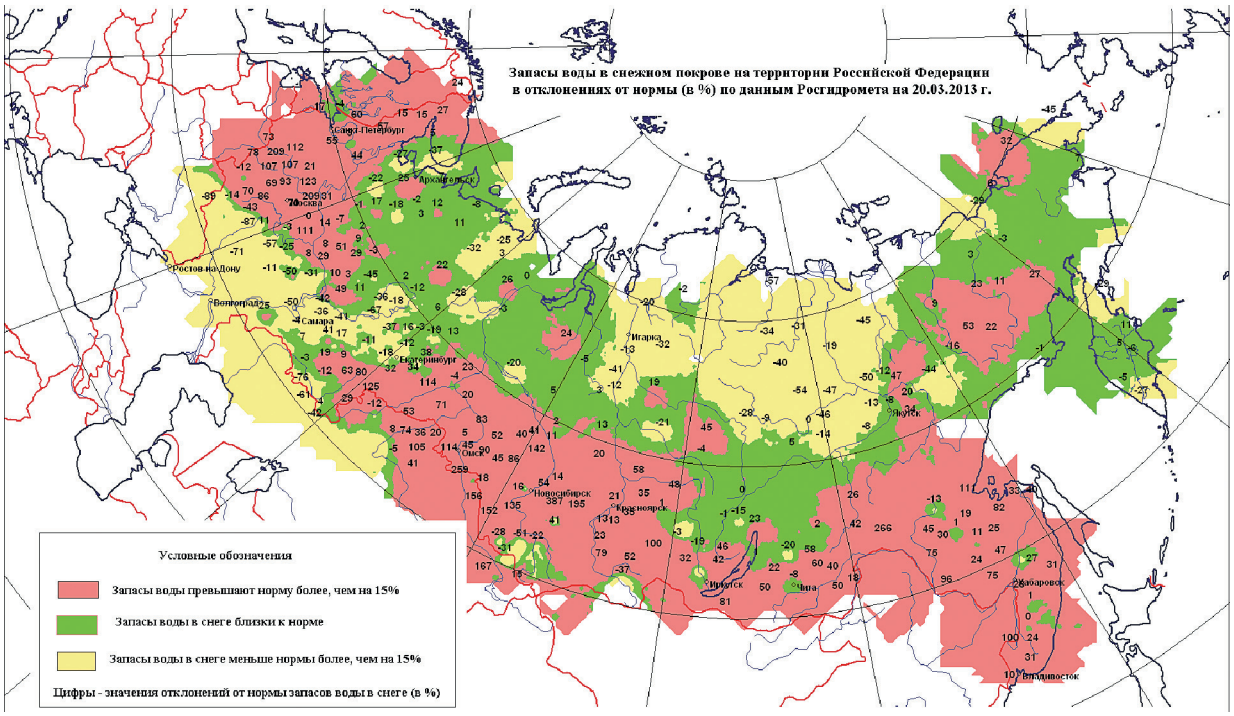


Рис. 1.14. Запасы воды в снежном покрове на территории Российской Федерации в отклонениях от нормы (в %) по данным Росгидромета на 20.03.2013 г.

На Азиатской части страны в бассейнах большинства крупных рек и водохранилищ запасы воды в снеге на 20 апреля 2013 г. преимущественно составили 122–141% нормы, лишь в бассейне Усть-Илимского водохранилища – 103% нормы. В бассейнах Верхней Оби, Тобола, Верхнего Енисея и озера Байкал снегозапасы в полтора – два раза превышали прошлогодние значения, а в бассейнах Братского и Усть-Илимского водохранилищ на Ангаре были близки к ним.

На территории Республики Саха (Якутия) значительные снегозапасы (120–170% нормы) были накоплены в верховьях бассейна р. Алдан, а также в верхнем и среднем течении р. Амга. На остальной территории запасы воды в снежном покрове составляли от 70 до 120% нормы, и лишь в бассейнах рек Вилюй, Оленек и Анабар они значительно меньше нормы (менее 70%).

В бассейне р. Амур накопленные за зиму запасы воды в снеге составляли 70–130% нормы, местами 170–230%. Повышенные снегозапасы (более 200% нормы) отмечались в бассейнах рек Большой Невер, Гилюй, Большая Бира и Уда.

Таблица 1.7. Сведения о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ Европейской части РФ по состоянию на 31 марта 2013 г. (в сравнении с нормой и с влагозапасами 2012 г.): *w2012, w2013* **– запасы воды в снеге в 2012 и 2013 гг. По АЧР сведения приведены по состоянию на 20 апреля 2013 г.**

№ п/п	Бассейны рек	Запасы воды в снеге на 31 марта				
		норма	*w2012*	*W2013*		
		мм	мм	мм	% от нормы	% от *w2012*
1	р. ВОЛГА, в т.ч.	109	119	135	124	113
2	до Рыбинского водохр.	89	107	155	174	145
3	р. Кострома и Унжа	116	143	180	155	126
4	р. Москва	74	89	173	234	194
5	р. Ока, включая бассейн р.Москвы	82	101	148	180	147
6	р. Сура	74	130	92	124	71
7	р. Ветлуга	127	173	178	140	103
8	Чебоксарское водохранилище	84	117	142	169	121
9	р. Вятка	139	159	170	122	107
10	Куйбышевское водохранилище	119	149	132	111	89
11	Саратовское водохранилище 20 марта	89	90	74	83	82
12	Волгоградское водохранилище 20 марта	57	103	49	86	48

Окончание табл. 1.7

№ п/п	Бассейны рек	Запасы воды в снеге на 31 марта				
		норма	*w2012*	*W2013*		
		мм	мм	мм	% от нормы	% от *w2012*
13	р. Кама	183	129	174	95	135
14	р. Белая	127	97	141	111	145
15	р. ДОН, в т.ч.	22	52	37	168	71
16	р. Хопер	28	116	39	139	34
17	р. Медведица	27	63	24	89	38
	Реки Севера					
18	р. Северная Двина	118	151	144	122	95
19	р. Сухона	120	166	128	107	77
20	р. Вага	123	139	117	95	84
21	р. Юг	112	175	157	140	90
22	р. Пинега	100	134	146	146	109
23	Вычегда	135	155	162	120	105
24	р. Мезень	140	136	166	119	122
25	р. Нарва	51	63	76	149	111
26	Волхов	62	67	105	169	154
	Реки и водохранилища Сибири					
27	р. Верхняя Обь	224	126	292	130	232
28	р.	48	49	114	237	233
29	р. Енисей (Саяно-Шушенское вдхр.)	143	111	185	129	167
30	р. Енисей (Красноярское вдхр.)	163	136	218	134	160
31	р. Ангара (оз. Байкал)	94	88	133	141	151
32	р. Ангара (Братское вдхр.)	82	97	100	122	103
33	р. Ангара (Усть-Илимское вдхр.)	126	114	130	103	114

1.6. Водные ресурсы

Водные ресурсы Российской Федерации в 2013 году составили 4614,6 км^3, превысив среднее многолетнее значение на 8,3%. Большая часть этого объёма – 4330,8 км^3 – сформировалась в пределах России, и 283,8 км^3 воды поступило с территорий сопредельных государств.

На реках Центрального, Приволжского, Южного, Северо-Кавказского и Дальневосточного федеральных округов (табл. 1.8) наблюдалась существенно повышенная водность, в Северо-Западном и Уральском федеральных округах – близкая к норме. В Сибирском федеральном округе водные ресурсы были ниже средних многолетних значений.

Водные ресурсы бассейнов крупнейших рек России (наблюдённый годовой сток рек) в 2013 году (табл. 1.9) в большинстве своём существенно отличались от средних многолетних значений и от значений, имевших место в 2012 году.

Таблица 1.8. Ресурсы речного стока по федеральным округам

Федеральные округа	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2013 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
1	2	3	4	5
Северо-Западный	1687,0	607,4	611,6	0,7
Центральный	650,2	126,0	164,2	30,3
Приволжский	1037,0	271,3	329,0	21,3
Южный	420,9	288,9	322,4	11,6
Северо-Кавказский	170,4	28,0	31,4	12,1
Уральский	1818,5	597,3	583,2	–2,4
Сибирский	5145,0	1321,1	1247,5	–5,6
Дальневосточный	6169,3	1848,1	2275,9	23,1
Российская Федерация в целом	17098,3	4259,3	4614,6	8,3

** Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930 – 1980 гг. – для Европейской, и за период 1936 – 1980 гг. – для Азиатской территории России*

Таблица 1.9. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2013 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения,%
1	2	3	4	5
Северная Двина	357	101,0	100,0	–1,0
Печора	322	129,0	121,7	–5,7
Волга	1360	238,0	270,6	13,7
Дон	422	25,5	16,5	–35,3
Кубань	57,9	13,9	9,9	–28,8
Терек	43,2	10,5	10,7	1,9
Обь	2990	405,0	372,1	–8,1
Енисей	2580	635,0	584,6	–7,9
Лена	2490	537,0	610,0	13,6
Колыма	647	131,0	196,5	50,0
Амур	1855	378,0	638,1	68,8

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

На реках Севера – Северной Двине и Печоре – водность была ниже средних многолетних значений, соответственно, на 1,0% и 5,7%, в отличие от 2012 года, когда она была повышенной.

В бассейне Терека водность оставалась несколько выше нормы и по сравнению с 2012 годом не изменилась. Сток в бассейнах Дона и Кубани по-прежнему был значительно ниже нормы, причём в бассейне Дона продолжительность фазы пониженной водности достигла семи лет. Значения отклонений стока этих рек от нормы почти не изменились и составили –35,3% и –28,8%.

В бассейне Волги водные ресурсы были выше нормы на 13,7%, то есть значительно увеличились: в 2012 году они были близки к норме.

В бассейне одной из крупнейших рек Сибири – Оби – водность, хотя и значительно превысила уровень 2012 года, в 2013 году оставалась ниже нормы на 8,1%.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек – Енисея и Лены – по-прежнему наблюдалась противоположность характера водности. В бассейне Енисея сохранилась пониженная, а в бассейне Лены – повышенная водность. Однако отклонения стока этих рек от среднемноголетних значений уменьшились по сравнению с 2012 годом.

В бассейне Колымы продолжалась фаза повышенной водности, сток реки достиг аномально высокого значения, превысившего норму на 50,0%.

В бассейне другой крупнейшей реки Дальнего Востока – Амура – водность, близкая к норме в 2012 году, резко возросла и также достигла аномальной величины (выше нормы на 68,8%).

Водные ресурсы субъектов Российской Федерации в 2013 году (табл. 1.10) в большинстве случаев значительно отличались от средних многолетних значений.

Таблица 1.10. Ресурсы речного стока по субъектам Российской Федерации

Субъекты Федерации	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2013 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
1	2	3	4	5
Северо-Западный федеральный округ				
Республики:				
Карелия	180,5	56,0	56,5	0,9
Коми	416,8	164,8	160,2	-2,8
Области:				
Архангельская, в том числе:	589,9	387,2	378,0	-2,4
Ненецкий АО	176,8	212,1	200,2	-5,6
Вологодская	144,5	47,7	47,6	-0,2
Калининградская	15,1	22,7	24,1	6,2
Ленинградская	83,9	89,2	104,7	17,4
Мурманская	144,9	65,7	59,5	-9,4
Новгородская	54,5	21,4	25,2	17,8
Псковская	55,4	12,0	12,7	5,8

Продолжение табл. 1.10

Субъекты Федерации	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2013 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
1	2	3	4	5
Центральный федеральный округ				
Области:				
Белгородская	27,1	2,7	2,2	-18,5
Брянская	34,9	7,3	8,9	21,9
Владимирская	29,1	35,2	57,9	64,5
Воронежская	52,2	13,7	13,9	1,5
Ивановская	21,4	57,3	72,7	26,9
Калужская	29,8	11,3	16,2	43,4
Костромская	60,2	53,4	65,7	23,0
Курская	30,0	3,8	3,0	-21,1
Липецкая	24,0	6,3	6,8	7,9
Московская	45,8	18,0	30,8	71,1
Орловская	24,7	4,1	3,6	-12,2
Рязанская	39,6	25,7	42,6	65,8
Смоленская	49,8	13,7	17,2	25,5
Тамбовская	34,5	4,1	5,1	24,4
Тверская	84,2	25,2	30,2	19,8
Тульская	25,7	10,6	13,8	30,2
Ярославская	36,2	35,8	47,7	33,2
Приволжский федеральный округ				
Республики:				
Башкортостан	142,9	34,2	35,8	4,7
Марий Эл	23,4	110,4	151,9	37,6
Мордовия	26,1	4,9	9,0	83,7
Татарстан	67,8	229,6	272,9	18,9
Удмуртская	42,1	63,3	67,4	6,5
Чувашская	18,3	119,0	159,0	33,6
Края:				
Пермский	160,2	56,0	58,3	4,1
Области:				
Кировская	120,4	40,0	50,1	25,3
Нижегородская	76,6	105,8	145,1	37,1
Оренбургская	123,7	12,7	11,6	-8,7
Пензенская	43,4	5,6	8,8	57,1
Самарская	53,6	236,8	274,2	15,8
Саратовская	101,2	241,5	278,3	15,2
Ульяновская	37,2	231,2	267,9	15,9
Южный федеральный округ				
Республики:				
Адыгея	7,8	14,1	12,5	-11,3
Калмыкия	74,7	1,1	3,1	181,8
Края:				
Краснодарский	75,5	23,0	25,2	9,6
Области:				
Астраханская	49,0	237,7	270,6	13,8
Волгоградская	112,9	258,6	290,2	12,2
Ростовская	101,0	26,1	16,1	-38,3
Северо-Кавказский федеральный округ				
Республики:				
Дагестан	50,3	20,7	23,6	14,0
Ингушетия	3,6	1,7	2,1	23,5
Кабардино-Балкария	12,5	7,5	7,7	2,7
Карачаево-Черкесская	14,3	6,1	6,5	6,6

Окончание табл. 1.10

Субъекты Федерации	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2013 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
1	2	3	4	5
Северная Осетия – Алания	8,0	8,0	8,0	0,0
Чеченская	15,6	11,6	12,9	11,2
Края:				
Ставропольский	66,2	6,0	5,6	-6,7
Уральский федеральный округ				
Области:				
Курганская	71,5	3,5	2,7	-22,9
Свердловская	194,3	30,2	29,0	-4,0
Тюменская, в том числе	1464,2	583,7	569,0	-2,5
Ханты-Мансийский АО	534,8	380,8	349,8	-8,1
Ямало-Ненецкий АО	769,3	581,3	567,3	-2,4
Челябинская	88,5	7,4	8,6	16,2
Сибирский федеральный округ				
Республики:				
Алтай	92,9	34,0	50,4	48,2
Бурятия	351,3	97,1	103,7	6,8
Тыва	168,6	45,5	57,7	26,8
Хакасия	61,6	97,7	123,1	26,0
Края:				
Алтайский	168,0	55,1	68,5	24,3
Забайкальский	431,9	75,6	106,6	41,0
Красноярский	2366,8	930,2	798,3	-14,2
Области:				
Иркутская	774,8	309,5	315,7	2,0
Кемеровская	95,7	43,2	51,6	19,4
Новосибирская	177,8	64,3	73,0	13,5
Омская	141,1	41,3	41,4	0,2
Томская	314,4	182,3	192,4	5,5
Дальневосточный федеральный округ				
Республики:				
Саха (Якутия)	3083,5	881,1	987,7	12,1
Края:				
Камчатский	464,3	275,2	275,9	0,3
Приморский	164,7	46,3	72,9	57,5
Хабаровский	787,6	491,2	801,6	63,2
Области:				
Амурская	361,9	170,6	283,2	66,0
Магаданская	462,5	124,9	162,1	29,8
Сахалинская	87,1	57,3	68,5	19,5
Автономные области:				
Еврейская	36,3	217,7	388,6	78,5
Автономные округа:				
Чукотский АО	721,5	194,6	221,7	13,9

* Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930–1980 гг. для Европейской и за период 1936–1980 гг. для Азиатской территории России. Подчёркнуты значения, уточнённые в 2014 году.

В большинстве субъектов Федерации Северо-Западного федерального округа водность рек понизилась по сравнению с 2012 годом. При этом в Республике Коми, Архангельской и Мурманской областях повышенная водность сменилась пониженной, а в Республике Карелии и Вологодской области сток рек снизился до значений, весьма близких к норме. В Калининградской области, напротив, завершилась фаза пониженной водности, и водность превысила норму. Повышенная водность сохранилась в Ленинградской, Новгородской и Псковской областях, хотя в Новгородской области она существенно снизилась.

Определяющую роль в формировании описанного распределения водности по территории округа сыграли повышение стока рек Невы, Нарвы и Немана, соответственно, до 17,1%, 25,9% и 10,0% над нормой, и снижение стока подавляющего большинства других рек, в том числе до значений ниже нормы. Среди таких рек оказались крупнейшие реки северной части округа – Северная Двина и Печора.

Запасы воды в Ладожском озере уменьшились в 2013 году на 10,80 км^3 и практически не изменились в Онежском озере, где уменьшение составило 0,09 км^3 (табл. 1.11).

В целом водность рек округа в 2013 году была близка к норме, превысив её на 0,7%.

Во всех субъектах Федерации Центрального федерального округа, кроме Липецкой области, сохранился общий характер распределения водности рек, сложившийся в 2012 году. Повышенная водность при некотором снижении её по сравнению с 2012 годом сохранилась в Воронежской, Ивановской, Костромской, Смоленской, Тамбовской и Тверской областях, пониженная при некотором росте – в Белгородской, Курской и Орловской областях. Резким ростом и весьма значительным превышением нормы характеризовалась водность рек Владимирской (64,5%), Калужской (43,4%), Московской (71,1%), Рязанской (65,8%), Тульской (30,2%) и Ярославской (33,2%) областей. Менее значительным был рост стока рек в Липецкой области, который всё же оказался достаточным для смены характера водности (7,9% выше нормы против –3,2% в 2012 году).

Картина водности большинства областей округа и её изменение по сравнению с 2012 годом определились резким ростом стока в бассейне реки Оки (до аномально высоких значений) и сохранившейся высокой водностью бассейна Волги на участке выше устья Оки. Для Ярославской области резкий рост водности произошёл в связи с дополнительным повышением стока Волги за счёт значительной сработки Рыбинского водохранилища. На водность ряда областей существенное влияние оказали рост стока в бассейнах Дона и Днепра в верхнем течении, заметно превысившего норму, а также снижение стока в бассейне Западной Двины до значений ниже нормы.

В целом по округу превышение нормы водности было весьма значительным и составило 30,3% от нормы, что существенно больше значения этого показателя в 2012 году, равного 22,5%.

Запасы воды в волжских водохранилищах округа – Иваньковском, Угличском и Рыбинском – уменьшились в 2013 году на 5,89 км^3, в основном за счёт Рыбинского водохранилища, запасы воды которого понизились на 6,01 км^3, а уровень воды понизился на 1,46 м.

Во всех субъектах Федерации Приволжского федерального округа, кроме Оренбургской области, имела место повышенная водность, в отличие от ситуации 2012 года, когда наблюдалось необычайное разнообразие характера водности рек. Наибольшее превышение средних многолетних значений, хотя и не столь значительное, как прежде, сохранилось в республиках Марий Эл (37,6%), Мордовии (83,7%), Чувашской (33,6%) и в областях Кировской (25,3%), Нижегородской (37,1%), Пензенской (57,1%). В остальных субъектах Федерации повышение водности привело к изменению её характера в Пермском крае, республиках Башкортостан и Удмуртской, а также к значительному приближению её к норме в Оренбургской области (–8,75% против –31,5%). Превышение водности рек над нормой составило от 4,1% в Пермском крае и 4,7% в Республике Башкортостан, до 15,2–18,9% в Ульяновской, Самарской, Саратовской областях и Республике Татарстан.

По округу в целом водность рек сохранилась на высоком уровне с незначительным увеличением (выше нормы на 21,3% против 18,5% в 2012 году).

Распределение водных ресурсов всех субъектов Федерации Приволжского федерального округа определилось аномально высоким сто-

Таблица 1.11. Изменение запасов воды крупнейших озёр Российской Федерации

Озеро	Средний многолетний запас воды, км^3	Средний многолетний уровень воды, м	Запасы воды, км^3		
			на 01.01.13	на 01.01.14	годовое изменение
1	2	3	4	5	6
Ладожское	911,00	5,10	911,00	900,20	–10,80
Онежское	292,00	33,00	293,35	293,26	–0,09
Байкал*	23000,00	455,00			2,84
Ханка	18,30	68,90	19,30	21,18	1,88

* 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

ком реки Оки, высокой водностью в бассейне Волги на участке ниже устья Оки, особенно в правобережной части бассейна, а также повышенным стоком Урала на участке от истока до Оренбурга. Такая картина сложилась в результате смещения к востоку зоны высокой водности, сформировавшейся в 2012 году.

Запасы воды в водохранилищах Волжско-Камского каскада (Иваньковском, Угличском, Рыбинском, Горьковском, Чебоксарском, Куйбышевском, Камском, Воткинском, Саратовском, Волгоградском), расположенных в трёх федеральных округах, уменьшились в 2013 году на 5,20 км^3. Запасы воды в Ириклинском водохранилище на реке Урал в 2013 году уменьшились на 0,16 км^3, а его уровень понизился на 0,64 м.

В Южном федеральном округе вследствие роста стока Волги продолжился рост водности приволжских областей (Астраханской и Волгоградской), что привело к превышению в них нормы, соответственно, на 13,8% и 12,2%. Резкое увеличение вплоть до аномально высоких значений стока рек Черноморского побережья, обусловило изменение характера водности Краснодарского края. Она превысила среднее многолетнее значение на 9,6%, несмотря на продолжение фазы низкой водности на реке Кубани. В Республике Адыгее водность сохранилась на прежнем низком, а в Ростовской области – на весьма низком уровне (ниже нормы соответственно на 11,3% и 38,3%). Ситуация в Ростовской области была обусловлена продолжением фазы низкой водности Дона, а в Адыгее – совокупным эффектом различного поведения рек республики, являющихся левыми притоками Кубани. В Республике Калмыкии, как и прежде, водность значительно превышала норму, что связано с сохранением повышенной водности рек Калауса и Кумы, вызванной не только естественными факторами, но и ростом объёмов переброски стока в эти реки.

В целом по округу имел место существенный рост водности рек от значения, близкого к норме в 2012, к превысившему норму на 11,6% в 2013 году.

Запасы воды в Краснодарском водохранилище увеличились на 0,62 км^3, что привело к повышению уровня этого водоёма на 2,35 м. В Цимлянском водохранилище запасы воды в 2013 году увеличились на 0,81 км^3, а его уровень повысился на 0,34 м.

В субъектах Федерации Северо-Кавказского федерального округа водность или значительно возросла, или сохранилась на прежнем уровне. Возрастание водности до существенных превышений среднемноголетних значений было отмечено в трёх республиках – Дагестане, Ингушетии, Чеченской. В трёх других республиках – Кабардино-Балкарии, Карачаево-Черкесской и Северной Осетии – Алании, а также в Ставропольском крае водность не изменилась по сравнению с 2012 годом, то есть была ниже нормы в Ставропольском крае, равнялась норме в Северной Осетии – Алании и превышала норму в Кабардино-Балкарии и Карачаево-Черкесии.

В целом по округу имел место рост водности рек, не достигшей нормы в 2012 году (–2,5%). Итогом этого роста стало превышение среднемноголетнего значения водных ресурсов на 12,1%.

Описанная картина водности рек округа характеризовалась двумя особенностями. Первая – сохранившийся характер водности бассейнов Кубани, Терека, Кумы и Калауса. Для Кубани и Терека это несколько повышенный сток в верхнем течении, снижающийся в направлении к устью, но для Терека в итоге вновь достигающий значений, превышающих норму. Для Кумы и Калауса это устойчивое превышение стока рек над нормой. Вторая – значительное возрастание стока притоков Терека и рек, впадающих в Каспийское море южнее Терека, по сравнению с 2012 годом. Для наиболее крупных рек сток превысил норму на 0,7–30,3%. Первая особенность, однако, в немалой степени обусловлена масштабной межбассейновой и внутрибассейновой переброской стока, искажающей естественную картину распределения водных ресурсов.

В Уральском федеральном округе водность рек существенно возросла во всех субъектах Федерации, но только в Челябинской области её рост был столь значителен, что она изменила свой характер и превысила норму на 16,2%. В остальных субъектах Федерации она не достигла нормы. Наиболее низкая водность, как и прежде, отмечалась в Курганской области (ниже нормы на 22,9% против 40,0% в 2012 году), наиболее близкая к норме (ниже её на 2,5% против 22,5%) – в Тюменской области, включающей Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий автономные округа. В целом по округу отклонение водных ресурсов от среднемноголетнего значения составило –2,4% против –22,8% в 2012 году.

Сложившаяся ситуация была обусловлена весьма значительным ростом стока Оби, Иртыша и других рек бассейна Обской губы, недостаточным ростом стока рек бассейнов Тобола и Камы и резким ростом стока реки Урал в пределах территории округа.

Повышенная водность наблюдалась во всех субъектах Федерации Сибирского федерального округа, кроме Красноярского края, где она сохранилась на низком уровне, отличаясь от нормы в меньшую сторону на 14,2%, и Омской области, где водные ресурсы были весьма близки к среднемноголетнему значению. Превышение нормы составило от 2,0% в Иркутской области

до 48,2% в Республике Алтай. Такая картина стала результатом повышения водности от уровня 2012 года всюду, кроме Иркутской области, где она снизилась. Повышение было резким в Республиках Алтай и Хакасии, Алтайском крае, Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областях, где изменился характер водности, а также в Республике Тыва и Забайкальском крае, где характер водности сохранился.

В целом по округу повысившаяся водность рек не достигла нормы и была ниже её на 5,6%.

Годовое повышение запасов воды в Новосибирском водохранилище составило 0,56 км^3. Запасы воды в озере Байкал повысились на 2,84 км^3. Суммарное увеличение запасов воды в водохранилищах Ангаро-Енисейского каскада составило 18,5 км^3, в основном за счёт Красноярского водохранилища, запасы которого повысились на 14,8 км^3, что вызвало повышение уровня в этом водохранилище на 8,63 м.

Распределение водных ресурсов Сибирского федерального округа по субъектам Федерации обусловила водность в бассейнах Енисея, Оби в верхнем и среднем течении, Иртыша в среднем течении, Лены и Амура в верхнем течении. В бассейне Оби повышенная водность снижалась в направлении от истока к границе округа: при аномально высоком стоке реки Катунь (на 53,7% выше нормы), вблизи границы норма была превышена всего на 5,5%. Водность Иртыша в среднем течении была близка к норме. В обоих бассейнах водность весьма значительно возросла по сравнению с 2012 годом. В бассейне Енисея наблюдалась аналогичная картина. Водность была повышенной на участке до Красноярского водохранилища (выше нормы на 28,0%), но в итоге не достигла нормы (-7,9%) вследствие низкого стока притоков на нижележащем участке. При этом сток этих притоков дополнительно снизился по отношению к 2012 году. Бассейн Лены в пределах территории округа, включающий реки Витим, Олёкму, Чару и Большой Патом, характеризовался средним стоком самой Лены и весьма высоким стоком этих притоков. При общем снижении водности в этом бассейне сток Чары и Большого Патома по-прежнему был аномально высоким с превышением нормы, соответственно, 104,4 и 107,3%. В бассейне Амура в пределах округа имел место резкий рост стока до 35,7% над нормой.

В Дальневосточном федеральном округе повсеместно наблюдалась водность выше нормы. Во всех субъектах Федерации округа, кроме Республики Саха (Якутии) и Сахалинской области она возросла от уровня 2012 года. Наиболее резкий рост имел место в Хабаровском крае (63,2% против 6,7%), Амурской области (66,0% против 0,6%) и Еврейской автономной области (78,5% против –16,2%). В последней изменился и характер водности. Значительно выросла водность также в Приморском крае и Магаданской области, существенным был её рост и в Чукотском автономном округе. Водность рек Республики Саха (Якутии) и Сахалинской области, несмотря на некоторое её снижение, превышала норму соответственно на 12,1% и 19,5%. В Камчатском крае пониженная водность, имевшая место в 2012 году, выросла до нормы и даже несколько её превысила.

В целом по округу водность рек значительно повысилась: превышение нормы составило 23,1% против 8,6% в 2012 году.

Распределение водности в Дальневосточном федеральном округе и его годовое изменение складывались под влиянием двух факторов. Первый из них – это резкий рост стока Амура до аномально высоких значений, превысивших норму на 68,8% благодаря его левым и отчасти правым притокам выше устья Уссури, сохранение повышенной водности Уссури и весьма значительный рост стока остальных рек Приморья, превысившего норму на 12,5–148,6%. Второй фактор – сохранение высокой водности или её дополнительный рост в бассейнах морей Лаптевых, Восточно-Сибирского, Чукотского, Берингова и Охотского от устья реки Лены до устья реки Амур. При этом повышенная водность реки Лены сохранилась в условиях продолжения фазы низкой водности основного левого притока Вилюя за счёт правобережной части бассейна, а сток рек Колымы и Индигирки достиг аномально высоких значений.

Запасы воды в озере Ханка повысились на 1,88 км^3, а в Зейском водохранилище понизились на 0,49 км^3. Уровень воды в этом водохранилище понизился на 0,19 м.

Таким образом, водность рек на территории Российской Федерации в целом в 2013 году продолжила свой рост и превысила норму на 8,3%. Она повысилась по сравнению с 2012 годом на 396,7 км^3, или на 9,3% от нормы. Количество субъектов Федерации с повышенной водностью рек составило 62 единицы общей площадью 11,3 млн. км^2 против 48 единиц площадью 10,1 млн. км^2 в 2012 году. Высокая или средняя водность сохранилась, дополнительно повысилась или пришла на смену низкой водности в Европейской части России за исключением севера, юго-запада и, частично, юга, на Южном Урале, на всём юге Сибири и в юго-восточной части Западно-Сибирской низменности, а также на востоке страны. На остальных территориях России преобладала низкая водность, причём на севере Европейской части она сменила повышенную водность, наблюдавшуюся в 2012 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 атмо-сферы, 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 ресурсов, составления планов развития хозяйства с учетом состояния окружающей среды и других вопросов развития экономики.

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.

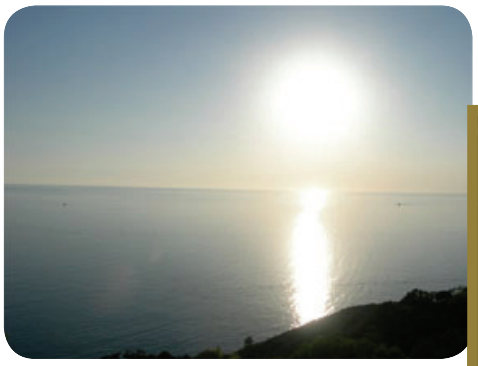
Система мониторинга окружающей среды базируется на сети пунктов режимных наблюдений, которые устанавливаются в городах, на водоемах и водотоках как в районах с повышенным антропогенным воздействием, так и на незагрязненных участках.

В 2013 г. количественный состав государственной сети наблюдений следующий:

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились в 252 городах и населенных пунктах Российской Федерации на 694 постах, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 225 городах и населенных пунктах на 631 посту. Измеряются концентрации от 4 до 38 загрязняющих веществ.

Наблюдениями за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям охвачены 1187 водных объектов, на которых находится 1820 пунктов, 2492 створа. Измеряются 124 показателя качества воды.

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям



проводились в семи гидрографических районах (Балтийском, Каспийском, Восточно-Сибирском, Карском, Тихоокеанском, Баренцевом и Азовском) на 149 водных объектах России на 234 гидробиологических пунктах и 351 створе. Программа наблюдений включает от 2 до 6 показателей.

Наблюдения за загрязнением морской среды в 2013 г. проводились на 321 станции в шельфовых районах морей, омывающих территорию Российской Федерации. В отобранных пробах определяется до 28 показателей качества воды.

Сеть станций наблюдения атмосферного трансграничного переноса веществ включает 4 станции на Европейской территории России (программа ЕМЕП) и 4 станции на Азиатской территории (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, зоны отдыха (парки, пионерлагеря, санатории, дома отдыха), прибрежные зоны, а также территории вблизи объектов хранения (склады) и места захоронения неликвидных пестицидов (полигоны). Отбор почв производится два раза в год (весной и осенью) на территориях 36 субъектов РФ. В отобранных пробах определяется 24 наименования пестицидов и их метаболитов.

Для оценки загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения один раз в 5 лет проводится отбор проб в 101 городе; в 2013 году проведён отбор проб в районах 41 населенного пункта (930 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 отмечаются 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 217 станций. В пробах определяется до 12 компонентов.

Наблюдения за загрязнением снежного покрова на территории России осуществляются примерно на 544 пунктах. В пробах определяются от 6 основных ионов и значения pH.

Система фонового 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 фонового мониторинга (СКФМ), которые расположены в биосферных заповедниках: Воронежском, Приокско-Террасном, Астраханском, Кавказском и Алтайском.

Наблюдения за радиационной обстановкой окружающей среды на стационарной сети осуществлялись на 1291 пункте.

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, на территории России за период 1990–2012 гг. выполнены методами расчетного мониторинга.

Методической основой оценок служат соответствующие руководящие документы Межправительственной 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 ко-

Таблица 2.1. Выбросы парниковых газов по секторам

Сектор	Выбросы, тыс. т CO_2-экв. (на 17 апреля 2014 г.)					
	1990	2000	2005	2010	2011	2012
Энергетика	2 720 727	1 672 913	1 744 792	1 826 351	1 880 968	1 885 160
Промышленные процессы	258 231	167 400	179 905	174 984	177 597	181 187
Использование растворителей и другой промышленной продукции	562	523	532	565	571	573
Сельское хозяйство	321 423	153 457	141 483	141 340	144 005	144 218
Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство*	164 680	–406 457	–506 126	–567 185	–573 423	–542 005
Отходы	61 122	58 828	68 687	77 832	80 858	83 949
Всего, без учета землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства	3 362 065	2 053 120	2 135 398	2 221 072	2 283 997	2 295 087
Всего, с учетом землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства	3 526 744	1 646 664	1 629 272	1 653 886	1 710 574	1 753 082

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

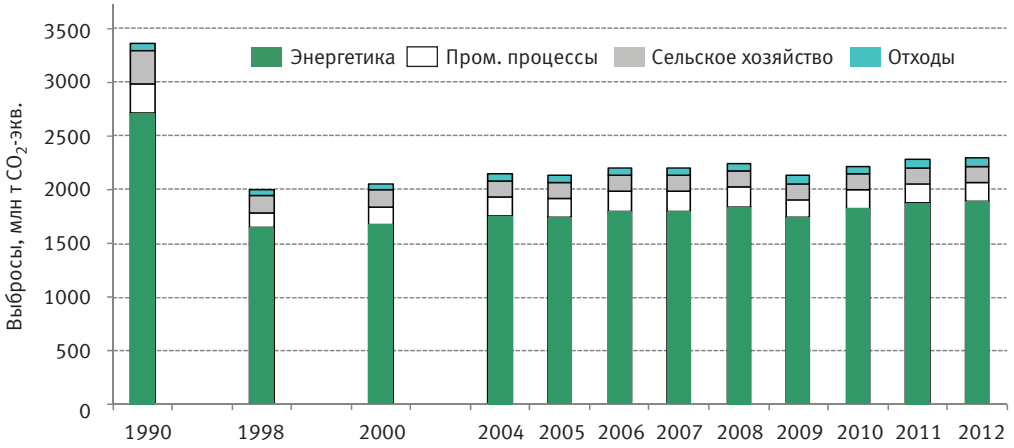


Рис. 2.1. Динамика выбросов парниковых газов в атмосферу, без учета сектора землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства

личественных данных об объемах конкретных видов деятельности, 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 2012 г., а также уточненные оценки за 1990–2011 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 секторам[1] 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 частно-сти, 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 1990–2012 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 демонстрировали устойчивый рост, а выбросы, связанные с отходами производства и потребления, даже превзошли уровень 1990 г. – базового года РКИК ООН и Киотского протокола, превысив этот уровень в 2012 году на 37,3%. 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 влиянием мирового кризиса, выбросы в ведущих секто-

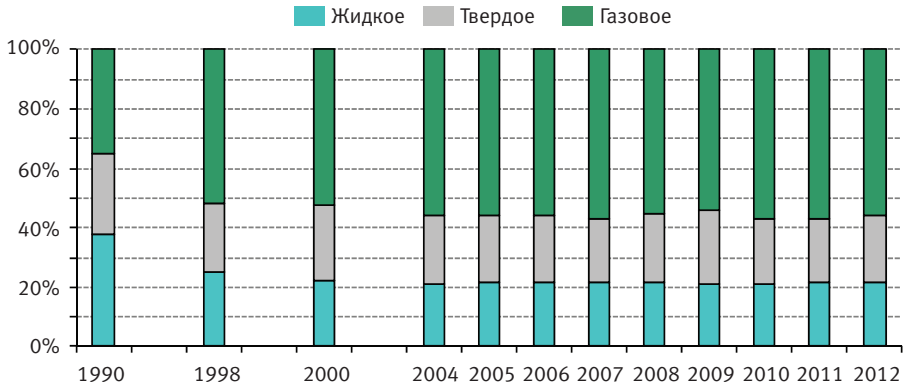


Рис. 2.2. Изменение вклада отдельных видов топлива в выброс CO_2 от сжигания ископаемого топлива (сектор «Энергетика»)

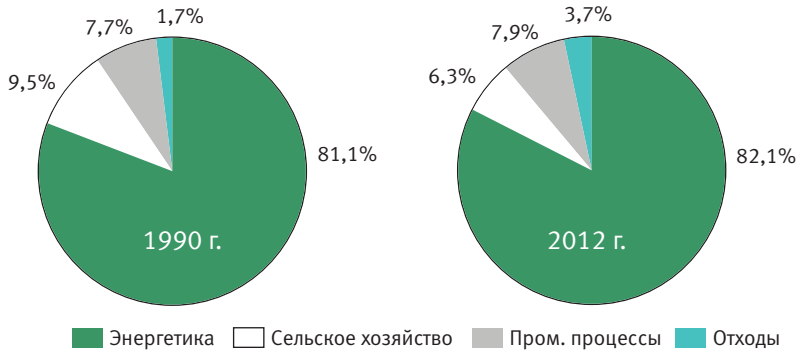


Рис. 2.3. Распределение общего выброса парниковых газов (CO_2 -экв.) по секторам в 1990 и 2012 гг. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

рах (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 (+9,1%), но в сельскохозяйственном секторе и в секторе «Отходы» выбросы продолжали сокращаться на 4,1% и 0,4% соответственно. В 2011 г. темпы наращивания выбросов в энергетике и в промышленности несколько замедлились (+3,0% и +1,5% к 2010 г. соответственно), в секторе сельского хозяйства выбросы увеличились (+1,9%). В 2012 г. по сравнению с уровнем предыдущего года выбросы незначительно возросли во всех секторах: в энергетике +0,2%, промышленности +2,0%, в секторах «Сельское хозяйство» +0,1% и «Отходы» +3,9%.

Для сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство» характерен тренд увеличения поглощения и снижения выбросов парниковых газов в период 1990–2012 гг., обусловленный ростом абсорбции углекислого газа лесными экосистемами с 226,9 до 671,2 Мт CO_2 год$^{-1}$ (что, в свою очередь, 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 2012 г. 2295,1 Мт CO_2-экв., что соответствует 111,8% выброса 2000 г. или 68,3% выброса 1990 г. По отношению к предыдущему году выброс 2012 г. возрос на 0,5%.

Распределение выбросов по секторам за период 1990–2012 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 2012 г. составила 82,1%. Рис. 2.2. иллюстрирует изменение выбросов от сжигания различных видов ископаемого топлива в энергетическом секторе. За период 1990-2012 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 2012 гг. Вклад сектора промышленности в 2012 г. несколько увеличился по сравнению с предыдущим годом (с 7,8 до 7,9%). Доля сектора энергетики сократилась с 82,4% в 2011 г. до 82,1%. Увеличился вклад в совокупный выброс сектора обращения с отходами (+1,8% с 1990 г.

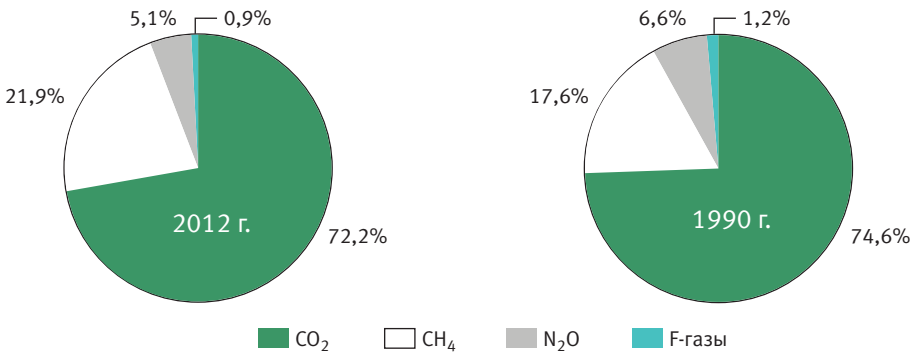


Рис. 2.4. Доля отдельных парниковых газов в их общем выбросе (CO_2 -экв.) в 1990 и 2012 гг. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)

и +0,2% с 2011 г.), а вклад сельскохозяйственного сектора сократился на 3,2% с 1990 г.

Вклад отдельных парниковых газов в их общий выброс (в эквиваленте CO_2) на территории РФ в 1990 и 2012 гг. иллюстрирует рис. 2.4. Ведущая роль принадлежит CO_2, основным источником которого служит энергетический сектор, в основном – сжигание ископаемого топлива. Отмечается увеличение доли CH_4 в общем выбросе. Некоторое уменьшение вклада N_2O связано с сокращением использования азотных удобрений и уменьшением посевных площадей, обусловленным изменениями в сельскохозяйственном производстве. Вклад фторсодержащих газов (F-газы) в совокупный выброс парниковых газов в целом невелик, несмотря на характерные для этих газов высокие потенциалы глобального потепления.

2.2.2. Содержание CO_2 и CH_4 в атмосфере

Анализ изменчивости концентрации парниковых газов в приземном слое атмосферы выполнен на основе результатов измерений на четырех станциях наблюдений за парниковыми газами ГГО. Характеристики станций приведены в табл. 2.2. Станция Териберка (Кольский полуостров, побережье Баренцева моря) и станция Тикси (Арктическое побережье, море Лаптевых, залив Сого) расположены в условиях, близких к фоновым. Станция Новый Порт (полуостров Ямал, берег Обской губы) и Воейково (пригород Санкт-Петербурга) находятся в районах крупномасштабных антропогенных источников парниковых газов. Для сравнения привлечены данные станции Барроу расположенной в том же широтном поясе (71,32° с.ш., 156,6° з.д.). В Мировой центр данных ВМО по парниковым газам (WDCGG) данные этой станции представляет Национальная Администрация по Океану и Атмосфере США (NOAA ESRL GMD).

Измерения выполняются путем отбора проб воздуха и последующего их анализа в газоаналитической лаборатории ГГО. Для измерений используются рекомендованные ВМО методы. Концентрация CO_2 измеряется с помощью установки УГАН-CO_2 на базе недисперсионного инфракрасного оптико-акустического газоанализатора. Концентрация метана определяется газохроматографическим методом с использованием детектора ионизации в пламени. Калибровка аппаратуры осуществляется относительно газовых стандартов, имеющих привязку к эталонам ВМО, а с 2011 г. получаемых непосредственно из Центральной калибровочной лаборатории ВМО. Высокие точности измерений подтверждены результатами международных сравнений.

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

Результаты измерений CO_2 и CH_4 на станциях Териберка и Тикси

Временной ход концентрации CO_2 на станции Териберка за весь период наблюдений показан на рис. 2.5. Результаты измерений концентрации CH_4 и CO_2 на двух фоновых станциях (Териберка и Тикси) за последние 11 лет представлены в табл. 2.3.

Таблица 2.2. Станции наблюдений за парниковыми газами ГГО

Станция	Широта	Долгота	Высота над у.м.	Период наблюдений	Программа наблюдений
Териберка	69° 12′ с.ш.	35° 06′ в.д.	40	с 1988	CO_2, CH_4 с1996 г.
Новый порт	67° 41′ с.ш.	72° 53′ в.д.	11	с 2002	CO_2, CH_4
Воейково	59° 57′ с.ш.	30° 42′ в.д.	72	с 1996	CH_4
Тикси	71° 35′ с.ш.	128° 55′ в.д.	15	с 2011	CO_2, CH_4

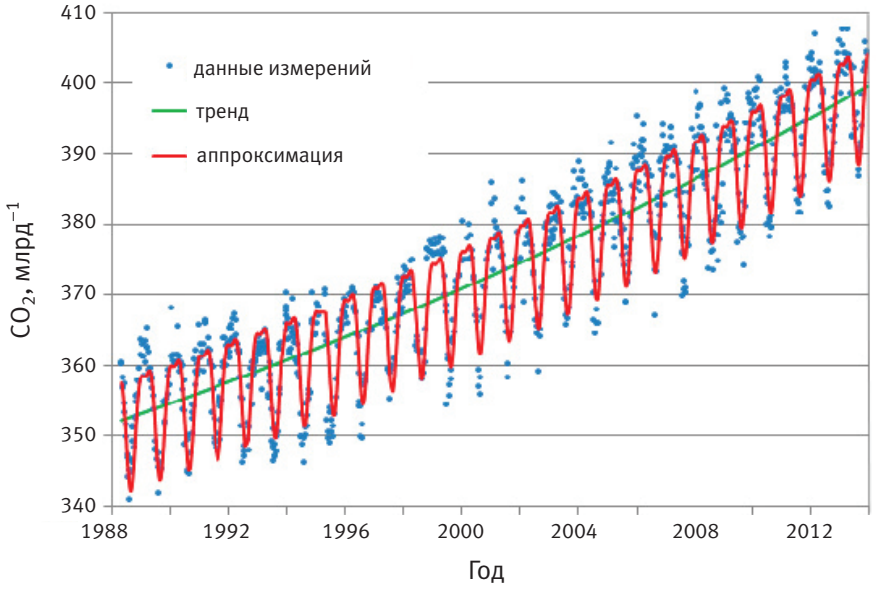


Рис. 2.5. Результаты мониторинга содержания CO_2 на станции Териберка

Таблица 2.3. Среднегодовые значения и межгодовой рост (Δ) концентрации CH_4 и CO_2 на станциях Териберка и Тикси

Год	Териберка				Тикси			
	CH_4, млрд$^{-1}$	ΔCH_4, млрд$^{-1}$	CO_2, млн$^{-1}$	ΔCO_2, млн$^{-1}$	CH_4, млрд$^{-1}$	ΔCH_4, млрд$^{-1}$	CO_2, млн$^{-1}$	ΔCO_2, млн$^{-1}$
2002	1862,6	–2,4	375,5	2,4				
2003	1879,2	16,7	377,7	2,1				
2004	1871,7	–7,5	379,2	1,5				
2005	1870,7	–1,0	381,6	2,4				
2006	1871,3	0,5	384,8	3,1				
2007	1877,3	6,0	385,0	0,3				
2008	1894,9	17,6	388,1	3,1				
2009	1905,0	10,1	390,1	2,1				
2010	1906,1	1,1	392,3	2,1				
2011	1906,8	0,8	394,1	1,8	1913,2		394,2	
2012	1910,8	4,0	396,4	2,4	1913,2	0,0	396,0	1,8
2013	1908,4	–2,4	398,7	2,3	1914,7	1,5	398,9	2,9

На основе данных станции Териберка получены оценки тренда концентрации CO_2 и CH_4 по десятилетнему периоду наблюдений. Результаты представлены на рис. 2.6 в сравнении с аналогичными оценками для станции Барроу, расположенной в том же широтном поясе. Оценка тренда выполнена также для станции Новый порт по периоду наблюдений с 2004 по 2013 гг.

Значения долговременного тренда близки для всех станций, включая станцию Новый Порт, подверженную влиянию региональных источников. Значения тренда концентрации CO_2, составляющие в начале века около 1,5 млн$^{-1}$/год возросли до значения 2 млн$^{-1}$/год к концу первого десятилетия. С 2010 г. тренд остается равным 2,1 млн$^{-1}$/год для всех рассмотренных станций. Тренд концентрации CH_4 несколько увеличивается после 2008 г. и составляет в 2013 г. 3,0–3,5 млрд$^{-1}$/год по данным станций Териберка и Новый Порт. За последний десятилетний период концентрация CO_2 увеличилась на 5,6% (21 млн$^{-1}$), концентрация CH_4 на 1,6% (29 млрд$^{-1}$).

Рост концентрации парниковых газов для рассматриваемых станций от года к году показан на рис. 2.6 и 2.7. Видно, что, в последние 3 года отсутствует рост концентрации метана, как на российских станциях, так и на станции Барроу. Рост концентрации CO_2 неуклонно продолжается со скоростью близкой к 2 млн$^{-1}$/год.

Среднегодовые значения концентрации CO_2 для станций Териберка и Тикси в период совместных наблюдений близки. Климатические различия сказываются на особенностях сезонно-

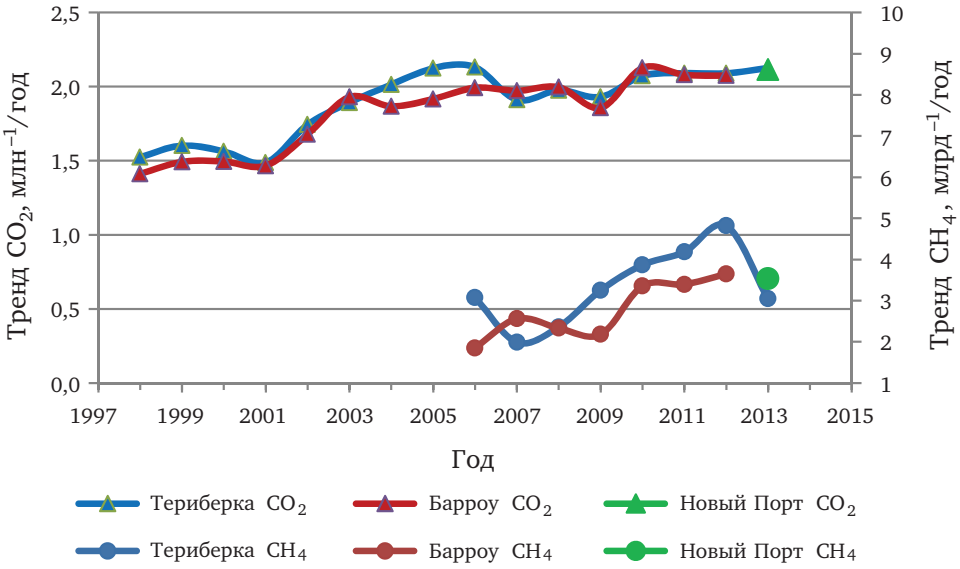


Рис. 2.6. Тренд концентрации парниковых газов, определенный по десятилетнему периоду наблюдений в сравнении с данными станции Барроу

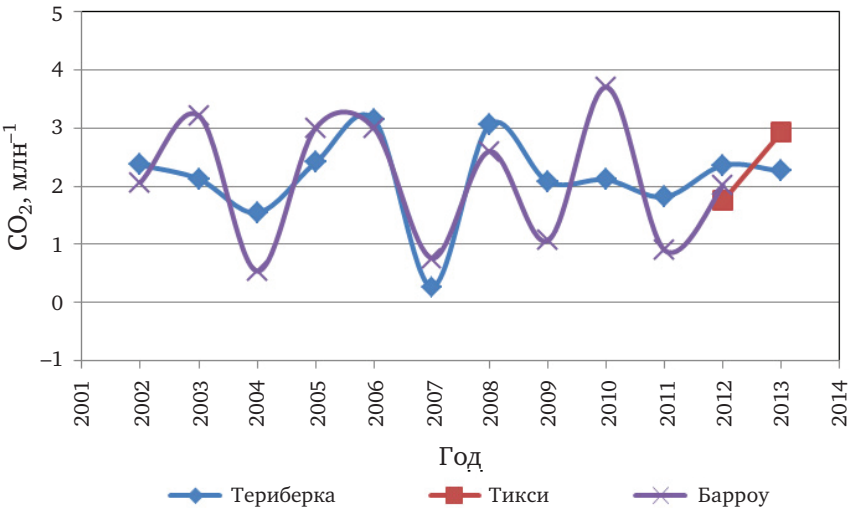


Рис. 2.7. Межгодовой рост концентрации CO_2

го хода, в частности, времени начала спада и роста концентрации, связанного с деятельностью растительности как стока CO_2.

На станции Тикси зафиксированы более высокие значения концентрации метана по сравнению с данными станции Териберка (табл. 2.3), что может быть результатом повышенной региональной эмиссии метана. Вместе с тем уровень концентрации метана остается стабильным, что говорит об отсутствии изменения источников метана в данном регионе, связанного с изменением климата и высвобождением метана из крупных северных резервуаров углерода.

Результаты измерений концентрации парниковых газов (ПГ) в районах расположения источников их эмиссии

Станция Новый Порт расположена на побережье Обской губы на расстоянии 80–250 км от крупнейших в РФ месторождений природного газа. Данные измерений на этой станции отражают влияние техногенных выбросов парниковых газов на месторождениях природного газа и нефти в Западной Сибири и приводят к существенному превышению концентрации метана над фоновым уровнем, а также к повышенному относительно фоновых значений содержанию CO_2.

Для контроля изменений эмиссии метана в районе Санкт-Петербурга с 1996 г. проводится мониторинг содержания CH_4 в интегрированных за месяц пробах воздуха в окрестностях Санкт-Петербурга на станции Воейково (12 км восточнее административной границы города), а также непосредственно в Санкт-Петербурге с 2000 г.

Влияние источников парниковых газов, действующих в районах расположения станций, рассматривается на основе определения пре-

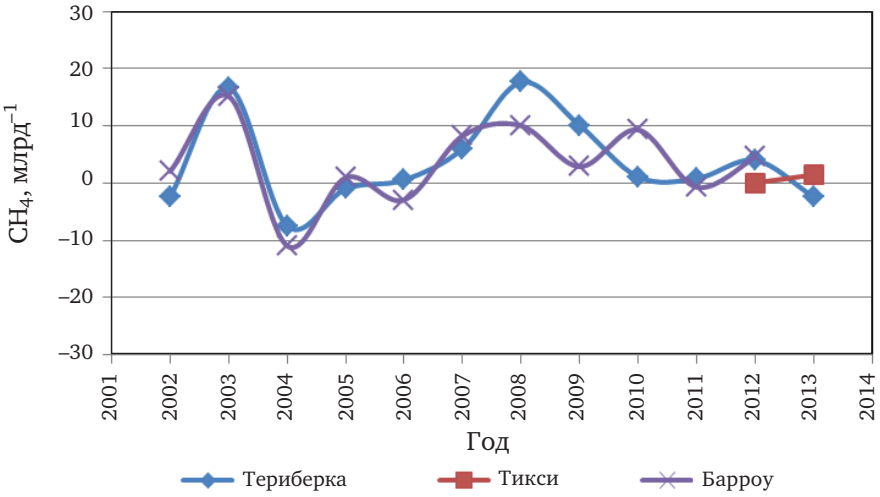


Рис. 2.8. Межгодовой рост концентрации CH_4

Таблица 2.4. 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 (год)	2004–2012		2013		2004–2013		2013	
	78,6	4,1	78,1	4,1	4,7	1,4	3,1	0,8
	Воейково							
Период осреднения	1996–2013		2013					
	76,5	4,1	79,3	4,2				
	Санкт-Петербург							
Период осреднения	2000–2013		2013					
	163,2	6,7	105,2	5,5				

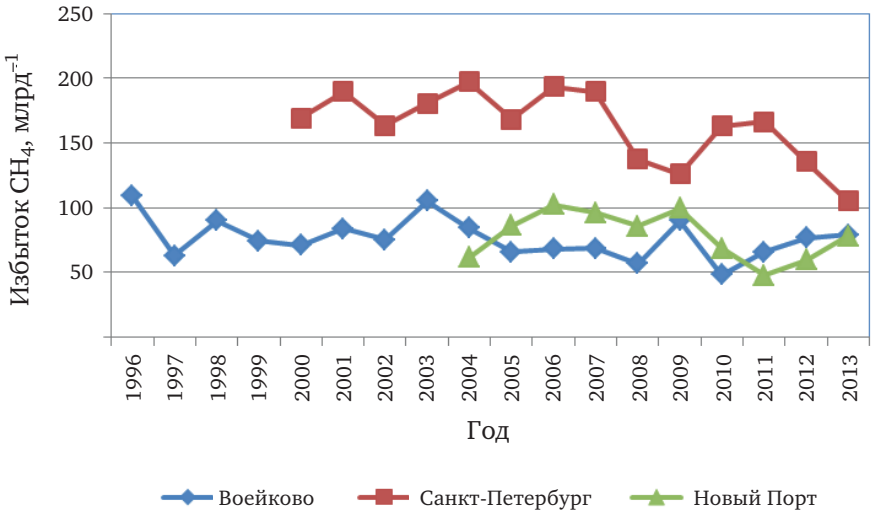


Рис. 2.9. Среднегодовое превышение концентрации CH_4 над фоновым уровнем

вышения концентрации над фоновым уровнем, в качестве которого используются данные станции Териберка. Среднегодовые значения превышения для трех мест наблюдений показаны на рис. 2.9 и приведены в табл. 2.4.

Как видно из представленных данных избыток концентрации метана в 2013 г. близок к средним многолетним значениям или ниже его. Существенно уменьшилось превышение концентрации метана в Санкт-Петербурге над

фоновым уровнем (105,2 млрд$^{-1}$ в 2013 г. по сравнению с 141,1 млрд$^{-1}$ в 2012 г.). При этом в Воейково концентрация метана осталась на уровне 2012 г. Возможными причинами этого могут быть особенности условий перемешивания примеси в атмосфере в 2013 г., а также перераспределение источников эмиссии метана между городской и пригородной территорией.

2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферного воздуха

2.3.1. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы

Состояние прозрачности и общего замутнения атмосферы на станциях, работающих по программе фонового мониторинга атмосферы, характеризуют коэффициент интегральной прозрачности (P_2) и оптическая плотность атмосферы (ОПА), отнесенные к оптической массе атмосферы $m = 2$, т.е. к высоте Солнца, равной 30°. Средние за наблюдательный период 2013 г. значения этих характеристик для региональных станций фонового мониторинга и трех парных им городов традиционно приводятся в табл. 2.5.

Как следует из табл. 2.5 и рис. 2.10, в 2013 г. самая низкая прозрачность наблюдалась на станции Воейково (среднегодовые значения для P_2 составили 0,768, для ОПА – 0,264), самая высокая на станции Шаджатмаз, расположенной на Северном Кавказе на высоте 2017 м над уровнем моря (P_2 = 0,852, ОПА = 0,160). Среднее за год значение P_2 на станции Шаджатмаз значительно превысило характерное значение для градации высокой прозрачности (0,826) по классификации С.И. Сивкова. Отчасти это могло быть вызвано тем, что из-за отсутствия условий для проведения наблюдений данные за май – июль 2013 г. не были представлены. Поскольку это месяцы с наиболее высоким замутнением и низкой прозрачностью (что обусловлено естественным годовым ходом ОПА и P_2), то отсутствие данных могло исказить общую картину за год. В остальные месяцы года (за исключением августа, когда среднемесячное $P_2 = 0{,}816$) условия высокой прозрачности атмосферы сохранялись.

На региональных станциях Памятное и Хужир ОПА была на 16% и 17% соответственно ниже по сравнению с парными городами Курган и Иркутск. На парных станциях Усть-Вымь – Сыктывкар наблюдалась обратная картина: ОПА на региональной фоновой станции Усть-Вымь была на 5% выше, чем в парном городе Сыктывкар. Подобная инверсия показателей степени замутнения на парных станциях часто определяется тем, с какой стороны (подветренной или наветренной) по отношению к городу в исследуемый период времени преимущественно находится фоновая станция.

По сравнению с предыдущим 2012 годом оптическая плотность атмосферы на станциях Туруханск и Сыктывкар практически не изменилась (рис. 2.11), на станциях Усть-Вымь и Воейково она незначительно увеличилась, на остальных станциях уменьшилась, что свидетельствует о некотором очищении атмосферы в сравнении

Таблица 2.5. Среднегодовые значения ОПА и P_2 на станциях фонового мониторинга в 2013 г.

Станция	Район расположения	Широта в град. с.ш.	Долгота в град. в.д.	$P_2 \pm \sigma$	ОПА $\pm \sigma$
1	2	3	4	5	6
Туруханск	Красноярский край	65,8	87,9	0,791±0,020	0,235±0,024
Усть-Вымь	Республика Коми	62,2	50,1	0,784±0,033	0,245±0,044
Сыктывкар*	Республика Коми	61,9	50,9	0,793±0,026	0,233±0,033
Воейково	Ленинградская обл.	60,0	30,7	0,768±0,028	0,264±0,037
Памятная	Западная Сибирь	56,0	65,7	0,781±0,019	0,248±0,024
Курган*	Западная Сибирь	55,5	65,4	0,751±0,040	0,288±0,054
Хужир	о-в Ольхон (оз. Байкал)	53,2	107,3	0,801±0,031	0,222±0,040
Иркутск*	Восточная Сибирь	52,3	104,3	0,774±0,026	0,260±0,035
Шаджатмаз	Сев. Кавказ	43,7	42,7	0,852±0,021	0,160±0,026

Примечания:

Звездочкой отмечены городские станции, являющиеся парными к фоновым, указанным на строку выше. P_2 и ОПА связаны соотношением: ОПА $= -\ln P_2 = -0{,}5 \ln (S_{г,30}/S_0)$, где $S_{г,30}$ – величина измеренного потока прямой солнечной радиации в кВт/м^2, приведенная к среднему расстоянию от Земли до Солнца и оптической массе атмосферы $m = 2$; S_0 – величина потока радиации на верхней границе атмосферы. ОПА позволяет косвенно судить об аэрозольном ослаблении в атмосфере, поскольку представляет собой оптическую плотность атмосферы для прямой солнечной радиации в диапазоне длин волн $\Delta\lambda$ = 0,3–4 мкм, где ее вариации главным образом определяются содержанием в атмосфере аэрозоля и водяного пара.

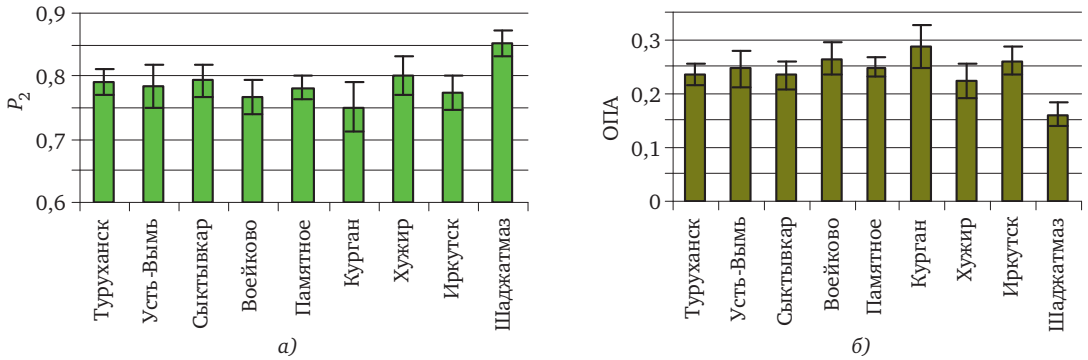


Рис. 2.10. Средние значения P_2 (*а*) и ОПА (*б*) и доверительные интервалы для них ±σ в 2013 году

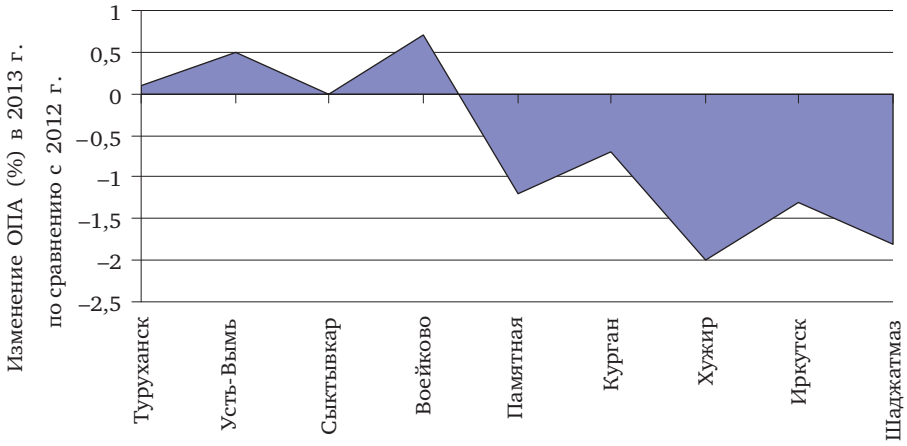


Рис. 2.11. Изменения ОПА на станциях фонового мониторинга в 2013 г. по сравнению с предыдущим 2012 г.

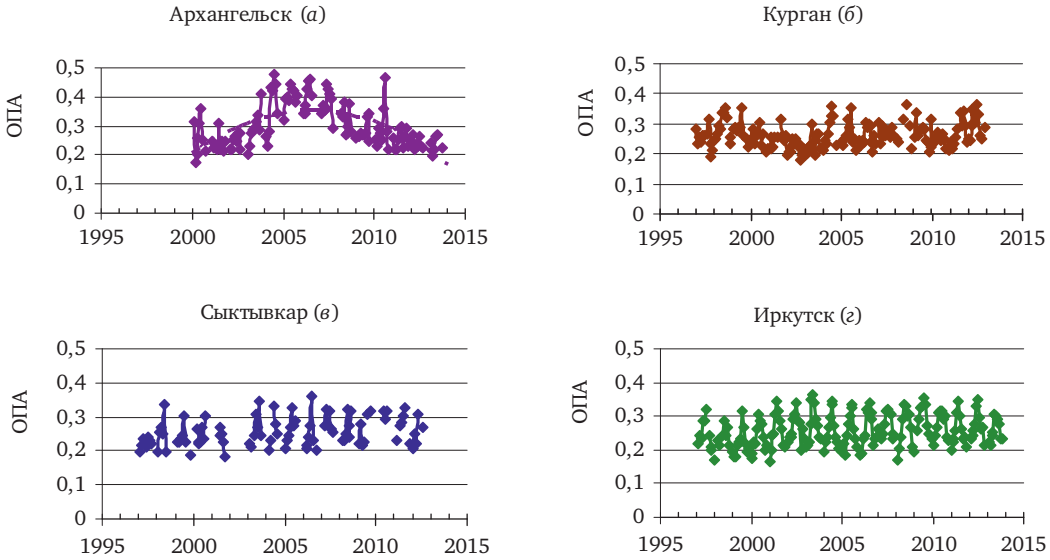


Рис. 2.12. Изменчивость среднемесячных значений ОПА на станции Архангельск (*а*), а также на городских станциях Курган (*б*), Сыктывкар (*в*), Иркутск (*г*), парных фоновым станциям Памятное, Усть-Вымь и Хужир

с прошлым годом, однако, абсолютная величина этого уменьшения составляла не более 2%.

Изменчивость среднемесячных значений ОПА для выбранных в качестве парных к фоновым станциям городов Курган, Сыктывкар и Иркутск (табл. 2.5) за период 1997–2013 гг. показана на рис. 2.12, *б*, *в*, *г*.

За 1997–2013 гг. для этих городов характерно отсутствие значимых многолетних трендов. За исключением некоторых локальных особенностей в отдельные годы (например, снижение ОПА в г. Курган в конце 1990-х и начале 2000-х годов), конфигурация их многолетней изменчивости достаточно схожа, а интервал изменений ОПА составляет 0,15–0,40. Однако такой ход характерен именно для рассматриваемых нами го-

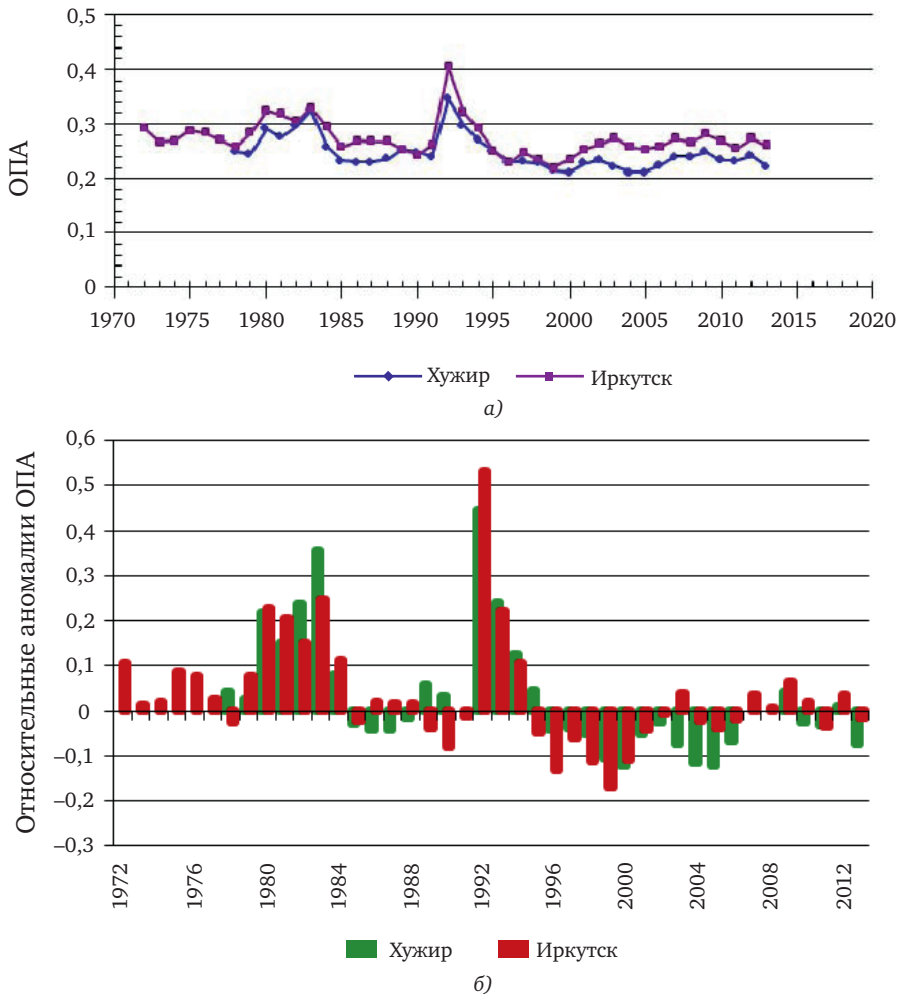


Рис. 2.13. Изменчивость среднегодовых значений ОПА (*а*) и относительных аномалий ОПА (*б*) на паре станций Хужир (1978–2013 гг.) и Иркутск (1972–2013 гг.)

родов. Для примера за те же годы на рис. 2.12, *а* показана изменчивость среднемесячных значений ОПА для городской станции Архангельск на севере ЕТР и тренд этих значений. С 2003 по 2010 год оптическая плотность атмосферы здесь заметно повышена, причем максимум ОПА приходится на 2005–2007 гг. Причины такого роста ОПА требуют дополнительного выяснения.

Изменчивость среднегодовых значений ОПА для станции Иркутск, парной к фоновой станции Хужир, показана на рис. 2.13, *а*, а изменчивость относительных аномалий ОПА – на рис. 2.13, *б*.

Из рис. 2.13а следует, что средние годовые значения ОПА на городской станции Иркутск почти постоянно превышают аналогичные значения на фоновой станции. Исключение составляют 1988–1989 гг., а также ряд лет в 1990-х годах, когда из-за сокращения промышленного производства в городе значения ОПА на городской и фоновой станции стали практически одинаковыми. В целом же среднегодовые значения ОПА на обеих парных станциях (за исключением периодов, когда сказываются последствия крупных извержений вулканов) варьируют в пределах 0,2–0,3. Последствия вулканической активности, вызвавшие резкое повышение ОПА в первой половине 1980-х и 1990-х годов, проявились после извержений вулканов Эль-Чичон (апрель 1982 г.) и Пинатубо и Хадсон (июнь и август 1991 г.). Значимого тренда ОПА на обеих станциях не отмечается.

Эти выводы подтверждает рис. 2.13, *б*, где приведены относительные аномалии ОПА для этой пары станций. На нем особенно заметны изменения состояния атмосферы в поствулканические периоды, когда ОПА сильно возрастала. После прекращения воздействия на атмосферу последствий вулканических извержений начался процесс активного самоочищения атмосферы. С 1995 г. значения относительных аномалий ОПА стали отрицательными. Но постепенно прозрачность начала снижаться, а ОПА повышаться, причем в городе это происходило быстрее. Следует отметить еще два года, 2000 и 2001 годы, когда относительные аномалии ОПА скачком приблизились к нулю на обеих станци-

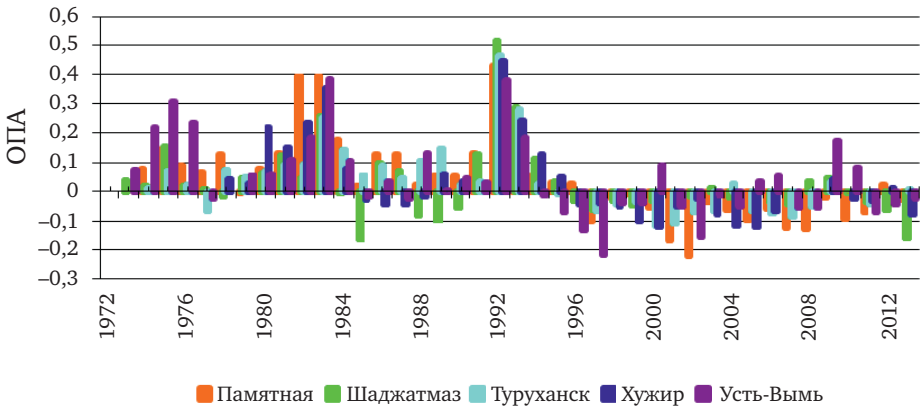


Рис. 2.14. Относительные аномалии ОПА за период с начала работы региональных станций фонового мониторинга (начало 1970-х годов) по 2013 г. включительно

ях, а затем вновь приняли отрицательные значения. С 2007 года значения ОПА на обеих станциях близки к норме.

В качестве норм для P_2 и ОПА использовались рассчитанные для каждой фоновой станции, включая парные города, средние значения P_2 и ОПА за период с 1979 по 2012 год, за исключением 1983–1984 и 1992–1993 гг., когда наиболее сильно проявлялись последствия извержений вулканов Эль-Чичон (1982), Пинатубо и Хадсон (1991). Общий период, по которому рассчитывались нормы для P_2 и ОПА, составил 30 лет.

О межгодовой изменчивости общего замутнения атмосферы в районах расположения региональных фоновых станций с момента начала их работы в 1970-х годах и до 2013 г. можно судить по рис. 2.14, где представлены относительные аномалии ОПА, рассчитанные для этих пунктов с начала 1970-х и по 2013 г. включительно.

Из рис. 2.14 видно, что характер изменений относительных аномалий ОПА идентичен тому, что показан на рис. 2.13, *б* для пары станций Хужир–Иркутск. Однако на рис. 2.14 проявилось воздействие на состояние атмосферы извержения еще одного вулкана – Фуэго, которое произошло в 1974 г. Последствия извержений сказываются на степени замутнения атмосферы не менее 2-х лет. По существу время с середины 1970-х годов до середины 1990-х можно считать периодом повышенной оптической плотности атмосферы, обусловленной влиянием извержений вулканов Фуэго, Эль-Чичон, Пинатубо и Хадсон.

Начиная с 1995 г., когда атмосфера очистилась, начался постепенный рост прозрачности и падение ОПА, относительные аномалии достигли наименьших значений в первой половине 2000-х годов. В начале второго десятилетия нового века относительные аномалии ОПА на всех фоновых станциях не опускаются ниже уровня – 0,1 (т.е. среднегодовые значения ОПА не отклоняются ниже нормы более чем на 10%). В 2013 г. только станция Шаджатмаз стала исключением, поскольку на ней, как упоминалось выше, был зарегистрировано заметное падение оптической плотности атмосферы.

2.3.2. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы

В Обзор включены данные совместных измерений градиента потенциала (V') электрического поля атмосферы и удельных полярных электрических проводимостей ($L+$ и $L–$) воздуха, полученные в 2013 г. Измерения всех параметров выполнялись на станциях Воейково (В) ФГБУ «ГГО» и ОГМС Иркутск (И), а измерения V' – в ОГМС Верхнее Дуброво (ВД) в окрестностях Екатеринбурга и на аэрологической станции в Южно-Сахалинске (ЮС). Общая продолжительность измерений в Воейково составила 64 года, в Иркутске – 54 года, в Верхнем Дуброво – 56 лет, в Южно-Сахалинске – 45 лет. Датчики V', $L+$ и $L–$ установлены в пределах одного–трех метров от земли. Наблюдения в Воейково, Иркутске и Верхнем Дуброво включены в программу комплексного фонового мониторинга атмосферы с 1980 г.

Измерения градиента потенциала V' проводились на всех станциях. Обобщенные по сезонам результаты измерений V'_c за 2007–2013 гг. приведены в табл. 2.6. Заметные вариации значений V'_c, вычисленных по среднемесячным значениям V', обусловлены изменчивостью погодных условий в одни и те же сезоны разных лет. Сильнейшее влияние на величину V' оказывают грозы, метели и осадки.

В табл. 2.7 приведены обобщенные по сезонам результаты измерений удельной суммарной электрической проводимости воздуха L_S и

Таблица 2.6. Сезонные (V'_c), среднегодовые ($V'_г$) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения градиента потенциала электрического поля атмосферы V' (даВ/м) за 2007–2013 гг. на станциях Верхнее Дуброво (ВД), Воейково (В), Иркутск (И), Южно-Сахалинск (ЮС)

Станция	Год	V'_c, (V')				$V'_г$, (V')
		Зима (декабрь – февраль)	Весна (март – май)	Лето (июнь – август)	Осень (сентябрь–ноябрь)	
1	2	3	4	5	6	7
ВД	2013	14 (13, 16)	12 (11, 14)	10 (10, 10)	12 (8, 17)	12 (8, 17)
	2012	18 (16, 21)	12 (12, 12)	12 (12, 12)	13 (10, 15) Н	14 (10, 21)
	2011	23 (21, 26)	13 (8, 18)	10 (9, 11)	14 (11, 19)	15 (8, 26)
	2010	24 (23, 25)	17 (14, 20)	14 (12, 15)	21 (16, 29)	18 (12, 29)
	2009	16 (13, 19)	13 (11, 15)	11 (11, 12)	14 (14, 15)	14 (11, 19)
	2008	12 (10, 16)	18 (13, 21)	14 (13, 15)	12 (9, 15)	14 (9, 21)
	2007	13 (8, 19)	13 (10, 17)	10 (10, 11)	10 (9, 11)	11 (8, 19)
В	2013	9 (9, 9)	11 (9, 15)	8 (7, 10)	8 (6, 10)	9 (6, 15)
	2012	9 (6, 13)	11 (10, 13)	8 (7, 9)	8 (7, 10)	10 (6, 13)
	2011	14 (12, 17)	10 (6, 13)	8 (7, 8) Н	10 (8, 12) Н	10 (6, 17)
	2010	12 (12, 14)	10 (9, 12)	9 (4, 12)	10 (7, 15)	10 (4, 18)
	2009	12 (9, 15)	12 (10, 16)	8 (7, 8)	8 (6, 8)	10 (6, 16)
	2008	8 (6, 10)	11 (9, 14)	10 (7, 13)	10 (7, 12)	10 (6, 14)
	2007	13 (11, 18)	10 (7, 12)	10 (9, 11)	10 (9, 10)	11 (7, 18)
И	2013	12 (10, 13)	9 (7, 10)	6 (5, 6)	8 (6, 10)	9 (6, 13)
	2012	10 (7, 12)	10 (9, 12)	6 (6, 7)	9 (7, 11)	9 (6, 12)
	2011	14 (13, 15)	11 (8, 13)	6 (5, 7)	9 (8, 10)	10 (5, 15)
	2010	16 (15, 17)	11 (7, 15)	6 (5, 6)	10 (9, 12)	11 (5, 17)
	2009	12 (10, 13)	8 (6, 11)	6 (5, 6)	9 (6, 10)	9 (5, 13)
	2008	11 (10, 12)	8 (7, 10)	5 (4, 5)	7 (5, 8)	8 (4, 12)
	2007	11 (9, 13)	9 (7, 12)	6 (6, 7)	8 (5, 9)	8 (5, 13)
ЮС	2013	34 (32, 35)	23 (19, 27)	13 (12, 14)	17 (14, 19)	22 (12, 35)
	2012	34 (24, 40)	22 (14, 30) Н	11 (10, 12) Н	18 (14, 25)	21 (10, 40)
	2011	24 (21, 26)	18 (20, 15)	12 (11, 13)	20 (14, 26)	18 (11, 26)
	2010	33 (28, 41)	18 (10, 25)	8 (7, 8)	16 (12, 20)	19 (7, 41)
	2009	31 (24, 39)	20 (10, 29)	9 (7, 12)	17 (15, 20) Н	19 (7, 39)
	2008	32 (26, 40)	20 (11, 31)	11 (8, 15)	16 (15, 18)	20 (8, 40)
	2007	32(29, 36) Н	–	–	19 (13, 25) Н	–

См. ниже Примечания к табл. 2.7.

Таблица 2.7. Сезонные (L_c) и среднегодовые ($L_г$) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха, сезонные значения отношений K_c удельной положительной электрической проводимости воздуха к удельной отрицательной электрической проводимости воздуха, минимальные и максимальные среднемесячные значения L_s (в скобках) за 2007–2013 гг. на станциях Воейково (В) и Иркутск (И) (L – в фСм/м, K_c – в относительных единицах)

Станция	Год	L_c, (L_s) (верхняя строка), K_c (нижняя строка)				
		Зима (декабрь – февраль)	Весна (март – май)	Лето (июнь – август)	Осень (сентябрь–ноябрь)	$L_г$, (L_s)
В	2013	18 (18, 19) 1,0	20 (19, 21) 1,2	24 (22, 26) 1,0	22 (20, 24) 1,2	21 (18, 26) –
	2012	21 (17, 23) 1,2	21 (19, 23) 1,1	22 (19, 25) 1,0	21 (20, 22) 1,0	21 (17, 25) –
	2011	18 (14, 23) 1,0	20 (15, 24) 1,1	24 (23, 24) Н 1,0 Н	23 (22, 23) Н 1,1 Н	21 (14, 24) –
	2010	18 (16, 22) 1,2	18 (15, 22) 1,1	21(20, 21) Н 1,1 Н	25 (22, 28) 1,1	21 (15, 28) –
	2009	21 (20, 22) 1,0	21 (19, 22) 1,1	26(24, 28) Н 1,0 Н	21 (18, 25) 1,0	22 (18, 28) –

Окончание табл. 2.7

Станция	Год	L_c, (L_s) (верхняя строка), K_c (нижняя строка)				
		Зима (декабрь – февраль)	Весна (март – май)	Лето (июнь – август)	Осень (сентябрь–ноябрь)	$L_г$, (L_s)
В	2008	16 (15, 17) 1,0	20 (17, 24) 1,0	22 (18, 23) 1,0	21 (18, 23) 1,0	20 (15, 23) –
	2007	17 (15, 18) 1,0	17 (13, 19) 1,0	19 (19, 20) 1,1	18 (15, 21) 1,0	18 (13, 21) –
И	2013	16 (14, 18) 1,1	19 (18, 22) 1,0	21 (20, 21) 1,0	23 (23, 24) 1,0	20 (14, 24) –
	2012	14 (14, 14) 1,0	16 (14, 17) 1,0	17 (15, 20) 1,0	18 (16, 20) 1,0	16 (14, 20) –
	2011	16 (16, 17) 1,0	17 (15, 19) 1,1	18 (13, 24) 1,0	19 (17, 21) 1,1	18 (13, 24) –
	2010	20 (15, 23) 1,0	18 (15, 20) 1,0	23 (22, 24) 1,0	22 (21, 23) 1,0	21 (15, 24) –
	2009	15 (14, 16) 1,0	18 (16, 19) 1,0	20 (17, 21) 1,0	30 (35, 24) 1,0	21 (14, 35) –
	2008	16 (16, 16) 1,0	17 (17, 18) 1,0	16 (13, 18) 1,1	22 (21, 23) 1,0	18 (13, 23) –
	2007	13(12, 14) Н 1,0 Н	15 (14, 18) 1,0	16 (15, 18) 1,0	16 (12, 21) 1,0	15 (12, 21) –

Примечания к табл. 2.6 и 2.7:
1. Среднесезонные значения, полученные по данным за два месяца, отмечены символом «Н».
2. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

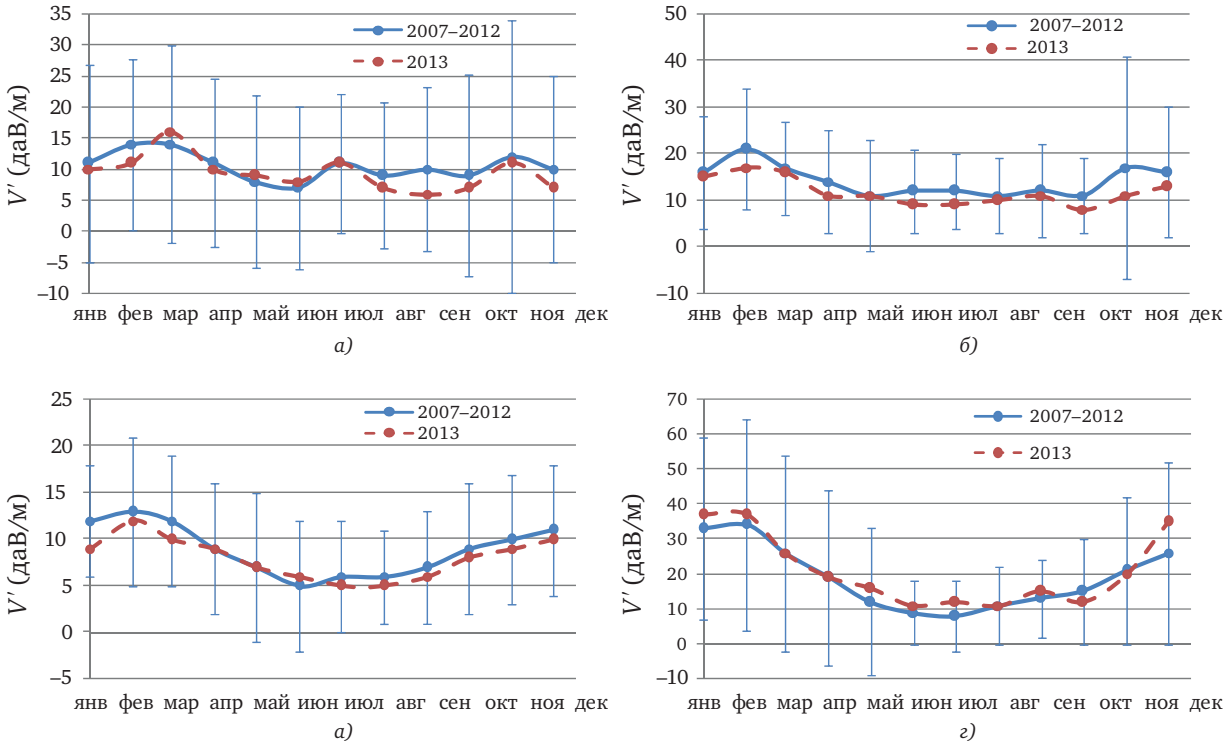


Рис. 2.15. Годовой ход V' по станциям (*а*) Воейково, (*б*) Верхнее Дуброво, (*в*) Иркутск и (*г*) Южно-Сахалинск в 2013 г. на фоне осредненного годового хода V' за предшествующий период измерений. Вертикальными отрезками показаны стандартные отклонения для средних месячных значений V' за период с 2007 по 2012 гг.

данные расчета отношений K_c удельной положительной к удельной отрицательной проводимости воздуха на станциях Воейково и Иркутск за 2007–2013 гг. Среднемесячные значения K_c варьируют в узком интервале от 1,0 до 1,2.

Из представленных в таблицах данных наблюдений следует, что существенных изменений V' и L_s в 2013 г. по сравнению с предшествующим периодом (2007–2012 гг.) не отмечается.

На рис. 2.15 представлен годовой ход V' по

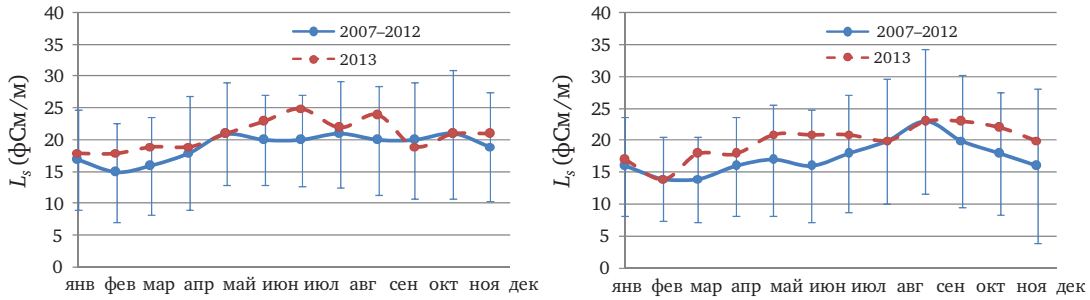


Рис. 2.16. Годовой ход L_s (фСм/м) по станциям (*а*) Воейково, (*б*) Иркутск в 2013 г. на фоне осредненного годового хода годового L_s за предшествующий период измерений. Вертикальными отрезками обозначены стандартные отклонения для средних месячных значений L_s за 2007–2012 гг.

всем станциям за 2013 г. в сравнении с годовым ходом V', осредненным за предшествующий период с 2007 по 2012 гг. В 2013 г. на всех станциях существенных изменений среднегодового хода V' по сравнению с предшествующим периодом не произошло.

На рис. 2.16 приведен годовой ход L_s по станциям Воейково и Иркутск за 2013 год в сравнении с осредненным годовым ходом L_s за предшествующий период (2007–2012 гг.). На станции Воейково в 2013 г. в отдельные месяцы отмечалось некоторое превышение средних месячных значений L_s относительно соответствующих значений этого параметра за предшествующий период. В Иркутске это превышение носило более продолжительный характер. Однако существенная дисперсия при определении данного параметра (см. стандартные отклонения на рис. 2.16, *а*, *б*) не позволяет с уверенностью говорить о значимом увеличении суммарной электрической проводимости в 2013 г. на этих станциях.

2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями в 2013 г.

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

ОСО является важнейшей характеристикой озонового слоя, которая определяет поглощение ультрафиолетового (УФ) излучения Солнца в области длин волн 290-315 нм (так называемая УФ-Б область). Количественно ОСО выражают приведенной толщиной слоя озона, которая получилась бы, если бы весь содержащийся в атмосфере озон привести к нормальному давлению и температуре 0 °С. В среднем по земному шару 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 (е.Д.); приведенная толщина слоя озона 3 мм соответствует 300 е.Д.

В целом в 2013 г. поле отклонений среднегодовых значений ОСО от нормы (рис. 2.17), в основном, слабое положительное в Европейской части и слабое отрицательное в Азиатской части России. Долговременную эволюцию ОСО над регионами России иллюстрирует ход среднегодовых и средних за март значений ОСО над различными станциями (рис. 2.18). Особенностью 2013 г. является практическое отсутствие крупных аномалий ОСО в весенний период, в частности, в марте (рис. 2.18 и 2.19), чего в последние 25 лет почти не наблюдалось. В предыдущие годы наиболее крупные среднемесячные аномалии ОСО обычно наблюдались в марте, реже в апреле.

Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы для всех анализируемых станций находятся в интервале от –5 до +4%. Наибольший дефицит среднегодового значения ОСО (–5%) зарегистрирован на станции Большая Елань на юге Сахалина. Максимальное превышение среднегодового значения ОСО над нормой (+4%) зарегистрировано на станции Оленек на севере Центральной Сибири.

В течение 2013 года отдельные существенные отклонения ежедневных значений ОСО от нормы отмечались в июне, июле, сентябре и октябре:

- 14 и 15 июня пониженные на 18–22% значения ОСО над Камчаткой и Охотским морем (300–320 ед. Д.).
- с 14 по 16 июля повышенные на 21–26% значения ОСО над островами Северного Ледо-

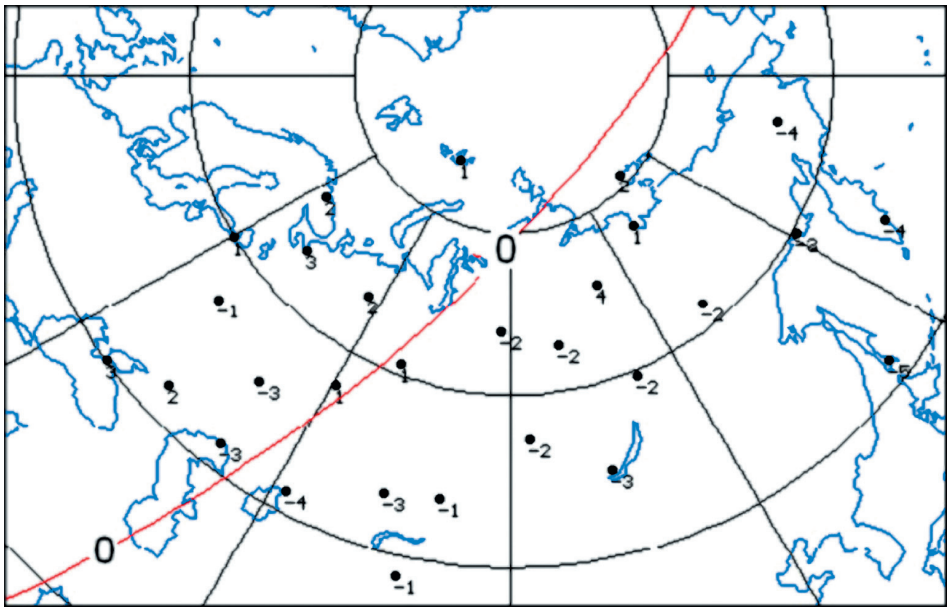


Рис. 2.17. Поле отклонений (%) общего содержания озона от многолетних средних в целом за 2013 г. по данным озонометрической сети СНГ

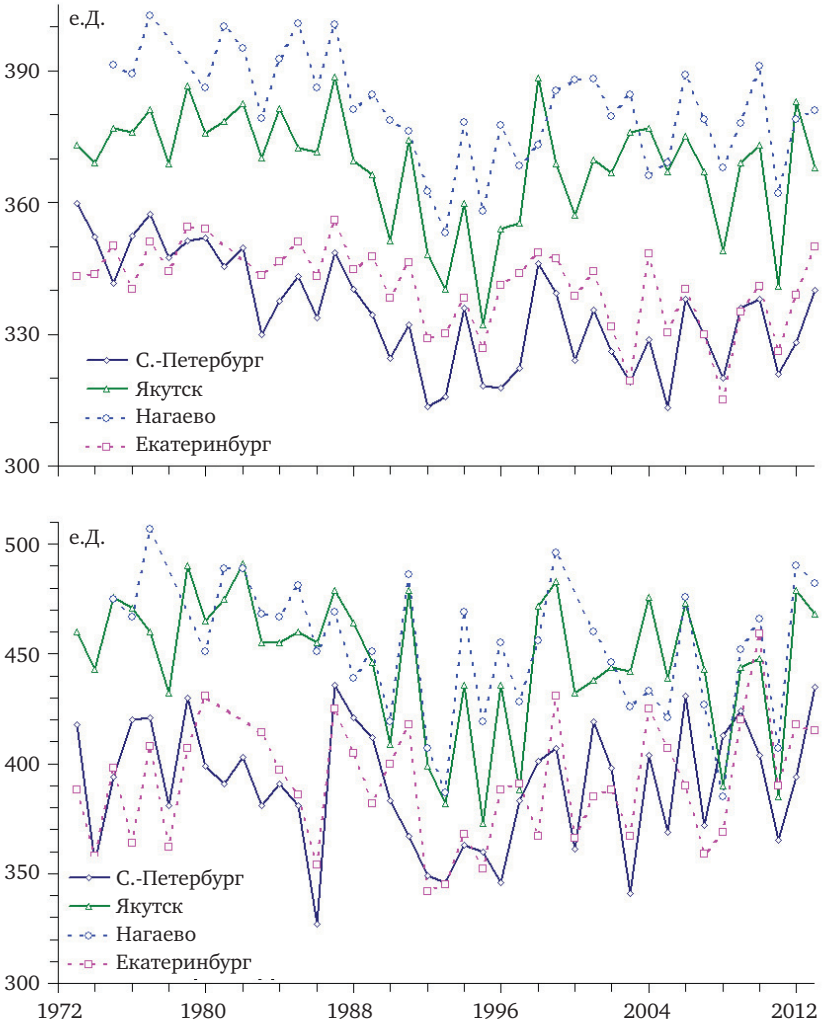


Рис. 2.18. Ход среднегодовых (вверху) и средних за март (внизу) значений ОСО в пунктах наблюдений С.-Петербург (60° N, 30° E), Екатеринбург (57° N, 61° E), Якутск (62° N, 130° E), Нагаево (60° N, 151° E)

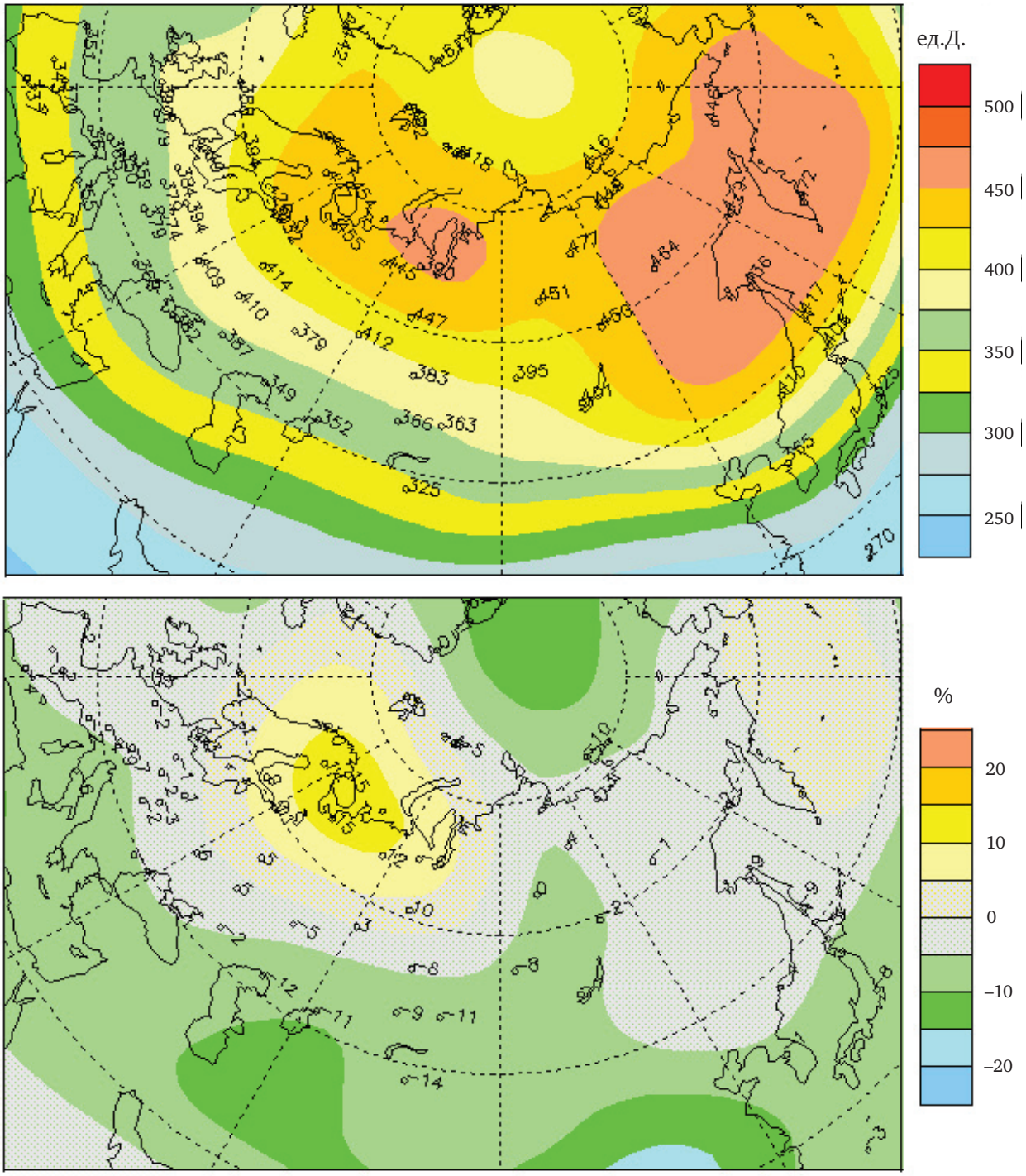


Рис. 2.19. Поле общего содержания озона (ед.Д.; вверху) в марте 2013 г. и его отклонения (%) в от средних многолетних (1978–1988 гг.) значений по данным WOUDC, Канада

витого океана в районе о. Хейс (386–397 ед. Д.).

• 30 сентября и 1 октября повышенные на 22-26% значения ОСО над юго-востоком Европейской части территории России и Уралом (353-372 ед. Д.);

• 3 и 4 октября повышенные на 22–27% значения ОСО над югом Европейской части территории России (356–369 ед. Д.).

Самая крупная отрицательная аномалия ОСО наблюдалась продолжительностью до 5 суток над югом Западной Сибири и Казахстаном в конце сентября – начале октября, когда ежедневные уровни ультрафиолетовой облученности опасности для здоровья не представляют. На большинстве российских станций большую часть 2013 г. ОСО было выше, чем в предыдущем году. Ход ОСО в целом над станциями наблюдений в России удовлетворительно согласуется со среднезональным ходом ОСО в средних широтах Северного полушария (35–65° с.ш.).

2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ

Анализ полученных результатов измерений общего содержания озона (ОСО) на 25 озонометрических станциях Росгидромета, 1 станции СО РАН (Томск) и 3 станциях Казахстана в 2013 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 – Северо-запад России (далее СЗ), Юг ЕТР – Юго-запад России (ЮЗ), Западная Сибирь (ЗС), Восточная Сибирь (ВС) и Дальний Восток (ДВ).

В настоящем обзоре использован материал наблюдений, который прошел критический контроль в ГГО, и его качество соответствует требованиям ВМО. Средние значения ОСО в указанных выше регионах в 2013 г. представлены по результатам измерений от трех до восьми станций в регионе.

Совершенствование методики измерений ОСО озонометром М-124 при наблюдениях по ясному и облачному зениту неба позволило, во-первых, уменьшить погрешности измерений, и, во-вторых, свести к минимуму пропуски в наблюдениях. Последнее обстоятельство существенно повышает достоверность результатов осреднения данных по времени и территории региона.

В табл. 2.8 приведены ежемесячные и среднегодовые значения ОСО за 2013 г. по территории каждого региона, отклонения ОСО от нормы в 2013 г. (%), сама норма, т.е. средние многолетние значения за 1973–2002 гг. (Д.е.) и среднеквадратические отклонения (%).

Отклонения от нормы среднегодовых значений ОСО в регионах за 41 год наблюдений (1973–2013 гг.) показаны в табл. 2.8 и на рис. 2.20. В последнем десятилетии (2004–2013 гг.) над территорией РФ толщина слоя озона была ниже нормы в среднем на 2%. В этот период наиболее низкая толщина озонного слоя была зарегистрирована в следующие годы: 1977 г. (–5,8%), 1992 г. (–5,4%), 1993 г. (–7,1%), 1995 г. (–5,9%), 2008 г. (–5,4%), 2011 г. (–5,8%).

В 2013 г. толщина озонного слоя по всей территории РФ оказалась близкой к норме, среднее отклонение ОСО составило –0,5%. Ближе к норме стали среднегодовые значения ОСО во всех пяти регионах. Наибольшее отклонение среднегодовых значений от нормы наблюдалось на Юге Европейской территории России (–2,6%).

Таблица 2.8. Общее содержание озона в различных регионах России в 2013 г. (Д.е.*) и отклонения от нормы (%)**

Месяцы Регионы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Общее содержание озона в 2013 г., Д.е.													
Север ЕТР	363	381	439	397	369	343	332	302	290	272	291	309	341
Юг ЕТР	343	356	371	360	340	343	336	314	309	295	280	319	330
Зап. Сибирь	348	392	406	383	393	359	340	315	299	294	285	325	345
Вост. Сибирь	366	426	439	432	391	359	337	313	318	314	298	328	360
Дальний Восток	428	437	452	425	395	360	325	313	315	325	350	382	375
Отклонения ОСО в 2013 г. от нормы,%													
Север ЕТР	7,1	0,7	12,4	–0,3	–2,6	–2,5	–0,1	6,4	–3,4	–6,2	1,3	–0,9	0,4
Юг ЕТР	–0,9	–4,3	–2,3	–4,9	–7,3	–2,2	1,0	4,7	0,1	–0,8	–6,8	–0,2	–2,6
Зап. Сибирь	–3,4	2,3	3,2	–2,1	3,2	1,5	2,0	6,0	–3,2	–1,2	–5,1	0,6	–0,2
Вост. Сибирь	–5,8	2,7	2,6	0,8	–2,7	0,2	3,0	6,6	1,4	0,1	–7,8	–3,6	–0,8
Дальний Восток	0,0	–2,4	–0,2	–1,3	–0,7	–0,1	–1,6	4,2	–0,6	–1,8	–3,6	–3,0	–1,3
Норма, Д.е. и среднеквадратические отклонения, %													
Север ЕТР	339 8,0	379 8,7	391 7,6	398 6,3	379 3,7	352 3,4	332 3,3	315 3,5	301 3,3	289 3,5	287 6,3	312 7,1	339 4,1
Юг ЕТР	346 5,5	372 5,9	380 5,5	378 5,3	366 3,8	350 3,4	333 3,0	321 3,1	308 2,9	297 3,4	300 3,7	319 4,7	339 2,9
Зап. Сибирь	360 5,3	383 6,3	393 7,3	392 6,6	381 4,2	354 3,1	334 3,0	321 3,1	309 3,2	298 4,4	300 4,7	323 5,4	346 3,2
Вост. Сибирь	388 6,1	415 7,0	429 7,9	428 5,1	402 5,5	358 3,6	327 3,4	316 3,2	314 3,5	313 5,1	323 5,0	340 7,4	363 4,1
Дальний Восток	429 4,4	448 4,5	453 5,1	432 5,1	398 6,7	360 3,3	330 3,3	312 3,5	317 4,4	332 4,8	358 6,1	392 5,4	380 2,8

* 1 Д,е. = 0.001 атм.-см.

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

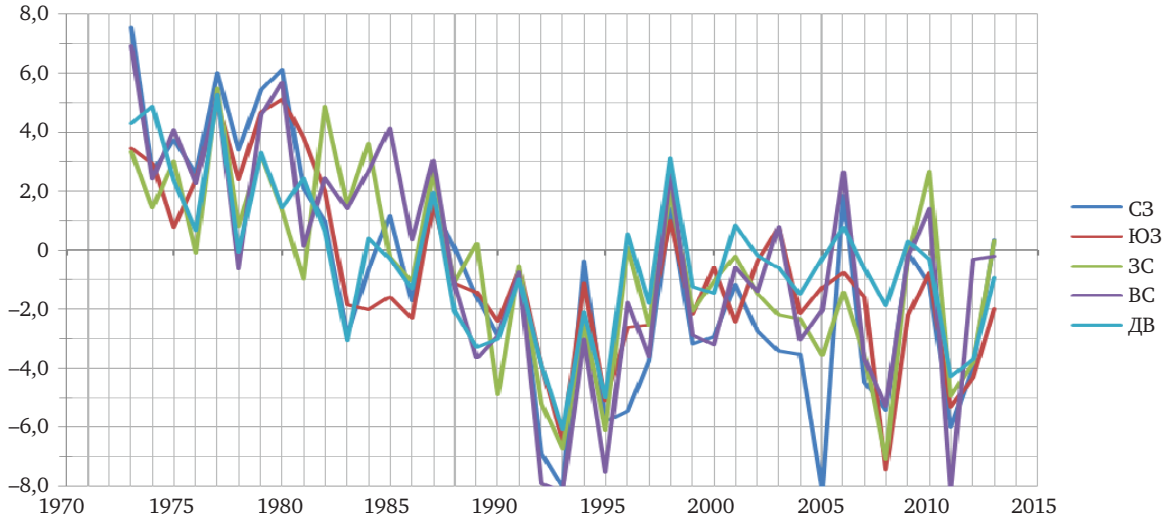


Рис. 2.20. Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы в регионах РФ в период 1973–2013 гг.: на Севере Европейской территории России (СЗ), Юге Европейской территории России (ЮЗ), в Западной Сибири (ЗС), в Восточной Сибири (ВС), на Дальнем Востоке (ДВ)

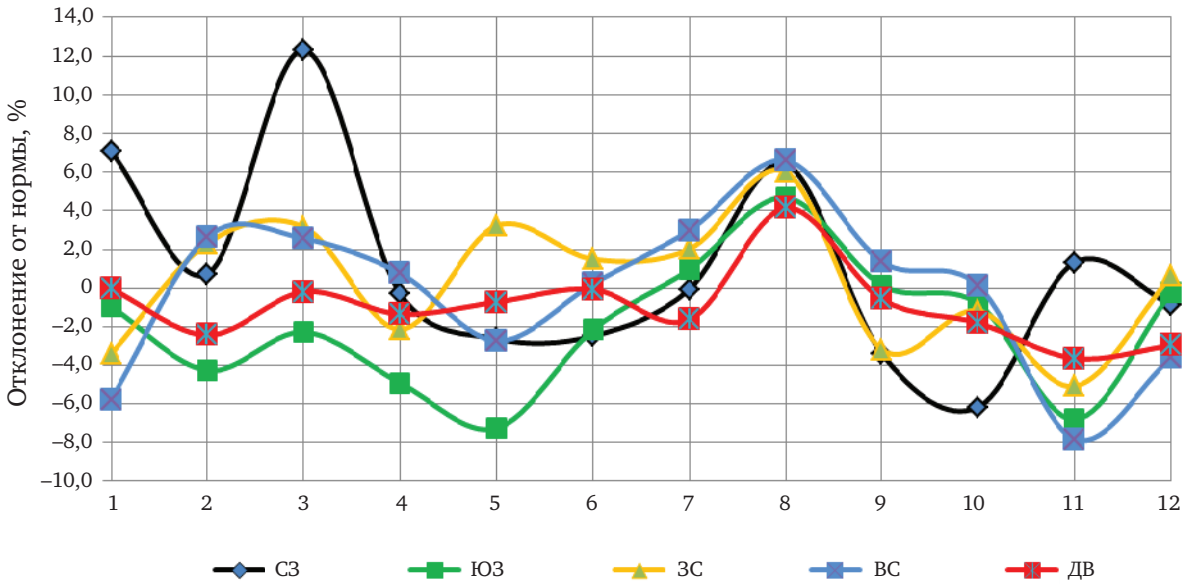


Рис. 2.21. Отклонения среднемеячных значений ОСО от нормы в регионах РФ в 2013 году: на Севере Европейской территории России (СЗ), Юге Европейской территории России (ЮЗ), Западной Сибири (ЗС), Восточной Сибири (ВС), Дальнем Востоке (ДВ)

Следует отметить явное проявление цикличности ОСО в течение 41 года наблюдений ОСО, в том числе и в последнем десятилетии.

Отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы в регионах в течение 2013 г. показаны в табл. 2.8 и представлены на рис. 2.21.

На Севере ЕТР среднегодовой уровень ОСО в 2013 г. был близок к норме (0,4%). Однако в течение года наблюдалось неоднократное вторжение воздушных масс с высоким содержанием озона. Наибольшие значения ОСО были отмечены в марте (12,4% выше нормы), что заметно превышает СКО для марта (–7,6%), в январе (+7,1%) и в августе (+6,4%). Наиболее низкая толщина озонного слоя наблюдалась в октябре (–6,2%). В течение остальных месяцев содержание озона было близко к норме.

На Юге ЕТР среднегодовой уровень ОСО, как было отмечено выше, был несколько ниже нормы (–2,6%). Низкие относительно нормы для региона значения ОСО сохранялись в течение всего года. Наиболее низкая толщина озонового слоя наблюдалась в мае (–7,3%) и октябре (–6,8%) Исключением стали повышенные значения озона в августе (+4,7%).

Над Западной Сибирью вариации ОСО в течение 2013 г. были небольшими, среднее за год значение ОСО (0,2%) практически не отлича-

лось от нормы (–0,2%). Максимальное повышение озона (+6,0%) также как во всех регионах наблюдалось в августе. Минимум ОСО (–5,1%) оказался в ноябре.

Над Восточной Сибирью в течение 2013 г. вариации содержания озона относительно нормы также были небольшими, среднее за год значение ОСО было несколько ниже нормы (отклонение –0,8%). Наибольшее содержание ОСО, также как во всех регионах, наблюдалось в августе (отклонение +6,6%). Наиболее низкие значения ОСО были отмечены в зимние месяцы в январе (–5,8%) и осенью в ноябре (–7,8%).

На Дальнем Востоке в течение всего 2013 года содержание озона было ниже нормы (среднее за год отклонение составило –1,3%) и менялось в течение года незначительно. Исключением стал август, когда содержание озона увеличилось и стало на 4,2% выше нормы.

Таким образом, толщина защитного озонного слоя в 2013 г. увеличилась по сравнению с 2012 г. и существенно приблизилась к норме. Увеличение содержания озона характерно для всех регионов РФ.

В тоже время близкое к норме содержание озона над РФ совершенно не соответствует обычному расположению поля озона над Северным полушарием, а также обычному состоянию синоптических образований верхней тропосферы и нижней стратосферы. Как правило, для поля озона характерно неизменное соответствие расположения областей с высоким содержанием озона с ложбинами, а областей с низким содержанием озона с гребнями на уровнях 300 и 200 гПа.

Комплексный анализ полей ОСО по данным озонной сети РФ и данным измерений со спутника, совмещенный с анализом циркуляции в нижней стратосфере и верхней тропосфере, показывает, что в околополярной зоне Северного полушария в зимнее полугодие постоянно располагается глубокий циркумполярный вихрь (ЦПВ) с очень низким содержанием озона и низкой температурой. Из года в год ЦПВ сохраняется до весенней перестройки в стратосфере в конце марта-в апреле.

В середине зимы в результате адвекции богатый озоном теплый воздух, который обычно зимой располагается над Сибирью, Дальним Востоком и Востоком Канады, перемещается к полюсу, вызывая кратковременные так называемые «внезапные стратосферные потепления».

В 2013 г. богатый озоном теплый воздух стратосферы уже в середине января практически заполнил большую часть полярных и субполярных широт Северного полушария, включая околополюсное пространство. Циркумполярный вихрь значительно ослаб и далее существовал в виде отдельных фрагментов с низкой температурой и низким содержанием озона.

К лету высокое содержание озона сохранялось в широкой полосе полярных и умеренных широт от Сибири до восточной части Северной Америки. Высокое содержание озона распространилось даже на Северную Атлантику, где обычно наблюдается минимальное содержание озона. Соответственно минимум в поле ОСО сместился на Восточную Европу и Западную Сибирь.

Такое необычное состояние поля ОСО сохранялось до осени 2013 г. Следует отметить, что аномальному состоянию поля озона соответствовало аномальное состояние погодных условий у земли, что требует специального детального анализа ситуации 2013 года.

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 2013 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 2012 г. по сентябрь 2013 г.

Тяжелые металлы

Среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 2,1–5,6 нг/м^3. Значимых изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий по сравнению с 2012 г не произошло (рис. 2.22). Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР оставалась на уровне, наблюдавшемся в последние годы – 0,12–0,66 нг/м^3.

Сезонные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе не имели ярко выраженного характера, однако уровни отопительного периода превышали летний (рис. 2.24). Максимальные среднесуточные концентрации были существенно больше среднегодовых – более 24

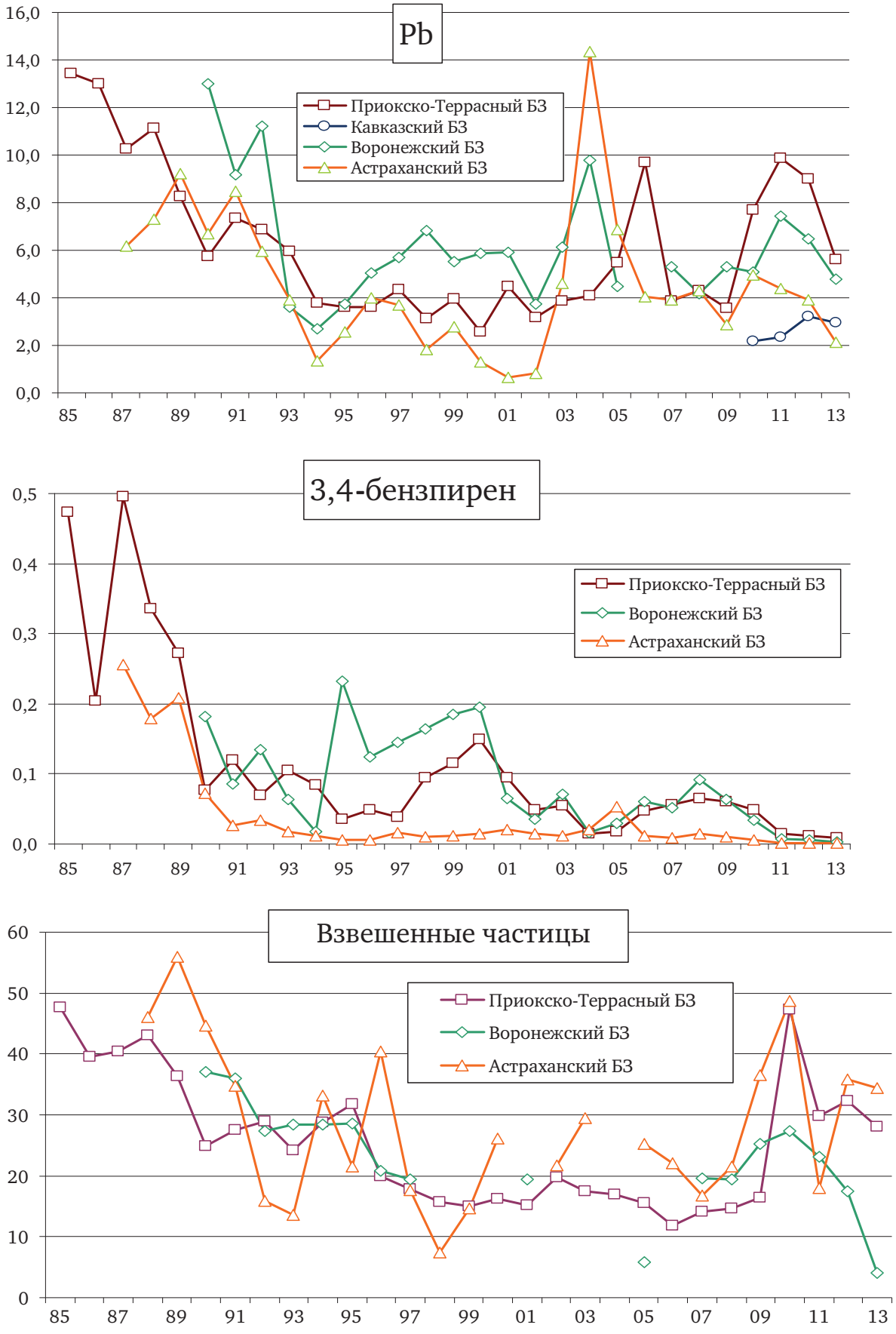


Рис. 2.22. Изменение фонового содержания свинца (мкг/м^3), 3,4-бензпирена (нг/м^3) и взвешенных частиц (мкг/м^3) в атмосферном воздухе фоновых районов

Таблица 2.9. Результаты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на станциях комплексного фонового мониторинга в 2013 г.

Загрязняющие вещества	Статистики	ПТБЗ	Воронежский БЗ	Астраханский БЗ	Кавказский БЗ
Pb нг/м^3	макс.	24,00	15,00	17,00	14,00
	мин.	1,00	1,20	0,10	0,25
	ср. арифм.	6,66	5,56	2,98	3,78
	ср. геом.	5,59	4,80	2,12	2,95
Cd нг/м^3	макс.	13,00	0,70	13,00	14,00
	мин.	0,05	0,05	0,05	0,03
	ср. арифм.	0,38	0,21	1,19	0,31
	ср. геом.	0,21	0,18	0,66	0,12
Hg нг/м^3	макс.	32,00			
	мин.	0,28			
	ср. арифм.	4,98			
	ср. геом.	3,34			
SO2 мкг/м^3	макс.	15,60		2,63	0,78
	мин.	0,05		0,20	0,10
	ср. арифм.	1,28		0,76	0,91
	ср .геом.	0,53		0,70	0,75
NO_2 мкг/м^3	макс.	28,50		6,66	
	мин.	1,30		0,29	
	ср. арифм.	6,51		2,72	
	ср. геом.	5,52		2,34	
SO_4 мкг/м^3	макс.	10,69	4,16	27,30	
	мин.	0,01	2,05	0,80	
	ср. арифм.	1,79	3,36	9,86	
	ср. геом.	1,21	3,30	7,88	
Взвешенные частицы мкг/м^3	макс.	192,00	39,00	122,50	
	мин.	1,00	0,70	3,80	
	ср. арифм.	42,00	10,20	39,20	
	ср. геом.	28,00	4,10	34,50	
H_2S мкг/м^3	макс.			0,87	
	мин.			0,03	
	ср. арифм.			0,21	
	ср. геом.			0,18	
BP нг/м^3	макс.	0,0537	0,0280	0,0088	
	мин.	0,0003	0,0010	0,0003	
	ср. арифм.	0,0137	0,0060	0,0013	
	ср. геом.	0,0087	0,0030	0,0010	
BPL нг/м^3	макс.	0,0956	0,0310	0,0178	
	мин.	0,0011	0,0010	0,0005	
	ср. арифм.	0,0173	0,0070	0,0021	
	ср .геом.	0,0115	0,0040	0,0015	

(Приокско-Террасный БЗ) и 13 (Приокско-Террасный, Астраханский и Кавказский БЗ) нг/м^3 для свинца и кадмия соответственно.

Фоновое содержание ртути в атмосферном воздухе в центральном районе ЕТР остается стабильно низким: в 2013 г. среднегодовая концентрация составила 3,34 нг/м^3 (табл. 2.9).

Хлорорганические пестициды

В 2013 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 2013 г. находилось в пределах колебаний уровня их концентраций за последние 10 лет.

Взвешенные частицы

В 2013 г. среднегодовые концентрации взвешенных частиц в воздухе на ЕТР изменялись в пределах 4–34 мкг/м^3, что на уровне значений последних 10 лет (рис. 2.22). Эпизодические повышенные концентрации взвешенных частиц наблюдались в теплый период года:

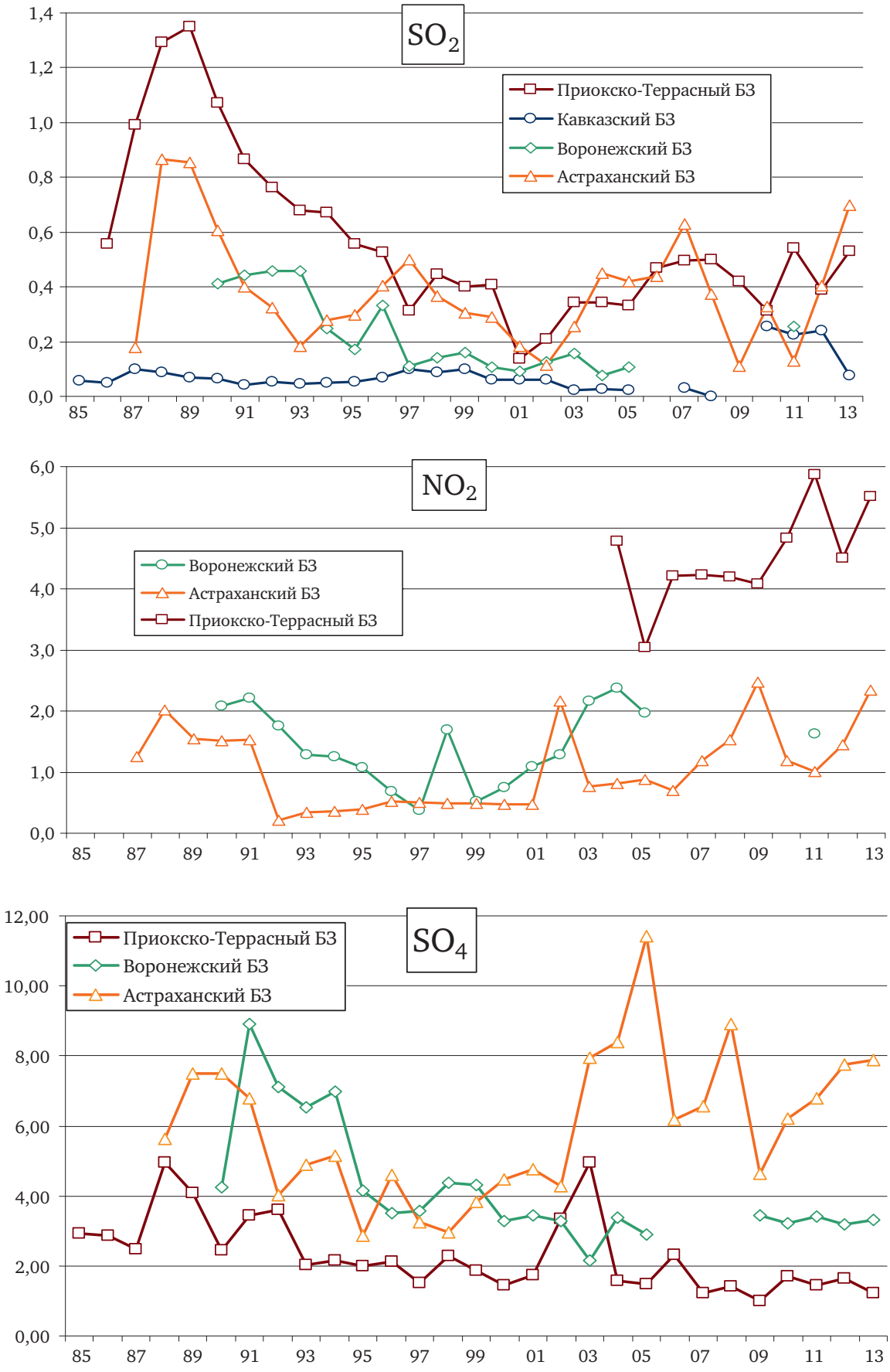


Рис. 2.23. Изменение фонового содержания диоксида серы, диоксида азота и сульфатов в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3)

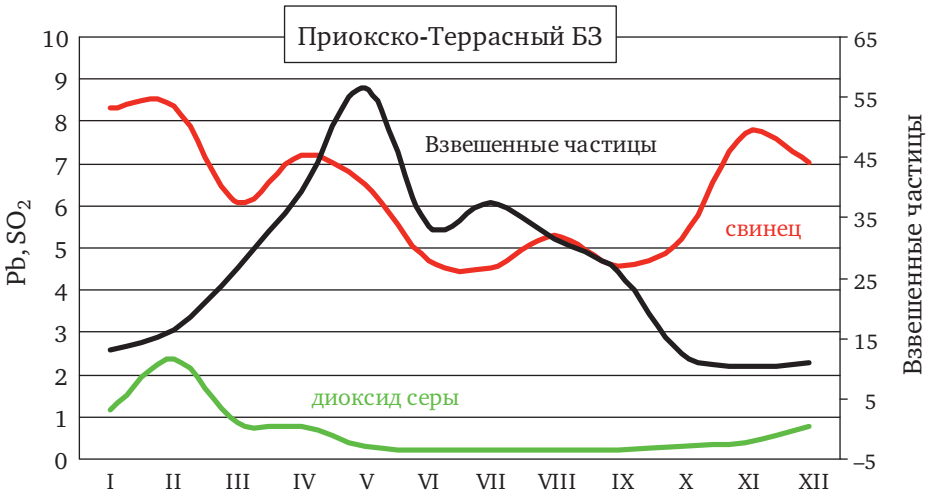


Рис. 2.24. Сезонный ход загрязняющих веществ, осредненный за 2003–2013 гг. (мкг/м^3)

среднесуточные концентрации превышали – 100 мкг/м^3 (Приокско-Террасный и Астраханский БЗ) (табл. 2.9). Сезонные изменения содержания взвешенных частиц в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в летний период (рис. 2.24), что свидетельствует о природном происхождении отбираемых на СКФМ пробах пыли.

Диоксид серы

В 2013 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на равнинных станциях ЕТР оставались на низком уровне – около 0,05–0,75 мкг/м^3 (рис. 2.23). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы, увеличиваясь в отдельные сутки до 28 мкг/м^3 (табл. 2.9). В долгосрочной динамике можно отметить стабилизацию уровней концентраций года после отмечавшегося их уменьшения в течение 10 предыдущих лет. Обращает на себя внимание стабильное увеличение концентраций диоксида серы на СКФМ в Кавказском БЗ, вероятно, связанное со строительством олимпийских объектов в г. Сочи. Сезонные изменения содержания диоксида серы имеют ярко выраженный максимум в холодный период (рис. 2.24), что связано с отопительным сезоном.

Диоксид азота

В 2013 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на европейской территории оставались на уровне прошлых лет, изменяясь от 2,7 до 5,5 мкг/м^3 (рис. 2.23). Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный период в центре ЕТР повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций, достигающих 28,5 мкг/м^3 (Приокско-Террасный БЗ) (табл. 2.9).

Сульфаты

В 2013 г. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕТР составляли 1,2–3,3 мкг/м^3, при этом значения меньше 5,6 мкг/м^3 были зарегистрированы в 95% измерений. В южных районах ЕТР среднегодовые концентрации составляли около 7,9 мкг/м^3 (рис. 2.23). 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 в можно проследить стабилизацию уровней сульфатов центре ЕТР в последние 10 лет после их уменьшения в предыдущие годы.

Полиароматические углеводороды

Как и в предыдущие годы, в 2013 г. содержание бенз(а)пирена и бензперилена в атмосфере фоновых районов ЕТР в среднем не превышало 0,02 нг/м^3 (рис. 2.22, табл. 2.9).Сезонный ход подобен другим продуктам сгорания топлива – диоксидам серы и азота – с летним минимумом и зимним максимумом.

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

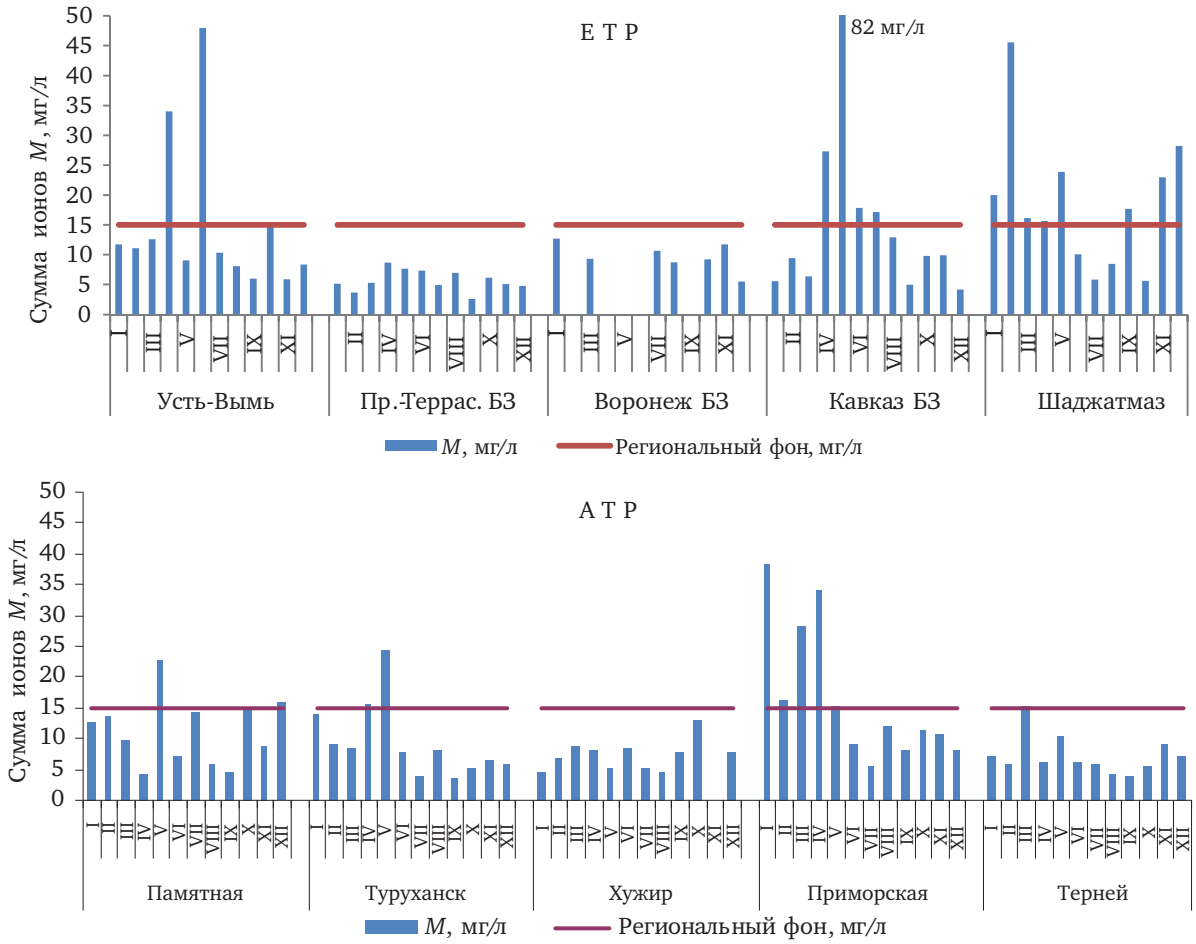


Рис. 2.25. Распределение суммы ионов в осадках по месяцам на ЕТР и АТР, 2013 г.

некоторыми загрязняющими веществами, особенно в холодный период года.

2.3.5. Ионный состав атмосферных осадков на российских станциях Глобальной Службы Атмосферы ВМО

В настоящий раздел вошли данные мониторинга по 10 станциям, расположенным на Европейской (ЕТР) и Азиатской (АТР) территориях России. Анализировались концентрации ионов, общая минерализация и pH.

Средняя за год минерализация осадков на ЕТР изменяется от 4,5 до 13,0 и на АТР – от 5,9 до 9,1 мг/л (табл. 2.10).

На станциях фонового мониторинга химический состав осадков (ХСО) заметно изменяется по сезонам.

Таблица 2.10. Средневзвешенные за год концентрации ионов в осадках, 2013 г.

Станция*	q, мм	SO_4	Cl	NO_3	HCO_3	NH_4	Na	K	Ca	Mg	M	pH	χ, мкСм/см
		мг/л											
1	469	1,7	0,8	1,1	5,7	1,3	0,6	0,2	1,0	0,2	12,6	6,1	22
2	894	1,1	0,5	1,0	0,7	0,2	0,2	0,1	0,5	0,1	4,5	5,6	11
3	637	2,6	1,0	1,7	0,8	0,4	0,7	0,5	0,7	0,2	8,6	5,5	20
4	2162	1,1	0,6	0,8	3,6	0,3	0,3	0,2	1,2	0,2	8,2	6,3	27
5	761	1,7	0,8	1,2	6,1	0,5	0,4	0,2	1,6	0,5	13,0	6,4	27
6	409	2,4	1,0	1,6	1,5	0,7	0,6	0,4	0,7	0,2	9,1	5,5	23
7	549	1,2	0,8	0,8	2,4	0,2	0,5	0,3	0,6	0,4	7,1	6,1	16
8	123	0,8	0,5	0,4	3,1	0,2	0,3	0,2	0,6	0,3	6,4	6,3	12
9	734	3,4	2,1	1,6	0,6	1,0	0,8	0,4	1,2	0,3	7,8	5,5	36
10	1348	2,0	1,5	0,7	0,1	0,4	0,5	0,1	0,5	0,1	5,9	5,3	19

* 1 – Усть-Вымь, 2 – Приокско-Террасный биосферный заповедник (БЗ), 3 – Воронежский БЗ, 4 – Кавказский БЗ, 5 – Шаджатмаз, 6 – Памятная, 7 – Туруханск, 8 – Хужир, 9 – Приморская, 10 – Терней (Сихотэ-Алинский БЗ)

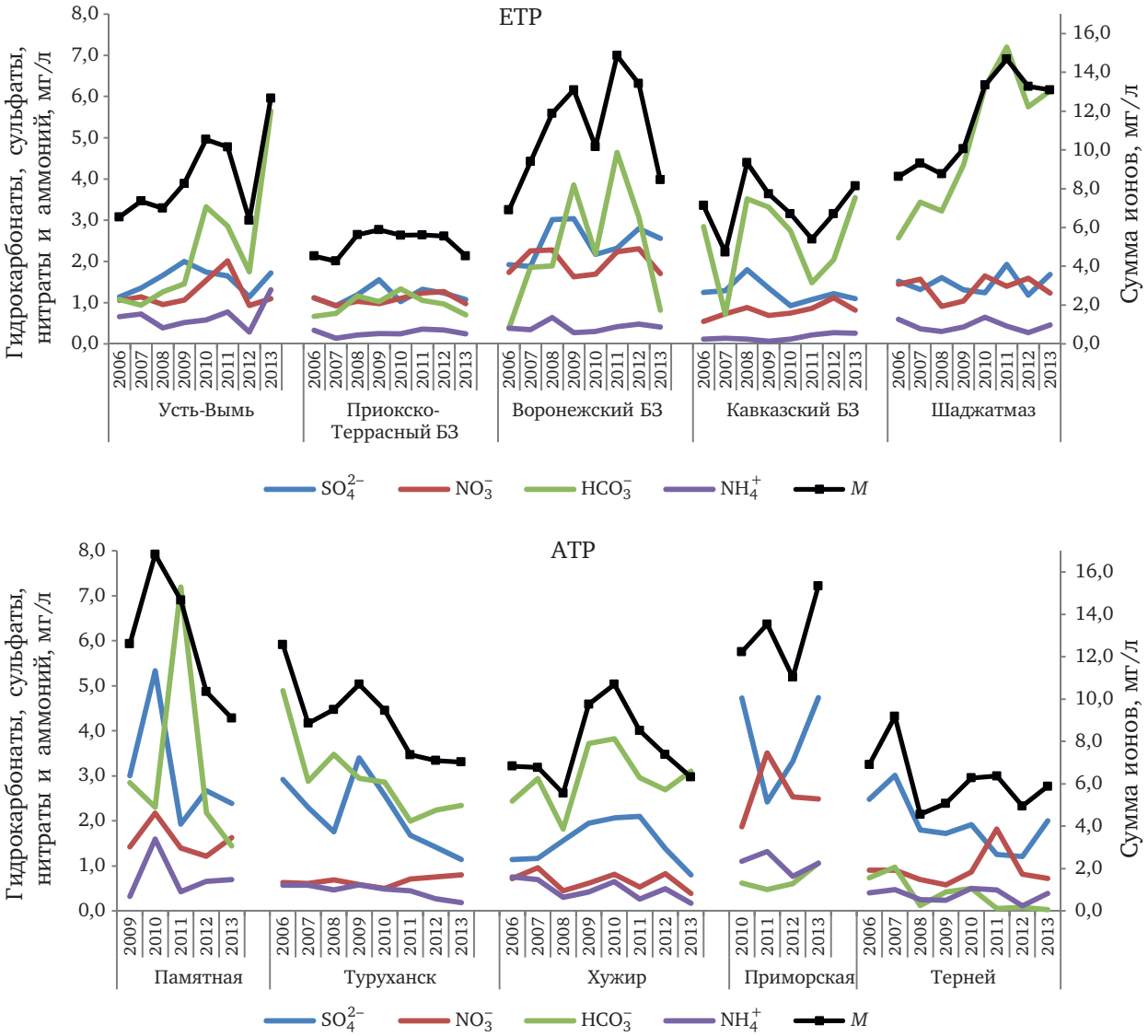


Рис. 2.26. Ход изменения со временем концентрации ионов и минерализации осадков, 2006–2013 гг.

Распределение суммы ионов в осадках по месяцам на ЕТР и АТР представлено на рис. 2.25. Прерывистая линия показывает величину регионального фона, повторяемость превышения которого составляет по ЕТР 23% и 12% – по АТР. Превышение фона чаще всего встречается на горных станциях Кавказский БЗ и Шаджатмаз.

Сумма веществ, выпадающих с осадками по всем станциям, колеблется от 1 (Хужир) до 17,6 (Кавказский БЗ) т/км^2 в год. Выпадение серы и суммарного азота остается на уровне 0,5–0,6 т/км^2 в год. В общей сумме азотных выпадений чаще преобладает доля аммиачного азота.

На рис. 2.26 представлен временной ход средневзвешенных за год суммы ионов и концентрация гидрокарбонатов, сульфатов, нитратов и аммония.

Наиболее низкие и устойчивые их значения наблюдаются в Приокско-Террасном БЗ.

На всех станциях сумма сульфатов и гидрокарбонатов является преобладающей и составляет более 50% минерализации. Исключение наблюдается только в Приокско-Террасном БЗ, где периодически доминируют нитраты, достигая 30% суммы ионов. Чрезвычайно высокая (до 18,1 мг/л) концентрация аммония отмечается на станции в Усть-Вымь, что, наряду с повышенным содержанием гидрокарбонатов (более 56 мг/л), может свидетельствовать о возможном локальном загрязнении.

В табл. 2.11 приведены максимальные из месячных значений концентраций, которые для некоторых станций превосходят средневзвешенные, указанные в табл. 2.10. Наибольшие превышения наблюдаются на станциях Усть-Вымь, Кавказский БЗ и Шаджатмаз.

Важным показателем антропогенного влияния на ХСО остаётся величина pH, её повторяемость и направленность изменений. Средневзвешенный pH изменялся в 2013 году от 5,3 до 6,4 (табл. 2.10), хотя единичные подкисленные

Таблица 2.11. Единичные абсолютные максимальные концентрации ионов в осадках по исходным измерениям на станциях ГСА, 2013 г.

Станция	SO_4	Cl	NO_3	HCO_3	NH_4	Na	K	Ca	Mg	Zn	M	pH (макс)	pH (мин)	χ, мкСм/см
	мг/л													
Усть-Вымь	13,2	7,6	7,0	56,4	18,1	3,9	1,5	9,2	0,8	0,3	118,0	7,6	5,1	137
Приокско-Террасный БЗ	3,0	6,8	10,2	3,4	1,6	0,8	0,4	1,8	0,6	0,1	28,6	6,6	4,5	34
Воронежский БЗ	6,6	2,8	5,9	3,1	2,0	2,0	1,5	1,9	0,4	0,1	26,3	6,3	4,7	35
Кавказский БЗ	8,4	2,6	5,1	92,7	6,0	1,5	2,4	20,9	1,1	0,1	140,8	7,3	5,3	189
Шаджатмаз	23,6	3,9	4,6	30,9	2,5	3,6	1,1	10,1	5,2	0,1	85,6	7,2	5,7	134
Памятная	15,9	3,4	7,4	18,7	5,0	3,7	2,0	4,4	1,0	3,9	65,4	6,5	4,3	95
Туруханск	7,4	2,9	3,2	52,2	0,9	3,5	1,7	7,6	7,4	-	86,9	7,2	4,8	112
Приморская	36,5	17,2	15,4	34,2	9,8	16,0	2,2	21,3	3,0	0,2	155,9	7,2	4,2	246
Терней	10,5	6,0	2,4	2,5	3,4	2,6	1,1	2,6	0,3	1,3	32,6	7,1	4,0	84

осадки могут выпадать во всех регионах страны (табл. 2.11).

2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков

Средневзвешенная за год сумма ионов в осадках (табл. 2.12) изменяется от 10,6 до 32,1 на ЕТР и от 14,9 до 24,7 мг/л на АТР. В основном (более 90% случаев) преобладают в основном гидрокарбонаты, затем сульфаты, которые в сумме дают от 45 (ДВФО) до 58% (ЦФО). В СКФО гидрокарбонатов больше, чем сульфатов примерно в 1,7 раза, в ПФО почти на 70%. Наибольшая запыленность воздуха, проявляющаяся через гидрокарбонаты, наблюдается в ЦФО.

Максимальная сумма ионов по отдельным станциям в регионах может в 2–3 раза превышать средневзвешенную по региону величину.

На рис. 2.27 приводится ход изменения со временем по ФО суммы ионов М, сульфатов SO_4^{2-}, гидрокарбонатов HCO_3^- и нитратов NO_3^-. Содержание нитратов в течение 5 лет в каждом ФО колеблется незначительно (в пределах 0,5–1,5 мг/л) с максимальным значением до 3 мг/л. В среднем их больше на ЕТР.

Наиболее низкие концентрации всех ионов (кроме гидрокарбонатов) приходятся на Северо-Кавказский федеральный округ. Далее следуют СЗФО, ЦФО и ДВФО. Стабильно высокими остаются концентрация гидрокарбонатов в ЦФО и ПФО, а гидрокарбонатов и сульфатов – в ПФО и СФО.

По всем Федеральным округам серы выпадет с осадками почти равное с общим количеством азота (ЦФО, СКФО) или превышает его от 9 до 96% (ЮФО и СФО).

Азот аммиачный в восточных округах преобладает над нитратным на 30-90% (УФО и ДВФО), а в западных районах подобное наблюдается только в ЦФО (до 45%). Суммарное выпадение веществ колеблется от 10,6 (СКФО) до 35,6 т/км. кв. год (ЦФО), различаясь на 10% в общем по ЕТР и АТР (табл. 2.13).

Таблица 2.12.Средневзвешенная концентрация ионов в осадках по ФО в 2013 году

ФО	*q*, мм	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^+	Mg^+	Zn^+	M	pH	χ, мкСм/см
		мг/л												
СЗФО	569,0	2,8	2,4	1,5	4,9	0,4	1,4	0,6	1,6	0,6	0,5	16,6	6,0	35
ЦФО	682,2	3,2	1,8	2,1	15,6	0,8	1,2	1,0	4,2	1,4	0,8	32,1	6,4	51
ЮФО	530,3	2,9	1,6	2,5	2,3	0,4	0,9	0,5	1,4	0,3	0,1	12,8	5,7	32
СКФО	1599,3	1,4	0,7	1,0	4,8	0,4	0,3	0,2	1,4	0,3	0,0	10,6	6,3	30
ПФО	544,3	5,5	2,6	2,9	9,2	0,8	1,9	1,0	2,9	0,9	2,0	29,7	6,2	53
УФО	433,1	4,1	1,3	1,8	4,7	0,8	1,0	0,7	1,3	0,7		16,4	6,0	38
СФО	473,3	6,1	1,7	1,8	7,4	0,6	1,1	0,7	1,7	1,6	1,9	24,7	6,4	51
ДВФО	698,5	3,2	2,8	1,0	3,5	0,6	1,5	0,4	1,3	0,5	0,1	14,9	5,8	35

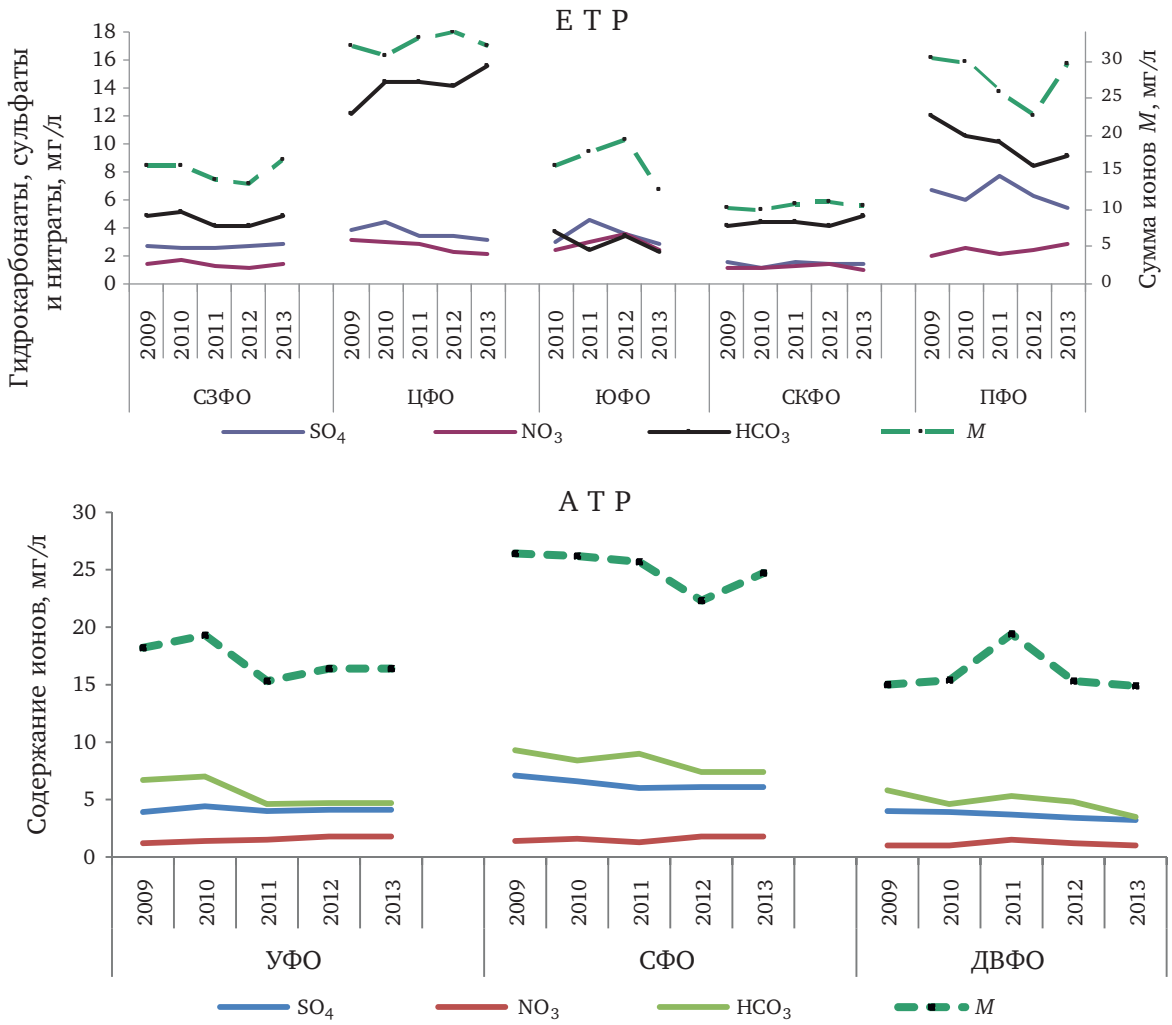


Рис. 2.27. Ход изменения со временем по ФО суммы ионов М, сульфатов SO_4^{2-}, гидрокарбонатов HCO_3^- и нитратов NO_3^- (ЕТР и АТР)

Таблица 2.13. Выпадение по Федеральным округам серы, азота и суммы ионов с осадками в 2013 году

ФО	S	N(O)	N(H)	∑N	Q	N(H)/N(O)	S/∑N
	т/км кв. год						
СЗФО	0,52	0,20	0,20	0,40	16,3	1,03	1,30
ЦФО	0,67	0,31	0,45	0,75	35,6	1,45	0,89
ЮФО	0,51	0,30	0,16	0,46	12,8	0,54	1,09
СКФО	0,66	0,34	0,39	0,73	10,6	1,14	0,91
ПФО	0,98	0,36	0,34	0,70	28,3	0,97	1,39
УФО	0,68	0,23	0,30	0,53	18,20	1,31	1,26
СФО	0,81	0,16	0,25	0,41	23,0	1,56	1,96
ДВФО	0,72	0,16	0,31	0,47	14,7	1,90	1,53

2.3.6.1. Загрязнение и закисление снежного покрова на территории Российской Федерации по данным сети наблюдений

Площадь освещения территории отдельным пунктом наблюдений (ПН) (площадь т.н. «полигона Вороного» при растровом способе картирования результатов наблюдений, рис. 2.28), меняется в пределах более двух порядков – от 1072 км^2/ПН (промышленный регион, Свердловская обл.) до 143 070 км^2/ПН (малонаселенный фоновый регион, Чукотский АО).

В пробах снежного покрова, отобранных в конце зимнего периода 2012–2013 гг., определялись: кислотность (водородный показатель pH), концентрации основных ионов – сульфат-иона (SO_4^{2-}), нитрат-иона (NO_3^-), хлорид-иона (Cl^-), гидрокарбонат-иона (HCO_3^-), ионов аммо-

ния (NH_4^+), натрия (Na^+), калия (K^+), кальция (Ca^{2+}) и магния (Mg^{2+}). По результатам анализов были выполнены расчеты и построены карты-схемы средних (по площади каждого региона) значений показателя pH и интенсивности атмосферных выпадений серы и азота в зимний период 2012–2013 гг., выполнен анализ трендов этих характеристик по данным наблюдений за период 2000–2013 гг.

Кислотность снежного покрова

Расчет средней кислотности снежного покрова, выраженной показателем $(pH)_k$, на площади k-го региона производилась путем расчета среднего по площади региона значения концентрации C_H водородного иона H^+ по данным измерения $(pH)_{j,k}$ в снежном покрове в j-м ПН с учетом площади полигона Вороного $S_{j,k}$ (рис. 2.28).

На рис. 2.28 показано растровое изображение (по полигонам Вороного) распределения $(pH)_{j,k}$ по территории Мурманской области по результатам наблюдений в 2013 г. Общая картина распределения $(pH)_k$ в снежном покрове по регионам на территории РФ в конце зимнего периода 2012–2013 гг. показана на рис. 2.29. Если условно подразделить осадки на кислые при $pH < 4$, слабокислые ($4 \le pH < 5$), нейтральные ($5 \le pH < 7$) и слабощелочные при $pH \ge 7$, то практически во всех регионах средний показатель pH в снежном покрове был выше 5,0, т.е. влагозапас в снежном покрове на всей территории страны характеризовался как нейтральный либо слабощелочной. Таким образом, карта-схема на рис. 2.29 свидетельствует об отсутствии масштабных процессов закисления атмосферных осадков на территории страны в зимний период.

Этот вывод подтверждают данные сравнения pH в снежном покрове (2013 г.) с данными о pH в атмосферных осадках на станциях фонового мониторинга и на сети мониторинга загрязнения атмосферы в географических регионах (2012 г., табл. 2.14). Приведенные в табл. 2.14 данные свидетельствуют о практически полном отсутствии значительных участков территории РФ с признаками закисления атмосферных осадков. При этом наименьшие значения pH = 5,2 на ЕТР и АТР наблюдались в снежном покрове в регионах и в атмосферных осадках только на одной станции фонового мониторинга Терней на АТР.

Динамику во времени кислотности снежного покрова за 14-летний период наблюдений в европейских и азиатских регионах России демонстрируют данные в табл. 2.15, полученные по результатам наблюдений в 2000–2013 гг. в двух промышленных (Мурманская и Кемеровская области) и в двух относительно незагрязненных (фоновых) регионах (Республики Коми, Саха-Якутия). Регрессионный анализ приведенных в табл. 2.15 рядов ($pH = at + b$) для фоновых

Таблица 2.14. Показатель pH в атмосферных осадках на сети мониторинга снежного покрова в регионах, на станциях фонового мониторинга и в географических регионах РФ по данным наблюдений в 2012-2013 гг.

	Данные на сетях наблюдений	pH*
ЕТР	Снежный покров: 41 регион на ЕТР	5,2–6,9
	Станции фонового мониторинга: Усть-Вымь, Приокско-Террасный БЗ, Воронежский БЗ, Кавказский БЗ, Шаджатмаз	5,8–6,6
	Географические регионы: Север и Северо-Запад ЕТР, Центр ЕТР, Поволжье, Юг ЕТР, Предгорья Кавказа	6,0–6,4
АТР	Снежный покров: 28 регионов на АТР	5,2–6,9
	Станции фонового мониторинга: Памятная, Туруханск, Хужир, Приморская, Терней	5,2–6,3
	Географические регионы: Север и Центр Сибири, Юг Сибири, Забайкалье, Дальний Восток, о. Сахалин	5,4–6,2

* Для снежного покрова – средние по регионам по наблюдениям в 2013 г.; для станций фонового мониторинга и географических регионов – средневзвешенные за 2012 г.

Таблица 2.15. Средние значения кислотности (показатель pH) снежного покрова в 2000–2013 гг. в промышленных и фоновых регионах на ЕТР и АТР

Территории		2000	2002	2003	2004	2005	2006	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013
ЕТР	Мурманская область	5,2	5,3	5,2	5,9	4,6	5,3	4,1	5	5,7	5,6	5,2	5,3	4,7
	Республика Коми	5,6	5,8	5,9	5,9	5,7	6,2	6,3	6,3	–	6,1	5,4	5,8	5,7
АТР	Кемеровская область	7,3	7,1	6,7	6,6	6,3	5,8	–	6,6	6,3	6	6,4	6,1	5,4
	Республика Саха-Якутия	5,3	5,9	5,6	5,5	5,5	5,4	5,7	6,2	5,6	5,6	5,2	5,5	5,6

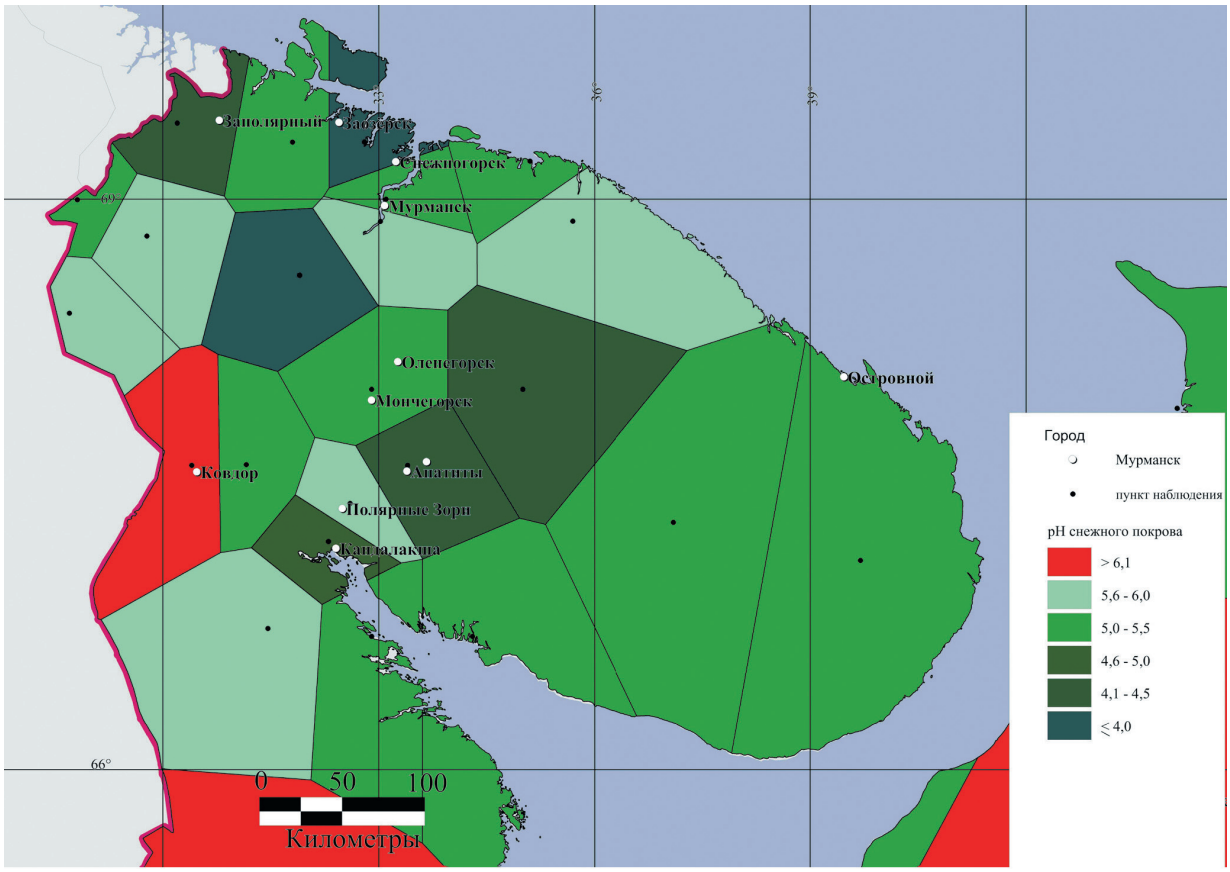


Рис. 2.28. Распределение pH снежного покрова на территории Мурманской области по данным наблюдений в 2013 г. (полигоны Вороного)

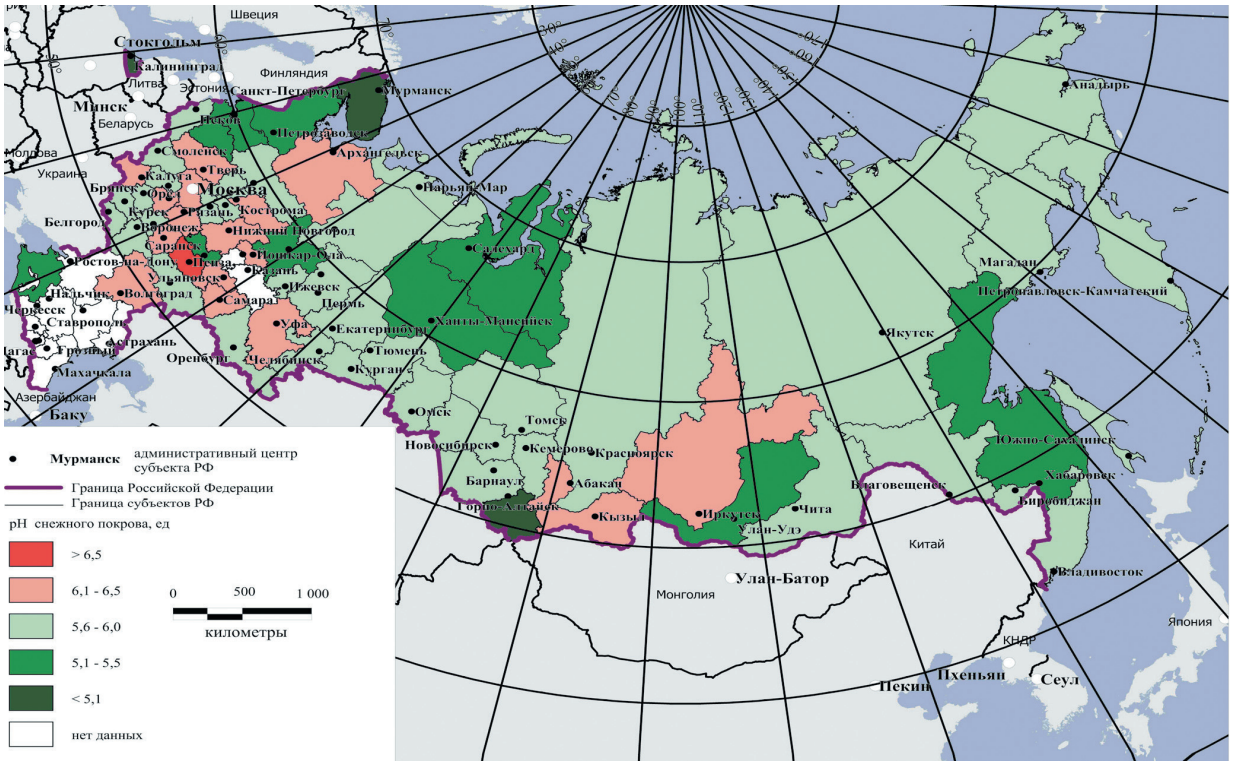


Рис. 2.29. Средние показатели кислотности pH снежного покрова в регионах РФ по данным мониторинга в 2013 г.

районов и для Мурманской области показывает незначительные наклоны трендов ($|a|<0{,}001$), что говорит о стабильной во времени кислотности атмосферных осадков в этих регионах в зимний период. Для Кемеровской области наклон тренда (коэффициент регрессии) $a = -0{,}1$ при коэффициенте корреляции $R = 0{,}8$. Это свидетельствует о снижении защелоченности атмосферных осадков в промышленном регионе, наблюдаемой в начале 2000-х гг., в сторону нейтральной кислотности при хорошей достоверности оценки коэффициента регрессии.

Атмосферные потоки серы и азота с осадками в зимний период

Интенсивности выпадений серы и азота $P_{i,j}$ (кг/км^2 мес.), содержащихся в снежном покрове j-го ПН, рассчитывались по концентрациям серы/азота $C_{i,j}$ в j-м ПН с учетом среднего влагозапаса Δh_j и времени залегания снежного покрова Δt_j в j-ом ПН. Средняя (по площади) интенсивность выпадений серы/азота в границах k-го региона (субъекта РФ) $\overline{P_{i,k}}$ рассчитывалась по результатам расчета интенсивностей потоков $P_{i,j}$ на площадь полигона Вороного S_{jk} для j-го ПН в k-м регионе. При этом значения $P_{i,j}$ рассчитывалась с учетом содержания элемента в соответствующих измеряемых химических соединениях – сульфатах SO_4^{2-}, нитратах NO_3^-, аммонии NH_4^+. Дополнительно рассчитывалось отношение β_k интенсивностей выпадений азота в k-м регионе, содержащегося в ионах нитратов ($\overline{P_{N1,k}}$) и аммония ($\overline{P_{N2,k}}$):

$$\beta_k = \frac{\overline{P_{N1,k}}}{\overline{P_{N2,k}}}. \qquad (1)$$

По результатам расчетов, в зимний период 2012–2013 гг. средняя интенсивность потоков серы P_S из атмосферы на «фоновые» территории (Республики Алтай, Саха-Якутия, Ханты-Мансийский АО, Чукотский АО, Ямало-Ненецкий АО) лежала в пределах (5–13) кг/(км$^2\cdot$мес.), в то время как для промышленных регионов ЕТС, Урала и Сибири (Волгоградская, Курганская, Самарская, Свердловская, Челябинская области, Пермский край, Республики Башкортостан и Марий-Эл) величина $\mathbf{P_S}$ была в пределах (40–214) кг/(км$^2\cdot$мес.). Интенсивность выпадений P_{Sj} в пределах региона (на полигонах Вороного, контролируемых j-м ПН, рис. 2.28) варьировада в широких пределах от десятков до 100 крат: Кемеровская область (10–245) кг/(км$^2\cdot$мес.); Алтайский край (1–124) кг/(км$^2\cdot$мес.). Вариабельность P_{Sj} в пределах региона объясняется, скорее всего, близостью j-го ПН к источнику атмосферных выбросов диоксида серы.

На рис. 2.30 показана карта-схема интенсивности выпадений серы P_S на территории РФ в зимний период 2012–2013 гг., построенная по данным мониторинга содержания сульфат-иона в снежном покрове, в виде диапазонов значений P_S в пределах границ каждого региона (субъекта РФ). Как видно из рис. 2.30, в зимний период 2012–2013 гг. большая часть территории страны была подвержена воздействию фоновых и близких к фоновым потоков серы с атмосферными осадками – (<10–20) кг/(км$^2\cdot$мес.). Статистический регрессионный анализ показал отсутствие видимой корреляции между средними по региону потоками серы и показателем pH в снежном покрове.

Средние значения интенсивности выпадений азота P_N в регионах за зимний период 2012–2013 гг. были рассчитаны по данным мониторинга содержания в снежном покрове ионов нитрата (NO_3^-) и аммония (NH_4^+). Интенсивность потоков азота P_N из атмосферы на «фоновые» территории (Алтайский, Забайкальский края, Ненецкий АО, Республики Алтай, Саха-Якутия, Чукотский АО) лежала в пределах (2–9) кг/(км$^2\cdot$мес.). Большинство средних значений P_N в регионах, по данным наблюдений в 2013 г., лежит в пределах 10–30 кг/(км$^2\cdot$мес.). Как и для серы, вариабельность значений P_{Nj}, полученных на сети ПН в пределах региона (до 6–7 крат, рис. 2.32, 2.33), объясняется, скорее всего, близостью j-го ПН к источнику атмосферных выбросов соединений азота.

На рис. 2.31 показана карта-схема интенсивности выпадений азота в регионах на территории РФ в зимний период 2012–2013 гг. по данным мониторинга содержания нитратов и аммония в снежном покрове. Для зимнего периода 2012–2013 гг. интенсивность выпадений общего азота в пределах (<8–28) кг/(км$^2\cdot$мес.). характерна для большинства регионов страны. Наибольшие ($P_N > 28$ кг/(км$^2\cdot$мес.)) потоки азота наблюдались в восточных регионах ЕТР и в Западной Сибири. При этом, как для серы, не отмечается никакой видимой корреляции между средними по региону выпадениями азота и показателем pH в снежном покрове.

Рис. 2.32 и 2.33 демонстрируют динамику во времени выпадений серы и азота по данным мониторинга химического состава снежного покрова за 9-летний период наблюдений (2005-2013 гг.) в двух промышленных (Мурманская и Кемеровская области) и в двух относительно незагрязненных (фоновых) регионах (Республики Коми и Саха-Якутия) на ЕТР и АТР.

Регрессионный анализ приведенных на рис. 2.32 данных ($P_S = at + b$) показывает значительные отрицательные тренды (коэффициенты регрессии «**a**») выпадений серы в про-

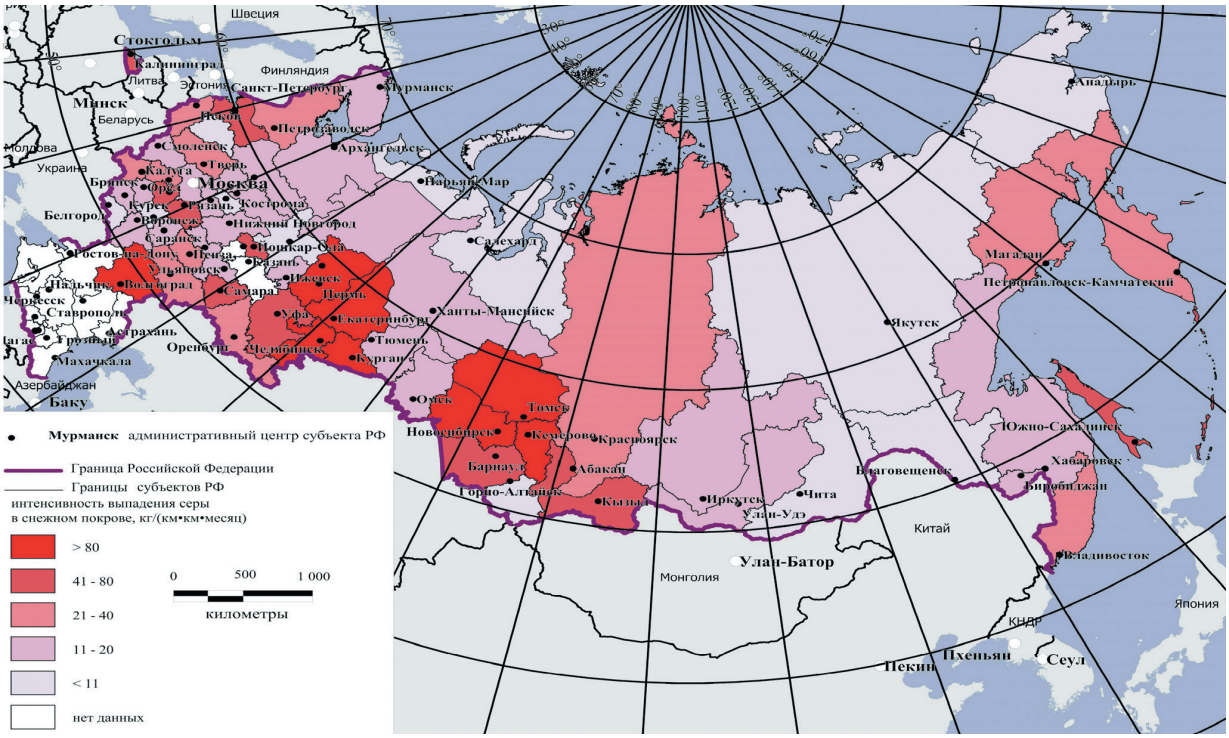


Рис. 2.30. Средняя интенсивность выпадений серы P_S в регионах РФ в зимний период 2012–2013 гг. по данным мониторинга содержания сульфатов в снежном покрове

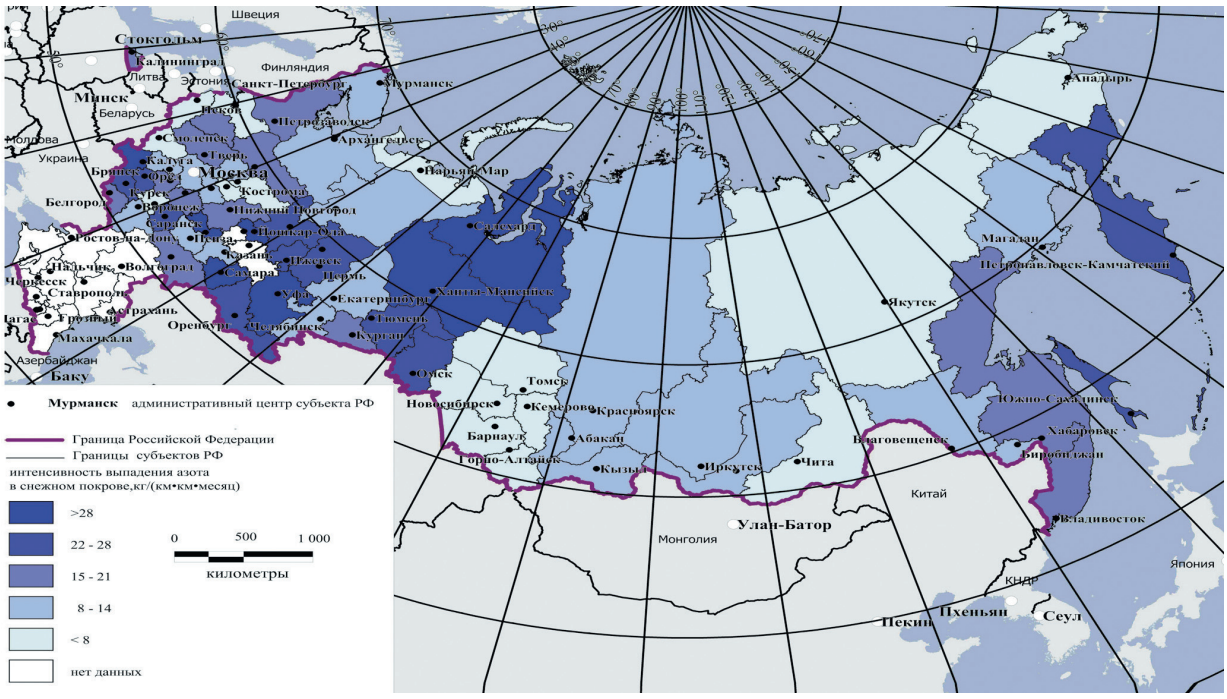


Рис. 2.31. Средняя интенсивность выпадений азота P_N в регионах РФ в зимний период 2012–2013 гг. по данным мониторинга содержания нитратов и ионов аммония в снежном покрове

мышленных регионах при слабом изменении со временем потоков серы в фоновых областях. Значительные отрицательные тренды потоков азота обнаруживаются на рис. 2.33 ($P_N = at + b$) как в промышленном, так и в фоновом регионах на АТР; в то же время в регионах на ЕТР темпы снижения потоков азота со временем на порядок меньше. Графики регрессии, показанные на рис. 2.32–2.33, свидетельствуют об общей тенденции снижения интенсивностей потоков серы и азота как в промышленных, так и в фоновых регионах за последние 9 лет наблюдений за химическим составом снежного покрова.

Таблица 2.16. Интенсивность выпадений серы P_S и азота P_N по данным наблюдений в 2012–2013 гг. за содержанием SO_4^{2-}, NO_3^- и NH_4^+ в атмосферных осадках на сети мониторинга загрязнения снежного покрова, на станциях фонового мониторинга и в географических регионах РФ

	Данные наблюдений	P_S*, кг/(км^2·мес.)	P_N**, кг/(км^2·мес.)
ЕТР	Снежный покров: P_S – 42 региона; P_N – 41 регион	12–98	7–31 (0,3–6,9)***
	Станции фонового мониторинга: Усть-Вымь, Приокско-Террасный БЗ, Воронежский БЗ, Кавказский БЗ, Шаджатмаз	23–71	31–77 (0,9–1,4)
	Географические регионы: Север и Северо-Запад ЕТР, Центр ЕТР, Поволжье, Юг ЕТР, Предгорья Кавказа	33–92	33–67 (1–2)
АТР	Снежный покров: P_S – 27 регионов; P_N – 27 регионов	5–79	2–25 (0,3–9,8)
	Станции фонового мониторинга: Памятная, Туруханск, Хужир, Приморская, Терней	7–87	8–92 (0,5–1,8)
	Географические регионы: Север и Центр Сибири, Юг Сибири, Забайкалье, Дальний Восток, о. Сахалин	42–83	25–50 (0,4–1,1)

*, ** Для снежного покрова – средние по площади регионов по наблюдениям в 2013 г.; для станций фонового мониторинга и географических регионов – средневзвешенные за 2012 г.

*** В скобках – β_k, отношение потоков азота, содержащегося в нитратах и в аммонии (см. формулу 1).

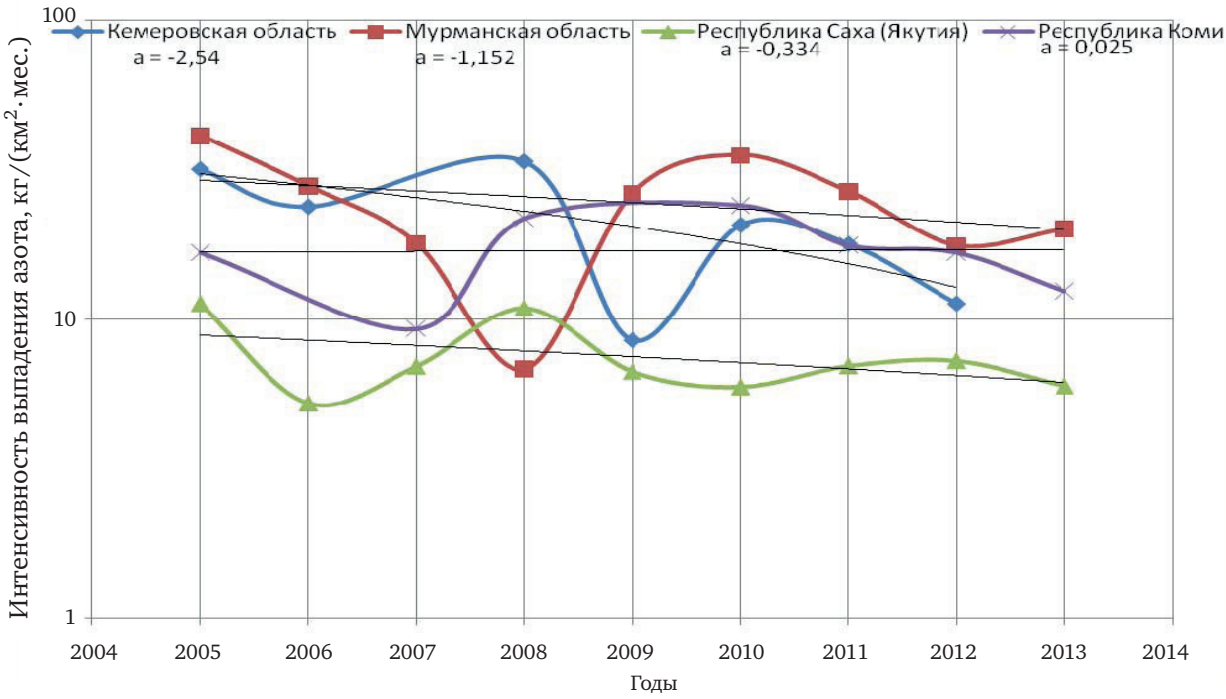


Рис. 2.32. Интенсивность выпадений серы P_S в промышленных и фоновых регионах на ЕТС и АТС по данным мониторинга химического состава снежного покрова в 2005–2013 гг.

В табл. 2.16 приведены результаты расчетов интенсивности выпадений серы P_S и азота P_N по данным наблюдений в 2012–2013 гг. за содержанием SO_4^{2-}, NO_3^- и NH_4^+ в атмосферных осадках на сети мониторинга загрязнения снежного покрова, на станциях фонового мониторинга и в географических регионах РФ.

Сравнение диапазонов P_S, полученных на разных сетях наблюдений, показывает, что интенсивность выпадений серы в регионах, рассчитанная по данным мониторинга химического состава снежного покрова в 2013 г., удовлетворительно соответствует результатам, полученным по данным измерений сульфат-иона в атмосферных осадках в течение 2012 г. Это указывает на возможность экстраполяции значений P_S, полученных по данным мониторинга снежного покрова, на весь год – для оценки годового потока серы на площадь определенного региона. Стоит отметить, что минимальные средние (по площади региона) значения P_S на ЕТР и АТР, рассчитанные по данным мониторинга снежного покрова (12 и 5 кг/(км^2·мес.)), оказываются заметно ниже соответствующих минимальных значений P_S на станциях фонового мониторинга (23 на станции Шаджатмаз и 7 на станции Хужир, кг/(км^2·мес.).

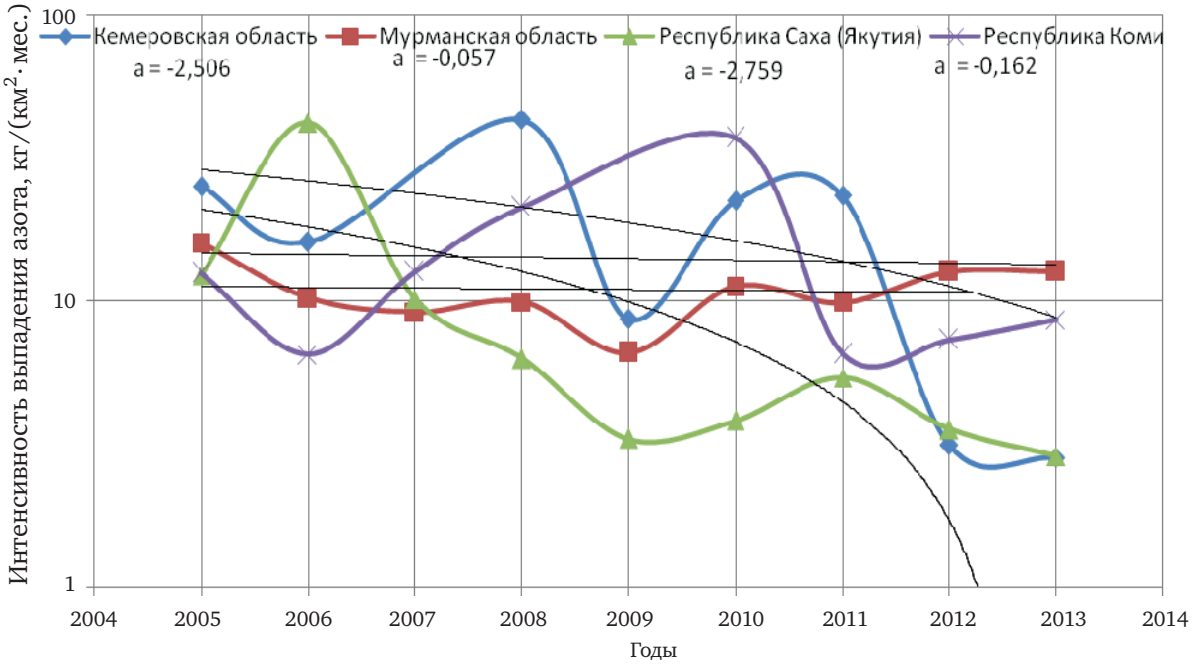


Рис. 2.33. Интенсивность выпадений азота P_N в промышленных и фоновых регионах на ЕТС и АТС по данным мониторинга химического состава снежного покрова в 2005–2013 гг.

Сравнительный анализ приведенных в табл. 2.16 данных по интенсивности выпадений азота P_N показывает, что оценки средних по площади регионов значений P_N, рассчитанные по данным мониторинга снежного покрова, в целом намного (в разы) ниже оценок P_N, полученных на других сетях измерений соединений азота в атмосферных осадках в течение года. При этом минимальные (средние по площади региона) значения P_N оказываются примерно в 4 раза ниже минимальных значений P_N на станциях фонового мониторинга (Шаджатмаз и Хужир). Следует также обратить внимание на большой разброс отношений β_k потоков азота, рассчитанных по содержанию нитратной и аммонийной форм азота в снежном покрове (0,3–7 на ЕТР и 0,3–10 на АТР) по сравнению с вариациями этого параметра, рассчитанного по данным мониторинга химического состава атмосферных осадков (в пределах 0,4–2).

2.3.7. Фоновое загрязнение атмосферных осадков (по данным сети СКФМ)

Тяжелые металлы

В 2013 г. среднегодовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках наблюдались в интервале значений на ЕТР от 2 до 4,6 мкг/л, в Сибири – около 2 мкг/л (табл. 2.17). Внутригодовой ход концентраций свинца в атмосферных осадках в большинстве случаев характеризуется более высокими значениями в теплое полугодие. На рис. 2.34 показан многолетний ход концентраций свинца. На станциях Европейской части РФ наблюдается незначительный рост концентраций свинца в атмосферных осадках с 2009 г., на Азиатской части РФ явного тренда концентраций не наблюдается.

Концентрации кадмия в осадках практически на всей территории России не превышали 0,3 мкг/л (табл. 2.17).

Среднегодовые концентрации ртути в атмосферных осадках на ЕТР в 2013 г. изменялись от 0,14 в центре до 0,4 мкг/л на юге, что ниже прошлогодних значений. В то же время в южных районах Сибири средние концентрации ртути не изменились – менее 0,1 мкг/л (табл. 2.17).

Среднегодовые концентрации меди в атмосферных осадках на ЕТР изменялись от 2 до 4 мкг/л, за исключением Астраханского БЗ, где среднегодовая концентрация достигла 13 мкг/л. В южных районах Сибири средние концентрации меди были несколько ниже – около 4,4 мкг/л. Значения 2013 года несколько ниже прошлогодних, однако лежат в пределах естественной вариабельности ряда.

Полиароматические углеводороды

В 2013 г. среднегодовая концентрация бенз(а)пирена в осадках в фоновых районах ЕТР изменялась от 0,5 до 0,7 нг/л, что несколько выше прошлогодних значений, при этом более высокие уровни значений наблюдались в холодное полугодие. В южных районах Сибири средние концентрации бенз(а)пирена находились на прошлогоднем уровне – около 0,6 нг/л (табл. 2.17).

Пестициды

По данным наблюдений фоновых станций в 2013 г. содержание пестицидов в атмосферных осадках вернулось на крайне низкий уровень прошлых лет. 100% проб γ-ГХЦГ на всех СКФМ были ниже предела обнаружения изомеров, за исключением Приокско-Террасного БЗ, где ненулевые значения наблюдались в пробе снежного покрова. Среднегодовые значения суммы изомеров ДДТ не превысили 135 нг/л, оставаясь на уровне прошлогодних значений (табл. 2.17).

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

Главную роль в трансграничном загрязнении играют выбросы в атмосферу. Это связано с тем, что в этом случае реализуются возможности дальнего, в том числе трансграничного, переноса загрязняющих веществ. Наблюдения в 2013 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.

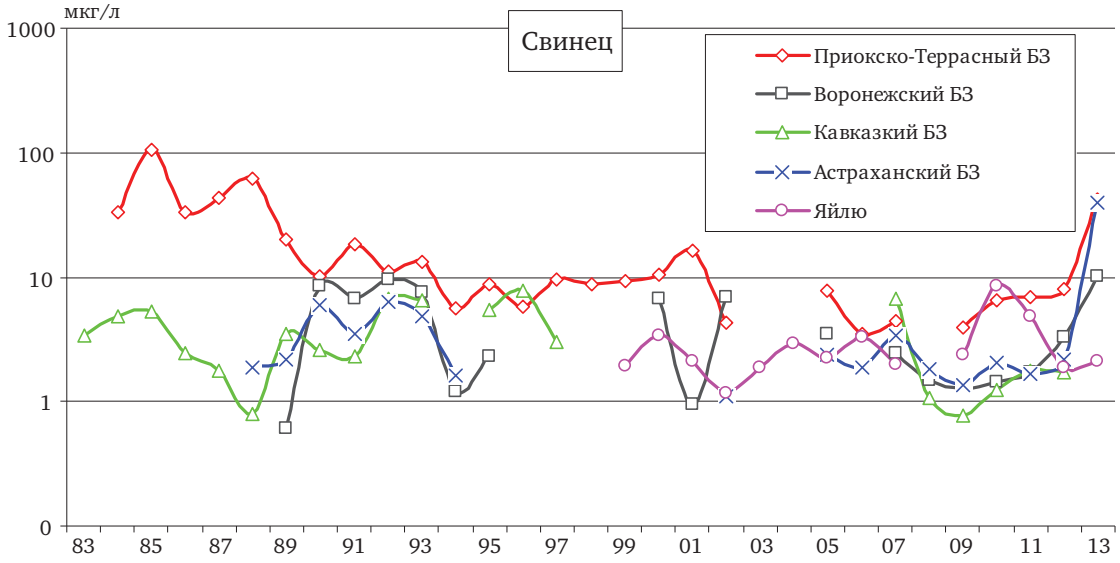


Рис. 2.34. Изменение содержания свинца в атмосферных осадках фоновых районов в 1983–2013 гг.

Таблица 2.17. Концентрации загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.
Кавказский БЗ	1982–2013	0,19–69,0	2,049	0,020–49,0	0,074	0,001–22,4	0,24
Приокско-Террасный БЗ	1983–2013	0,2–696,0	3,882	0,009–20,0	0,208	0,01–80,0	0,138
Астраханский БЗ	1987–2013	0,05–91,0	2,064			0,02–376,0	0,378
Воронежский БЗ	1989–2013	0,18–44,2	4,600	0,035–19,0	0,280	0,001–311,0	0,167
Яйлю	1998–2013	0,25–48,0	2,117	0,04–12,5	0,070	0,009–0,97	0,043

Заповедник	Период наблюдений	Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		γ-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2013 г	Диапазон	2013 г	Диапазон	2013 г
Кавказский БЗ	1982–2013	0,05–61,0	0,807	1,01–1811	129,85	0,25–190	нпо*
Приокско-Террасный БЗ	1983–2013	0,05–28,0	0,487	1,5–1729	66,32	0,25–12960	11,0
Астраханский БЗ	1987–2013	0,05–22,72	0,688	1,5–994	134,40	0,3–111,0	нпо
Воронежский БЗ	1989–2013	0,05–10,4	0,770	1,5–341	128,10	0,3–40,7	нпо
Яйлю	1998–2013	0,1–14,0	0,562	1–350	88,636	0,1–120	нпо

нпо – значение ниже предела обнаружения.

Таблица 2.18. Выпадения с осадками серы и азота, кислотность и частотное распределение величин pH атмосферных осадков в районах расположения российских станций ЕМЕП (2013 г.)

Станция/широта, °N	pH	Доля проб в диапазоне pH,%				
		<4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	>7
Янискоски, 69	5,16	0	26	68	6	0
Пинега, 65	5,70	0	3	50	46	1
Лесной, 56	5,09	0	38	53	9	0
Данки, 55	5,11	0	20	66	14	0

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 ($4 < pH < 5$), на нейтральные ($5 < pH < 7$) 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. 2.18 дает представление о частотном распределении осадков в различных диапазонах кислотности. Очень кислые осадки ($pH < 3$) 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 практическом пространственном постоянстве кислотности осадков для исследуемой территории: различие между максимальным и минимальным значениями pH составляет 0,3 единицы. Таким образом, анализ химического состава атмосферных осадков показал, что осадки, выпадающие в районе станций ЕМЕП, можно классифицировать как нейтральные.

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

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

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

Концентрации сульфатов максимальны в районах, прилегающих к западной границе России и подверженных влиянию трансграничного

переноса. На ст. «Лесной заповедник» среднегодовая концентрация сульфатной серы в осадках в 2013 г. составляла 0,32 мгS/л, на ст. Янискоски – 0,23 мгS/л, на ст. «Пинега» – 0,32 мгS/л, на ст. Данки – 0,38 мгS/л.

Характер меридианного распределения содержания нитратов в осадках соответствует распределению концентраций сульфатов в осадках. На ст. «Лесной заповедник» среднегодовая концентрация нитратов в осадках в 2013 г. составляла 0,26 мгN/л, на ст. Янискоски – 0,07 мгN /л, на ст. «Пинега» – 0,17 мгN/л, на ст. Данки – 0,25 мгN/л.

Необходимо отметить широкий диапазон варьирования концентраций ионов аммония в осадках. На ст. «Лесной заповедник» среднегодовая концентрация ионов аммония в осадках в 2013 г. составляла 0,29 мгN/л, на ст. Янискоски – 0,14 мгN/л, на ст. «Пинега» – 0,32 мгN/л, на ст. Данки – 0,27 мгN/л.

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

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

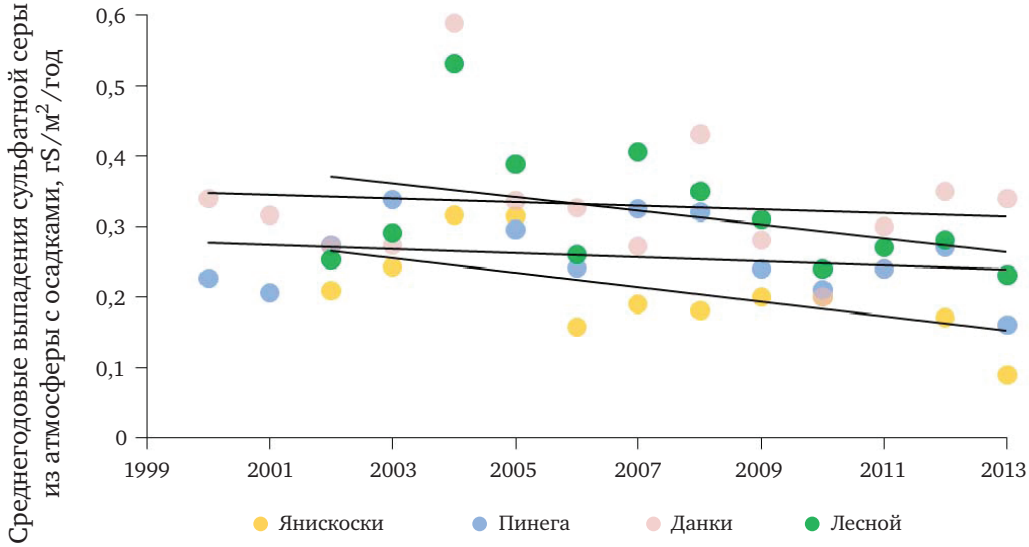


Рис. 2.35. Среднегодовые выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками, гS/м^2/год

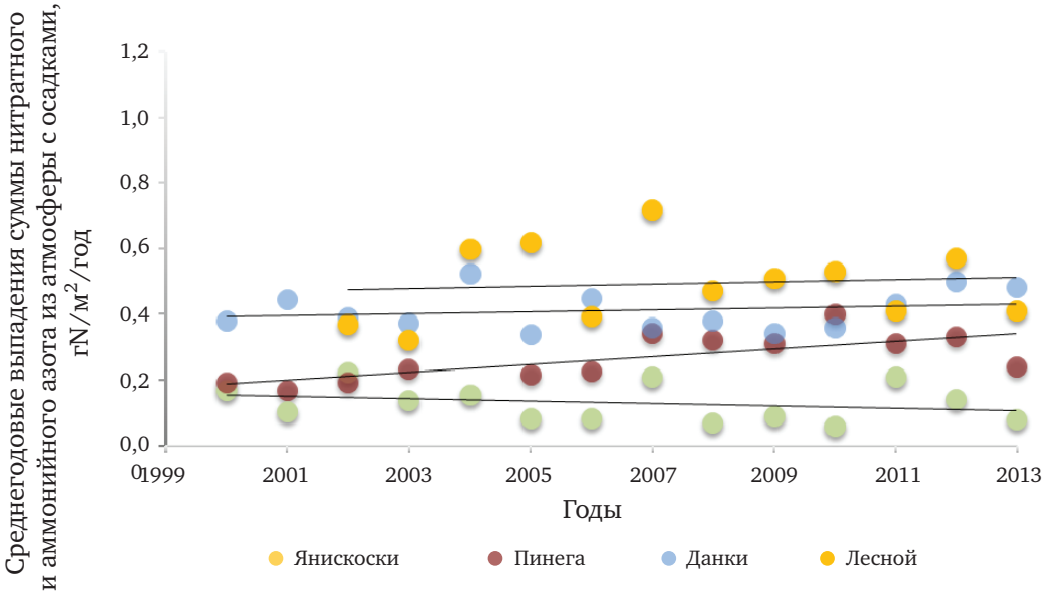


Рис. 2.36. Среднегодовые выпадения суммы нитратного и аммонийного азота из атмосферы с осадками, гN/м^2/год

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 0,09–0,34 г/кв.м в год для серы и 0,08–0,48 г/кв.м в год для азота. Для всех станций ЕМЕП количество мокрых выпадений серы и азота в зимний период существенно ниже, чем в летний. Доля аммонийного азота составляет порядка 60% процентов от мокрого суммарного выпадения азота для станциях ЕМЕП.

На рис. 2.35 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. 2.36. Из рисунка следует, что в целом российские станции ЕМЕП фиксируют рост выпадений азота. Темп этого роста закономерно меняется от станции к станции, что может быть, как и ранее объяснено незначительностью статистического материала при высокой межгодовой вариабельности значений.

Для оценки концентраций соединений серы и азота в атмосферном воздухе использовались значения суточных концентраций газов и аэрозолей. В целом концентрации диоксидов серы и азота закономерно возрастают при переходе с севера в центральные районы России. Пространственное распределение аэрозолей сульфатов и нитратов подобно распределению концентрации двуокиси серы. Измеренные концентрации значительно ниже, чем принятые в мировой литературе допустимые значения для самых чувствительных видов наземной растительности. Анализ внутригодовой изменчивости концентраций диоксида серы показал явную сезонную зависимость. На станции Данки максимальные концентрации наблюдались в январе – феврале (0,84–0,92 мкг/м^3). Подобным же образом ведет себя аэрозольный сульфат.

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

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

В табл. 2.19 сопоставлены значения мокрых выпадений серы и суммарного азота с осадками и значения критических нагрузок по сере и азоту для районов расположения станции. Величины критических нагрузок оценены с использованием методических рекомендаций ЕЭК ООН. Значения критических нагрузок по азоту носят ориентировочный характер.

На основе данных табл. 2.19 можно сделать вывод, что выпадения серы существенно ниже критических нагрузок. В случае азота выпаде-

Таблица 2.19. Сравнение суммарных выпадений и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП, г/м^2/год

Станция	Суммарные выпадения и критические нагрузки для серы		Суммарные выпадения и критические нагрузки для азота	
	Выпадения	Нагрузки	Выпадения	Нагрузки
Янискоски	0,09	0,32–0,64	0,08	<0,28
Пинега	0,16	0,32–0,64	0,24	<0,28
Лесной	0,23	1,6–2,4	0,41	0,56-0,98
Данки	0,34	1,6–2,4	0,48	0,56-0,98

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

По данным измерений в 2013 г. содержание диоксида серы в целом преобладало среди газовых примесей в воздухе на станциях ЕАНЕТ (рис. 2.37), кроме станции Монды, где уровни концентрации хлористого водорода были выше, чем для остальных газов как в среднем за год, так и в отдельные сезоны. На станции Приморская среднегодовое содержание аммиака и диоксида серы находилось в пределах колебаний предыдущих пяти лет, при этом наблюдавшиеся концентраций SO_2 в Приморье были ниже, чем в районе озера Байкал. Среднемесячные концентрации SO_2 в 2013 г. на фоновом уровне (ст. Монды) регистрировались на уровне 0,01–0,5 мкг/м^3 без выраженного сезонного хода.

За весь период наблюдения на всех станциях ЕАНЕТ наибольшие концентрации в составе взвешенных частиц в характерны для сульфатов – около 50–70% состава атмосферных аэрозолей по массе, при этом наиболее высокие значения практически всех ионов характерны для измерений в Приморском крае (рис. 2.38). В Байкальском регионе за десять лет наблюдений содержание практически всех основных ионов в воздухе уменьшилось вдвое. При этом наблюдаемое загрязнение атмосферы на ст. Ли-

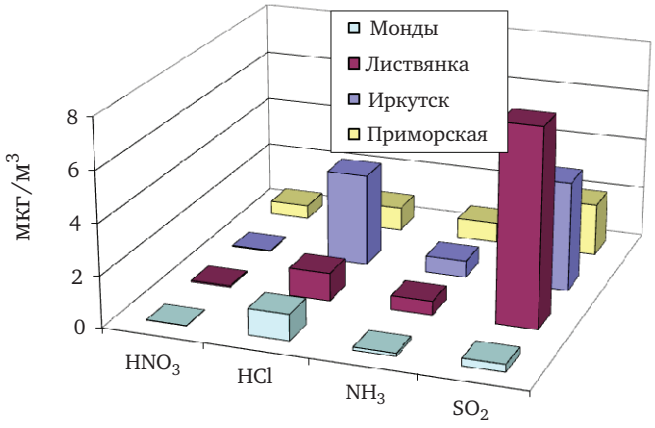


Рис. 2.37. Среднегодовое содержание газовых примесей в воздухе по данным измерений на станциях ЕАНЕТ в 2013 г. (мкг/м^3)

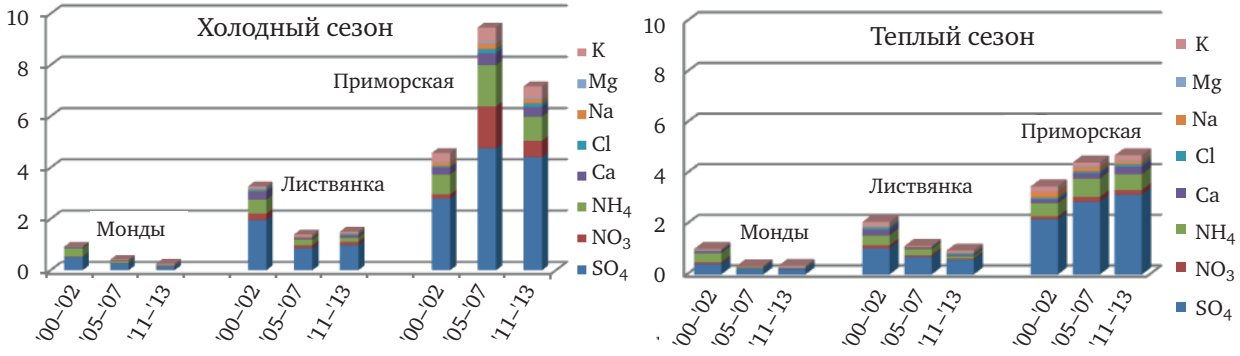


Рис. 2.38. Химический состав аэрозолей (мкг/м^3) на станциях ЕАНЕТ в холодный (слева) и теплый (справа) периоды по наблюдениям в 2013 году

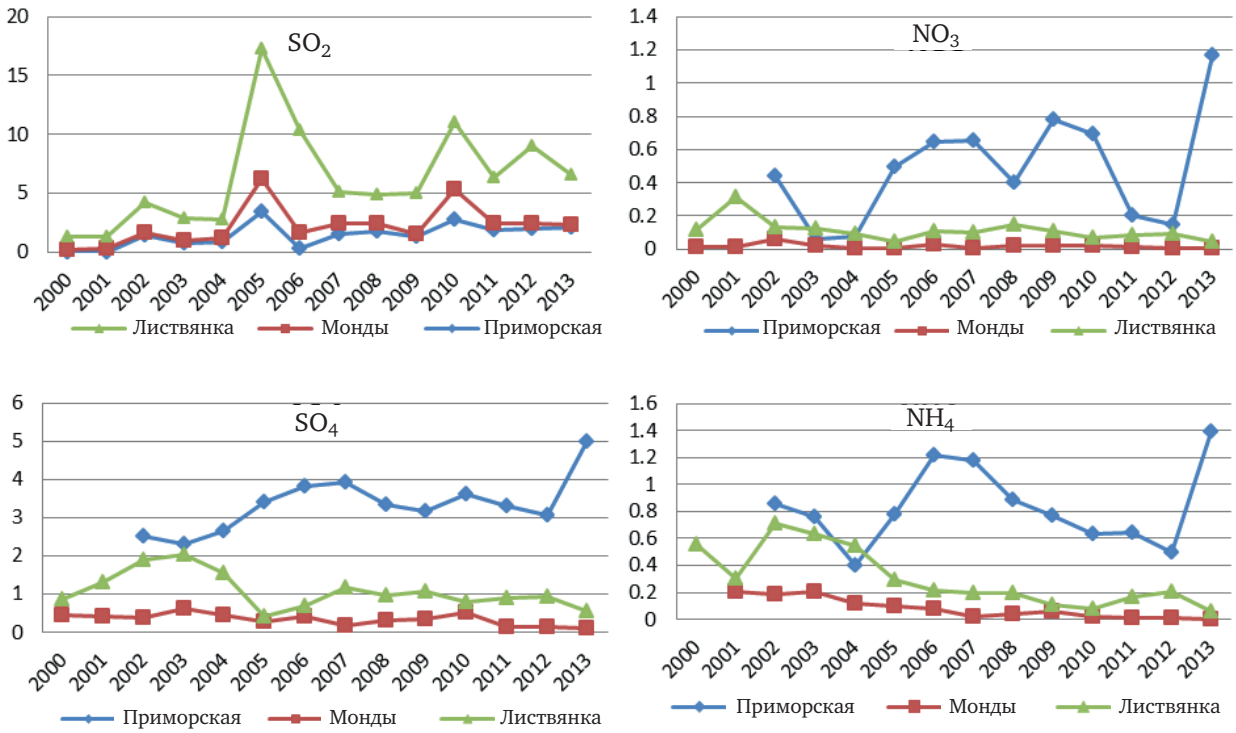


Рис. 2.39. Изменения средних годовых концентрации соединений серы (слева) и азота (справа) в воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг/м^3)

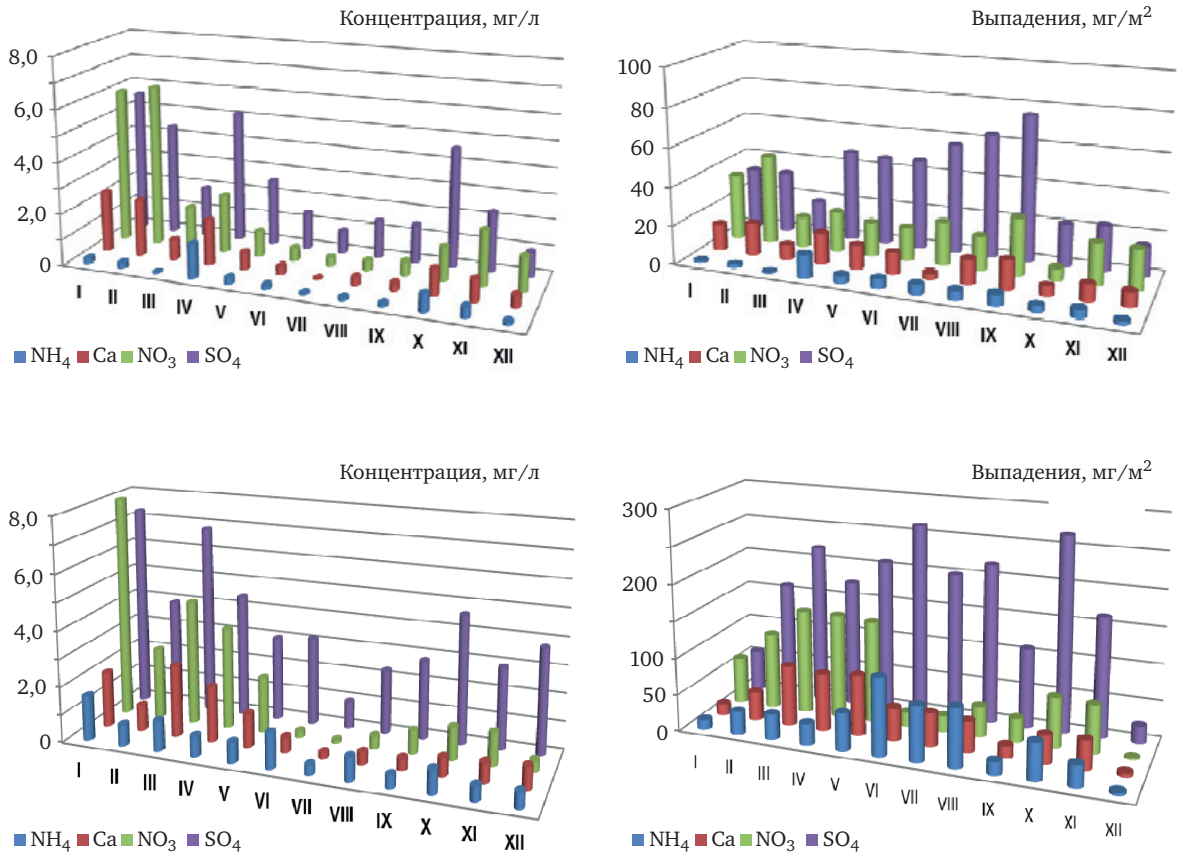


Рис. 2.40. Годовой ход концентраций (слева) и выпадений (справа) основных кислотообразующих ионов с осадками в регионе оз. Байкал (ст. Листвянка, верхний) и на Дальнем Востоке (ст. Приморская, нижний) в 2013 году

Таблица 2.20. Сравнение суммарных выпадений серы и азота с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2008–2013 г. и критических нагрузок, используемых в ЕМЕП, г/м^2/год

Станция	Влажные выпадения (в единицах элемента) (в скобках – среднее за 5 лет)			Критические нагрузки (ЕМЕП)	
	S (SO_4)	N (NO_3)	N (NH_4)	S_{CL}	N_{CL}
Монды	<0,01–0,20 (0,07)	0,004–0,02 (0,012)	0,006–0,04 (0,019)	0,32–0,64	< 0,28
Листвянка	0,15–0,62 (0,33)	0,032–0,10 (0,072)	0,034–0,16 (0,086)	1,6–2,4	0,56–0,98
Приморская	0,44–0,78 (0,60)	0,20–0,33 (0,25)	0,31–0,58 (0,41)	1,6–2,4	0,56–0,98

ствянка в 5 и более раз превышает фоновые уровни загрязнения на ст. Монды. Концентрации сульфатов и аммония в аэрозолях в Приморском крае продолжает оставаться заметно выше, чем в регионе Байкала.

В годовом ходе аэрозолей сульфатов и нитратов на региональных станциях хорошо прослеживается максимум в зимний период. В целом, в 2013 г. среднесезонные концентрации в районе оз. Байкал были на уровне многолетних характерных значений, а в Приморье выше, чем за два предыдущих года.

В многолетнем ходе средних концентраций серо- и азотсодержащих веществ в воздухе отмечается некоторое уменьшение среднегодовых значений на станциях в регионе оз. Байкал по сравнению с 2010–2012 гг. (рис. 2.39), тогда как в Приморском крае в 2013 г. заметно выросло содержание в атмосфере аэрозолей серу- и азотсодержащих веществ.

По наблюдениям за загрязнением осадков, в течение 2013 г., как и ранее, на региональном уровне более высокое содержание сульфатов и нитратов в осадках характерно для Дальнего Востока. В пробах станции Приморская также отмечается более высокое содержание аммония. Сезонные изменения выпадений сульфатов определяется в основном годовым ходом осадков. Максимальные потоки сульфатов в 2013 г. отмечены на ст. Листвянка в апреле-сентябре (более 0,34 г/м^2, в холодный период влажные выпадения не превышали 0,14 г/м^2, несмотря на высокие концентрации их в осадках (рис. 2.40)). На Приморской внутригодовой ход выпадений выражен наиболее явно для нитратов и кальция с максимумами в конце зимы-весной, вместе с наибольшими концентрациями этих веществ в осадках.

Вследствие региональных особенностей поступления осадков, при сравнимых уровнях концентраций кислотных соединений в осадках величина их влажных выпадений значительно выше в Приморском регионе, чем в Байкальском регионе (табл. 2.20). При этом уровни потоков серы и азота с осадками (без учета сухих выпадений) в Восточной Сибири все еще ниже значений критических нагрузок, предлагаемых в ЕМЕП для оценки выпадений. Тем не менее, для некоторых районов Приморья общие выпадения азота могут приближаться к указанным критическим значениям.

2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности

2.4.1. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности биосферных заповедников по данным сети СКФМ

Загрязняющие вещества содержатся в атмосферном воздухе на взвешенных твердых пылевых частицах или в паровой фазе. Они переносятся в воздушной среде на большие расстояния, а затем поступают в наземные экосистемы путем мокрого выпадения или сухого осаждения на подстилающую поверхность даже в районах, удаленных от источников загрязнения на значительные расстояния.

Наиболее опасными для экосистем загрязняющими веществам являются тяжелые металлы и стойкие органические загрязнители (ПАУ, хлорорганические пестициды, диоксины и др.), такие вещества принято называть экотоксикантами.

На СКФМ осуществляются наблюдения за валовым содержанием в почвах и растительности тяжелых металлов (свинец, кадмий, ртуть и медь), бенз(а)пирена и хлорорганических пестицидов (ДДТ, γ-ГХЦГ).

Содержание загрязняющих веществ в почвах

Наблюдения за содержанием экотоксикантов в почвах биосферных заповедников проводятся на постоянных площадках СКФМ – с периодичностью 1 раз в 3–5 лет. Отбор проб осуществляется из верхнего минерального 10 см слоя почвы, а в лесных экосистемах – также и из органогенного горизонта лесной подстилки. Постоянные пробные площадки приурочены к основным экотопам региона. В 2013 году проведено

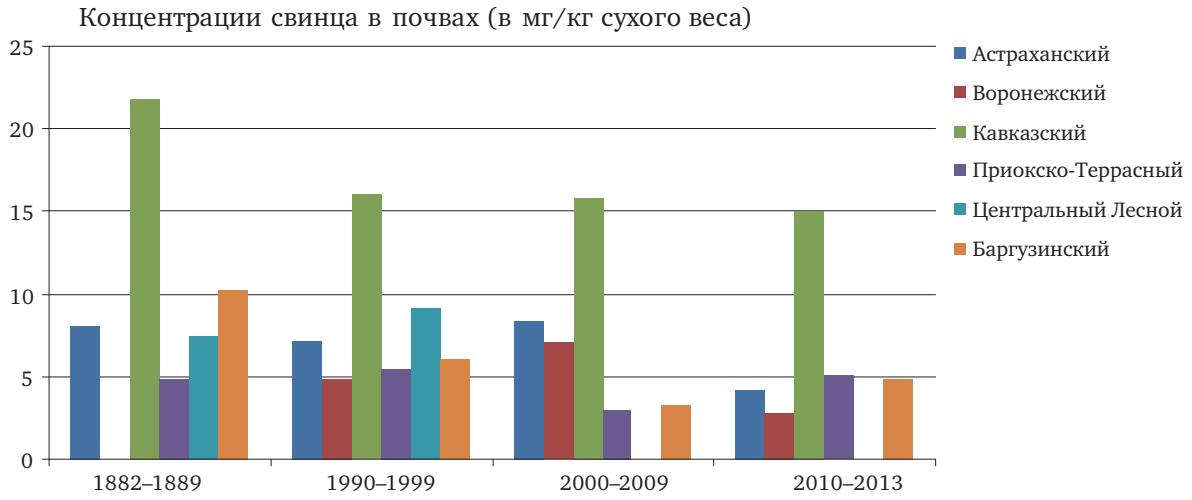


Рис. 2.41. Динамика средних значений валовой концентрации свинца в почвах биосферных заповедников по 10-летним периодам

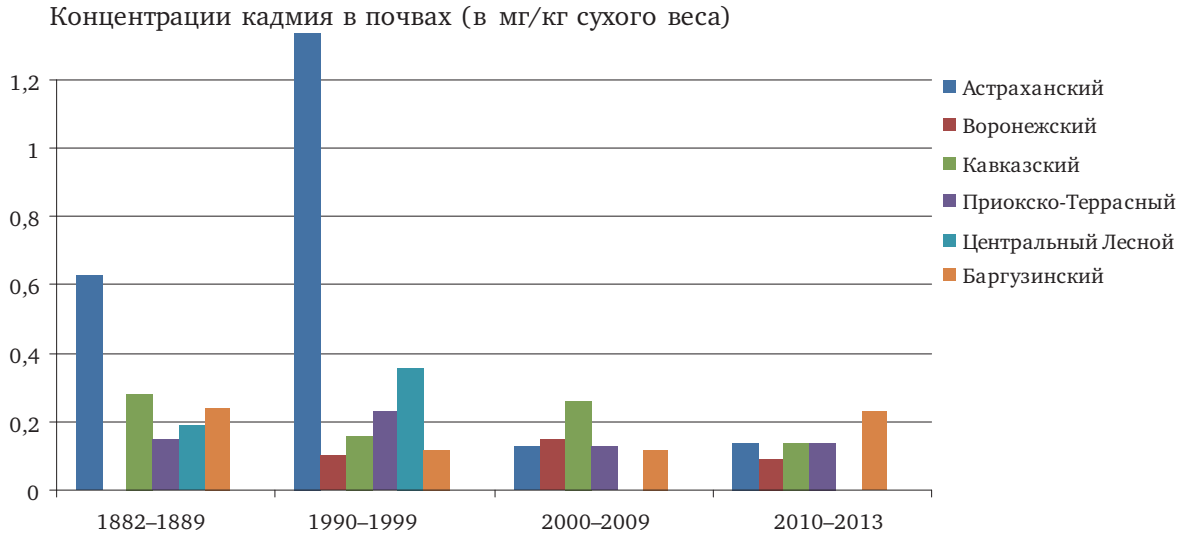


Рис. 2.42. Динамика средних значений валовой концентрации кадмия в почвах биосферных заповедников по 10-летним периодам

обследование состояния загрязнения почв на всех СКФМ. В целях расширения сети и создания новых СКФМ в 2011–2013 гг. проведены комплексные обследования загрязнения природных сред, в том числе почв, в биосферных заповедниках «Волжско-Камский», «Командорский» и в национальном парке (биосферном резервате) «Смоленское Поозерье».

В табл. 2.21 приведены полученные в 2013 г. значения концентраций тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в верхнем 10 сантиметровом слое почв СКФМ (значения усреднены по разным экотопам), а также диапазоны изменения массовых долей экотоксикантов на СКФМ в различных экотопах и глубинах почвенного профиля за период с 2004 по 2013 г.

За последние десятилетие не зарегистрировано случаев превышения концентраций загрязняющих веществ установленных нормативных величин ПДК (ОДК). Отмечались близкие к ПДК (ОДК) значения содержания соединений в почвах свинца и бенз(а)пирена в Воронежском БЗ, кадмия в Алтайском БЗ (Яйлю), меди в Алтайском и Приокско-Террасном БЗ.

Наблюдения за загрязнением почв в биосферных заповедниках ведутся с 1982 года и накоплен фактический материал, позволяющий оценивать долговременные тенденции изменения средних величин концентраций экотоксикантов в почвах. На рис. 2.41–2.44 приведены диаграммы многолетней динамики средних значений концентраций свинца, кадмия, γ-ГХЦГ и ДДТ (с метаболитами).

Как видно из диаграммы (рис. 2.41) максимальные значения концентраций свинца отмечаются в почвах Кавказского БЗ, что связано, прежде всего, с особенность почвообразующих пород. За последние 30 лет произошло сниже-

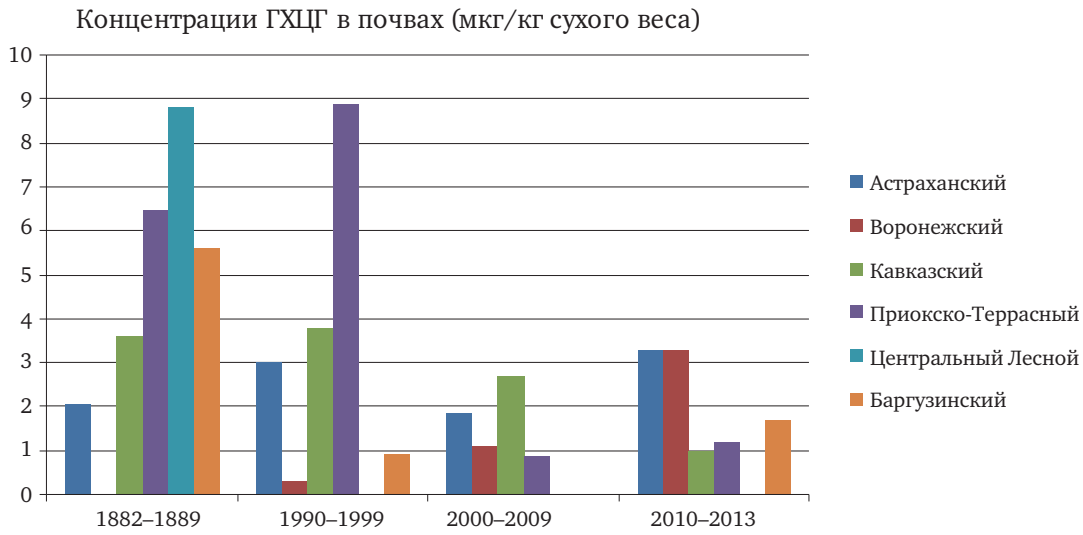


Рис. 2.43. Динамика средних значений γ-ГХЦГ в почвах биосферных заповедников по 10-летним периодам

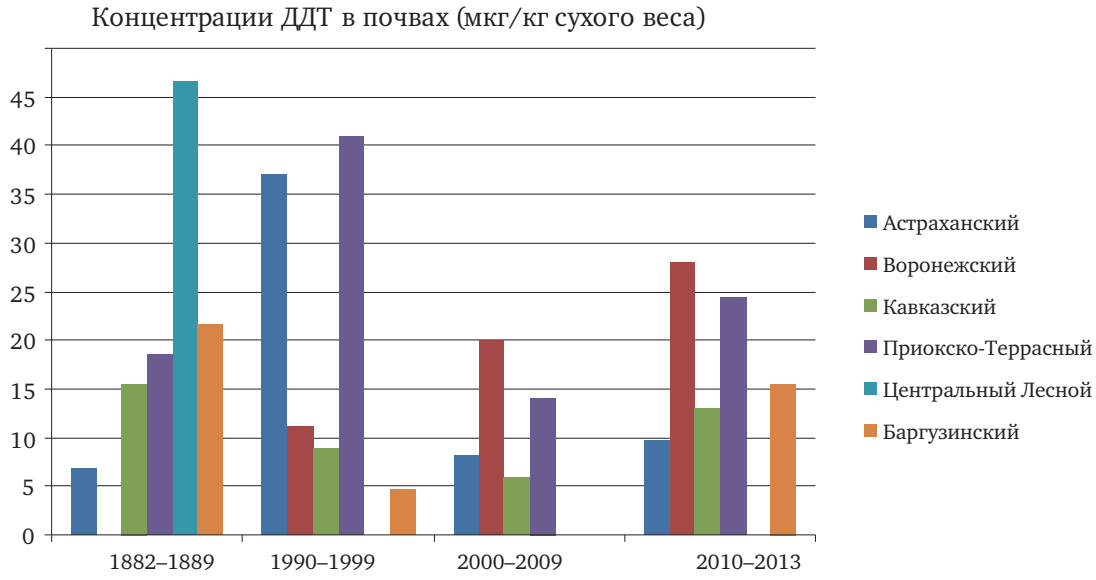


Рис. 2.44. Динамика средних значений концентрации ДДТ (с метаболитами) в почвах биосферных заповедников по 10-летним периодам

ние в 1,5–2 раза среднего уровня загрязнения почв свинцом в верхних горизонтах почв Кавказского, Баргузинского и Воронежского БЗ. Валовая концентрация свинца в почвах Приокско-Террасного БЗ практически не изменилась.

Уровень концентраций кадмия в почвах Астраханского БЗ в конце прошлого века существенно превышал в ОДК (0,5 мг/кг для песчаных почв) и понизился в почвах Астраханского БЗ в последнее десятилетие, в то время как в других заповедниках достоверных изменений валовых концентраций кадмия не отмечается, а регистрируемые концентрации находятся на уровне кларка гранитного слоя коры континентов (0,16 мкг/кг).

За период наблюдений отмечается общая тенденция снижения фонового уровня загрязнения почв остаточными количествами пестицидов на фоновом уровне (рис. 2.43 и 2.44) во всех биосферных заповедниках. В наибольшей степени снижение остаточных количеств отмечается для γ-ГХЦГ, концентрация этого пестицида в почвах снизилась в 5 и более раз. Сегодня в почвах заповедников регистрируются значения, в 50 и более раз ниже установленных ПДК и близкие к пределу лабораторного измерения, что позволяет говорить об отсутствии загрязнения почв γ-ГХЦГ.

В отношении ДДТ и его метаболитов следует отметить, что следовые количества этого весьма стойкого в природной среде пестицида по-прежнему сохраняются в почвах биосферных заповедников. За более чем 30 лет наблюдений не произошло столь же значительных

Таблица 2.21. Средние концентрации приоритетных загрязняющих веществ в почве в 2012–2013 годах и диапазоны значений за период 2004–2013 гг. по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга

Заповедник / ООПТ	Почвы опробования	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг		Бенз(а)пирен, мкг/кг		Сумма-ДДТ, мкг/кг		γ-ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.
Центральный федеральный округ													
НП Смоленское Поозерье	Дерново-подзолистые и болотно-подзолистые суглинистые	3,7–10,0	8,8*	0,12–0,35	0,35*	2,2–16,0	11,9*	0,2–1,2	0,2*	≤0,2–10,0	≤0,2*	≤0,2–0,7	≤0,2*
Приокско-Террасный БЗ	Дерново-подзолистые супесчаные	1,4–19,0	2,8	0,02–0,29	0,11	0,53–58,0	8,2	0,1–0,9	0,4	0,5–70,8	34,8	≤0,05–4,5	3,7
Воронежский БЗ	Дерново-подзолистые песчаные и аллювиальные болотные почвы	1,30–29,0	2,8	0,03–0,50	0,09	2,9–7,5	4,8	0,1–18,1	0,09	0,5–78,0	28,0	≤0,05–4,5	3,2
Южный федеральный округ													
Астраханский БЗ	Аллювиальные луговые песчаные	1,5–6,6	5,4	0,04–0,42	0,43	9,7–14,0	11,2	0,08–0,23	0,1	0,3–25,0	4,2	≤0,05–13,2	6,5
Кавказский БЗ	Горные бурые лесные – горно-луговые	6,3–25,0	13,5	0,05–0,32	0,15	7,8–22,0	13,0	0,08–1,4	0,4	0,5–41,1	3,9	≤0,05–3,1	0,03
Приволжский федеральный округ													
Волжско-Камский БЗ	Дерново-подзолистые супесчаные	2,9–12,0	8,5	0,05–0,46	0,16	7,5–20,4	18,0	0,1–0,3	0,1	0,5–71,4	23,3	≤0,2–4,5	2,8
Сибирский федеральный округ													
Баргузинский БЗ	Горно-лесные подзолистые – горные мерзлотно-таежные	2,4–8,2	4,9	0,04–2,8	0,23	3,1–12,0	6,1	0,3–1,6	0,5	0,5–98,6	15,5	≤0,05–3,4	1,7
Алтайский БЗ (Яйлю)	Дерново-подзолистые, черноземовидные – горно-луговые – горно-лесные	7,5–14,0	10,8	0,14–0,80	0,22–	5,8–57,0	8,5–	0,1–0,8	0,5	2,9–33,4	4,8	≤0,05–0,5	0,25
Дальневосточный федеральный округ													
Командорский БР	дерновые субарктические и подбуры	5,2	5,2*	0,17	0,17*	10,4	10,4*	0,3	0,3*	36,0	36,0*	1,1	1,1*

* Так как отбор проб почвы и растительности производится 1 раз в 3–5 лет, приведены данные последнего измерения.
– Нет данных.

снижений концентраций, как для γ-ГХЦГ. Регистрируемые в последние годы концентрации обычно в 3–5 раз ниже установленного ПДК, что позволяет также характеризовать почвы как «чистые» по содержанию ДДТ. Однако, в иллювиальных горизонтах почв с дифференцированном профилем, в которых осуществляется активное вертикальное перераспределение веществ, на глубине 50–80 см можно обнаружить достаточно высокие концентрации пестицида, поступившего ранее из верхних горизонтов и сохранившегося на этом естественном барьере до настоящего времени (например, 71 мкг/кг в Волжско-Камском БЗ).

Содержание загрязняющих веществ в растительности

В типичных природных комплексах биосферных заповедников осуществляются регулярные наблюдения за содержанием экотоксикантов в зелёных частях растений. В 2013 году проведено обследование загрязнения растительности на всех функционирующих СКФМ. Отбор и анализ образцов проводился раздельно по основным ярусам лесных экосистем и формам природного материала: листва/хвоя деревьев, напочвенная травянистая растительность (разнотравье) и мхи, как правило плевроциум Шребера (*Pleurozium schreberi (Brid.)*).

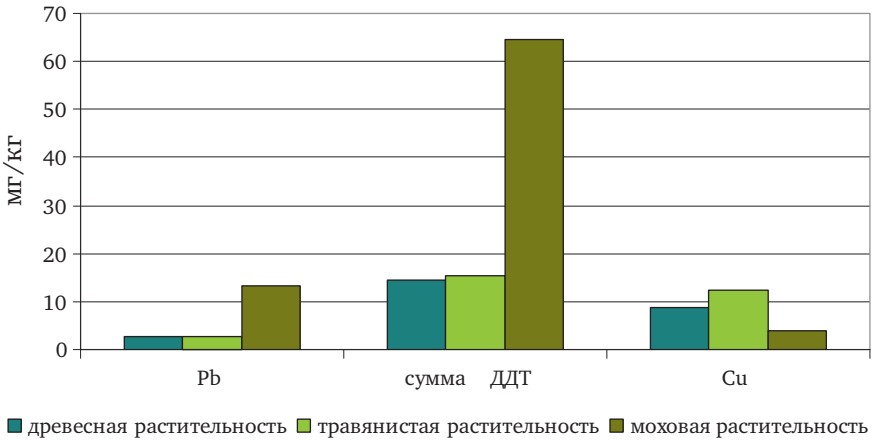


Рис. 2.45. Среднее содержание загрязняющих веществ в растительности древесного, травянистого и мохового ярусов станций комплексного фонового мониторинга в 2013 г.

Результаты обследования текущего года и диапазоны значений концентраций экотоксикантов за период с 2004 по 2013 гг. в растительности районов размещения СКФМ представлены в табл. 2.22. Максимальные концентрации соединений свинца отмечаются в зеленых частях мха плевроциум Шребера, собранного в Волжско-Камском БЗ (37,0 мг/кг сухого веса). Самые высокие уровни накопления соединений кадмия отмечаются в листве деревьев в Приокско-Террасном БЗ и Астраханском БЗ (3,5 мг/кг и 2,1 мг/кг соответственно). Максимальное содержание соединений меди зарегистрировано в травянистом напочвенном покрове и листве ясеня Астраханского БЗ (59,5 мг/кг и 37,5 мг/кг соответственно). Среди стойких органических загрязнителей, инкорпорированных в растительную массу, повышенным уровнем накопления остаточных количеств ДДТ и его метаболитов характеризуется моховый покров Волжско-Камского БЗ (122,0 мкг/кг), а также листья рододендрона Командорского БР, хвоя сосны Воронежского БЗ и напочвенная травянистая растительность Приокско-Террасного БЗ (34,4–51,4 мкг/кг), в то время как содержание бенз(а)пирена и γ-ГХГЦ в растениях различных СКФМ незначительно варьирует на уровне низких значений.

Сопоставление средних для всех обследованных СКФМ концентраций загрязняющих веществ в растительности древесного, травянистого и мохового ярусов в 2013 г. (рис. 2.45) выявило в ряде случаев избирательность биологического накопления поллютантов в зависимости от жизненной формы растений. Так, соединения свинца и ДДТ накапливаются преимущественно в моховом покрове; соединения меди – в напочвенном травянистом покрове. В то же время для соединений кадмия, γ-ГХГЦ и бенз(а)пирена определенная зависимость концентрации поллютанта от жизненной формы растений и яруса не выявлена.

Основным, повсеместно используемым растительным объектом наблюдения в биосферных заповедниках является наземная травянистая растительность, проба которой отбирается с определенной площади типичного лугового и лесного фитоценоза и не разделяется по видам. По этому компоненту накоплена наиболее полная база данных, позволяющая провести сравнение среднего содержания экотоксикантов в травянистой растительности по десятилетним периодам.

Диаграмма, построенная по усредненными за десятилетние периоды значениям концентрации свинца (рис. 2.46) демонстрирует снижение за последние 30 лет содержания этого поллютанта в травянистой растительности Кавказского, Баргузинского и Воронежского БЗ, в то время как в Астраханском БЗ, напротив, отмечается рост содержания соединений свинца в последние годы.

Концентрации кадмия в травянистой растительности с 2000-х годов возросли только на СКФМ в Астраханском БЗ, а на других СКФМ достоверных изменений не прослеживается (рис. 2.47). В последнее десятилетие в растительности Астраханского БЗ регистрируются значения концентраций кадмия в 3 и более раза выше, чем на других СКФМ. Характерно, что среднегодовые значения концентрации кадмия в воздухе на СКФМ Астраханского БЗ также в 3–5 раз выше, чем на других российских СКФМ.

Как и для почв, для травянистой растительности отмечается общая тенденция снижения уровня содержания остаточных количеств хлорорганических пестицидов (ХОП) за период с 1982 года (рис. 2.48 и 2.49). В наибольшей степени снижение концентраций остаточных количеств ХОП отмечается для γ-ГХЦГ, его концентрация в растительности снизилась в 5 и более раз. Сегодня в растительности заповедников почти повсеместно регистрируются значения

Таблица 2.22. Средние концентрации приоритетных загрязняющих веществ в растительности в 2012–2013 гг. и диапазоны значений за период 2004–2013 гг. по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга

Заповедник / ООПТ	Вид растительного образца	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг		Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		γ-ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.
Центральный федеральный округ													
Смоленское Поозерье	Листва деревьев Травянистый покров Мох	0,3–7,3	1,2 3,4 4,0	0,18–0,96	0,90 0,39 0,90	–	5,3 9,2 4,3	0,03 0,10–1,10 0,03–0,30	0,03 0,40 0,20	1,0–2,0 ≤0,5–21,0 1,0–14,0	1,1 11,0 7,1	≤0,05 ≤0,05–1,1 1,0–2,0	≤0,05 1,0 1,7
Приокско-Террасный БЗ	Листва деревьев Травянистый покров	0,05–1,5 0,50–1,5	1,2 0,5	0,15–3,50 0,16–1,50	3,50 0,60	0,7–20,0 1,9–9,0	5,6 3,2	0,05–0,19 0,16–0,19	0,15 0,16	0,5–58,7 0,5–51,0	4,3 34,4	≤0,05–3,2 ≤0,05–3,8	3,2 3,8
Воронежский БЗ	Хвоя сосны Травянистый покров Мох	0,2–1,9 0,1–1,9 6,8–10,3	1,6* 1,4* 10,3*	0,20–0,60 0,30–0,60 0,40–0,90	0,50* 1,40* 0,90*	–	–	0,40	0,40*	2,0–37,3	37,3*	0,05–3,5	2,4*
Южный федеральный округ													
Астраханский БЗ	Листва деревьев Травянистый покров	0,59–7,40 0,68–17,0	5,9 10,8	0,30–5,30 0,40–6,70	2,05 0,89	9,5–107,0 3,3–98,0	37,5 59,5	0,15–0,30 0,12–0,15	0,22 0,15	≤0,5–68,0 ≤0,5–12,3	3,3 ≤0,2	0,3–1,4 ≤0,05–1,4	2,0 0,9
Кавказский БЗ	Листва/хвоя деревьев Травянистый покров	1,12–18,1 0,8–1,6	7,3 0,7	0,14–1,58 0,10–0,65	0,81 0,20	0,3–2,7 2,8–7,6	1,5 2,8	0,15	0,15	≤0,5–15,0 ≤0,5–44,2	2,9 23,0	≤0,05–2,0 ≤0,05–4,2	2,0 1,4
Приволжский федеральный округ													
Волжско-Камский БЗ	Хвоя сосны, Травянистый покров Мох	1,3–2,9 1,4–3,9 4,0–42,0	2,5 3,0 37,0	0,25–0,50 0,28–2,70 0,70–0,90	0,40 1,50 0,80	3,7–18,0 3,5–9,8 4,2–11,0	4,2 3,5 5,0	0,21–0,28 0,07 0,07–0,14	0,25 0,07 0,10	1,0–23,0 3,0 46–220	12,0* 3,0 122,0*	2,7–5,4 2,0 0,5–5,0	4,0* 2,0* 2,5
Сибирский федеральный округ													
Баргузинский БЗ	Листва деревьев Травянистый покров Хвоя кедровой сосны Мох	0,36–0,53 0,29–1,4 0,44–1,3 1,0–3,5	0,5 0,7 0,7 2,2	0,33–0,88 0,06–0,27 0,20–0,48 0,30–1,30	0,60 0,15 0,30 0,60	0,5–4,0 0,8–3,2 1,1–2,5 2,3–3,2	2,3 1,9 1,9 2,7	0,02–0,60 0,24–0,60 0,24–0,60	0,25 0,35 0,33	3,4 13,0	3,4 13,0	1,5 3,4 –	1,5 3,4 –
Алтайский БЗ (Яйлю)	Травянистый покров	1,0–1,5	1,4	0,19–0,33	0,19	5,5–7,2	6,1	0,14–0,30	0,30	6,2–28,7	7,8	≤0,05–2,6	1,3
Дальневосточный федеральный округ													
Командорский БР	Листья рододендрона	–	0,5*	–	0,10*	–	4,0*	–	0,10*	–	51,4*		–

* Последнее измерение.

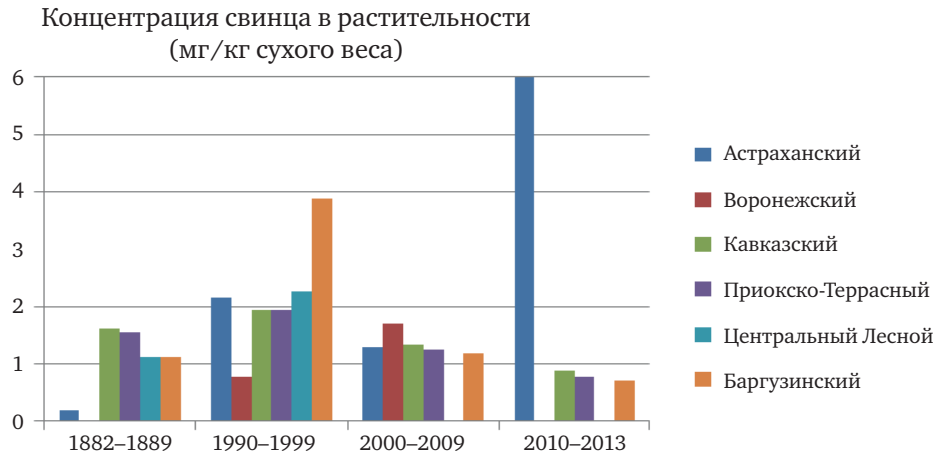


Рис. 2.46. Динамика средних значений валовой концентрации свинца в травянистой растительности биосферных заповедников по 10-летним периодам

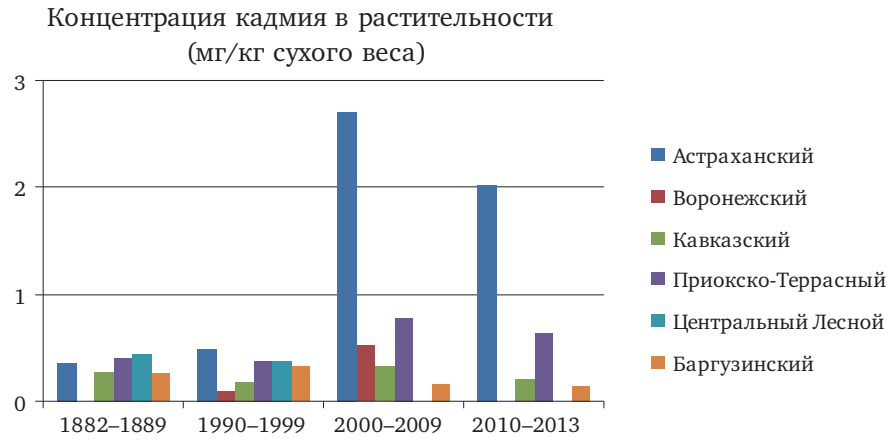


Рис. 2.47. Динамика средних значений валовой концентрации кадмия в травянистой растительности биосферных заповедников по 10-летним периодам

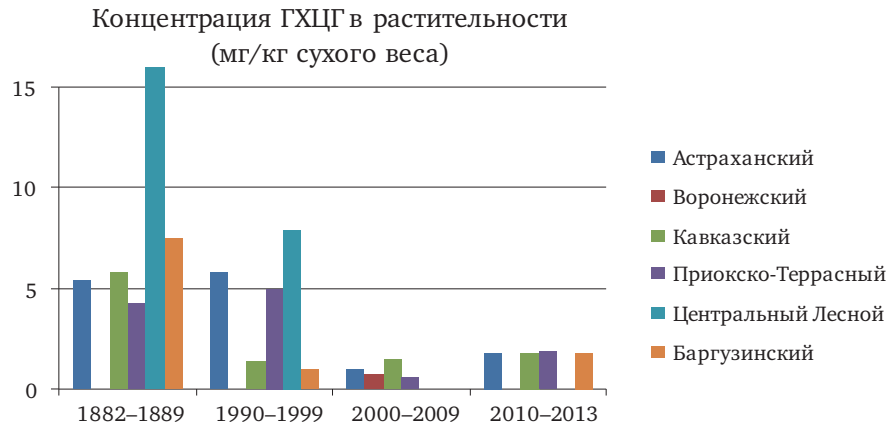


Рис. 2.48. Динамика средних значений γ-ГХЦГ в травянистой растительности биосферных заповедников по 10-летним периодам

содержания γ-ГХЦГ, близкие к пределу лабораторного измерения, что свидетельствует об остаточном характере накопления поллютанта и об отсутствии актуальных источников его поступления в компоненты почвенно-растительного покрова.

В отношении ДДТ и его метаболитов следует отметить, что следовые количества этого весьма стойкого в природной среде пестицида по-прежнему отмечаются и в растительности биосферных заповедников. С учетом многолетней динамики показателей, наиболее высокие

Рис. 2.49. Динамика средних значений концентрации ДДТ (с метаболитами) в травянистой растительности биосферных заповедников по 10-летним периодам

остаточные концентрации ДДТ зафиксированы в растительности Астраханского и Воронежского биосферных заповедников.

2.4.2. Фоновые массовые доли токсикантов промышленного происхождения РФ

Для сравнения уровней загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) вблизи источников промышленных выбросов с фоновыми массовыми долями соответствующих химических веществ ежегодно проводится отбор проб почв в фоновых районах, прилегающих к техногенным. Согласно ИСО 11074-1-96, фоновая концентрация вещества в почвах – это средняя концентрация вещества в исследуемых почвах, зависящая от геологических и почвообразующих условий. Фоновый район для вещества в почвах изучаемого города – территория в районе расположения города с фоновой концентрацией вещества в почвах, аналогичных почвам города.

В почвах определяются массовые доли тяжелых металлов (ТМ), нефти и нефтепродуктов (НП), фтора, нитратов, сульфатов и бенз(а)пирена (БП). Ежегодно летом отбирают от 1 до 10 объединённых проб почв в фоновых районах обследуемых городов. В 2013 году количество мест наблюдений в фоновых районах составило 24, количество отобранных объединенных проб почв – 73.

Результаты многолетних наблюдений за фоновыми валовыми и (или) кислоторастворимыми (сравнимыми с валовыми) формами массовых долей ТМ, НП и БП в почвах районов, в которых проводились наблюдения за загрязнением почв ТПП в 2013 году, приведены в табл. 2.23 и 2.24. В одной из таблиц даны уточнённые места отбора фоновых проб почв в 2013 году. Для Верхнего Поволжья ввиду многочисленности мест отбора фоновых проб почв в 2013 году указано только положение отдельных фоновых площадок отбора проб.

В фоновом районе для г. Дзержинск Нижегородской области, в НПП «Самарская Лука» и АГМС пос. Аглос Волжского района Самарской области варьирование массовых долей ТМ в почвах остаются в пределах, установленных в 2006–2012 годах. Исключение составляют цинк, а также НП, содержание которых с учётом результатов наблюдений 2013 года изменяется соответственно от 55 до 271 мг/кг и от 12 до 96 мг/кг в почвах АГМС пос. Аглос.

Значение фоновой массовой доли обменных сульфатов (извлекаемых 1 н раствором KCl) в лугово-бурых почвах Приморского края в районе г. Уссурийск находится в пределах от 3,3 до 37 мг/кг, в серых лесных почвах Иркутской области в районе г. Слюдянка и п. Култук – от 54 до 340 мг/кг. От значения ниже предела определения до 227 мг/кг изменяется значение фоновой массовой доли водорастворимых сульфатов в черноземах Волжского района Самарской области.

В табл. 2.25 представлены значения массовых долей нитратов и водорастворимого фтора в почвах фоновых районов Западной Сибири, Приморского края, Иркутской, Самарской и Свердловской областей.

В большинстве регионов значения массовых долей ТПП в почвах варьируют в определённых пределах, зависящих от природной неоднородности почв, оставаясь в среднем за период наблюдений примерно на одном уровне. Отдельные высокие значения фоновых массовых долей химических веществ в почвах встречаются редко.

За многолетний период наблюдений превышение предельно допустимых и ориентировочно допустимых концентраций химических веществ в почвах наблюдается в единичных случаях, которые не связаны с промышленным загрязнением.

Таблица 2.23. Массовые доли кадмия, меди, свинца, цинка, НП и БП, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Cd	Cu	Pb	Zn	НП (БП)
1	2	3	4	5	6	7	8
Верхнее Поволжье г. Нижний Новгород	Дерново-подзолистые	1995–2013	но* –1,8	<5–58	<8–100	7–370	<25–453
г. Кстово д. Владимировка		2013	<4,0	<5–11	17–40	29–87	<25–31
г. Арзамас Шатковский район		2012–2013	<4,0	16–56	<8–19	26–120	50–80
г. Йошкар-Ола Казанский тракт 25 км		2013	<4,0	35–54	25–39	12–31	25–40
г. Новочебоксарск СЗ 6 км	Чернозёмы	1997–2013	<4,0	13–35	9–77	23–205	44–1220
Западная Сибирь г. Новосибирск З 38 км с. Прокудское	Подзолистые	1998–2013	но –1,0	3–30	3–28	5–47	9–260
г. Кемерово д. Калинкино ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Серые лесные	1995–2013	но –6,3	4–41	5–31	18–169	6–110
г. Новокузнецк пос. Сарбала ЮЮВ 32 км от ГРЭС	Подзолистые	1995–2013	но –0,5	3–27	4–25	5–133	но –102
г. Томск, с. Ярское Ю 43 км от ГРЭС-2	Подзолистые	2001–2013	<0,25–1,0	2–200	8–27	24–200	20–160
Иркутская область г. Слюдянка пос. Култук З 50 км, СВ 50 км; вблизи пос. Тыреть для НП	Серые лесные	2005, 2013	0,15–0,17	16–200	8–38	39–440	40–534**
Приморский край г. Уссурийск С 50 км	Лугово-бурые	1985–2013	но –1,25	8–30	10–48	20–105	(<0,05)
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км	Дерново-подзолистые	2008–2013	но –0,5	2,5–11	4–18	10–180	51–96
г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»		2008–2013	но –0,96	5–22	4–22	17–60	36–150
Республика Башкортостан г. Октябрьский СВ 15 км	Чернозёмы	2006–2013	но	25–35	18	41–77	–
г. Туймазы ЮВ 20 км	Серые лесные	2006–2013	но –11	20–37	16–25	44–47	–
Свердловская область г. Ревда Ю 30 км г. Кировград СЗ 3 км г. Полевской Ю 8 км г. Сухой Лог С 4 км	Дерново-подзолистые	1995–2013	но –3,0	10–368	6,4–81	19–409	–

* но – не обнаружено.
** В почвах Иркутской области.

Таблица 2.24. Массовые доли кобальта, марганца, никеля и хрома, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Co	Mn	Ni	Cr
1	2	3	4	5	6	7
Верхнее Поволжье						
г. Нижний Новгород поле ООО СПК «Ждановский»	Дерново-подзолистые	1995–2013	но* –11	5–1350	но–48	<10–174
г. Арзамас		2012–2013	<1,0–4,9	99–560	16–32	28–93
г. Йошкар-Ола		2013	<1,0	77–93	11–23	15–35
г. Кстово		2013	<1,0	14–110	<10–18	<10–17
г. Новочебоксарск	Чернозёмы	1997–2013	<1,0–8	75–646	16–36	14–240
Иркутская область						
г. Слюдянка, п. Култук З 50 км; СВ 50 км	Серые лесные	2005, 2013	0,8–36	205–1150	5–180	42–740
Приморский край						
г. Уссурийск	Лугово-бурые	1989–2013	6–25	325–1500	но –43	26–90
Республика Татарстан						
г. Казань	Дерново-подзолистые	2008–2013	2–7	250–600	2–36	30–150
г. Нижнекамск г. Набережные Челны		2008–2013	5–9	223–370	15–60	50–300
Свердловская область	Дерново-подзолистые	1995–2013	4–44	77–2750	16–80	7–117

*но – не обнаружено.

Таблица 2.25. Массовые доли нитратов и водорастворимого фтора, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Нитраты	Фтор
1	2	3	4	5
Западная Сибирь				
г. Новосибирск	Подзолистые	1998–2013	1,2–16	0,35–3,0
г. Кемерово	Серые лесные	1995–2013	6,2–88	но* –3,5
г. Новокузнецк	Подзолистые	1995–2013	6,2–25	но –1,3
г. Томск		2001–2013	1,5–49	0,3–3,8
Иркутская область				
г. Слюдянка, пос. Култук	Серые лесные	1990–2013	–	0,2–1,8
Приморский край				
г. Уссурийск	Лугово-бурые	1995–2013	–	но–5,6
Самарская область				
Волжский район НПП «Самарская Лука» З 30 км от г. Самара	Чернозёмы	2006–2013	1–28	но–2,4
Волжский район АГМС пос. Аглос ЮЗ 20 км от г. Самара		2006–2013	3–34	но–8
Свердловская область	Дерново-подзолистые	1995–2013	0,2–26	<0,2–28

* но – не обнаружено.

2.4.3. Оценка отклика древостоев сосны обыкновенной на воздействие климатических факторов

Мониторинг отклика древостоев на воздействие климатических факторов осуществляется в Российской Федерации с 1986 года в рамках Международной совместной программы комплексного мониторинга (МСП КМ) / International Co-operative Programme on Integrated Monitoring (ICP IM) под эгидой Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния в Европе. Работы в рамках МСП КМ проводятся сотрудниками ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН». Многолетний ряд наблюдений получен

на экополигонах по адаптированной к условиям Российской Федерации модификации методики МСП КМ.

Одной из задач МСП КМ является обнаружение трендов состояния природных биогеоценозов севера Европы под воздействием изменений климатической системы Земли. Индикатором откликов древостоев служит сосна обыкновенная (*Pinus sylvestris L.*). Результаты многолетних наблюдений позволяют определить климатические лимитирующие факторы, критичные для формирования древостоев.

Многолетние исследования проводились на экополигонах «Кандалакшский государственный природный биосферный заповедник» («ГПБЗ Кандалакшский») и «Государственный природный заказник «Полярный круг»» (ГПЗ «Полярный круг»). Объектом измерений служил подрост сосны обыкновенной *P. sylvestris.* Были использованы ряды метеоданных режимной метеостанции Росгидромета «Кандалакша». Показателем отклика подроста на воздействие климатических факторов – осадков и температур – является степень изменчивости годичных линейных приростов (хода роста) и ее связь с вариабельностью указанных метеорологических параметров. Лимитирующие факторы определялись по наиболее сильным откликам приростов. Для выявления предполагаемых воздействий метеорологических факторов на формирование хода роста измерялись и затем индексировались линейные годичные приросты подроста сосны. Поиск зависимостей рядов индексов прироста и метеорологических переменных осуществлялся с помощью корреляционного анализа.

Воздействие климатических факторов оценивается по значениям метеорологических аномалий среднемесячных температур и месячных сумм осадков, т.е. отклонениям от среднего значения базового периода. Для выявления климатической составляющей вариабельности хода роста рассматриваются метеорологические аномалии вегетационного сезона текущего и предыдущего годов. Таким образом анализируются временная и пространственная изменчивости приростов региональной популяции сосны обыкновенной.

Для оценки пространственной изменчивости приростов измерения проводятся в различных видах местообитаний. Пробные площади заложены во влажных, свежих и сухих биотопах указанных ООПТ:

Влажные биотопы. В самых нижних частях склонов, в межгрядовых понижениях, по окраинам болот и озер, т. е. в местах с избыточным увлажнением доминируют мхи-гигрофиты, преимущественно сфагновые. Влажными являются и скальные местообитания, образованные мелкими углублениями рельефа, в которых постоянно аккумулируется атмосферная влага, не имеющая стока из-за непроницаемости подстилающей поверхности. Здесь произрастают зеленые мхи, багульник, голубика, черника, брусника, вороника, морошка, клюква, сабельник, вахта, несколько видов осок.

Свежие биотопы. Ровные возвышенные плато и верхние части склонов занимают в основном сосняки брусничники, средние и нижние части склонов – сосняки черничники. Напочвенный ярус образуют зеленые мхи-мезофиты, относящиеся в основном к родам плевроциум, гилокомиум и дикранум.

Сухие биотопы. Наиболее типичным представителем данного вида местообитаний является сосняк скальный. Он распространен на почти лишенных почвенного покрова выходах горных пород. Сходным типом леса покрыты верхние части хорошо дренированных всхолмлений и гряд ледникового происхождения, а также древние наносные морские террасы. Напочвенный покров здесь образуют преимущественно ягельные лишайники, в связи с чем такие боры называют беломошниками.

Во всех обследованных биотопах породой-эдификатором является сосна. Наибольшую распространенность на двух изучаемых ООПТ получили свежие и сухие биотопы. Реже встречаются влажные местообитания. Так, на территории Кандалакшского ГПБЗ в пределах экополигона ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН» влажные биотопы отсутствуют. На территории ГПЗ «Полярный круг» из 19 пробных площадей влажными являются 2 – сплавина у озера и сфагновое болото.

Для определения степени сходства древостоев сосны двух изучаемых ООПТ по характеру вариабельности хода роста был осуществлен корреляционный анализ осредненных рядов индексов прироста двух изучаемых территорий. Полученный коэффициент корреляции R оказался равен 0,496. Полученная корреляция значима при уровне достоверности 0.90.

Результаты корреляционного анализа показывают сходство рядов индексов прироста древостоев двух ООПТ, которое объясняется идентичностью климатических и ценотических условий их произрастания: побережье и острова Кандалакшского залива лежат в Кольско-Печорской подпровинции Евроазиатской таежной области, в Североевропейской флористической провинции, на стыке трех флористических районов – Имандровского, Варзугского и Топозерского. Таким образом, характер пространственной изменчивости показывает, что совокупности подроста сосны двух берегов Кандалакшского залива представляют собой

Таблица 2.26.Коэффициенты корреляци между рядами индексов линейного прироста и аномалиями метеорологических переменных влажных биотопов ГПЗ «Полярный круг»

Месяц	Температура		Осадки	
	Текущий год	Предыдущий год	Текущий год	Предыдущий год
март	0,474	0,154	0,071	0,122
апрель	–0,093	0,160	0,162	0,070
май	–0,011	0,078	0,135	–0,432
июнь	0,323	0,346	–0,686	–0,314
июль	–0,034	–0,103	–0,415	0,027
август	–0,014	0,348	–0,313	–0,077
сентябрь	–0,114	0,046	0,317	0,092
октябрь	–0,118	0,029	–0,061	–0,013

структурные элементы единого биогеоценоза, типичного для северной тайги Европейской территории Российской Федерации.

Параметры временной изменчивости позволяют оценить степень воздействия осадков и температур на прирост древостоев и выделить лимитирующие климатические факторы в различных местообитаниях.

Влажные биотопы. Результаты корреляционного анализа рядов индексов приростов и метеорологических переменных представлены в табл. 2.26.

Как видно из табл. 2.26, значимая положительная корреляция отмечена для температуры марта текущего года (R = 0,474). Значимые отрицательные корреляции обнаружены для осадков июня и июля текущего года: R= –0,686 и R= –0,415 соответственно. Осадки мая прошлого года также связаны значимой отрицательной корреляцией с рядами индексов прироста (R= –0,432). Положительная корреляция рядов индексов прироста и аномалий температур марта текущего года объясняется тем, что в начале вегетационного сезона дереву необходимо достаточное количество тепла для пуска процессов роста и развития вегетативных органов. Отмечены отрицательные зависимости рядов индексов прироста от рядов аномалий осадков в текущем году (фенофазы роста междоузлий и формирования почек возобновления) по причине явления физиологической сухости, когда при обилии влаги в почве нуждающееся в ней растение не может ее использовать из-за низкой температуры почвы, высокой кислотности, недостатка кислорода в субстрате. При олиготрофном характере субстрата воздействие солнечной радиации на растения нередко приводит к стрессу. Отрицательная зависимость обнаружена и для фенофазы роста междоузлий предыдущего года. Негативным фактором для влажных местообитаний является избыток влаги.

Свежие биотопы. Результаты корреляционного анализа рядов индексов прироста для свежих биотопов представлены в табл. 2.27. Свежие биотопы ГПЗ «Кандалакшский» характеризуются значимой положительной корреляцией рядов индексов прироста и аномалий температур апреля текущего года (R = 0,333). Для данных местообитаний характерна отрицательная зависимость рядов индексов от осадков августа (R= –0,325). На территории ГПЗ «Полярный круг» в свежих биотопах отмечена отрицательная корреляция с аномалиями осадков июня и июля текущего года (R= –0,390 и R= –0,414 соответственно).

Для обеих ООПТ отрицательная взаимосвязь между рядами индексов прироста и аномалий осадков июня-августа обнаружена в период окончания линейного роста междоузлия и формирования почки возобновления. При этом аномалии осадков предыдущего вегетационного сезона не оказывают влияния на колебания хода роста сосны, что указывает на достаточное увлажнение свежих биотопов региона.

Зависимость колебаний линейного прироста от колебаний метеорологических элементов в свежих биотопах берегов Кандалакшского залива характеризуется спектром различных по знаку и величине параметров. Очевидно, свежие биотопы являются условиями оптимума для древостоев сосны в данном регионе. Очевидно, почвенная влага не является в свежих местообитаниях лимитирующим прирост фактором.

Сухие биотопы. Ряды индексов прироста сухих биотопов на о. Великий обнаруживают отрицательную корреляцию со среднемесячными температурами июля текущего года (R = –0,485) и августа прошлого года (R = –0,341), (табл. 2.28). Наблюдается отрицательная корреляция с аномалиями осадков марта (R= –0,491), мая (R= –0,390) и июня (R= –0,350) текущего года. При этом отмечена положительная связь с осадками мая предыдущего года (R = 0,417).

Для древостоев ГПЗ «Полярный круг» существует значимая отрицательная связь колебаний хода роста и температуры марта текущего года (R = –0,555). Значимая положительная корреляция выявлена для апреля предыдущего

Таблица 2.27. Коэффициенты корреляции между рядами индексов линейного прироста и аномалиями метеорологических переменных свежих биотопов Кандалакшского ГПБЗ и ГПЗ «Полярный круг»

месяц	Кандалакшский ГПБЗ				ГПЗ «Полярный круг»			
	температура		осадки		температура		осадки	
	текущий год	предыдущий год	текущий год	предыдущий год	текущий год	предыдущий год	текущий год	предыдущий год
март	–0,224	0,286	–0,194	–0,060	–0,401	0,191	–0,313	0,213
апрель	0,333	–0,201	0,069	–0,156	0,042	0,145	–0,092	–0,002
май	0,067	0,063	0,145	0,068	–0,147	–0,320	0,120	–0,164
июнь	0,305	0,104	0,118	–0,291	0,206	0,027	–0,390	–0,215
июль	–0,024	0,272	–0,155	–0,005	0,049	–0,116	–0,414	–0,013
август	–0,109	0,011	–0,325	0,091	–0,055	–0,126	–0,105	–0,134
сентябрь	–0,305	0,183	–0,166	0,001	–0,137	–0,267	0,241	–0,019
октябрь	0,263	–0,096	0,072	0,209	0,431	0,398	0,013	–0,145

Таблица 2.28. Коэффициенты корреляции между рядами индексов линейного прироста и аномалиями метеорологических переменных сухих биотопов Кандалакшского ГПБЗ и ГПЗ «Полярный круг»

месяц	Кандалакшский ГПБЗ				ГПЗ «Полярный круг»			
	температура		осадки		температура		осадки	
	текущий год	предыдущий год	текущий год	предыдущий год	текущий год	предыдущий год	текущий год	предыдущий год
март	–0,068	0,135	–0,491	0,276	–0,555	0,193	–0,162	–0,047
апрель	0,122	0,154	0,081	0,279	0,177	0,287	0,065	0,367
май	0,304	–0,058	–0,390	0,417	–0,115	–0,144	–0,005	–0,063
июнь	–0,114	0,105	–0,350	0,291	–0,008	0,090	0,243	–0,142
июль	–0,485	0,127	0,184	–0,008	–0,067	–0,010	–0,207	–0,342
август	–0,184	–0,341	–0,158	–0,262	–0,031	–0,141	–0,177	–0,019
сентябрь	–0,069	0,077	–0,042	0,247	–0,179	–0,030	0,056	–0,094
октябрь	0,106	0,216	0,063	0,289	0,295	–0,125	0,187	0,000

года (R = 0,367). Обнаружена отрицательная корреляция аномалий температуры и индексов прироста для фенофазы роста междоузлий (текущего года) и формирования почки возобновления (текущего и предыдущего годов соответственно).

Результаты многолетних наблюдений на территории двух экополигонов – ГПБЗ «Кандалакшский» и ГПЗ «Полярный круг» – показали, что, как правило, лимитирующим фактором для формирований прироста сосны обыкновенной является количество доступной для растительности влаги, напрямую зависящий от количества атмосферных осадков. Полученная закономерность позволит более реалистично оценивать и выявлять тренды состояния лесных экосистем региона в рамках Международной совместной программы комплексного мониторинга (МСП КМ), а также точнее прогнозировать изменения состояния биогеоценозов региона в соответствии с вероятными сценариями изменения климата, разработанными специалистами Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК).

2.5. Загрязнение поверхностных вод

2.5.1. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети гидрохимического мониторинга

Бассейн Азовского моря

Качество воды верхнего течения р. Дон (г. Данков) в многолетнем плане практически не меняется и колеблется в пределах 3-го класса «загрязненных» и «очень загрязненных» вод. В 2013 г. вода реки оценивалась как «очень загрязненная» (рис. 2.50).

Река Ворона, г. Уварово. Как и в предыдущие годы вода реки в черте г. Уварово характеризовалась 2 -м классом качества «слабо загрязненная». Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ были ниже 1 ПДК. В многолетнем плане стабильным было содержание в воде хлоридов, соединений магния, наблюдалась тенденция снижения содержания синтетических поверхностно-активных веществ. Мало изменялось значение минерализации. Стабилизировалось содержание в воде нефтепродуктов на уровне, не превышающем ПДК (рис. 2.51).

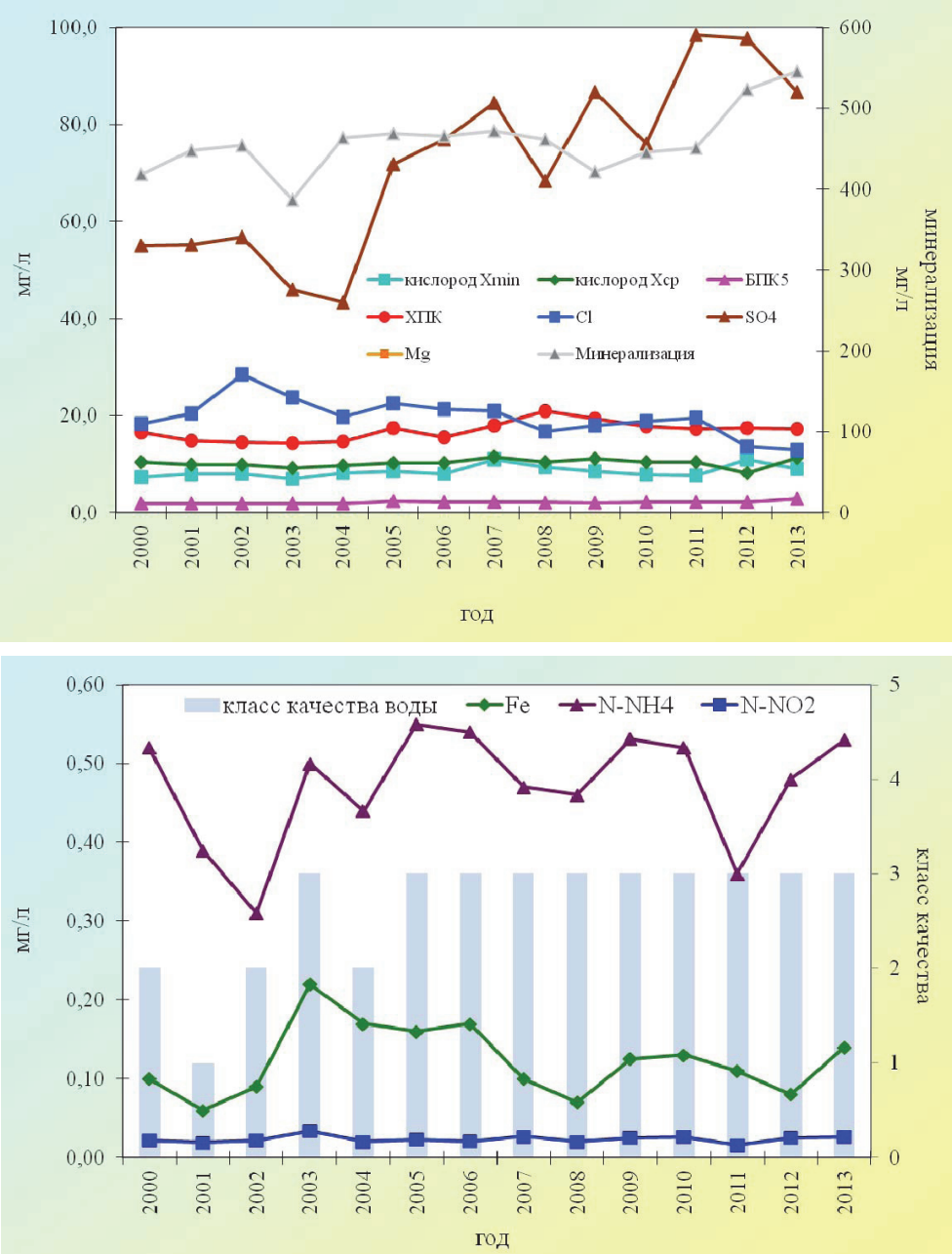


Рис. 2.50. Изменение среднегодовых концентраций основных ингредиентов и качества воды верхнего течения р. Дон в районе г. Данков

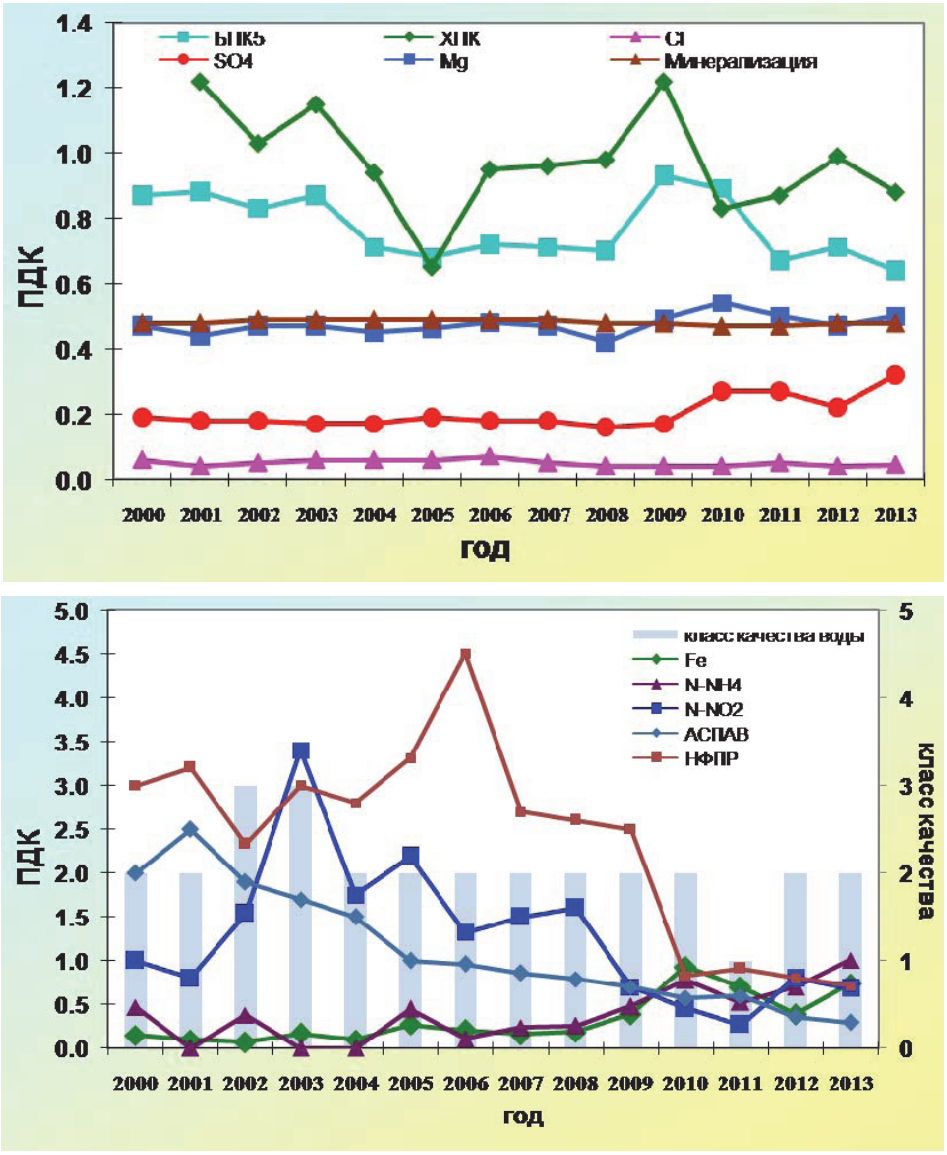


Рис. 2.51. Изменение среднегодовых концентраций основных ингредиентов и качества воды р. Ворона в черте г. Уварово

Качество воды ***р. Савала*** выше г. Жердевка в многолетнем плане мало изменяется и характеризуется 2-м, либо 3-м классом «слабо загрязненных» и «загрязненных» вод. Наблюдается тенденция снижения концентраций в воде нефтепродуктов с 2008 г., нитритного азота с 2006 г., синтетических поверхностно-активных веществ с 2001 г. В 2013 г. среднегодовое содержание основных загрязняющих веществ было ниже ПДК, соединений железа и аммонийного азота незначительно превышало ПДК (рис. 2.52).

Бассейн Баренцева моря

Река Пинега, с. Кулогоры. На протяжении последнего десятилетия качество воды реки определяется природным фоном. В 2013 г. среднегодовые концентрации в воде реки незначительно снизились соединений железа и трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) с 3 до 2 ПДК, возросли соединений меди и цинка с 3 до 4 ПДК. Максимальное за год содержание соединений меди возросли с 5 до 9 ПДК, соединений цинка осталось на уровне прошлых лет.

Бассейн Карского моря

Притоки озера Байкал. В 2013 г. гидрохимические наблюдения проводились на устьевых участках 10 рек, выбранных в качестве фоновых.

Качество воды рек ***Бугульдейка***, ***Утулик*** характеризовалось 1 классом «условно чистая», рек ***Сарма***, ***Б. Сухая***, ***Мантуриха***, ***Мысовка***, ***Снежная***, ***Выдриная***, ***Хара-Мурин*** характеризовалась 2 классом «слабо загрязненная», реки

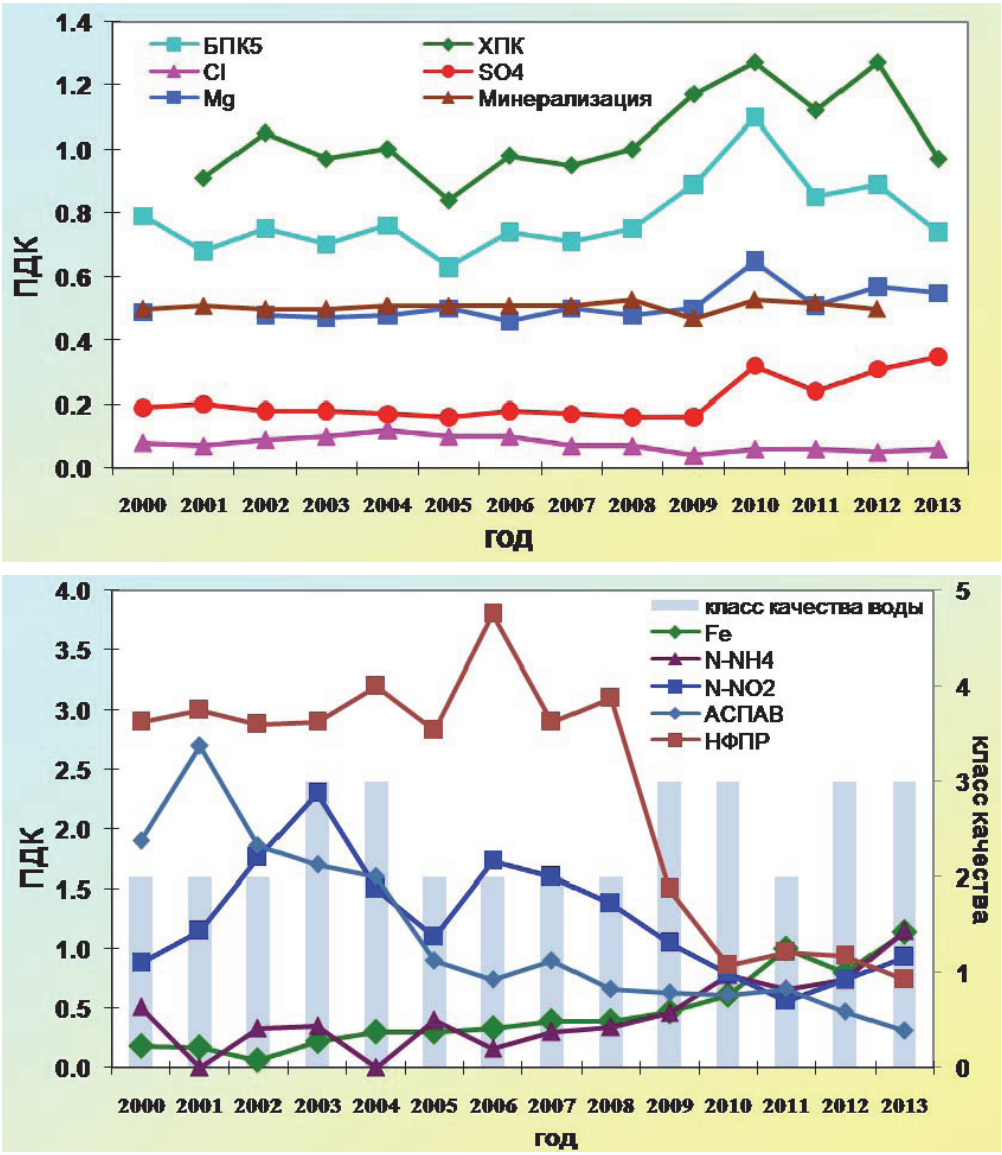
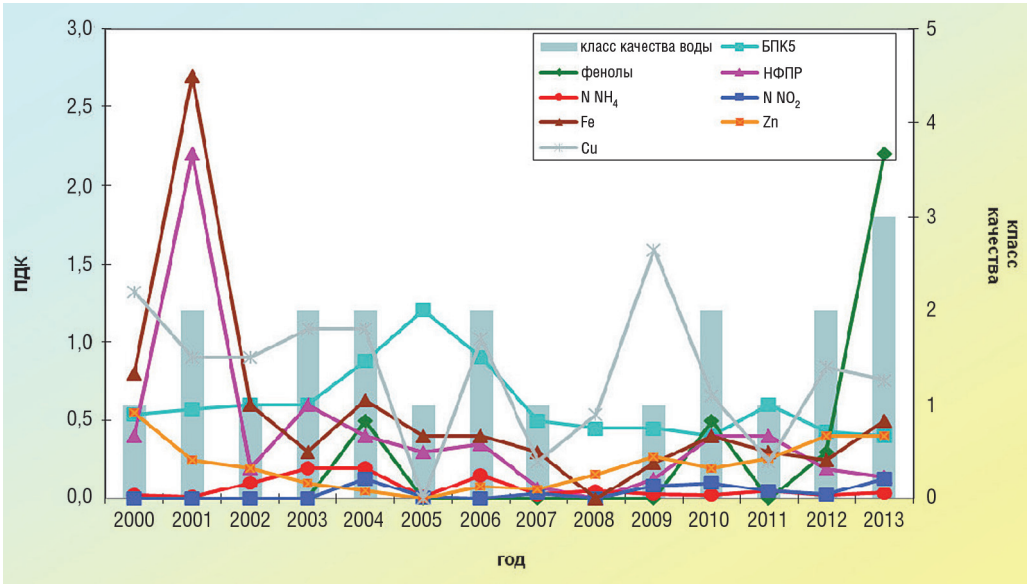


Рис. 2.52. Изменение среднегодовых концентраций основных ингредиентов и качества воды р. Савала, г. Жердевка, 5,5 км выше города

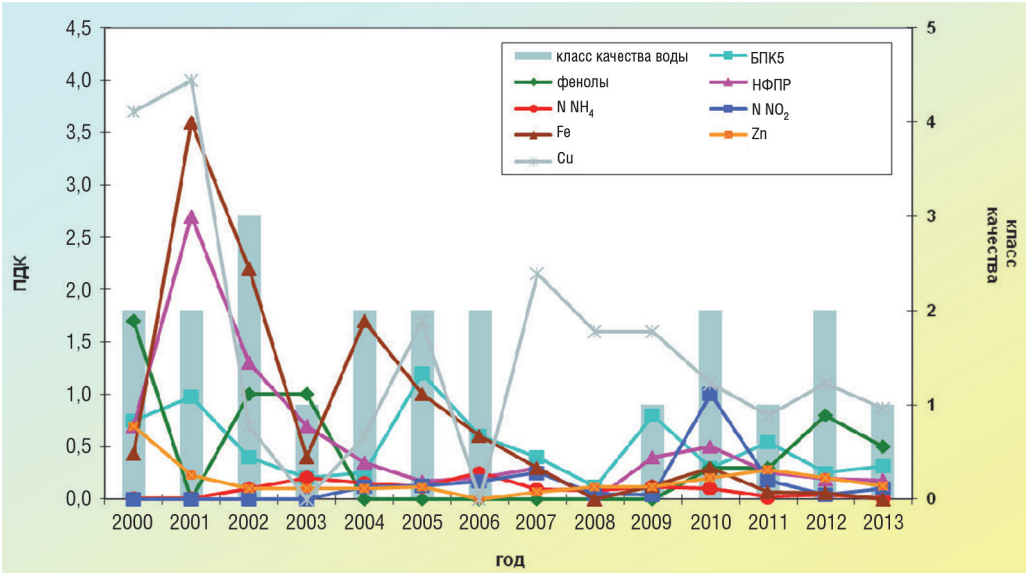
Голоустная – 3 классом «загрязненная», разряд «а». По сравнению с предыдущим годом улучшилось качество воды рек Бугульдейка, Утулик (переход из 2 класса качества в 1-й), что связано со снижением содержания в воде соединений железа и меди. Ухудшение качества воды произошло в реках Выдриная, Хара-Мурин (переход из 1 класса во 2-й) и Голоустная (переход из 2 класса в 3-й, разряд «а») в связи с увеличением концентраций соединений железа и цинка. Качество воды рек Сарма, Б. Сухая, Мантуриха, Мысовка, Снежная существенно не изменилось. На рис. 2.53 представлено изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды притоков оз. Байкал за период с 2000 по 2013 гг.

По сравнению с 2012 г., среднегодовое содержание фенолов в воде р. Мантуриха увеличилось от нулевых концентраций до уровня ПДК, р. Голоустная – до 2 ПДК; р. Б. Сухая – уменьшилось в 2 раза, рр. Мысовка, Снежная – уменьшилось до нулевых значений; рр. Бугульдейка, Сарма, Выдриная, Хара-Мурин, Утулик – осталось на прежнем уровне.

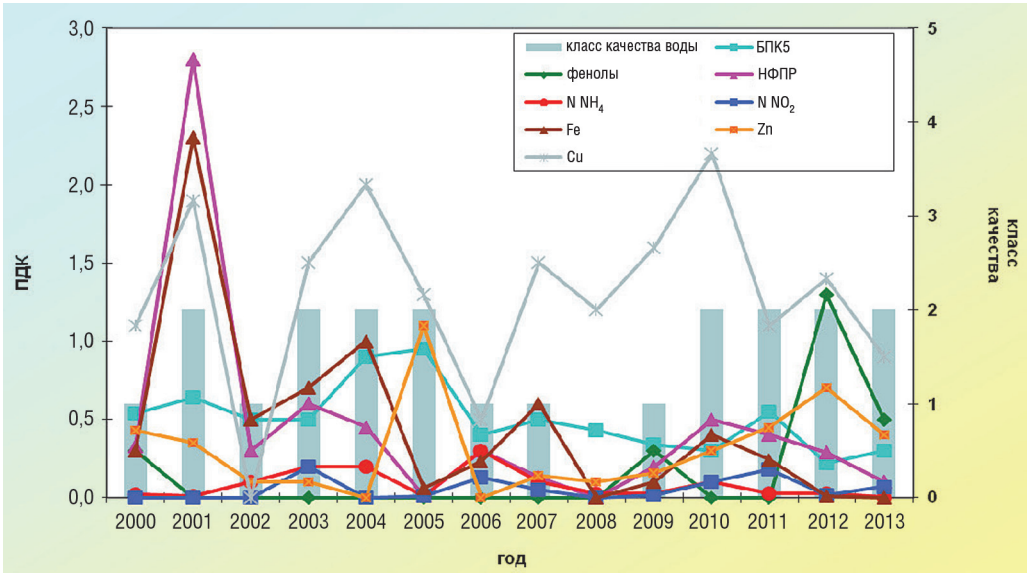
Среднегодовые концентрации в воде рр. Голоустная, Бугульдейка, Сарма, Б. Сухая, Мантуриха, Мысовка, Снежная, Хара-Мурин, Утулик, Выдриная трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) остались на уровне предыдущего года; в воде рр. Голоустная, Мысовка, Выдриная, Хара-Мурин соединений железа повысились в 1-4 раза; уменьшились в воде рр. Б. Сухая, Снежная, Утулик в 1–3 раза, в рр. Бугульдейка, Сарма – до нулевых значений; соединений меди увеличились в воде рр. Б. Сухая, Снежная, Выдриная в 1,2–2 раза; в остальных анализируе-


класс качества воды
БПК5
фенолы
НФПР
N NH4
N NO2
Fe
Zn
Cu
ПДК
класс качества
год
2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013

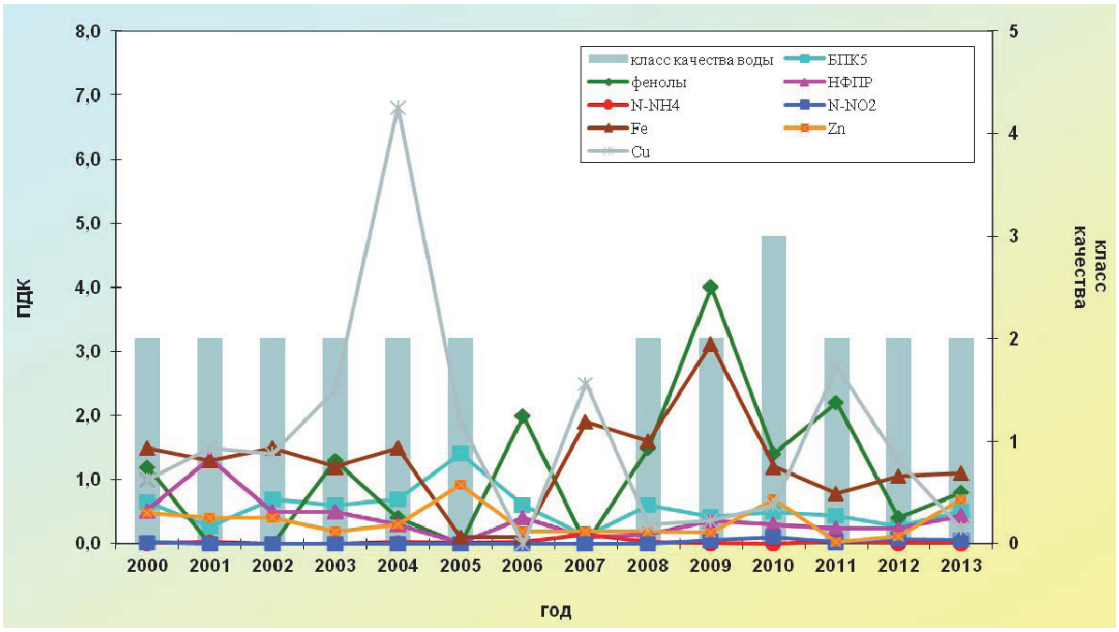
а)


класс качества воды
БПК5
фенолы
НФПР
N NH4
N NO2
Fe
Zn
Cu
ПДК
класс качества
год
2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013

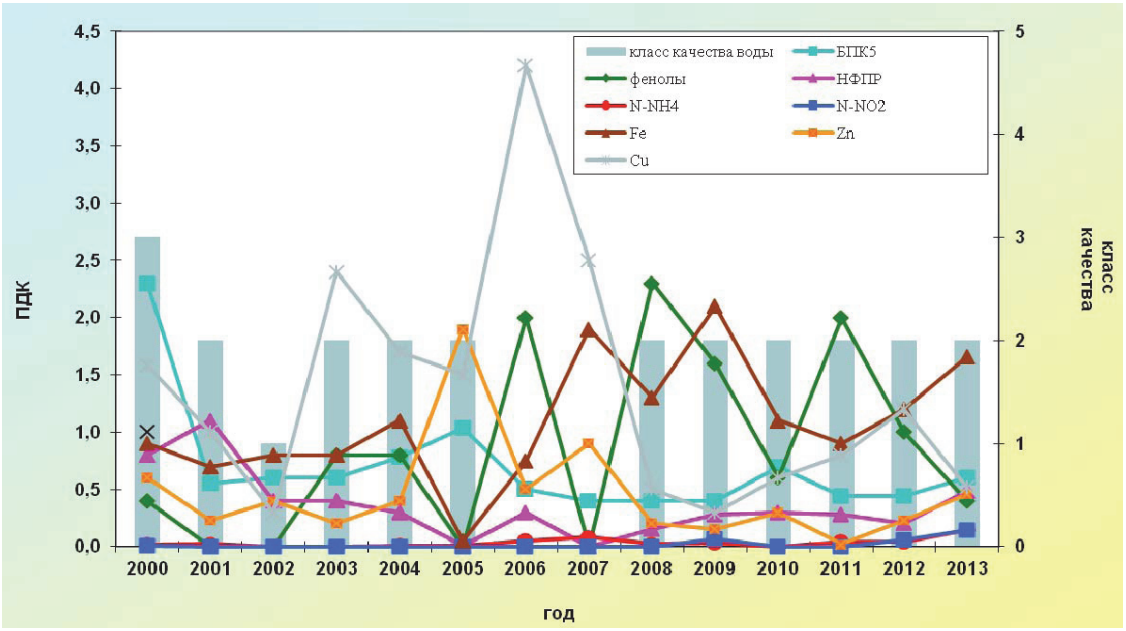
б)


класс качества воды
БПК5
фенолы
НФПР
N NH4
N NO2
Fe
Zn
Cu
ПДК
класс качества
год
2000 2001 2002 2003 2004 2005 2006 2007 2008 2009 2010 2011 2012 2013

в)



г)



д)

Рис. 2.53. Изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды притоков Байкала:
а – р. Голоустная; *б* – р. Бугульдейка; *в* – р. Самра; *г* – р. Мантуриха; *д* – р. Мысовка

мых притоках оз. Байкал – уменьшились в 1,1–10 раз.

Значительно уменьшилось в 3,5–7,5 раза содержание соединений ртути в воде рр. Голоустная, Бугульдейка, Сарма. Отмечено увеличение содержания нефтепродуктов в 1,3–3 раза в воде рр. Б. Сухая, Мантуриха, Мысовка, Снежная, Выдриная, Хара-Мурин и уменьшение в 1,2–2,5 раза в воде рр. Голоустная, Сарма, Утулик.

Иркутское водохранилище. На протяжении десятилетия вода Иркутского водохранилища в створах 0,5 км выше ОГП-1 Исток Ангары и в районе п. Патроны оценивается 2 классом качества как «слабо загрязненная». На рис. 2.54 показано изменение за период 2000–2013 гг. класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища в створе ОГП-1 Исток Ангары.

Следует отметить, в 2013 г. в створе 0,5 км выше ОГП-1 Исток Ангары в воде водохранилища зафиксированы максимальные концентрации за-

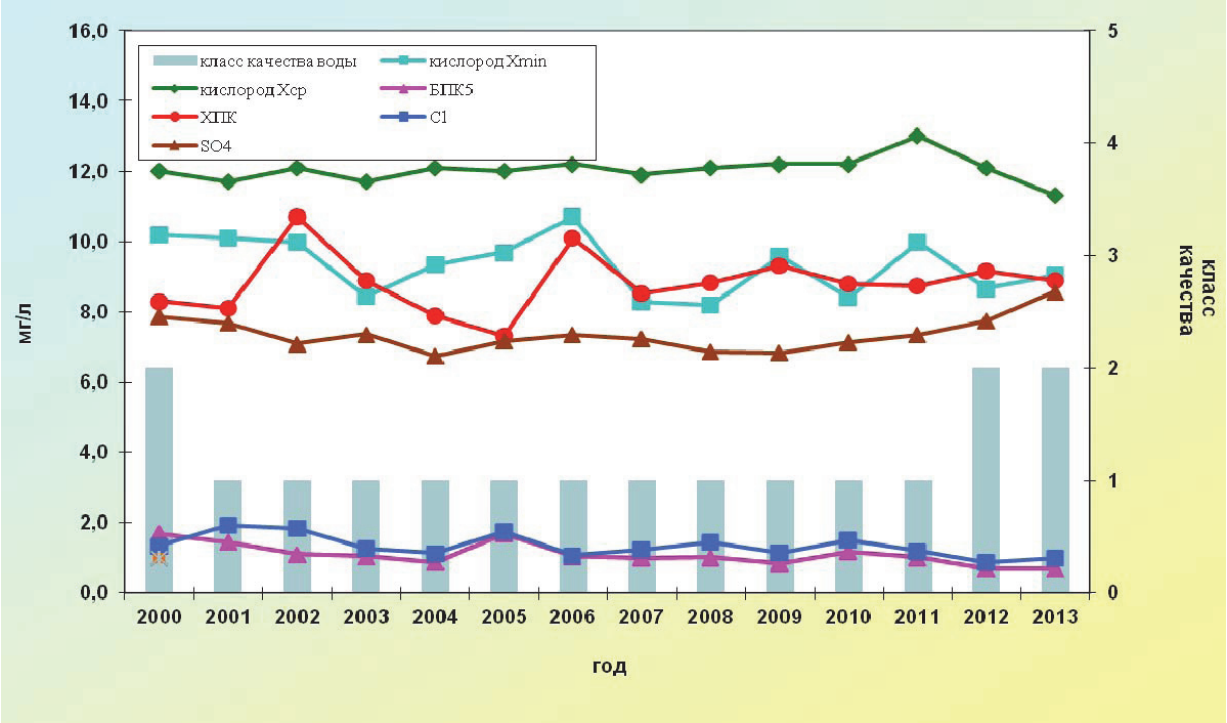


Рис. 2.54. Изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища, ОГП-1 Исток Ангары за многолетний период

грязняющих веществ: соединений меди – 3 ПДК, цинка – 2 ПДК, фенолов – 3 ПДК; содержание соединений ртути, легкоокисляемых и трудноокисляемых органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК) осталось на уровне или ниже ПДК.

Бассейн Восточно-Сибирского моря

Река Лена. Вода реки Лена в верхнем течении в створе р.п. Качуг в течение последних 10–13 лет изменялась от «слабо загрязненной» (в 2001–2004 гг.) до «загрязненной» в 2005 г., снижаясь до «слабо загрязненной» (2006 г.) и «условно чистой» (2007–2008 гг.), стабилизировалась в последние годы на уровне 2 класса. Содержание соединений железа и меди в воде достигало 1,4 ПДК в 2004 г. и 1,3, 1,3 и 1,5 ПДК в 2005, 2010 и 2012 гг. соответственно. В остальные годы концентрации соединений металлов не превышали 1 ПДК (рис. 2.55).

В створе г. Усть-Кут качество воды в многолетнем плане характеризуется колебаниями в пределах 1, 2 и 3 классов. Концентрации соединений железа и меди в воде в течение последнего десятилетия не превышали 1,5 ПДК (за исключением 2005 г., где отмечалось содержание соединений меди 3 ПДК); нитритного азота колебались в пределах от значений ниже ПДК до 1,8 ПДК (рис. 2.56).

В связи с увеличением загрязняющих веществ от 4 до 6 вода реки в фоновом створе (выше г. Киренск) ухудшилась от «слабо загрязненной» до «очень загрязненной». Возросли концентрации трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) и фенолов от 1 до 2 ПДК. В контрольном створе (ниже г. Киренск) вода р. Лена продолжала оставаться «загрязненной».

Бассейн Тихого океана

Бассейн р. Амур. Фоновый мониторинг поверхностных вод бассейна Среднего и Нижнего Амура проводили на реках Гилюй в пункте у Перевоза, Малая Пера у с. Сукромли, Урми у с. Кукан, Гур в черте п. Снежный, Кур в черте с. Новокуровка, Кичмари ниже ст. Малмыж, Кульдур выше п. Кульдур, Иска у с. Власьево. Из всех перечисленных рек антропогенное воздействие на химический состав воды в наименьшей степени проявляется в пунктах фоновых гидрохимических наблюдений на р. Иска, Гур, Кур, Кичмари, Кульдур. Качество воды этих рек с учетом комплекса присутствующих в ней химических веществ в 2013 г. улучшилось и вода рек Иска, Гур, Кур, Кичмари, Кульдур перешла из 3-го класса «загрязненных» во 2-й класс «слабо загрязненных». К загрязняющим относились, как правило, не более пяти ингредиентов или показателей качества, причем их среднегодовые концентрации преимущественно были ниже или соответствовали ПДК. Наибольшие разовые концентрации в воде, обусловленные в данном регионе, в

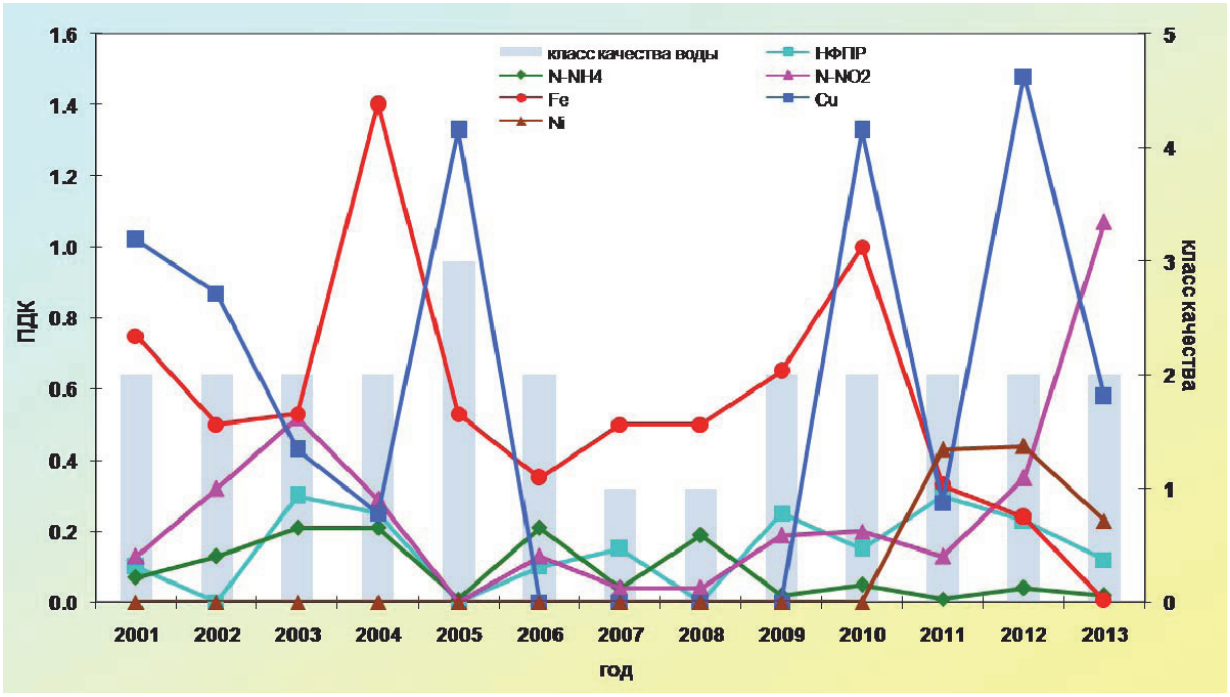


Рис. 2.55. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, р.п. Качуг

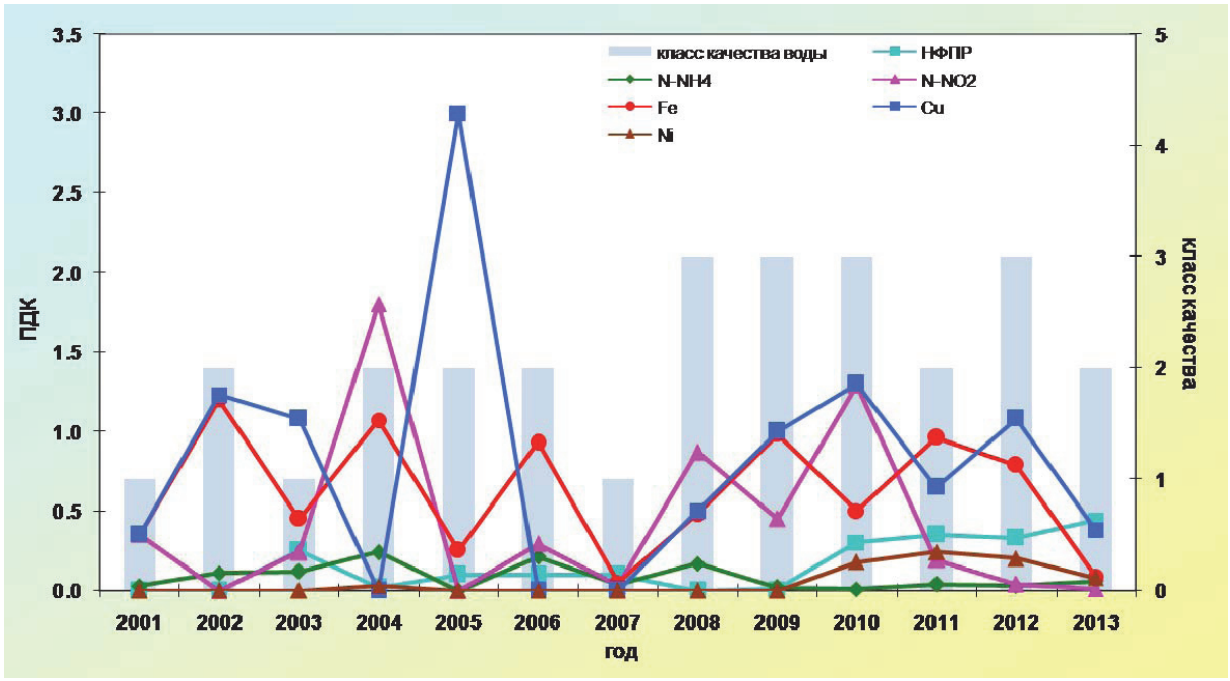


Рис. 2.56. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, г. Усть-Кут

основном, природными факторами формирования, отмечали по соединениям железа и меди. Уровень концентрации при этом, как правило, превышал ПДК в 3 раза.

Реки о. Сахалин. На острове Сахалин фоновый мониторинг поверхностных вод проводился на реках Рогатка, Правда, Лагуринка. На р. Рогатка, притоке р. Сусуя, фоновый пункт наблюдений расположен выше г. Южно-Сахалинск и выше плотины городского водохранилища. Организованный сброс сточных вод в р. Рогатка отсутствует. Начиная с 2008 г. качество воды р. Рогатка заметно улучшилось, вода перешла из 3-го класса во 2-ой класс и в течение последних шести лет поддерживается на этом уровне. Среднегодовые концентрации в воде

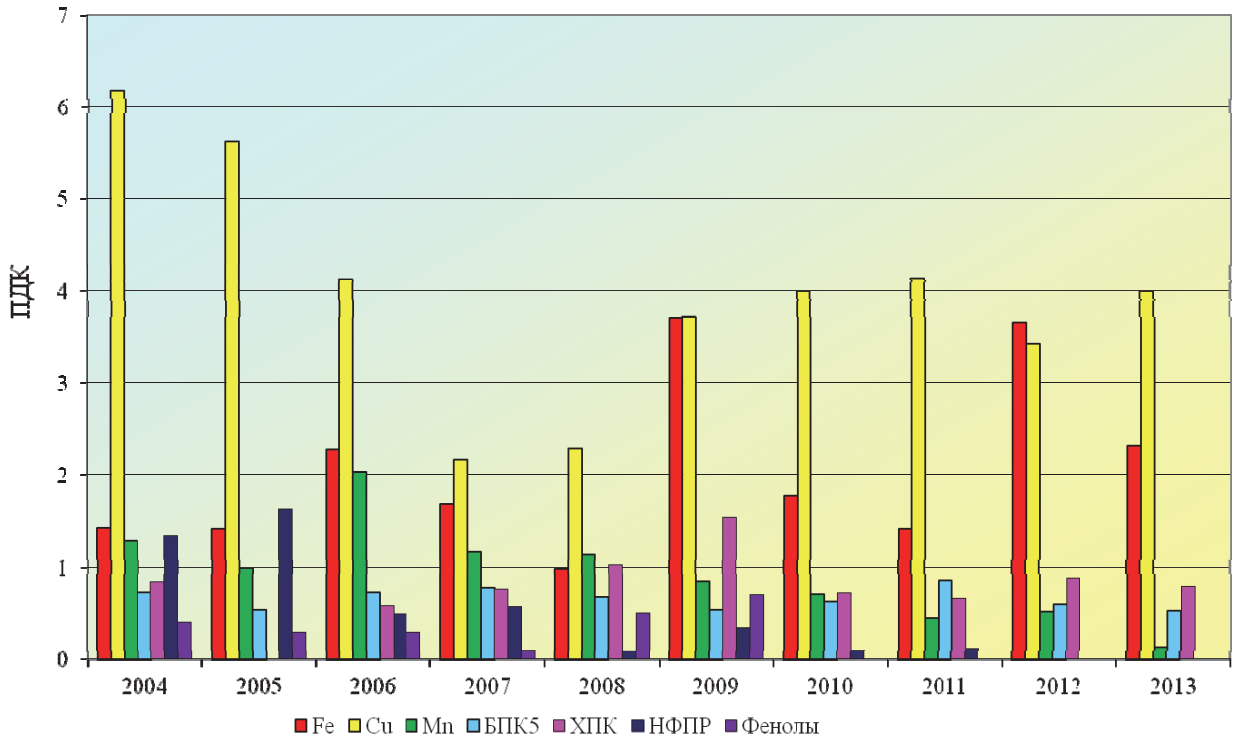


Рис. 2.57. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Правда, выше п. Правда

соединений марганца и цинка в 2013 г. оставались ниже 1 ПДК, железа и меди снизились до 1 ПДК и 3 ПДК соответственно. Содержание большинства изучаемых компонентов химического состава воды р. Рогатка на участке выше г. Южно-Сахалинск в 2013 г. соответствовало нормативным требованиям.

Качество воды р. Правда, малого водного объекта Сахалинской области, впадающего в Татарский пролив, последние четыре года с 2010 по 2013 гг. заметно улучшилось и соответствовало 2-му классу «слабо загрязненных». Превышение ПДК в среднем в 3 раза наблюдали лишь по соединениям железа и меди (рис. 2.57).

Для р. Лагуринка также характерно снижение загрязненности воды в фоновом створе 1 км выше п. Лагури. В 2013 г. вода р. Лагуринка по комплексной оценке перешла из более загрязненного 3-го во 2-й класс качества и характеризовалась как «слабо загрязненная». Превышение ПДК в воде в среднем в 2–3 раза в основном природного происхождения отмечали по соединениям меди и железа, в единичных пробах по фенолам и трудноокисляемым органическим веществам (по ХПК).

Полуостров Камчатка. На полуострове Камчатка в фоновых пунктах гидрохимических наблюдений р. Берш у с. Пущино, р. Камчатка в районе с. Пущино, р. Большая, Быстрая выше с. Малки вода по качеству в 2013 г., как и в предшествующий многолетний период, в основном, соответствовала фоновому состоянию. Произошедшие изменения были незначительны.

В р. Берш в районе с. Пущино на пике половодья выявлено резкое кратковременное увеличение содержания в воде взвешенных веществ с максимумом 63,7 мг/л при среднегодовой концентрации 17,7 мг/л.

Как и в предыдущие годы наблюдали повышенное содержание в воде р. Берш у с. Пущино соединений меди в среднем 2 ПДК, обусловленное, как правило, влиянием природных факторов формирования. Периодически в течение 2013 г. отмечали повышенные концентрации в воде р. Берш у с. Пущино нефтепродуктов в среднем до 2 ПДК.

Содержание остальных присутствующих в воде р. Берш у с. Пущино химических веществ соответствовало в 2013 г. нормативным требованиям. Вода оценивалась как «слабо загрязненная» и относилась ко 2-му классу качества.

Вода рек Камчатка у с. Пущино и Большая, Быстрая выше с. Малки оставалась в категории «загрязненных» относилась к разделу «а» 3-го класса качества и оценивалась как «загрязненная». В верховьях р. Камчатка у с. Пущино существенных изменений по отношению к предыдущим годам не наблюдали ни по одному изучаемому компоненту химического состава.

В р. Большая, Быстрая в районе с. Малки в 2013 г. возросло в 4 раза до 6 ПДК среднегодовое содержание в воде фенолов. Одновременно

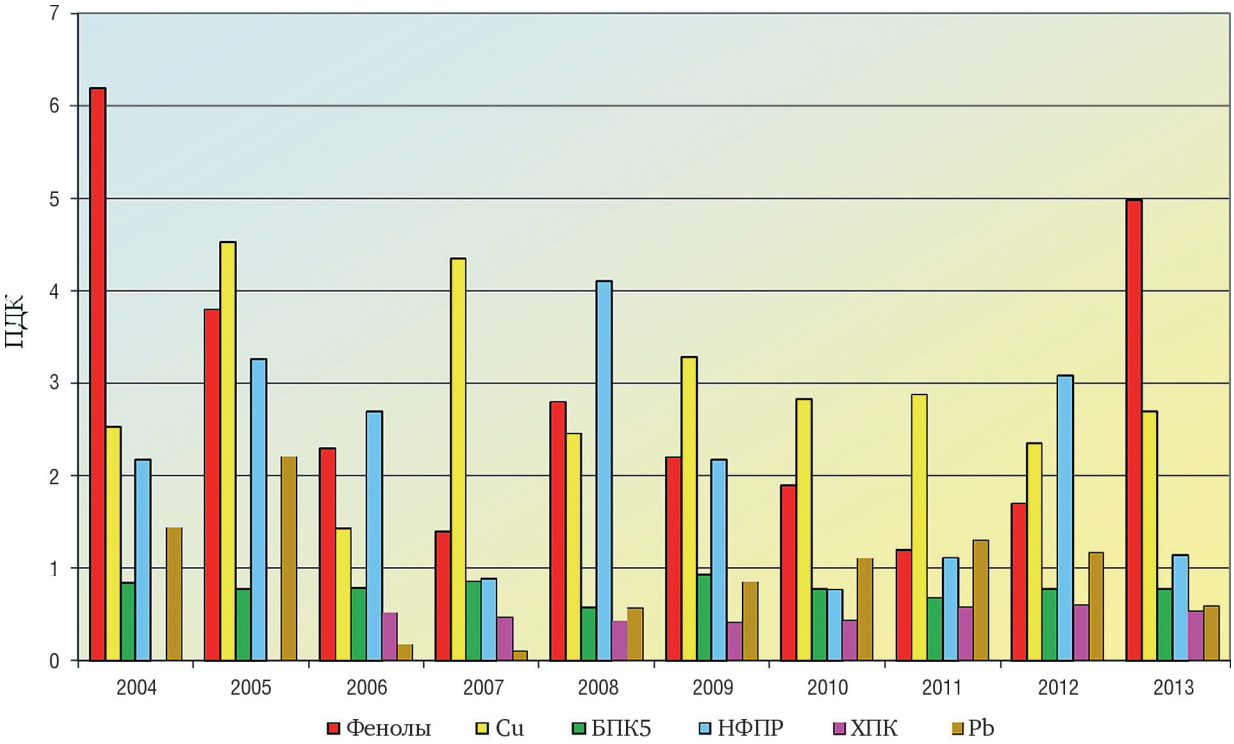


Рис. 2.58. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Авача, выше г. Елизово

снизился в среднем до соответствия ПДК обнаруживаемый в течение года максимальный уровень концентраций в воде р. Большая, Быстрая на этом участке нефтепродуктов. Содержание соединений свинца, как и в предыдущие годы, составляли десятые доли ПДК, меди оставались в пределах нормативных требований.

Для р. Авача на участке выше г. Елизово, как и в предыдущие годы, осталась характерной загрязненность воды фенолами, соединениями меди, нефтепродуктами (рис. 2.58).

2.5.2. Фоновое загрязнение поверхностных вод (по данным 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 0,05–3,5 мкг/л, свинца 0,8–5,4 мкг/л, кадмия – не более 0.25 мкг/л. На Азиатской территории России фоновые концентрации тяжелых металлов как правило ниже, чем на ЕТР (табл. 2.29).

Пестициды и ПАУ

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

Содержание бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах заповедников, как и в прошлые годы, составило от 0,5 до 0,8 нг/л (табл. 2.29).

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

Таблица 2.29. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети КФМ

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л		Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		γ-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.	Диапазон	2013 г.
Кавказский БЗ	1982–2013	0,2–16,0	4,173	0,01–2,5	0,24	0,03–1,4	0,26	0,05–8,9	0,82	нпо –370	57,5	нпо –27	нпо
Приокско-Террасный БЗ	1987–2012	0,04–39,4	2,5	0,03–3,5	0,13	0,03–8,7	0,20	0,05–12,9	0,54	нпо –163	97,8	нпо –33,2	нпо
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	1988–2012	0,2–128,0	2,0			0,03–74	3,5	нпо –11,7	0,68	нпо –320	61,7	нпо –92	нпо
Воронежский БЗ	1990–2012	0,5–50	5,4	0,01–4,6	0,07	0,003–1,0	0,49	0,05–5,6	0,8*	нпо –43,2	6,1*	нпо –8,8	нпо*
Яйлю	2002–2012	0,3–3,6	0,8	0,03–0,7	0,18	0,01–0,08	0,05	0,2–3,6	0,49	нпо –185	55,8	нпо –12,5	нпо
Смоленское поозерье	2009–2012	0,3–6,0	1,1*	0,03–0,67	0,13*	0,01–3,5	0,13*	0,16–0,8	0,50	нпо –288	165,5	нпо –29,1	нпо
Байкальский БЗ	2011–2013		3,1*		1,17*		0,02*	0,05–1,64	1,06		298,4		4,9
Волжско-Камский БЗ	2012		1,5		0,16		0,18	нпо –0,5	0,5		96,5		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

Общее загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами территории РФ было обусловлено атмосферными ядерными взрывами, проводившимися в 1945–1980 годах 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».

Наблюдения за радиоактивным загрязнением объектов окружающей среды на территории России осуществляются сетью радиационного мониторинга Росгидромета. В 2013 г. наблюдения за мощностью экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения проводились на 1291 пункте наблюдения. Дополнительно измерения МЭД проводились на 30 постах в крупных городах. Наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями проводились на 394 пунктах наблюдения, за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы – на 51, за объемной активностью трития в атмосферных осадках – на 33 и в водах рек – на 15, за объемной активностью ^{90}Sr в водах рек и озер – на 44 и в морях – на 10 станциях и в 10 пунктах – за содержанием гамма-излучающих радионуклидов в морском грунте.

Результаты мониторинга радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды техногенными радионуклидами в 2012–2013 гг. на территории России приведены в табл. 2.30.

Анализ всей совокупности экспериментальных данных показал, что в последние 10 лет

Таблица 2.30. Радиоактивность объектов окружающей среды на территории России в 2012–2013 годах

Радионуклид, параметр	Единицы измерений	Диапазон среднемесячных значений по стране (минимальное – максимальное)		Допустимые уровни
		2012 г.	2013 г.	
Воздух				$ДОА_{нас}$, Бк/м^3
Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере				
Σβ	10^{-5} Бк/м^3	2,6–64,19	1,03–57,93	–
^{137}Cs	10^{-7} Бк/м^3	0,2–11,2	0,3–25,6	27
^{90}Sr	10^{-7} Бк/м^3	0,03–9,0	0,08–7,94	2,7
$^{239,240}Pu$ (Обнинск)	10^{-9} Бк/м^3	2,0–7,0	1,2–247	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$
Радиоактивные атмосферные выпадения				
Σβ	Бк/м^{2}сутки	0,22–3,40	0,25–3,31	–
^{137}Cs	Бк/м^{2}год	0,07–1,06	нпо – 2,02	–
^{3}H	кБк/м^{2}год	0,4–2,32	0,59–2,44	–
Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках				
^{3}H	Бк/л	1,44–3,24	1,03–2,67	–
Вода				УВ, Бк/л
Объемная активность радионуклидов в речной воде				
^{90}Sr	мБк/л	2,30–9,38	1,33–11,13	4,9
^{3}H	Бк/л	0,60–4,90	1,2–2,7	7 600
Объемная активность радионуклидов в морской воде				
^{90}Sr	мБк/л	1,1–5,4	1,1–6,7	–

$ДОА_{нас}$ – 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.
нпо – ниже предела обнаружения, 0,01 Бк/м^2 · квартал.

радиационная обстановка на территории Российской Федерации была спокойной. Радиационная обстановка в 2013 г. существенно не изменилась.

Обращает внимание резкое расширение диапазона результатов измерения объемной активности ^{239,240}Pu в воздухе, максимальное значение было зафиксировано в октябре 2013 г. и связано с деятельностью локального источника. Без учета этого замера, среднегодовая величина изменилась незначительно – $4{,}7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3 (2012 г. – $3{,}0 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3).

В целом содержание техногенных радионуклидов на территории России было в приземной атмосфере на 6–7 порядков ниже значений допустимой среднегодовой объемной активности и в пресноводных водоемах на 3–4 порядка ниже уровней вмешательства установленных нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009 для населения.

2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха

Загрязнение атмосферы техногенными радионуклидами на территории РФ в настоящее время, в основном, обусловлено вторичным поступлением радионуклидов с загрязненных в предыдущие годы территорий и выбросами предприятий ядерного топливного цикла.

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 (Σβ) 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.

В 2013 г. наибольший рост среднегодовых значений объемной Σβ в приземном слое атмосферы наблюдался на юге Восточной Сибири – до $38{,}5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 (2012 г. – $16{,}8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3), заметное увеличение произошло и на юге ЕТР – до $14{,}4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3 (2012 г. – $8{,}5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) (рис. 2.59).

В других частях, как и в среднем по РФ, уровни сохранились в пределах колебаний последних лет (табл. 2.30).

По данным оперативного мониторинга радиоактивного загрязнения атмосферы в 2013 г. на территории России было зафиксировано 30 случаев высоких значений (более пятикратного превышения над фоновыми уровнями) объемной Σβ радионуклидов в аэрозолях (в 2012 г. – 102 случая). Максимальное значение объемной Σβ в 2013 г. наблюдалось в г. Чите Забайкальского края – $288 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3.

Повышенные величины объемной Σβ в 2013 г. наблюдались также в пунктах наблюдения Сухобузимское (Красноярский край, ГХК) – $210 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, п. Уяр (Красноярский край, ГХК) – 201 и $162 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, в г. Обнинске Калужской обл. (ГНЦ РФ ФЭИ, ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова») – $173 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, п. Верхнее Дуброво (Свердловская обл., Белоярская АЭС; ПЗРО Свердловского СК «Радон») –

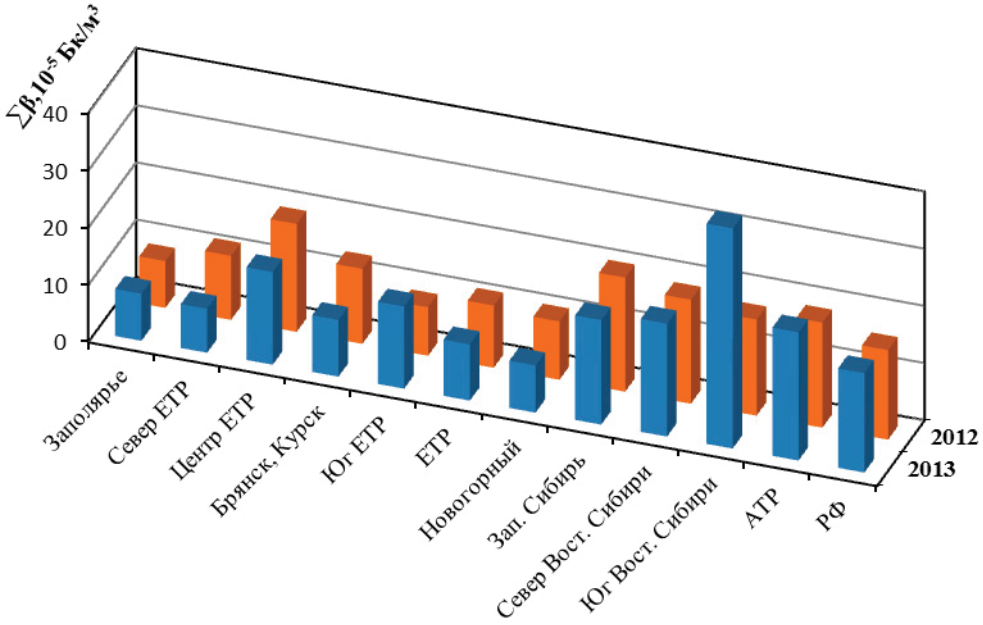


Рис. 2.59. Средние значения объемной Σβ в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2012–2013 гг., 10^{-5} Бк/м

$165 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, г. Астрахань – $146 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, г. Барнаул – $144{,}3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3. В скобках указаны РОО, в 100-км зонах которых расположены указанные населенные пункты. Во всех случаях повышенное загрязнение наблюдалось не более одних суток, и в большинстве проб аэрозолей были обнаружены только продукты распада природных радия и тория.

В 2013 г. на территории России было зафиксировано 20 случаев высоких значений Σβ атмосферных выпадений. Наибольшие суточные значения Σβ выпадений были зафиксированы в г. Туапсе (Краснодарский край) – 45,4 Бк/м^2, п. Метлино (Челябинская обл., ПО «Маяк») – 39 Бк/м^2, п. Круглик (Краснодар) – 22,6 Бк/м^2, г. Благовещенске – 16,4 Бк/м^2, г. Новороссийске – 15,9 Бк/м^2, г. Ставрополе – 11,7 и 11,4 Бк/м^2, вблизи Волгодонской АЭС в пунктах Зимовники, Константиновск, Морозовск, Нижний Чир – 16,5; 16,3; 13,3; 11,9 Бк/м^2, соответственно.

Среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная активность (ОА) ^{137}Cs в воздухе в 2013 г. практически не изменилась и составила $2{,}6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 (2012 г. – $2{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в 2013 г. наблюдались в разные месяцы в Северодвинске, Санкт-Петербурге, Курчатове, Курске, Брянске, В. Дуброво в пределах $(32–44) \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Наиболее высокие содержания были зафиксированы в Обнинске – $240 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 в октябре, Охонах (Новгородская обл., Калининская АЭС) – $214 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, Новогорном (Челябинская обл., ПО «Маяк») – $193 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 в декабре.

Однако, в целом, максимальные среднемесячные значения ОА ^{137}Cs в воздухе были на шесть-семь порядков ниже допустимой объемной активности ^{137}Cs в воздухе для населения ($ДОА_{НАС}$.) по НРБ-99/2009.

По данным ежимесячных измерений в г. Обнинске объемная активность ^{239,240}Pu в приземном слое атмосферы в 2013 г. изменялась от $1{,}2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3 в марте до $247{,}0 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3 в октябре. В целом, среднегодовая объемная активность этих изотопов в воздухе г. Обнинска составила $24{,}9 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3 (без учета объемной активности в октябре – $4{,}7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3), что на пять–шесть порядков ниже допустимой объемной активности во вдыхаемом воздухе для населения по НРБ-99/2009 ($2{,}5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м^3).

Среднеквартальная объемная активность ^{239,240}Pu в приземном слое воздуха г. Курска в 2013 г. (по измерениям объединенных за квартал проб) составляла $2{,}2 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3.

Средневзвешенная по РФ плотность выпадения ^{137}Cs из атмосферы на подстилающую поверхность в 2013 г. средневзвешенная по РФ составила 0,18 Бк/м^2 · год, (в 2012 г. – 0,16 Бк/м^2).

Выпадения ^{90}Sr глобального происхождения на территории РФ за пределами загрязненных зон были ниже предела обнаружения (<0,2 Бк/м^2 · год).

Среднемесячное содержание трития (^{3}H) в атмосферных осадках и месячные выпадения его из атмосферы с осадками в 2013 г. в разных пунктах наблюдения изменялись в диапазоне (1,3–2,6) Бк/л и (33–167) Бк/м^2 · месяц, соответственно. Среднегодовое содержание трития в осадках в 2013 г. по РФ уменьшилось и составляло 1,9 Бк/л (в 2012 г. – 2,3 Бк/л). Годовое выпадение трития с осадками в 2013 г. также уменьшилось до 1,04 кБк/м^2 с 1,26 кБк/м^2.

На загрязненных в результате Чернобыльской аварии территориях Европейской части России (Брянск, Курск) вследствие вторичного ветрового подъема до сих пор наблюдается повышенное содержание радионуклидов в воздухе. Основным дозообразующим радионуклидом на загрязненных территориях является ^{137}Cs. Здесь его объемная активность в воздухе в 2013 г. составила $14{,}0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 (в 2012 г. $–11{,}4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Выпадения ^{137}Cs в загрязненной зоне уменьшаются, однако до сих пор превышают фоновые уровни, характерные для незагрязненных зон. В 2013 г. выпадения ^{137}Cs в загрязненной зоне, усредненные по 10 пунктам, составляли 1,77 Бк/м^2 · год. В отдельных населенных пунктах выпадения ^{137}Cs были намного выше. Максимальные выпадения ^{137}Cs в 2013 г. наблюдались в п. Красная Гора Брянской области – 6,4 Бк/м^2 · год (в 2012 г. – 6,5 Бк/м^2 · 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. В п. Новогорный (ПО «Маяк») максимальная среднемесячная объемная активность ^{137}Cs ($193 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) наблюдалась в декабре 2013 г., а среднемесячная за 2013 г. составила $108{,}2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что на шесть порядков ниже $ДОА_{НАС}$ по НРБ-99/2009.

2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод

Основной вклад в радиоактивное загрязнение поверхностных вод на территории России вносит техногенный ^{90}Sr, выносимый с загрязненных территорий.

В последние годы в воде рек России объемная активность ^{90}Sr постепенно уменьшалась. В 2012 г. она составила в среднем 4,8 мБк/л, в 2013 г. – уменьшилась до 4,3 мБк/л. Эти значения на три порядка ниже уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л). В период по 2012 г.

в осреднение по РФ не включались результаты измерений ^{90}Sr в речной воде, отобранной в реках Колва (п. Чердынь), Вишера (п. Рябинино), Кама (п. Тюлькино), расположенных в районе взрыва трех ядерных зарядов (мощностью 15 кТ каждый), проведенного в мирных целях по проекту «Канал» в марте 1971 г. на глубине 128 м. К настоящему времени уровни активности ^{90}Sr в воде этих рек снизились до средних по РФ и целесообразность исключения этих значений из расчета средней активности отпала. Однако в последние годы увеличивалась активность ^{90}Sr в воде р. Невы (п. Новосаратовка) и в 2013 г. составила 11,1 мБк/л, что в 2,6 раза превышает среднее значение для рек ЕТР. Средние значения объемные активности ^{90}Sr в воде рек РФ в 2013 г. без учета р. Невы составили 4,3 мБк/л, а с учетом всех рек – 4,5 мБк/л.

Объемная активность трития в водах рек постепенно уменьшается. Средняя удельная активность ^{3}H в обследованных реках РФ в 2013 г. колебалась в пределах 1,2-2,7 Бк/л. Меньшее из этих значений относится к р. С. Двина (п. Соломбала), а большее – к р. Амур (г. Благовещенск). В целом, среднее значение объемной активности по 15 пунктам на 11 реках составило в 2013 г. 1,9 Бк/л (2012 г. – 2,6 Бк/л).

Среднегодовое значение объемной активности трития в атмосферных осадках в 2013 г. наименьшее с 2004 г. – 1,9 Бк/л.

На АТР наиболее загрязнённой остается р. Теча. Хотя прямые сбросы с ПО «Маяк» в реку не производятся, радионуклиды поступают с подземными водами от водоемов-хранилищ радиоактивных отходов и из Аксановских болот. Поэтому загрязнение реки радионуклидами, в основном ^{90}Sr, до сих пор остается достаточно высоким. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслюмово) в 2013 г. по сравнению с 2012 г. заметно уменьшилась с 25,2 Бк/л. до 19,0 Бк/л Но и это значение в 3,9 раза выше уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 и на три порядка выше фонового значения для рек РФ.

В воде р. Исети (пункты Мехонское, Шадринск, Красноисетское), после впадения в нее рек Течи и Миасса, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2013 г. изменялась от 0,7 до 1,6 Бк/л, что в 3–7 раз ниже УВ.

Уровни загрязнения морской воды ^{90}Sr практически мало меняются от года к году. Среднегодовые объемные активности этого радионуклида в 2013 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 1,0 мБк/л в Охотском море до 6,7 мБк/л – в Каспийском.

В 2013 г. максимальное содержание ^{90}Sr было зафиксировано 25 октября в Каспийском море – 7,32 Бк/м^3, минимальное – 0,38 Бк/м^3 – 19 февраля в Тихом океане у берегов Камчатки.

2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов

Радиационная обстановка по территории федеральных округов отличается большой неравномерностью, особенно это характерно для АТР. На ЕТР распределение основных параметров по территории федеральных округов более равномерное, особенно это характерно для ЦФО, несмотря на наличие здесь районов, загрязненных в результате Чернобыльской аварии.

Среднегодовые значения амбиентного эквивалента мощности экспозиционной дозы (МЭД) по территории федеральных округов колеблется в интервале 0,11–0,14 мкЗв/ч, что не выходит за переделы естественного радиационного фона.

На загрязненных территориях ЦФО зафиксированы более высокие значения МЭД. Наибольшие среднегодовые значения МЭД наблюдались в населенных пунктах Брянской обл.: п. Ущерпье (плотность загрязнения почвы ^{137}Cs варьирует в диапазоне 5–40 Ки/км^2) – 0,31 мкЗв/ч, п. Творишино (5–15 Ки/км^2) – 0,22 мкЗв/ч, п. Красная Гора (5–15 Ки/км^2) – 0,19 мкЗв/ч. При меньшей плотности загрязнения значения МЭД не превышают средних уровней.

Высокие значения МЭД отмечаются в районах расположения РОО. Причем в 100-км зонах радиохимических предприятий МЭД в большей степени увеличиваются. Так, в южной части СФО (ОАО «Новосибирский завод химконцентратов» (НЗХК) в 100-км зонах РОО наблюдаются уровни МЭД в 0,25 мкЗв/ч, и даже отмечаются случаи повышения до 0,30 мкЗв/ч. Среднегодовые значения МЭД в субъектах федерации на территории СФО в 2013 г. составляли от 0,11 до 0,18 мкЗв/ч и не превышали многолетних средних значений. Среднегодовая МЭД на всей территории округа составила 0,13 мкЗв/ч.

АЭС существенно меньше влияют на величину МЭД в районах расположения. Например, среднегодовое значение МЭД в 2013 г. в 100-км зоне Ленинградской АЭС варьировали от 0,11 до 0,15 мкЗв/ч, Кольской АЭС – от 0,05 до 0,14 мкЗв/ч. В среднем на территории субъектов федерации СЗФО МЭД варьировали от 0,09 до 0,12 мкЗв/ч, а в целом по СЗФО составила 0,11 мкЗв/ч.

Радиационный фон на территории ДВФО в течение последних лет сохраняется без изменений. Среднегодовые значения МЭД в субъектах ДВФО в 2013 г. варьировали от 0,10 мкЗв/ч в Камчатском крае до 0,13 мкЗв/ч в Амурской,

Таблица 2.31. Радиационная обстановка на территории федеральных округов РФ в 2013 году

Федеральный округ	МЭД, мкЗв/ч	Объемная активность в воздухе		Выпадения из атмосферы	
		^{137}Cs, 10^{-7} Бк/м^3	^{90}Sr, 10^{-7} Бк/м^3	^{137}Cs, Бк/м^2·год	^{3}H, Бк/л
Дальневосточный	0,12 (0,10–0,13)*	1,6 (0,8–2,3)	1,0 (0,5–1,8)	0,05 (<0,01–0,2)	1,9 (1,0–2,7)
Приволжский	0,11 (0,01–0,12)	2,6 (1,4–4,4)	0,68 (0,27–1,05)	0,4 (0,14–0,51)	1,9 (1,8–2,3)
Северо-Западный	0,11 (0,09–0,12)	5,5 (0,8–20,5)	0,6 (0,09–1,8)	0,27 (<0,01–0,46)	1,5 (1,4–1,6)
Северо-Кавказский	0,14 (0,09–0,17)	–	–	0,37	–
Сибирский	0,13 (0,11–0,18)	2,9 (0,3–4,9)	1,6 (0,08–4,85)	0,31 (<0,01–0,45)	2,3 (1,63–2,63)
Уральский	0,11 (0,10–0,12)	23,9 (1,3–108,2)	1,8 (0,25–4,6)	0,14	1,8
Центральный	0,12 (0,10–0,14)	14,0 (4,4–25,6)	1,76 (0,32–7,94)	8,5 (0,29–128)	1,88 (1,77–1,98)
Южный	0,12 (0,10–0,15)	3,2 (1,9–4,7)	0,62 (0,33–0,78)	0,37	1,76 1,56–1,95

* В скобках даны минимальные и максимальные средние значения по субъектам Федерации, входящим в федеральный округ.

Магаданской областях и Приморском крае, среднее значение по округу составило 0,12 мкЗв/ч. Максимальное значение МЭД было зафиксировано в Приморском крае – 0,27 мкЗв/ч.

В 2013 г. на ЕТР наиболее высокое значение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы наблюдалось в ЦФО – $5{,}9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что больше, чем в 2012 г. ($4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Существенно увеличилось в 2013 г. среднее значение объемной активности ^{137}Cs в СЗФО – до $5{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 (в 2012 г. – $2{,}9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3), что обусловлено радиационным инцидентом в г. Электросталь Московской обл. в апреле 2013 г. В это время среднемесячные уровни объемной активности ^{137}Cs в городе были на один-два порядка величины выше, чем в 2012 г. Среднегодовые значения объемной активности ^{137}Cs в Северодвинске и Охонах составили 14,7 и $20{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. В меньшей степени этот инцидент проявился и в некоторых других городах округа (Вологда, Сыктывкар, Санкт-Петербург) – от 4,8 до $5{,}9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 (рис. 2.60).

Низкие среднегодовые объемные активности ^{137}Cs характерны для городов Мурманск, Кандалакша, Нарьян-Мар, расположенных за полярным кругом, в 2013 г. они составили $0{,}8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, $1{,}8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 и $3{,}0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 соответственно.

Наиболее благополучным по объемной активности ^{137}Cs в воздухе на ЕТР в 2013 г. был ПФО, где ее среднегодовая величина составила $2{,}8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. За исключением 2011 г., значения среднегодовых объемных активностей ^{137}Cs по ПФО в последние 10 лет находились в пределах $(3–5) \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3.

Для АТР характерна большая неравномерность в величине среднегодовой объемной активности ^{137}Cs (рис. 2.61). При этом следует учесть, что многие из пунктов СФО, представ-

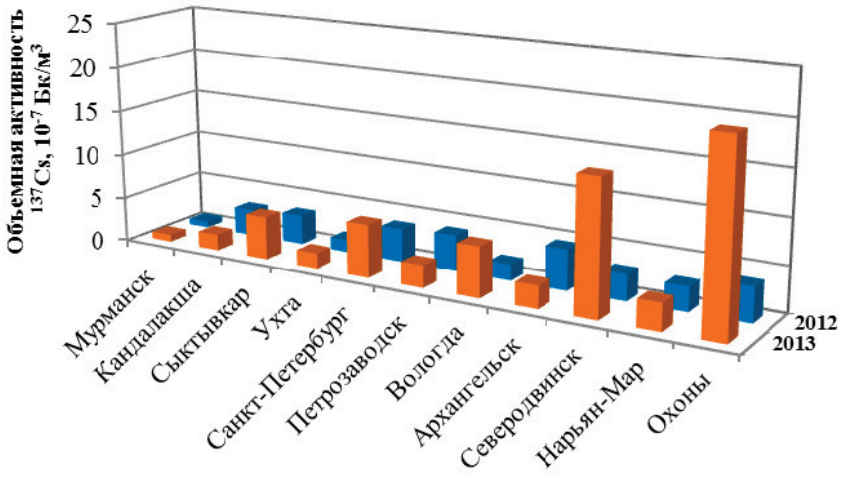


Рис. 2.60. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в населенных пунктах СЗФО в 2012–2013 годах, 10^{-7} Бк/м^3

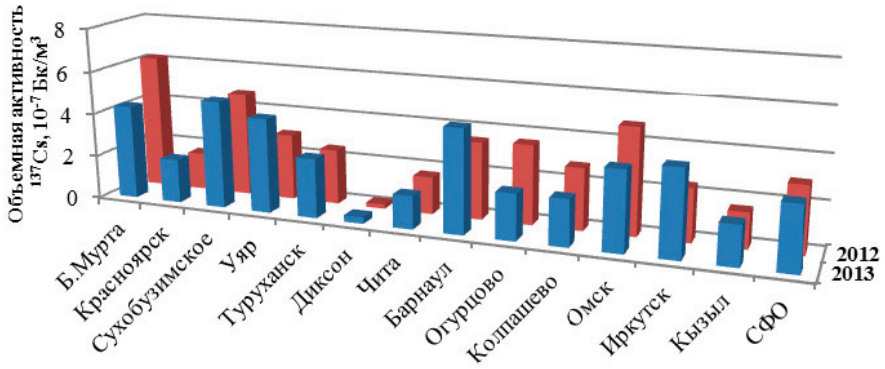


Рис. 2.61. Среднегодовая объемная активность ^{137}Csв населенных пунктах СФО, 10^{-7} Бк/м^3

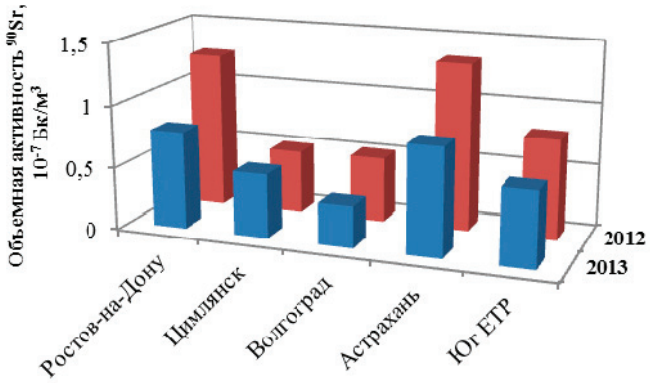


Рис. 2.62. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в населенных пунктах ЮФОв 2012–2013 годах, 10^{-7} Бк/м^3

ленных на рис. 2.61, находятся вблизи РОО (Б. Мурта, Сухобузимское, Уяр, Огурцово, Колпашево). Тем не менее, среднее по округу значение объемной активности ^{137}Cs составило $2{,}9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 (в 2012 г. – $3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). Средневзвешенное значение по РФ в 2013 г. составляет $2{,}6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что говорит о стабильной радиационной обстановке в СФО в последние годы, за исключением 2011 г.

Среднегодовые значения объемной активности ^{137}Cs по субъектам федерации ДВФО в 2013 г. находились в пределах $(0{,}8–2{,}3) \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Среднее по округу равно $1{,}6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что в 1,3 раза ниже средневзвешенного значения по АТР ($2{,}2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). По сравнению с 2012 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs по ДВФО уменьшилась в 1,4 раза.

Следует отметить, что все значения объемной активности ^{137}Cs, приведенные выше, на шесть-семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности ^{137}Cs по НРБ 99-2009.

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере составляет $0{,}88 \times \times 10^{-7}$ Бк/м^3, а по федеральным округам колеблется в пределах $(0{,}6–1{,}8) \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Наименьшие значения зафиксированы в СЗФО и ЮФО, наибольшие – в УФО и ЦФО (табл. 2.31). Но даже при небольшом среднем значении по округу, в отдельных населенных пунктах среднегодовые значения существенно отличаются от средних по округу (рис. 2.62). Средневзвешенная объемная активность ^{90}Sr по южной части ЕТР составляла в 2013 г. $0{,}60 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3.

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в 2013 г. по всей территории ДВФО остаются приблизительно на уровне предыдущих лет и составили $1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3.

Все приведенные выше значения среднегодовой объемной активности ^{90}Sr в приземной слое атмосферного воздуха на семь порядков ниже допустимой по НРБ-99/2009.

Атмосферные выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории большинства федеральных округов в 2013 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения (<0,2 Бк/м^2 год).

Значимые количества атмосферных выпадений ^{90}Sr наблюдались только на территории УФО и СФО. В Свердловской, Челябинской и Курганской областях УФО, вне загрязненных зон и 100-км зон РОО выпадения ^{90}Sr в 2013 г. составили 0,84 Бк/м$^2 \cdot$год и были ниже, чем в 2012 г. – 1,2 Бк/м$^2 \cdot$год. Выпадения ^{90}Sr на территории СФО за три квартала 2013 г. составляли 0,35 Бк/м$^2 \cdot$год и были на уровне 2012 г. за этот же период (0,34 Бк/м$^2 \cdot$год).

Атмосферные выпадения ^{137}Cs определялись в большинстве пунктов наблюдения. Разброс средних величин плотности выпадений по федеральным округам отличается на два порядка

Рис. 2.63. Среднегодовая объемная активность ^{3}H в атмосферных осадках на территории федеральных округов РФ в 2013 г., Бк/л

(табл. 2.31). Наименьшая плотность выпадений в 2013 г. была в ДВФО – 0,05 Бк/м^2·год. В других округах, за исключением ЦФО, она не превышала 0,4 Бк/м^2·год. В ЦФО плотность выпадения ^{137}Cs была наибольшей – 8,5 Бк/м^2·год, что связано, главным образом, с наличием загрязненных территорий и произошедшим радиационным инцидентом на Машиностроительном заводе в г. Электросталь Московской обл. След аэрозольного выброса ^{137}Cs прошел через Тверскую обл., в результате чего Тверь и п. Максатиха оказались в его средней части. В среднем по Тверской обл. годовая плотность выпадения ^{137}Cs составила 128,02 Бк/м^2, что в 200 раз выше средневзвешенных выпадений по центральной части ЕТР.

Кроме Тверской обл., высокие годовые выпадения ^{137}Cs регистрировались, как и ранее, на загрязненных территориях ЦФО: п. Красная Гора Брянской обл. – 6,4 Бк/м^2·год (6,5 Бк/м^2 в 2012 г.), г. Плавск Тульской области – 3,5 Бк/м^2 (3,4 Бк/м^2), г. Дмитров-Орловский – 2,1 Бк/м^2 (2,5 Бк/м^2), г. Брянск – 3,9 Бк/м^2×(2,3 Бк/м^2).

На рис. 2.63 приведены среднегодовые объемные активности трития в атмосферных осадках на территории федеральных округов в 2013 г. На территории СКФО такие наблюдения не проводятся.

Наименьшее значение объемной активности трития в СЗФО – 1,5 Бк/л, наибольшее – в СФО – 2,3 Бк/л. Диапазон значений по отдельным пунктам наблюдения незначительно расширяется – от 1,0 Бк/л в Петропавловске-Камчатском до 2,7 Бк/л в п. Сковородино Амурской обл. Среднегодовая активность трития в осадках для всей территории РФ в 2013 г. 1,9 Бк/л.

Содержание трития в речных водах хорошо согласуется с его содержанием в атмосферных осадках соответствующего региона и в среднем по территории РФ (по 11 рекам) составляет 1,9 Бк/л.

Особое внимание за содержанием ^{90}Sr уделяется рекам загрязненных территорий и регионов с развитой ядерной энергетикой.

В ПФО ведутся наблюдения за содержанием ^{90}Sr в воде рек Урал, Вишера, Кама и Колва. В последние годы объемная активность ^{90}Sr в трех последних постоянно уменьшалась и в 2013 г. приблизилась к средним значениям. Содержания в Каме (п. Тюлькино) и Вишере (п. Рябинино) составили 5,7 и 4,8 мБк/л, что незначительно больше, чем в среднем по ЕТР – 4,4 мБк/л, а в Колве (п. Чердынь) даже меньше – 3,2 мБк/л.

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в реках СЗФО в 2013 г. изменяется от – 2,5 мБк/л (р. Печора) до – 11,1 мБк/л (р. Нева). В воде Онежского озера (Петрозаводская губа) объемная активность ^{90}Sr составляет 5,4 мБк/л, а в оз. Имандра –1,55 мБк/л. В 2013 г. во всех водных объектах изменения объемной активности ^{90}Sr по сравнению с 2012 г. незначительны.

В ЮФО объемная активность ^{90}Sr в воде рек Кубани, Волги и Дона составляла 1,7 мБк/л, 2,6 мБк/л и 3,9 мБк/л соответственно. Среднее значения для рек ЕТР (3,0 мБк/л).

В УФО содержание ^{90}Sr в реках Оби (г. Салехард) и Пур (г. Уренгой) за пределами загрязненных территорий в 2013 г. было выше среднего значения для рек АТР (4,9 мБк/л) и составило 7,7 мБк/л и 6,5 мБк/л соответственно (в 2012 г. – 7,8 мБк/л и 5,3 мБк/л).

Объемная активность ^{90}Sr в реках СФО изменялась от 2,6 мБк/л в р. Хатанга до 6,5 мБк/л в р. Игарка при среднем значении по округу равном 5,1 мБк/л, что несколько выше среднего значения по рекам РФ (4,7 мБк/л).

Средняя объемная активность ^{90}Sr в реках и озерах ДВФО в 2013 г. составляла 4,1 мБк/л. Повышенное содержание ^{90}Sr было зарегистрировано в Амуре (г. Комсомольск-на-Амуре), Лене (п. Кюсюр) и р. Оленек (Республика Саха (Якутия)) – 5,2, 4,8 и 5,7 мБк/л. Наибольшее содержание ^{90}Sr наблюдалось, как и в предыдущие годы, в оз. Ханка в Приморском крае (9,0 мБк/л), загрязненном во время проведения ядерных взрывов в Китае.

3. Загрязнение окружающей среды регионов России

3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов

3.1.1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в России проводились в 252 городах, на 694 постах, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 225 городах на 631 посту (рис. 3.1–3.2), дополнительно проводились эпизодические наблюдения в 4 населенных пунктах.

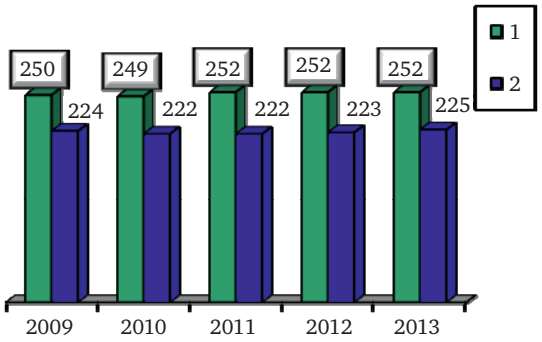


Рис. 3.1. Количество городов с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

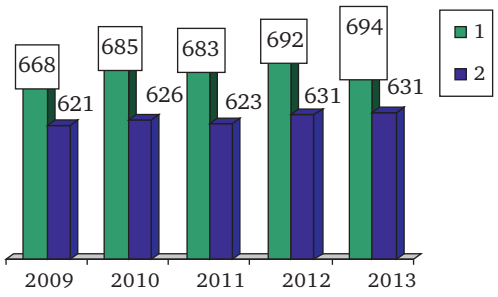


Рис. 3.2. Количество постов в городах с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

В 2013 году выполнено 4,5 млн. наблюдений, в том числе на сети Росгидромета – 3,6 млн. наблюдений.

Для определения уровня загрязнения атмосферного воздуха используются следующие характеристики:

• средняя концентрация примеси, мг/м^3 или мкг/м^3 ($q_{ср}$);

• среднее квадратическое отклонение $q_{ср}$, мг/м^3 или мкг/м^3 ($\sigma_{ср}$);

• максимальная разовая концентрация примеси, мг/м^3 или мкг/м^3 ($q_м$).

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, устанавливаемая Главным санитарным врачом Российской Федерации (Гигиенические нормативы ГН 2.16.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» с дополнениями №1–9).

Средние концентрации сравниваются с ПДК среднесуточными (ПДКс.с.), максимальные из разовых концентраций – с ПДК максимально разовыми (ПДКм.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 ПДКм.р. 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.

НП – наибольшая повторяемость (%) превышения ПДКм.р. по данным наблюдений за одной примесью на всех постах территории за месяц или за год.

В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения атмосферного воздуха считается повышенным при ИЗА от 5 до 6, СИ<5, НП<20%, высоким при ИЗА от 7 до 13, СИ от 5 до 10 НП от 20 до 50%, и очень высоким при ИЗА равном или больше 14, СИ>10, НП>50%.

Таблица 3.1. Тенденция изменений средних концентраций примесей в городах РФ за период 2009–2013 гг.

Примесь	Количество городов	Тенденция средних за год концентраций, %
Взвешенные вещества	228	–5,9
Диоксид азота	240	–4,8
Оксид азота	146	–13,0
Диоксид серы	236	–6,4
Оксид углерода	219	–8,2
Бенз(а)пирен	173	–21,9
Формальдегид	156	0

3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха за 5 лет

По данным регулярных наблюдений на постах Росгидромета за период 2009–2013 гг. средние за год концентрации диоксида азота, взвешенных веществ и диоксида серы снизились на 5–6%, оксида углерода – на 8,2%, оксида азота на 13,0%, бенз(а)пирена (БП) – на 21,9% и формальдегида – не изменились (табл. 3.1).

За пять лет количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, не изменилось, а по сравнению с предыдущим годом уменьшилось на 10 (рис. 3.3).

Количество городов, в которых максимальные концентрации превышают 10 ПДК, за пять лет увеличилось на 10, а по сравнению с 2012 годом – на 7.

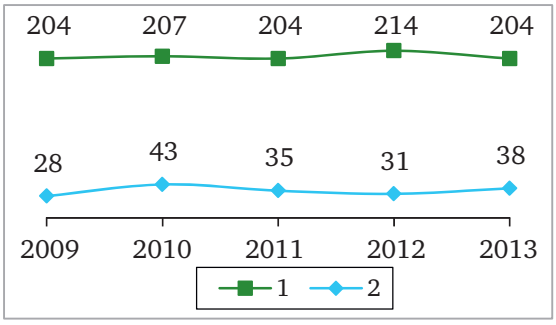


Рис. 3.3. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации одного или нескольких веществ превышали 1 ПДК (1), отмечались значения СИ больше 10 (2)

Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю ИЗА) как высокий и очень высокий, за пять лет снизилось на 7 городов, а по сравнению с 2012 г. – на 15 (рис. 3.4).

Количество городов, включаемых в Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в России, за пять лет уменьшилось на 4.

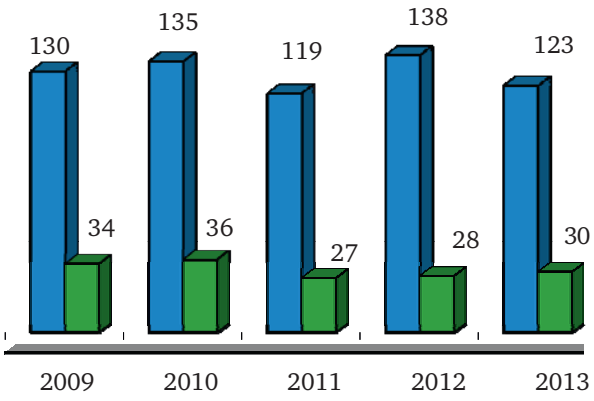


Рис. 3.4. Количество городов, в которых уровень загрязнения высокий и очень высокий (ИЗА>7) (1), в том числе городов в Приоритетном списке (2)

Тенденция изменений загрязнения воздуха отдельными веществами

Количество городов, где средние концентрации *диоксида азота* превышают 1 ПДК, за пять лет уменьшилось на 6. Количество городов, где максимальные разовые концентрации превышают 10 ПДК, за пять лет увеличилось на 3 (рис. 3.5).

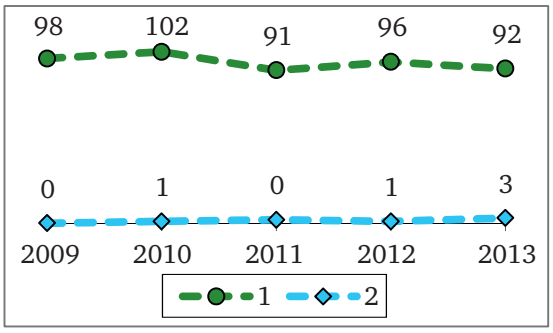


Рис. 3.5. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации диоксида азота превышают 1 ПДК (1), СИ диоксида азота больше 10 (2)

Количество городов, где средние за год концентрации *взвешенных веществ* превышают 1 ПДК, за пять лет уменьшилось на 8 городов. Количество городов, где максимальные разовые концентрации превышают 10 ПДК, за пять лет увеличилось на 1 город (рис. 3.6).

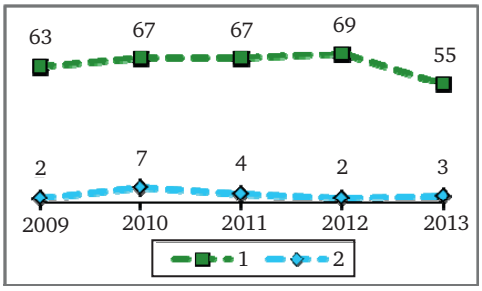


Рис. 3.6. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации взвешенных веществ превышают 1 ПДК (1), СИ взвешенных веществ больше 10 (2)

Количество городов, где среднегодовые концентрации *бенз(а)пирена* превышают 1 ПДК, за пять лет снизилось на 16 (рис. 3.7). Однако, количество городов, в которых максимальные из средних за месяц концентрации бенз(а)пирена превышают 10 ПДК, в последние 5 лет увеличилось на 8.

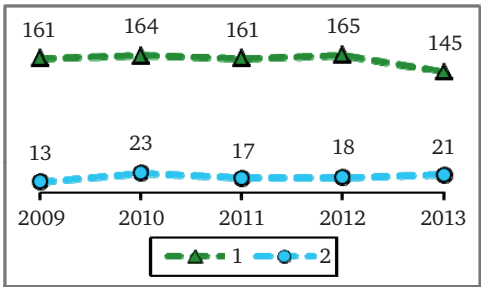


Рис. 3.7. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации бенз(а)пиренапревышают 1 ПДК (1), СИ бенз(а)пирена больше 10 (2)

Количество городов, где среднегодовые концентрации *формальдегида* превышают 1 ПДК, за пять лет увеличилось на 8 (рис. 3.8).

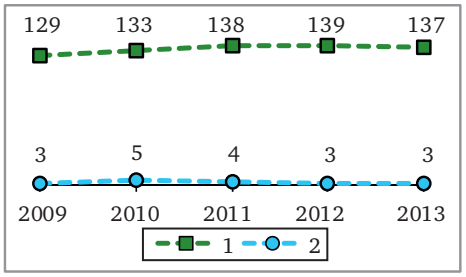


Рис. 3.8. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации формальдегидапревышают 1 ПДК (1), СИ формальдегида больше 10 (2)

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.

Сведения о выбросах загрязняющих веществ приводятся по данным Росстата (http://www.gks.ru/).

За период 2009–2013 гг. среднегодовые концентрации *взвешенных веществ* снизились на 5,9%, выбросы твердых веществ за период 2008–2012 гг. снизились на 18,5% (рис. 3.9).

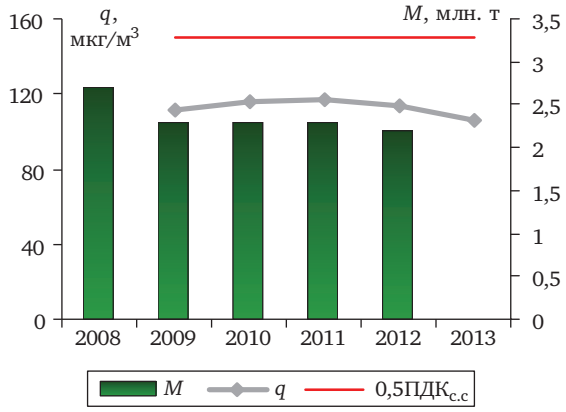


Рис. 3.9. Среднегодовые концентрации (q) взвешенных веществ и выбросы (M) твердых веществ от стационарных источников

Среднегодовые концентрации *диоксида серы* за последние пять лет снизились на 6,4%, выбросы за период 2008–2012 гг. снизились – на 4,4% (рис. 3.10).

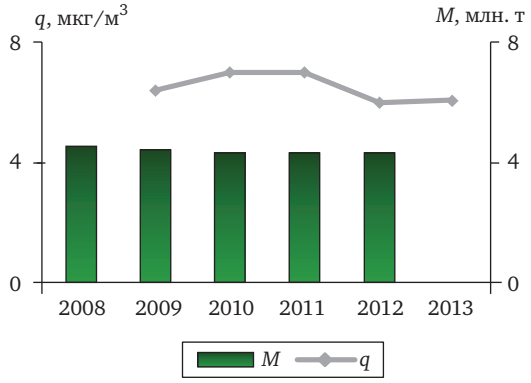


Рис. 3.10. Среднегодовые концентрации (*q*) и выбросы (*M*) диоксида серы от стационарных источников

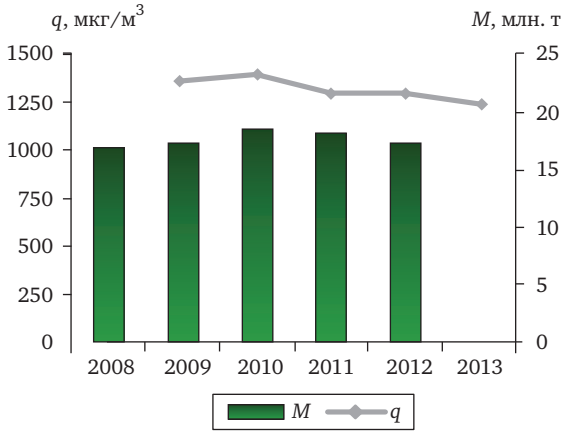


Рис. 3.11. Среднегодовые концентрации (*q*) и суммарные выбросы (*M*) оксида углерода

Средние за год концентрации *оксида углерода* снизились на 8,2% (рис. 3.11), а суммарные выбросы от стационарных и передвижных

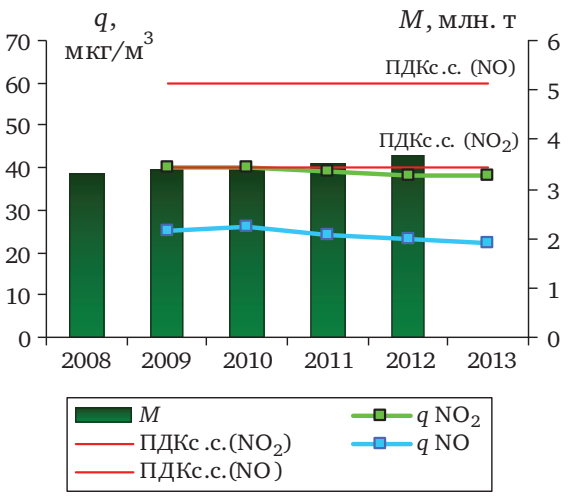


Рис. 3.12. Среднегодовые концентрации диоксида (q_{NO2}) и оксида азота (q_{NO}) и суммарные выбросы (M) NOx (в пересчете на NO_2)

источников за период 2008–2012 гг. увеличились на 3,0%.

Средние концентрации *диоксида азота* снизились на 4,8%, *оксида азота* – на 13,0% (рис. 3.12). Суммарные выбросы от стационарных и передвижных источников (М) NO_x (в пересчете на NO_2) за период 2008–2012 гг. увеличились на 12,0%.

Средние концентрации бенз(а)пирена за пять лет снизились (рис. 3.13).

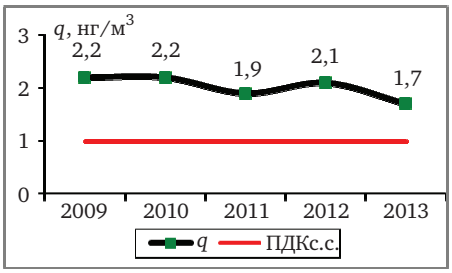


Рис. 3.13. Среднегодовые концентрации бенз(а) пирена

3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах страны

Средние за год и средние из максимальных концентрации основных загрязняющих веществ, полученные по данным регулярных наблюдений в 2013 году в городах России, представлены в табл. 3.2.

Данные наблюдений показывают, что уровень загрязнения атмосферы остается высоким. В **123** городах (57% городов) степень загрязнения воздуха оценивается как очень высокая и высокая и только в 22% городов – низкая (рис. 3.14).

Таблица 3.2. Средние концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов России по данным регулярных наблюдений в 2013 г.

Примесь	Число городов	Средние концентрации (мкг/м^3)	
		$q_{ср}$	$q_м$
Взвешенные вещества	228	106	911
Диоксид азота	240	38	288
Оксид азота	146	22	225
Диоксид серы	236	6	146
Оксид углерода	219	1241	7369
Бенз(а)пирен (q, мкг/м^3*10^{-3})	173	1,7	5,4
Формальдегид	156	9	71

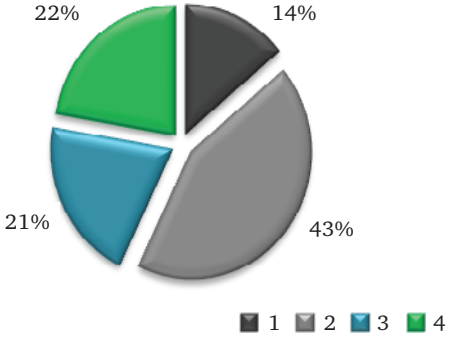


Рис. 3.14. Количество городов (%), где ИЗА≥14 (1), 7–13 (2), 5–6 (3), ≤5 (4)

В городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха проживает 54,2 млн. человек, что составляет 52% городского населения России (рис. 3.15, табл. 3.5).

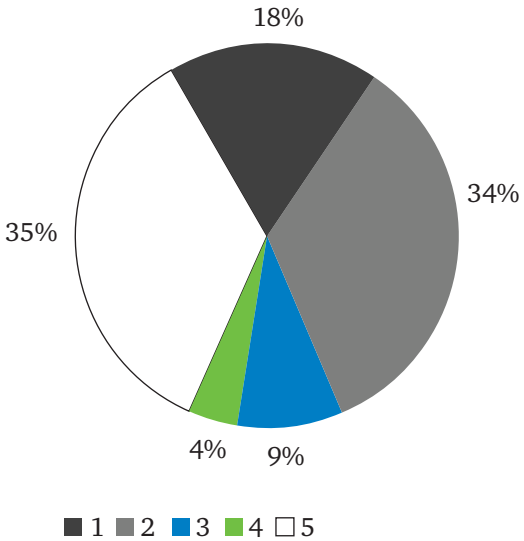


Рис. 3.15. Численность населения (%) в городах, где ИЗА≥14 (1), 7–13 (2), 5–6 (3), ≤5 (4), уровень загрязнения не оценивался из-за отсутствия наблюдений или их недостаточного количества (5)

На рис. 3.16 показаны средние концентрации загрязняющих веществ в целом по городам России в единицах ПДК. Средняя концентра-

ция формальдегида по-прежнему выше ПДК в 3 раза, бенз(а)пирена – в 1,7 раза, концентрации других веществ не превышают 1 ПДК.

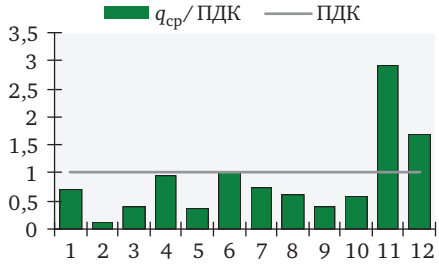


Рис. 3.16. Средние концентрации загрязняющих веществ в городах России:
1 – взвешенные вещества (228); *2* – диоксид серы (236); *3* – оксид углерода (219); *4* – диоксид азота (240); *5* – оксид азота (146); *6* – сероуглерод (7); *7* – фенол (103); *8* – фторид водорода (34); *9* – хлорид водорода (34); *10* – аммиак (71); *11* – формальдегид (156); *12* – БП (173). Цифры в скобках указывают количество городов, в которых проводились наблюдения за данной примесью

В целом по городам России средние из максимальных концентраций всех измеряемых загрязняющих веществ, кроме диоксида серы и оксида азота, превышают 1 ПДК. Средние из максимальных концентрации аммиака, диоксида азота, оксида углерода, фторида водорода, взвешенных веществ, сероводорода и фенола составили 1,2–1,9 ПДК, формальдегида, сероуглерода и хлорида водорода – 2,0–2,6 ПДК, этилбензола – 4 ПДК, бенз(а)пирена – 5,4 ПДК (рис. 3.17).

В **204** городах (**81**% городов, где проводятся наблюдения) средние за год концентрации какого-либо вещества превышают 1 ПДК. В этих городах проживает 66,6 млн. чел. (рис. 3.18). Превышают 1 ПДК средние за год концентрации взвешенных веществ в 55 городах, бенз(а)пирена – в 145 городах, диоксида азота – в 92 городах, формальдегида – в 137 городах.

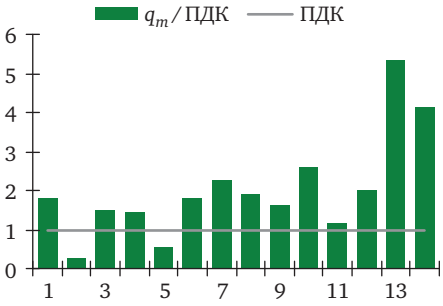


Рис. 3.17. Средние из максимальных концентрации загрязняющих веществ в городах России
1 – взвешенные вещества; *2* – диоксид серы; *3* – оксид углерода; *4* – диоксид азота; *5* – оксид азота; *6* – сероводород; *7* – сероуглерод; *8* – фенол; *9* – фторид водорода; *10* – хлорид водорода; *11* – аммиак; *12* – формальдегид; *13* – бенз(а)пирен; *14* – этилбензол

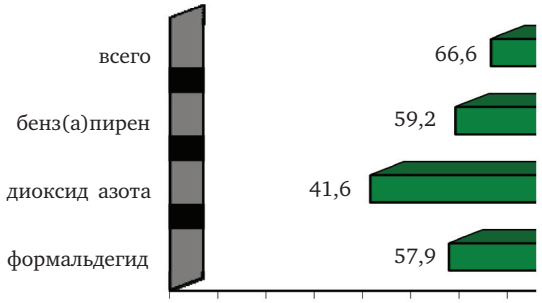


Рис. 3.18. Число жителей в городах (млн.), находящихся под воздействием средних концентраций загрязняющих веществ в воздухе выше 1 ПДК

Максимальные концентрации загрязняющих веществ превышают 10 ПДК в 38 городах (табл. 3.3). В этих городах проживает 14,0 млн. человек (рис. 3.19). Концентрации бенз(а)пирена превышают 10 ПДК в 21 городе с населением 6,9 млн. человек, 5 ПДК – в 50 городах с населением 22,9 млн. человек.

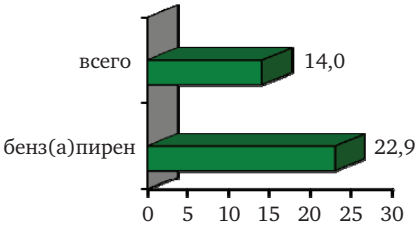


Рис. 3.19. Число жителей в городах (млн.), находящихся под воздействием максимальных концентраций загрязняющих веществ в воздухе выше 10 ПДК (всего) и 5 ПДК бенз(а)пирена

Максимальные концентрации взвешенных веществ, диоксида азота и формальдегида превышают 10 ПДК (каждого загрязняющего вещества) в 3 городах, сероводорода – в 4 городах.

Всего за год отмечено 108 случаев превышения 10 $ПДК_{м.р.}$ различных загрязняющих веществ.

В Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха (города с очень высоким уровнем загрязнения воздуха, для которых комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) равен или выше 14) в 2013 году включено 30 городов с общим числом жителей в них 18,7 млн. человек (табл. 3.4).

В связи со снижением уровня загрязнения атмосферного воздуха по сравнению с 2012 годом в Приоритетный список не вошли Ачинск, Белоярский, Кемерово, Нижний Тагил, Новороссийск, Новочеркасск, Соликамск, Стерлитамак и Челябинск.

В то же время в Приоритетный список вновь включены: п. Восточный, Златоуст, Красноту-

Таблица 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 2013 г.

Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК[1]	Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК[1]
Абакан	бенз(а)пирен[4]	1	16,1	Никель	диоксид серы	9	13,7
Архангельск	бенз(а)пирен[3]	5	20,9	Новоалександровск	оксид углерода	1	14,6
Барнаул	ксилол	1	10,5	Новокузнецк	бенз(а)пирен[4]	3	16,0
Благовещенск, Амурская обл.	бенз(а)пирен[4]	2	10,3	Новокуйбышевск	сероводород	1	17,3
Братск	бенз(а)пирен[4]	2	10,9	Новосибирск	бенз(а)пирен[4]	3	12,0
					сажа	1	10,7
Волгоград	фенол	1	12,2	Омск	хлорид водорода	1	14,3
Губаха	этилбензол[2]	1	10,1	Петровск-Забайкальский	бенз(а)пирен[4]	1	14,8
Екатеринбург	этилбензол[2]	10	18,0	Рязань	сероводород	1	10,9
Зима	бенз(а)пирен[4]	4	16,9	Салехард	взвешенные вещества	1	16,8
Иркутск	бенз(а)пирен[4]	1	14,9	Селенгинск	бенз(а)пирен[4]	1	18,6
Комсомольск-на-Амуре	бенз(а)пирен[4]	1	10,3	Смоленск	формальдегид	1	13,1
Корсаков	взвешенные вещества[3]	8	18,7	Улан-Удэ	бенз(а)пирен[4]	3	25,0
Красноярск	бенз(а)пирен[4]	3	17,1	Уфа	диоксид азота	1	10,8
					сероводород	1	13,3
Курган	бенз(а)пирен[4]	2	15,4	Чегдомын	бенз(а)пирен[4]	1	11,4
	формальдегид	1	11,0	Череповец	сероводород	3	12,5
Курск	диоксид азота	3	11,8	Черногорск	бенз(а)пирен[4]	2	22,4
				Чита	бенз(а)пирен[4]	9	39,4
Кызыл	бенз(а)пирен[4]	2	21,2	Южно-Сахалинск	сажа	2	12,6
Магнитогорск	бенз(а)пирен[4]	5	27,1		взвешенные вещества[3]	1	33,3
Минусинск	бенз(а)пирен[4]	2	17,2	Ясная Поляна	диоксид азота[5]	1	12,5
Нижний Тагил	бенз(а)пирен[4]	3	17,0		формальдегид[5]	2	11,5

[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 среднемесячные концентрации, деленные на $ПДК_{с.с.}$
[5] Приведена максимальная из разовых концентрация, деленная на $ПДК_{м.р.}$ леса.

рьинск, Кызыл, Нижнекамск, Новокузнецк, Саратов, Улан-Удэ, Шелехов, Чегдомын. В связи с ростом концентраций формальдегида (по сравнению с 2012 годом – в 2 раза) впервые за последние 5 лет г. Ханты-Мансийск включен в Приоритетный список.

В Норильске формирование очень высокого уровня загрязнения воздуха обусловлено значительными выбросами диоксида серы, составляющие 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 16 – с концентрациями взвешенных веществ, в 14 – диоксида азота, в 7 – фенола.

В Приоритетный список вошли по 3 города с предприятиями нефтехимической и химической промышленности и черной металлургии, 5 городов – с предприятиями цветной металлургии, в 9 городах определяющий вклад в загрязнение вносят предприятия топливно-энергетического комплекса.

3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха на территориях субъектов Российской Федерации

В 123 городах РФ (52% городского населения) уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий.

На территории Оренбургской и Самарской областей имеются 4 города с таким уровнем загрязнения, в Красноярском крае и Иркутской области – 5 городов, в Ростовской области – 6 городов, в Ханты-Мансийском АО (Югра) – 7 городов (табл. 3.5).

Таблица 3.4. Города с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы (ЗА) и вещества, его определяющие, в 2013 г.

Город	Вещества, определяющие очень высокий уровень ЗА	Город	Вещества, определяющие очень высокий уровень ЗА
Братск	БП, CS_2, Ф	Москва	NO_2, NH_3, БП, Ф
п. Восточный	ВВ, NO_2, NH_3, Ф	Нерюнгри	ВВ, NO_2, Ф
Дзержинск	ВВ, NO_2, БП, фенол, Ф	Нижнекамск	БП, фенол, Ф
Екатеринбург	ВВ, NO_2, БП, ЭБ, Ф	Новокузнецк	ВВ, NO_2, БП, Ф
Зима	БП, Ф	Норильск	Выбросы SO_2 и NO_2
Златоуст	NO_2, БП, Ф	Салехард	БП, Ф
Иваново	ВВ, фенол, Ф	Саратов	NO_2, NH_3, БП, Ф
Иркутск	ВВ, NO_2, БП, Ф	Селенгинск	ВВ, БП, Ф
Краснотурьинск	NO_2, БП, фенол, Ф, HF	Улан-Удэ	ВВ, NO_2, БП, Ф
Красноярск	ВВ, БП, Ф	Ханты-Мансийск	фенол, Ф
Курган	NO_2, БП, сажа, Ф	Чегдомын	ВВ, БП, Ф
Кызыл	БП, сажа, Ф	Черногорск	БП, Ф
Лесосибирск	ВВ, БП, фенол, Ф	Чита	ВВ, БП, Ф
Магнитогорск	ВВ, NO_2, БП, Ф, фенол	Шелехов	ВВ, БП, Ф, HF
Минусинск	БП, Ф	Южно-Сахалинск	ВВ, NO_2, БП, сажа, Ф

Ф – формальдегид; ВВ – взвешенные вещества; БП – бенз(а)пирен; ЭБ – этилбензол; HF – фторид водорода; NO_2 – диоксид азота; SO_2 – диоксид серы; CS_2 – сероуглерод, NH_3 – аммиак.
Города Приоритетного списка ***не ранжируются*** *по степени загрязнения воздуха.*

Таблица 3.5. Характеристики уровня загрязнения воздуха в федеральных округах и субъектах РФ в 2013 г.

Субъект РФ	Количество						Население (%) в городах с В и ОВ уровнем ЗВ
	городов	станций	городов, в которых				
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА >7	Q >ПДК	СИ >10	НП >20	
Центральный федеральный округ							
г. Москва	1	17	1	1	0	0	100
Белгородская обл.	3	9	1	3	0	0	22
Брянская обл.	1	4	1	1	0	0	48
Владимирская обл.	1	4	1	1	0	0	31
Воронежская обл.	1	6	1	1	0	1	64
Ивановская обл.	2	3	1	2	0	0	47
Калужская обл.	1	2	1	1	0	0	45
Костромская обл.	2	5	0	2	0	0	0
Курская обл.	1	5	1	1	1	0	55
Липецкая обл.	1	6	0	1	0	0	0
Московская обл.	10	20	2	9	0	0	4
Орловская обл.	1	4	1	1	0	0	60
Рязанская обл.	1	4	1	1	1	0	63
Смоленская обл.	1	4	0	1	1	0	0
Тамбовская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Тверская обл.	1	1	1	1	0	0	40
Тульская обл.	3	10	3	3	1	0	50
Ярославская обл.	3	8	1	3	0	0	56
Всего по округу	35	116	17	34	4	1	54
Южный федеральный округ							
Адыгея Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Калмыкия Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Краснодарский край	3	8	2	3	0	0	39
Астраханская обл.	7	12	1	1	0	0	76
Волгоградская обл.	3	6	2	2	1	0	67
Ростовская обл.	9	17	6	8	0	1	57
Всего по округу	22	43	11	14	1	1	52
Северо-Западный федеральный округ							
г. Санкт-Петербург	1	20	1	1	0	0	100
Карелия Респ.	3	3	0	2	0	0	0

Продолжение табл. 3.5

Субъект РФ	Количество						Население (%) в городах с В и ОВ уровнем ЗВ
	городов	станций	городов, в которых				
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА >7	Q >ПДК	СИ >10	НП >20	
Коми Респ.	4	9	2	3	0	0	50
Архангельская обл.	4	8	2	4	1	0	44
Вологодская обл.	2	11	1	2	1	0	37
Калининградская обл.	1	5	1	1	0	0	59
Ленинградская обл.	10	11	0	6	0	0	0
Мурманская обл.	9	21	0	4	1	0	0
Новгородская обл.	3	5	0	1	0	0	0
Псковская обл.	2	2	0	0	0	0	0
Ненецкий автономный округ	-	-	-	0	-	-	-
Всего по округу	39	95	7	24	3	0	54
Приволжский федеральный округ							
Башкортостан Респ.	5	20	2	5	1	0	54
Марий Эл Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Мордовия Респ.	1	4	1	1	0	0	64
Татарстан Респ.	3	22	3	3	0	0	66
Удмуртская Респ.	2	7	1	1	0	0	62
Чувашская Респ.	2	6	2	2	0	0	79
Кировская обл.	2	6	0	2	0	0	0
Нижегородская обл.	7	19	2	6	0	3	13
Оренбургская обл.	5	13	4	5	0	0	35
Пензенская обл.	1	4	1	1	0	0	56
Пермский край	4	18	3	4	1	0	56
Самарская обл.	9	40	4	9	1	0	84
Саратовская обл.	5	12	2	2	0	1	54
Ульяновская обл.	3	6	3	3	0	0	80
Всего по округу	49	177	28	44	3	4	52
Уральский федеральный округ							
Курганская обл.	1	5	1	1	1	1	65
Свердловская обл.	5	16	3	5	2	1	84
Тюменская обл.	2	8	1	1	0	0	70
Челябинская обл.	3	15	3	3	1	1	59
Ханты-Мансийский авт. округ – Югра	7	9	7	7	0	0	58
Ямало-Ненецкий авт. округ	1	1	1	1	1	0	9
Всего по округу	19	54	16	18	5	3	55
Северо-Кавказский федеральный округ							
Дагестан Респ.	1	3	1	1	0	1	40
Ингушетия Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Кабардино-Балкарская Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Карачаево-Черкесская Респ.	1	1	0	0	0	0	0
Респ. Северная Осетия - Алания	1	8	0	1	0	0	0
Чеченская Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Ставропольский край	5	10	0	2	0	0	0
Всего по округу	8	22	1	4	0	1	10
Сибирский федеральный округ							
Алтай Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Бурятия Респ.	4	7	2	4	2	0	71
Тыва Респ.	1	3	1	1	1	1	67
Хакасия Респ.	3	4	3	3	2	0	80
Алтайский край	3	10	2	3	1	1	65
Забайкальский край	3	7	2	3	2	0	46
Красноярский край	6	18	5	6	2	1	57
Таймырский АО (в составе Красноярского края)[1]	1	1	1	0	0	0	99
Иркутская обл.	18	38	5	12	3	1	49

Окончание табл. 3.5

Субъект РФ	Количество						Население (%) в городах с В и ОВ уровнем ЗВ
	городов	станций	городов, в которых				
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА >7	Q >ПДК	СИ >10	НП >20	
Кемеровская обл.	3	18	3	3	1	0	54
Новосибирская обл.	3	12	1	3	1	1	70
Омская обл.	1	8	0	1	1	0	0
Томская обл.	1	6	1	1	0	0	69
Всего по округу	47	132	26	40	16	5	55
Дальневосточный федеральный округ							
Саха Респ. (Якутия)	4	7	3	3	0	1	65
Камчатский край	2	6	2	2	0	0	86
Приморский край	8	13	2	6	0	0	52
Хабаровский край	4	10	3	4	2	0	77
Амурская обл.	3	3	2	3	1	0	42
Магаданская обл.	1	3	1	1	0	0	69
Сахалинская обл.	6	12	3	6	3	4	57
Еврейская авт. обл.	1	1	1	1	0	0	62
Чукотский авт. округ	-	-	-	-	0	-	-
Всего по округу	29	55	17	26	6	5	62
Всего по РФ	248	694	123	204	38	20	52

[1] По данным о выбросах за 2012 г. в Норильске.

Прочерк в таблице обозначает отсутствие в городах субъекта Российской Федерации наблюдательной сети за загрязнением атмосферного воздуха.

Серой заливкой выделены регионы, в которых более 75 % городского населения испытывает воздействие высокого и очень высокого уровня загрязнения атмосферного воздуха.

В 30 субъектах РФ уровень загрязнения воздуха высокий и очень высокий во всех городах, где проводятся наблюдения.

Только в 14 субъектах РФ высокий и очень высокий уровень загрязнения воздуха городов не отмечен.

В 42 субъектах РФ более 52% городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения воздуха, из них в 11 (Москва, Санкт-Петербург, Астраханская, Самарская, Свердловская (и Екатеринбург) и Ульяновская области, Камчатский и Хабаровский края, Чувашская республика, республика Хакасия и Таймырский АО) – более 75% городского населения.

В 204 городах РФ средняя за год концентрация одного или нескольких веществ превышает ПДК (*Q*>1 ПДК).

В Республике Башкортостан, Ленинградской, Нижегородской, Оренбургской, Сахалинской и Свердловской областях (и Екатеринбург), Красноярском и Приморском краях, Ханты-Мансийском АО (Югра) имеется 5–7 таких городов, в Ростовской области – 8, в Московской и Самарской областях – 9, в Иркутской области – 12.

В городах 28-ми субъектов Российской Федерации максимальная концентрация какого-либо вещества превышала 10 ПДК (СИ > 10). В Иркутской и Сахалинской областях имеется по 3 таких города. Всего в РФ таких городов 38.

3.2. Загрязнение почвенного покрова

3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения

В 2004–2013 годах наблюдения за уровнем загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) – тяжёлыми металлами (ТМ), мышьяком, фтором, нефтью и нефтепродуктами (НП), сульфатами, нитратами, бенз(а)пиреном (БП) – проводились на территориях Республики Башкортостан, Республики Марий Эл, Республики Мордовия, Республики Татарстан, Удмуртской Республики, Чувашской Республики, Приморского края, Иркутской Кемеровской, Кировской, Московской, Нижегородской, Новосибирской, Омской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Свердловской, Томской и Ульяновской областей. Для каждой территории определен свой перечень ТПП, измеряемых в почве. В 2013 году наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились в районе 41 населённого пункта, включая фоновые районы, для определения в почвах уровней массовых

долей ТМ, НП, фтора, сульфатов, бенз(а)пирена и нитратов обследовано соответственно 36, 23, 15, 6, 1 и 13 населённых пунктов.

Загрязнение почв металлами

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

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

Приоритет при выборе пунктов наблюдений за загрязнением почв ТМ отдается районам, в которых расположены предприятия цветной и чёрной металлургии, энергетики, машиностроения и металлообработки, топливной и энергетической, химической и нефтехимической промышленностей, предприятий по производству стройматериалов, строительной промышленности. Динамика средних массовых долей ТМ в почвах 5-километровых зон вокруг предприятий по отраслям промышленности, усреднённых за определённые периоды, представлена на рис. 3.20.

Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом ТМ проводится по показателям загрязнения $Z_ф$ (с учётом фонов) и (или) $Z_к$ (с учётом кларков), являющимися индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье человека.

Согласно показателю загрязнения $Z_ф$, к опасной категории загрязнения почв ТМ относится 2,6% обследованных за период 2004–2013 гг. населённых пунктов, их отдельных районов, одно- и пятикилометровых зон вокруг источников загрязнения, пунктов многолетних наблюдений

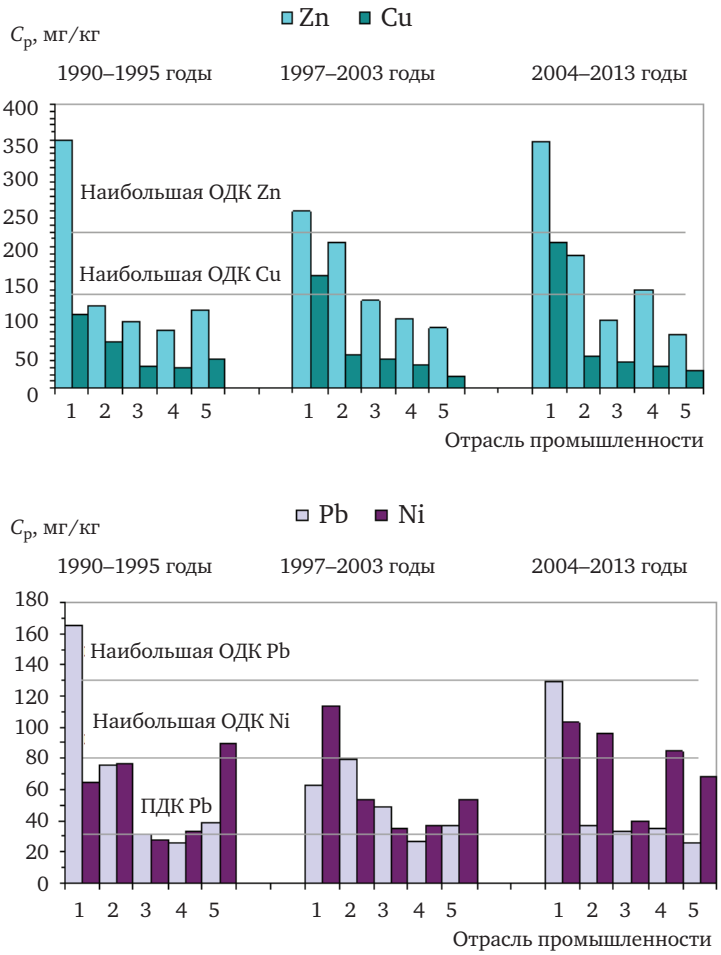


Рис. 3.20. Динамика средних массовых долей по отраслям промышленности, усредненных за определенные периоды: цинка и меди (вверху), свинца и никеля (внизу) в почвах 5-километровых зон вокруг предприятий металлургической промышленности (1), машиностроения и металлообработки (2), топливной и энергетической промышленности (3), химической и нефтехимической промышленности (4), строительной промышленности и производства стройматериалов (5)

Таблица 3.6. Перечень городов и посёлков РФ с опасной категорией загрязнения почв металлами (2004–2013 гг.)

Край, область, населённый пункт	Год наблюдений	Зона обследования радиусом, км, вокруг источников	Приоритетные техногенные металлы
1	2	3	4
Опасная категория загрязнения, $32 \le Z_ф < 128$			
Иркутская область г. Свирск	2013	УМН; 0,5*	Свинец, медь, цинк, кадмий
г. Слюдянка	2013	Территория города	Никель, кобальт, свинец
Приморский край пос. Рудная Пристань	2007	От 0 до 1 от поселка	Свинец, кадмий, цинк
Свердловская область г. Кировград	2013	От 0 до 1* От 0 до 5	Цинк, свинец, медь, кадмий
г. Ревда	2009	От 0 до 1*	Медь, свинец, кадмий, цинк
г. Реж	2013	От 0 до 5	Никель, кадмий, хром, кобальт, цинк

* По показателю $Z_к$ почвы относятся к чрезвычайно опасной категории загрязнения.

Таблица 3.7. Перечень городов и посёлков РФ с умеренно опасной категорией загрязнения почв металлами (2004–2013 гг.)

Республика, край, область, населённый пункт	Год наблюдений	Зона обследования радиусом, км, вокруг источника	Приоритетные техногенные металлы
1	2	3	4
Умеренно опасная категория загрязнения, $16 \le Z_ф < 32$ и $13 \le Z_ф \le 15$ при $Z_к \ge 20$			
Иркутская область г. Свирск	2013	УМН; 4*	Свинец, медь, цинк
Нижегородская область г. Дзержинск городской округ	2011–2013	Территория городского округа	Свинец, цинк
г. Нижний Новгород	2007–2009	Нижегородский, Советский, Автозаводской, Канавинский, Московский, Сормовский районы	Свинец, цинк, медь
Оренбургская область г. Медногорск	2009	От 0 до 5*	Медь, цинк, свинец, кадмий
Приморский край г. Дальнегорск	2007	От 0 до 20 вокруг города*	Свинец, кадмий, цинк
пос. Рудная Пристань	2007	От 0 до 5 от посёлка*	Свинец, кадмий, цинк
пос. Славянка	2010	Территория посёлка	Цинк, медь, свинец
Республика Башкортостан г. Баймак	2011	От 0 до 1*	Медь, цинк, свинец, кадмий
г. Белорецк	2011	От 0 до 1	Медь, цинк, свинец
г. Сибай	2011	От 0 до 1*	Медь, кадмий, цинк, свинец
г. Учалы	2011	От 0 до 1	Цинк, медь, кадмий, свинец
Свердловская область г. Асбест	2009	Территория города	Никель, хром, свинец
г. Верхняя Пышма	2012	От 0 до 1*	Медь, цинк, хром, никель
г. Нижний Тагил	2011	От 0 до 1	Цинк, медь, свинец, марганец
г. Ревда	2013	УМН; 1*	Медь, свинец, кадмий, цинк
г. Первоуральск	2009	Территория города	Хром, свинец, никель, цинк, медь
г. Полевской	2013	От 0 до 1	Никель, хром, кобальт, цинк

* По показателю $Z_к$ почвы относятся к опасной категории загрязнения.

(ПМН), состоящих из участков многолетних наблюдений (УМН), к умеренно опасной – 7,7%. Перечень данных городов и посёлков представлен в табл. 3.6 и 3.7.

Почвы 89,7% населённых пунктов (в среднем) по показателю загрязнения $Z_ф$ 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). Высокая неоднородность (пятнистость) загрязнения почв ТМ вблизи источников промышленных выбросов, медленный процесс самоочище-

ния, консервативность почв и другие факторы в большинстве случаев не позволяют достоверно утверждать об изменениях уровней массовых долей ТМ в почвах за пятилетний или даже за более продолжительный период наблюдений.

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.

В целом с 2009 года (для нескольких городов с 1990 года и далее) явного накопления общего содержания ТМ в обследованных в 2013 году почвах городов и их окрестностей не наблюдается, кроме почв в районе г. Слюдянка и пос. Култук Иркутской области, где по сравнению с зарегистрированными в 2005 г. массовые доли свинца, марганца, меди, никеля, цинка увеличились более чем в 2 раза.

Начиная с 2007 года, отмечается тенденция к уменьшению массовых долей меди и цинка в почвах городов Октябрьский и Туймазы Республики Башкортостан.

Показатель загрязнения почв $Z_ф$ не является универсальным, учитывающим уровень загрязнения почв каждым отдельным ТМ. Основным критерием гигиенической оценки загрязнения почв каждым отдельным металлом является ПДК и (или) ОДК ТМ в почве. Почвы, в которых обнаружено превышение 1 ПДК ТМ, не могут быть отнесены к допустимой категории загрязнения. Сравнение уровней массовых долей ТМ в очагах загрязнения почв ТМ, для которых не разработаны ПДК и ОДК, проводится с их фоновыми массовыми долями (Ф). Значение массовой доли ТМ, составляющее от 3 до 5 Ф и более (в каждом конкретном случае) служит показателем загрязнения почв данным ТМ. Опасность загрязнения тем выше, чем выше концентрация ТМ в почве и выше класс опасности ТМ.

Отмечается значительное загрязнение почв ТМ (среднее значение не ниже 3 ПДК, 3 ОДК или 9 Ф), установленное за последние пять лет наблюдений. При неоднократном обследовании почв города за этот период приведены установленные уровни загрязнения последнего года наблюдений. Здесь и далее первая цифра в скобках обозначает среднюю массовую долю ТМ или иного ТПП в почвах изучаемой площади, вторая цифра – максимальную массовую долю.

Загрязнение почв с 2009 по 2013 год обнаружено: – кадмием – в городах Верхняя Пышма (вод > 14 и > 28 Ф, Ф < 0,01 мг/кг), Кировград (к 3 и 14 ОДК, п 14 и 45 Ф, Ф 0,4 мг/кг), Медногорск (однокилометровая зона вокруг источника к 3 и 4 ОДК), Ревда (к 3 и 20 ОДК, п 14 и 113 Ф), Ревда (ПМН к 5 и 10 ОДК, п 10 и 20 Ф, Ф 0,4 мг/кг), Реж (к 14 и 104 ОДК, п 32 и 292 Ф, Ф 0,4 мг/кг); – марганцем – в г. Нижний Тагил (п 3 и 9 ПДК); – медью – в городах Верхняя Пышма (к 3 и 27 ОДК, п 33 и 314 ПДК), Екатеринбург (п 4 и 120 ПДК), Кировград (к 6 и 42 ОДК, п 91 и 966 ПДК), Кушва (п 4 и 14 ПДК), Медногорск (к 4 и 12 ОДК), Невьянск (п 3 и 10 ПДК), Первоуральск (п 19 и 91 ПДК), Ревда (к 4 и 27 ОДК, п 47 и 320 ПДК), Ревда (ПМН к 14 и 37 ОДК, п 125 и 301 ПДК); – никелем – в городах Асбест (к 6 и 21 ОДК, п 4 и 9 ПДК), Мелеуз (к 4 и 7 ОДК), Полевской (однокилометровая зона вокруг ОАО «СТЗ» к 5 и 14 ОДК, п 3 и 6 ПДК), Реж (к 15 и 86 ОДК, п 10 и 40 ПДК); – свинцом – в городах Артёмовский (п 3 и 8 ПДК), Берёзовский (к 3 и 20 ПДК, п 7 и 30 ПДК), Верхняя Пышма (п 4 и 28 ПДК), Ижевск (в 3 и 15 ПДК), Каменск-Уральский (п 5 и 47 ПДК), Кировград (к 8 и 64 ПДК, п 19 и 103 ПДК), Медногорск (к 4 и 13 ПДК), Невьянск (п 5 и 10 ПДК), Первоуральск (к 3 и 11 ПДК, п 4 и 5 ПДК, вод 9 и 31 Ф 0,15 мг/кг), Ревда (к 6 и 46 ПДК, п 12 и 140 ПДК), Ревда (ПМН к 6 и 22 ПДК, п 8 и 20 ПДК), Свирск (УМН-1 к 75 и 111 ПДК, УМН-3 к 10 и 16 ПДК), Сысерть (п 3 и 9 ПДК); – цинком – в городах Кировград (к 6 и 34 ОДК, п 26 и 176 ПДК), Медногорск (к 4 и 8 ОДК), Невьянск (к 3 и 4 ОДК, п 4 и 6 ПДК), Ревда (п 4 и 12 ПДК), Ревда (ПМН к 4 и 11 ОДК, п 6 и 15 ПДК), пос. Славянка (к 4 и 68 ОДК).

Загрязнение почв фтором

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

В 2013 году загрязнение поверхностного 5-сантиметрового слоя почв валовой формой фтора зарегистрировано в г. Братск и его окрестностях (20 и 38 Ф, Ф 24 мг/кг). Динамика валовой массовой доли фтора в районе г. Братск представлена на рис. 3.21.

За период с 2009 по 2013 год зафиксировано загрязнение водорастворимыми формами фтора выше 1 ПДК отдельных участков почв в районе (и (или) на территории) городов Иркутск, Каменск-Уральский, Новокузнецк, Полевской Свердловской обл., Тольятти, Усолье-Сибирское, Черемхово.

В Иркутской области продолжались наблюдения за атмосферными выпадениями фторидов. За фоновое значение плотностей атмосферных выпадений фторидов принято среднегодовое значение плотностей атмосферных выпадений фторидов 0,89 кг/км^2 мес, установленное в районе пос. Листвянка, расположенном в 60 км от г. Иркутск. В 2013 году загрязнение воздушного бассейна фторидами было отмечено в городах

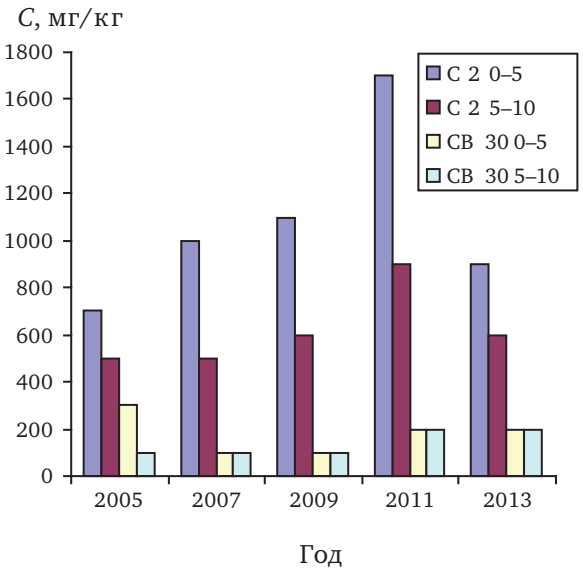


Рис. 3.21. Динамика валовой массовой доли фтора в почвенных горизонтах от 0 до 5 м и от 5 до 10 см вблизи ОАО «РУСАЛ-БрАЗ» (С 2 – в двух км на север от источника) и на удалении от него (СВ 30 – в 30 км на северо-восток от источника)

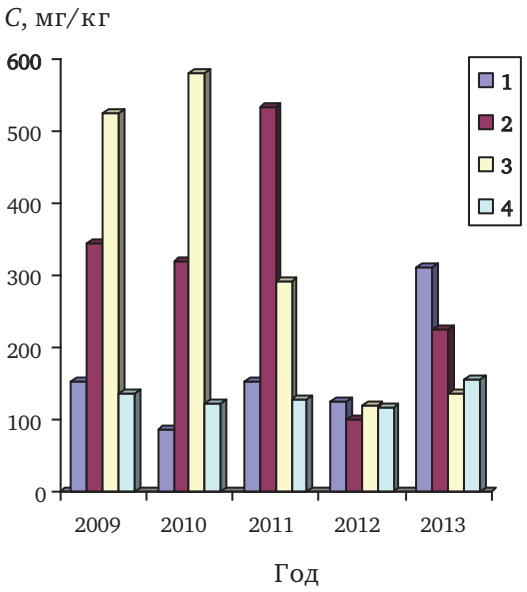


Рис. 3.22. Динамика средних массовых долей НП в поверхностном слое почв ПМН в городах Кемерово (1), Набережные Челны (2), Нижнекамск (3), Новокузнецк(4)

Братск (60 и 187 Ф) и Шелехов (53 и 90 Ф). Максимальные значения наблюдались в июне и декабре 2013 г. соответственно.

В целом, с 2008 года наблюдается тенденция к уменьшению загрязнения фторидами воздушного бассейна г. Шелехов.

Загрязнение почв нефтепродуктами и бенз(а)пиреном

В 2013 году наблюдения за массовой долей НП в почвах и её динамикой проводились на территориях Западной Сибири, Республики Марий Эл, Республики Татарстан, Иркутской, Нижегородской, Оренбургской и Самарской областей как вблизи наиболее вероятных мест импактного загрязнения – вблизи добычи, транспортировки, переработки и распределения НП, – так и в районах населённых пунктов и за их пределами. В 2013 году наблюдения за загрязнением почв бенз(а)пиреном проводились только в районе г. Уссурийск Приморского края. В трех пробах почв, отобранных на территории г. Уссурийск, включая зону радиусом 0,5 км вокруг города, содержание БП составило от 1 до 8,8 ПДК. С 1978 года накопления БП в почвах не наблюдается.

Загрязнение почв НП (средняя массовая доля НП не ниже 500 мг/кг) обнаружено в зоне нефтяного пятна (3200 и 9545 мг/кг или 23 и 70 Ф, Ф 137 мг/кг) площадью 31,75 га, образованного после произошедшей в марте 1993 года на 654 км нефтепровода «Красноярск-Иркутск» аварии вблизи пос. Тыреть Заларинского района Иркутской области, на территории городов Оренбург (1198 и 16204 мг/кг или 24 и 324 Ф, Ф 50 мг/кг) и Омск (624 и 3126 мг/кг или 16 и 78 Ф, Ф 40 мг/кг).

С 1993 по 2013 год среднее содержание НП в почвах нефтяного пятна вблизи пос. Тыреть уменьшилось в 8 раз, среднее содержание НП в почвах за пределами пятна на расстоянии примерно 200 м и в почвах локального фонового участка увеличилось в 1,5 раза. Динамика средних массовых долей НП в почвах отдельных городов РФ дана на рис. 3.22.

Загрязнение почв нитратами и сульфатами

Наблюдения за уровнем загрязнения почв нитратами проводились на территориях Западной Сибири, Оренбургской и Самарской областей. Превышения 1 ПДК (130 мг/кг) нитратов в почвах не установлено. В целом за пятилетний период наблюдается тенденция к уменьшению нитратов в почвах или сохранению их на прежнем уровне.

Мониторинг загрязнения почв сульфатами осуществлялся на территориях Приморского края, Иркутской, Оренбургской и Самарской областей.

Повышенные массовые доли сульфатов выявлены в почвах (376 и 785 мг/кг или 11 и 22 Ф, Ф 35 мг/кг) Оренбурга, обследованного впервые, на отдельных участках почв в районе г. Слюдянка и пос. Култук (3 Ф, Ф 132 мг/кг), а также пункта многолетних наблюдений в г. Самара (до 6 Ф, Ф 35 мг/кг). Анализ результатов наблюдений показал, что за период с 2000 по 2013 гг. существенных изменений содержания сульфатов в обследованных почвах не произошло.

3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов

Основным источником поступления пестицидов в почву является их применение в сельскохозяйственном производстве. В соответствии с Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов на территории Российской Федерации разрешены к применению более тысячи средств защиты растений, в основе которых около 300 действующих веществ. В 2013 г в областях, охваченных наблюдениями Росгидромета, наиболее широко применялись гербициды на основе глифосата, 2,4-Д, ацетохлора, МЦПА, феноксапроп-П-этила, прометрина, инсектициды диметоат, имидаклоприд, циперметрин; фунгициды тебуконазол, имидаклоприд, пропиконазол, карбендазим.

В 2013 г. было выборочно проведено обследование почв различного типа на территории 36 субъектов Российской Федерации. Обследовались почвы сельскохозяйственных угодий, отдельных лесных массивов, зон отдыха в 483 пунктах на территории 110 районов, в 162 хозяйствах. На территории 9 субъектов Российской Федерации были обследованы почвы вокруг 12 складов и мест захоронения пестицидов, не пригодных к употреблению или запрещенных к применению.

В 2013 г. загрязненные (выше установленных гигиенических нормативов) площади составили 1,45% весной и 1,06% осенью от общей обследованной площади 31,0 тыс. га. Загрязненные пестицидами участки почв были обнаружены на территории 12 субъектов Российской Федерации (рис. 3.23). В целом, на обследованной территории Российской Федерации в 2013 г. было отмечено загрязнение суммарным ДДТ, гексахлораном (ГХЦГ), гексахлорбензолом (ГХБ), трифлуралином, далапоном, триазиновыми гербицидами. В 2013 г. загрязнение суммарным ДДТ было обнаружено на 540 га, что составляет 1,7% от обследованной площади (в 2012 г. – 748 га). Загрязнение суммарным ГХЦГ наблюдалось на 1,32% от обследованной территории 4162 га, ГХБ – на 1,2% от обследованной площади 4962 га (в 2012 году – 0,34% от обследованной площади 11,45 тыс. га). Загрязнение трифлуралином было выявлено на 1,75% от обследованной площади 5705 га (в 2012 году – 1,68% от обследованной площади в 11,92 тыс. га). Кроме того, в 2013 г. в Приволжском федеральном округе были обнаружены почвы, загрязненные далапоном, загрязнение которым не регистрировалось более 10 лет (5,6% от обследованной площади 283 га) и симазином (3,5% от обследованной площади 283 га).

В отличие от предыдущих лет в 2013 г. не было обнаружено содержание в почве гербицида 2,4-Д (в 2012 г. загрязненные 2,4-Д почвы составляли 1,25% от обследованной площади, в 2011 г. – 0,14%; в 2010 г. и 2009 г. – по 1,4%). Такие колебания обусловлены широким применением этого гербицида в сельскохозяйственном производстве, относительно малым периодом его полураспада в почве (от 7 до 31 сут.), сильной миграционной способностью. Кроме того, по сравнению с 2012 г. в 2013 году не было выявлено загрязнения почвы ТХАН.

Загрязненные участки почв выявляются на территории Российской Федерации ежегодно, при этом наблюдается тенденция снижения доли загрязненных почв (рис. 3.24). Загрязненные почвы также были обнаружены на локальных участках, прилегающих к территориям пунктов хранения или захоронения пестицидов, а также на территории оздоровительных детских лагерей Курганской и Новосибирской областей.

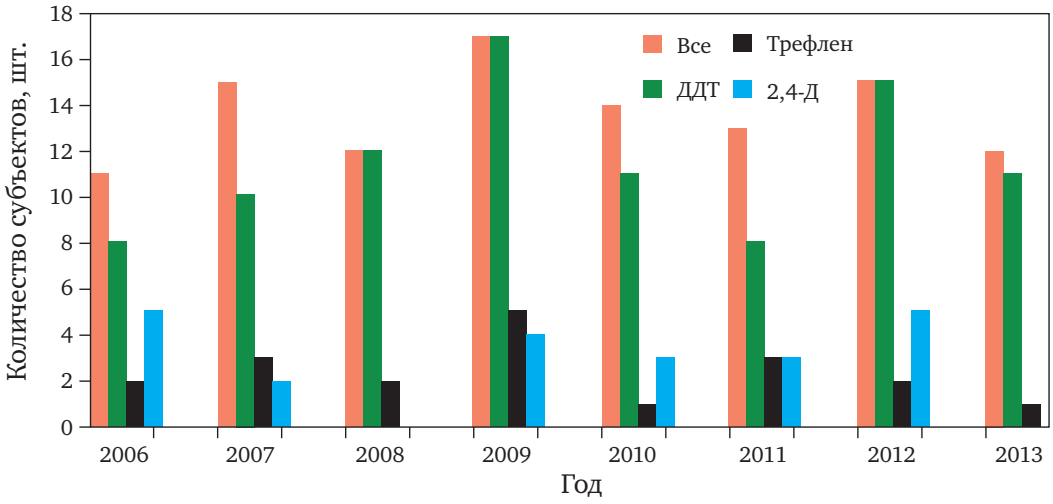


Рис. 3.23. Количество субъектов Российской Федерации, на территории которых обнаружено превышение нормативов содержания пестицидов в почве

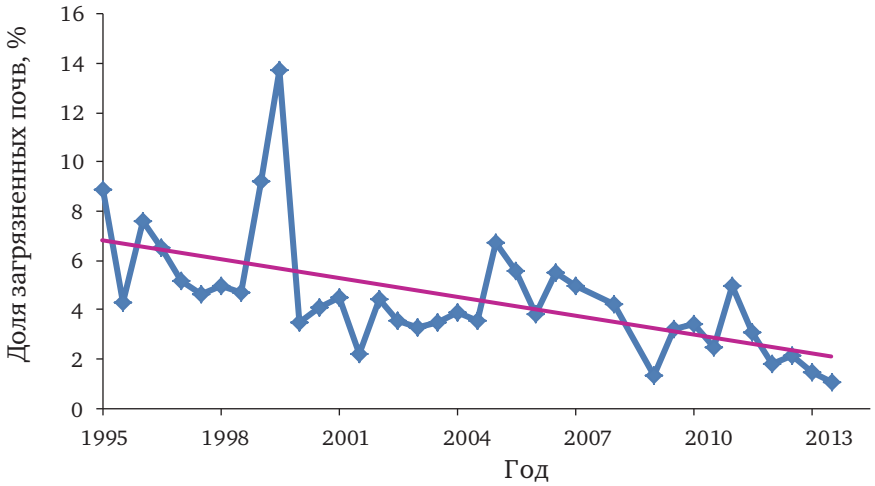


Рис. 3.24. Доля загрязненных почв, % от обследованной площади

Центральный федеральный округ

В 2013 г. на территории ЦФО были обследованы почвы Владимирской, Калужской, Костромской, Московской, Рязанской, Тульской и Ярославской областей общей площадью 1623 га. В почвах определялось содержание хлорорганических инсектицидов и гербицида трифлуралина. На обследованной территории в 2013 г. загрязненные почвы не были обнаружены. Содержание суммарного ДДТ в почвах не превышало 0,07 ПДК, суммарного ГХЦГ – 0,13 ПДК, трифлуралина – 0,4 ПДК. Среднее содержание в почвах ДДТ составляло от 0,0014 мг/кг (Щекинский район Тульской области) до 0,0055 мг/кг (Рязанская область).

Среднее содержание суммарного ГХЦГ в обследованных почвах Центрального региона находилось в диапазоне от 0,002 до 0,010 мг/кг.

Южный федеральный округ

В 2013 г. на территории ЮФО проводились наблюдения за загрязнением почв ОК пестицидов в Астраханской, Волгоградской, Ростовской областях и Краснодарском крае. Также, как и в предыдущие годы, содержание ни одного из 15 контролируемых пестицидов не превышало ПДК или ОДК. В почвах сельскохозяйственных угодий наблюдались следовые количества хлорорганических пестицидов, паратион-метила (метафоса), гербицидов 2,4-Д, ТХАН, трифлуралина. Пестициды прометрин, симазин, атразин, фозалон на обследованной территории ЮФО не были обнаружены.

В Астраханской области осенью было обследовано 246 га в Харабалинском и Черноярском районах. Средние ОК суммарного ДДТ и суммарного ГХЦГ соответствовали 0,04 ПДК, ОК в почвах 2,4-Д, трихлоруксусной кислоты, трифлуралина, паратион-метила не превышали 0,07 ПДК (ОДК).

В Волгоградской области обследовались почвы в Урюпинском и Ольховском районах площадью 480 га весной и 360 га осенью. Содержание суммарного ДДТ и суммарного ГХЦГ в почве находилось в диапазоне массовых долей от 0,001 до 0,006 мг/кг. При выборочном обследовании в почвах также были обнаружены ОК 2,4-Д, трифлуралина, трихлоруксусной кислоты, паратион-метила, не превышающие гигиенических нормативов.

В Ростовской области на содержание ДДТ, ГХЦГ, паратион-метила (метафоса), фозалона, трифлуралина, 2,4-Д, симазина, прометрина, ТХАН обследовались сельскохозяйственные угодья под зерновыми, овощами, масличными культурами, картофелем, а также фруктовые сады. Загрязненных почв не было обнаружено. Средняя концентрация суммарного ДДТ по области составила 0,03 ПДК весной и 0,06 ПДК осенью. Максимальные концентрации также не превышали нормативов и составляли весной 0,06 ПДК и 0,08 ПДК осенью. Средние ОК суммарного ГХЦГ составили 0,02 ПДК весной и 0,04 ПДК осенью, максимальные – не превышали 0,05 ПДК. Максимальные зарегистрированные концентрации соответствовали для трифлуралина – 0,07 ОДК, ТХАН – 0,04 ОДК, 2,4-Д – 0,06 ПДК, метафоса – 0,07 ПДК.

В Краснодарском крае в 2013 году средняя концентрация суммарного ДДТ составила весной 0,03 ПДК и осенью 0,05 ПДК при максимальном содержании 0,06 ПДК осенью. Среднее ОК суммарного ГХЦГ составило 0,02 ПДК весной и 0,04 ПДК осенью, максимальное – 0,04 ПДК. Среднее ОК трифлуралина, трихлоруксусной кислоты, 2,4-Д и метафоса составило 0,05 ОДК весной и 0,07 ОДК осенью, при этом максимальные концентрации составили: трифлуралина – 0,06 ОДК, трихлоруксусной кислоты – 0,03 ОДК, 2,4-Д – 0,08 ПДК, метафоса – 0,06 ПДК.

На обследованных почвах загрязнения пестицидами не было выявлено, ОК контролируемых пестицидов в течение последних 5 лет практически не изменяются.

Приволжский федеральный округ

В 2013 г. в ПФО были обследованы почвы в Республиках Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Татарстан, Удмуртской, Чувашской, в областях Кировской, Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской общей площадью 8883 га на содержание 14 действующих наименований пестицидов, а также полихлорированных бифенилов (ПХБ). В 2013 г. продолжалось обследование почв в местах складирования и захоронения пестицидов.

В 2013 году загрязненные ОК суммарного ДДТ почвы были обнаружены весной под зерновыми, кукурузой, в садах в Экспериментальном хозяйстве НИИСХ г. Саратов; колхозе «Игенче» Арского района Республики Татарстан; ООО «Напко – Самара» Сергиевского района Самарской области, при максимальном содержании 1,3 ПДК; 1,8 ПДК; 7,6 ПДК, соответственно. Осенью загрязненные почвы ОК суммарного ДДТ были обнаружены под зерновыми и в садах – 72 га и 4 га (8,0% и 2,9% от обследованной площади), при максимальном содержании 4,29 ПДК и 1,02 ПДК в ООО «Возрождение» Николаевского района Ульяновской области и ОАО «Садовод» Сызранского района Самарской области. В других обследованных хозяйствах Республик Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Татарстан, Удмуртской, Чувашской, в Кировской, Нижегородской Оренбургской, Пензенской, Самарской и Ульяновской областей ОК суммарного ДДТ в почве весной и осенью наблюдалось на уровне десятых-сотых долей ПДК, либо не было обнаружено.

На большей части обследованной территории не было выявлено загрязнения ГХЦГ. Загрязненные ОК суммарного ГХЦГ почвы были обнаружены весной в садах и под парами в ООО «Напко – Самара» Сергиевского района и ООО «Мир» Безенчукского района Самарской области, максимальное содержание составило 1,55 ПДК и 2,3 ПДК. При осеннем обследовании почв садов того же хозяйства был обнаружен участок, почвы которого содержали 7,1 ПДК суммарного ГХЦГ. В 2012 году на территории ПФО загрязненные ГХЦГ почвы не были выявлены. После запрета применения этого высокотоксичного пестицида произошло снижение содержания ОК ГХЦГ в почвах до следовых значений практически на всей территории России. В зоне многолетних комплексных наблюдений в районе производства пестицидов на основе ГХЦГ в г. Чапаевске также наблюдается тенденция к снижению загрязненности. В 2013 г. в воде р. Чапаевка впервые за годы многолетних наблюдений не было отмечено превышений ПДК суммарного ГХЦГ, концентрация которого наблюдалась в пределах 0,2 – 0,9 ПДК (в 2012 г максимальная концентрация в воде достигала 9,5 ПДК).

Входящие в перечень Стокгольмской конвенции такие стойкие органические загрязняющие вещества как гексахлорбензол (ГХБ) и полихлорированные бифенилы (ПХБ) в большей части проанализированных проб не были обнаружены. Среднее содержание ГХБ в почве составило 0,001–0,002 мг/кг (0,03–0,07 ОДК), что соответствует уровню предыдущих лет наблюдений. Загрязнение почв ГХБ было отмечено на площади в 25 га под зерновыми клубнеплодами и парами при максимальном содержании 1,0 ОДК; 6,7 ОДК и 1,0 ОДК в Экспериментальном хозяйстве НИИСХ Ю–В г. Саратова; ООО «Агрофирма Белозерки» Ставропольского района и ООО «Мир» Безенчукского района Самарской области соответственно.

В 2013 г. на обследованной территории ПФО не было обнаружено почв, загрязненных гербицидом 2,4-Д. На территории Республики Башкортостан ОК 2,4-Д не было обнаружено, в том числе на полях, обрабатывавшихся гербицидами на основе этого действующего вещества, что может свидетельствовать о благоприятных условиях разложения примененной дозы. На территории частного хозяйства Ветлужского района Нижегородской области на площади 0,3 га под картофелем, а также под зерновыми на 2-х участках, площадью по 15,0 га, в Инсарском районе Республики Мордовия на территории ООО «Нива» весной были зафиксированы ОК 2,4-Д кислоты на уровне 0,1 ПДК (0,01 мг/кг). К осени произошло самоочищение почв.

В СПК «МТС Нива» Беляевского района Оренбургской области и в ЗАО «Луначарск» Ставропольского района Самарской области наблюдались участки, загрязненные симазином (1,35 и 1,47 ПДК).

На обследованной территории ПФО не было обнаружено почв, загрязненных паратион-метилом (метафосом), трифлуралином, ТХАН, далапоном, прометрином.

Уральский федеральный округ

В 2013 г. на территории Уральского федерального округа наблюдения за содержанием пестицидов в почве проводились только в Курганской области в Белозёрском, Кетовском, Варгашинском, Лебяжьевском районах. Обследовались почвы сельскохозяйственных угодий весной и

осенью по 2154 га, в том числе почвы земель сельскохозяйственного назначения в с. Хутора Лебяжьевского района, где находится крупное захоронение пестицидов. Пробы отбирались на полях, расположенных на расстоянии от 10 до 100 метров от места захоронения.

В пробах почвы определялись пестициды пяти наименований: инсектоакарициды п,п'-ДДТ и его метаболит п,п'-ДДЭ, два изомера ГХЦГ и гербицид 2,4-Д. В 2013 году ОК суммарного ДДТ и суммарного ГХЦГ в пробах почв сельхозугодий не было обнаружено. ОК 2,4-Д, обнаруженные в пробах почв, не превышали ПДК.

Многолетние наблюдения за динамикой содержания ДДТ в почве проводятся на территории детского оздоровительного лагеря им. Коли Мяготина в Белозерском районе. Территория лагеря неоднократно обрабатывалась препаратами ДДТ для борьбы с энцефалитным клещом. Последняя санкционированная обработка была проведена в 1997 г. Почвы лагеря были опасно загрязнены этим инсектицидом, до настоящего времени содержание ДДТ в почве превышает ПДК. На рис. 3.25 представлена динамика среднего содержания суммарного ДДТ в почве пункта наблюдений. Колебания содержания ДДТ в почвах до 2009 г. могут быть связаны с несанкционированным использованием препаратов ДДТ для обработки территории. В 2010 г. лагерь был закрыт, обработки территории были прекращены. Как видно из рисунка, с 2009 по 2013 г. наметилась тенденция к снижению содержания ДДТ в почве. Анализ почв разреза, заложенного на загрязненном участке в лесном массиве вблизи лагеря, свидетельствует о том, что произошла миграция на всю исследованную глубину (150 см). В верхнем горизонте (0–10 см) серой лесной почвы аккумулировано до 70% загрязняющего вещества, второй максимум наблюдается на границе глинистого водоупорного горизонта (90–150 см), где содержится от 15 до 20% запаса ДДТ в разрезе.

Почвы обследованной территории Курганской области содержали ОК 2,4-Д, не превышающие гигиенического норматива. Максимальное содержание весной соответствовало 0,79 ПДК, осенью – 0,99 ПДК. По информации Россельхозцентра, гербициды на основе этого действующего вещества широко применяются в сельскохозяйственном производстве Курганской области. Анализ проб почв разреза на поле под пшеницей показал, что после применения в вегетационном периоде осенью в пахотном горизонте (0-23 см) наблюдались ОК 2,4-Д, соответствующие 0,39 ПДК. Миграция в нижние горизонты почвы не произошла.

Сибирский федеральный округ

В 2013 году на территории СФО были обследованы почвы Алтайского края, Республики Алтай, Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областей общей площадью 9838 га на содержание 16 действующих наименований пестицидов, а также кислотность (pH) и содержание нитратов. Также были обследованы территории, прилегающие к 5 складам устаревших пестицидов и территория оздоровительного лагеря в Новосибирской области (пункт многолетних наблюдений).

Загрязненные ДДТ почвы были обнаружены в Иркутской и Новосибирской областях. В Иркутской области загрязнены суммарным ДДТ почвы водосборной территории р. Куда вблизи с. Хомутово и д. Куда в Иркутском районе. Максимальное содержание суммарного ДДТ в почве под капустой составило 3,59 ПДК. Загрязненные участки также использовались для выращива-

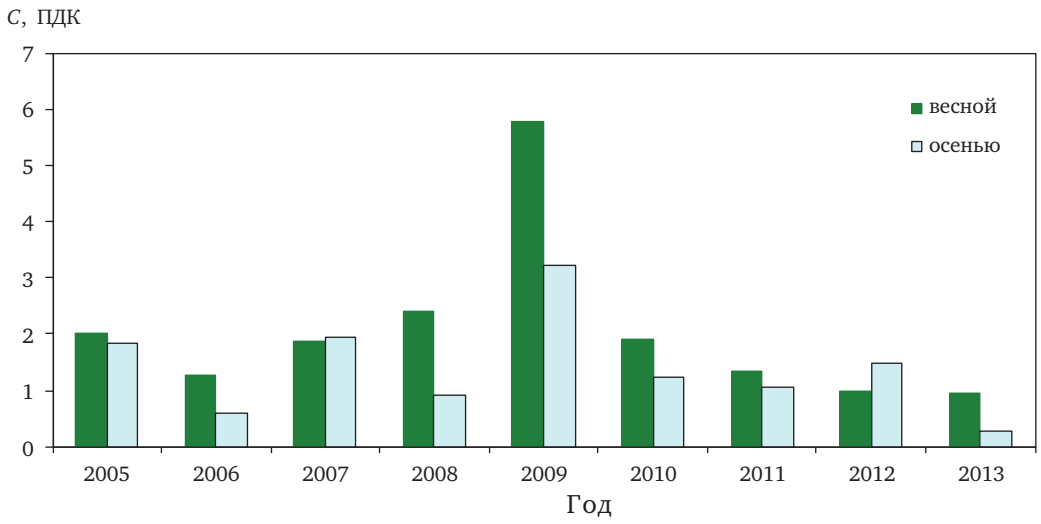


Рис. 3.25. Динамика среднего содержания ОК суммарного ДДТ (С, ПДК), выраженного в ПДК на участке пункта многолетнего наблюдения в Белозерском районе

ния зерновых, свеклы, картофеля. В Новосибирской области загрязненные ДДТ (1,17 ПДК) почвы были обнаружены в Коченевском районе под пшеницей. Не произошло очищения почв на территории пункта многолетних наблюдений на территории детского оздоровительного лагеря «Лесная сказка», среднее содержание ДДТ в почве участка площадью 3 га составило 2,26 ПДК, максимальное – 3,37 ПДК.

Почв, загрязненных ГХЦГ выше гигиенического норматива, на территории СФО в 2013 г. не было выявлено. Максимальное содержание ГХЦГ 0,68 ПДК было зафиксировано в Маслянинском районе Новосибирской области. Превышение норматива содержания в почвах ГХБ (7,67 ОДК) наблюдалось в одной пробе почвы, отобранной в с. Ирхидей в Осинском районе, бассейн реки Осинка. На остальной обследованной территории СФО в 2013 г. загрязнение почв ГХЦГ и ГХБ не было обнаружено. В пробах почв Иркутской области, содержавших ОК ГХЦГ, преобладал альфа-изомер, что может свидетельствовать о длительном периоде пребывания в почве. В 2013 г. были обнаружены участки, загрязненные гербицидом трифлуралином (до 3,98 ПДК) в Иркутской области, ОАО «Хомутовское». Превышение ПДК в почве этого поля наблюдалось и осенью (максимум – 2,64 ПДК), несмотря на снижение среднего его содержания за счет трансформации и возможного выноса. На территории Славгородского района Алтайского края под кукурузой почвы содержали 0,9 ПДК трифлуралина. В почвах остальной обследованной территории трифлуралин либо не был обнаружен, либо его содержание не представляло опасности.

В 2013 г. на территории СФО не было обнаружено почв, загрязненных гербицидами 2,4-Д, пиклорамом, пирамином,, инсектицидами метафосом, фозалоном, диметоатом, дельтаметрином, фенвалератом и альфа-циперметрином.

При обследовании почв на содержание подвижных нитратов дважды в Новосибирской области были зафиксированы превышения ПДК (130 мг/кг) – в 1,9 и 1,2 раза. На остальной обследованной площади в 2197 га загрязнения не выявлено.

Дальневосточный федеральный округ

В 2013 г. на территории ДФО было обследовано 1834 га почвы в Приморском крае (Кировский, Октябрьский, Ханкайский, Хорольский, Уссурийский, Черниговский, Яковлевский районы). В образцах почв определялись ОК пестицидов 7 наименований.

Среднее ОК суммарного ДДТ по краю под всеми видами культур (зернобобовыми, зерновыми, корнеплодами, кукурузой) составило весной 0,41 ПДК (0,041 мг/кг) и осенью 0,29 ПДК (0,029 мг/кг). Весной и осенью превышение ПДК суммарного ДДТ было обнаружено в Яковлевском районе Приморского края под соей в ЗАО «Приморская соя» Яковлевского района. Максимальное обнаруженное содержание ДДТ составило 2,14 ПДК весной и 1,56 ПДК осенью. Загрязненная площадь составила 6% от общей обследованной.

Результаты обследования показали, что почвы Приморского края не загрязнены ОК ГХЦГ. Среднее ОК суммарного ГХЦГ по Приморскому краю под всеми видами культур весной составило 0,002 мг/кг и 0,001 мг/кг осенью. Максимальные ОК ГХЦГ (0,06 и 0,05 ПДК) были обнаружены в Октябрьском районе с. Покровка СХПК «Искра» под зерновыми и в объединенных личных хозяйств «Путиенко» Черниговского района под соей.

Обследованные почвы Приморского края не загрязнены трифлуралином, максимальное обнаруженное ОК составило 0,78 ОДК под картофелем в крестьянско-ферменском хозяйстве «Нива» Уссурийского района.

В 2013 году в почвах Приморского края не было выявлено загрязнения метафосом. Максимальное содержание ОК метафоса весной составило 0,17 ПДК под картофелем в крестьянско-ферменском хозяйстве «Нива» Уссурийского района и осенью – 0,05 ПДК под соей в СПТУ – 57 Ханкайского района.

Северо-Кавказский федеральный округ

В 2013 году на территории СКФО были обследованы почвы Ставропольского края и Карачаево – Черкесской Республики общей площадью 224 га весной и 340 га осенью на содержание 14 действующих наименований пестицидов. На обследованной территории загрязненные ядохимикатами почвы не были обнаружены. Среднее ОК суммарного ДДТ составило 0,04 ПДК, ГХЦГ – 0,02 ПДК весной и 0,04 ПДК осенью. Максимальное ОК трифлуралина составило 0,05 ОДК, ТХАН – 0,03 ОДК, 2,4-Д – 0,06 ПДК, метафоса – 0,05 ПДК.

На обследованных почвах загрязнения пестицидами не было выявлено, ОК контролируемых пестицидов в течение последних 5 лет практически не изменяются.

Состояние участков, прилегающих к местам хранения пестицидов

В связи с появлением более эффективных и безопасных пестицидов, а также в результате запрещения к применению происходит нако-

пление на складах, полигонах и несанкционированных свалках запрещенных, пришедших в негодность и устаревших ядохимикатов. Проведенные Россельхознадзором проверки показали, что в большинстве областей России основная часть таких складов находится в ветхом, аварийном состоянии. Для оценки возможного распространения пестицидов от мест хранения в 2013 г. было проведено обследование почв вокруг 12 складов неликвидных пестицидов в 9 субъектах Российской Федерации.

На территории Удмуртской республики в пробах почв, отобранных вблизи складов ядохимикатов в ООО «Батыр» Селтинского района и с. Сигаево Сарапульского района, содержание пестицидов ДДТ, ГХЦГ, ГХБ, симазина, прометрина, 2,4-Д, трефлана и ПХБ было ниже пределов обнаружения используемых методик измерения.

В Костромской области на расстоянии от 0,2 до 1,5 км от заброшенных складов пестицидов в ОПХ «Минское» и Учхозе «Костромское» почвы содержали от 0,005 до 0,009 мг/кг ДДТ, до 0,009 мг/кг ГХЦГ и до 0,03 мг/кг трифлуралина, что не превышает гигиенических нормативов.

Были обследованы почвы на расстоянии от 50 до 250 м от захоронения пестицидов в р.п. Романовка Романовского района Саратовской области, где в 1998 г. было захоронено около 30 т обезличенных препаратов и смесей пестицидов 1–2 классов опасности. В почве определялись пестициды 14-ти наименований. В пробах были обнаружены ДДТ (на расстоянии 100 м на уровне 0,3 ПДК), изомеров ГХЦГ – до 0,08 ПДК, при максимальном содержании – 0,33 ПДК. В 15% отобранных проб было отмечено превышение ОДК ГХБ на расстоянии до 250 м, максимум – 3,0 ОДК наблюдался на расстоянии 150 м в западном направлении от захоронения. На расстоянии 150 м в различных направлениях были обнаружены ОК далапона и симазина на уровне 0,08–0,56 ПДК и 0,04–0,30 ПДК, трифлуралина – на уровне 0,13 ОДК. Другие пестициды не были обнаружены.

Расположенный в п. Маяк г.о. Новокуйбышевск Самарской области склад пестицидов разрушен, пестициды вывезены. Как показало проведенное в 2013 г. обследование почвы в районе бывшего склада загрязнены далапоном (0,83–1,73 ПДК). В пробах зарегистрировано содержание ГХБ на уровне 0,07–0,43 ОДК, максимум был отмечен на расстоянии 50 м в южном направлении. На расстоянии 100 м по 4 румбам было обнаружено присутствие симазина на уровне 0,40–0,64 ПДК, а также следовые количества ГХЦГ. В обследованных почвах в районе бывшего склада не обнаружены: метафос, прометрин, ТХАН; 2,4-Д.

В Лебяжьевском районе Курганской области продолжался мониторинг сельхозугодий, находящихся вблизи от захоронения 127 тонн ядохимикатов. Полигон имеет твердое асфальтовое покрытие, площадка окружена рвом и отсыпана валом. Контроль почвы на территории захоронения и в санитарно-защитной зоне (ССЗ) проводит лаборатория ФБУ «ЦЛАТИ по УФО» по Курганской области. На расстоянии от 10 до 200 метров от захоронения было отобрано по 50 проб почвы весной и осенью с трех полей площадью 400 га. Средние уровни содержания 2,4-Д в почве составили: весной – 0,04 ПДК, осенью – 0,05 ПДК, максимальные уровни весной – 0,26 ПДК, а осенью – 0,23 ПДК. Полученные данные свидетельствуют о том, что захоронение непригодных пестицидов не оказывает влияния на загрязнение почв.

В Иркутской области в районах складов в с. Хохорск Боханского района и с. Майск Осинского района контролировалось содержание хлорорганических пестицидов и 2,4-Д. В 80% проб пестициды не были обнаружены. В отдельных пробах были зафиксированы следовые количества ДДТ. В обоих случаях в непосредственной близости от складов наблюдалось загрязнение почв ГХБ. В Боханском районе почва содержала до 8,33 ОДК ГХБ, присутствие этого загрязнителя наблюдалось на расстоянии до 500 м. В Осинском районе максимальное содержание ГХБ составило 2,97 ОДК, распространения загрязнения не обнаружено.

В Новосибирской области обследовался район склада хранения пестицидов в ОАО «Морские нивы» с. Ленинское. В почве присутствовал суммарный ДДТ, максимальное содержание которого соответствовало 0,21 ПДК, и ГХЦГ в количестве до 0,35 ПДК. Дилор, трифлуралин и 2,4-Д в почве не были обнаружены.

В Кемеровской области вблизи складов временного хранения пестицидов в п. Новостройка почвы содержали от 0,007 до 0,017 мг/кг суммарного ДДТ и до 0,008 мг/кг изомеров ГХЦГ.

В Томском районе в почве вблизи бывшего склада было обнаружено присутствие ДДТ, трифлуралина, 2,4-Д, не превышающее ПДК.

Результаты обследований в 2013 г. показали, что в большинстве случаев распространения загрязнения пестицидами от складов хранения не произошло. Выявленное загрязнение носит локальный характер.

3.3. Качество поверхностных вод

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 2013 г. по наиболее характерным для каждого водного объекта показателям.

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

Поверхностные воды Калининградской области. Калининградская область – самый западный регион Российской Федерации – находится на юго-восточном побережье Балтийского моря, в пределах водосборных территорий Вислинского и Куршского заливов, в долине рек Преголя и Неман. Все водотоки на юге, юго-востоке и востоке Калининградской области являются трансграничными. Речная вода используется в промышленности, быту и сельскохозяйственном производстве. Реки имеют большое воднотранспортное значение, служат водоприемниками осушительных систем.

Степень загрязненности поверхностных вод продолжает оставаться высокой. Основная доля в загрязнении водных объектов принадлежит производственным и хозяйственно-бытовым сточным водам городов Калининград, Советск, Черняховск, Неман.

Особенностью гидрохимического режима рек Калининградской области является высокое содержание соединений железа, что связано, вероятно, с особенностью геологических структур; соединений минерального азота – с влиянием сточных вод коммунального и сельского хозяйства. Ряд городов области не имеет очистных сооружений, что обуславливает и высокое содержание биогенных элементов в водотоках – приемниках сточных вод.

Процессы самоочищения водных объектов не справляются с загрязнением неочищенными и недостаточно очищенными сточными водами.

Общий уровень загрязнения рек Калининградской области по гидрохимическим показателям в 2013 г. существенно не изменился. Случаев высокого и экстремально-высокого загрязнения не отмечено.

Реки бассейна Преголи по качеству воды оцениваются 3–4 классами и характеризуются широким диапазоном от «очень загрязненной» до «грязной». Характерными загрязняющими воду реки веществами остаются легко- (по $БПК_5$) и трудноокисляемые (по ХПК) органические вещества, аммонийный и нитритный азот, соединения железа в концентрациях, не превышающих 5 ПДК.

Река Преголя в черте города Калининграда испытывает значительную антропогенную нагрузку, что объясняется расположением в городе Калининграде основной части крупных промышленных предприятий области. В летний период, как результат нагонных явлений со стороны Вислинского Залива, уровень загрязненности воды реки возрастает. В период нагонов возможно также резкое увеличение содержания в воде реки хлоридов вследствие попадания засоленных вод со стороны залива.

Качество воды **р. Неман** на территории Калининградской области в последние годы стабилизировалось на уровне 3 класса, вода в 2013 г. также характеризовалась как «очень загрязненная». Загрязненность воды р. Неман определяется, в основном, сбросами сточных вод предприятий жилищно-коммунального хозяйства гг. Неман и Советск.

Рукав Матросовка и р. Шешупе – трансграничные водотоки. Качество воды этих водотоков продолжает оставаться на уровне 3 класса («очень загрязненная» вода), концентрации легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$), аммонийного и нитритного азота, соединений железа не превышают 4 ПДК.

Реки Северо-Запада. Общий уровень загрязненности воды р. Нева в 2013 г. не претерпел существенных изменений и определяется содержанием в воде трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), соединений, меди, цинка, железа в концентрациях в среднем на уровне 2–3 ПДК.

Вода во всех шести створах г. Санкт-Петербург оценивалась 3 классом, как «загрязненная». В большинстве створов г. Санкт-Петербург наблюдали характерную загрязненность воды трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК), соединениями меди, железа, реже цинка. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ остались на уровне предыдущих лет и изменялись в пределах величин ниже

ПДК–3 ПДК. В единичных случаях наблюдали превышение 10 ПДК соединениями марганца (до 12 ПДК) в створе впадения р. Охта.

По степени загрязненности водные объекты собственного бассейна Невы варьировали в диапазоне от 2-го класса «слабо загрязненная» вода до 4-го класса «очень грязная» вода.

Притоки р. Нева загрязнены нефтепродуктами, среднегодовая концентрация которых изменялась в пределах величин ниже ПДК–3 ПДК, максимальная отмечена в воде р. Черная Речка – 7 ПДК. Концентрации нитритного азота в воде рек Карповка, Ждановка, Черная Речка, Славянка, превышали ПДК в 1,5–4 раза. Болотное питание рр. Мга и Тосна обуславливало по-прежнему высокое содержание в воде рек соединений железа, концентрации которых составляли: среднегодовые 6–9 ПДК, максимальные 13–19 ПДК. Для ряда притоков р. Нева характерно повышенное содержание в воде соединений металлов: меди – до 10 ПДК (рр. Черная Речка, Тосна, Ижора), цинка – до 4 ПДК (р. Славянка), свинца – до 1,7 ПДК (р. Ижора), марганца – до 10 и 15 ПДК (р. Славянка и р. Мга), средние за год концентрации которых варьировали в пределах величин ниже ПДК-4 ПДК.

Самым загрязненным притоком р. Нева на протяжении десятилетий остается р. Охта, качество воды которой стабилизировалось на уровне 4 класса, (рис. 3.26). В течение 2013 г. были зарегистрированы случаи высокого загрязнения воды соединениями марганца в трех створах до 32–48 ПДК, нитритного азота – в створе п. Мурино и в районе моста по пр. Шаумяна до 13-17 ПДК, концентрации соединений железа достигали 16–20 ПДК. В летний период в р. Охта фиксировали глубокий дефицит растворенного в воде кислорода, обусловленный гидрометеорологическими условиями: низкой водностью и высокими температурами.

Вода ***р. Волхов в районе г. Кириши*** в многолетнем плане характеризуется низким качеством, в большинстве лет оценивается как «грязная». Наибольшую долю в общую степень загрязненности воды вносят трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения железа, марганца. На протяжении многих лет трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) в воде створа ниже г. Кириши достигали критического уровня загрязненности воды, достигнув в 2013 г. – 120 мг/л(О) (8 ПДК).

Малые реки Кольского полуострова. Наиболее распространенными загрязняющими веществами воды малых рек Кольского полуострова на протяжении последних десятилетий являются соединения никеля, меди, марганца, железа, молибдена, сульфатные ионы, аммонийный и нитритный азот, легко- и трудноокисляемые органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), дитиофосфат крезиловый.

Наиболее интенсивно водные объекты Мурманской области загрязняются сточны-

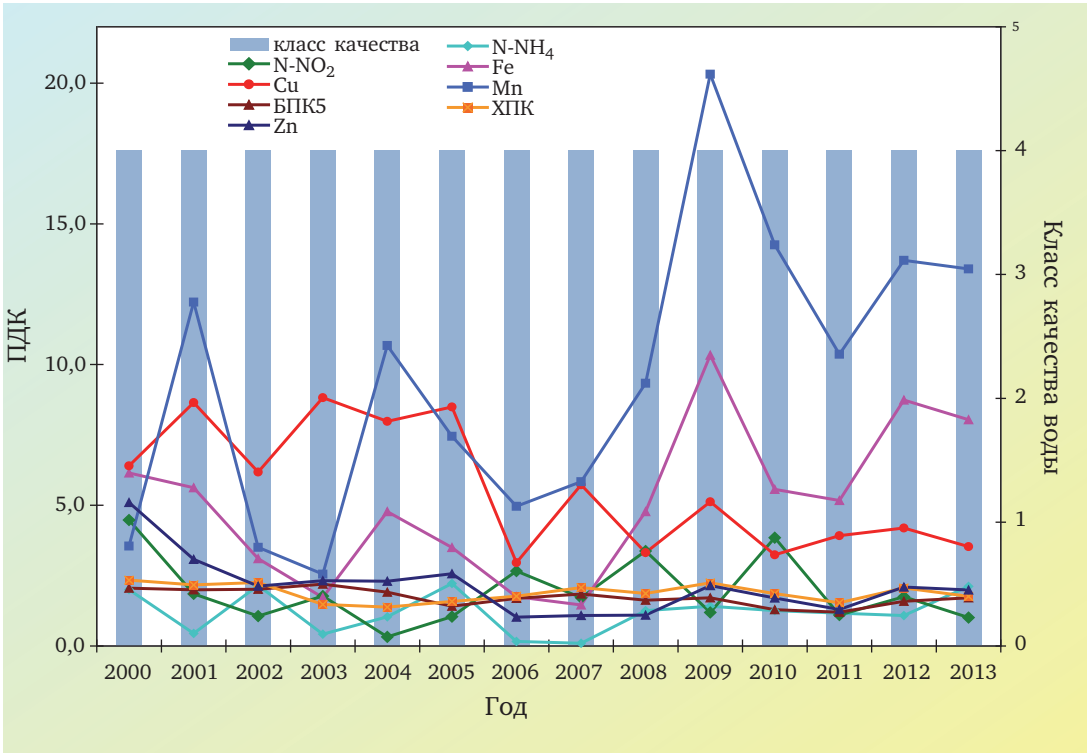


Рис. 3.26. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Охта, в черте г. Санкт-Петербург

ми водами и выбросами таких горнодобывающих и перерабатывающих предприятий, как ОАО «Апатит», ОАО «Кольская ГМК» – комбинаты «Печенганикель» и «Североникель», ОАО "Ковдорский ГОК", ООО «Ловозерский горно-обогатительнаый комбинат», ОАО «Олкон» и др. Значительный вклад в загрязнение водных объектов области хозяйственно-бытовыми сточными водами вносят предприятия жилищно-коммунального хозяйства.

В 2013 г. на 19 водных объектах сети ГСН на территории Кольского полуострова зарегистрировано 145 случаев высокого загрязнения и 33 – экстремально высокого загрязнения. Из 145 случаев высокого загрязнения 48 наблюдались по содержанию соединений никеля, 17 – ртути, 9 – меди, 5 – молибдена, 44 – дитиофосфата крезилового, 7 – аммонийного азота, 3 – нитритного азота, 2 – АСПАВ, 5 – легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$). Единичные случаи отмечены по соединениям железа, фосфатам, сульфатам, трудноокисляемым органическим веществам (по ХПК) и растворенному в воде кислороду. Из 33 случаев экстремально высокого загрязнения 4 наблюдалось по соединениям меди, 14 – молибдена, 3 – никеля, 5 – ртути, 2 – по легкоокисляемым органическим веществам (по $БПК_5$), 1 – аммонийному азоту, 3 – по pH, 5 – запаху (в бассейне Кольского залива). На эти водные объекты оказывают негативное влияние сточные воды предприятий горнодобывающей, горнообрабатывающей и металлургической промышленности: ОАО «Кольская ГМК» – рр. Нюдуай, Хауки-лампи-йоки, Колос-йоки; ОАО «Ковдорский ГОК» – р. Можель; ООО «Ловозерский горно-обогатительный комбинат». В зоне влияния сточных вод предприятий г. Мурманск и сельскохозяйственных комплексов находятся р. Роста, руч. Варничный и ручьи бассейна р. Кола.

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

Экологическое состояние воды малых рек Мурманской области продолжает находиться в критическом состоянии.

Бассейн р. Дон. Наиболее загрязненной в многолетнем плане осталась вода р. Дон в верхнем течении в створах г. Донской, характеризуемая как «грязная». В 2013 г. минимальное содержание растворенного в воде кислорода в створах г. Донской снизилось до 2,01 и 2,74 мг/л. В створе ниже г. Донской несколько возросли концентрации аммонийного азота среднегодовая до 6 ПДК, максимальная до 38 ПДК. Среднегодовое содержание остальных характерных загрязняющих веществ: легкоокисляемых (по $БПК_5$) и трудноокисляемых (по ХПК) органических веществ, фенолов, нитритного азота, соединений меди мало изменилось и колебалось в пределах 2–3 ПДК, максимальное не превышало 3–13 ПДК. В обоих створах г. Донской фиксировали случаи ВЗ аммонийным азотом до 12-38 и 11–16 ПДК, причиной которых являлся сброс сточных вод ООО «Новомосковский городской водоканал» и ООО «Коммунальные ресурсы Дон». Критического уровня устойчивости загрязненности воды достигали нитритный азот, растворенный в воде кислород (выше г. Донской) и аммонийный азот (ниже г. Донской). В остальных створах верхнего течения р. Дон вода характеризовалась 3-м классом качества «загрязненная» и «очень загрязненная» вода.

По-прежнему стабильно 3-м классом качества как «очень загрязненная» характеризовалась в 2013 г. вода большинства створов Цимлянского водохранилища, остался высоким уровень загрязненности воды (4 класс качества, «грязная» вода) у с. Ложки и х. Красноярский.

В 2013 г. вода большинства створов нижнего течения р. Дон оценивалась как «очень загрязненная», в отдельных створах (ниже р.п. Багаевский, 6,5 км выше и в черте г. Ростов-на-Дону) как «грязная». Для Нижнего Дона характерна загрязненность воды: в районе г. Волгодонск – легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$), соединениями железа и меди на уровне 2 ПДК, в контрольных створах г. Ростов-на-Дону – легкоокисляемыми (по $БПК_5$) и трудноокисляемыми (по ХПК) органическими веществами, сульфатами и соединениями меди на уровне 2 и 4 ПДК, максимальные концентрации не превышали 2–4, 3 и 9 ПДК. В многолетнем плане стабилизировалось в этих створах содержание в воде легкоокисляемых (по $БПК_5$) и трудноокисляемых (по ХПК) органических веществ, с 2010 г. наблюдалась незначительная тенденция снижения концентрации сульфатов в воде реки ниже г. Ростов-на-Дону (рис. 3.27).

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

Наименее загрязненной вода р. Северский Донец остается в верхнем течении у с. Беломестное, где характеризуется как загрязненная. В 2013 г. среднегодовое содержание нитритного

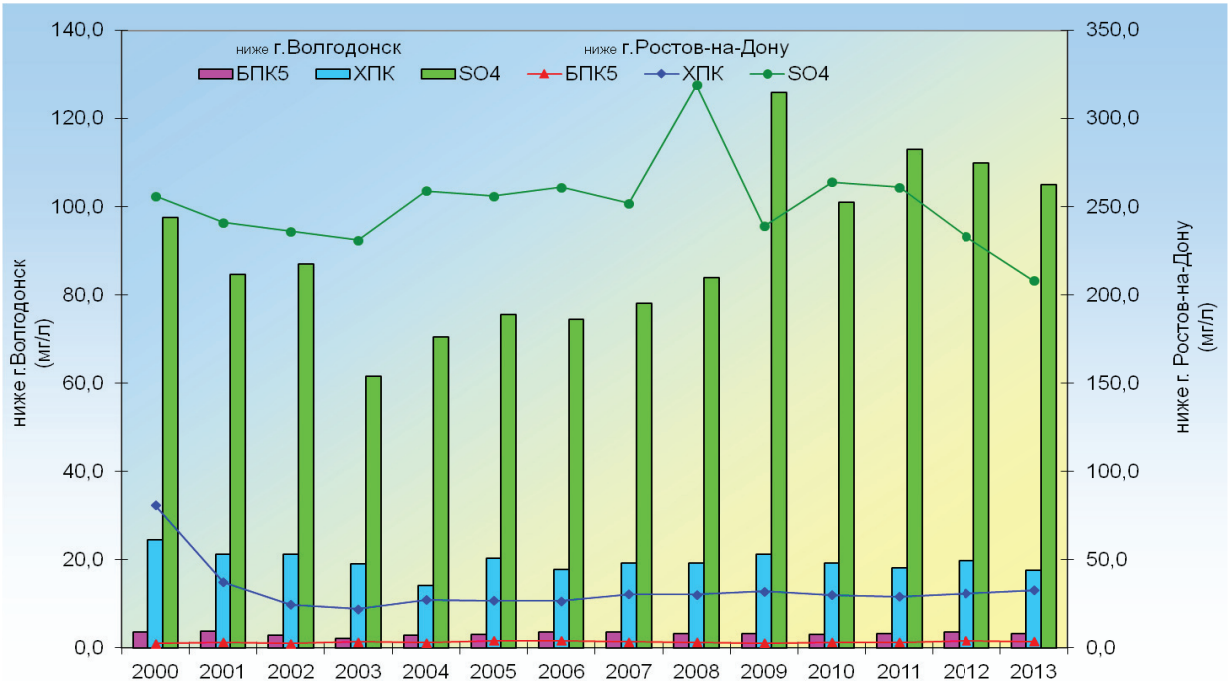


Рис. 3.27. Динамика концентраций характерных загрязняющих веществ в воде р. Дон, ниже г. Волгодонск и ниже г. Ростов-на-Дону

азота и соединений марганца превышало ПДК в 2 и 4 раза, остальных загрязняющих веществ было ниже или в пределах ПДК.

В 2013 г. наиболее загрязнена вода Белгородского водохранилища в створе 21 км ниже г. Белгород, оцениваемая как «грязная» (4 класс качества). Несмотря на снижение содержания в воде обоих створов водохранилища нитритного азота (до 5 и 3 ПДК в среднем), нитритный азот по-прежнему остается критическим показателем устойчивости загрязненности воды. В течение года фиксировали 4 случая высокого загрязнения воды водохранилища нитритным азотом (12-14 ПДК), причиной которых являлся сброс сточных вод МУП «Горводоканал» г. Белгород.

Качество воды р. Северский Донец на территории Ростовской области в течение последних 5–9 лет определяется 4-м классом «грязных» вод. Критическим показателем устойчивости загрязненности воды в течение этих лет оставались сульфаты, превышение ПДК которыми регистрировали в каждой пробе воды. Содержание сульфатов в 2013 г. стабилизировалось на уровне 5–6 ПДК. Для реки на этом участке по-прежнему характерна загрязненность воды трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК), в большинстве створов нитритным азотом, соединениями железа, в отдельных створах соединениями магния, меди, у х. Поповка – фенолами на уровне в основном 2–3 ПДК.

Притоки Северского Донца в подавляющем большинстве характеризуются низким качеством воды. Наиболее загрязненной является вода контрольных створов р. Оскол, р. Осколец, р. Болховец (притоки верхнего течения р. Северский Донец) и большинства притоков нижнего течения р. Северский Донец (реки Большая Каменка, Глубокая, Калитва, Быстрая, Кундрючья), где на протяжении 5–9 лет вода оценивается как грязная. Критического уровня устойчивость загрязненности воды достигала: нитритным азотом рек Оскол, Осколец, протекающих на территории Белгородской области, в отдельных створах соединениями марганца; сульфатами – рек, протекающих на территории Ростовской области. Концентрации достигали уровня ВЗ нитритного азота (12-20 ПДК) в результате сброса сточных вод предприятиями ЖКХ, Оскольского электрометаллургического комбината, Лебединского ГОКа и др.; сульфатов (12–16 ПДК) в результате вымывания атмосферными осадками и грунтовыми водами из отвалов шахтных пород (р. Кундрючья).

Высокое содержание в воде сульфатов, достигающее уровня ВЗ, характерно также для рек Тузлов, Большой Несветай, Грушевка (притоки нижнего течения р. Дон), где прослеживается влияние шахтных вод.

В 2013 г. отмечался некоторый рост уровня загрязненности воды нитритным азотом р. Осколец г. Губкин, р. Оскол пгт Волоконовка и в контрольных створах г. Оскол до 6-11 ПДК в среднем.

Бассейн Кубани. Вода реки Кубань характеризуется 3-м классом в большинстве створов как «загрязненная» (г. Краснодар – г. Темрюк) и

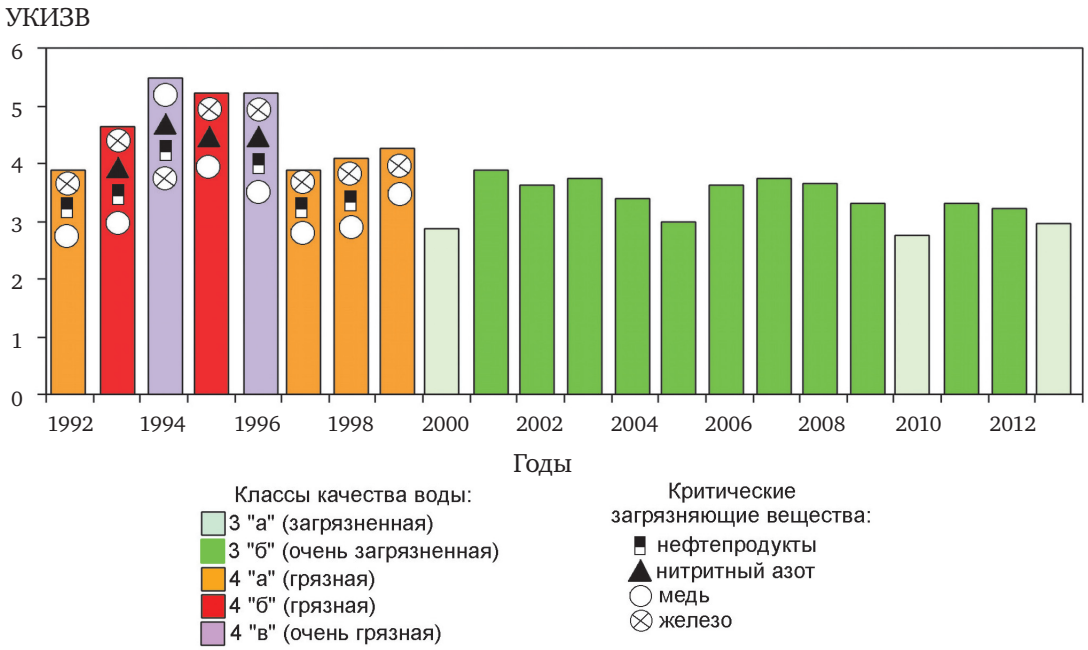


Рис. 3.28. Динамика качества воды р. Кубань, г. Краснодар в многолетнем плане

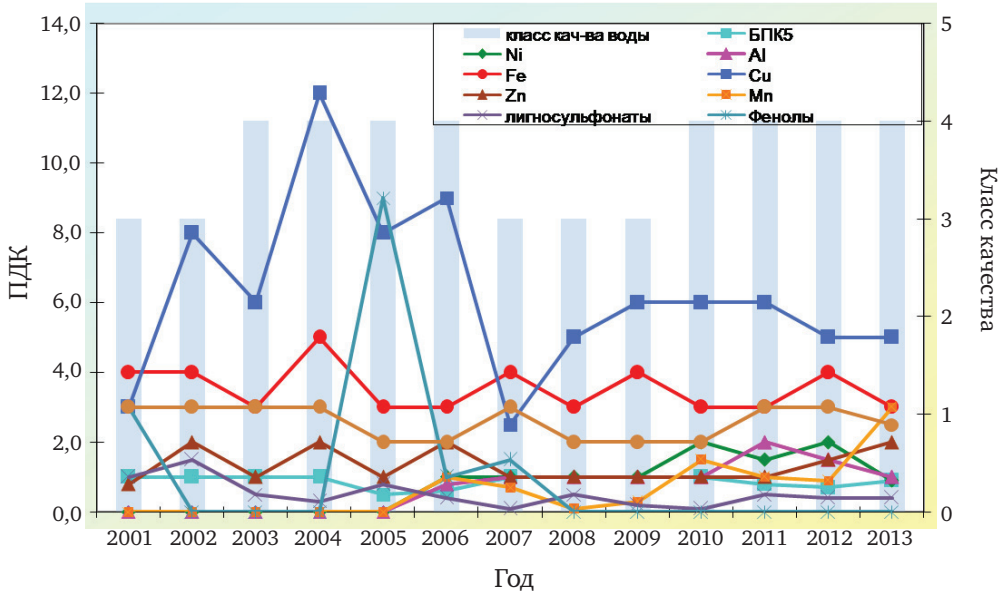


Рис. 3.29. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Северная Двина, г. Красавино, 3,5 км ниже города за многолетний период

«очень загрязненная». Характерными загрязняющими веществами являются: на участке г. Невинномысск – г. Краснодар соединения меди, в большинстве створов соединения цинка, в отдельных створах сульфаты и фенолы, на участке х. Тиховский – г. Темрюк – трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), в отдельных створах соединения меди, среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 2–8, 1–3, 1–2, 2–2,5 и 2, 1,5–2 ПДК соответственно при повторяемости случаев превышения ПДК 50–100%.

Качество воды р. Кубань в районе г. Краснодар улучшилось начиная с 2000 г. и характеризуется стабильно 3-м классом (рис. 3.28).

Большинство притоков р. Кубань оцениваются также как «загрязненные», в отдельных створах (р. Лаба, выше г. Лабинск; р. Пшиш, ниже г. Хадыженск) как «слабо загрязненные».

Бассейн р. Северная Двина. Загрязнение р. Северная Двина начинается с верхнего течения, где загрязняющие вещества поступают со сточными водами предприятий гг. Великий Устюг, Красавино, Котлас, льяльными водами судов речного флота и водами притоков Сухона и Вычегда.

Уровень загрязненности воды р. Северная Двина у г. Красавино снизившийся в 2007–2009 гг. до 3 класса, начиная с 2010 г. увеличился до 4 класса и стабилизировался (рис. 3.29).

Наиболее загрязнена река в среднем течении, характеризуемая как «грязная» у д. Телегово, у д. Абрамково и д. Звоз как «очень загрязненная». В нижнем течении р. Северная Двина в черте с. Усть-Пинега вода в последние годы оценивается 3 классом, разрядом «б».

Основными источниками загрязнения устьевого участка р. Северная Двина продолжают оставаться сточные воды предприятий целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, льяльные воды судов речного и морского флота. Качество воды на устьевом участке осталось на уровне прошлых лет и оценивается 3 классом, разрядом «б» «очень загрязненная» вода. В 2013 г. наблюдался незначительный рост содержания в воде соединений меди, среднегодовые (максимальные) концентрации которых изменялись в пределах 5–7 (10) ПДК. Наряду с этим наблюдалось незначительное снижение среднегодовых концентраций соединений железа от 4–5 ПДК в предыдущем году до 1–2 в отчетном году.

В **дельте** Северной Двины **(рук. Никольский, Мурманский, Корабельный, прот. Маймакса и Кузнечиха)** уровень загрязненности по большинству нормируемых показателей существенно не изменился. Качество воды рукавов Никольский и Мурманский, характеризуется 3 классом разрядом «б» «очень загрязненная». Вода рук. Корабельный, и проток Кузнечиха и Маймакса оценивается как «грязная».

Содержание соединений меди в среднем за год незначительно увеличилось от 2–3 ПДК до 4–6 ПДК. Содержание соединений цинка не превышало 6 ПДК.

В отчетном году на описываемом участке реки несколько снизилось содержание соединений железа, которое в среднем за год варьировало в пределах 1,5–2 ПДК, против 4–5 ПДК в 2012 г. Максимальная концентрация – 13 ПДК была определена в прот. Маймакса.

Среднее за год содержание соединений марганца находилось в пределах 3-5 ПДК. Максимальная концентрация равная 20 ПДК была зарегистрирована в воде рук. Никольский и прот. Маймакса.

Среднегодовое содержание трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) в дельте реки как и в предыдущем году варьировало от 2 до 3 ПДК, максимальное значение 6 ПДК фиксировали в воде прот. Маймакса.

Содержание соединений алюминия, в основном, определялось на уровне 1–4 ПДК, незначительно повышаясь до 2–5 ПДК в воде прот. Кузнечиха.

На фоне низкой водности в марте, а также с августа по октябрь в прот. Кузнечиха, 4 км выше устья и прот. Маймакса наблюдались случаи нагонных явлений, сопровождающиеся проникновением морских вод в дельту реки. В этот период минерализация воды достигала 500–15800 мг/л, концентрации хлоридов – 100–8800 мг/л и сульфатов – 80–1400 мг/л.

Кислородный режим по течению реки и в дельте был, в основном, удовлетворительным.

Хлорорганические пестициды, контролируемые ниже г. Красавино обнаружены не были. У г. Великий Устюг были определены следовые количества гексахлорана (0,000–0,003 мкг/л) и линдана (0,000–0,002 мкг/л). У с. Усть-Пинега и у г. Архангельск, в районе ж.-д. моста содержание линдана варьировало в пределах 0,000-0,004 мкг/л и 0,000–0,002 мкг/л.

Максимальное содержание пестицидов группы ДДТ определяли у г. Архангельск, в районе ж.-д. моста составило 0,017 мкг/л, группы ДДЭ – 0,007 мкг/л.

Основными источниками загрязнения **р. Сухона** являются сточные воды предприятий дерево-обрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства, суда речного флота. Вода реки в большинстве створов, за исключением створа расположенного выше впадения р. Пельшма, где вода оценивалась «загрязненной», характеризовалась как «грязная».

В течение года дефицит растворенного в воде кислорода регистрировался неоднократно практически по всему руслу реки. Большинство случаев было отмечено в период весеннего половодья. Минимальное содержание растворенного в воде кислорода 3,29 мг/дм^3 было зарегистрировано ниже г. Сокол.

Хлорорганические пестициды, контролируемые в створе выше г. Великий Устюг, обнаружены не были, за исключением следовых количеств линдана (0,000–0,002 мкг/л).

Река Пельшма является районом экстремально высокого уровня загрязненности воды (5 класс качества). На формирование химического состава воды р. Пельшма основное влияние оказывают недостаточно очищенные сточные воды ОАО «Сокольский ЦБК» и объединенных очистных сооружений г. Сокол.

Критическими показателями загрязненности реки остаются на протяжении последних лет легко- и трудноокисляемые органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), фенолы летучие, аммонийный азот, лигносульфонаты и растворенный в воде кислород. Превышения установленных нормативов для данных показателей в течение

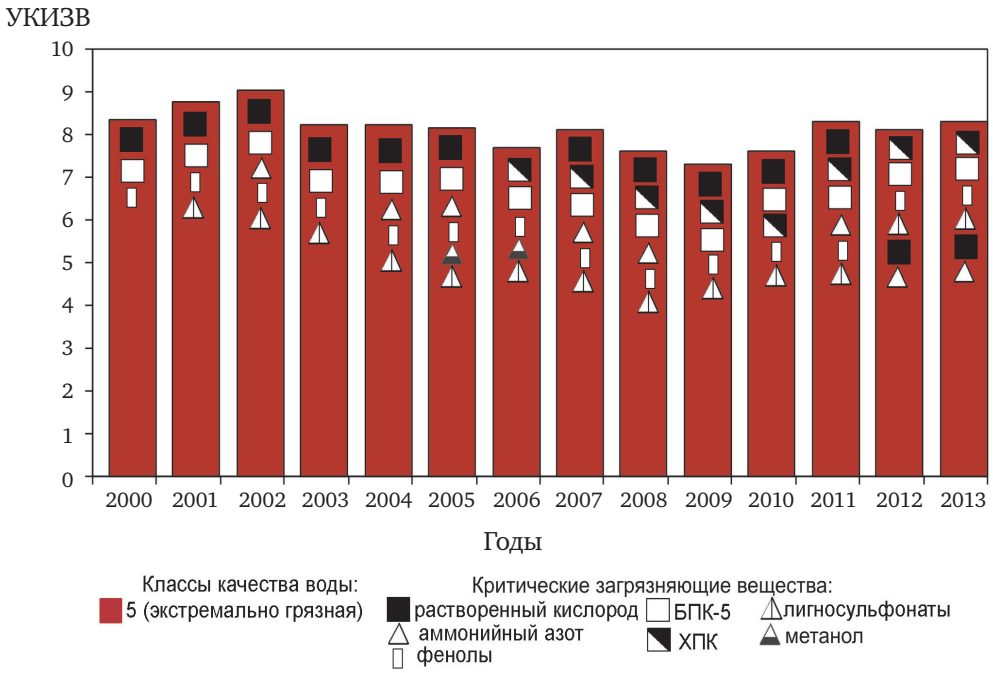


Рис. 3.30. Динамика качества воды р. Пельшма, г. Сокол в многолетнем плане

года неоднократно достигали уровня высокого и экстремально высокого загрязнения (рис. 3.30).

Кислородный режим реки Пельшма большую часть года был неудовлетворительным. Глубокий дефицит растворенного в воде кислорода отмечался в июне (0,00 мг/л) и июле (0,51 мг/л).

Качество воды **р. Вычегда** в **верхнем и среднем течении** в многолетнем плане существенно не изменилось. Вода реки в большинстве створов характеризовалась как «загрязненная», в черте д. Гавриловка и ниже г. Сыктывкар как «очень загрязненная» и «грязная» соответственно. Характерными загрязняющими веществами являлись трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) (кроме створа в черте д. Гавриловка) и соединения железа, у с. Межог к ним добавлялись соединения цинка, ниже д. Гавриловка – фенолы (карболовая кислота).

Для воды **нижнего течения** реки, которая во всех створах оценивалась как «грязная», характерна загрязненность легко и трудноокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$ и ХПК), соединениями меди, цинка, марганца и нефтепродуктами, в створах ниже г. Коряжма и в черте Сольвычегодск к ним добавлялись соединения алюминия, выше г. Коряжма и в черте Сольвычегодск – соединения железа.

Кислородный режим реки был удовлетворительным, за исключением снижения содержания растворенного в воде кислорода в черте г. Сыктывкар в мае до 0,26–2,56 мг/л.

Хлорорганические пестициды контролируемые в створе выше г. Коряжма обнаружены не были, кроме линдана который определялся в следовых количествах (0,000–0,002 мкг/л). Пестициды группы ДДЭ обнаруживались в количествах 0,002–0,005 мкг/л, группы ДДТ – 0,002–0,003 мкг/л выше г. Сыктывкар и у с. Межог. Выше г. Сыктывкар максимальное содержание гексахлорана составило 0,007 мкг/л, линдана – 0,005 мкг/л, у с. Межог данные группы пестицидов обнаруживались в следовых количествах – 0,002–0,003 мкг/л.

Бассейн р. Обь. Вода р. Обь в верхнем течении на участке с. Фоминское – г. Камень-на-Оби, в среднем течении г. Новосибирск (контрольный створ) – г. Колпашево в 2013 г. также как и в предыдущие годы характеризовалась как «загрязненная» и «очень загрязненная», в створах Новосибирского водохранилища – как «загрязненная» и «слабо загрязненная» (в районе пгт Ордынское). Низким – 4 класса «грязная» – осталось качество воды в фоновом створе г. Новосибирск, с. Александровское. В 2013 г. критического уровня загрязненности воды на участке г. Колпашево – с. Александровское достигали нефтепродукты, соединения меди, в фоновых створах г. Новосибирск – соединения марганца, нитритный азот.

В нижнем течении р. Обь в 2013 г. на участке г. Нижневартовск – г. Салехард уровень загрязненности воды остался, как и в предыдущие годы, высоким. Вода этих створов оценивалась как «грязная»; в створе р. Обь п. Горки – как «очень грязная». Ниже г. Салехард в 2013 г. вода оценивалась как «грязная», в многолетнем плане как «экстремально грязная» и «очень грязная» (рис. 3.31). Критического уровня загрязненности воды в нижнем течении достигали соедине-

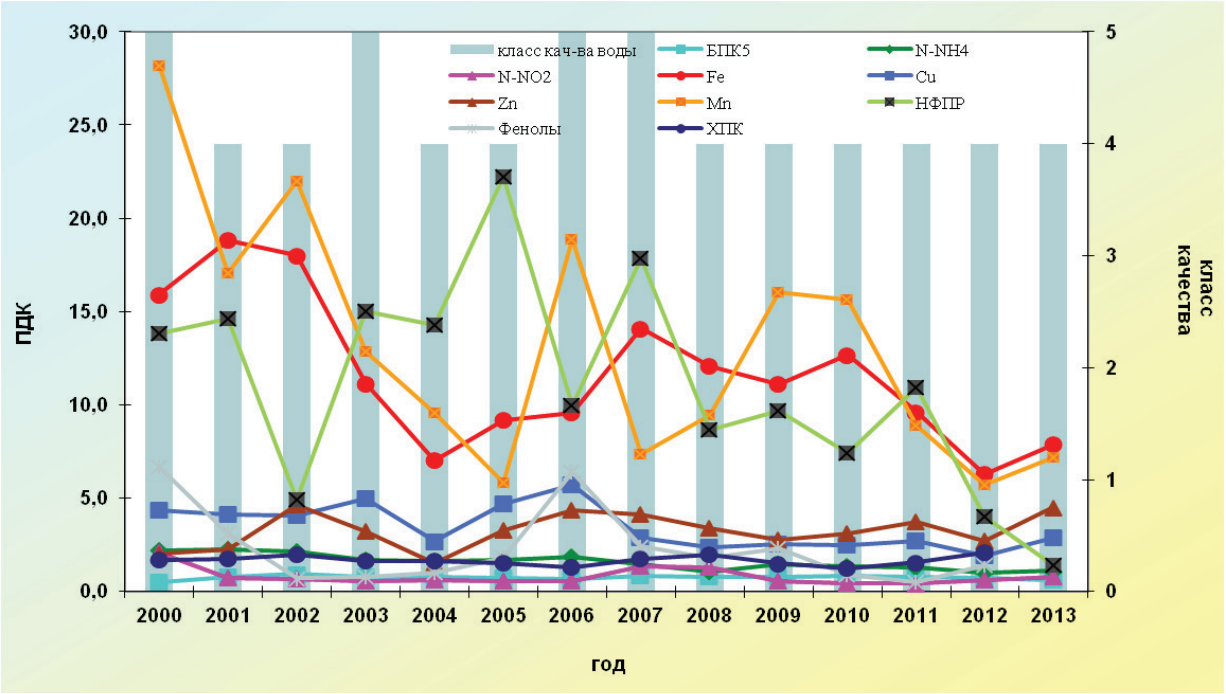


Рис. 3.31. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Обь ниже г. Салехард

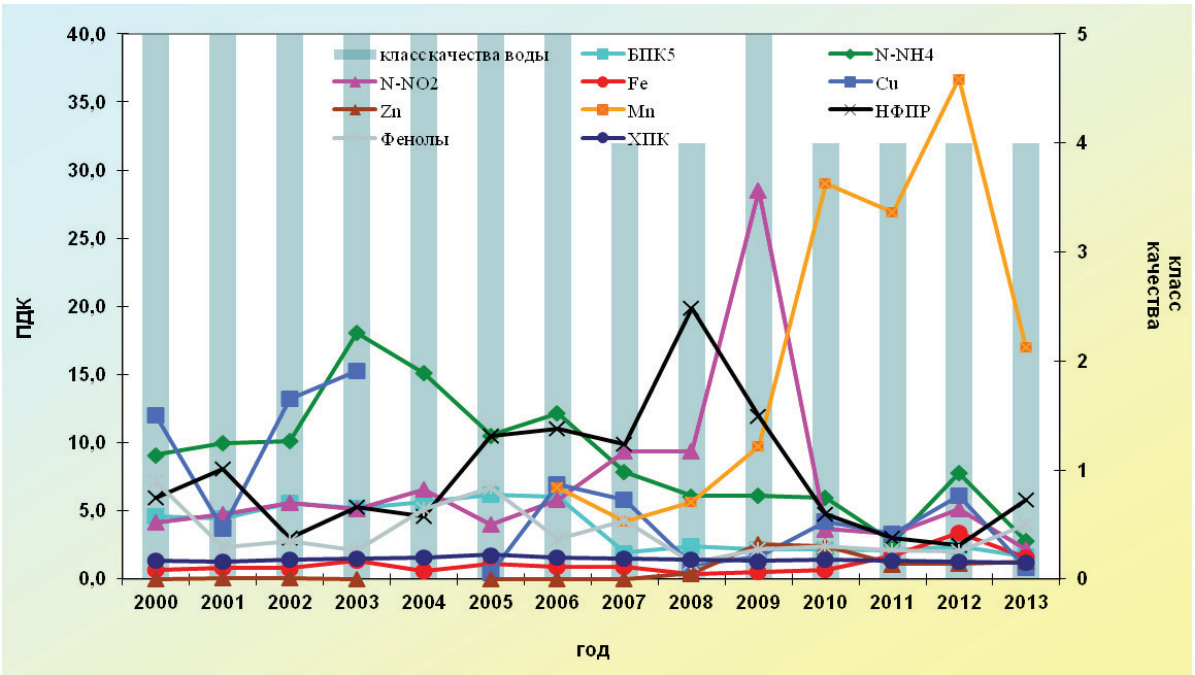


Рис. 3.32. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Каменка

ния железа, цинка, марганца и нефтепродукты, в створе р. Обь п. Горки – трудноокисляемые органические вещества (по ХПК).

Река Полуй, приток р. Обь в нижнем течении, на протяжении десятилетий характеризуется низким качеством воды. Критического уровня загрязнения достигали соединения железа и цинка. Загрязняющими веществами являлись 10 из 15, учитываемых в комплексной оценке. В течение 2013 г. в створах г. Салехард было зарегистрировано: 4 случая ВЗ соединениями цинка (11–14 ПДК), 1 случай пониженного содержания в воде кислорода 2,6 мг/л, 1 случай глубокого дефицита кислорода 1,6 мг/л.

Уровень загрязненности воды **малых рек, протекающих в районе г. Новосибирск**, как и в предыдущие годы, был высоким. В воде рек Нижняя Ельцовка, Ельцовка I, Плющиха, Каменка, Тула, Камышенка, Ельцовка II большинство веществ, учитываемых в комплексной оценке, являлись загрязняющими. Вода рек Нижняя Ельцовка, Каменка, Тула, Камышенка, Ельцовка II

характеризовалась 4 классом разрядов «а» и «б»; рек Плющиха и Ельцовка I – 4 классом разряда «в», соответственно оцениваемая как «грязная» и «очень грязная» (рис. 3.32).

Река Иртыш. Из Казахстана на территорию России, как и в предыдущие годы, вода поступала «загрязненная». Ниже по течению на территории Омской и Тюменской областей качество воды не менялось, ухудшаясь в створах 2 км ниже г. Тобольск и на участке с. Уват – г. Ханты-Мансийск до 4-го класса «грязная» вода. Критическими показателями загрязненности воды реки у с. Уват являлись нефтепродукты, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$); г. Тобольск, п. Горноправдинск, г. Ханты-Мансийск – соединения цинка, марганца, железа.

В 2013 г. ниже г. Тобольск были зарегистрированы 2 случая ЭВЗ (73 и 86 ПДК) и 1 ВЗ (37 ПДК) соединениями марганца, 1 случай ВЗ соединениями железа (80 ПДК); в черте с. Уват – по 1 случаю ВЗ соединениями марганца (32 ПДК), азотом нитритным (20 ПДК), нефтепродуктами (40 ПДК), 3 случая ЭВЗ нефтепродуктами (58 и 101 ПДК): в створах г. Ханты-Мансийск – 2 случая ВЗ соединениями марганца 39–46 ПДК.

Вода **р. Исеть** в створах ниже г. Екатеринбург стабильно оценивается как «экстремально грязная». Критического уровня загрязненности воды достигали аммонийный и нитритный азот, фосфаты, соединения марганца, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), растворенный в воде кислород. Изменение уровня загрязненности воды и основных загрязняющих веществ в воде р. Исеть в створах ниже г Екатеринбург за период с 2001 по 2013 гг. показано на рис. 3.33а и 3.33б.

Река Миасс в створах ниже г. Челябинск как в многолетнем плане, так и в текущем году оценивалась как «экстремально грязная» и «очень грязная». 14–15 из 16 веществ, учитываемых в комплексной оценке, являлись загрязняющими. Нитритный азот, соединения марганца являлись критическими показателями загрязненности воды в обоих створах; фосфаты, аммонийный азот – в створе 6,6 км ниже г. Челябинск.

Вода **р. Пышма** в многолетнем плане в створах выше и ниже г. Березовский характеризуется низким качеством воды «экстремально грязная». Ежегодно в створе выше г. Березовский в реке фиксировали наличие дефицита растворенного в воде кислорода, в отдельные годы – глубокого дефицита. В 2013 г. минимальное содержание кислорода составляло 0,79 мг/л.

Основными загрязняющими веществами в створах г. Березовский в воде р. Пышма являлись соединения меди, цинка, никеля, железа, марганца, легко- и трудноокисляемые органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), нефтепродукты, аммонийный и нитритный азот.

Бассейн р. Енисей расположен на территории Российской Федерации и Монголии, охватывает с запада на восток около 1600 км. Уровень загрязненности поверхностных вод бассейна за исключением отдельных небольших рек или участков, значительно ниже уровня загрязненности поверхностных вод бассейна Оби.

Для р. Енисей и его бассейна основными загрязняющими веществами являются соединения меди, цинка, марганца, алюминия и нефтепродукты. Вода р. Енисей в большинстве створов (88%) в 2013 г. характеризовалась 3 классом обоих разрядов как «загрязненная»

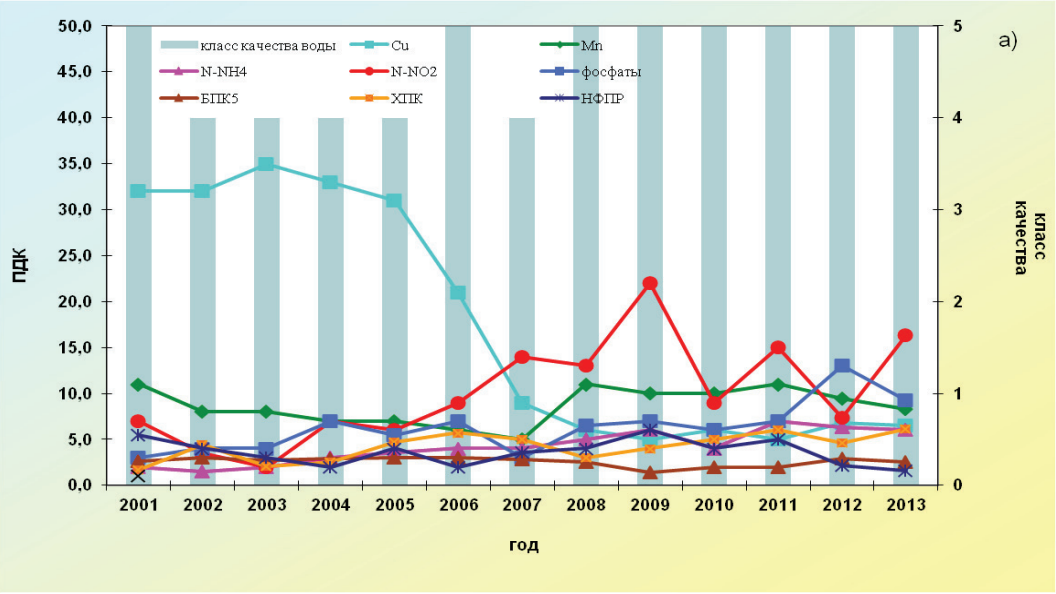


Рис. 3.33 а. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Исеть: *а* – 3 км ниже г. Екатеринбург

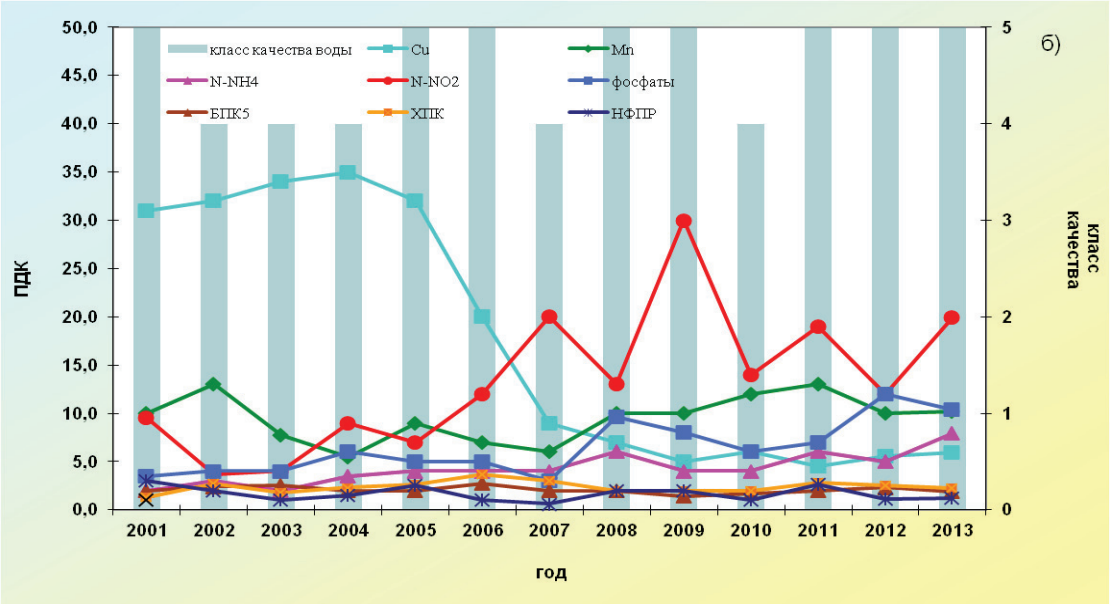


Рис. 3.33 б. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Исеть: *б* – 19,1 км ниже г. Екатеринбург

и «очень загрязненная», в 8% – 4 классом как «грязная» (с. Подтесово, г. Игарка), в 4% – 2-м классом как «слабо загрязненная» (Красноярское вдхр., р.п. Приморск). Критического уровня загрязненности воды достигали нефтепродукты в створе р. Енисей г. Игарка.

Вода притоков р. Енисей характеризуется широким диапазоном: «грязная», «очень загрязненная», «загрязненная», «слабо загрязненная» (р. Ус). Ингредиентами, достигавшими критического уровня загрязненности воды отдельных рек, являлись соединения меди, цинка, марганца, нефтепродукты, в воде некоторых рек соединения алюминия (р. Тея, р. Ирба, р. Абакан); хлориды, сульфаты, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) (оз. Шира).

В 2013 г. существенных изменений в качестве воды **Братского водохранилища (р. Ангара)** не произошло. Как и в предыдущие годы, вода во всех створах оценивалась как «слабо загрязненная», либо «условно чистая», в отдельных створах – как «загрязненная» (г. Свирск).

Вода **Усть-Илимского водохранилища** в 2013 г. характеризовалась как «слабо загрязненная»; в фоновом и контрольном створах п. Энергетик – как «условно чистая». В створе с. Усть-Вихорева 24,5 км выше п. Седаново произошло ухудшение качества воды от «слабо загрязненной» до «загрязненной»; сульфатный лигнин попрежнему относился к критическим показателям загрязненности.

В 2013 г. вода **р. Вихорева** характеризовалась как «загрязненная» у п. Чекановский. В створах 7 км ниже с. Кобляково и в районе г. Вихоревка качество воды было существенно ниже и характеризовалось 4-м классом. Сульфатный лигнин являлся критическими показателями загрязненности воды в данных створах (рис. 3.34).

Бассейн р. Лена. Распространенными загрязняющими веществами р. Лена и бассейна р. Лена на протяжении последних лет являются легко- и трудноокисляемые органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), фенолы, в отдельных створах к ним добавляются соединения железа, меди, цинка, марганца и нефтепродукты.

Вода реки в створе р.п. Пелендуй в 2013 г. ухудшилась от «слабо загрязненной» до «очень загрязненной», что обусловлено увеличением количества загрязняющих веществ от 3 до 7. В многолетнем плане вода р. Лена ниже г. Якутск устойчиво характеризуется 3 классом, как «загрязненная» (рис. 3.35).

Наиболее высокое среднегодовое содержание соединений марганца 14 и 15 ПДК было обнаружено в р. Чара, с. Чара и р. Бугарихта, с. Тупик; соединений железа 12 ПДК в р. Нюкжа, с. Лопча; фенолов 10 ПДК в р. Кэнкэме у с. Второй станок.

Бассейн р. Колыма Изменение среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ в воде р. Колыма, п. Усть-Среднекан показано на рис. 3.36. В 2013 г. концентрации соединений марганца достигали 18 ПДК, меди – 8 ПДК, свинца – 2 ПДК. Содержание остальных ингредиентов находилось в пределах ПДК.

Вода р. Колыма ниже п. Усть-Среднекан по качеству стабилизировалась на уровне «грязной» (рис. 3.36).

Экстремально высокий уровень загрязнения в бассейне р. Колыма наблюдался 8 раз: в 2-х

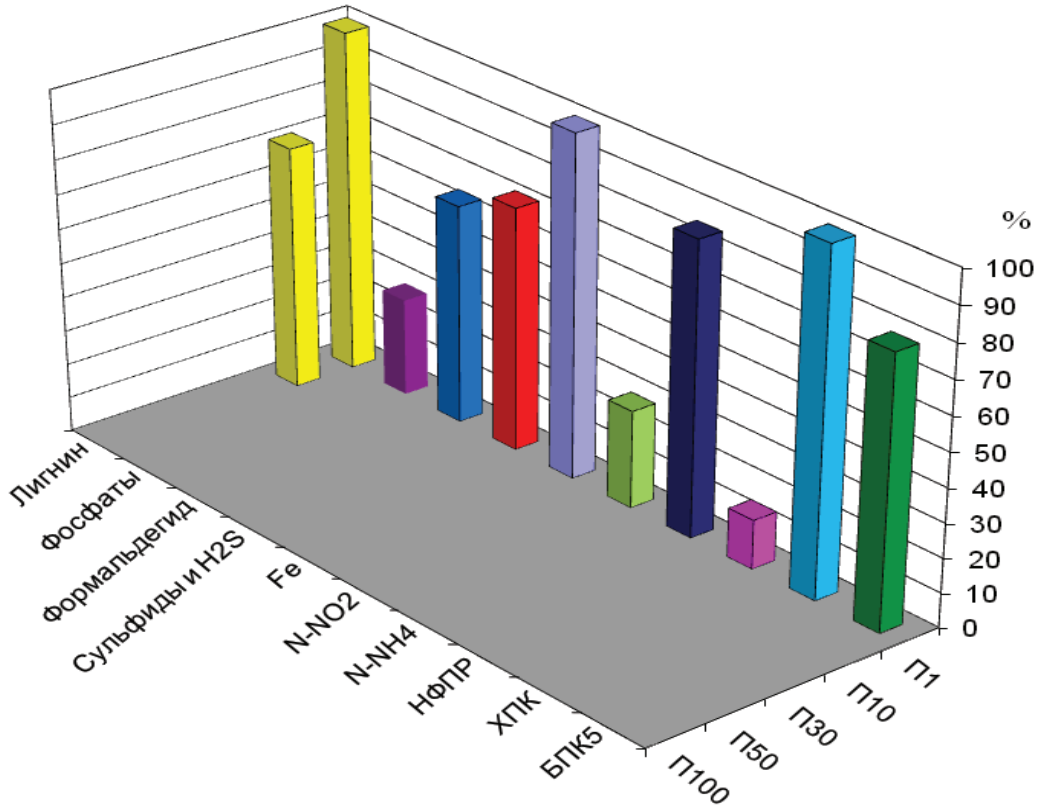


Рис. 3.34. Повторяемость числа случаев превышения ПДК разного уровня загрязняющими веществами в воде р. Вихорева, 7 км ниже с. Кобляково в 2013 г.

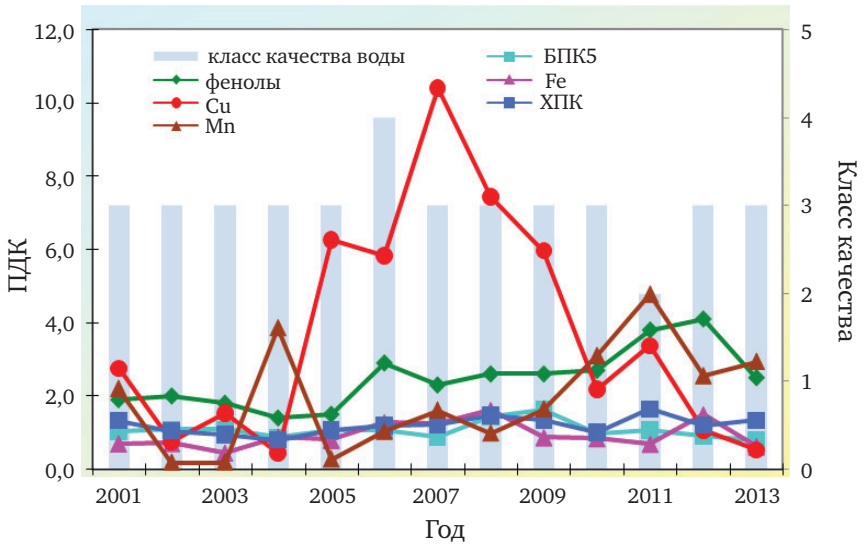


Рис. 3.35. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, г. Якутск в многолетнем плане

случаях по соединениям марганца, 3-х случаях по соединениям свинца, 2 случая по взвешенным веществам и один по соединениям меди.

Бассейн р. Волга. Поверхностные воды бассейна р. Волга испытывают влияние источников загрязнения разного масштаба и разной степени опасности. На долю Волжского бассейна приходится более трети общего сброса сточных вод России. Несмотря на высокую обеспеченность региона очистными сооружениями, эффективность их работы крайне низка, в результате чего в водные объекты поступает большое количество загрязняющих веществ. Значительное количество загрязнений в р. Волгу попадает с водами р. Ока и р. Кама. В целом по бассейну р. Волга наибольшие объемы загрязненных сточных вод приходятся на долю городов Москва, Самара, Нижний Новгород, Ярославль, Саратов, Уфа,

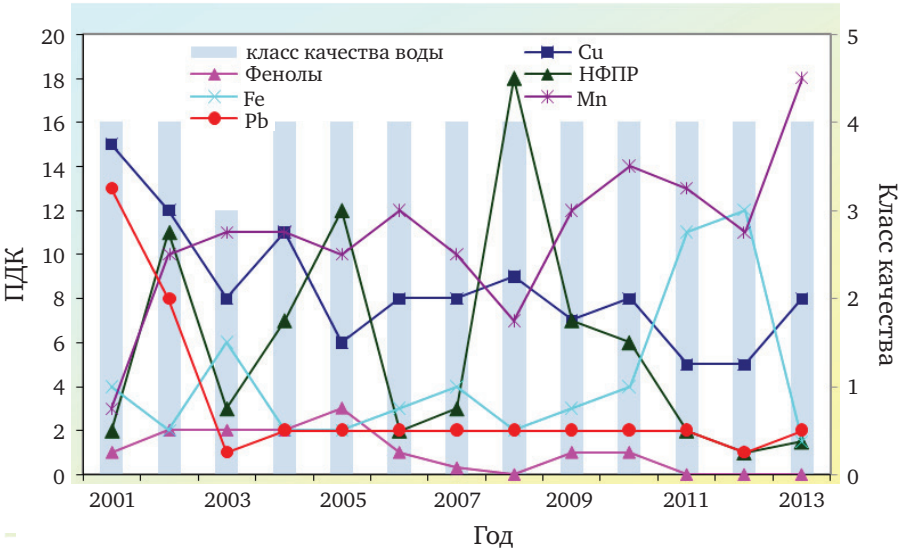


Рис. 3.36. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Колыма, п. Усть-Среднекан

Волгоград, Балахна, Тольятти, Ульяновск, Череповец, Набережные Челны и т.д.

На протяжении десятилетий наиболее распространенными загрязняющими веществами в бассейне Волги остаются трудно- и легкоокисляемые органические вещества (по ХПК и $БПК_5$), соединения меди, железа, в меньшей степени – фенолы, превышения ПДК которыми в 2013 г. по р. Волга и по бассейну в целом составили соответственно: 91 и 86%, 46 и 48%, 89 и 79%, 59 и 60%, 31 и 35%. В 2013 г. резких изменений в уровне загрязненности воды как рек бассейна р. Волги, так и собственно р. Волга не произошло. Как и в предыдущие десять лет в поверхностных водах бассейна преобладают воды 3-го и 4-го классов качества «загрязненные» и «грязные».

Вода Верхне-Волжских водохранилищ – Иваньковского, Угличского, Рыбинского и Горьковского – в течение многолетнего периода в большинстве створов характеризовалась как «загрязненная» и «очень загрязненная» (3 класс качества), в отдельных створах – как «грязная» (4 класс). Наиболее часто 4-му классу качества соответствовала вода в створах в районе г. Углич (Угличское вдхр.), ниже г. Дубна (Иваньковское вдхр.), ниже г. Череповец (Рыбинское вдхр.), ниже г. Тутаев (Горьковское вдхр.), более редко, в том числе в последние два года, – створ ниже г. Ярославль (Горьковское вдхр.). Наиболее распространенными характерными загрязняющими веществами воды Верхне-Волжских водохранилищ являются трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения меди,

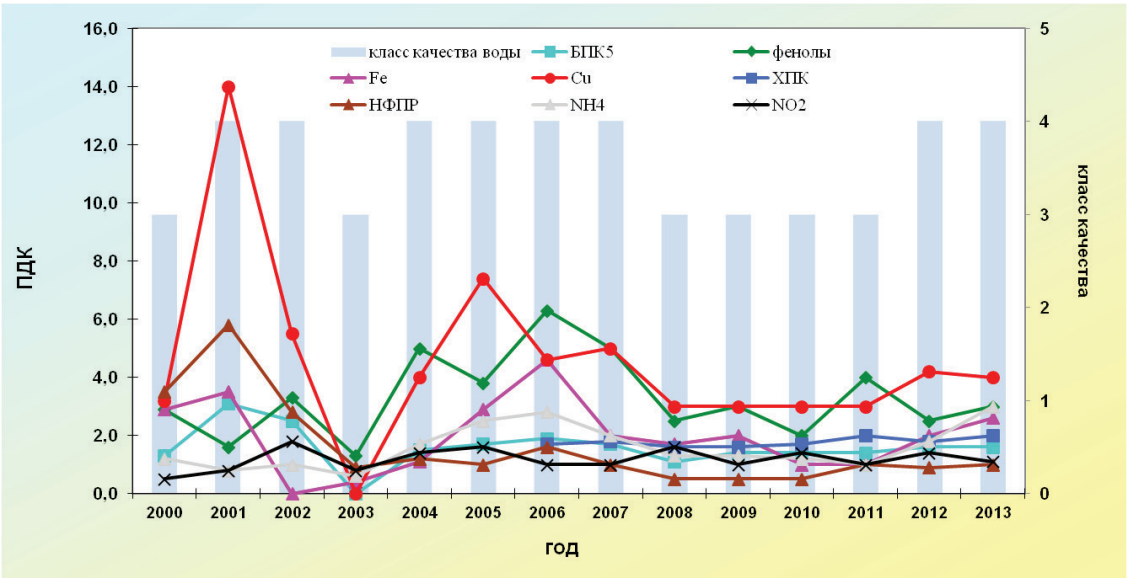


Рис. 3.37. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды Верхе-Волжских водохранилищ: *а* – Иваньковское вдхр., г. Дубна

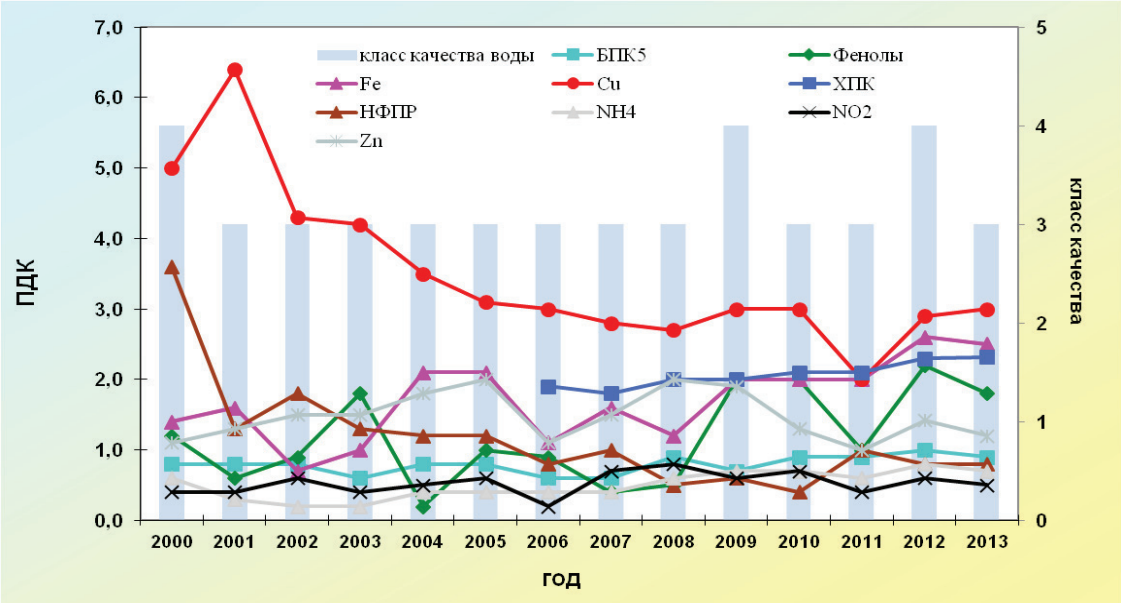


Рис. 3.37. *б* – Угличское вдхр., г. Углич

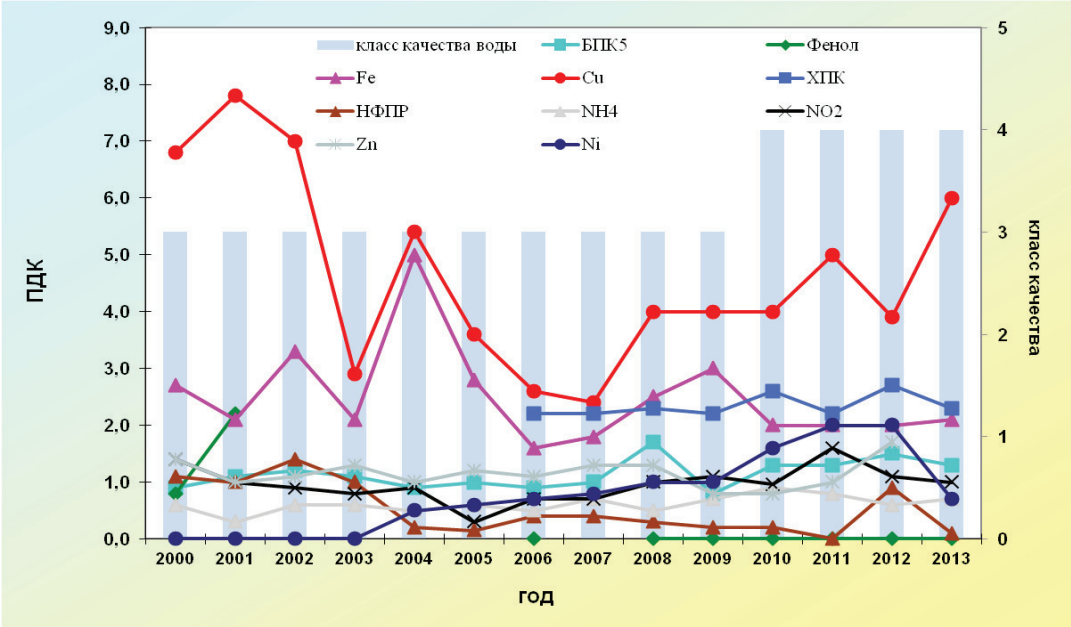


Рис. 3.37. *в* – Рыбинское вдхр., г. Череповец, 0,2 км ниже города

железа реже – цинка, среднегодовые концентрации которых в последние пять лет наблюдений изменялись незначительно и соответственно составляли: 2 ПДК, 2–6 ПДК, 1–2 ПДК, ниже 1–1 ПДК. Кроме вышеперечисленных веществ на некоторых участках водохранилищ загрязненность воды отдельными загрязняющими веществами возрастала до характерного уровня и составляла в среднем: : легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) 1–1,5 ПДК (г. Дубна, г. Череповец, г. Кострома), фенолов 2–3 ПДК (г. Дубна, г. Ярославль), аммонийного азота 1–3 ПДК (г. Дубна, г. Чкаловск (рис. 3.37).

Наиболее загрязненными в бассейне Верхне-Волжских водохранилищ на протяжении последних 10-ти лет остаются водные объекты Московской области – реки Лама, Дубна, Сестра, Кунья; Вологодской – р. Кошта, вода которых оценивается как «грязная». В 2013 г. критическими загрязняющими веществами воды р. Кошта остались аммонийный и нитритный

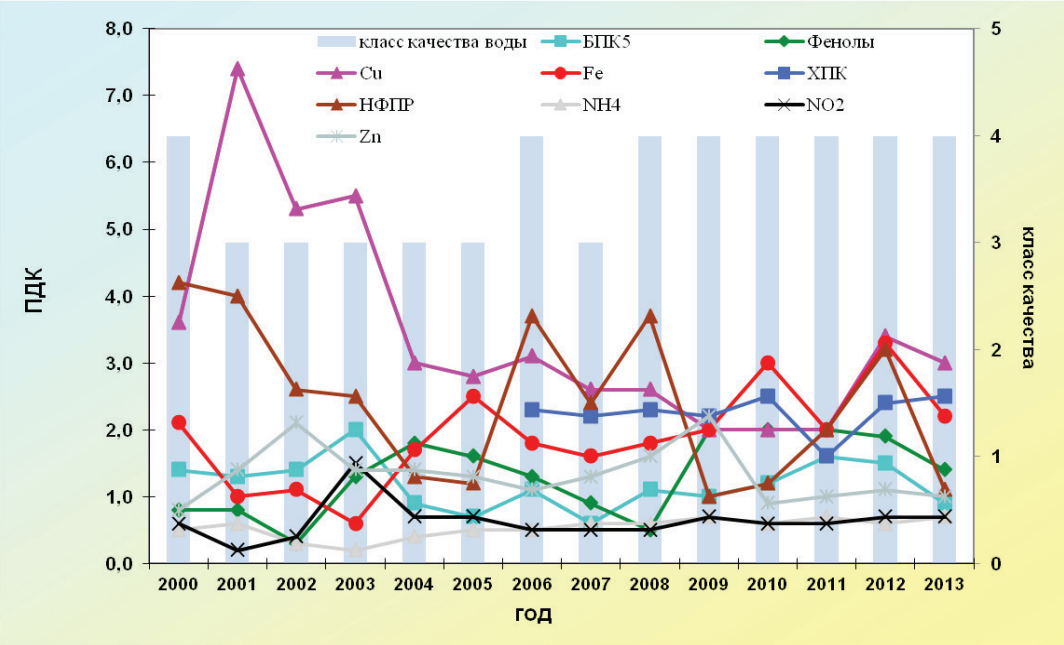


Рис. 3.37. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды Верхе-Волжских водохранилищ: *г* – Горьковское вдхр., г. Тутаев, 6 км ниже города

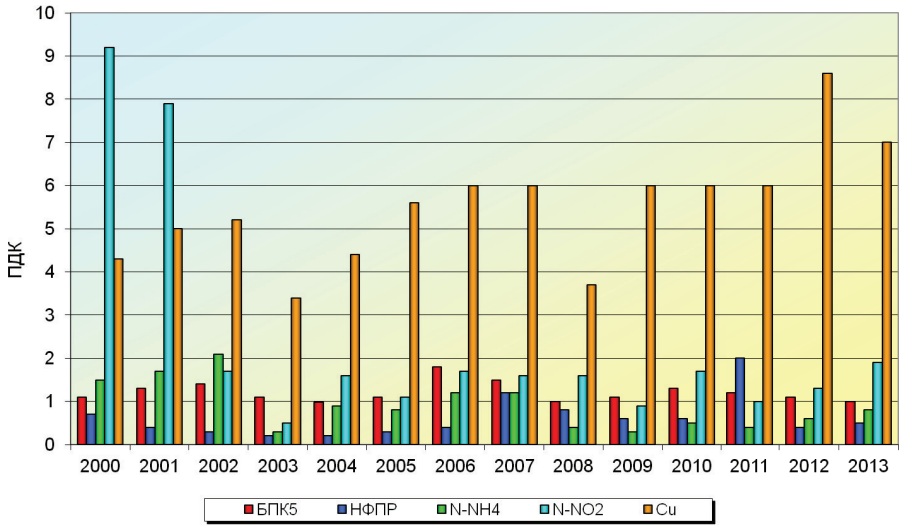


Рис. 3.38. Динамика загрязняющих веществ в воде Чебоксарского водохранилища, 4,2 км ниже г. Нижний Новгород

азот; рек Московской области – аммонийный азот. В течении 2013 г. были зафиксированы по два случая высокого загрязнения воды р. Кошта аммонийным (11 и 14 ПДК) и нитритным азотом (19 ПДК и 20 ПДК).

Качество воды Чебоксарского водохранилища на протяжении ряда лет в большинстве пунктов контроля оценивалось 3-м классом, в районе г. Нижний Новгород и г. Кстово – 4-м. Практически неизменным остался средний уровень загрязненности воды водоема наиболее распространенными загрязняющими веществами: соединениями меди (3–7 ПДК), железа (2–3 ПДК) и трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК) (1–2 ПДК). По-прежнему наиболее высокий уровень загрязненности воды нитритным азотом (до 9,5 ПДК, в среднем 2 ПДК) характерен для участка водохранилища в черте и ниже г. Нижний Новгород (рис. 3.38). Как и в предыдущие годы наблюдений в воде водохранилища у г. Нижний Новгород и г. Кстово фиксировали присутствие метанола в концентрациях до 2 ПДК.

Качественный состав воды водотоков Чебоксарского водохранилища остался без существенных изменений. В 2013 г. вода большинства створов (61%) характеризовалась как «очень загрязненная». Содержание некоторых загряз-

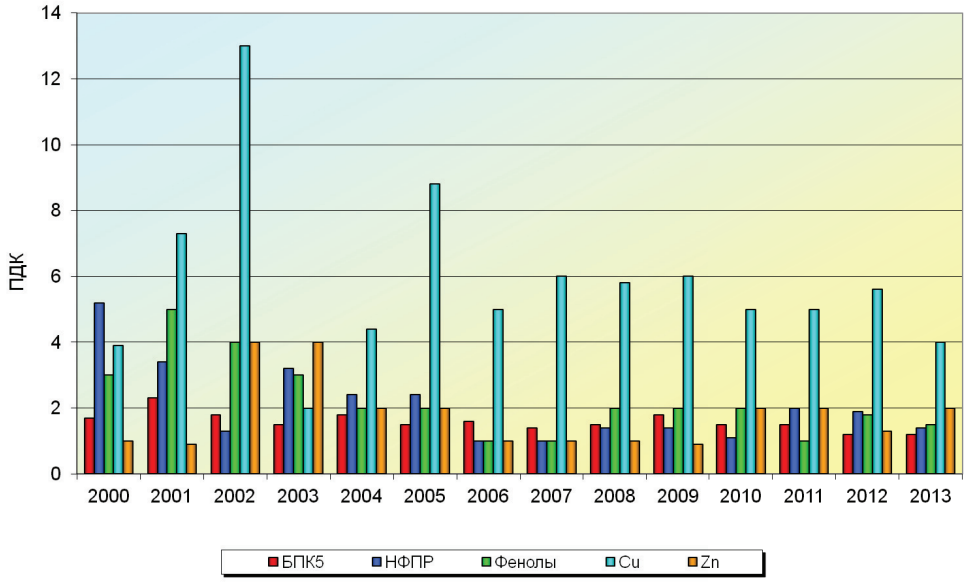


Рис. 3.39. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Волга, г. Астрахань

няющих веществ в отдельных водных объектах достигало критического уровня загрязненности воды: р. Кудьма нитритным азотом и сульфатными ионами; р. Инсар ниже д. Языковка нитритным азотом и легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$); р. Нуя ниже с. Апраксино аммонийным азотом.

Вода Куйбышевского водохранилища в большинстве створов оценивается 3-м классом «загрязненная» и «очень загрязненная» вода, причем число створов распределяется практически поровну), в черте г. Зеленодольск и выше и ниже г. Казань – 4 класс качества «грязная» вода. Характерными загрязняющими веществами практически по всей акватории водоема по-прежнему были легко- и трудноокисляемые органические вещества, максимальные концентрации которых, как правило, не превышали 2 ПДК, на территории Республики Татарстан к ним добавлялись соединения меди в концентрациях в среднем от 2 до 4 ПДК. Устойчивая, либо характерная загрязненность воды нитритным азотом отмечалась у г. Казань и г. Ульяновск (соответственно до 4 ПДК и 9 ПДК, в среднем 1 ПДК), аммонийным – у г. Новочебоксарск и г. Казань (до 2-3 ПДК, в среднем 1 ПДК).

Качество воды Саратовского водохранилища стабилизировалось на уровне 3-го класса. Для воды водохранилища осталась характерной, хотя и низкой, загрязненность воды легко- и трудноокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$ и ХПК соответственно) в среднем 1 ПДК. По сравнению с предшествующим годом возросла устойчивость загрязненности воды соединениями меди до характерной, по всей акватории водоема среднегодовые концентрации превышали норматив и находились в пределах 1–2 ПДК. В воде отдельных створов контроля среднегодовое содержание фенолов достигло 2 ПДК.

Средний уровень загрязненности воды Волгоградского водохранилища и р. Волга у г. Волгоград не претерпел существенных изменений и определялся содержанием в воде легко- и трудноокисляемых органических веществ (1 ПДК по $БПК_5$ и ХПК), фенолов (1 ПДК), соединений меди (2–3 ПДК), цинка (1 ПДК). В последние пять лет вода притоков Волгоградского водохранилища оценивалась 3-м классом качества.

Стабилизировалось качество воды р. Волга у г. Астрахань на уровне 4-го класса «грязная». На этом участке реки, по сравнению с вышерасположенным, перечень загрязняющих веществ, среднегодовые концентрации которых превышали норматив в течении многолетнего периода, был более широким: соединения меди – 4 ПДК, железа и цинка – 2 ПДК, фенолы – 2 ПДК, нефтепродукты, легко- и трудноокисляемые органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК соответственно) – 1 ПДК, нитритный азот – 1,5 ПДК (рис. 3.39).

Водотоки Нижнего Поволжья довольно разнообразны как по составу загрязняющих веществ, так и по уровню загрязненности. Как и в предыдущие годы в бассейне Нижнего Поволжья преобладали «очень загрязненные» и «грязные» воды. Содержание отдельных загрязняющих веществ в воде некоторых рек достигало критического уровня: нитритного азота в реках Степной Зай, Зай, р. Падовая, р. Чапаевка, р. Сызрань (10–25 ПДК); сульфатных ионов в реках Казанка, Сок, Сургут, Кондурча (до 6–8 ПДК); легко-

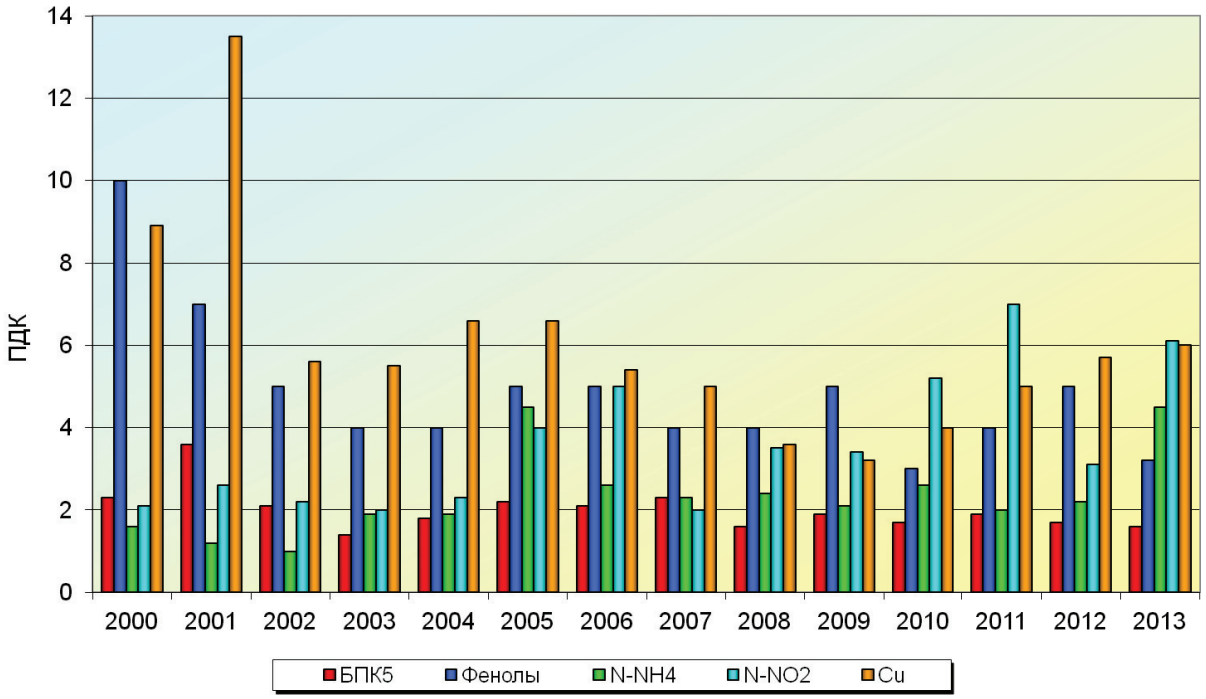


Рис. 3.40. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Ока, ниже г. Коломна

окисляемых органических веществ (по $БПК_5$) в р. Чапаевка (до 6 ПДК), соединений марганца в реках Сельда, Большой Черемшан, Съезжая, Чапаевка, Безенчук, Сызрань, Крымза, Чагра (до 16–61 ПДК). Случай высокого загрязнения воды α-ГХЦГ был зарегистрирован в октябре в р. Чапаевка ниже г. Чапаевска (5 ПДК).

Бассейн р. Ока. Качество воды ***р. Ока*** снижалось по течению реки от «загрязненной» и «очень загрязненной» на участке г. Орел – г. Алексин до «грязной» ниже по течению реки. Число характерных загрязняющих веществ изменялось по течению реки от 2–3 в верхнем течении до 8–9-ти на территории Московской области и 4–8 ниже вплоть до устья. Средний уровень загрязненности воды р. Ока легко- и трудноокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$ и ХПК) на всем протяжении реки, как правило, не превышал 1–1,5 ПДК, соединениями меди изменялся от 2–3 ПДК на участке г. Орел – г. Алексин до 4–7 ПДК ниже по течению. Участок реки г. Серпухов – г. Кашира отличается хроническим уровнем загрязненности воды фенолами до 4–8 ПДК, в среднем 3–2 ПДК. Загрязненность воды реки азотсодержащими веществами резко возрастала на территории Московской области и достигала критического уровня: ниже г. Коломна аммонийным и нитритным азотом, ниже по течению у г. Рязань – нитритным азотом. В течении года на участке реки ниже г. Коломна было зарегистрированы случаи высокого загрязнения воды: три нитритным (12, 13 и 20 ПДК) и два аммонийным азотом (11 и 12 ПДК). В 2013 г. в реке ниже г. Коломна, находящейся под воздействием загрязненных сточных вод предприятий жилищно-коммунального хозяйства и загрязненных вод р. Москва, возрос средний уровень загрязненности воды аммонийным и нитритным азотом (рис. 3.40).

Загрязненность воды реки метанолом выше и ниже г. Рязань была единичной (до 1 ПДК), у г. Дзержинск и г. Нижний Новгород – устойчивой (до 2 и 1 ПДК соответственно).

В многолетнем плане качество воды большинства притоков р. Ока колебалось в пределах 3-го и 4-го классов. Критическими загрязняющими веществами воды притоков, протекающих по территории Московской, Тульской, Рязанской и Владимирской областей чаще всего был нитритный азот, реже – аммонийный азот, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), в отдельных реках – трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения железа, сульфатные ионы.

Случаи высокого загрязнения воды притоков верхнего течения р. Ока фиксировали в водных объектах Тульской области: р. Упа (10 случаев нитритным азотом до 49 ПДК), р. Мышега (6 случаев нитритным азотом до 47 ПДК и 2 легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$) до 7–8 ПДК), Шатском водохранилище (4 случая нитритным азотом до 24 ПДК).

Река Москва. Степень загрязненности воды р. Москва под влиянием Люберецкой и Курьяновской станций аэрации, а также загрязненных притоков возрастала в пределах 4-го класса

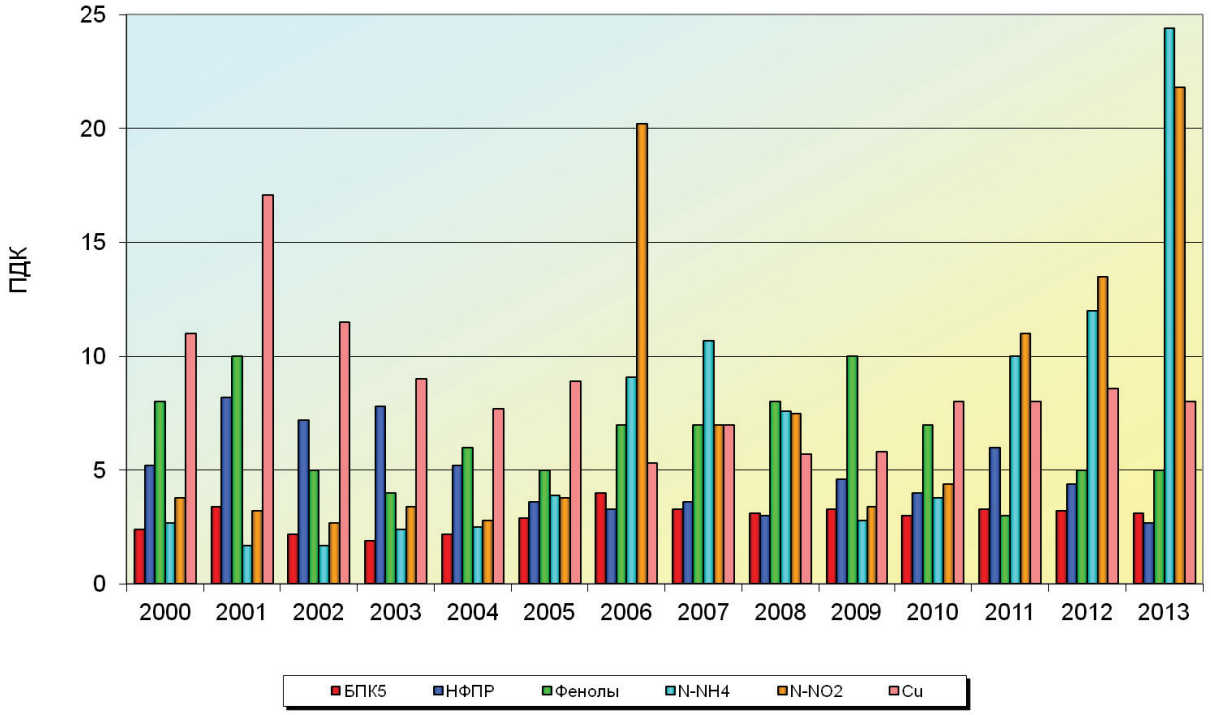


Рис. 3.41. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Москва, г. Москва выше Бесединского моста

от «грязной» в верхнем течении до «очень грязной» ниже по течению. На протяжении ряда лет критическими загрязняющими веществами воды реки были аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), число случаев высокого загрязнения воды которыми в 2013 г. соответственно составляло: 99, 110, 7. В 2013 г. на участке реки от черты г. Москва до устья возрос средний уровень загрязненности воды азотсодержащими веществами: аммонийным азотом в 2 раза до 13–26 ПДК, нитритным в 1,5 раза до 17–25 ПДК (рис. 3.41).

В течение многолетнего периода вода притоков р. Москва по качеству характеризовалась как «грязная» и «очень грязная». На протяжении ряда лет регистрировали случаи высокого загрязнения воды рек Медвенка, Закза, Яуза, Пахра и Рожая легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$), аммонийным и нитритным азотом.

Река Клязьма. Как и в предыдущие годы наблюдений, вода реки в большинстве створов контроля оценивалась как «грязная», в отдельных створах как «очень грязная». После сбросов сточных вод ЗАО «Экоаэросталкер», эффективность работы которых после реконструкции улучшилась, загрязненность воды реки створе в 0,1 км ниже г. Щелково тем не менее возросла как относительно фонового створа, так и относительно прошлых лет соответственно от «грязной» и «очень грязной» до «экстремально-грязной». Критическими загрязняющими веществами воды реки на территории областей: Московской были аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества по ($БПК_5$); Владимирской в отдельных створах – нитритный азот, соединения железа и меди. В 2013 г. по сравнению 2012 г. число случаев высокого загрязнения воды реки аммонийным и нитритным азотом увеличилось от 19 и 30 до 50 и 42 соответственно, легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$) по-прежнему осталось 8. В отчетном году по сравнению с 5-ю предыдущими годами на участке реки на территории Московской области (от створа 0,1 км ниже г. Щелково до г. Орехово-Зуево) возрос средний уровень загрязненности воды аммонийным азотом в 2–3 раза до 13–30 ПДК; нитритным азотом изменился не так существенно и находился в пределах 8-14 ПДК.

Бассейн р. Кама. В поверхностные воды бассейна р. Кама поступают сточные воды многих отраслей промышленности, хозяйственно-бытовые сточные воды муниципальных образований городов Пермь, Березники, Соликамск, Чусовой, Краснокамск, Первоуральск и других населенных пунктов.

Наблюдения за качеством воды р. Кама, ее водохранилищ и рек ее бассейна свидетельствовали о том, что существенных изменений их химического состава в многолетнем плане не произошло. По-прежнему к наиболее распространенным загрязняющим веществам воды р. Кама и ее водохранилищ относились соединения марганца, железа, трудноокисляемые ор-

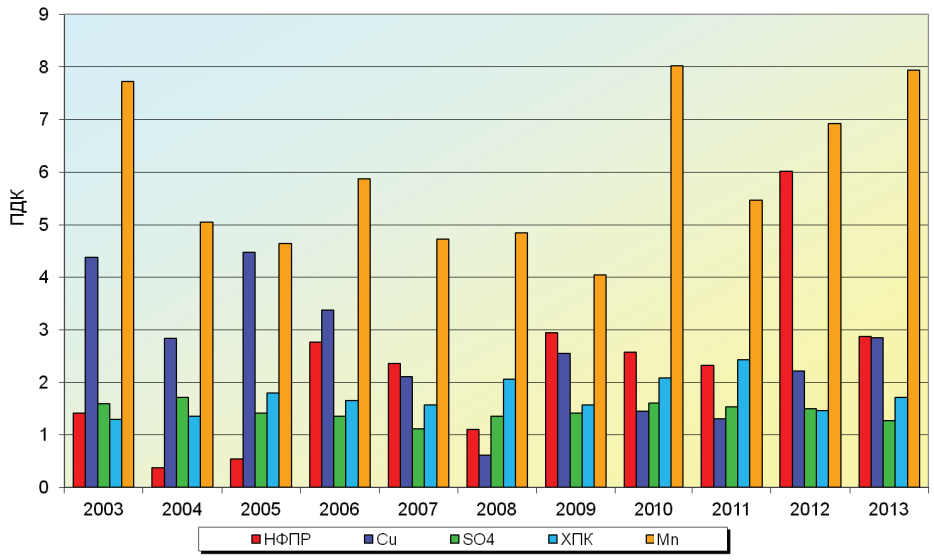


Рис. 3.42. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде Нижнекамского водохранилища в районе д. Андреевка

ганические вещества (по ХПК), повторяемость превышения ПДК которыми в 2013 г. в целом для бассейна составляла 95%, 80%, 93%. Присутствие в поверхностных водах бассейна р. Кама повышенных содержаний соединений марганца и железа обусловлено в определенной степени природными факторами формирования.

Стабилизировался в 2013 г. в пределах среднего за многолетний период уровень загрязненности воды Нижнекамского водохранилища нефтепродуктами (рис. 3.42).

Химический состав воды Нижнекамского водохранилища в пункте д. Андреевка в значительной степени определяется влиянием р. Белая и характеризовался в 2013 г., как и в предыдущий многолетний период, повышенной загрязненностью нефтепродуктами, соединениями меди, сульфатами. Среднегодовые концентрации в воде Нижнекамского водохранилища у д. Андреевка соединений меди и нефтепродуктов в среднем превышали ПДК в 3 раза при повторяемости случаев загрязненности воды 69% и 43% соответственно.

Качество воды большинства притоков р. Кама (без бассейна р. Белая) соответствовало последние пять лет 3-му классу. В 60–68% створов вода этих рек оценивалась как «загрязненная» или «очень загрязненная».

Повышенная загрязненность воды практически из года в год отмечалась в таких притоках собственно р. Кама как р. Северушка, р. Ревда, р. Иж, р. Позимь, р. Мензеля которые по качеству относились к 4-му классу и характеризовались в 2013 г. как «грязные».

Река Чусовая многие годы выделяется в бассейне р. Кама высокой комплексностью загрязненности воды и относится к наиболее загрязненным среди притоков Камы. Химический состав воды р. Чусовая формируется в зоне влияния Первоуральско-Ревдинского промузла. В 2013 г. на этом участке фиксировали загрязненность воды реки по 15 из 17 химических веществ, учтенных в комплексной оценке качества воды, в том числе соединениями шестивалентного хрома, аммонийным азотом, фосфатами, фенолами, соединениями цинка, меди, никеля, и другими химическими веществами.

Постоянно происходящие колебания уровней концентраций присутствующих в воде р. Чусовая веществ обуславливают изменение их перечней, однако повышенное по сравнению с другими водными объектами количество загрязняющих вод веществ из года в год остается неизменным (рис. 3.43).

По комплексной оценке вода р. Чусовая в створе 1,7 км ниже г. Первоуральск в 2013 г. оценивалась как «экстремально грязная» и соответствовала 5-му классу качества.

По-прежнему высокой осталась загрязненность воды р. Косьва соединениями железа.

На участке р. Косьва ниже г. Губаха качество воды реки формируется под влиянием шахтных вод Кизеловского угольного бассейна. В 2013 г., как и в предыдущие годы, в р. Косьва фиксировали в каждой пробе высокие концентрации в воде соединений железа и марганца в среднем 37 и 11 ПДК. В 50% проб наблюдали повышенную загрязненность воды фенолами, среднегодовая концентрация которых превышала ПДК в 5 раз. В каждой пробе содержание в воде трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) превы-

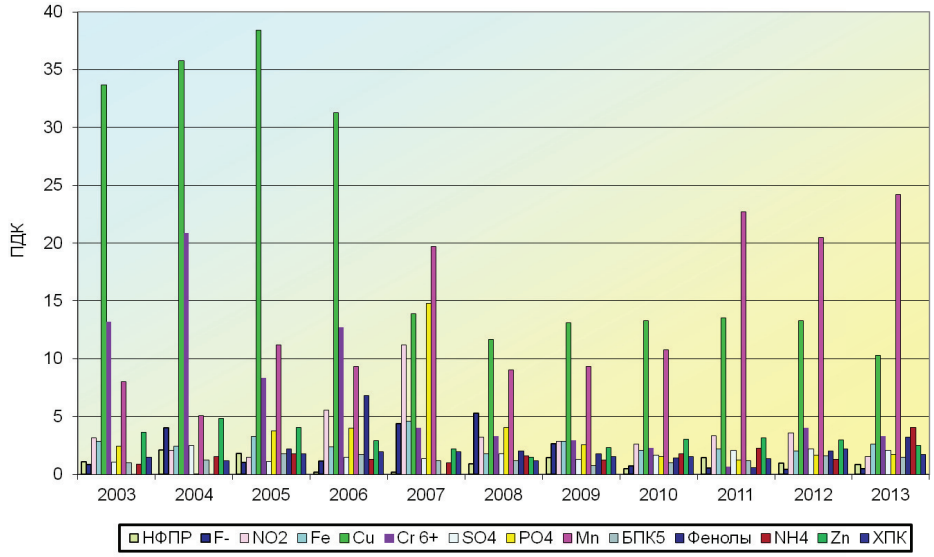


Рис. 3.43. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Чусовая в створе 1,7 км ниже г. Первоуральск

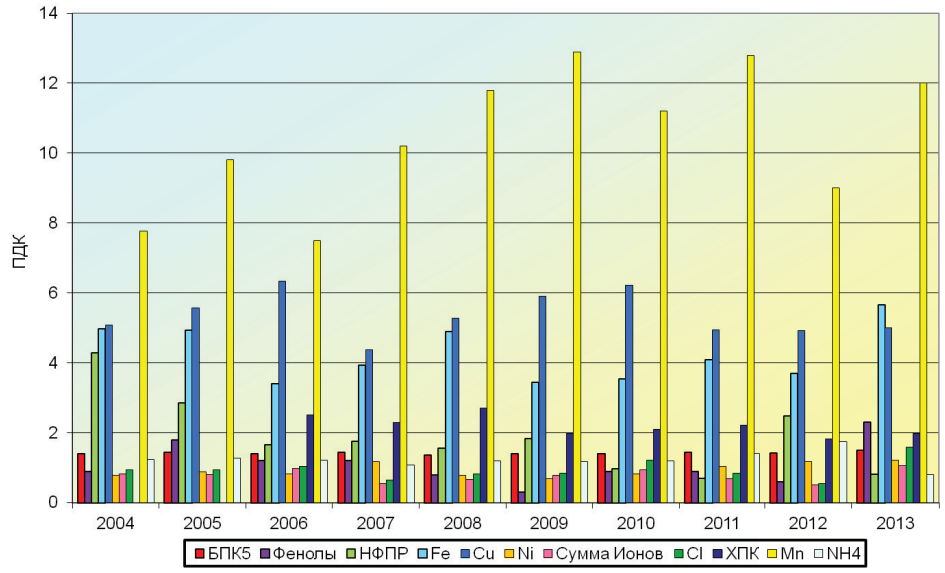


Рис. 3.44. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Белая в створе 10,5 км ниже г. Стерлитамак

шало нормативное значение, максимальное достигало 73,1 мг/л (O_2). Вода р. Косьва в створе ниже г. Губаха в 2013 г. оставалась в пределах 4-го класса и оценивалась как «грязная».

Бассейн р. Белая. Качество воды р. Белая формируется под влиянием сточных вод предприятий жилищно-коммунального хозяйства, черной металлургии, химической, нефтехимической, нефтедобывающей, деревообрабатывающей и других отраслей экономики, поверхностным стоком с сельхозугодий, территорий населенных пунктов и др.

Качество воды р. Белая в течение последних десяти лет в основном определялось повышенным содержанием в воде соединений марганца, меди, железа, нефтепродуктов и фенолов, трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), встречаемость случаев загрязненности воды которыми в 2013 г. в целом для р. Белая составляли 100%, 72%, 62%, 50% и 57%, 100% соответственно. Динамика за многолетний период содержания в воде р. Белая различных загрязняющих веществ в зоне влияния г. Стерлитамак, где река испытывает наибольшую антропогенную нагрузку сточными водами предприятий химической, нефтедобывающей и пищевой промышленности, машиностроения и жилищно-коммунального хозяйства показана на рис. 3.44.

В 2013 г. повышенной загрязненностью воды нефтепродуктами характеризовалась р. Белая на участке от ж.д. ст. Шушпа до г. Белорецк в среднем на уровне 4–5 ПДК, на участке

р. п. Прибельский – р. п. Дюртюли 2–4 ПДК. При этом в 10–30% проб концентрации в воде р. Белая нефтепродуктов превышали 10 ПДК.

На весьма протяженном участке р. Белая от створа 10,5 км ниже г. Стерлитамак до устья в 2013 г., как и в течение предыдущих лет, осталось характерным отклонение от нормативных требований содержания в воде сульфатов, максимальные концентрации которых, в основном, превышали 1 ПДК, на участке от г. Благовещенск вниз по течению до устья составляли 2 ПДК.

Хронически проявляется повышенное содержание сульфатных ионов в целом ряде рек и озер бассейна р. Белая, обусловленное влиянием на формирование химического состава вод карстовых явлений на территории этого района.

Наличие в бассейне р. Белая большой части карстовых массивов Предуралья формирует постоянно повышенное содержание сульфатных ионов в воде рек Сим, Инзер, Большой Нугуш, Ашкадар, Селеук.

Степные реки Ашкадар, Дема и ее приток Мияки, Уршак, Чермасан, Быстрый Танып, впадающие в р. Белая, имеют более выраженное преобладание в составе основных ионов сульфатов, вода в них сильнее минерализована и более жесткая. Среднегодовые концентрации сульфатов в этих реках достигали в 2013 г. 2–4 ПДК, (в р. Уршак 9 ПДК). В о. Асли-Куль в каждой пробе концентрации в воде сульфатных ионов составляли 8-10 ПДК.

Практически по всему течению р. Белая в 2013 г. фиксировали загрязненность воды фенолами в среднем 2–3 ПДК и максимальными концентрациями в диапазоне 3–8 ПДК в контрольных створах ниже основных источников загрязнения. По всему течению загрязненность воды р. Белая фенолами имела устойчивый характер. Повторяемость обнаружения концентраций в воде фенолов выше ПДК поддерживалась, в основном, в пределах 55–82%, в фоновых створах в районе гг. Салават, Уфа, Бирск, Дюртюли, р. п. Прибельский случаи превышения ПДК фиксировали несколько реже – в 36–46% проб.

Качество воды р. Белая и ее притоков в 2013 г. с учетом комплекса присутствующих в воде загрязняющих веществ, в основном, варьировало в пределах 4-го класса. Вода р. Белая оценивалась как «грязная» на всем протяжении за исключением участка в районе г. Мелеуз и фоновых створов в районе г. Салават, г. Уфа, и р. п. Дюртюли, где загрязненность воды р. Белая была несколько меньше и вода характеризовалась как «очень загрязненная», оставаясь в течение года в пределах 3-го и 4-го классов качества. Как «грязная» оценивалась воды р. Уфа ниже г. Красноуфимск, Павловского водохранилища, р. Уфалейка, р. Ай ниже г. Куса и ниже г. Златоуст, р. Киги и других водных объектов бассейна.

Бассейн р. Амур. Качество воды водных объектов бассейна р. Амур формировалось под влиянием своеобразных природных условий, повышенной водности в 2013 г. в летне-осенний период, наличия в бассейне рудоносных и коллекторно-дренажных вод. По-прежнему в поверхностные воды бассейна поступали «недостаточно очищенные» смешанные жилищно-коммунальные и производственные сточные воды городских очистных сооружений, железнодорожного и речного транспорта, золото- и угледобывающих предприятий.

К наиболее характерным загрязняющим веществам водных объектов бассейна р. Амур многие годы относились соединения железа, марганца, меди и трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), превышение ПДК которыми в 2013 г. в среднем составляли 89, 84, 70 и 73%.

Река Амур. В р. Амур случаи превышения ПДК соединениями железа и марганца фиксировали в каждой пробе воды. Повышенное содержание в воде р. Амур и ряде рек его бассейна соединениями марганца и железа частично обусловлено наличием повышенного регионального природного фона. Концентрации соединений марганца и железа изменялись по длине р. Амур в 2013 г. незначительно, в среднем в пределах 5–10 и 3–7 ПДК. Случаев высокого загрязнения воды р. Амур соединениями марганца и железа не наблюдали.

Превышение ПДК соединений меди в воде р. Амур в среднем в 2 раза и максимальные концентрации до 17 ПДК фиксировали в 59% проб.

Из года в год во всех створах наблюдений на р. Амур фиксировали невысокую устойчивую загрязненность воды трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК). Превышение норматива по содержанию в воде р. Амур трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) отмечали в 2013 г. в 87% проб. Среднегодовые значения ХПК при этом колебались по течению реки от 17,0 до 46,4 мг/л(О).

Одним из наиболее загрязненных участков р. Амур является район в зоне влияния г. Амурск. Содержание в воде р. Амур на этом участке характерных загрязняющих веществ, их изменение в многолетнем плане показаны на рис. 3.45.

По качеству вода р. Амур в 2013 г. практически по всей длине соответствовала 3-му классу и характеризовалась как «загрязненная» или «очень загрязненная». По сравнению с предыдущими годами наметилась тенденция преимущественного снижения загрязненности воды р. Амур в большинстве створов наблюдений.

Загрязненность воды водных объектов бас-

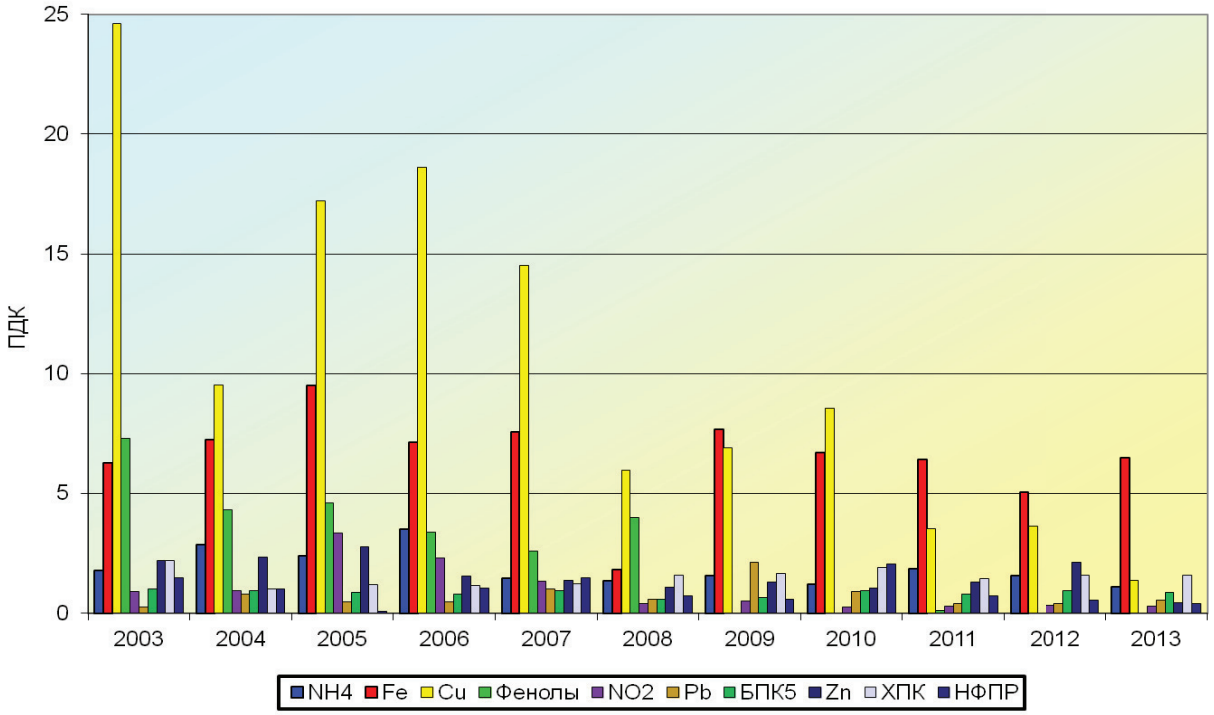


Рис. 3.45. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Амур в пункте г. Амурск

сейна р. Амур в значительной мере определяется сбросом сточных вод крупными водопользователями Амурской области и Хабаровского края. К ним относятся водоканалы городов, предприятия теплоэнергетики и угольной промышленности, транспорт. В среднем по бассейну около 80% от суммарного объема забираемой свежей воды сбрасывается в водные объекты в виде сточных, коллекторно-дренажных, шахтно-рудничных и ливневых вод. В структуре сточных вод, сбрасываемых в водные объекты бассейна р. Амур, преобладают «загрязненные» и «недостаточно очищенные» сточные воды. На категорию «загрязненных без очистки» приходится лишь несколько процентов. Существенной составляющей в формировании качества поверхностных вод бассейна р. Амур является особенность гидрологического режима, зависимость от характера атмосферных процессов. Главной и наиболее высокой составляющей питания рек бассейна р. Амура является дождевой сток.

Качество воды водных объектов бассейна р. Амур было весьма разнообразным как по составу характерных загрязняющих веществ, так и по степени загрязненности поверхностных вод в различных частях бассейна.

В 2013 г. в бассейне р. Амур, как и в предыдущие годы, преобладали «загрязненные» и «очень загрязненные» воды 3-го класса качества. К ним относились р. Большая Бира, р. Малая Бира, р. Хор, р. Кия, р. Подхоренок, р. Тунгуска р. Нимелен и многие другие.

Бассейн Верхнего Амура. В верхнем течении р. Ингода, в районе с. Дешулан, качество воды в течение последних пяти лет варьировало в пределах 2-го, чаще 3-го классов. В 2013 г. вода р. Ингода на этом участке была загрязнена фенолами, нефтепродуктами, трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК), соединениями меди в среднем не более, чем на уровне 2 ПДК.

Повышенные концентрации в воде р. Ингода у с. Дешулан соединений меди наблюдали в каждой пробе воды. Сохранилась устойчивой загрязненность воды р. Ингода фенолами в среднем до 2 ПДК при повторяемости случаев превышения ПДК 75%. По качеству вода р. Ингода в районе с. Дешулан соответствовала в 2013 г. 3-му классу и оценивалась как «очень загрязненная».

Вода **р. Аргунь** в большинстве створов характеризовалась в 2013 г. как «грязная» и соответствовала 4-му классу. К характерным загрязняющим веществам р. Аргунь в районе с. Кути, с. Олочи, п. Молоканка относились фенолы, нефтепродукты, легко- и трудноокисляемые органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), аммонийный и нитритный азот, соединения металлов. Периодически на участках реки в черте с. Кути и п. Молоканка фиксировали дефицит растворенного в воде кислорода. В многолетнем плане улучшения качества воды р. Аргунь не прослеживается.

Река Шилка в пункте г. Сретенск загрязняется сточными водами с очистных сооружений

г. Шилка, Сретенского судостроительного завода. Река Шилка в районе г. Сретенск из года в год загрязнялась соединениями меди, железа, цинка, марганца, нефтепродуктами, фенолами, аммонийным азотом, легко- и трудноокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$ и ХПК). Уровень загрязненности в среднем соответствовал, как правило, 2 ПДК. Среднегодовые концентрации соединений меди достигали 5 ПДК, марганца 15 ПДК. Случаев высокого загрязнения воды р. Шилка в районе г. Сретенск не наблюдали ни по одному загрязняющему веществу. По качеству вода р. Шилка характеризовалась 4-м классом и оценивалась как «грязная».

В бассейне Среднего и Нижнего Амура реки Гилюй, Малая Пера, Чегдомын, Урми стабильно характеризуются последние пять и более лет наличием повышенной загрязненности воды аммонийным азотом, трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК) в среднем до 3 ПДК, соединениями железа и меди в среднем до 2–11 ПДК. Периодически в воде этих рек обнаруживали невысокую, не более 2 ПДК, загрязненность воды соединениями цинка и свинца.

По качеству вода рек Гилюй, Малая Пера, Чегдомын, Урми многие годы стабилизировалась в пределах 3-го класса и характеризовалась как «загрязненная» или «очень загрязненная».

Вода ряда малых водотоков Чита, Березовая, Черная (Хабаровский край), Дачная в 2013 г., как и в течение многих предыдущих лет характеризовалась как «очень грязная» или «экстремально грязная» или соответствовала 4-му и 5-му классам качества.

Река Чита наиболее загрязнена в контрольном створе 0,2 км выше устья, где осуществляется сброс ненормативно очищенных сточных вод очистных сооружений г. Чита. В течение 2013 г. на этом участке фиксировали случай экстремально высокого загрязнения воды нитритным азотом, 2 случая высокого загрязнения аммонийным азотом, 1 случай высокого загрязнения фосфатами. Вода характеризуется как «экстремально грязная» и соответствует 5-му классу качества.

В **р. Березовая** одновременно пять загрязняющих веществ, аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), соединения марганца и растворенный в воде кислород, достигали уровня критических показателей загрязненности воды. Среднегодовые концентрации аммонийного азота, легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) достигали уровня высокого загрязнения и составляли 16 и 12 ПДК соответственно.

В **р. Черная** ниже с. Сергеевка в каждой пробе воды наблюдали загрязненность трудно- и легкоокисляемыми органическими веществами (по ХПК и $БПК_5$), аммонийным азотом, фенолами, соединениями марганца. В 70-90% проб фиксировали превышение ПДК нитритным азотом, фосфатами, соединениями меди. Уровень концентраций в воде для многих из них был высоким. Среднегодовая концентрация аммонийного азота соответствовала уровню высокого загрязнения и достигала 15 ПДК.

«Экстремально грязной» осталась **р. Дачная**, в воде которой по 13 из 17 изучаемых компонентов, фиксировали отклонение от нормативных требований. Среднегодовая концентрация аммонийного азота достигала уровня высокого загрязнения. Максимальное значение $БПК_5$ воды составляло 39,5 мг/л (O_2), среднегодовое также соответствовало уровню высокого загрязнения (рис. 3.46).

В целом в бассейне Уссури в 2013 г. были широко распространены «загрязненные» и «очень загрязненные» воды 3-го класса качества. Несколько реже встречались «грязные» воды 4-го класса качества. К ним относилась р. Уссури на отдельных участках, р. Арсеньевка в зоне влияния г. Арсеньев, р. Спасовка ниже г. Спасск-Дальний, р. Нестеровка ниже п. Пограничный и другие водные объекты. Наиболее часто в поверхностных водах бассейна фиксировали загрязненность соединениями железа, алюминия, легкоокислямыми органическими веществами (по $БПК_5$), аммонийным азотом, соединениями меди, цинка.

Вода **рек бассейна Японского моря** в 2013 г., как и многие предыдущие годы, варьировала преимущественно в пределах 4-го, несколько реже 3-го классов качества и оценивалась как «грязная» или «загрязненная». Осталась «экстремально грязной» вода р. Кневичанка ниже г. Артем в зоне влияния сточных вод «Артем-ТЭЦ», которая в 2013 г. относилась к 5-му классу качества. «Грязной» характеризовалась в 2013 г. вода р. Рудная ниже сброса сточных вод ОАО «Бор» и р. Комаровка в черте г. Уссурийск. Для этих рек осталась высокой комплексность загрязненности воды, к загрязняющим относились 13 химических веществ, таких как соединения железа, цинка, меди, марганца, фенолы, аммонийный и нитритный азот, легко- и трудноокисляемые органические вещества (по ХПК и $БПК_5$), фосфаты. В р. Рудная ниже п. Краснореченский в 2013 г. продолжали, как и в предыдущие годы, фиксировать чрезвычайно высокую, в среднем 15 ПДК, загрязненность воды соединениями цинка, обусловленную влиянием деятельности предприятий горнорудной промышленности.

Реки о. Сахалин. На о. Сахалин в 2013 г., как и в ряде предшествующих лет, наиболее распространены «загрязненные» и «слабо загрязнен-

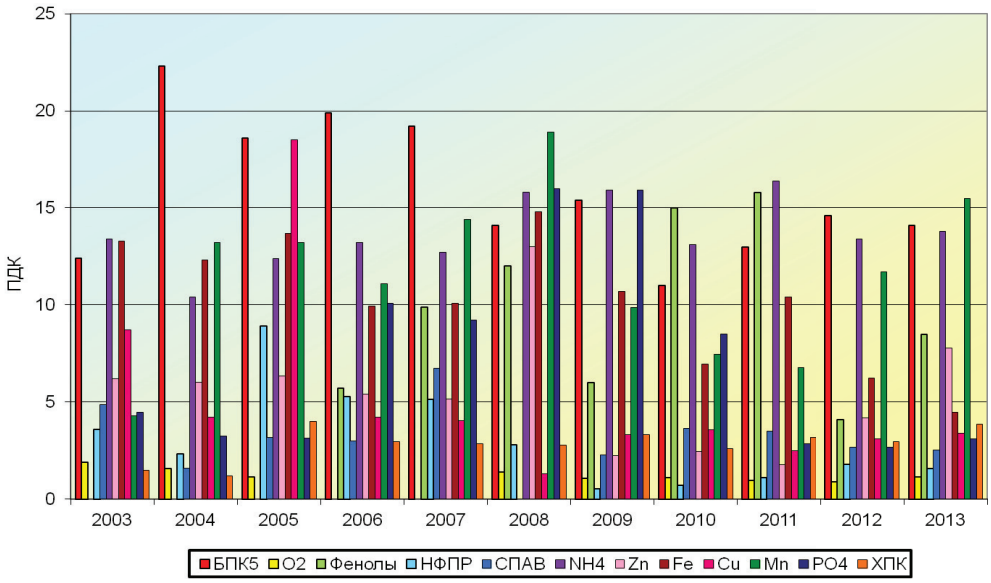


Рис. 3.46. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Дачная в черте г. Арсеньев

ные» воды 3-го и 2-го классов качества. В то же время в 2013 г., как и в ряде предшествующих лет, в реках Бирюкан, Поронай, Сусуя и Красносельская в районе г. Южно-Сахалинск, Лютога в черте г. Анива, Большая Александровка в зоне влияния г. Александровск-Сахалинский отмечали повышенную загрязненность воды аммонийным и нитритным азотом в среднем до 2–5 ПДК, соединениями железа и меди в среднем до 5–8 ПДК. По качеству вода этих рек соответствовала 4-му классу и оценивалась как «грязная».

Одной из наиболее загрязненных рек оставалась многие годы р. Охинка в пункте г. Оха, в воде которой среднегодовая концентрация нефтепродуктов в 2013 г. достигала 213 ПДК. При этом в каждой пробе воды фиксировали превышение ПДК нитритным азотом, фенолами, соединениями меди, трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК). Источниками загрязнения водотока являются сточные воды нефтедобывающих предприятий, расположенных по всей длине реки.

Реки полуострова Камчатка. Качество воды большинства рек Камчатки в 2013 г. соответствовало 3-му классу «загрязненных» вод. В 63–73% проб в воде рек отмечали превышение ПДК соединениями меди, железа, фенолами, нефтепродуктами. Намного реже наблюдали загрязненность речных вод легко- и трудноокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$ и ХПК).

По всему течению р. Камчатка в 2013 г. отмечали загрязненность воды нефтепродуктами в среднем в диапазоне 4–6 ПДК. В черте п. Козыревск на спаде половодья фиксировали экстремально высокую загрязненность воды реки нефтепродуктами 63 ПДК, в зимнюю межень обнаруживали 2 случая высокого загрязнения 48 и 49 ПДК. Последние три года в 2011–2013 гг. этот участок р. Камчатка относится к наиболее загрязненным.

3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов

Гидробиологические наблюдения за состоянием пресноводных экосистем проводятся по основным экологическим сообществам: фитопланктона, зоопланктона, перифитона и зообентоса. Каждое из этих сообществ наблюдается по целому ряду параметров, позволяющих получать информацию о количественном и качественном составе экосистем поверхностных вод различных регионов России.

По данным наблюдений рассчитываются специальные обобщенные гидробиологические индексы, на основе которых проводится оценка качества вод по пятибалльной шкале: от I класса (условно чистые воды) до V класса (экстремально 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 изменение состояния водных экосистем. В зависимости от нагрузки на водную среду различают следующие последовательные градации состояния экосистем:

- экологическое благополучие;
- антропогенное экологическое напряжение;

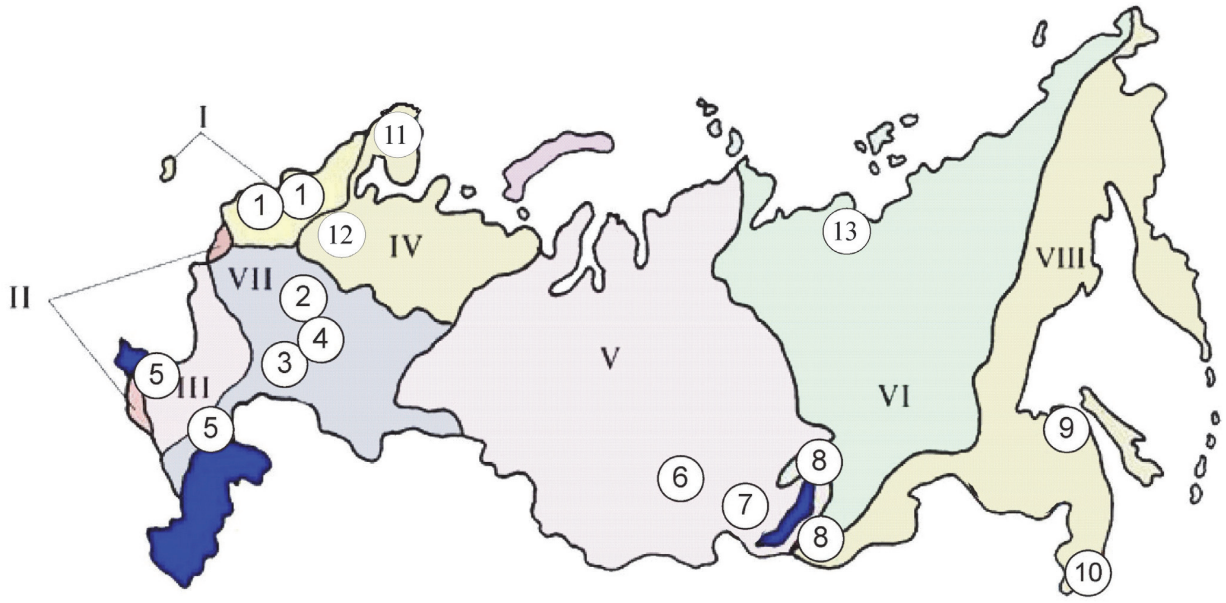


Рис. 3.47. Схема размещения основных водных объектов гидробиологического мониторинга в 2013 году. Гидрографические районы Российской Федерации (латинские цифры): I – Балтийский район и Калининградская область; II – Черноморский; III – Азовский; IV – Баренцевский; V – Карский; VI – Восточно–Сибирский; VII – Каспийский; VIII – Тихоокеанский. Районы размещения и принадлежность водных объектов к УГМС Росгидромета: *1* – Северо–Западное; *2* – Верхне-Волжское; *3* – Приволжское; *4* – Республики Татарстан; *5* – Северо–Кавказское; *6* – Средне–Сибирское; *7* – Иркутское; *8* – Забайкальское; *9* – Дальневосточное; *10* – Приморское; *11* – Мурманское; *12* – Северное; *13* – Якутское

- антропогенный экологический регресс;
- антропогенный метаболический регресс.

Применение двойного подхода к оценке качества поверхностных вод при использовании гидробиологических показателей – по шкале качества вод и через категории экологических градаций состояния экосистем дает возможность наиболее объективно и всеобъемлюще охарактеризовать состояние вод поверхностных водных объектов суши.

Оценка состояния пресноводных экосистем по гидробиологическим показателям в 2013 г. осуществлялась на 149 водных объектах России на 234 гидробиологических пунктах и 351 створах. На рис. 3.47 представлена схема размещения основных водных объектов в системе гидробиологического мониторинга по Гидрографическим районам Российской Федерации в 2013 году.

Ниже представлена краткая характеристика состояния экосистем крупных пресноводных объектов, в том числе в пределах городов.

В КАСПИЙСКОМ ГИДРОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНЕ:

Воды реки Чапаевка ниже г. Чапаевск характеризуются как «грязные воды». Отмечено негативное влияние г. Казань на качество вод водных объектов. Так, в черте города воды р. Казанка и оз. Средний Кабан характеризуются как «экстремально грязные воды», а воды Куйбышевского водохранилища – как «грязные». Качество вод Куйбышевского водохранилища в зоне влияния г. Нижнекамск также оценивается как «грязные».

Воды бассейна нижней Волги (р. Волга, рук. Ахтуба, рук. Кривая Болда, рук. Камызяк, рук. Бузан) по показателям зообентоса характеризуется как «грязные».

В целом изменения состояния водных экосистем не произошло, оно по-прежнему характеризуется как состояние антропогенного экологического напряжения с элементами экологического регресса.

В БАРЕНЦЕВСКОМ ГИДРОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНЕ:

Отмечено негативное влияние г. Мончегорск на качество вод ~~водных~~ таких водных объектов, как р. Нюдуай, оз. Монче и г. Мурманск на качество вод оз. Ледовое, оз. Семеновское, воды характеризуются как «грязные» и «экстремально грязные воды». Воды р. Колос-Йоки также характеризуются как «грязные».

Наблюдается тенденция ухудшения состояния экологической системы р. Колос-Йоки. Состояние антропогенного экологического напряжения с элементами экологического регресса сменяется состоянием антропогенного экологического регресса.

В КАРСКОМ ГИДРОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНЕ:

К наиболее грязным водным объектам относятся р. Есауловка, р. Березовка, р. Мана, р. Ени-

сей, их воды характеризуются как «загрязненные» и «грязные». Воды р. Кача по показателям зообентоса также характеризуются как «грязные». Оценка качества вод озера Кенон и реки Чита варьирует между «слабо загрязненные» – «загрязненные». Воды Братского водохранилища и р. Ангара во всех исследованных створах характеризуется как «загрязненные».

Изменения состояния водных экосистем отмечено на р. Чита, где состояние антропогенного экологического напряжения переходит в состояние с элементами экологического регресса.

В ВОСТОЧНО-СИБИРСКОМ ГИДРОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНЕ:

Воды залива Неелова у поселка Тикси и озера Мелкое, а также воды на р. Лена у полярной ст. Хабарово характеризовались как «загрязненные» и «грязные».

Изменения состояния водных экосистем не отмечено.

В ТИХООКЕАНСКОМ ГИДРОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНЕ:

К наиболее грязным водным объектам бассейна р. Амур относятся: р. Амур (створы у г. Хабаровск, г. Амурск, г. Комсомольск), р. Черная, р. Березовая, р. Гилюй, р. Зея, р. Хор, р. Кия, р. Уркан, воды которых по показателям зообентоса характеризуются как «экстремально грязные». Отмечено негативное влияние ТЭЦ-3 (у с. Федоровка) на р. Березовая.

Воды р. Спасовка, р. Кулешовка р. Кневичанка (ниже г. Артем), створы у г. Уссурийск на реках Раздольная, Комаровка, Раковка характеризовались как «загрязненные» и «грязные».

Изменение состояния водных экосистем отмечено на р. Амур (створы у г. Амурск и г. Комсомольск), где состояние экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения переходит в состояние антропогенного экологического напряжения с элементами экологического регресса. Состояние водных экосистем р. Амур (створ у с. Богородское) переходит из состояния антропогенного экологического напряжения в состояние экологического благополучия. На р. Малая Бира отмечен переход состояния водных экосистем из антропогенного экологического регресса в состояние антропогенного экологического напряжения.

В БАЛТИЙСКОМ ГИДРОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНЕ И КАЛИНИНГРАДСКОЙ ОБЛАСТИ:

Воды Онежского, Ладожского, Чудского озер, рек Лососинки, Неглинки, Шуи характеризуются как «слабозагрязненные».

Изменения состояния водных экосистем не отмечено.

В АЗОВСКОМ ГИДРОГРАФИЧЕСКОМ РАЙОНЕ:

Наиболее загрязненными водными объектами данного гидрографического района являются р. Б. Каменка (0,5 км выше устья), воды которой по показателям зообентоса характеризуются как «грязные воды», а также р. Дон (ниже г. Семикаракорска), Веселовское и Пролетарское водохранилища, воды которых оцениваются как «загрязненные».

Основные изменения состояния водных экосистем отмечены на р. Дон, где состояние антропогенного экологического напряжения переходит в состояние с элементами экологического регресса. Отмечено изменение состояние водных экосистем р. Б. Каменка и Пролетарского водохранилища (переход из состояния антропогенного экологического напряжения в состояние антропогенного экологического регресса).

3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации

В 2013 году на территории Российской Федерации было зарегистрировано 2843 случаев[1] высокого загрязнения (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ). Экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод имели место в 458 случаях на 103 водных объектах, что на 15.2% меньше, чем в 2012 году (540 случаев на 129 водных объектах). Высокие уровни загрязнения наблюдались в 2385 случаях на 307 водных объектах (в 2012 году – 2364 случая на 302 водных объектах). Следует отметить, что последние два года отмечается некоторый спад суммарного количества ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод (рис. 3.48).

Анализ внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ за 7-летний период показывает, что их максимум приходится на апрель, реже на май (рис. 3.49).

Как и в предыдущие годы, максимальную нагрузку от загрязнения испытывают бассейны рек Оби, Волги и Амура, на долю которых приходится свыше 70% всех случаев ВЗ и ЭВЗ (рис. 3.50). Третий год подряд максимальное количество (в 2013 году – почти 40% случаев) ВЗ и ЭВЗ наблюдалось в бассейне реки Волги. На протяжении последних пяти лет бассейн реки Амур характеризуется устойчивой динамикой снижения доли количества случаев ВЗ и ЭВЗ.

В табл. 3.8 приведено количество случаев ВЗ и ЭВЗ, зарегистрированных в 2013 году в бассейнах рек Российской Федерации.

В 2013 году ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод было зафиксировано в 45 субъектах Российской Федерации. 70% случаев ВЗ и ЭВЗ пришлось на водные объекты Свердловской (18,7%), Москов-

1. Все данные были скорректированы с учетом взвешенных веществ

ской (14,9%), Челябинской (7,5%), Мурманской (6,1%), Тюменской (4,7%), Иркутской (4,1%), Нижегородской (3,9%) областей, Приморского (4,4%) и Пермского (5,3%) краев (рис. 3.51). За последние пять лет на Свердловскую область приходится наибольшее среди субъектов Российской Федерации количество случаев ВЗ и ЭВЗ; также за данный период отмечается устойчивая тенденция роста ВЗ и ЭВЗ в Московской, Мурманской и Иркутской областях.

По сравнению с предыдущим годом в 2013 году отмечено резкое уменьшение суммарного количества случаев ВЗ и ЭВЗ в два и более раз в Кировской, Новосибирской, Самарской областях, Камчатском крае, а также в Республике Северная Осетия-Алания (рис. 3.52).

Динамика роста доли количества случаев ВЗ и ЭВЗ, приходящейся на регион, в течение последних пяти лет имеет место в Рязанской области и республике Марий Эл. Устойчивый тренд снижения доли количества случаев ВЗ и ЭВЗ за этот же период наблюдался в Пермском и Хабаровском краях.

Экстремально высокие и высокие уровни загрязнения зафиксированы в 2013 году по 35 ингредиентам. Более 65% всех случаев связано с загрязнением поверхностных вод взвешенными веществами, марганцем, нитритным и аммонийным азотом (рис. 3.53). Суммарный вклад цинка, железа и дефицита растворённого кислорода в загрязнение поверхностных вод составляет около 10-14% ежегодно. Следует отметить, что количество случаев загрязнения поверхностных вод ртутью повысилось в 2,7 раза по сравнению с предыдущим годом (23 – в 2012 г., 61 – в 2013 г.). Количество случаев загрязнения поверхностных вод свинцом остается стабильно низким последние 3 года: регистрируется 7-8 случаев в год по сравнению с 2009–2010 гг., когда было зафиксировано более 50 случаев. Доля загрязнения поверхностных вод тяжелыми металлами (марганец, железо общее, ртуть, никель, медь, молибден, кадмий, свинец, в 2013 г. к этому списку добавился мышьяк) за пятилетний период колебалась в пределах 23–30% от общего числа случаев, однако последние 4 года наметилась тенденция к снижению количества случаев ВЗ и ЭВЗ тяжелыми металлами. Следует также отметить, что в 2013 г. количество случаев ЭВЗ и ВЗ нефтепродуктами и алюминием сократилось в 1.5 и 3 раза соответственно.

В 104 случаях наблюдалось уменьшение концентрации в воде растворённого кислорода до 3 мг/л и ниже, в 11 случаях из них его содержание было менее 1 мг/л. На р. Пельшма (г. Сокол, Вологодская область) в июне 2013 г. было зарегистрировано нулевое содержание в воде растворенного кислорода. Увеличение биохимического потребления кислорода ($БПК_5$) свыше 10 мг/л было зарегистрировано 82 раза. Максимальное значение $БПК_5$, 136,25 мг/л, было зафиксировано в январе 2013 г. на р. Пельшма (г. Сокол, Вологодская область).

В 2013 г. случаи ЭВЗ были зафиксированы на 141 пункте наблюдения, ВЗ – на 433 пунктах. На 62% пунктов отмечены два и более случаев ЭВЗ, на 25 пунктах (18%) – более 5 случаев повторения ЭВЗ. На 72% пунктов наблюдения регистрировались два и более случаев ВЗ, при этом на 144 пунктах (33%) – более 5 случаев ВЗ. Последние три года максимальное число повторений случаев ВЗ наблюдается на пункте р. Москва, г. Воскресенск, отмечается устойчивая тенденция роста числа ВЗ на данном пункте наблюдения (рис. 3.54).

По данным наблюдений за пятилетний период в 2013 году на территории Российской Федерации было зафиксировано наименьшее количество аварий – 10, из них в бассейне р. Волга – 4. По сравнению с 2012 годом число аварий сократилось в 3 раза. Были зафиксированы 2 аварии при транспортировке, при этом ВЗ и ЭВЗ водных объектов не было зарегистрировано. В 5 случаях следствием аварийных ситуаций стал замор

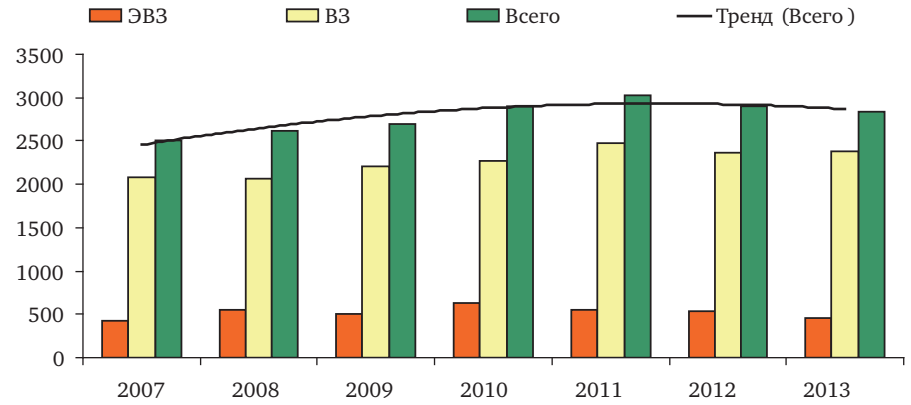


Рис. 3.48. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши на территории Российской Федерации

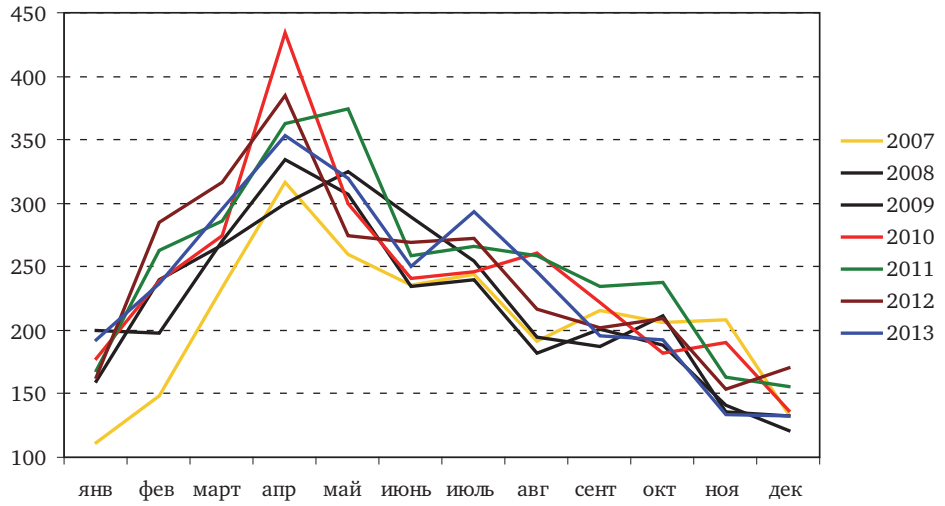


Рис. 3.49. Динамика внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши на территории Российской Федерации за период 2007–2013 гг.

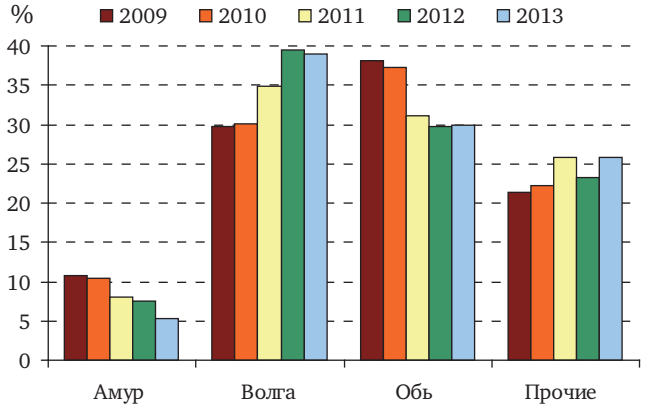


Рис. 3.50. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по бассейнам рек (в % от общего числа случаев на территории Российской Федерации) за период 2009–2013 гг.

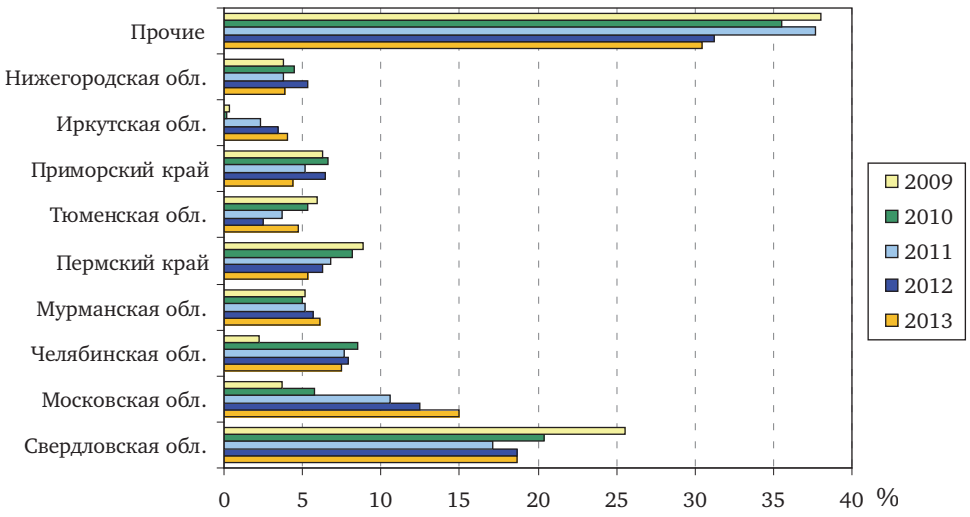


Рис. 3.51. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам Российской Федерации

рыбы на таких водных объектах как: р. Тускарь (д. Подазовка, Курская область), устье р. Рыкша (п. Ердово, Чувашская республика), р. Славянка (г. Санкт-Петербург, Ленинградская область), р. Бирюса (уч-к Нерой, Иркутская область), р. Исеть (в черте г. Екатеринбург, Свердловская область). В 3 случаях был зафиксирован несанкционированный сброс нефтепродуктов в

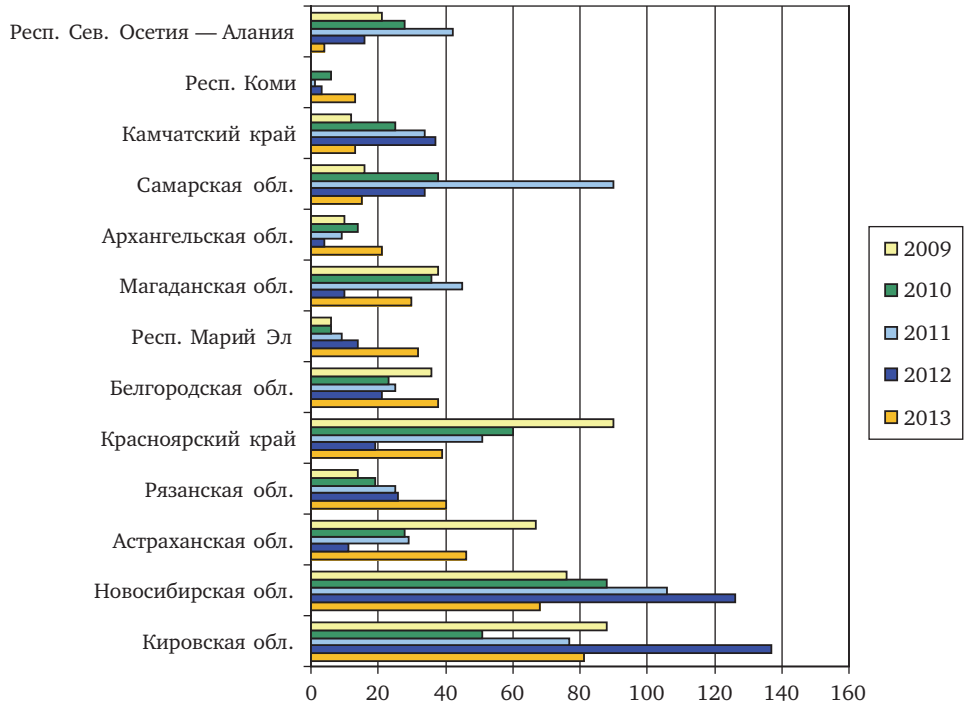


Рис. 3.52. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ в отдельных субъектах Российской Федерации

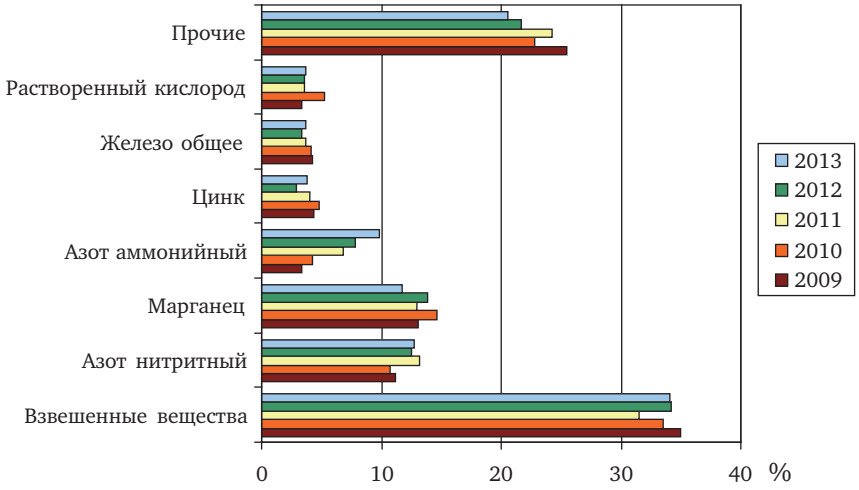


Рис. 3.53. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по ингредиентам (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ)

водные объекты, последствием сброса стали отдельные нефтяные и масляные пятна на водной поверхности. В 2013 г. не наблюдались аварии на нефтескважинах и при несанкционированной врезке в нефтепроводы, прорывы нефтепроводов. Повторных аварий на одном пункте наблюдения не было зарегистрировано.

3.3.4. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ

Качество воды трансграничных водных объектов оценено по результатам режимных наблюдений, проведенных в 2013 г. на 54 водных объектах (49 рек, 2 протоки, 2 озера, 1 водохранилище) в 71 пункте, 70 створах, на 75 вертикалях. В подсистему мониторинга трансграничных поверхностных вод суши включены четыре новых пункта наблюдений, расположенных на участках, пограничных: с Украиной в районе р. Кундрючья, х. Павловка, с Казахстаном р. Малый Узень в районе с. Варфоломеевка, р. Большой Узень в районе п. Приузенский, р. Илек в районе п. Илек.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в воде водных объектов на границах России с сопредельными государствами являются: с Норвегией – соединения никеля, меди, цинка, марганца, ртути; с Финляндией – трудноокисляемые органические вещества (по ХПК, далее ТОВ), соединения меди, железа, рту-

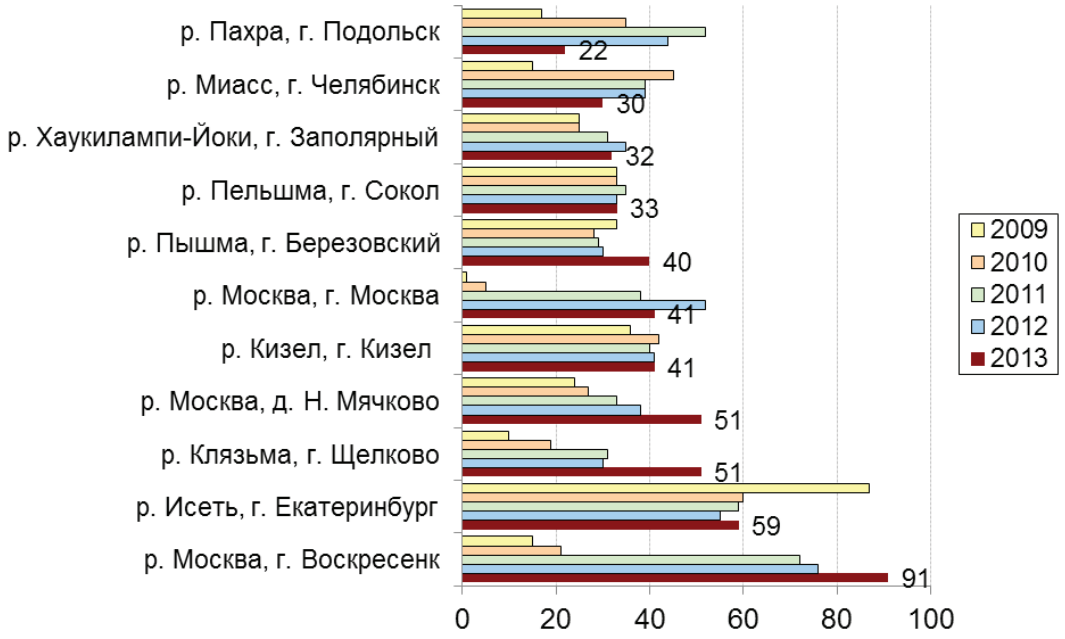


Рис. 3.54. Пункты наблюдения, в которых регистрировалось максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ в течение года (за период 2009–2012 гг. в Московской области не было отмечено ни одного случая ЭВЗ, в 2013 г. было зарегистрировано 2 случая ЭВЗ на р. Клязьма, г. Щелково)

ти; с Эстонией – ТОВ, соединения меди, летучие фенолы; с Литвой – легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$ воды, далее ЛОВ), ТОВ, соединения железа, нитритный и аммонийный азот; с Польшей – ТОВ, ЛОВ, соединения железа, аммонийный и нитритный азот; с Белоруссией – ТОВ, ЛОВ, соединения меди, железа, марганца; с Украиной – ТОВ, ЛОВ, соединения железа, марганца, сульфаты, нитритный азот, главные ионы (по сумме), летучие фенолы; с Грузией – соединения меди; с Азербайджаном – соединения железа, меди, нефтепродукты; с Казахстаном – ТОВ, ЛОВ, соединения меди, марганца; с Монголией – ТОВ, соединения железа, меди, цинка, марганца, алюминия, летучие фенолы, нефтепродукты; с Китаем – ТОВ, соединения железа, меди, марганца, алюминия. Перечисленные показатели превышали ПДК в 40–100% проанализированных проб воды.

Дефицит растворенного в воде кислорода наблюдался в августе на границе с Китаем, в марте в воде протоки Прорва в марте и апреле в р. Аргунь (пос. Молоканка), глубокий дефицит – в феврале в воде р. Аргунь (с. Кути).

Критические показатели загрязненности воды трансграничных водных объектов установлены для 30 пунктов наблюдений, расположенных на 26 водных объектах. На границе с Норвегией критическими показателями являлись соединения меди и никеля (1 пункт) и соединения меди, никеля, марганца (1 пункт); с Финляндией аммонийный азот (1 пункт); с Белоруссией соединения меди (2 пункта); соединения меди и марганца (1 пункт); с Украиной сульфаты (4 пункта) и нитритный азот (2 пункта); с Казахстаном соединения марганца (4 пункта), соединения марганца и нитритный азот (1 пункт), соединения марганца и хлориды (1 пункт); с Монголией соединения марганца (4 пункта); с Китаем соединения алюминия (2 пункта), соединения марганца (5 пунктов), соединения марганца и меди (1 пункт), глубокий дефицит растворенного в воде кислорода (1 пункт) и соединения цинка и нитритный азот (1 пункт).

Нарушение норм качества воды в пограничных районах России чаще всего было в пределах от 1 до 10 ПДК, отмечены единичные случаи выше этих значений ПДК.

По степени загрязненности вода реки Патсо-йоки (с. Кайтакоски, ГЭС Борисоглебская и ГЭС Янискоски) относилась к «условно чистой»; рек Лендерка, Вуокса, Пиуза, Самур, Патсо-йоки (ГЭС Хеваскоски), Нарва (оба створа г. Ивангород, с. Степановщина) – к «слабо загрязненной»; в остальных варьировала от «загрязненной» до «очень грязной».

Наиболее загрязненные участки рек, вода которых характеризовалась как «грязная», отмечены в 2013 г. на границах с Норвегией (р. Колосйоки); Польшей (р. Мамоновка), Украиной (рек Северский Донец, Кундрючья, Большая Каменка, Миус, вдхр. Белгородское); Казахстаном (рек Малый Узень, Большой Узень, Илек в районе пос. Илек, Уй в районе г. Троицк, п. Бобровский, Тобол), Монголией (рек Онон, Ульдза-Гол); Ки-

Таблица 3.8. Экстремально высокое и высокое загрязнение поверхностных вод Российской Федерации в 2013 году

Бассейны рек	Число случаев			Субъекты Российской Федерации*
	ЭВЗ	ВЗ	Сумма	
Волга	116	990	1106	Пермский край, Астраханская, Кировская, Московская, Нижегородская, Рязанская, Самарская, Свердловская, Тульская, Челябинская области, Республика Марий Эл, Удмуртская республика
Обь	206	646	852	Курганская, Новосибирская, Омская, Свердловская, Тюменская, Челябинская области
Амур	20	129	149	Забайкальский, Приморский и Хабаровский края
Енисей	13	123	136	Иркутская область, Красноярский край
Сев Двина	18	59	77	Архангельская и Вологодская области, республика Коми
Урал	14	59	73	Оренбургская и Челябинская области
Дон	0	48	48	Белгородская область
Колыма	12	6	18	Магаданская область
Лена	2	12	14	Иркутская область
Прочие	57	313	370	Камчатский и Приморский края, Ленинградская, Магаданская, Мурманская, Новосибирская, Сахалинская области
Итого	458	2385	2843	

* Приведены субъекты Российской Федерации, для которых число случаев ВЗ и ЭВЗ больше 10.

таем (рек Раздольная, Аргунь, протока Прорва, р. Амур в районе с. Черняево); «очень грязная» на границе с Казахстаном (р. Уй с. Усть-Уйское).

В течение 2009–2013 гг. степень загрязненности трансграничных поверхностных вод находилась в интервале от 1-го класса качества до 4 «в» класса. В большинстве пунктов наблюдений качество воды варьировало в пределах разрядов «а» и «б» 3-го класса и вода характеризовалась соответственно как «загрязненная» и «очень загрязненная».

Наименее загрязнены участки рек на западных границах России: с Норвегией (р. Патсо-йоки ГЭС Хеваскоски, Борисоглебская ГЭС), с Финляндией (рек. Патсо-йоки пгт Кайтакоски, ГЭС Янискоски, Лендерка, Вуокса), с Эстонией (рек Нарва оба створа г. Ивангород, с. Степановщина и р. Пиуза). Воды этих рек оценивалось как «условно чистая» или «слабо загрязненная» колебалась в пределах 1-го и 2-го классов.

Характеристика качества воды на наиболее загрязненных пограничных участках водных объектов представлена в табл. 3.9. В большей части рек вода постоянно характеризовалась как «грязная» и относилась к 4-му классу разряда «а» или «б» и только на границе с Казахстаном водах р. Уй с. Усть-Уйское в 2013 г. оценивалась как «очень грязная», и относилась к разряду «в» 4-го класса; в 2010-12 г. вода этого участка оценивалась как «грязная и относилась к разряду «4 а».

Наибольшее количество водной массы было внесено на территорию России через границу с Финляндией и Казахстаном (соответственно 41 и 31% из контролируемой), вынесено с территории России в Белоруссию и Украину (соответственно 47 и 30%).

Максимальное количество главных ионов (по сумме), соединений цинка и шестивалентного хрома, нефтепродуктов, ДДТ и его метаболитов поступило с речным стоком в 2012 г. на территорию России из Казахстана; органических веществ, минерального азота, соединений меди, изомеров ГХЦГ – из Финляндии; кремния, общего железа, соединений никеля и летучих фенолов – из Монголии; общего фосфора – из Украины .

Самое высокое количество органических веществ, общего фосфора, общего железа, соединений меди, цинка, шестивалентного хрома, нефтепродуктов и летучих фенолов было вынесено из России на территорию Белоруссии; главных ионов, минерального азота, кремния, соединений никеля – на территорию Украины; хлорорганических пестицидов – на территорию Казахстана.

Перечень рек, со стоком которых в течение ряда лет в Россию через границу поступало значительное количество химических веществ, приведен в табл. 3.10.

В 2013 г. максимальные количества переносимых отдельными реками химических веществ уменьшались в следующей последовательности: сумма главных ионов – 4706 тыс. т, органические вещества – 293 тыс. т, биогенные элементы (кремний – 69,4, минеральный азот – 5,96, общее железо – 2,81, общий фосфор – 1,17 тыс. т), нефтепродукты – 936 т, соединения цинка – 168 т, меди – 96,7 т, никеля – 71,5 т, шестивалентного хрома – 30,7 т, фенолы – 13 т, хлорорганические пестициды (Σ ДДТ – 52 кг, Σ ГХЦГ – 5,2 кг).

Самое высокие количество большей части перечисленных выше химических веществ поступило в Россию в 2013 г. со стоком наиболее

Таблица 3.9. Характеристика качества воды наиболее загрязненных участков водных объектов на границе России в 2009–2013 гг.

Река	Пункт наблюдений	Год									
		2009		2010		2011		2012		2013	
Граница с Норвегией											
Колос-йоки	пгт Никель	4б	Грязная	4б	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4б	Грязная
Граница с Финляндией											
Селезневка	ст. Лужайка	3б	Очень загрязненная	3б	Очень загрязненная	4а	Грязная	4а	Грязная	3б	Очень загрязненная
Граница с Польшей											
Мамоновка	г. Мамоново	4а	Грязная	3б	Очень загрязненная	3б	Очень загрязненная	4а	Грязная	4а	Грязная
Граница с Украиной											
вдхр. Белгородское	г. Белгород	3б	Очень загрязненная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная
Северский Донец	х. Поповка	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная
Большая Каменка	Граница с Украиной	4б	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная
Миус	с. Куйбышево	4б	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная
Граница с Казахстаном											
Малый Узень	с. Малый Узень	3а	загрязненная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная
Большой Узень	г. Новоузенск	3а	загрязненная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4б	Грязная
Уй	г. Троицк	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная
	пос. Бобровский	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная
	с. Усть-Уйское	4б	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4в	Очень грязная
Тобол	с. Звериноголовское	4б	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4б	Грязная
р. Илек	пос. Веселый	3б	Очень загрязненная	4а	Грязная	3б	Очень загрязненная	4а	Грязная	4а	Грязная
Граница с Монголией											
Ульдза-Гол	с. Соловьевск	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная	4а	Грязная
Граница с Китаем											
Протока Прорва	пос. Молоканка	4б	Грязная	4б	Грязная	4б	Грязная	4б	Грязная	4б	Грязная
Аргунь	пос. Молоканка	4б	Грязная	4б	Грязная	4в	Очень грязная	4б	Грязная	4б	Грязная
	с. Кути	4а	Грязная	4а	Грязная	4в	Очень грязная	4б	Грязная	4б	Грязная
	с. Олочи	4а	Грязная	4а	Грязная	4б	Грязная	4а	Грязная	4б	Грязная
Раздольная	с. Новогеоргиевка	4а	Грязная	4б	Грязная	4а	Грязная	4б	Грязная	4а	Грязная

многоводной р. Иртыш (26 км^3), общего фосфора – с водой р. Северский Донец (3,09 км^3), соединений никеля – с водой р. Селенга (8,16 км^3).

Значения переноса веществ, следующие после максимальных, наблюдались также со стоком рек Селенга (кремний, общее железо, соединения шестивалентного хрома, нефтепродукты, летучие фенолы), Вуокса (органические вещества, минеральный азот, соединения меди), Иртыш (общий фосфор, соединения никеля), Северский Донец (главные ионы), Раздольная (соединения цинка).

В целом за период 2009–2013 гг. из Казахстана в Россию р. Иртыш внесено максимальное количество органических веществ (1,51 млн. т), минерального азота (29,2 тыс. т), кремния (294 тыс. т), нефтепродуктов (2,66 тыс. т), соединений меди, цинка, шестивалентного хрома (соответственно 330, 839, и 85 т), летучих фенолов (60,6 т), Σ ДДТ (191 кг) и Σ ГХЦГ (72 кг); из Украины р. Северский Донец – главных ионов (21,9 млн. т) и общего фосфора (7,28 тыс. т); из Монголии р. Селенга – общего железа (12,3 тыс. т) и соединений никеля (149 т).

Высокое количество превалирующей части определяемых химических веществ поступило

Таблица 3.10. Количество химических веществ – тыс. тонн (соединений меди, цинка, фенолов – тонн), перенесенных в Россию отдельными реками через границу с сопредельными государствами в 2013 г.

Граница, река, пункт	Водный сток, км^3	Органические вещества	Сумма ионов	Сумма азота минерального	Фосфор общий	Кремний	Железо общее	Медь	Цинк	Нефтепродукты	Фенолы
Финляндия											
Патсо-йоки, Пгт Кайтакоски	4,32	24,9	96,3	0,173	0	10,1	0,108	17,3	8,64	0,047	Нд
Вуокса, пгт Лесогорский	20,3	285	985	3,20	0,170	21,8	1,99	30,3	Нд	0	0
Польша											
Лава, г. Знаменск	1,40	44,0	607	2,28	0,182	6,61	0,225	Нд	Нд	Нд	Нд
Мамоновка, г. Мамоновка	0,099	2,13	32,6	0,238	0,032	0,710	0,021	Нд	Нд	Нд	Нд
Украина											
Миус, с. Куйбышево	0,137	3,36	244	0,088	0,022	0,653	0,035	0,259	0,700	0,007	0,270
Северский Донец, с. Поповка	3,09	66,7	4645	1,34	1,17	11,0	0,763	2,75	9,95	0,210	6,00
Грузия											
Терек, г. Владикавказ	0,880	6,98	315	1,19	0,013	4,61	0,209	2,16	5,52	0,009	0
Казахстан											
Ишим, с. Ильинка	0,956	18,4	626	0,188	0,034	1,22	0,043	2,57	2,59	0,064	0
Иртыш, с. Татарка	26,0	293	4706	5,96	0,936	69,4	2,81	96,7	168	0,936	13,0
Монголия											
Селенга, п. Наушки	8,16	116	1637	1,71	0,367	32,6	2,02	16,1	90,6	0,220	8,20
Китай											
Раздольная, с. Новогеоргиевка	2,31	26,3	Нд	3,18	0,069	Нд	1,92	3,93	121	0,048	2,80

Примечание. Нд – нет данных.

за рассматриваемый период также со стоком рек Селенга, Вуокса, Северский Донец. Кроме перечисленных рек, повышенное количество минерального азота, общего железа, соединений цинка, общего хрома, летучих фенолов, изомеров ГХЦГ перенесено через границу р. Раздольная, определяемых микроэлементов и ХОП – р. Патсо-йоки, нефтепродуктов соединений шестивалентного хрома и ХОП – р. Ишим.

Изучение динамики переноса через границу определяемых химических веществ со стоком рек за период 2009–2013 гг. свидетельствует о следующем. В бассейне р. Иртыш с 2010 г. отмечена тенденция существенного роста переноса соединений шестивалентного хрома, с 2011 г. – нефтепродуктов и ДДТ, в 2013 г. наблюдался заметный рост переноса главных ионов, общего железа, соединений меди. В бассейне р. Ишим с 2011 г. произошло значительное увеличение переноса органических веществ, главных ионов, соединений меди, с 2012 г. – минерального азота и ДДТ, в 2013 г. – кремния. Со стоком р. Селенга с 2011 г. наблюдалось существенное увеличение поступления на территорию России общего фосфора, с 2012 г. – соединений никеля, в 2013 г. – минерального азота и снижение поступления общего железа и соединений шестивалентного хрома; с водой р. Вуокса, начиная с 2012 г., наблюдался рост переноса органических веществ и кремния, а в 2013 г. – общего железа.

В бассейне р. Северский Донец с 2011 г. отмечена тенденция роста выноса общего железа, в бассейне р. Терек – снижения нефтепродуктов.

В 2013 г. по сравнению с предшествующим периодом со стоком р. Раздольная существенно возросло поступление минерального азота, нефтепродуктов и соединений цинка, со стоком р. Патсо-йоки значительно снизилось поступление большей части определяемых химических веществ, р. Мамоновка – органических веществ и главных ионов, р. Миус – общего фосфора.

Определяющим фактором в существенном изменении величин переноса отдельных химических веществ для рек Патсо-йоки, Северский

Донец, Терек, Иртыш, Селенга был уровень загрязненности воды этими веществами, для рек Вуокса, Мамоновка, Миус, Ишим, Раздольная – как водный сток, так и концентрация их в воде.

3.3.5. Загрязнение морей Российской Федерации

Каспийское море

В 2013 г. наблюдения за загрязнением вод Северного и Среднего Каспия проводились на станциях в эстуарном районе Волги, в Кизлярском заливе, в Северном Каспии на станции вековых разрезов III, IIIа, Восточный и Северный, в Центральном Каспии на станции разрезов Центральный, Меридиональный и Южный в апреле, июле, сентябре, октябре и ноябре, а также на Дагестанском взморье в течение всего года у Лопатина, гг. Махачкала, Каспийск, Избербаш, Дербент и на устьевых взморьях рек Терек, Сулак и Самур (рис. 3.55).

Эстуарный район Волги. Осенью 2013 г. концентрация нефтяных углеводородов (НУ) составляла 0,07–0,15 мг/дм^3 (3 ПДК), в среднем 0,1 мг/дм^3; синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) 31–92 мкг/дм^3 (в среднем 59,5 мкг/дм^3, 0,6 ПДК) Концентрация биогенных элементов (мкг/дм^3) составила: фосфор фосфатов P-PO_4 6–64,6; общий фосфор Ptotal 39,6–118,6; аммонийный азот N-NH_4 1–142,4; нитритный азот N-NO_2 0,2–8,7; нитратный азот N-NO_3 2,2–83,8; кремний Si-SiO_4 180–2220 мкг/дм^3. Уровень содержания растворенного в воде кислорода составлял 8,51–11,51 мгO_2/дм^3 (среднее 9,79 мгO_2/дм^3). Качество морских вод оценивается как «умеренно загрязненные».

Кизлярский залив. Концентрация СПАВ в водах на западе Северного Каспия изменялась в пределах 5–44 мкг/дм^3 при среднем содержании 0,2 ПДК; НУ 0,02–0,15 мг/дм^3, средняя концентрация составила 1 ПДК и по сравнению с предыдущим годом повысилась. Содержание биогенных элементов изменялось в пределах естественной межгодовой изменчивости. Концентрация меди изменялась в диапазоне 1,9–14,7 мг/дм^3 (в среднем 6,69 мкг/дм^3); цинка 0,5-36,3 мкг/дм^3 (в среднем 11,1 мкг/дм^3, что выше уровня 2012 г.). Содержание растворенного в воде кислорода в апреле составляло 7,57–10,93 мгO_2/дм^3, в среднем 9,16 мгO_2/дм^3. Качество вод оценивается как «умеренно-загрязненные».

Северный Каспий (разрезы Восточный, III, IIIа, Северный). За последние 5 лет концентрация НУ на вековых разрезах изменялась в пределах от аналитического нуля до 0,22 мг/дм^3 (4,4 ПДК), средняя величина составила

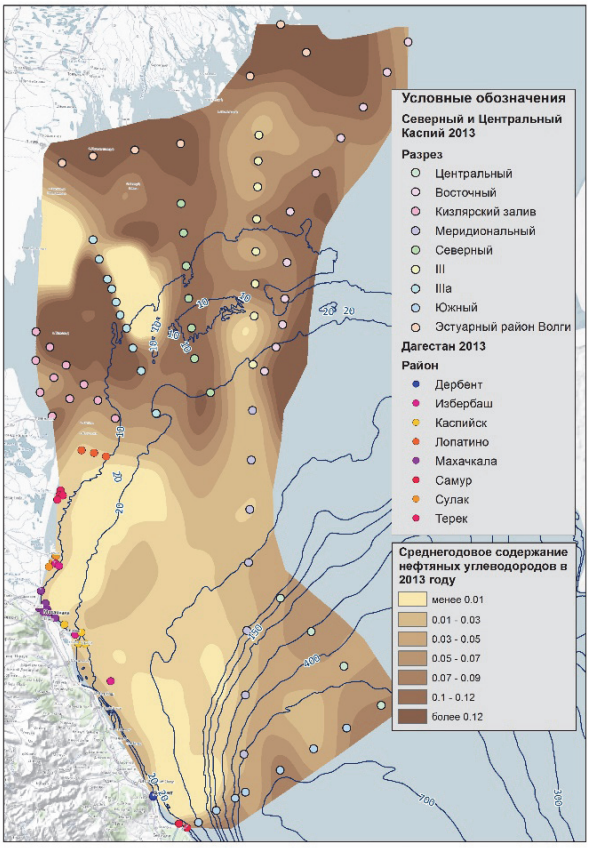


Рис. 3.55. Распределение нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в водах Северного и Центрального Каспия в 2013 г.

0,06 мг/дм^3; содержание фенолов 0–4 мкг/дм^3 при среднем содержании 1 ПДК. На станциях разрезов Восточный и Северный концентрация НУ изменялась в пределах от аналитического нуля до 0,16 мг/дм^3 (3,2 ПДК), средняя составила 0,06 мг/дм^3 (1,2 ПДК); содержание СПАВ – 0–270 мкг/дм^3, средняя величина 26,8 мкг/дм^3 (0,2 ПДК). Концентрация биогенных элементов в Северном Каспии была в пределах естественной межгодовой изменчивости. Содержание железа в водах Северного Каспия изменялось в диапазоне 4–24 мкг/дм^3 (в среднем 12 мкг/дм^3), меди 30–280 (в среднем 67,8 мкг/дм^3) и цинка 1,7–92 (в среднем 22,5 мкг/дм^3). Кислородный режим был в пределах нормы. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 2,38–11,61 мгO_2/дм^3, в среднем 9,12 мгO_2/дм^3. Приоритетными загрязняющими веществами являлись нефтяные углеводороды, фенолы и медь. Качество вод оценивается как «умеренно-загрязненные».

Центральный Каспий (разрезы Центральный, Меридиональный, Южный). Результаты анализа отобранных в октябре проб показали, что концентрация НУ составила 0,01–0,09 мг/дм^3; средняя концентрация составила 0,036 мг/дм^3, максимальная концен-

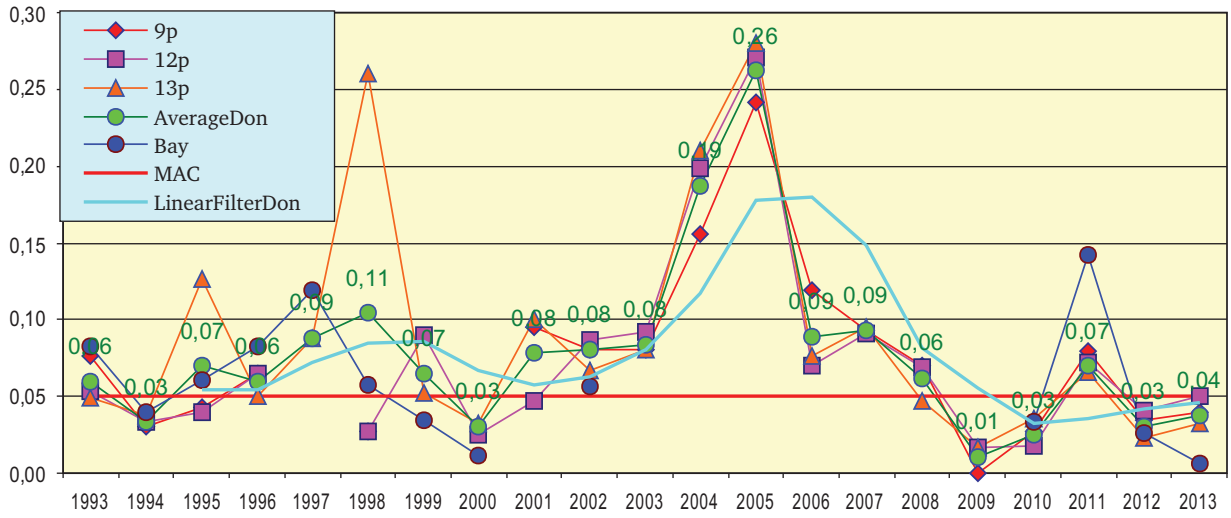


Рис. 3.56. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в протоках дельты реки Дон в 1993–2013 гг.

трация достигала 1,8 ПДК; среднее содержание СПАВ составило 16 мкг/дм^3, максимум достигал 27 мкг/дм^3. Концентрация биогенных элементов (мкг/дм^3) составила: P-PO_4 2,5–33,7; Ptotal 17–41,4; N-NH_4 36,3–171,1; N-NO_2 0,6–4,7; N-NO_3 1,3–54,2; Si-SiO_4 386–1274. Содержание железа в водах Центрального Каспия изменялось в диапазоне 6–18 мкг/дм^3 (в среднем 11 мкг/дм^3), меди 8–312 (в среднем 61,9 мкг/дм^3) и цинка 5,2–39,5 (в среднем 16,1 мкг/дм^3). В конце октября кислородный режим был неудовлетворительным, в это время на значительной акватории концентрация растворенного в воде кислорода была ниже установленного норматива 6,0 мгO_2/дм^3, а наименьшее значение (0,41 мгO_2/дм^3) было отмечено на Меридиональном разрезе. Среднее концентрация кислорода составила 6,57 мг/дм^3. Качество вод в районе Меридионального разреза оценивается как «чистые», а в районе Центрального и Южного разрезов – как «умеренно-загрязненные».

Дагестанское взморье. В 2013 г. наблюдения вдоль всего Дагестанского побережья выполнялись с апреля по декабрь. Содержание НУ в поверхностном слое морских вод сохранилось на прежнем уровне и изменялось в пределах 0,001–0,23 мг/дм^3 (4,6 ПДК, в июле у Дербента), в среднем 0,067 мг/дм^3 (1,4 ПДК). Концентрация СПАВ изменялась от значений ниже предела обнаружения (5 мкг/дм^3) до 110 мкг/дм^3 (1,1 ПДК, в мае у Махачкалы на поверхности на глубине 4 м), в среднем за год 32,8 мкг/дм^3, что более чем в 2 раза выше значения 2012 г. Содержание меди в водах взморья изменялось в диапазоне 2–9,3 мкг/дм^3 (в среднем 4,2 мкг/дм^3); цинка 1,0–35,7 мкг/дм^3 (в среднем 9,5 мкг/дм^3). Концентрация биогенных элементов (мкг/дм^3) была в пределах естественной межгодовой изменчивости и составила (мкг/дм^3): P-PO_4 0,33–24,8 (в среднем 7,95); Ptotal 8,63–32,0 (в среднем 19,9); N-NH_4 34,7–379,1 (в среднем 164,8); N-NO_2 0,16–7,38 (в среднем 2,52); N-NO_3 1,2–71,5 (в среднем 29,5); Ntotal 78,7–464 (в среднем 257,6); Si-SiO_4 122,6–1138 (в среднем 462,3). Следует отметить небольшое снижение концентрации аммонийного азота в последние четыре года по сравнению с непрерывным ростом его содержания в водах всего Дагестана в начале десятилетия. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в интервале 5,78–12,09 мгO_2/дм^3 в среднем 9,29 мгO_2/дм^3. Качество морских вод в районе Лопатина, у Избербаша, Каспийска и Махачкалы, и на взморье Сулака оценивается как «чистые», а в остальных районах – как «умеренно-загрязненные».

Устьевая область реки Дон и Таганрогский залив. Наблюдения за качеством вод в дельте р. Дон и в восточной части Таганрогского залива выполнялись в апреле-октябре 2013 г. В заливе по сравнению с 2012 годом состояние вод улучшилось. Концентрация нефтяных углеводородов не превысила ПДК, а среднегодовая составила 0,006 мг/дм^3, что в почти в 7 раз ниже значения 2012 года (0,04 мг/дм^3). Наибольшие значения (0,03 мг/дм^3) были отмечены в июне на поверхности и у дна недалеко от устья рукава Песчаный. Однако сток реки Дон сохраняется сильно загрязненным нефтяными углеводородами. Среднегодовая концентрация НУ в трех речных водотоках составила 0,038 мг/дм^3, максимальная – 0,15 мг/дм^3 (в апреле, устье рукава Песчаный). Среднее содержание НУ в русловых водотоках за последние несколько лет стабилизировалось на уровне ниже 1 ПДК (рис. 3.56).

В водах восточной части залива концентрация СПАВ не превышала ПДК и изменялась в пределах 15–29 мкг/дм^3; средняя концентрация составила 20 мкг/дм^3. В речных водах дельты

р. Дон среднегодовое содержание СПАВ составило 20 мкг/дм^3, максимальное – 36 мкг/дм^3 (0,4 ПДК, в мае). Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ, также как и их изомеры и метаболиты (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) в отобранных пробах воды не были обнаружены. Вместе с тем, в отобранных пробах в дельте р. Дон и в восточной части Таганрогского залива была обнаружена растворенная ртуть в концентрации 0,01 мкг/дм^3 (1 ПДК для пресных вод). Концентрация растворенного кислорода в водах залива изменялась в диапазоне 5,09–12,32 мгO_2/дм^3, составив в среднем 9,41 мгO_2/дм^3. Минимальное значение было зафиксировано в сентябре в придонном слое на глубине 5 м. В остальных пробах содержание растворенного кислорода не опускалось ниже допустимого предела 6,0 мгO_2/дм^3. В речном стоке р. Дон диапазон изменения растворенного кислорода изменялся в пределах 4,67–10,43 мгO_2/дм^3, в среднем 7,92 мгO_2/дм^3. Кислородный режим в речных водах был в пределах нормы, за исключением июля, когда в устье рукава Мертвый Донец концентрация растворенного кислорода в пробах воды, отобранных как на поверхности, так и у дна, была ниже нормы. В целом, уровень загрязнения вод в устьевых участках дельтовых протоков реки Дон в последние годы оценивается как незначительный. Наибольшее значение концентрации нефтяных углеводородов в 2013 г. достигало 3 ПДК. Содержание детергентов и ртути в дельте Дона составляло доли ПДК, а хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не были обнаружены. Средние и максимальные значения концентраций биогенных элементов были очень высокими, что указывает на высокий уровень эвтрофикации вод района. Кислородный режим в русловых протоках в общем благоприятный, концентрация кислорода ниже норматива отмечалась только в отдельные дни июля. Воды восточной части Таганрогского залива оцениваются как «чистые». Динамика последних лет свидетельствует о снижении уровня загрязненности вод, в первую очередь, нефтяными углеводородами, максимальная концентрация которых в 2013 г. не достигала 1 ПДК. Концентрация детергентов в водах залива составляла доли ПДК. Содержание биогенных веществ оставалось очень высоким. Уровень содержания растворенного в воде кислорода в целом соответствовал многолетнему режиму и только в сентябре в придонной пробе был ниже норматива.

Устьевая область реки Кубань и Темрюкский залив. В 2013 г. наблюдения за качеством вод Темрюкского залива проводились в период с января по декабрь в середине канала порта Темрюк, а также с апреля по октябрь на устьевом взморье и в дельте рукавов Протока и Кубань, а также в гирлах лиманов. В порту Темрюка в течение года концентрация нефтяных углеводородов изменялась от значений ниже предела обнаружения (0,02 мг/дм^3) до 0,23 мг/дм^3 (4,6 ПДК, в придонном слое в декабре); средняя годовая концентрация составила 0,05 мг/дм^3. Уровень загрязнения устьевой области реки Кубань и прибрежных вод Темрюкского залива нефтяными углеводородами в последнее десятилетие стабилизировался на уровне 1 ПДК. Концентрация СПАВ изменялась от значений ниже предела определения (10 мкг/дм^3) до 19 мкг/дм^3 и в среднем составила 6,4 мкг/дм^3. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ, также как и их изомеры и метаболиты (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) в воде не были обнаружены. Содержание ртути в воде составило 0,004–0,008 мкг/дм^3. Средняя годовая концентрация растворенного кислорода составила 9,16 мкO_2/дм^3. В период с июля по сентябрь регистрировалась концентрация кислорода ниже допустимого предела 3,06–5,77 мгO_2/дм^3 Содержание сероводорода в пробах воды не было обнаружено.

В Темрюкском заливе на мелководном взморье рукавов Протока и Кубань, а также в устьевых районах гирл лиманов, концентрация нефтяных углеводородов изменялась от величин ниже предела обнаружения (0,02 мг/дм^3) до 0,12 мг/дм^3 (2,4 ПДК). Максимум был отмечен в июле в море в 500 м от устья гирла Соловьевского Курчанского лимана. Средняя годовая концентрация составила 0,027 мг/дм^3. Содержание СПАВ было ниже предела обнаружения (10 мкг/дм^3). Максимальная концентрация составила 14 мкг/дм^3, средняя 1,2 мг/дм^3. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ, также как и их изомеры и метаболиты (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) в воде не были обнаружены. Содержание растворенной ртути составило 0,001-0,010 мкг/дм^3. Кислородный режим в прибрежных водах Темрюкского залива, в целом, был неудовлетворительным – концентрация растворенного в воде кислорода была ниже норматива 6,0 мгO_2/дм^3 Наименьшая концентрация растворенного в воде кислорода (0,87 мгO_2/дм^3) отмечалась в июле в придонном слое в 500 м от устья гирла Пересыпское. Среднегодовое содержание кислорода составило 7,72 мгO_2/дм^3, что практически соответствует значению 2012 года. Содержание сероводорода в пробах воды не было обнаружено.

Белое море

Двинский залив. В июле и октябре 2013 г. в центральной части залива было выполнено две гидрохимические съемки. Концентрация не-

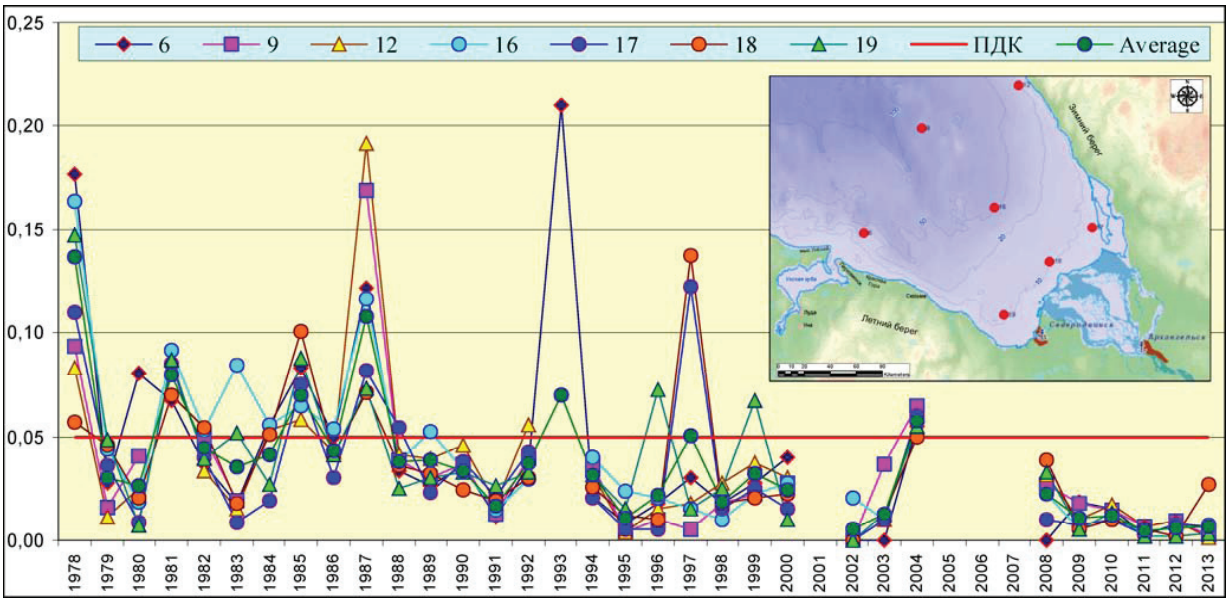


Рис. 3.57. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в водах Двинского залива в 1978–2013 гг.

фтяных углеводородов в отобранных пробах достигала 0,07 мг/дм^3 (1,4 ПДК), средняя величина составила 0,0066 мг/дм^3. Начиная с 2000 г., уровень загрязненности вод залива НУ существенно снизился, и средние концентрации не достигают ПДК (рис. 3.57). Содержание ДДТ в водах Двинского залива не обнаружено, а концентрация его метаболита ДДЭ в среднем составляла 0,2 нг/дм^3, диапазон изменений 0–4 нг/дм^3. Содержание линдана (γ-ГХЦГ) в среднем составило 0,8 нг/л, диапазон изменений 0,5–1,5 нг/л; его изомера α-ГХЦГ – 0,5 нг/л, диапазон изменений 0–1,5 нг/л. Кислородный режим вод Двинского залива был в пределах нормы; среднее содержание растворенного кислорода составило 9,80 мгO_2/дм^3, диапазон изменений 7,26–12,45 мгO_2/дм^3. По результатам наблюдений в 2013 г. уровень загрязненности вод залива невысокий. Содержание биогенных элементов в пределах естественной межгодовой изменчивости.

Кандалакшский залив. В 2013 г. наблюдения на водпосту в торговом порту г. Кандалакша выполнялись с марта по октябрь. Содержание нефтяных углеводородов в поверхностном слое морских вод в марте и в октябре составило 0,006 мг/дм^3, в мае – 0,005 мг/дм^3; в июне и июле – 0,007 мг/дм^3; в августе – 0,008 мг/дм^3; средняя – 0,0065 мг/дм^3. За весь период наблюдений среднее содержание фенола составило 0,105 мкг/дм^3, максимальное содержание было обнаружено в мае и составило 0,21 мкг/дм^3. Содержание других фенольных соединений достигало: мета-крезола – 0,07 мкг/дм^3; орто-крезола – 0,02 мкг/дм^3; пара-крезола – 0,08 мкг/дм^3; 2,6-ксиленола – 0,12 мкг/дм^3; гваякола – 0,23 мкг/дм^3. Суммарное содержание веществ этой группы в воде водпоста достигало 0,34 мкг/дм^3 (0,1 ПДК) в середине мая. Хлорорганические пестициды были обнаружены в водах порта Кандалакша в марте, мае и июне. Средняя (0,7 нг/дм^3) и максимальная (2,1 нг/дм^3) концентрации линдана превышали значения 2012 года, тогда как его изомера α-ГХЦГ существенно увеличились. Содержание ДДТ не обнаружено, а содержание его метаболитов составило всего лишь 0,1 нг/дм^3. Появление пестицидов в воде порта характерно только для весенне-летнего периода года, что, вероятно, обусловлено дождевым смывом с суши. Среднее содержание железа и меди в воде порта составило 87,0 мкг/дм^3 и 6,5 мкг/дм^3 соответственно. Содержание в водах порта всех остальных металлов было невысоким; по сравнению с 2012 годом содержание меди, никеля, свинца, железа и цинка немного уменьшилось. Уровень растворенного в воде кислорода был в целом пониженным и изменялся в диапазоне 6,11–8,90 мгO_2/дм^3, в среднем – 7,39 мгO_2/дм^3. Содержание в воде порта легкоокисляемых органических веществ, определяемых по $БПК_5$, изменялось от 0,55 до 2,84 мгO_2/дм^3. В 2013 г. качество вод Кандалакшского залива оценивалось как «умеренно загрязненные». Приоритетными загрязняющими веществами были металлы (железо и медь), а также легкоокисляемые органические вещества. В целом уровень загрязнения вод в торговом порту г. Кандалакша сохраняется невысоким по сравнению с другими морями РФ. В последние годы уровень загрязненности вод стабилизировался без значительных межгодовых колебаний, а состояние среды в районе водпоста с марта по

октябрь оценивается как удовлетворительное. По сравнению с предыдущими годами наблюдений уровень загрязнения нефтяными углеводородами существенно не изменился.

Баренцево море

Кольский залив. В 2013 г. наблюдения на водпосту в торговом порту г. Мурманска выполнялись с января по ноябрь, а также в июне были отобраны пробы в среднем и северном колене Кольского залива. Концентрация НУ в водах порта в течение года изменялась в диапазоне 0,07-0,83 мг/дм^3 (1,4-17,0 ПДК); в среднем за год составила 0,236 мг/дм^3 (4,7 ПДК), что соответствует уровню последних нескольких лет. Летом 2013 г. в среднем и северном коленах залива НУ были обнаружены только на станции севернее г. Североморска (0,113 мг/дм^3, 2,2 ПДК). Концентрация суммы фенолов в водах в районе водпоста была заметно выше значений 2012 года, однако не превышала допустимого уровня и изменялась от аналитического нуля до 0,73 мкг/дм^3 (0,7 ПДК), в среднем 0,36 мкг/дм^3. Концентрация отдельных соединений групп фенолов в 2-3 раза превышала значения 2012 года и достигала: фенола – 0,61 мг/дм^3; мета-крезола – 0,04 мг/дм^3; орто-крезола – 0,13 мг/дм^3; пара-крезола – 0,05 мг/дм^3; 2,6-ксиленола – 0,24 мг/дм^3 и гваякола – 0,24 мкг/дм^3. Содержание СПАВ в водах водпоста в среднем составило 20,33 мкг/дм^3 и изменялось в пределах 7–41 мкг/дм^3 (0,07–0,41 ПДК). В среднем и северном коленах залива концентрация детергентов не превышала 12 мкг/дм^3. В 2013 г. отмечено снижение содержания хлорорганических пестицидов в водах торгового порта. Концентрация ХОП изменялась от 0 до 2,2 нг/дм^3, что не превышает ПДК. Отмечается тенденция к снижению содержания тяжелых металлов в водах залива. За последние 3 года среднее содержание железа снизилось с 232 мкг/дм^3 (4,6 ПДК) до 145 мкг/дм^3 (2,9 ПДК), хрома – с 0,9 мкг/дм^3 до 0,01 мкг/дм^3, цинка – с 20,9 мкг/дм^3 (0,4 ПДК) до 8,4 мкг/дм^3 (0,17 ПДК), свинца – с 2,8 мкг/дм^3(0,28 ПДК) до 0,6 мкг/дм^3(0,06 ПДК). В то же время концентрация марганца повысилась с 15,8 мкг/дм^3 (0,3 ПДК) до 28,6 мкг/дм^3 (0,6 ПДК). Содержание меди сохранилось на прежнем уровне 5,5 мкг/дм^3 (1,1 ПДК). Уровень растворенного в воде кислорода в течение года на водпосту Мурманска изменялся в диапазоне 8,35-13,36 мгО$_2$/дм^3, в среднем 10,89 мгО$_2$/дм^3, что соответствует установленной норме. Качество вод в районе водпоста по сравнению с 2012 годом несколько улучшилось и оценивается как «грязные». Приоритетными загрязняющими веществам остаются нефтяные углеводороды, железо и медь. Район г. Мурманска остается одним из наиболее загрязненных участков на всем шельфе РФ. Отмечаемые в течение последних нескольких лет в водах торгового порта г. Мурманска повышенные концентрации нефтяных углеводородов (4,7 ПДК в 2013 г.), железа (8,8 ПДК), марганца (2,1 ПДК) и меди (1,70 ПДК) позволяют характеризовать состояние вод как катастрофическое. Кроме того, в района порта регистрировалось повышенное содержание в воде пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ, легкоокисляемых органических веществ, свинца, никеля и ртути. При этом кислородный режим в районе порта не нарушен, заморные явления не наблюдались. Результаты наблюдений на остальной части Кольского залива в течение последних трех лет свидетельствуют об улучшении ситуации. Уровень загрязнения вод относительно невысокий во всех коленах залива, а их состояние можно оценить как удовлетворительное.

Тихий океан

Шельф полуострова Камчатка. Авачинская губа. В 2013 г. наблюдения за качеством вод в Авачинской губе проводились с мая по октябрь. Среднее содержание НУ в морских водах составило 1 ПДК (0,05 мг/дм^3); максимальное значение (0,98 мг/дм^3, 20 ПДК) было отмечено на поверхностном горизонте на станции у входа в бухту Крашенинникова в июне. Среднее содержание фенолов, также как и в 2012 году, составило 4 ПДК; максимальная разовая концентрация (11 ПДК) была отмечена в августе в поверхностном слое в приустьевой зоне реки Авача. Среднее содержание анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) по сравнению с 2012 годом снизилось и составило 0,3 ПДК (32 мкг/дм^3), а максимальная концентрация (1,4 ПДК) была зафиксированы в в августе в придонном слое в приустьевой зоне реки Авача. Кислородный режим в целом был в пределах многолетней нормы. Среднее содержание растворенного кислорода в поверхностном слое составило 11,49 мгО$_2$/дм^3, в придонном – 9,06 мгО$_2$/дм^3, в толще вод – 10,32 мгО$_2$/дм^3. В 2013 г., кислородный минимум пришелся на август, что обусловлено характерной для летнего периода сильной вертикальной стратификацией: в центральной котловине концентрация растворенного кислорода снижалась до 4,13 мгО$_2$/дм^3. Качество вод Авачинской губы в 2013 году оценивается как «загрязненные». В целом воды Авачинской губы в течение длительного времени значительно загрязнены фенолами, выделяемыми затопленной древесиной, а также поступающими с хозяйственно-бытовыми сточными водами и отходами

производства. Кроме фенолов приоритетными загрязняющими веществами являются нефтяные углеводороды и детергенты. Несмотря на небольшое ухудшение качества вод в 2013 году, в целом состояние морских вод Авачинской губы удовлетворительное.

Охотское море

В последние годы прибрежные воды шельфа о. Сахалин, включая промышленные районы в заливе Анива у порта Корсаков и поселка Пригородное, а также у поселка Стародубское, остаются относительно чистыми и характеризуются, в основном, как «умеренно загрязненные». В течение 2011–2013 гг. приоритетными загрязняющими веществами являются нефтяные углеводороды (среднегодовая концентрация в 2013 году изменялось в пределах 0,26–0,86 ПДК), фенолы (среднегодовая концентрация в 2013 году изменялось в пределах 0,69–1,56 ПДК) и медь (среднегодовая концентрация в 2013 году изменялось в пределах 0,60–1,62 ПДК). Содержание в водах шельфа острова детергентов и тяжелых металлов – цинка, свинца и кадмия не превышало ПДК. Кислородный режим в пределах нормы, только в августе-сентябре в разных участках шельфа было зарегистрировано несколько случаев пониженного содержания растворенного кислорода. В целом, состояние вод у о. Сахалин может быть оценено как удовлетворительное; существенных трендов изменения концентраций загрязняющих веществ не выявлено.

Японское море

Залив Петра Великого. В 2013 г. наблюдения за состоянием загрязнения вод Японского моря проводились в бухте Золотой Рог, в бухте Диомид, в проливе Босфор Восточный, в Амурском заливе, в Уссурийском заливе, в заливе Находка, включая бухты Находка, Врангеля и Козьмино. Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в прибрежных водах залива Петра Великого изменялась в пределах 1,6–3,6 ПДК. Максимальная концентрация 50 ПДК (уровень экстремально высокого загрязнения) был зафиксирован в мае в вершине бухты Золотой Рог на поверхностном горизонте. По сравнению с 2012 г. среднегодовое содержание НУ во всех прибрежных районах залива Петра Великого снизилось: в бухте Золотой Рог и в заливе Находка – в 1,5 раза, в бухте Диомид – в 2,5 раза, в проливе Босфор Восточный и в Уссурийском заливе – в 2,9 раза, в Амурским заливе – в 2,1 раза. Среднее содержание фенолов в водах залива изменялось в диапазоне 0,7–1,8 ПДК, максимум (6,3 ПДК) был отмечен в ноябре в центральной части бухты Золотой Рог в районе мыса Чуркина в поверхностном слое. Среднегодовое содержание АПАВ по сравнению с 2012 годом практически не изменилось и находилось в пределах 0,6–0,7 ПДК; максимальное значение (0,8 ПДК) было зарегистрировано в вершине Уссурийского залива в сентябре. В 2013 г. в прибрежных водах залива Петра Великого среднегодовое содержание металлов (меди, железа, цинка, свинца, марганца, кадмия и ртути) не превысило 1 ПДК. Средняя концентрация железа снизилась во всех прибрежных районах, а наиболее значительное снижение отмечено в проливе Босфор Восточный – в 3 раза, а также в бухте Золотой Рог – в 2,8 раза, в Амурском заливе – в 2,5 раза; в бухте Диомид и в заливе Находка – в 2 раза. Максимальная концентрация железа (22 ПДК) была зафиксирована в июне в Амурском заливе вблизи пос. Приморский; кроме того, значительное превышение норматива (11,4 ПДК) было зафиксировано в вершине Уссурийского залива в июле в придонном слое. В Амурском заливе, бухте Золотой Рог и в проливе Босфор Восточный отмечались повышенные концентрации цинка – 3,2; 1,1 и 2,4 ПДК соответственно.

Загрязнение морских вод хлорорганическими пестицидами (ХОП) группы ГХЦГ сохранилось на уровне среднемноголетних значений – среднегодовые концентрации не превышали 0,1 ПДК. Максимальная концентрация α-ГХЦГ в 2013 г. не превысила 0,1 ПДК, а наиболее высокая γ-ГХЦГ (0,2 и 0,18 ПДК) была отмечена в бухте Золотой Рог и заливе Находка соответственно. Изменения в уровня загрязненности морских вод пестицидами группы ДДТ во всех исследуемых районах залива Петра Великого носили разнонаправленный характер. В Амурском заливе и бухте Золотой Рог среднее значение ДДТ по сравнению с 2012 г. практически не изменилось и составило 0,8 и 1,4 нг/дм^3 (<0,1 ПДК и 0,14 ПДК); среднее значение ДДЭ снизилось в 2 и в 2,7 раза до 0,3 и 0,7 нг/дм^3 соответственно. Среднее значение ДДД в Амурском заливе увеличилось со значений ниже предела обнаружения до 0,4 нг/дм^3, а в бухте Золотой Рог увеличилось в 2,6 раза и составило 1,8 нг/дм^3 (0,18 ПДК). В проливе Босфор Восточный, бухте Диомид, Уссурийском заливе и заливе Находка среднегодовые значения ДДТ по сравнению с 2012 г. повысились и составили 1,3; 0,9; 0,9 и 1,4 нг/дм^3 соответственно. Среднегодовое содержание ДДЭ в проливе Босфор Восточный повысилось до 1,0 нг/дм^3, в бухте Диомид уменьшилось в 1,6 раза до 0,8 нг/дм^3, в Уссурийском заливе и заливе Находка практически не изменилось: 0,5 и 0,4 нг/дм^3. Среднегодовое содержание ДДД в морской воде в проливе Босфор Восточный немного снизилось (с 1,9 до 1,5 нг/дм^3) и состави-

ло 0,15 ПДК. В бухте Диомид среднее значение ДДД практически не изменилось и составило 0,8 нг/дм^3 (<0,1 ПДК). В Уссурийском заливе и заливе Находка отмечен рост содержания ДДД с величин ниже предела обнаружения до 1,5 и 0,3 нг/дм^3. Максимальная концентрация ДДТ в 2013 г. была зафиксирована в заливе Находка в мае: 8,8 нг/дм^3 (0,9 ПДК), максимум ДДЭ был зафиксирован в проливе Босфор Восточный в апреле – 3,4 нг/дм^3 (0,34 ПДК), максимум ДДД в бухте Золотой Рог в апреле – 14,8 нг/дм^3 (1,5 ПДК). Среднее суммарное содержание хлорорганических пестицидов группы ДДТ сохранилось практически на уровне 2012 г. и составило в бухте Золотой Рог, бухте Диомид и в Амурском заливе 3,9, 2,5 и 1,5 нг/дм^3 соответственно. В проливе Босфор Восточный, в Уссурийском заливе и заливе Находка суммарное содержание пестицидов группы ДДТ увеличилось в 1,2, в 3,12 и в 3 раза соответственно. Суммарное содержание пестицидов группы ГХЦГ по сравнению с 2012 г. не изменилось в бухтах Золотой Рог и Диомид, проливе Босфор Восточный, Уссурийском заливе и не превысило 0,2 нг/дм^3 (<0,1 ПДК). В Амурском заливе и заливе Находка суммарное содержание пестицидов группы ГХЦГ повысилось и составило 0,2 и 0,4 нг/дм^3.

Кислородный режим в прибрежных водах был в пределах среднемноголетней нормы. Среднее содержание растворенного кислорода в толще вод находилось в диапазоне 8,97-9,76 мгO_2/дм^3. Минимальная концентрация в бухте Золотой Рог была зафиксирована в июле на поверхностном горизонте (2,86 мгO_2/дм^3, 0,47 ПДК), что соответствует уровню высокого загрязнения (ВЗ). В Амурском заливе в августе 2013 г. на придонном горизонте было зарегистрировано два случая высокого загрязнения: в вершине залива (2,50 мгO_2/дм^3, 0,4 ПДК) и на выходе из залива (2,64 мгO_2/дм^3, 0,44 ПДК). В проливе Босфор Восточный кислородный минимум был зафиксирован в августе вблизи мыса Безымянный (2,79 мгO_2/дм^3, 0,46 ПДК).

В 2013 г. в бухте Золотой Рог качество вод улучшилось и оценивалось как «загрязненные». В проливе Босфор Восточный, в бухте Диомид, в Амурском и Уссурийском заливах, а также в заливе Находка качество вод также улучшилось и оценивалось как «умеренно-загрязненные».

В 2013 г. среднемесячное содержание нефтяных углеводородов в **донных отложениях** прибрежных районов залива Петра Великого изменялось в диапазоне 0,10-8,05 мг/г сухого вещества. По сравнению с 2012 г. в бухте Диомид было отмечено снижение уровня загрязненности НУ в 1,95 раза. На всех остальных участках акватории залива уровень загрязненности донных отложений НУ повысился: в бухте Золотой Рог – в 1,13 раза, в проливе Босфор Восточный – в 1,1 раза, в Уссурийском заливе – в 1,25 раза, в заливе Находка – в 1,1 раза. Практически не изменился уровень загрязненности НУ в Амурском заливе. По-прежнему, в наибольшей степени загрязнены нефтяными углеводородами донные отложения бухты Золотой Рог, где среднегодовая концентрация НУ в 2013 г. (6,44 мг/г) превысила допустимый уровень концентрации почти в 129 раз, а максимальное значение составило 20,22 мг/г (404 ДК).

В 2013 г. по сравнению с 2012 годом во всех прибрежных районах залива Петра Великого среднегодовое содержание фенолов в донных отложениях снизилось: в бухте Золотой Рог – в 3,7 раза (до 1,6 мкг/г), в бухте Диомид – в 3,7 раза (до 0,9 мкг/г), в проливе Босфор Восточный – в 2,9 раза (до 1,0 мкг/г), в Амурском заливе – в 4,4 раза (до 0,8 мкг/г), в Уссурийском заливе – в 5 раз (до 0,4 мкг/г), в заливе Находка – в 2,1 раза (до 1,0 мкг/г) и в бухте Находка – в 2,7 раза (до 0,6 мкг/г). Среднемесячное содержание фенолов в различных частях залива Петра Великого находилось в диапазоне 0,2–1,7 мкг/г; наибольшая концентрация отмечалась в бухте Золотой Рог и заливе Находка: до 2,7 и 2,9 мкг/г соотвественно.

Уровень загрязненности донных отложений хлорорганическими пестицидами группы ГХЦГ по сравнению с 2012 г. повысился. Средняя концентрация α-ГХЦГ варьировала от 0,2 (Амурский, Уссурийский заливы и залив Находка) до 3,8 нг/г (бухта Диомид), γ-ГХЦГ – от 0,1 нг/г (бухта Находка) до 2,0 нг/г (бухта Диомид). Максимальная концентрация ДДТ в донных отложениях разных районов залива Петра Великого изменялась от 4,7 (Амурский залив) до 35,8 нг/г (пролив Босфор Восточный); ДДЭ – от 3,9 (Амурский залив) до 24,1 нг/г (бухта Золотой Рог); ДДД – от 4,4 (Амурский залив) до 69,3 нг/г (бухта Золотой Рог). Среднегодовая суммарная концентрация пестицидов группы ДДТ в донных отложениях залива Петра Великого по сравнению с 2012 г. повысилась во всех районах и составила: в бухте Золотой Рог – 25,5 ДК (63,9 нг/г), в бухте Диомид – 14 ДК (35,5 нг/г), в проливе Босфор Восточный – 9 ДК (22,5 нг/г), в Амурском заливе – 1,8 ДК (4,6 нг/г), в Уссурийском заливе – 2,8 ДК (7,1 нг/г), в заливе Находка – 3 ДК (7,5 нг/г) и в бухте Находка – 7,4 ДК (18,5 нг/г). По результатам наблюдений в 2013 г. самым загрязненным районом по хлорорганическим пестицидам является бухта Золотой Рог, наименее загрязненным – Амурский залив.

В 2013 г. среднегодовая концентрация кобальта, никеля и меди в донных отложениях прибрежных районов залива Петра Великого изменялась в диапазоне 0,14–0,25 ДК; 0,3–0,5 ДК

и 0,2–5,3 ДК соответственно. Наиболее высокая концентрация меди отмечалась в бухтах Золотой Рог и Диомид. Среднее содержание других металлов находилось в пределах: кадмия – 0,6–2,75 ДК (бухта Диомид), свинца – 0,12–1,7 ДК (бухта Золотой Рог), цинка – 0,3–2,4 ДК (бухта Золотой Рог), ртути – 0,17–1,5 ДК (бухта Золотой Рог). Наиболее высокие среднегодовые концентрации марганца были зарегистрированы в бухте Золотой Рог (189,8 мкг/г), в бухте Находка (147,8 мкг/г) и в проливе Босфор Восточный (139,3 мкг/г). По-прежнему в донных отложения всех прибрежных районов залива Петра Великого отмечаются очень высокие концентрации железа: среднегодовые концентрации находились в пределах 18000–32871 мкг/г.

В 2013 г. качество вод различных участков залива Петра Великого сильно отличалось. Бухта Золотой Рог и прилегающие к ней участки акватории остаются одними из самых загрязненных на всем шельфе РФ. Несмотря на то, что состояние вод по сравнению с 2011–2012 годами несколько улучшилось за счет снижения концентраций основных приоритетных загрязняющих веществ (нефтяных углеводородов, фенолов, СПАВ, пестицидов, тяжелых металлов – железа, марганца и меди), оно характеризуется как кризисное. Вследствие постоянного поступления в море большого объема сточных и ливневых вод, приносящих в море значительное количество антропогенных загрязняющих веществ, значительного улучшения морской среды не отмечается. Как и в предыдущие годы, в 2013 г. максимальные концентрации достигали: нефтяных углеводородов – 50 ПДК, фенолов – 6 ПДК, железа – 4 ПДК. Несколько снизилось в водах бухты содержание хлорорганических пестицидов ДДТ и ГХЦГ, ртути и некоторых других загрязняющих веществ. В бухте нарушен кислородный режим.

По сравнению с бухтой Золотой Рог уровень загрязнения вод залива относительно невысокий, а качество вод оценивается как удовлетворительное. Приоритетными загрязняющими веществами являются нефтяные углеводороды (максимум 7 ПДК), фенолы (2,5 ПДК), детергенты (0,9 ПДК), железо (22 ПДК) и цинк (3 ПДК). Остальные контролируемые загрязняющие вещества, включая пестициды и ртуть, также присутствовали в водах залива, однако их максимальные значения не превышали норматива. Кислородный режим в целом удовлетворительный.

Татарский пролив. В 2013 г. регулярные наблюдения за уровнем загрязнения морских вод и донных отложений проводились в прибрежной зоне в районе порта г. Александровск-Сахалинский с мая по октябрь. Концентрация НУ в водах района по сравнению с 2012 годом существенно возросла и изменялась в диапазоне от значений ниже предела обнаружения (0,020 мг/дм^3) до 2,7 ПДК (0,136 мг/дм^3), составив в среднем 0,9 ПДК (0,046 мг/дм^3). Содержание фенолов в воде пролива также увеличилось и находилось в диапазоне от менее предела обнаружения (0,5 мкг/дм^3) до 10,0 мкг/дм^3, составив в среднем 1,1 мкг/дм^3 (1,1 ПДК). Диапазон концентрации АПАВ составил <10-46 мкг/дм^3, среднегодовое значение 9,8 мкг/дм^3. Средняя концентрация меди, свинца и цинка в водах Татарского пролива не превышала 1 ПДК, а максимальные значения составили 8,5; 10,3 и 6,2 мкг/дм^3 соответственно. Кадмий не обнаружен. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в диапазоне 7,5–13,3 мгO_2/дм^3, составив в среднем 9,05 мгO_2/дм^3. В 2013 году качество вод пролива оценивается как «умеренно загрязненные». Качество морских вод в Татарском проливе в районе г. Александровска ухудшилось за счет увеличения уровня загрязнения нефтяными углеводородами и фенолами. В донных отложениях прибрежной зоны района г. Александровска содержание нефтяных углеводородов находилось в диапазоне от <5 до 1015 мкг/г абсолютно сухого грунта (20 ДК, в 12,5 раза больше значения 2012 года), в среднем 56 мкг/г. Средняя концентрация фенолов составила 0,01 мкг/г, максимум 7,1 мкг/г. Содержание тяжелых металлов в донных отложениях пролива находилось в пределах: меди – 0,15–7,1 мкг/г; цинка – 0,5-10,4 мкг/г и свинца – 0,5–12,3 мкг/г; содержание кадмия в донных отложениях пролива достигало 0,13 мкг/г.

3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния ряда морских экосистем

3.3.6.1. Состояние бактериопланктона в акваториях шельфа и глубоководного желоба северо-западной части Карского моря

Представляемые оценки экологического состояния вод глубоководной северо-западной части Карского моря – внешний шельф и желоб Св. Анны (рис. 3.58), выполненные на основе микробиологических показателей (общая численность, численность индикаторные группы бактериопланктона и их биодеградационная активность), являются завершающей частью результатов экспедиционных исследований 2011 г. (59 рейс НИС «Академик Мстислав Келдыш»).

В сентябре 2011 г. на внешней части шельфа (ст. 26, 32) в водах с положительными значением температур общая численность микроорганизмов (ОЧМ) в поверхностном горизонте была относительно стабильной – в среднем 70 тыс.

кл/мл. Ниже пикноклина и до придонного горизонта ОЧМ уменьшалась, но также была однородной – в среднем 55 тыс. кл/мл. Далее на север в области склона и желоба Св. Анны (глуб. 475 м) обнаружено резкое снижение ОЧМ в верхних горизонтах (пикноклин и поверхность) и, особенно, в холодных глубинных водах (–1–1,5 °С) до 20 и 10 тыс. кл/мл. соответственно (рис. 3.59).

Следует особо выделить микробиологический режим прибрежных вод северной оконечности Новой Земли (ст. 44), где ОЧМ возрастала по сравнению с глубоководным районом почти в 3 раза. Отмеченная ситуация может быть обусловлена не только меньшими глубинами (130 м), но и возможным влиянием береговой зоны, а также притока относительно теплых атлантических (баренцевоморских) вод и повышенным содержанием РОВ и ВОВ.

В составе гетеротрофной сапрофитной микрофлоры вод Карского моря выявлено присутствие специфических («индикаторных») групп микроорганизмов, способных окислять нефтяные углеводороды (сырую нефть), используя эти соединения в качестве единственного источника углерода для своего метаболизма.

Характер распределения нефтеокисляющих бактерий в толще вод шельфовой области моря (ст. 26, 32) был достаточно однороден – на уровне 10^1 кл/мл (рис. 3.60). В исследованных водах северного глубоководного района моря наиболее вероятная численность нефтеокисляющих бактерий (НВЧ НБ) была минимальна – единицы-десятки кл/мл и наблюдалась в основном в приповерхностном горизонте (рис. 3.60). Как и в случае с общей численностью бактериопланктона, поверхностные воды у северной оконечности Новой Земли (ст. 4) характеризовались максимальным развитием этой индикаторной группы микроорганизмов. Здесь НВЧ нефтеокисляющих бактерий достигала значений 10^2 кл/мл. В глубинных водах желоба Св. Анны уровень развития этих микроорганизмов минимален (единицы кл/мл) или не был обнаружен.

Следует отметить, что максимальное обилие нефтеокисляющих бактерий зарегистрировано в водах с повышенным содержанием алифатических углеводородов – в районах потенциально подверженных антропогенному загрязнению нефтяными углеводородами при поступлении атлантических (баренцевоморских) вод.

В целом, численность бактериопланктона в водах обследованных акваторий юго-восточной части Карского моря снижалась в северном направлении с минимумами в глубинных горизонтах.

Содержание нефтяных углеводородов и их микробная трансформация в водах шельфа и глубоководного желоба Св. Анны

Одновременно с изучением распространения ряда индикаторных групп микроорганизмов в 2011 г. было исследовано распределения растворенных нефтяных алифатических углеводородов (АУВр) в открытых водах Карского моря как фактора загрязнения морской среды нефтяными углеводородами. Для арктических акваторий химическое нефтяное загрязнение считается наиболее опасным, поскольку низкие температуры окружающей среды способствуют замедлению процесса фотохимической и биологической деградации нефти и как следствие – накоплению нефтяных углеводородов в морских организмах. Определенная доля углеводородного загрязнения морской среды имеют природное происхождение – «высачивание» в природных нефтегазоносных районах.

По данным наших исследований, представленным на рис. 3.61, содержание нефтяных углеводородов (АУВр) в водах внутреннего шельфа и северо-востока желоба Св. Анны в поверхностном горизонте и в области пикноклина в составляло от 3 до 17 мкг/л., особенно в прибрежных водах северной оконечности Новой Земли, где НВЧ НМ по сравнению с глубоководным районом резко возросла (на 1–2 порядка величин – до 18–26 мкг/л), что может быть вызвано влиянием как береговой зоны, так и поступлением ЗВ с водами северо-западного течения.

Одновременно с этим установлено, что НУ-трансформирующая микрофлора ряда акваторий северо-западной части Карского моря обладала способностью к разрушению экспериментально вносимой сырой нефти в условиях «*in situ*» (табл. 3.11).

В экспериментах с микрофлорой вод на южном склоне и над желобом Св. Анны (ст. 40 и 42) микробной трансформации нефти не было зарегистрировано (рис. 3.63). Иная ситуация наблюдалась в прибрежных водах северной оконечности Новой Земли (ст. 44), в которых уровень трансформации нефти нефтеокисляющими микроорганизмами численностью 10^2 кл/мл составил значимую величину – до 10% для поверхностного слоя, что аналогично районам склона внешнего шельфа (ст. 26 и 32).

Однако следует учесть, что содержание АУВр в водах этих северных акваторий (ст. 44 и 42) имело выраженный характер – 18 и 23 мкг/л, что в четыре раза выше, чем в акваториях внешнего шельфа.

Наличие рассмотренных загрязняющих веществ связано с возможным влиянием, как береговой зоны, так и поступлением ЗВ с водами северо-западного течения.

Таблица 3.11. Нефтяное загрязнение (АУВр) вод Карского моря и потенциальная активность природных популяций нефтеокисляющих (НУБ) микроорганизмов бактериопланктона по разрушению сырой нефти в условиях «in situ» (сентябрь 2011 г.)

№№ станций	Температура воды, °С		НВЧ нефтеокисляющих бактерий, кл/мл		Средние значения биотрансформации нефти, в % от исходной массы		Содержание алифатических углеводородов (АУВр, мкг/л) в водах моря		Примечания: Исходная концентрация нефти в эксперименте – 0,01 мл/л, плотность 0,82 г/мл, продолжительность эксперимента – 10 суток.Горизонты: подповерхностный и слой скачка плотности
	поверхн.	скачок	поверхн.	скачок	поверхн.	скачок	поверхн.	скачок	Район исследований
Северная оконечность Новой Земли									
44	4,13	3,52	10^2	10^1	5	10	18	23	Северное прибрежье Новой Земли
Разрез «склон шельфа – желоб Св. Анны»									
42	2,84	3,81	ед.	ед.	0	0	11	17	Глубоководный район желоба. Зона водообмена с Баренцевым морем
40	3,47	4,11	ед.	ед.	0	0	4	3	Южный склон желоба
34	3,87	4,00	10^1	ед.	5	0	4	3	Внешняя часть склона
32	4,06	3,36	10^1	10^1	6	4	9	12	Внешний шельф
26	5,64	6,52	10^1	10^1	8	10	19	11	
К	Стерильная морская вода				Потери исходной массы НУ в конце эксперимента = 0,5%				Контрольная проба на фоновую элиминацию НУ в конце эксперимента

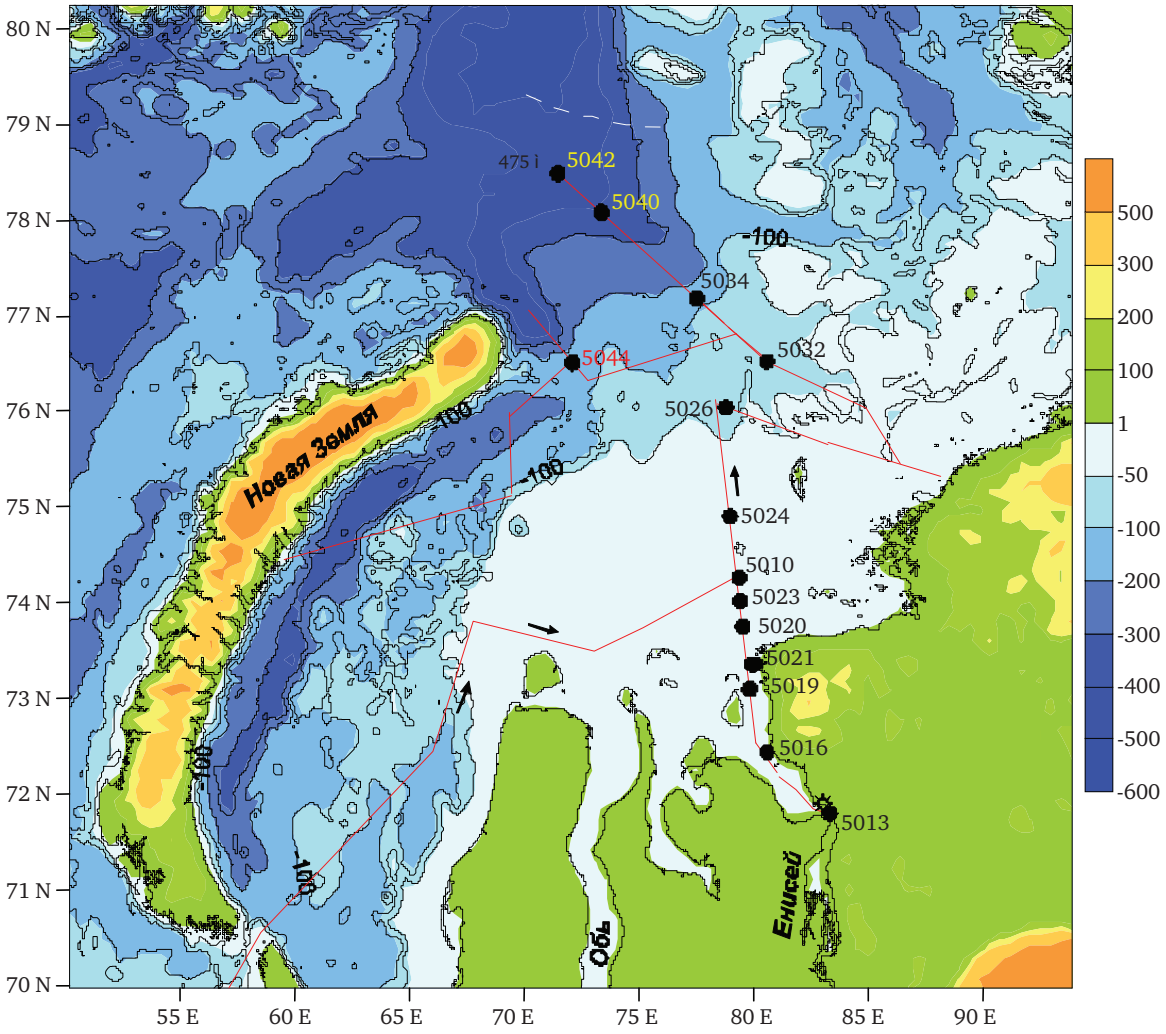


Рис. 3.58. Расположение станций. Нумерация станций: на карте порядковый № для НИС АМК – например, № 5026, в тексте – № 26

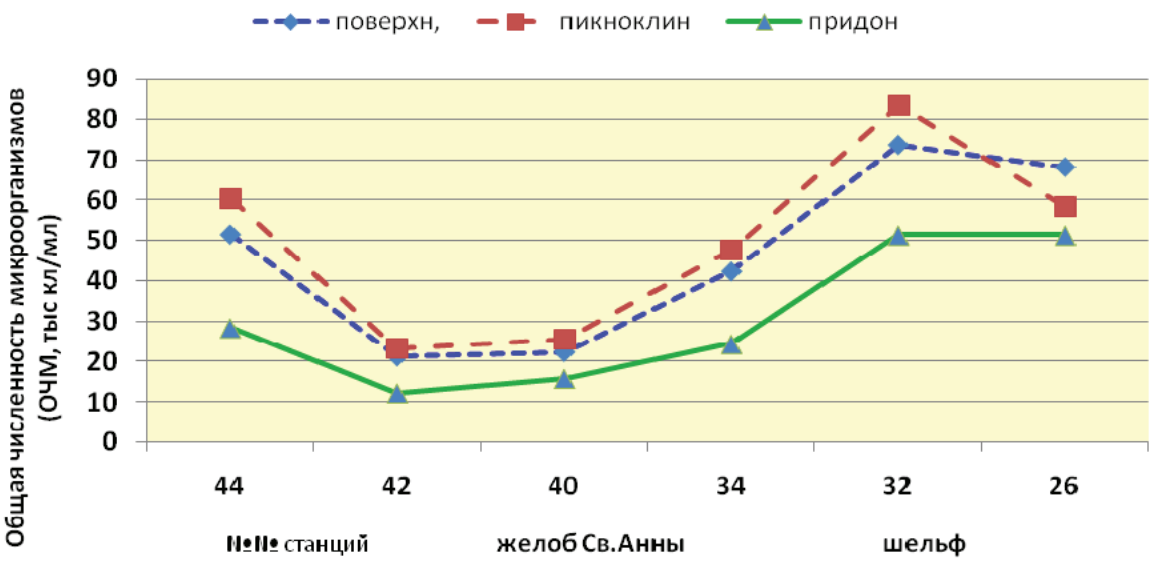


Рис. 3.59. Средние значения общей численности микроорганизмов **(ОЧМ**, тыс. кл/мл) в водах северо-западной части Карского моря (2011 г). Районы: ст. 26 – внутренний шельф; ст. 32-42 – желоб Св. Анны; ст. 44 – северное прибрежье Новой Земли

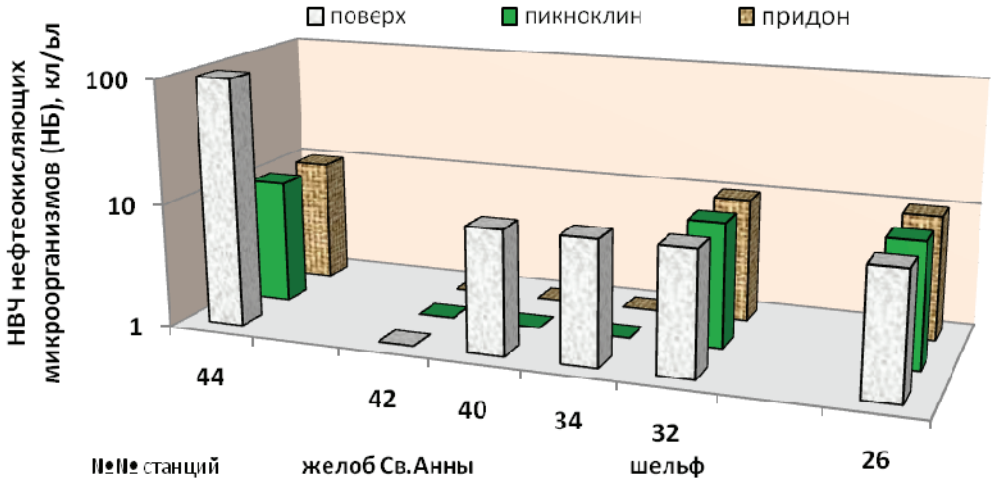


Рис. 3.60. Наиболее вероятная численность микроорганизмов нефтеокисляющих микроорганизмов (НВЧ НБ, кл/мл) в водах северо-западной части Карского моря (2011 г). Районы: ст. 26 – шельф; ст. 32–42 – желоб Св. Анны; ст. 44 – северное прибрежье Новой Земли

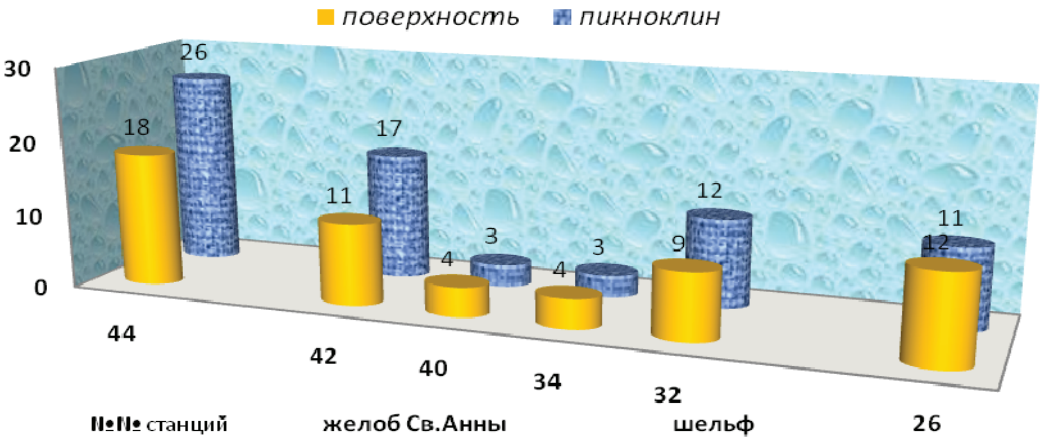


Рис 3.61. Содержание алифатических углеводородов (**АУВр,** мкг/л) в водах северо-западной части Карского моря (2011 г). Районы: ст. 26 – шельф; ст. 32-42 – желоб Св. Анны; ст. 44 – северное прибрежье Новой Земли

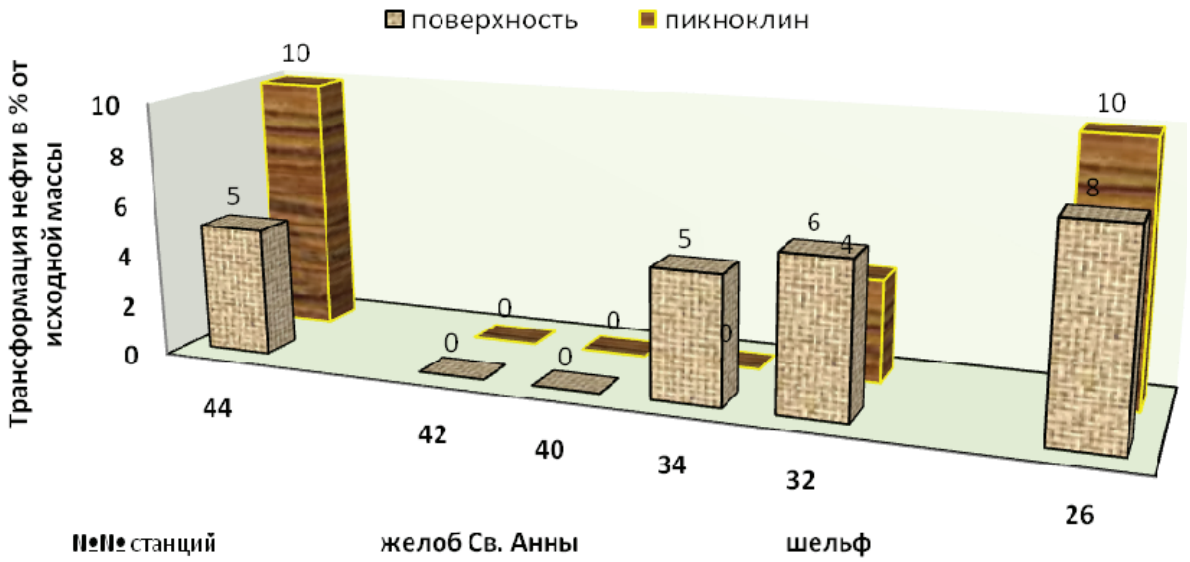


Рис. 3.62. Микробная трансформация нефти в условиях “in situ” в водах северо-западной части Карского моря (2011 г). Районы: ст. 26 – шельф; ст. 32–42 – желоб Св. Анны; ст. 44 – северное прибрежье Новой Земли

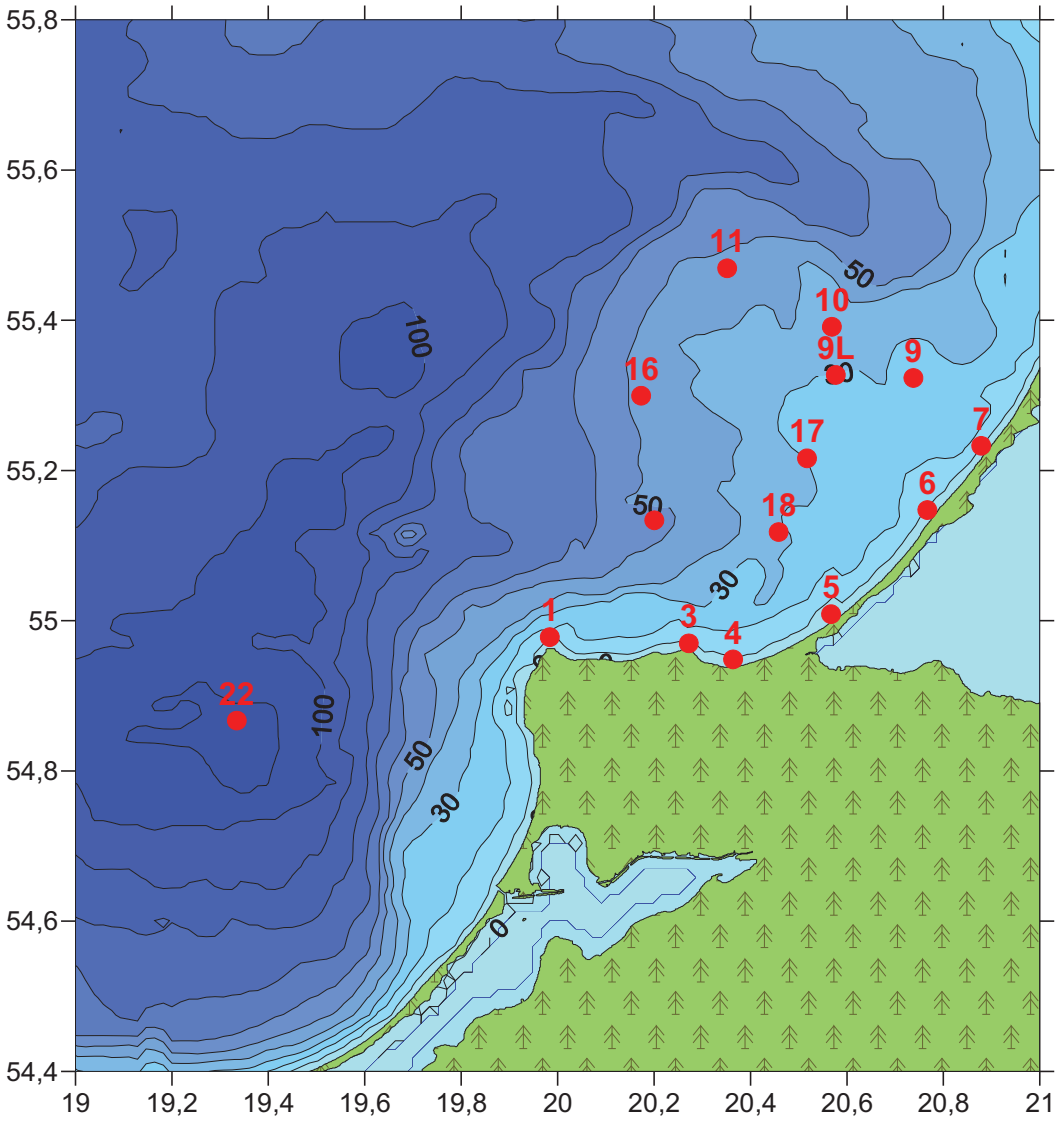


Рис. 3.63. Расположение станций экологического мониторинга ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефть» в Балтийском море в 2003–2013 гг.

3.3.6.2. Состояние отдельных компонентов планктона экосистемы юго-восточной части Балтийского моря в июле 2013 г.

Распространение нефтеокисляющих микроорганизмов

Современное освоение морских ресурсов, в том числе, нефтедобыча и транспортировка нефти, нарушает естественное состояние морских экосистем. Хроническое загрязнение нефтью привело к тому, что морская микрофлора адаптировалась к нефтяным углеводородам и приобрела способность их утилизировать. Анализ численности углеводородокисляющих микроорганизмов дает представление о локализации и интенсивности процессов микробного разрушения нефти и используется для индикации нефтяного загрязнения.

В июле 2013 г. были продолжены исследования по распространению в российских водах юго-восточной части Балтийского моря нефтеокисляющих микроорганизмов (НМ) (рис. 3.63). Для определения численности НМ применялся метод предельных разведений с использованием в качестве субстрата нефти из месторождения Калининградской области.

Наиболее вероятная численность НМ (НВЧ НМ) в районе мониторинга изменялась от 10^2 до 10^5 кл/мл (табл. 3.12) Максимальное раз-

Таблица 3.12. Наиболее вероятная численность нефтеокисляющих микроорганизмов (N, кл/мл) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2013 г.

Станция, №	Горизонт, м	Средняя *N*, кл/мл	Средняя *N*, кл/мл за 2003–2012 гг.	Минимальные и максимальные значения *N*, кл/мл за 2003–2012 гг.
1	0	10^5	10^2	$10–10^4$
	12	10^4	10^2	$10–10^4$
3	0	10^3	10^2	$10–10^4$
	12	10^3	10^3	$10–10^4$
4	0	10^3	10^3	$10–10^5$
	10	10^2	10^3	$10^2–10^4$
5	0	10^3	10^2	$10–10^4$
	12	10^3	10^3	$10–10^4$
6	0	10^3	10^4	$10^2–10^4$
	8	10^3	10^4	$10^2–10^5$
7	0	10^2	10^2	$10–10^4$
	8	10^2	10^4	$10–10^5$
9	0	10^2	10^2	$10–10^4$
	10	10^3	10^3	$10–10^4$
	24	10^3	10^3	$10^2–10^4$
9L	0	10^3	10^2	$10–10^4$
	10	10^3	10^2	$10–10^4$
	28	10^3	10^3	$10–10^4$
11	0	10^3	10^2	$10–10^4$
	10	10^3	10^2	$10–10^4$
	45	10^3	10^3	$10^2–10^4$
16	0	10^2	10^2	$0–10^2$
	10	10^2	10^2	$10–10^3$
	46	10^3	10^3	$10–10^4$
17	0	10^3	10^2	$10–10^4$
	10	10^2	10^2	$10–10^3$
	26	10^4	10^3	$10–10^4$
18	0	10	10^2	$10–10^5$
	10	10^2	10^2	$0–10^4$
	29	10^3	10^3	$10^2–10^4$
22	0	10^2	10^2	$0–10^2$
	10	10^3	10^2	$0–10^5$
	30	10^4	10^2	$0–10^3$
	50	10^3	10^3	$10–10^4$
	70	10^5	10^3	$10^2–10^3$
	105	10^5	10^3	$10–10^4$
23	0	10^2	10^2	$10–10^3$
	10	10^2	10^2	$10^2–10^3$
	48	10^3	10^3	$10^2–10^4$

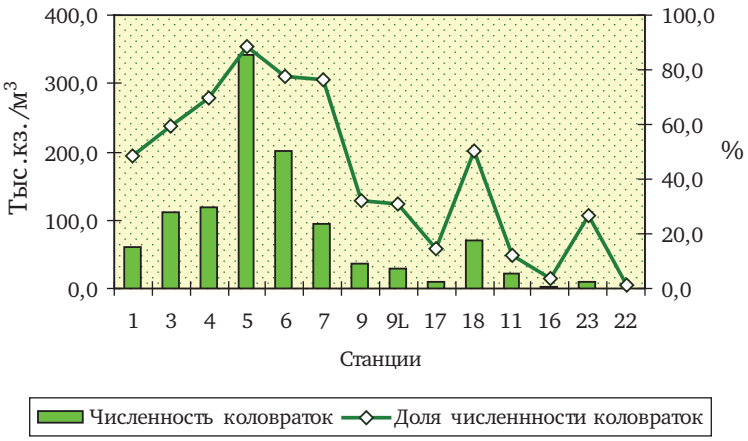


Рис. 3.64. Численность коловраток в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2013 г.

витие эта группа микроорганизмов получила в западной части района – на станциях 1 и 22, как на мелководье, так и в самой глубоководной области. Устойчивое высокое содержание нефтепродуктов в придонных водах станции 22 связано со свойством илов Гданьской впадины накапливать загрязняющие вещества, основным источником которых является судоходство. Также было отмечено относительно высокое содержание НМ в придонных водах станции 17–10^4 кл/мл. Наиболее чистыми по данному показателю оказались приграничные с Литвой воды в восточной части района на станциях 7 и 9 (табл. 3.12) В районе нефтяной платформы и нефтепровода на станциях 9L и 18 значения НВЧ НМ не превышали 10^3 кл/мл.

По сравнению с предыдущим периодом 2003–2012 гг. на половине обследованных станций НВЧ НМ оставалась на уровне среднегодовых величин или уменьшилась (табл. 3.12). На станциях 1, 3, 5, 9L, 11, 17 и 22 было определено повышение НВЧ НМ. При этом НВЧ НМ возрастала с глубиной, как правило, на один порядок. Наибольшее увеличение НВЧ НМ было характерно для станции 1 (весь слой) и 22 (слой 30–105 м) – на два-три порядка, на остальных участках – не более чем на один порядок. В целом уровень развития НМ, повсеместно распространенных в исследуемых водах в июле 2013 г., находился в пределах межгодовой изменчивости и соответствовал величинам, определенным в очень теплые годы – 2005, 2009, 2010 гг. Исключение составила западная часть района, где вероятно произошло усиление локального нефтяного загрязнения. Повышение НВЧ НМ может быть связано не только с нефтяным загрязнением, но и общей тенденцией увеличения продуктивности планктона в условиях теплого лета 2013 г.

Характеристика структурно-количественных показателей состояния зоопланктона

Одним из контролируемых гидробиологических показателей мониторинга в районах морей, находящихся под антропогенным прессом, является состояние зоопланктонного сообщества. В 2013 г. были продолжены долгопериодные наблюдения, характеризующие состояние зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря.

Таксономический состав и структура зоопланктона в июле 2013 г.

В июле 2013 г. в составе зоопланктона в мелководной части исследуемого района по численности доминировали коловратки (***Rotatoria)*** – *Keratella spp.* и *Synchaeta spp*. Доли их численности на мелководных участках составляли от 48,4 до 88,5% от общей численности зоопланктона, притом, что доля их биомассы нигде не превышала 34,1% от суммарного значения (рис. 3.64). Общая численность коловраток варьировала в диапазоне четырех порядков от 0,2 до 342,9 тыс. экз./$м^3$. Особенностью развития этой группы стало массовое развитие мелкой пресноводной коловратки *Keratella cruciformis*, что, возможно, объясняется сравнительно низкой соленостью.

В глубоководном районе и на станциях со средними глубинами преобладали веслоногие рачки ***Copepoda***. Доли их численности и биомассы колебались здесь соответственно от 35,4 до 93,9% и от 68,8 до 96,9% от суммарных величин. На остальной прибрежной части района относительная численность *Copepoda* не превышала 22,1%. Численность *Copepoda* варьировала от 15,4 до 159,0 тыс. экз./$м^3$, биомасса – от 116,5 до 1289,1 мг/$м^3$ (рис. 3.65). Самые высокие количественные характеристики *Copepoda* были определены в районе с глубинами около 45 м.

В прибрежном мелководном районе среди копепод доминировали виды рода *Acartia*, доля

Рис. 3.65. Численность и биомасса веслоногих ракообразных (*Copepoda*) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2013 г.

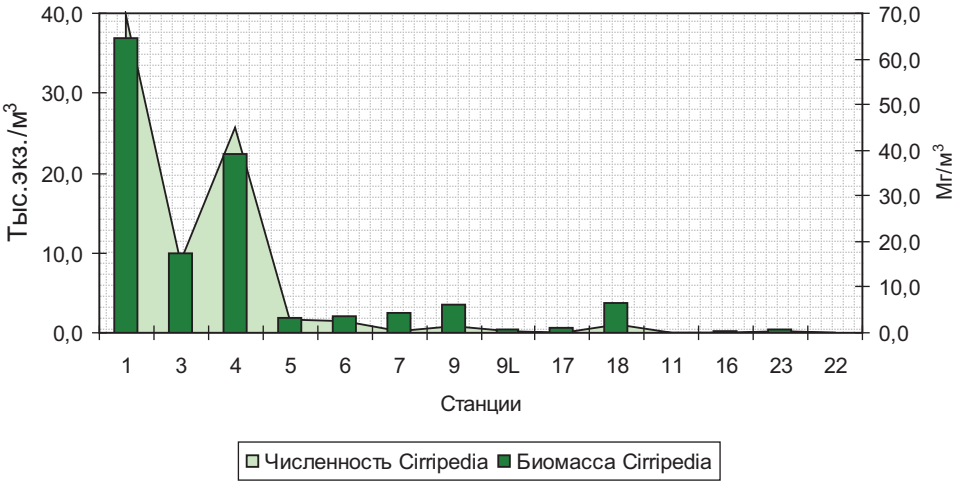


Рис. 3.66. Численность *Cirripedia* в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2013 г.

их численности достигала 98,2%, доля биомассы – 99,0%. Наибольшие скопления *Acartia spp.* были отмечены в поверхностном 10-м слое. В районе со средними глубинами доминанта копепод изменялась на другой вид – *Temora longicornis*. Доли его плотности и биомассы здесь достигали 87% от суммарных значений численности и биомассы копепод. Холодолюбивый стеногалинный вид *Pseudocalanus minutus elongatus* доминировал только в западной глубоководной части района (ст. 22), где составлял около половины численности сообщества. В мелководной части района *P. minutus elongatus* не встречался или его численность была крайне низка. В местах обитания этот вид был приурочен к слоям ниже галоклина. В районе со средними глубинами субдоминирующее положение занимал *Centropages hamatus*. Доля его численности в составе копепод не превышала 19,2%. Значение солоноватоводного вида *Eurytemora hirundoides* было невысоким. Характерно, что в условиях теплого лета 2013 г. в пробах не был обнаружен морской галофильный вид *Oithona similis*, массово встречающийся в открытой Балтике, который ранее в незначительном числе находился в глубоких водах исследуемого района.

Ветвистоусые рачки ***Cladocera*** были отмечены на всех станциях района. В сумме кладоцеры составляли не более 6,2% от общей численности зоопланктона. В прибрежных водах доля биомассы кладоцер повышалась – до половины биомассы всего сообщества за счет развития здесь крупного вида-вселенца *Cercopagis pengoi*.

Летом 2013 г. в планктоне сравнительно многочисленными были науплии и циприсы усоногих рачков-обрастателей *Cirripedia*. На западном мелководном участке района численность молоди *Cirripedia* была максимальной и составляла 39,8 тыс. экз./м^3. Мористее плотность личинок *Cirripedia* уменьшалась до 6 экз./м^3. Распространение *Cirripedia* не ограничивалось прибрежным мелководным районом – в районе нефтепровода (ст. 18) было отмечено повышение численности планктонных личинок *Cirripedia*, в частности их крупноразмерных старших науплиальных стадий и циприсов (рис. 3.66). Такое локальное увеличе-

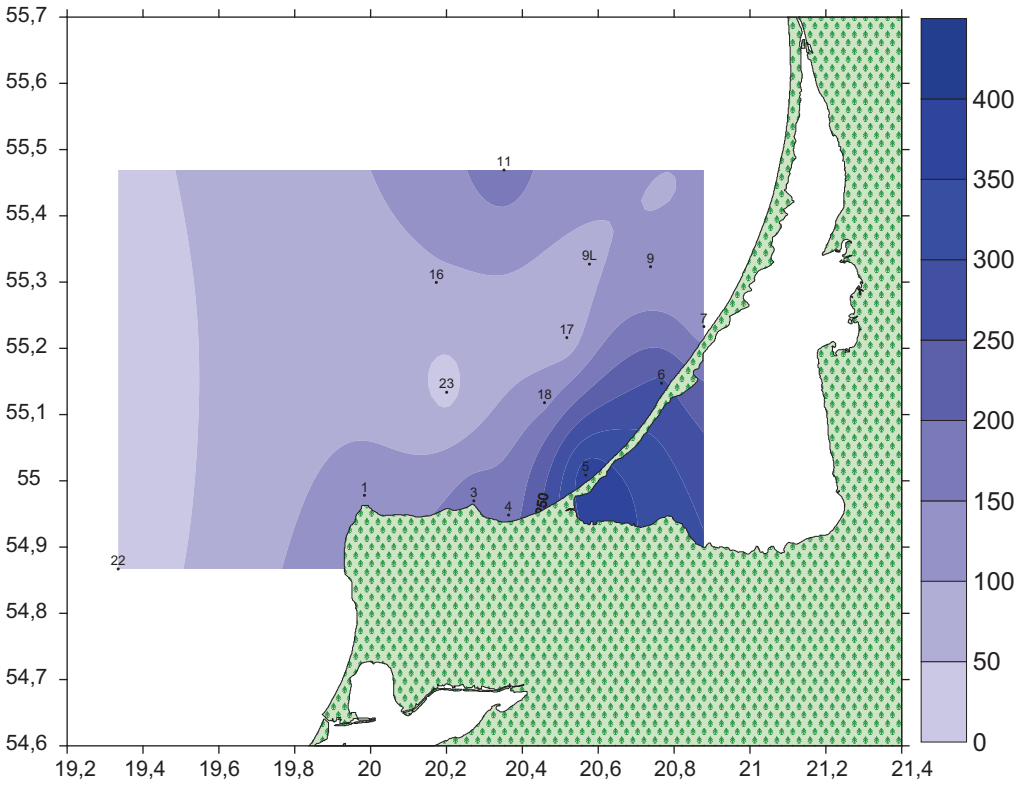


Рис. 3.67. Численность зоопланктона (тыс. экз./м^3) в водах юго-восточной части Балтийского моря в июле 2013 г.

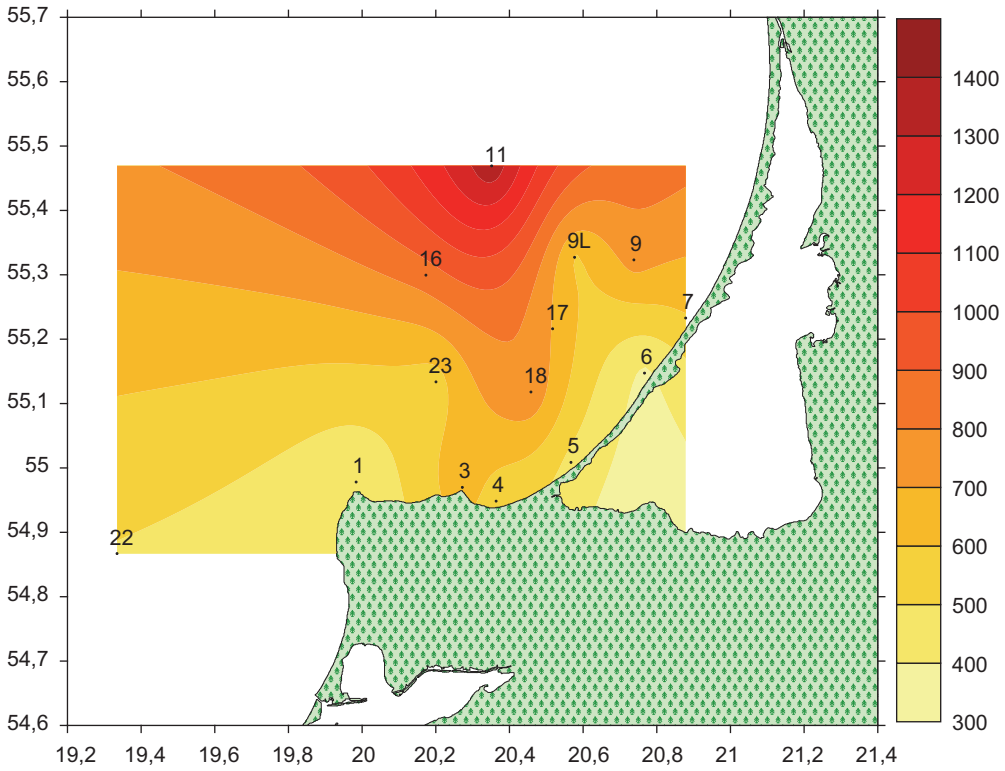


Рис. 3.68. Биомасса зоопланктона (мг/м^3) в водах юго-восточной части Балтийского моря в июле 2013 г.

ние концентрации молоди *Cirripedia* отмечалось также в 2007–2012 гг., что может свидетельствовать о некотором «островном эффекте» нефтяной платформы и нефтепровода.

Другие представители мероплактона – личинки двустворчатых моллюсков ***(Bivalvia)*** в составе зоопланктона составляли не более 1% от общей численности и 0,4% от суммарной би-

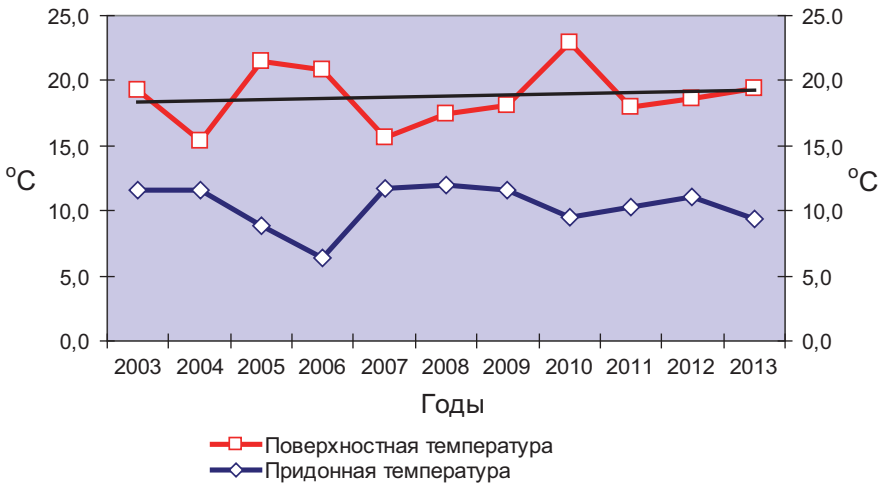


Рис. 3.69. Температурные условия в районе мониторинга в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2013 гг.

омассы зоопланктона. Максимальные значения плотности и биомассы молоди бивальвий были определены в прибрежных водах Куршской косы у литовской границы, самые низкие – в глубоководной области. В мелководном районе относительно высокая численность личинок бивальвий у Куршской косы снижалась по мере продвижения к материковой части в 9 раз, биомасса – в 19 раз. Возможно, это свидетельствует о деградации донного сообщества в загрязненных прибрежных водах на участке мыс Таран – г. Зеленоградск.

Количественная характеристика состояния зоопланктона

Общая численность зоопланктона в июле 2013 г. варьировала в широких пределах от 16,9 тыс. экз./м^3 в глубоководной части района до 387,5 тыс. экз./м^3 – в прибрежной области (рис. 3.67). Биомасса зоопланктона была очень высокой и изменялась от 378,9 до 1380,7 мг/м^3 с максимумом в области со средними глубинами (рис. 3.68).

На прибрежном мелководье с глубиной около 10 м численность зоопланктона изменялась от 124,1 до 387,5 тыс. экз./м^3. В районах со средними глубинами (до 50 м) численность зоопланктона значительно колебалась в пределах от 31,7 до 183,3 тыс. экз./м^3. Количественный уровень развития зоопланктона зависел от численности мелкоразмерных коловраток и науплиев ракообразных (*Copepoda, Cirripedia*). Диапазон варьирования биомассы зоопланктона был относительно узким: на мелководье – от 378,9 до 680,3 мг/м^3; в области средних глубин – от 552 до 1380,7 мг/м^3. Повсеместно высокая биомасса зоопланктона была обусловлена присутствием крупноразмерных старших возрастных стадий веслоногих рачков *Copepoda* и развитием в летнем планктоне крупного ветвистоусого рачка-вселенца *Cercopagis pengoi*. В отдельных случаях зоопланктон формировал значительные скопления на поверхностных горизонтах 0 и 10 м, где его численность достигала 488,5 тыс. экз./м^3, а биомасса – 3415,0 мг/м^3.

Изменчивость зоопланктона в июле 2003–2013 гг.

Развитие планктонных сообществ Балтийского моря находится под влиянием как климатических факторов – температуры и солёности, так и антропогенных – эвтрофикации, химического загрязнения, интродукции чужеродных видов и рыболовства.

В районе наших исследований в юго-восточной Балтике в июле 2003-2013 гг. диапазон изменений температуры поверхностного слоя на отдельных станциях составлял от 14,6 до 25,7 °С. Динамика средних значений представлена на рис. 3.69. Наиболее теплыми были 2003, 2005, 2006, 2010 и 2013 гг., самыми холодными – 2004 и 2007 гг. Положительный тренд увеличения поверхностной температуры в 2003–2013 гг. составил около 0,1 °С.

Уровни солёности поверхностного слоя на отдельных станциях варьировали от 6,3 до 8,2 °/₀₀, придонного – от 7,5 до 8,0°/₀₀. Колебания средних значений представлены на рис. 3.70. Тренд уменьшения солёности в исследуемом районе в 2003–2013 гг. составил около 0,4°/₀₀ как в поверхностном, так и в придонном слое. Самое значительное опреснение относилось к 2010 г., вероятно из-за катастрофического весеннего наводнения в районе р. Вислы.

Общая численность зоопланктона в июле 2003–2013 гг. варьировала в широком диапазоне от 49,7 до 689,8 тыс. экз./м^3, биомасса – от 481,8 до 1140,5 мг/м^3 (рис. 3.71). Изменения

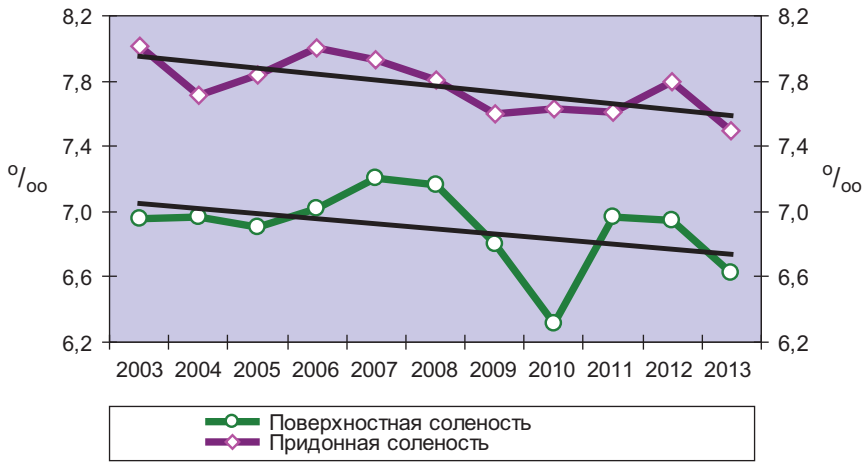


Рис. 3.70. Условия солёности в районе мониторинга в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2013 гг.

Рис. 3.71. Средняя численность и биомасса зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2013 гг.

численности зоопланктона положительно коррелировали с изменениями поверхностной температуры (рис. 3.72). В то же время, максимальная численность зоопланктона была определена для сезона наибольшего опреснения.

Колебания температуры и солёности контролировали не только численность зоопланктона, но и его структуру. Мелкоразмерные коловратки с коротким циклом развития больше всех остальных групп зоопланктона подвержены влиянию меняющихся условий среды. Средняя численность коловраток в районе мониторинга в июле 2003–2013 гг. колебалась в широких пределах от 7,3 до 504,6 тыс. экз./м^3, положительно коррелировала с поверхностной температурой и обратно зависела от условий солёности (рис. 3.73, 3.74). Поскольку коловратки составляли основную часть зоопланктона, характер колебания их численности соответствовал характеру варьирования общей численности зоопланктона. Тенденция увеличения доли коловраток в летнем зоопланктоне Балтийского моря в целом, наметившаяся в середине 1990-х гг., связана с

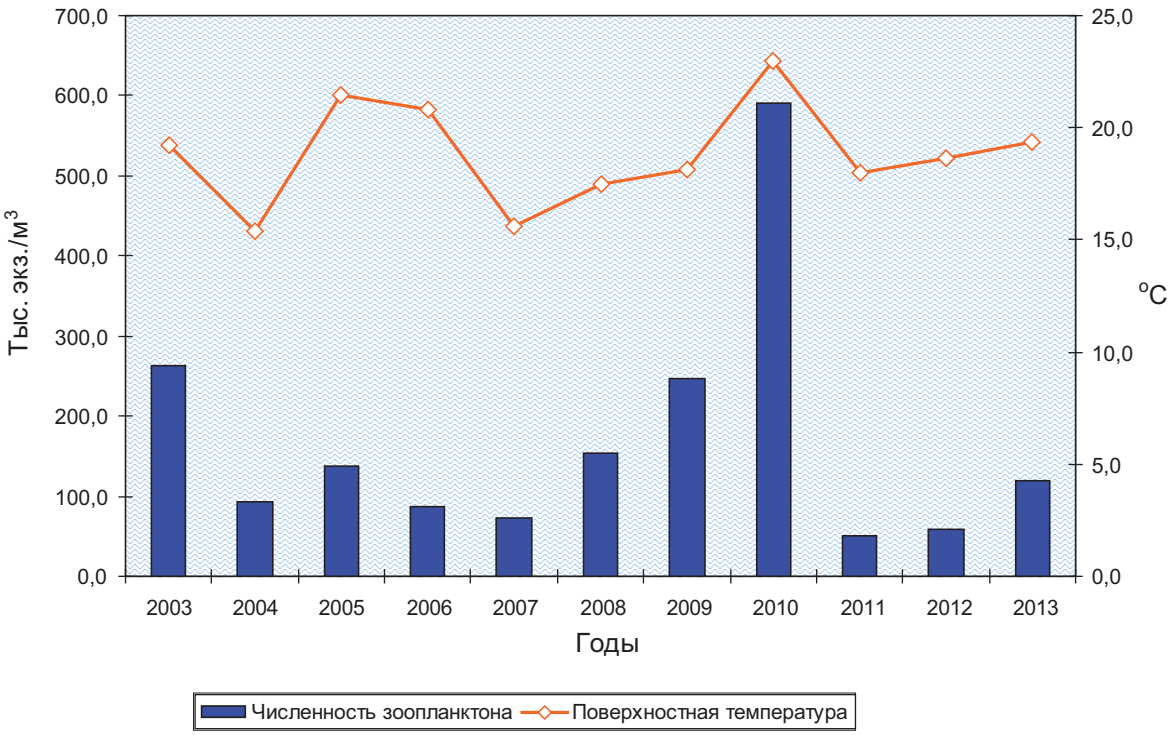


Рис. 3.72. Средняя численность зоопланктона и средняя поверхностная температура в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2013 гг.

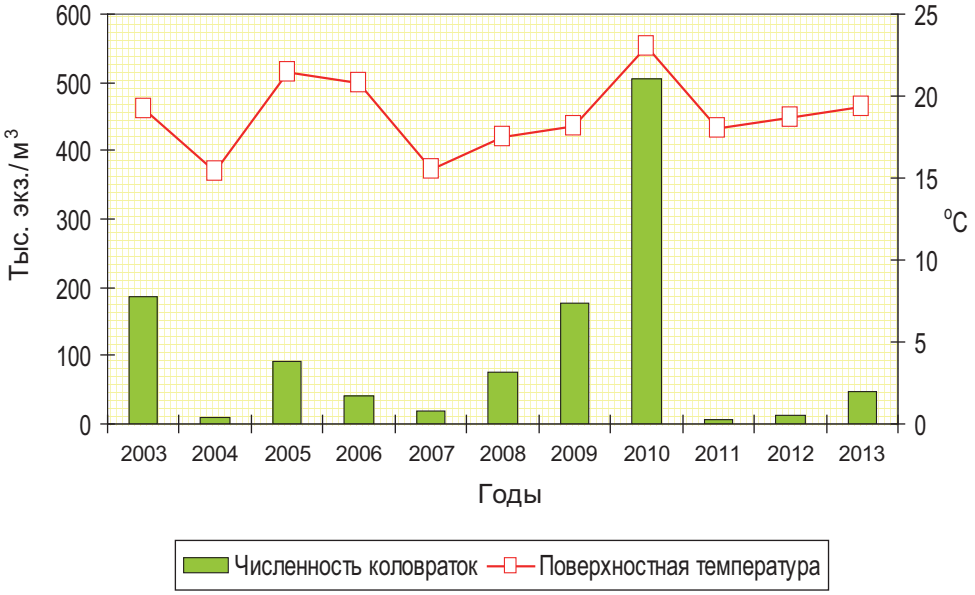


Рис. 3.73. Средняя численность коловраток и средняя поверхностная температура в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2013 гг.

мягкими погодными условиями и с эвтрофированием, индикатором которого являются коловратки.

Одним из аспектов изменчивости зоопланктона в водах Балтийского моря в связи с климатическими флуктуациями и антропогенной нагрузкой является **вселение и утверждение новых видов**. В настоящее время в водах юго-восточной Балтики постоянными компонентами зоопланктона становятся чужеродные виды *Cercopagis pengoi, Evadne anonyx* (оба *Cladocera)* и гребневик *Mnemiopsis leidyi.*

По нашим данным, в период с 2003 по 2013 гг. крупный хищный вселенец *C.pengoi* встречался только в условиях теплого лета и не был найден в холодном июле 2004 г. (рис. 3.75). *C.pengoi* обнаруживался в диапазоне температур от 13,5 до 25,7 °С и солёности 6,6–7,6°/$_{oo}$ с максимумом при температуре 16,3–19,7°С и солёности 6,8°/$_{oo}$. Численность *C.pengoi* поло-

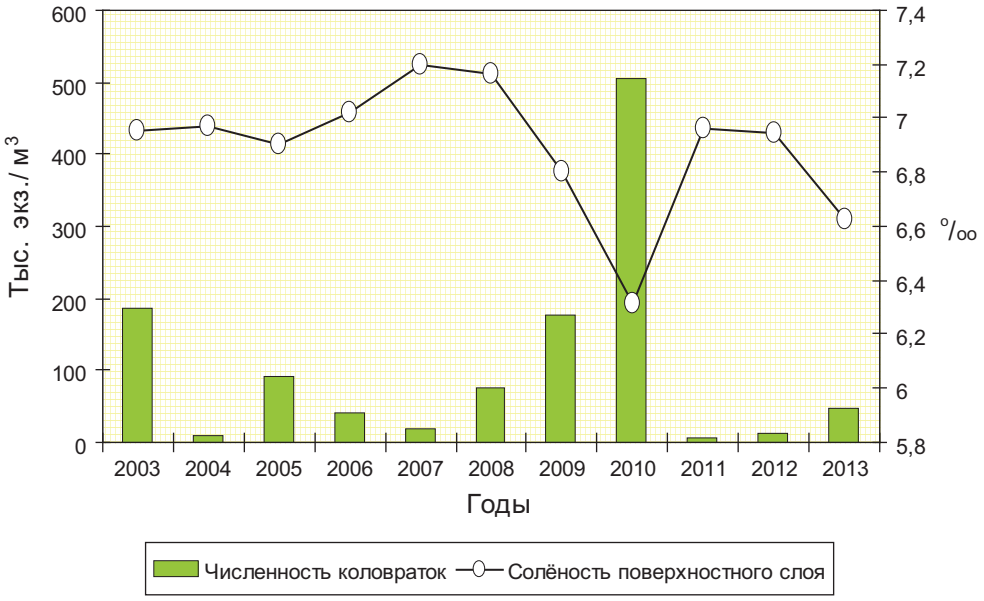


Рис. 3.74. Средняя численность коловраток и средняя поверхностная солёность в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2013 гг.

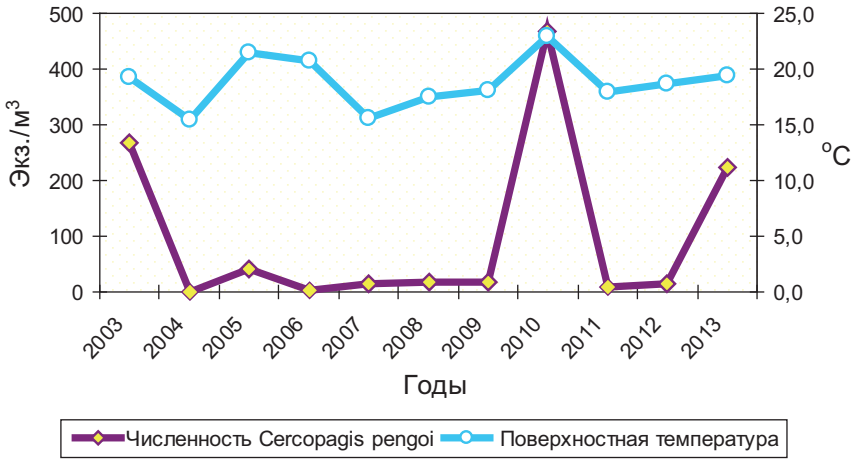


Рис. 3.75. Зависимость средней численности *Cercopagis pengoi* от поверхностной температуры в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2013 гг.

жительно коррелировала с величинами поверхностной температуры. Средняя численность *C.pengoi* была максимальной в июле 2010 г. – 467,7 экз./м^3, при этом в поверхностных водах численность *C.pengoi* достигала 4800 экз./м^3. Вспышки численности *C.pengoi* были зарегистрированы также в 2003 и 2013 гг.

Влияния *C.pengoi* на общую численность зоопланктона и численность коловраток не выявлено. При повышении температуры плотность как коловраток, так и *C.pengoi* увеличивалась. В то же время показана обратная зависимость между численностью *C.pengoi* и количеством других видов кладоцер (рис. 3.76). Коренные виды *Cladocera* теплолюбивы, обычно развиваются в прогретых водах, и их численность положительно зависит от температуры. Однако наши результаты показали обратную картину, так что, контролирующим фактором в данном случае, вероятно, выступает пресс хищника. Скорее всего, мирные кладоцеры, обладая крупными размерами и медленным характером движения, являются наиболее подходящим пищевым объектом хищного вида-вселенца. Таким образом, одним из негативных экологических эффектов вселения *C.pengoi* представляется искоренение природных видов *Cladocera*, и, как следствие, подрыв кормовой базы ихтиопланктона в условиях повышения температуры.

В июле 2008 г. в водах исследуемого района нами впервые был обнаружен понто-аралo-каспийский эндемик *Evadne anonyx (Cladocera)* Численность *E.anonyx* в водах района была очень низкой. Максимальные значения численности в период 2008–2013 гг. варьировала от 133 до 475 экз./м^3. Исключение составил случай

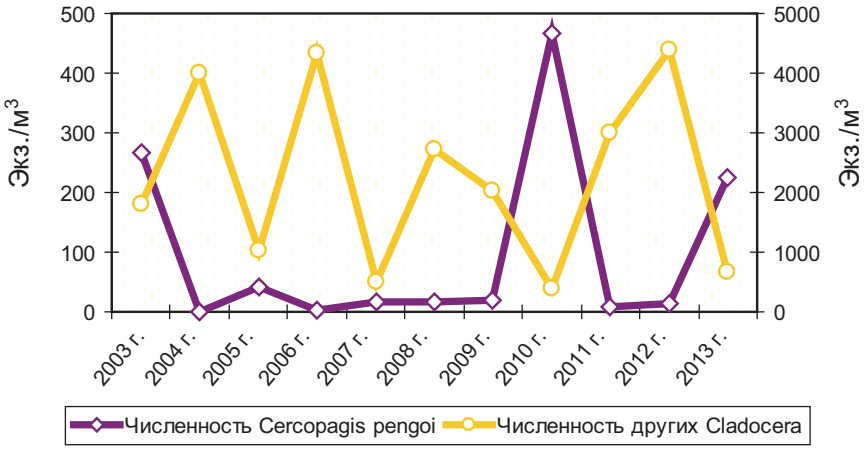


Рис. 3.76. Средняя численность *Cercopagis pengoi* и других *Cladocera* в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2013 гг.

массового развития *E.anonyx* в 2010 г., когда его численность достигала 1467 экз./м^3. В целом *E.anonyx* вместе с коренным видом *Evadne nordmanni* остаются очень малочисленными. Экологический эффект от распространения *E.anonyx* в юго-восточной Балтике в настоящее время не выражен. Поскольку плодовитость *E.anonyx* значительно выше плодовитости *E.nordmanni*, можно предположить, что численность популяции *E.anonyx*, по-видимому, в будущем увеличится.

В июле 2012 г. на глубоководных станциях 22 и 23 на горизонтах ниже пикноклина (30–108 м) нами по морфологическим признакам были определены эмбрионы вида-вселенца гребневика ***Mnemiopsis leidyi***. По нашим данным, яйца *M. leidyi* обнаруживались в этих водах и ранее – в июле 2010 и 2011 гг. Температура в местах обнаружения яиц гребневика изменялась от 2,2 до 9,3 °С, солёность – от 7,2 до 11,9°/$_{oo}$. На прибрежном мелководье и зоне 30-метровой изобаты яйца гребневика-вселенца обнаружены не были. Таким образом, местообитание ранних стадий *M. leidyi* в районе исследований было приурочено к глубоким водам с низкой температурой и высокой солёностью. Возможно, кроме абиотических факторов на пространственное распределение гребневика также влияло наличие консумента в верхнем 0–30 м слое. Численость *M. leidyi* в водах района в июле 2010–2013 гг. на отдельных горизонтах варьировала от 33 до 733 экз./м^3, биомасса – от 0,3 до 4,6 мг/м^3. В составе планктонного сообщества значение вида-вселенца было незначительным – его численность составляла не более 1,6% от общей численности, биомасса не превышала 0,6% от суммарной биомассы мезозоопланктона.

Летом 2013 г. яйца гребневика *M. leidyi*, кроме глубоководных станций, встречались на глубинах не менее 30 м на станциях 11 и 16 с глубинами 45 м. Их численность не превышала 367 экз./м^3, что вдвое ниже, чем в 2012 году. Таким образом, *M. leidyi* не получил широкого распространения в исследуемых водах.

Основными факторами, контролирующими размер популяции *M. leidyi* являются температура и наличие хищника. Вселенец из Северной Атлантики *M. leidyi* – полиморфный вид с широкой толерантностью к солёности (4–38°/$_{oo}$) и температуре (4–32 °С), что делает Балтийское море пригодным для его обитания. Для *M. leidyi* характерен широкий спектр пищевых источников, поэтому появление *M. leidyi* вызывает серьезное беспокойство за все уровни экосистемы и рыбный промысел. Хотя увеличения численности *M. leidyi* в период 2010–2013 гг. не прослеживалось, следует ожидать, что в условиях дальнейшего возможного потепления экспансия этого вида, направленная из западной и центральной Балтики, продолжится.

4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных объектов

4.1. Московский регион

Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды, осуществляемый в Московском регионе, включает:

- наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы, поверхностных вод, почв и радиоактивности на государственной наблюдательной сети;
- оценку и анализ уровней загрязнения окружающей среды и их и изменений под влиянием хозяйственной деятельности и метеорологических условий;
- прогноз уровней загрязнения окружающей среды (в том числе и радиоактивности) на базе анализа данных наблюдений (рис. 4.1, где МЭД – мощность экспозиционной дозы).

Рис. 4.1. Государственная наблюдательная сеть за загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных вод и радиационного загрязнения на территории Московского региона

4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха

На территории Московского региона в воздухе определялось содержание взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, диоксида и оксида азота, сероводорода, сероуглерода, фенола, фторида водорода, хлора, хлорида водорода, аммиака, формальдегида, бензола, ксилола, толуола, углеводородов, ацетона, метанола, хрома (У1), ртути, бенз(а)пирена, тяжелых металлов (железо, кадмий, кобальт, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк).

По данным наблюдений в 2013 году степень загрязнения атмосферного воздуха в городах Московского региона оценивается как: очень высокая – в Москве; высокая – в Клину и Серпухове; повышенная – в Воскресенске, Коломне и Мытищах; низкая – в Дзержинском, Подольске, Щелково, Электростали и Приокско-Террасном биосферном заповеднике.

Высокий и повышенный уровень загрязнение воздуха в городах главным образом определяется повышенными концентрациями бенз(а) пирена и диоксида азота, что обусловлено значительными выбросами этих веществ крупными энергетическими объектами (ТЭЦ, РТС, КТС) и автомобильным транспортом.

Средние за год концентрации вредных веществ выше 1 ПДК с.с. были зарегистрированы во всех городах региона, кроме Приокско-Террасного биосферного заповедника, в том числе концентрации бенз(а)пирена превышали 1 ПДК во всех 10 городах, где проводились наблюдения, диоксида азота – в 6 городах из 10, формальдегида – в 5 из 6, аммиака – в 2 из 2.

Существенный вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносит содержание специфических примесей: в Москве, Клину, Коломне, Мытищах, Серпухове и Подольске – 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 районы, прилегающие к промзонам. На остальной территории города отмечается высокий уровень загрязнения воздуха.

За период 2009–2013 годы степень загрязнения воздуха сохраняется очень высокой в Москве, высокой – в Серпухове, повышенной – в Воскресенске и Коломне. За последние два года степень загрязнения воздуха в городе Клин возросла до высоких значений за счет роста концентраций формальдегида. Степень загрязнения воздуха снизилась в Мытищах, Подольске, Электростали. В Дзержинском и Щелково степень загрязнения воздуха колебалась от низкой до повышенной.

Как показывают исследования, формальдегид поступает в атмосферу не только от промышленных и природных источников, но и образуется в результате химической реакции из неметановых углеводородов. Фотохимические реакции усиливаются в атмосфере при высокой интенсивности солнечной радиации в летние месяцы (рис. 4.2, 4.3).

За пятилетний период 2009–2013 гг. отмечается рост концентраций формальдегида в гг. Клин, Коломна, Москва, Серпухов, а также бензола, ксилола и толуола – во всех городах, где проводятся наблюдения за этими примесями (гг. Дзержинский, Москва, Мытищи, Подольск). За пятилетний период 2009–2013 гг. во всех городах концентрации бенз(а)пирена снизились в среднем на 20%, за десятилетний период 2004–2013 гг. – в среднем на 40%.

Случаев высоких и экстремально высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха не наблюдалось.

4.1.2. Качество поверхностных вод

Основными источниками загрязнения крупных водотоков региона остаются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые и промыш-

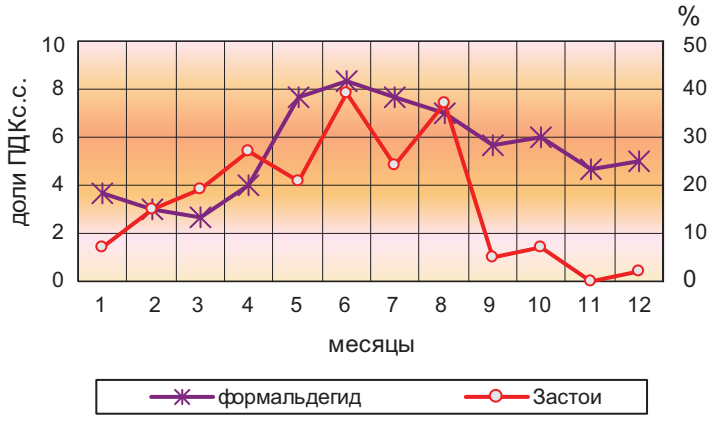


Рис. 4.2. Годовой ход концентраций формальдегида в атмосферном воздухе г. Москвы в 2013 г.

Рис. 4.3. Тенденция изменения концентраций формальдегида (мг/м^3) за 2004-2013 гг. в г. Москва

ленные сточные воды гг. Клин, Одинцово, Серпухов, Кашира, Коломны, Москва, Воскресенск, Подольск, Наро-Фоминск, Щелково, Ногинск, Орехово-Зуево и др.; а также сельскохозяйственные стоки, поступающие с полей непосредственно в реки.

Характерными загрязняющими веществами являются соединения азота и фосфора, взвешенные и органические вещества, нефтепродукты, фенолы, СПАВ, тяжелые металлы.

Температура воды в зависимости от сезона года колебалась от минимальных значений (0,0–0,2 °С) в январе-феврале в реках с наименьшей антропогенной нагрузкой (рр. Лама, Дубна, Сестра, Воря, верховье р. Москвы, Нерская, Ока, Лопасня, Нара) до максимальных (28,2 °С) в июле (р. Москва – г. Коломна, устье). Средняя величина температуры воды по региону составила 9,9 °С, что на 4,2 °С ниже, чем в 2012 г.

Реакция среды (pH) в среднем была близкая к нейтральной – 7,74 ед.pH. Наиболее кислая среда (6,01 ед.pH) была отмечена в воде р. Воймега ниже г. Рошаль Шатурского района в период дождевых паводков (сентябрь) и обусловлена прежде всего состоянием площади водосбора, наиболее щелочная (9,28 ед.pH) – в Рузском водохранилище – д. Солодово в июле.

Кислородный режим в целом на водных объектах был удовлетворительный, среднее содержание растворенного в воде кислорода составило 8,82 мг/л, процент насыщения воды кислородом в среднем равнялся 76. Однако в 2013 году в воде р. Воймега ниже г. Рошаль было отмечено 2 случая дефицита кислорода.

Среднее содержание легкоокисляемых органических веществ по $БПК_5$ в водотоках и водоемах Московской области было невысоким и составило 2,4 ПДК. Наименьшее значение (1,1 мгO_2/л) было отмечено в р. Воря выше г. Красноармейск Пушкинского района в июле 2013 года, максимальная величина (25,3 мгO_2/л) зафиксирована в воде р. Пахра ниже г. Подольска (ниже впадения руч. Черный) в марте.

Количество органических веществ по ХПК, как и по $БПК_5$, изменялось значительно – от 0,7 ПДК в р. Ока выше г. Кашира в мае до 12,0 ПДК в воде р. Воймега ниже г. Рошаль в октябре.

Степень загрязненности рек Московской области различными формами азота была разнообразной. Можно выделить группу рек (верховье р. Москвы до г. Москвы, рр. Сестра, Нерская, Ока, Москворецкие водохранилища), в воде которых содержание различных форм азота не превышало десятые доли ПДК, а нитратного азота – сотых долей ПДК. Наибольшая загрязненность нитритным и нитратным азотом в 2013 году так же, как и в 2012 году, была зафиксирована в воде реки Москва ниже г. Воскресенск. Концентрации нитритного азота в августе достигали 0,976 мг/л (48,8 ПДК), максимальная величина нитратного азота составила 17,94 мг/л (2,0 ПДК) в июле. В среднем по региону содержание нитритного азота составило 7,3 ПДК, что на 0,7 ПДК выше, чем в 2012 году; нитратного – 0,3 ПДК, что соответствует содержанию прошлых лет. Содержание аммонийного азота в среднем по региону в 2013 году продолжало увеличиваться по сравнении с 2011–2012 годами (на 3,6 ПДК по сравнению с 2012 годом) и в среднем по региону достигало 9,0 ПДК. Максимальная величина аммонийного азота зафиксирована в воде р. Клязьма ниже г. Щелково (56,8 ПДК) в июне. Содержание фосфатов по сравнению с предшествующими годами продолжало незначительно уменьшаться и составило 1,0 ПДК, однако в устье р. Закза – д. Большое Сареево Одинцовского района в ноябре содержание фосфатов достигало 8,3 ПДК.

На рис. 4.4–4.6 ярко выражено резкое увеличение в 2013 г. содержания аммонийного азота

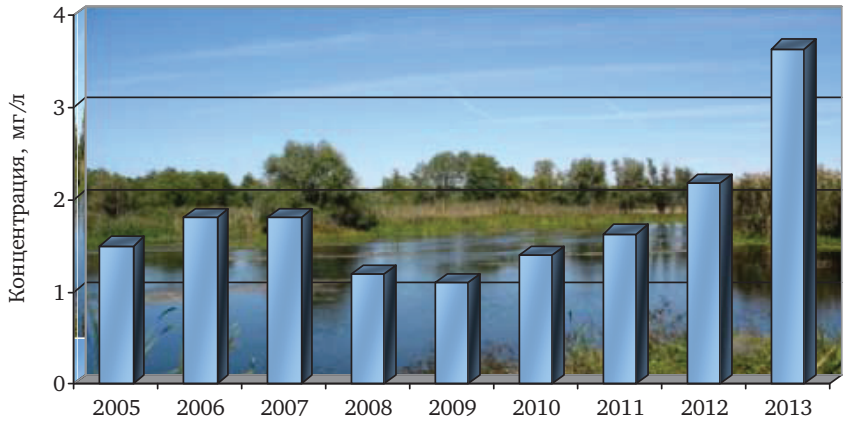


Рис. 4.4. Изменение среднегодовых концентраций аммонийного азота в целом по водным объектам Московского региона

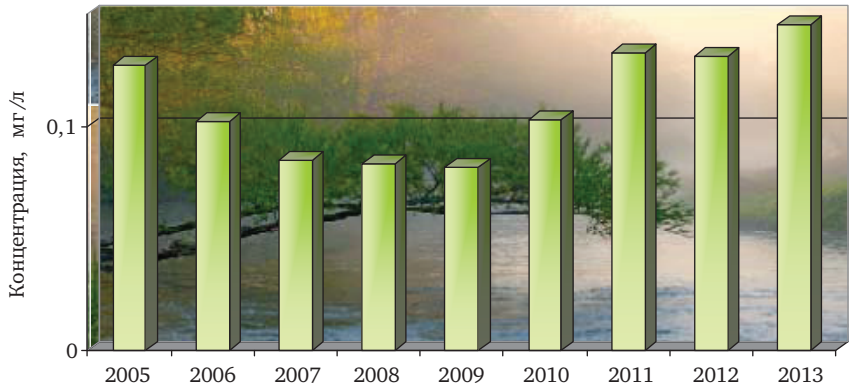


Рис. 4.5. Изменение среднегодовых концентраций нитритного азота в целом по водным объектам Московского региона

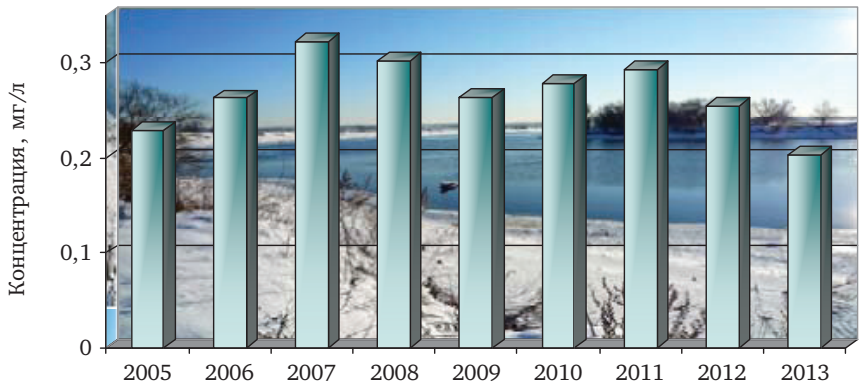


Рис. 4.6. Изменение среднегодовых концентраций фосфатов в целом по водным объектам Московского региона

по сравнению с предыдущими годами, стабильно высокое содержание нитритного азота и наметившаяся тенденция незначительного снижения содержания фосфатов.

Минерализация воды водотоков и водоемов в среднем составила 336 мг/л, что незначительно ниже (на 36 мг/л), чем в прошлом году. Наибольшая величина (842 мг/л) отмечена в марте в воде р. Яуза г. Москва (устье), наименьшая (62 мг/л) – в р. Нерская выше г. Куровское в апреле. Характер воды во всех водных объектах гидрокарбонатно-кальциевый, жесткость воды в среднем – умеренная (3,55 мг-экв/л), но ниже, чем в 2012 году на 0,75 мг-экв/л. Выщелачивающей агрессией вода не обладает. Содержание хлоридов и сульфатов в воде всех водных объектов не превышало 1,4 ПДК и в среднем составило 31,7 мг/л и 27,9 мг/л соответственно, что незначительно ниже, чем в 2012 году. Наибольшая концентрация сульфатов (104,2 мг/л) была

зафиксирована в р. Кунья ниже г. Краснозаводск Сергиево-Посадского района в июле, хлоридов (340,1 мг/л) – в р. Яуза – г. Москва (устье) в апреле. Минимальным (1,7 мг/л) содержание хлоридов было в р. Москва – д. Барсуки Можайского района в апреле.

Загрязненность водных объектов тяжелыми металлами была в среднем несущественной. Осредненные концентрации хрома шестивалентного, свинца, никеля и цинка были невысокими и составили 0,02; 0,3; 1,0; 1,3 ПДК соответственно. Величины меди были значительно выше и в среднем составили 6,0 ПДК, что на 1,0 ПДК меньше, чем в 2012 году. Наибольшие концентрации меди (17,0 ПДК) наблюдали в воде р. Клязьма ниже г. Лосино-Петровский Щелковского района в январе. Средние величины растворенного железа составили 3,7 ПДК, что выше на 1,6 ПДК, чем в предшествующем году. Кроме того, в воде р. Воймега ниже г. Рошаль величины железа в октябре достигали 49,4 ПДК, что обусловлено природным фактором формирования стока.

Среднее содержание фенолов составило 4,0 ПДК (0,004 мг/л), но в январе в р. Пахра ниже г. Подольск (ниже впадения р. Рожая) достигало 17,0 ПДК. Концентрации нефтепродуктов в среднем были невысокими и составили 1,6 ПДК и лишь в устье р. Пахра – д. Нижнее Мячково Раменского района в апреле достигали 23,2 ПДК.

Величины СПАВ в среднем не превышали 0,4 ПДК (0,034 мг/л), что на 0,2 ПДК ниже, чем в 2012 году. Максимальная величина СПАВ (4,93 ПДК) зафиксирована в воде р. Воймега ниже г. Рошаль.

Содержание формальдегида во всех водных объектах было на порядок ниже ПДК и лишь в апреле в устье р. Яуза (г. Москва) достигало 1,3 ПДК.

Качество воды большинства водных объектов Московской области характеризовалось четвертым классом (*грязные воды*): Иваньковское, Истринское, Рузское, Можайское и Озернинское водохранилища, реки Лама, Дубна, Сестра, Кунья, Ока (от г. Серпухов до г. Коломна), Протва, Нара, Лопасня, Осетр, Москва (д. Барсуки, г. Москва – Бабьегородская плотина, выше д. Нижнее Мячково, выше г. Воскресенск), Истра, Медвенка, Нерская, Клязьма (выше г. Щелково), Пахра (выше г. Подольск), Воря, Воймега.

К классификации *очень грязные воды* относятся участки рек: Москва (ниже д. Нижнее Мячково, ниже г. Воскресенск, Коломна), Закза, Пахра (от г. Подольска до устья), Клязьма (от г. Павловский Посад до г. Орехово-Зуево), р. Воймега ниже г. Рошаль, р. Нерская ниже г. Куровское.

Пятым классом качества (экстремально грязные воды) характеризовалось качество воды р. Рожая (устье), р. Клязьма от г. Щелково до г. Лосино-Петровский.

По сравнению с 2012 годом в 2013 году отмечено улучшение качества воды водных объектов в следующих створах: р. Москва от д. Барсуки до г. Москва (п. Ильинское), р. Ока от г. Серпухов до г. Кашира с переходом из класса очень грязные воды в класс грязные. В целом гидрохими-

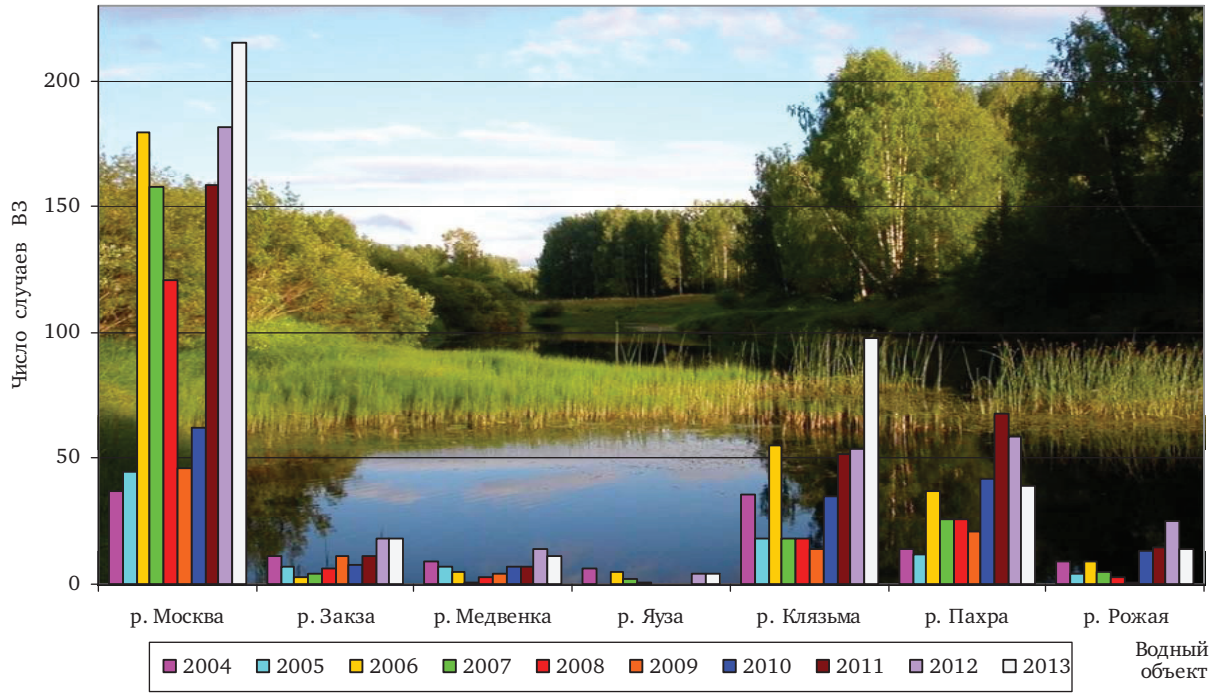


Рис. 4.7. Распределение случаев высокого загрязнения по водотокам Московского региона в 2004–2013 гг.

ческая ситуация на водных объектах Московского региона остается достаточно стабильной. Осредненные концентрации большинства основных загрязняющих веществ сохраняются на уровне прошлого года, за исключением сохраняющегося заметного роста концентраций форм азота.

В 2013 году на водных объектах Московского региона зафиксировано 427 случаев высокого загрязнения (ВЗ), что на 61 случай больше, чем в 2012 году и на 104 случая больше, чем в 2011 году. Кроме того в воде р. Клязьмы в створах ниже г. Щелково и ниже г. Лосино-Петровский отмечены 2 случая экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) аммонийным азотом (56,8 и 52,2 ПДК соответственно). Из общего числа ВЗ[1] отмечено: 1 случай органическими веществами по ХПК в р. Воймега; 2 случая дефицита кислорода в р. Воймега; 7 случаев железом в рр. Воймега, Нерская, 35 случаев легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$) в рр. Москва, Пахра, Клязьма, Ока, Воймега; 202 случая аммонийным азотом в рр. Москва, Пахра, Рожая, Клязьма; 180 случаев нитритным азотом в рр. Москва, Пахра, Закза, Медвенка, Клязьма, Ока, Лопасня, Яуза.

На рис. 4.7–4.8 представлены диаграммы распределения количества случаев ВЗ по водотокам Московской области, где четко заметно лидерство р. Москвы (215 случаев), после которой следуют рр. Клязьма (59 случаев) и Пахра (39 случая). Кроме того, следует отметить, что если с 2006 по 2009 годы наблюдалась тенденция снижения, как общего количества случаев ВЗ, так и по отдельно взятым водным объектам, то в 2010–2013 гг. отмечен рост случаев ВЗ, как в целом по Московской области (в 1,2 раза), так и отдельно по рр. Москва, Клязьма.

4.1.3. Характеристика радиационной обстановки

В 2013 году радиационная обстановка в Московском регионе была стабильная и соответствовала радиационному фону региона. Максимальные значения суммарной бета-активности аэрозолей в атмосферном воздухе в 2013 году наблюдались 11 октября и 6 ноября, и были ниже уровней ВЗ. Среднее значение суммарной бета активности аэрозолей составляло $10{,}5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3.

В среднем за сутки на территории Москвы и Московской области в 2013 году зарегистрировано 1,06 Бк/м^2 радиоактивных выпадений с твердыми и жидкими осадками. Наибольшее значение 7,6 Бк/м^2 наблюдалось 21 января на метеостанции (М) Москва, ВДНХ. В целом величины радиоактивности выпадений (рис. 4.10) сопоставимы с порогом чувствительности радиометров, то есть отсутствуют выпадения сверх естественных величин. Повышенная радиоактивность в единичные дни связана с естественными изотопами.

1. ВЗ – расчетный уровень высокого загрязнения

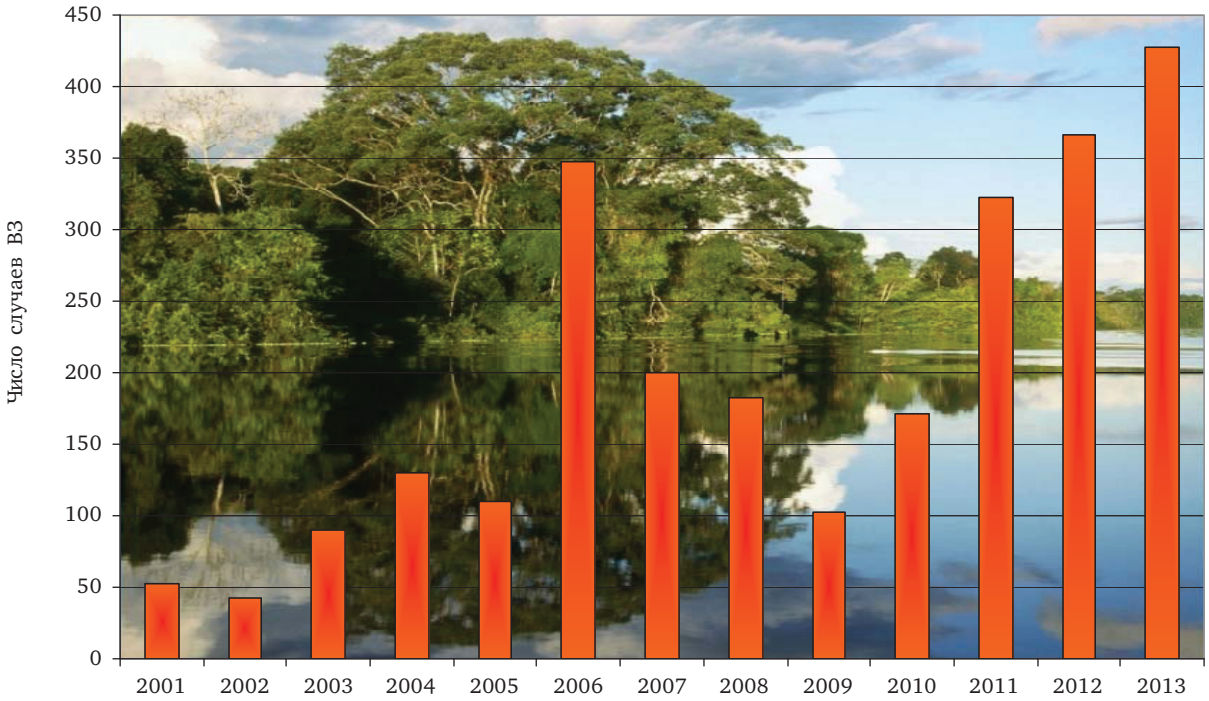


Рис. 4.8. Изменение количества случаев высокого загрязнения водотоков Московского региона в 2001–2013 гг.

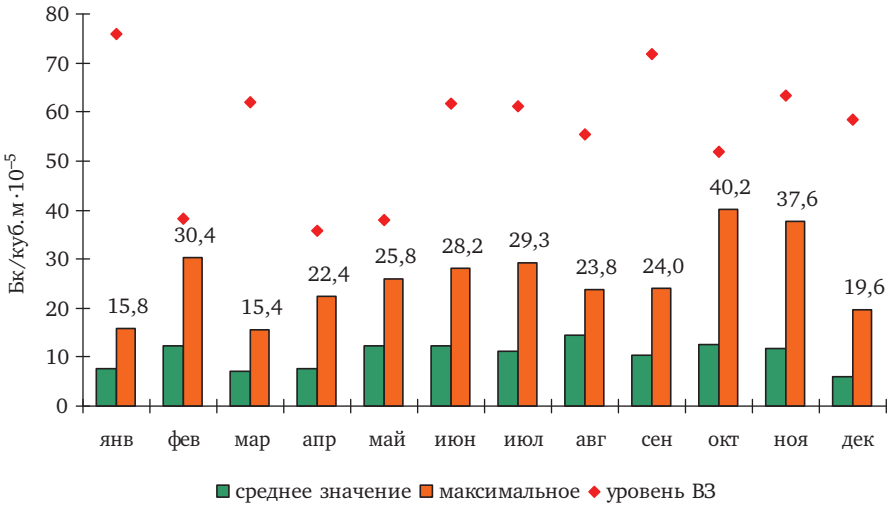


Рис. 4.9. Изменение суммарной бета-активности аэрозолей воздуха в 2013 г.

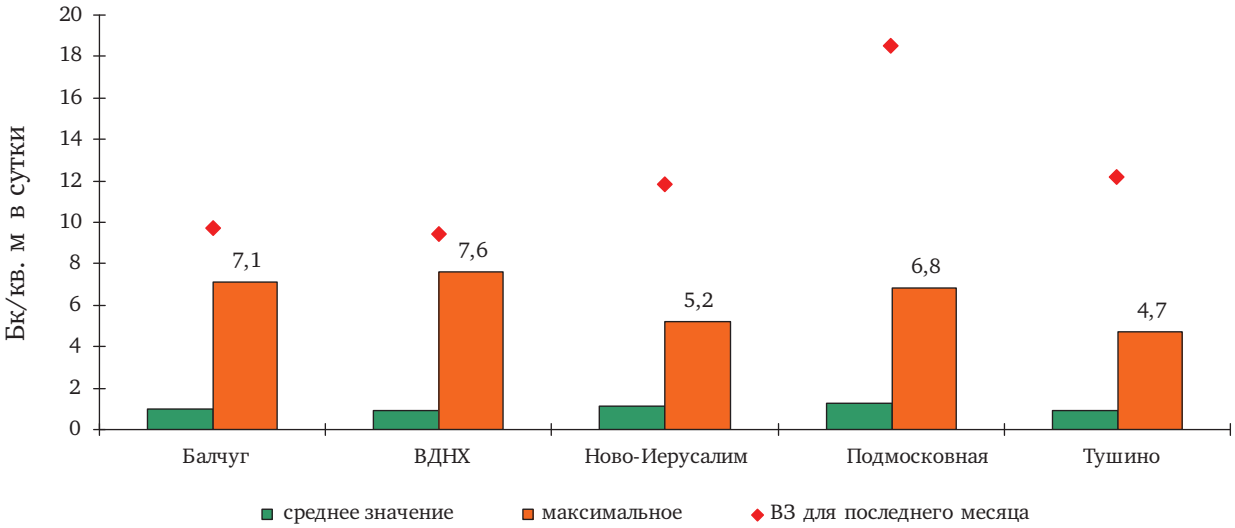


Рис. 4.10. Радиоактивные выпадения (планшет) на станциях Московского региона в 2013 г.

Колебания значений МЭД (рис. 4.11) находятся в пределах нормального разброса показаний. Наибольшее значение 0,20 мкЗв/час было однократно зафиксировано на М. Кашира 6 сентября. В среднем радиационный фон по области составляет 0,112 мкЗв/час, а в Москве – 0,127 мкЗв/час.

4.1.4. Влияние автомобильных выбросов в районе метромоста (г. Москва, Воробьевы горы) на лихенобиоту

Лишайники обладают высокой чувствительностью к городской и промышленной среде и в то же время способны выдерживать суровые условия существования. Корреляция между сокращением числа видов лишайников и усилением атмосферного загрязнения не является чем-то новым. Практическое отсутствие лишайников в загрязненных районах отмечено многими исследователями. Лишайники, особенно эпифитные, являются ценными био-индикаторами атмосферного загрязнения, и их использование может дать быстрый, простой и дешевый доступ к информации, характеризующей степень загрязнения атмосферы, особенно в городских и промышленных условиях. Для изучения распространения эмиссий автотранспорта мы выбрали один из наиболее чувствительных к загрязнению биологических тест-объектов – лишайники.

Проводить трансектные исследования в урбанизированных районах часто бывает довольно сложно. Это связано с множественностью источников загрязнения, влияния которых при закладке трансекты могут накладываться на изучаемый тренд поллютантов. Удобных участков для биоиндикационных трансект в таких условиях мало. Один из таких участков – набережная р. Москвы, перпендикулярный Лужнецкому мо-

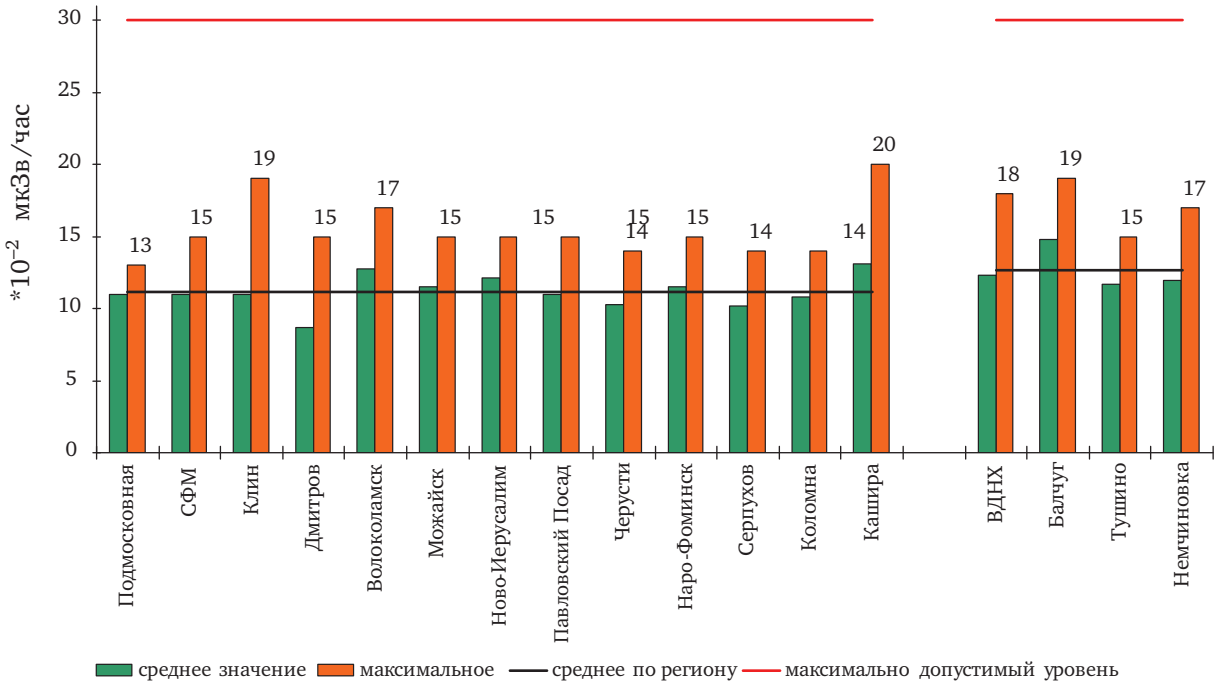


Рис. 4.11. Мощность экспозиционной дозы (МЭД) на станциях Московского региона в 2013 г.

сту, где высажены одновозрастные липы. Район общих лихенологических исследований включает участок, ограниченный Воробьевской набережной на севере, ул. Косыгина на юге, Лужнецким мостом на востоке, трамплином на западе, а также участок Лужнецкая набережная – Лужнецкий мост – Большая спортивная арена.

В процессе работы был собран видовой состав с основных лесообразующих древесных пород: липы, дуба, вяза, ясеня, клена ясенелистного и клена остролистного, березы. Высота сбора: от комля до 2-2,5 м. Определен видовой состав и количественные характеристики (с использованием комбинированной шкалы покрытия-встречаемости) эпифитной лихенобиоты. Проведена лихенометрическая съемка с использованием индекса чистоты атмосферы на трансекте, перпендикулярной Лужнецкому метромосту по предполагаемому градиенту загрязнения со следующих растений-форофитов: липы, дуба, вяза.

Для изучения воздействия загрязнения на лишайники применяются различные количественные методы учета.

Обычно определяется число видов лишайников, имеющихся на определенном виде субстрата или частота появления видов в сообществе, или % занимаемой площади (покрытие). Для обеспечения достоверности сравнения должны делаться только между одинаковыми видами, растущими на одинаковом субстрате и с одинаковой ориентацией.

Для настоящего исследования нами были использованы различные методы изучения лихенофлоры:

• Изучение видового состава лишайников в зоне Всепогодной горнолыжной трассы.

• Количественные исследования по системе поперечных трансект на различном удалении от Лужнецкого метромоста с использованием комбинированной шкалы покрытия-встречаемости.

• Микроскопическое исследование образцов лишайников, собранных в исследуемом районе.

Количественные исследования на поперечных трансектах проводились с использованием 5-балльной шкалы покрытия-встречаемости:

1 – вид встречается очень редко и с очень низким покрытием,

2 – редко или с низким покрытием,

3 – редко или со средним покрытием на некоторых стволах,

4 – часто или с высоким покрытием на некоторых стволах,

5 – очень часто и с очень высоким покрытием на большинстве стволов.

В 20–30 м от метромоста на дубах, вязах на высоте от комля до 2,5 м развиваются отдельные талломы *Physcia stellaris* (среднее значение индекса частоты-встречаемости: 0,6–0,7) и *Phaeophyscia orbicularis* (среднее значение индекса частоты-встречаемости: 0,3–0,5). На ветвях дуба найдены единичные талломы *Xanthoria parietina*. На липах отмечены талломы *Phaeophyscia orbicularis* (среднее значение индекса частоты-встречаемости: 1) и *Physcia stellaris* (среднее значение индекса частоты-встречаемости: 0,25).

В 40–50 м от метромоста на вязе отмечены:

Physcia stellaris (1), *Phaeophyscia orbicularis* (2,7), *Xanthoria parietina* (0,3), *Candelariella vitellina* (0,3). В скобках указаны средние значения индекса частоты-встречаемости. На березах лишайники не обнаружены. На липах отмечены *Physcia stellaris* (1) и *Phaeophyscia orbicularis* (1,2). Талломы *Xanthoria parietina* слабо развиты, без плодовых тел. Талломы *Physcia stellaris*, как правило, также стерильные, без апотециев. На стволах развиты эпифитные водоросли. На корнях старой липы обильна *Phaeophyscia orbicularis*, с хорошо развитыми соралями.

В 100 м от метромоста на липах отмечены *Xanthoria parietina* (0,6), *Physcia stellaris* (1,2), *Phaeophyscia orbicularis* (1,6), *Phaeophyscia nigricans* (0,2), *Parmelia sulcata* (0,4). На вязе отмечены: *Physcia stellaris* (1), *Phaeophyscia orbicularis* (2). На отдельных старых липах развиваются крупные (до 12 см в диаметра) талломы *Parmelia sulcata*, среди которых встречаются талломы с некротическими поражениями.

В 200 м от метромоста в глубине лесного массива освещенность понижена, широколиственный лес часто сильно заросший, деревья образуют густую крону и даже на старых деревьях лишайников мало, которые предпочитают развиваться вблизи тропинок, на деревьях возле водоемов. Некоторые деревья засохшие и поражены грибами.

Вблизи лыжного трамплина на старых дубах отмечены: *Phaeophyscia orbicularis, Phaeophyscia nigricans, Parmelia sulcata, Xanthoria parietina, Physcia stellaris*, на комле в трещинах коры изредка произрастает *Lepraria incana*. На ветвях дубов отмечены хорошо развитые, с плодовыми телами образцы *Physcia stellaris*, а также редкие талломы *Melanelia exasperata* и *Rinodina pyrina*.

На коре берез, растущих на склоне отмечены: *Phaeophyscia orbicularis, Phaeophyscia nigricans, Parmelia sulcata, Physcia stellaris, Physcia adscendens, Opegrapha rufescens, Xanthoria parietina*, *Candelariella xanthostigma, Candelariella vitellina*. Наиболее интересны находки *Cladonia fimbriata* и *Calicium abietinum*.

Наиболее богатая лихенофлора развивается на липах, растущих вдоль реки. Они находятся в условиях, микроклиматически максимально благоприятных для лишайников: хорошая освещенность и повышенная влажность. Посадки одновозрастных лип образует практически идеальный ряд для трансектного обследования.

На липах отмечены: *Caloplaca holocarpa, Candelariella aurella, Candelariella vitellina, Candelariella xanthostigma, Phaeophyscia orbicularis, Phaeophyscia nigricans, Physcia adscendens, Physcia stellaris, Parmelia sulcata, Lecanora hagenii, Hypogymnia physodes, Xanthoria parietina, Xanthoria polycarpa*.

У образцов *Parmelia sulcata*, собранных вблизи дороги проводилось микроскопическое исследование поврежденных участков талломов.

Так на поверхности некоторых слоевищ этого вида отмечены некротические коричневатые и желтоватые пятна. Появление на поверхности таллома желтоватых, розоватых и коричневатых пятен – одна из реакций лишайников на загрязнению. Особенно много таких пятен на молодых, растущих участках лопастей лишайника. Микроскопия выявляет подавление процесса деления водорослевых клеток. Окраска водорослевых клеток в участках с некрозами бледно-желтая, часто водоросли совсем отсутствуют. Размеры водорослевых клеток в некротических участках меньше, чем в неповрежденных местах. Перед исчезновением водорослей происходит плазмолиз клеток.

Все повреждения талломов *Parmelia sulcata*, растущих вблизи автострады, вызваны отрицательным воздействием элементов, содержащихся в выхлопных газах автомашин и пыли, поднимаемой в воздух при движении автомобильного транспорта.

Эпилитная лихенофлора представлена накипным видом *Lecanora dispersa*, произрастающей на известняковом субстрате, включая бордюры дорог и парапет набережной.

На участке Лужнецкая набережная – Лужнецкий мост – Большая спортивная арена флора лишайников несколько беднее. В глубине парковых массивов на липах обычна *Phaeophyscia orbicularis*, особенно обильная на отдельных старых деревьях.

На липах отмечены *Phaeophyscia orbicularis, Physcia stellaris*. На липах возле реки: *Phaeophyscia orbicularis, Ph. nigricans, Physcia stellaris, Physcia adscendens, Physconia distorta* (единично), *Xanthoria parietina, Parmelia sulcata* (редко). На березах: *Physcia stellaris* (единично).

Для определения общего состояния флоры лишайников мы использовали суммарный показатель покрытия-встречаемости, вычисляемый как сумма показателей покрытия-встречаемости отдельных видов. Такой суммарный показатель аналогичен индексу чистоты атмосферы, используемому при картировании зон загрязнения.

Суммарное значение индекса покрытия-встречаемости на липах варьирует от 12–15 (в районе лыжного трамплина) до 7–8 вблизи метромоста (рис. 4.12).

Несмотря на интенсивное автомобильное движение по метромосту, эпифитные лишайники на дубах, липах, вязах развиваются уже в 20 м от моста. Это можно объяснить тем, что автомобильная трасса расположена достаточ-

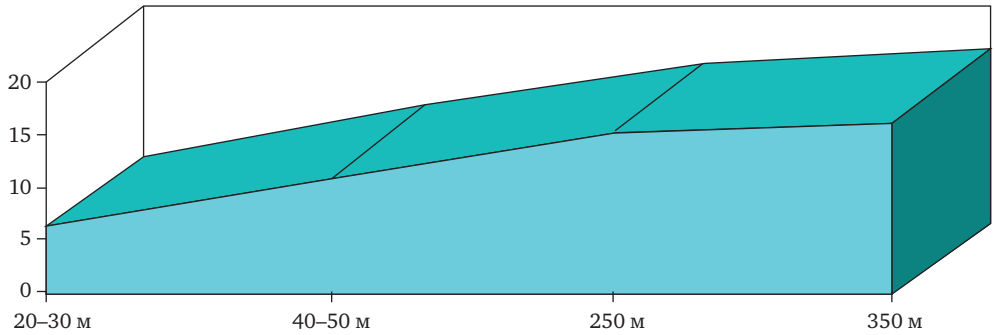


Рис. 4.12. Изменение суммарного показателя покрытия-встречаемости лишайников на липах при удалении от метромоста (Воробьевская набережная)

но высоко над поверхностью земли и при этом возникает эффект рассеивания поллютантов, схожий с выбросами загрязняющих веществ из высоких труб, когда вблизи источника загрязнения концентрация поллютантов оказывается гораздо меньше, чем было бы, если бы источник загрязнения располагался на уровне земли.

В целом оценку влияния автомобильных выбросов по лихенологическим показателям в районе метромоста можно оценивать как умеренно загрязненное.

4.2. Состояние озера Байкал

4.2.1. Поступление химических веществ из атмосферы

Контроль осуществлялся на пяти станциях: Байкальск, Хамар-Дабан (южная часть побережья озера), Исток Ангары, Большое Голоустное (западное побережье южного Байкала), Хужир (о-в Ольхон, средний Байкал).

В 2013 г. величины поступлений из атмосферы суммы минеральных, органических (ОВ) и трудно-растворимых веществ (ТРВ) составляли: Байкальск – 52,2, Хамар-Дабан – 34,0, Исток Ангары – 48,0, Большое Голоустное – 51,0, Хужир – 20,2 тонн на км^2. На четырех станциях, кроме ст. Хамар-Дабан, в общей сумме преобладали ТРВ – от 55 до 63%, на ст. Хамар-Дабан сумма минеральных веществ достигала 72%.

В сравнении с максимальными величинами, наблюдавшимися в период с 2008 г. по 2012 г., сильно – на 30–40%, возросли показатели поступления на ст. Большое Голоустное соединений минерального азота, органических веществ, на 10% ТРВ и общей суммы. На такую же величину (10%) увеличилось поступление минеральных веществ на ст. Исток Ангары.

Существенное снижение в сравнении с минимальными показателями 2008–2012 гг. произошло на ст. Хамар-Дабан по ОВ и ТРВ, соответственно, на 30% и 24%. В меньшей мере, на 10%, снизился показатель поступления контролируемых веществ на ст. Байкальск.

В целом, ухудшение состояния атмосферы по обобщенному показателю поступления из нее различных веществ в 2013 г. больше всего проявилось на станциях Большое Голоустное и Исток Ангары.

4.2.2. Гидрохимические наблюдения за качеством воды озера Байкал

В 2013 году гидрохимические съемки поверхностных вод озера Байкал проводились ФГБУ Байкальский ЦГМС Росгидромета в летне-осенний период на акваториях районов, прилегающих к БЦБК, Истоку Ангары, трассе БАМ и по Продольному разрезу озера. В районе БЦБК в 100 м от сброса сточных вод Байкальского комбината и коммунальных стоков г. Байкальска отбор проб на химический анализ выполнялся по всему сечению контрольного створа периодически в течение года с января по сентябрь включительно.

В контрольном 100-метровом створе в 2013 году проведено семь съёмок на пяти вертикалях с отбором проб воды через 10 м по глубине. Данные о нарушении качества воды озера Байкал в районе глубинного выпуска сточных вод БЦБК в 2013 году в сравнении с прошедшим пятилетнем периодом с 2008 – по 2012 гг. приведены в табл. 4.1.

За период 2008–2012 гг. повышенное содержание загрязняющих веществ в воде контрольного створа озера Байкал, по среднегодовым и максимально разовым показателям, наблюдаются в основном в 2010, 2011 и 2012 годах: фенолы летучие от 2 до 5 ПДК; взвешенные

Таблица 4.1. Сведения о нарушениях качества воды озера Байкал в 100-метровом контрольном створе в период 2008–2013 гг.

Годы	pH (6,5–8,5 единиц)		Сумма минеральных соединений (117 мг/л)		Сульфаты (10 мг/л)		Хлориды (2 мг/л)		Взвешенные вещества (1,1 мг/л)		Летучие фенолы (0,001 мг/л)	
	Сред. знач.	Max. знач.	Сред. знач.	Max. знач.	Сред. знач.	Max. знач.	Сред. знач.	Max. знач.	Сред. знач.	Max. знач.	Сред. знач.	Max. знач.
2008–2012	7,9	8,4	102,2	115,8	7,85	**14,2**	1,84	**4,56**	**0,72**	**2,7**	**0,0016**	**0,005**
2013	8	8,48	99,8	103	7,5	8,8	1,5	**2,3**	0,7	**1,2**	**0,002**	**0,003**

вещества от 1 до 5,2 ПДК; хлорид-ионы от 1 до 3,5 ПДК; сульфат-ионы от 1 до 1,7 ПДК; сумма минеральных соединений до 1 ПДК.

В 2008 году нарушения качества воды озера Байкал в воде контрольного створа отмечается по максимально-разовым показателям. Повышены концентрации сульфат-ионов до 2,3 ПДК; хлорид-ионов до 2,8 ПДК, и летучих фенолов до 10 ПДК.

В 2009 году нарушений качества воды озера Байкал в пределах контрольного створа практически не наблюдается, за исключением единичных случаев превышения концентрации взвешенных веществ и летучих фенолов до 3 ПДК в марте и августе соответственно.

В целом за период с 2008 года по 2012 год, нарушения качества воды озера Байкал в контрольном створе отмечаются практически на протяжении всего периода, исключением является 2009 год – нарушений качества воды практически нет, что объясняется неработающим, на тот момент, Байкальским целлюлозно-бумажным комбинатом.

В 2013 году нарушения качества воды озера Байкал фиксировались по содержанию хлорид-ионов до 1,15 ПДК в марте и августе; взвешенных веществ, до 1,2 ПДК в январе и летучих фенолов до 3 ПДК в январе. Нарушения по превышению ПДК летучих фенолов отмечались в каждой съемке. Так с января по сентябрь нарушения составляли 2 ПДК с максимальным превышением в январе до 3 ПДК, что является прямым следствием коммунально-бытовых сбросов. Повышенные концентрации хлорид-ионов и взвешенных веществ встречались эпизодически, в результате чего, их среднегодовые значения не превысили ПДК. В отношении других загрязнителей в течении всего года нарушений не наблюдалось.

Подведя итог, отметим, что в 2013 году концентрации загрязняющих веществ в воде контрольного створа озера Байкал, значительно снизились относительно периода с 2008 по 2012 год. Данная ситуация связана с неработающим Байкальским ЦБК.

Район БЦБК. Гидрохимические наблюдения проводились на акватории площадью 250 км^2 с более частым отбором проб (через 600 м) в зоне рассеивания сточных вод – на полигоне площадью 35 км^2. Пробы воды отбирались в сентябре – октябре с горизонтов 0,5 м, 25–50 м, 75–100 м, 200 м и придонный – 1 м от дна. Данные гидрохимических съемок сопоставлялись с результатами наблюдений на фоновых вертикалях озера.

По сравнению с фоновыми районами озера Байкал в районе БЦБК в 2013 году были относительно повышены средние концентрации сульфат-ионов до 5,8 мг/л (фон 5,5 мг/л), максимально-разовые концентрации хлорид-ионов до 0,9 мг/л (фон 0,8 мг/л), взвешенных веществ до 0,7 мг/л (фон 0,5 мг/л) и суммы минеральных соединений до 108 мг/л (фон 101 мг/л).

В 2013 году, по сравнению с периодом с 2008 по 2012 годы, отмечено увеличение средней концентрации сульфат-ионов от 5,6 мг/л до 5,8 мг/л и кислорода от 11 мг/л до 12 мг/л. По остальным показателям наблюдается тенденции снижения концентраций. Увеличение максимально-разовых концентраций отмечается только по показателю суммы минеральных веществ – от 105 мг/л до 108 мг/л.

4.2.3. Состояние донных отложений озера Байкал

Район бывшего БЦБК. В 2013 г. на озере Байкал в районе выпуска сточных вод бывшего БЦБК была проведена только одна съемка в марте – подледная. Последняя ледовая съемка на озере в районе бывшего БЦБК была проведена в марте 2005 г. В 2009 г. съемки на всех полигонах озера не проводились.

По техническим причинам съемки донных отложений на больших глубинах, чем 300 м на полигоне не проводятся. Следует отметить, что сложное геоморфологическое строение полигона, наличие трех каньонов с резкими уклонами склонов, повышенная сейсмичность региона способствует скатыванию-сползанию аккумулированного на дне озера осадочного материала на значительно большие глубины озера, чем контролируется в настоящее время.

Следует заметить, что в гидрохимическом плане грунтовая вода, пропитывающая верхний двухсантиметровый слой донных отложений являются остро динамичной субстанцией

в пространственно-временном цикле и ее контролируемые ингредиенты могут изменяться в течение нескольких недель, в то время как геохимические характеристики донных отложений относительно более стабильны во времени. Не совпадение сроков проведения отбора проб, как в межгодовом, так и внутригодовом цикле снижает объективную сторону мониторинга озера.

Анализ результатов качественного состояния грунтовой воды на полигоне в марте 2013 г. показывает ряд улучшении по многим приоритетным показателям при сравнении с предыдущими годами наблюдений. Из шести анализируемых показателей возросло только содержание азота минерального.

Концентрация растворенного кислорода в грунтовой воде в марте 2013 г. увеличилась в 1,3 раза по сравнению с октябрем 2012 г. с 8,2 мг/л (размах величин 4,9–10,2 мг/л) до 10,9 мг/л (размах величин 7,7–12,3 мг/л) и с августом 2011 г. в 1,1 раза – 9,8 мг/л (размах величин 3,6–11,4 мг/л). По данным Лимнологического института СО РАН в шестидесятых годах прошлого века содержание растворенного кислорода в придонном слое воды на Южном Байкале не опускалось ниже 9,0 мг/л. В 2013 г всего в двух пробах обнаружено содержание растворенного кислорода ниже 9,0 мг/л, но которые были значительно выше предельной нормы для сбрасываемых в озеро сточных вод комбината – 6,0 мг/л (7,75 мг/л и 8,08 мг/л). В фоновом районе полигона содержание растворенного кислорода в 2013 г. составило 10,69 мг/л при размахе величин 9,87–11,96 мг/л, в 2011 г. – 10,95 мг/л при размахе величин 10,77–11,14 мг/л. В 2012 г. пробы на фоновом участке не отбирались. В марте 2005 г среднее содержание растворенного кислорода составляло 12,0 мг/л (размахе величин 8,14–13,25 мг/л), только в одной пробе содержание растворенного кислорода было ниже 9,0 мг/л.

Одним из основных показателей биогенного загрязнения водоемов является азот минеральный (нитраты, нитриты, аммоний). Повышение содержания минеральных форм азота в грунтовой воде указывает на ухудшение гидрохимических условий на полигоне. В марте 2013 г. было зафиксировано среднее содержание минерального азота 0,11 мг/л при размахе величин 0,002–0,75 мг/л, что от 1,6 до 5,5 раз превышает определение последнего в 2005–2012 гг. На фоновом участке полигона содержание азота минерального составило 0,05 мг/л при размахе величин 0,034–0,081 мг/л. Следует заметить, что в период ледостава, когда происходит снижение гидродинамической активности на озере происходит накопление загрязняющих веществ на дне озера вблизи выпуска, сточных вод бывшего комбината и городских коммунально-бытовых вод. Так, в марте 2005 г. максимальное содержание минерального азота составило 0,34 мг/л, при среднем содержании – 0,07 мг/л.

В донных отложениях в марте 2013 г. не отмечено роста контролируемых показателей по сравнению с предыдущими годами наблюдений. Содержание серы сульфидной в донных отложениях полигона является наиболее приоритетным показателем внутригодовой и межгодовой изменчивости состояния донных отложений на полигоне. Среднее содержание серы сульфидной в шестидесятых годах прошлого века на Южном Байкале не превышало 0,005%. В марте 2013 г. среднее содержание серы сульфидной составило 0,001% при размахе величин 0–0,006%. Только в одной пробе было зафиксировано содержание серы сульфидной 0,006%. На фоновом участке среднее содержание серы, также составило 0,001% при размахе величин 0–0,003%. Среднее содержание серы сульфидной на полигоне за предыдущие годы (2005–2012 г.) наблюдений было больше от 3 до 7 раз по сравнению с мартом 2013 г. Значительное снижение содержаний серы сульфидной в донных отложениях озера возможно обусловлено следующим. С 2013 г. ФГБУ «Иркутское УГМС» перешло на новую методику определения серы сульфидной в донных отложениях озера Байкал. *Росгидромет. РД 52.24.525 – « Массовая доля сульфидной серы в донных отложениях. Методика выполнения измерений фотометрическим методом CN,N-диметил-п-фенилендиамином». Ростов-на-Дону. 2011 г.* вместо Методических рекомендаций по организации наблюдений за химическим составом донных отложений в районе поступления сточных вод Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК). Ростов-на-Дону, Новочеркасск. Гидрохимический институт. 1979.

Размеры зоны загрязнения на полигоне, рассчитанной по сумме всех 15 контролируемых ингредиентов в грунтовой воде и донных отложениях, как превышение средних содержаний последних (на глубинах до 350 м) составили: в (март) 2005 г – 6,0 км^2,, в 2010 г. – 4,3 км^2, в 2011 г. – 5,4 км^2,в 2012 г. – 5,5 км^2, в (март) 2013 г. – 6,2 км^2 .

Как видно из представленных материалов размер зоны загрязнения за последние годы не сохраняет площадной стабильности, что можно связать с продолжающимся усилением антропогенной нагрузки в районе выпуска сточных вод бывшего комбината. В настоящее время процесс деструкции загрязняющих веществ в донных отложениях полигона по-прежнему происходит со значительно меньшей интенсивностью, чем поступление последних в этот участок озера.

Полициклические ароматические углеводо-

роды, хлорорганические пестициды и полихлорбифенилы в донных отложениях озера в районе влияния сточных вод бывшего БЦБК в марте 2013 г. не определялись.

Селенгинское мелководье. В октябре 2013 г. было продолжено изучение качественного состояния донных отложений и грунтовой воды, пропитывающей верхний двухсантиметровый слой отложений авандельты реки Селенга. Полигон наблюдений на авандельте реки протянулся от протоки Прорва на юго-западе до мыса Хребтовский на юго-востоке. Предыдущая съемка была проведена в августе 2011 г. Всего с 2000 г. на Селенгинском мелководье было выполнено три съемки, включая наблюдения в июне 2000 г. Пробы донных отложений и грунтовой воды анализировались по стандартной методики геохимического контроля, принятой для работ ФГБУ «Иркутское УГМС» на озере Байкал. В 2013 г было отобрано 11 проб донных отложений и 11 проб грунтовой воды на глубинах 15–56 м. В 2011 г соответственно по 12 проб на глубинах 11-55 м. В 2011 г. и 2013 г сетки отбора проб на авандельте реки были идентичными. Следует отметить, что сетка станций отбора проб в 1999 г., и в 2000 г. существенно отличалась от современных наблюдений в 2011 г. и 2013 г., так как тогда наблюдения проводились в мелководной зоне авандельты на глубинах от менее 1 м до 12 м. Основной твердый сток реки Селенга аккумулируется в юго-западной части полигона между 20-метровой изобатой и протокой Харауз, Средняя, Шаманка.

Среди приоритетных показателей загрязненности грунтовой воды на озере выделяются содержание растворенного кислорода и концентрация летучих фенолов, а среди донных отложений – содержание сульфидной серы.

Следует заметить, что в гидрохимическом плане грунтовая вода являются остро динамичной субстанцией и ее контролируемые ингредиенты могут, изменяться в течение нескольких недель, в то время как геохимические характеристики донных отложений более стабильны во времени.

По показателю растворенный кислород отмечено улучшение экологической обстановки на авандельте реки. Среднее содержание растворенного кислорода в октябре 2013 г. составило 10,1 мг/л при размахе величин 9,15-13,6, т.е. по сравнению августом 2011 г. увеличилось в 1,3 раза. Во всех станциях отбора проб содержание растворенного кислорода было больше 9,0 мг/л. По данным Лимнологического института СО РАН в шестидесятых годах прошлого века содержание растворенного кислорода в придонном слое воды озера не опускалось ниже 9,0 мг/л.

Средние концентрация летучих фенолов в 2013 г. по сравнению с 2000 г. и 2011 г. возросла в два раза, и составили 0,002 мг/л при размахе величин 0,001-0,003 мг/л. Последние были обнаружены во всех отобранных пробах. Максимальные концентрации летучих фенолов были отмечены в траверзе выносов реки Селенга, через протоку Харауз.

По показателю содержание сульфидной серы в донных отложениях авандельты среднее содержание последней в 2013 г составило 0,005%,при размахе величин 0,001-0,026 мг/л, что не превышает данных отмеченных в 2011 г. По данным отмеченным Лимнологическим институтом СО РАН в шестидесятых годах прошлого века среднее содержание сульфидной серы в южной части озера составляло 0,005%, а на севере 0,006%. Максимальные содержание сульфидной серы в 2013 г. на авандельте реки: 0,010% и 0,026% отмечены в крайней восточной части полигона (между протоками Кривая и Дологан), что может коррелироваться с максимальными содержаниями на этих же станциях лигнино-гумусового комплекса, органического азота, органического углерода.

Полициклические ароматические углеводороды в донных отложениях

Первые исследования ПАУ в донных отложениях на авандельте р. Селенга были выполнены в 2011 г. В октябре 2013 г. в донных отложениях авандельты реки Селенга было отобрано 11 проб (в 2011 г. – 12 проб), в которых были идентифицированы следующие 17 незамещенных аренов:аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(b)флуорантен, перилен, бенз(к) флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(а,h)антрацен, бенз(g,h,i)перилен, инден[1,2,3-c,d]пирен, антантрен, коронен. По сравнению с анализами ПАУ в донных отложениях озера, выполненных в 2011 г. в определениях 2013 г. отсутствуют нафталин и 1-метилнафталин, но выявлены новые арены антантрен и коронен. Суммарное содержание ПАУ в 2013 г. составило 33,4 нг/г с.о. (размах величин 17,7–61,5 нг/г, дисперсия 15,4), что значительно меньше определений комплекса полиаренов в 2011 г. – 80,1 нг/г (размах величин 45,0–153,4 нг/г, дисперсия 41,6). Если в 2011 г. среди аренов доминировали соединения нафталина 24,3% от суммы ПАУ (бенз(а)пирен-1,3%), то в 2013 г. отмечено преобладание фенантрена 31,7% (бенз(а)пирен 3,3%), который по ряду показателей имеет преимущественно природное происхождение, возможно также на его появление среди полиаренов влияет трансформация других пирогенных аренов. В то время как преобладание нафтали-

на, прямо указывает на нефтяной генезис ПАУ. Установлено, что донные отложения относятся к слабо загрязненным уже при содержании ПАУ менее 100 нг/г с.о.

Важнейшей задачей в мониторинге озера является контроль над уровнем содержания БП в донных отложениях, как наиболее канцерогенного из всех определяемых ПАУ. Как и в 2011 г., так и 2013 г схема распределения содержаний арена на полигоне носила идентичный характер. Максимальные концентрации БП приурочены к траверсу речного выноса в озеро через протоку Харауз. В донных отложениях содержание БП в 2013 г. варьировало в узком интервале 0,2–1,7 нг/г, среднее 1,0 нг/г, дисперсия 0,48. По сравнению с 2011 г. произошло снижение концентраций БП на 71% (среднее 1,4 нг/г, размах величин 0,03–7,8). Следует отметить, что существует прямая связь между наибольшим накоплением седиментационного материала в определенном участке дна авандельты реки (проявление маргинального фильтра) и максимальным содержанием БП в донных отложениях.

В 2013 г. в единственной пробе расположенной на крайней восточной части полигона в озерной части дельты между протоками Кривая и Дологан, концентрация ПАУ и БП превысило среднее содержание последних в 1,5 и 1,4 раза, соответственно. В этом же участке полигона обнаружены максимальные содержания легкогидролизуемых углеводов, трудногидролизуемых углеводов, лигниногумусового комплекса, органического углерода, органического азота, серы сульфидной, что свидетельствует о накоплении большого объема органического вещества.

Приведенные данные по накоплению полициклических ароматических углеводородов в донных отложениях полигона в 2011 г. и 2013 г. свидетельствуют о снижении содержаний суммы полиаренов, но последние соответствуют слабо загрязненным донным отложениям, а по показателю – бенз(а)пирен содержание арена не превышает фоновое значение.

Хлорорганические пестициды в донных отложениях

Первые исследования ХОП в донных отложениях на авандельте р. Селенга были выполнены в 2011 г. В октябре 2013 г. были продолжено изучение хлорорганических пестицидов в донных отложениях авандельты р. Селенга на веерообразном спектре озерной части дельты реки. В этот период были проанализированы на содержание ХОП 11 проб донных отложений (в 2011 г. – 12 проб). Донные отложении авандельты реки анализировались на содержание в них, следующих ХОП: альфа-, бета-, гамма-гексахлорциклогексана (ГХЦГ), гексахлорбензола (ГХБ), метаболитов дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) 4,4ДДЕ, 4,4ДДД, 4,4ДДТ, альдрина, дигидрогептахлора, диэлдрина.

ГХБ обнаружен в 9 из 11 отобранных проб. Среднее содержание пестицида составило 0,0008 при размахе величин <0,0001–0,0039 мкг/кг с.о. В 2011 г. ГХБ был обнаружен только в одной пробе – 0,0071 мкг/кг. Как и в 2011 г., так и в 2013 г. максимальные содержания пестицида отмечается в пробах, отобранных в траверсе выносов твердого стока протокой Харауз.

ГХЦГ – идентифицирован только в одной пробе в виде изомера альфа – 0,0002 мкг/кг, пестицид также находился в траверсе выноса протокой Харауз. В 2011 г. изомеры альфа – ГХЦГ были обнаружены соответственно в двух пробах 0,0001 мкг/кг и 0,0004 мкг/кг, бета-ГХЦГ в двух пробах 0,0142 мкг/кг и 0,0012 мкг/кг, гамма – ГХЦХ в 5 анализируемых пробах с средним содержанием 0,0008 мкг/кг и размахом величин 0,0002 – 0,0077 мкг/кг.

ДДТ в результате физико-химической и микробиологической трансформации в донных отложениях озера пестицид разлагается на ряд изомеров. В 2013 г. доминировал 4,4 ДДТ со средним содержанием 0,0007 мкг/кг и размахом величин <0001–0,0023 мкг/кг, который был обнаружен в 7 пробах донных отложений. 4,4 ДДЕ также был обнаружен в 7 пробах со средним содержанием 0,0001 мкг/кг, размах величин <0,0001–0,0009 мкг/кг. 4,4 ДДД обнаружен только в 3 пробах с содержанием 0,0001–0,0002 мкг/кг. Превышение содержаний изомера 4,4 ДДТ над изомером 4,4 ДДЕ свидетельствует о недавнем поступлении пестицида на авандельту реки и о незначительном процессе трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты. В 2011 г. среди изомеров ДДТ были обнаружены:4,4 ДДЕ в одной пробе – 0,0004 мкг/кг и 4,4 ДДД в одной пробе – 0,0002 мкг/кг. Максимальные содержания пестицида в 2013 г. приурочены к траверсу выноса твердого стока реки через протоку Харауз, а также в крайней восточной части полигона между протоками Дологан и Кривая.

Алдрин, дигидрогептахлор, диэлдрин в донных отложениях в авандельте реки в 2013 г. не обнаружены.

Представленные данные по содержанию ХОП в донных отложениях авандельты реки Селенга в октябре 2013 г. свидетельствую о незначительном ее загрязнении. Дельта реки по-прежнему представляет собой мощный биогеохимический фильтр, который **пока** справляется с потоком загрязняющих веществ поступающих в нее с водосборного бассейна.

Район влияния трассы БАМ на севере озера. В октябре 2013 г. впервые с сентября – октября 2007 г. на севере озера в районе влияния трассы БАМ возобновлены систематические комплексные исследования качественного состояния поверхностного слоя донных отложений и грунтовой воды, пропитывающей верхний двухсантиметровый слой отложений. Полигон находится в прибрежной полосе шириной 1 км, расположенной вдоль западного и северного берегов на участке от Дагарской губы до м. Кателниковский. Кроме того на восточном берегу Северного Байкала пробы отбираются на двух станциях у устья р. Томпа и у м. Хакусы. Донные отложения прибрежной полосы на севере озера образуются в основном под влиянием стока рек: Верхняя Ангара, Кичера, Тыя, Рель.

Во время экспедиции было отобрано 16 проб донных отложений и 16 проб грунтовой воды. Станции отбора проб проводились на глубинах 20–210 м. В 2007 г. были проанализированы по 17 проб донных отложений и грунтовой воды на глубинах 18-240 м. Основная задача геохимического мониторинга в северной части озера состоит в оценке изменений качественных характеристик современных донных отложений в связи с влиянием трассы БАМ на экосистему озера. Качественные характеристики состояния грунтовой воды и донных отложений анализировались по стандартному набору показателей применяемого на всех полигонах на озере Байкал ФГБУ «Иркутское УГМС». Следует заметить, что гидрохимические показатели грунтовой воды являются остро динамичными и их значения могут, изменятся в течение нескольких недель, в то время как геохимические характеристики более стабильны во времени.

С 2013 г. возобновлен контроль уровня загрязненности донных отложений полициклическими ароматическими углеводородами и хлорорганическими пестицидами.

Комплексный многолетний мониторинг на севере озера показал, что зона наибольшего загрязнения стойкими органическими загрязнителями и биогенными соединениями донных отложений и грунтовой воды приурочена к северо-западной части полигона. Этот участок полигона подвержен антропогенному воздействию вследствие прохождения в прибрежной полосе трассы БАМ, которая оказывает влияние, как на водосборную площадь рек Тыя, Кичера, Верхняя Ангара, так и непосредственно на прибрежную часть озера в районе гг: Северобайкальск, Нижнеангарск озера. Поэтому в данном тексте этот район полигона, куда входят 6 станций отбора проб, определяется, как Участок, чтобы представить соотношение средних величин нагрузки непосредственно на этот участок со средними значениями по всему полигону.

Следует отметить, что существенных отличий по большей части показателей характеризующих качественное состояние донных отложений и грунтовой воды в 2013 г по сравнению с 2004 г. ,2006 г. и 2007 г. не наблюдаются.

Наиболее характерным показателем состояния экосистемы озера является содержание растворенного кислорода в грунтовой воде. При сравнении современных результатов исследований растворенного кислорода в 2013 г. с данными сентября-октября 2007 г. отмечается некоторое ухудшение гидрохимической обстановки. Так, среднее содержание растворенного кислорода на полигоне в 2013 г. составляло 7,99 мг/л при размахе величин 2,54–10,8 мг/л, а в сентябре – октябре 2007 г., соответственно, 8,93 мг/л и 2,34–11,2 мг/л. На Участке снижение концентрации растворенного кислорода в 2013 г. произошло значительно сильнее в 1,2 раза до 6,51 мг/л (в сентябре – октябре 2007 г. – 8,13 мг/л). Наиболее низкое содержание растворенного кислорода на участке за последние десять лет отмечено в сентябре 2006 г. – 3,88 мг/л. В 9 пробах отобранных в 2013 г. содержание растворенного кислорода было ниже 8,0 мг/л (минимальная концентрация 2,54 мг/л отмечена в озерном крае дельты р. Кичера). На фоновых станциях полигона содержание растворенного кислорода в 2013 г. составило 6,51 мг/л.

До шестидесятых годов прошлого века содержание растворенного кислорода в придонном слое воды на севере озера ниже 8,0 мг/л не опускалось, среднее содержание сульфидной серы в донных отложениях не превышало 0,006%, а концентрация летучих фенолов в толще воды в подавляющем числе наблюдений всегда была ниже 0,001 мг/л (ПДК).

На полигоне в 2013 г. в 80% отобранных проб отмечены летучие фенолы со средним содержанием 0,001 мг/л, которые ранее в 2007 г. на полигоне не отмечались.

В октябре 2013 г. обнаружено увеличение концентрации фосфора фосфатного при сравнении с сентябрем – октябрем 2007 г. в 2,5 раза до 0,015 мг/л (размах величин 0,002–0,037 мг/л) с 0,006 мг/л (размах величин 0–0,023 мг/л). Отмечено существенное увеличение в 2013 г. содержания фосфора фосфатного на Участке до 0,017 мг/л по сравнению с сентябрем-октябрем 2007 г., когда содержание последнего составило 0,010 мг/л, Однако, следует отметить, что по данным ФГБУ «ГХИ» среднемноголетняя величина содержания фосфора фосфатного в грунтовой воде на севере озера в период 1995–2004 гг. составляла 0,017 мг/л (0,019 мг/л), а в восьми-

десятых годах прошлого века среднее содержание показателя колебалось 0,004–0,053 мг/л.

Отмеченное увеличение содержания в грунтовом растворе фосфора фосфатного, а также уменьшение содержания растворенного кислорода коррелируются с увеличением объема речного стока и с концентрацией взвешенных веществ в замыкающих створах рек Верхняя Ангара, Тыя. По сравнению со среднегодовыми данными 2007–2011 гг. средневзвешенные концентрации взвесей возросли, соответственно, в 2,9 и 1,5 раза (табл. 4.5 и 4.6).

Приоритетным показателем загрязненности донных отложений является содержание серы сульфидной. В 2013 г. среднее содержание на полигоне составило 0,006%, при размахе величин 0–0,025%, на Участке – 0,006%. Максимальные концентрации сульфидной серы отмечены только в озерной части устья рек : р. Кичера – 0,025%, р. Рель – 0,011%, р. Томпа – 0,024%.

Среди других контролируемых показателей в донных отложениях в 2013 г. при сравнении с 2007 г. отмечен незначительный рост легкогидролизуемых углеводов и лигнино-гумусового комплекса в 1,1 и 1,3 раза, соответственно, который также связано с увеличением в речном стоке взвешенных веществ.

В целом можно отметить, что в 2013 г. на севере озера по сравнению с 2007 г. не отмечено резкого ухудшения в гидро- и геохимической обстановке в донных отложениях озера.

Полициклические ароматические углеводороды в донных отложениях

Предыдущие наблюдения за ПАУ (только бенз(а)пирен) в донных отложениях на севере озера были выполнены в 1988 г. В октябре 2013 г. в донных отложениях на севере озеро было отобрано 11 проб , в которых были идентифицированы следующие 17 незамещенных аренов:аценафтен, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(b)флуорантен, перилен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(a,h)антрацен, бенз(g,h,i)перилен, инден[1,2,3-c,d]пирен, антантрен, коронен.. Суммарное содержание ПАУ в 2013 г. составило 81,16 нг/г с.о. (размах величин 24,9–278,6 нг/г, дисперсия 69,7). В 2013 г. отмечено преобладание фенантрена 20,5% (бенз(а)пирен 3,7%) от суммы всех ПАУ, который по ряду показателей имеет преимущественно природное происхождение, возможно также на его появление среди полиаренов влияют трансформации других пирогенных аренов.

Важнейшей задачей в мониторинге озера является контроль над уровнем содержания бенз(а)пирена (БП) в донных отложениях, как наиболее канцерогенного из всех определяемых ПАУ. В 2013 г схема распределения в донных отложениях содержаний арена на полигоне носит в целом идентичный характер, как и в 1988 г.

Максимальная концентрация БП отмечена на Участке в районе озерной части дельты р. Кичера – 10,6 мкг/кг с.о., которая находится в прибрежной части г. Нижнеангарск. По существующей Шкале сравнительных оценок загрязнения донных отложений внутриконтинентальных водоемов по бенз(а)пирену такое содержание БП относится к умеренному загрязнению (фон для илистых отложений –5,0 мкг/кг с.о.). В этом же прибрежном районе у г. Нижнеангарск также обнаружены максимальные содержания суммы ПАУ: 114,7 и 278,6 нг/г с.о. Установлено, что донные отложения относятся к слабо загрязненным уже при содержании ПАУ в донных отложениях менее 100 нг/г с.о.

В донных отложениях содержание БП в 2013 г. варьировало в интервале 0,6–10,6 нг/г, среднее 3,0 нг/г, дисперсия 2,9. По сравнению с 1988 г. произошло увеличение концентраций БП в 2,3 раза. Максимальное содержание арена обнаружено на авандельте р. Кичера. Следует отметить, что отмечается прямая связь между наибольшим накоплением седиментационного материала на авандельте р. Кичера (проявление маргинального фильтра) и максимальным содержанием БП в донных отложениях.

В северо-западной части участке полигона также обнаружены максимальные содержания легкогидролизуемых углеводов, трудногидролизуемых углеводов, лигниногумусового комплекса, органического углерода, органического азота, серы сульфидной, что свидетельствует о накоплении здесь большого объема органических соединений.

Приведенные данные по накоплению бенз(а) пирена в донных отложениях полигона на севере озера в 2013 г. в целом свидетельствуют о повышении концентрации бенз(а)пирена среднее содержание которого и не превышает фонового значения, но в отдельной пробе в районе г. Нижнеангарск (Участок) соответствует умеренному загрязнению. На Участке отмечено слабое загрязнение донных отложений по показателю сумма ПАУ.

Хлорорганические пестициды

В октябре 2013 г. были продолжено изучение хлорорганических пестицидов в донных отложениях на севере озера в зоне влияния трассы БАМ (предыдущее исследование было выполнено в 2007 г). В 2013 г. были проанализированы на содержание ХОП 10 проб донных отложений. Донные отложении в 2013 г. анализировались на со-

держание в них следующих ХОП: альфа-, бета-, гамма- гексахлорциклогексана (ГХЦГ), гексахлорбензола (ГХБ), метаболитов дихлордифенилтрихлорэтана (ДДТ) 4,4 ДДЕ, 4,4 ДДД, 4,4 ДДТ, альдрина, дигидрогептахлора, диэлдрина.

ГХБ обнаружен в 10 отобранных проб. Среднее содержание пестицида составило 0,0008 мкг/кг с.о. при размахе величин 0,0002-0,003 мкг/кг с.о. В 2007 г. ГХБ среднее содержание составляло 0,0006 мкг/кг при размахе величин 0,0003-0,0007 мкг/кг. Как и в 2007 г., так и в 2013 г максимальные содержания пестицида отмечается в пробах, отобранных на Участке.

ГХЦГ – идентифицирован только в одной пробе в виде изомера альфа – 0,0001 мкг/кг (в 2007 г. среднее содержание было 0,002 мкг/кг, размах величин 0,0012-0,0028 мкг/кг), бета-ГХЦГ идентифицирован в двух пробах по 0,0002 мкг/кг (в 2007 г. не обнаружен), гамма-ГХЦГ в 2013 г. не обнаружен (в 2007 г. обнаружен в двух пробах 0,0003 мкг/кг и 0,0004 мкг/кг).

ДДТ в результате физико-химической и микробиологической трансформации в донных отложениях озера пестицид разлагается на ряд изомеров. В 2013 г. среднее содержание изомера 4,4 ДДТ составляло 0,0004 мкг/кг при размахе величин <0,0001–0,002 мкг/кг, последний обнаружен в 7 пробах донных отложений. 4,4 ДДД был обнаружен в 6 пробах со средним содержанием 0,0001 мкг/кг, размах величин <0,0001–0,0003 мкг/кг. 4,4 ДДТ обнаружен во всех пробах со средним содержанием 0,003 мкг/кг и размахом величин 0,0001–0,0098 мкг/кг. Превышение содержаний изомера 4,4 ДДТ над изомером 4,4 ДДЕ свидетельствует о недавнем поступлении пестицида и о незначительно идущем процессе трансформации ДДТ в более стойкие метаболиты. В 2013 г. также доминировал ДДТ со средним содержанием 0,002 мкг/кг, 4,4 ДДЕ – 0,0005 мкг/кг, 4,4 ДДД не обнаружен.

Дигидрогептахлор обнаружен в двух пробах по 0,0002 мкг/кг, диэлдрин в одной пробе 0,0003 мкг/кг с.о. Алдрин в донных отложениях на севере озера в 2013 г. не обнаружены.

Представленные данные по содержанию ХОП в донных отложениях на севере озера в октябре 2013 г. в сравнении с наблюдениями, проведенными в 2007 г. свидетельствуют о незначительном загрязнении пестицидами.

4.2.4. Гидробиологические наблюдения на озере

По гидробиологическим наблюдениям в подледный период 2013 г. в пределах контролируемого полигона численность гетеротрофных бактерий (показателя загрязнения воды органическим веществом) изменялась от 1 до 126 кл/мл при среднем значении 14 кл/мл. Площадь зоны загрязнения сточными водами комбината составила 5,6 км^2, что в 1,2 раза выше, чем в 2011 г. (4,4 км^2). Среднее значение численности гетеротрофов в зоне наибольшего влияния стоков комбината равнялась 102 кл/мл, что в 25 раз выше, чем на фоновых участках южного прибрежья (в сравнении с 2011 г. 31 против 4 кл/мл соответственно).

Углеводородокисляющие бактерии были обнаружены на 11 из 61 обследованных станций, их численность доходила на отдельных станциях до 100 кл/мл. Целлюлозоразрушающие бактерии были отмечены на 13 из 61 отобранной станции, причем чаще они встречались на полигоне непосредственно расположенном у выпуска сточных вод комбината.

По численности фитопланктона в марте 2013 г. площадь зоны загрязнения составила 9,8 км^2 и осталась на уровне 2011 г. (10,7 км^2) при уменьшении численности в ней в 1,4 раза (70 против 99 тыс. кл/л – 2011 г.). На фоновых станциях численность фитопланктона была в 2 раза ниже, чем в зоне загрязнения.

По зоопланктону зона загрязнения в сравнении с подледным периодом 2011 г. уменьшилась в 2 раза (9,9 км^2 в 2013 г., 20,3 км^2 в 2011 г.), биомасса эпишуры в зоне влияния стоков комбината была в 5 раз ниже, чем в незагрязненной части озера (47 мг/м^3 против 257 мг/м^3).

Площадь зоны загрязнения донных отложений по бактериобентосу в 2013 г. составила 3,1 км^2. Численность гетеротрофных бактерий в ней равнялась 21 тыс. кл/г и была в 3,5 раза выше, чем в фоновом районе озера.

Углеводородокисляющие бактерии были отмечены на 26 из 30 отобранных станций, их численность изменялась от 1 тыс. кл/г до 100 тыс. кл/г, при среднем значении 1 тыс. кл/г. Целлюлозоразрушающие бактерии обнаружены на 22 из 30 отобранных станций.

Анализ гидробиологических характеристик за 2013 г. свидетельствует о некотором снижении антропогенной нагрузки в районе выпуска стоков комбината в подледный период. Сохраняется угнетение развития зоопланктона в зоне загрязнения, т.к. сточные воды комбината оказывают токсикологическое воздействие на данных гидробионтов.

4.2.5. Состояние воды основных притоков озера

В настоящем разделе дана оценка состояния воды четырех крупных рек Селенга, Верхняя Ангара, Баргузин и Турка и р. Тыя в 2012 и 2013 годах в сравнении с пятилетним периодом 2007–2011 гг.

Река Селенга. Наблюдения за качеством воды главного притока оз. Байкал проведены на участке протяженностью 402 км в 9 створах, расположенных от границы с Монголией (п. Наушки) до дельты (с. Мурзино).

В целом за пятилетие 2007–2011 гг. частота превышения нормы величины $БПК_5$ в воде реки по всему контролируемому участку составляла 19,7% и повысилась до 24,0% (2012 г.) и 22,0% (2013 г.). Отмечено снижение максимальных значений показателя от 2,94–3,70 мг/л (годы пятилетнего периода) до 2,77–2,84 мг/л в 2012–2013 гг. В замыкающем створе реки с. Кабанск (43,0 км от устья) среднегодовая величина $БПК_5$ за пятилетний период была равна 1,60 мг/л и сохранялась на этом уровне в 2012–2013 гг.

Частота превышения ПДК фенолов составляла 15% (пятилетнее значение), 24,5% в 2012 г. и снизилась до 2,0% в 2013 г. Максимальные концентрации летучих фенолов в пробах речной воды, отобранных в 2007–2013 гг. не превышали 3 мкг/л. В замыкающем створе средневзвешенная концентрация составляла 0,8 мкг/л (пятилетний период). Отмечено снижение средневзвешенной концентрации летучих фенолов от 1,3 мкг/л в 2012 г. до 0,5 мкг/л в 2013 г.

Частоты превышения ПДК нефтепродуктов (нефтяных углеводородов и смолистых компонентов) в воде реки были равны 2,1% в 2012 г. и 4,2% в 2013 г., оставаясь ниже 14,4% (пятилетнее значение 2007-2011 гг.). В 2012 г. и 2013 г. концентрации нефтяных углеводородов не превышали, соответственно, 0,08 мг/л и 0,09 мг/л (1,6–1,8 ПДК), понизившись от значений 0,11-0,22 мг/л (2,2–4,4 ПДК), отмеченных в годы предшествующего пятилетия. В замыкающем створе средневзвешенные концентрации составляли: 0,012 мг/л в 2012 г. и 0,021 мг/л в 2013 г. (0,026 мг/л – значение за ретроспективный период).

Частота обнаружения смолистых компонентов (смол и асфальтенов) в пробах речной воды повышалась от 88,0% (пятилетний период) до 97,7% (2012 г.) и 99,0% (2013 г.). В замыкающем створе сохранялась тенденция роста средневзвешенной концентрации, равной 0,003 мг/л (2008 г.), 0,006 мг/л (2009 г.), 0,009 мг/л (2010 г.), 0,011 мг/л (2011 г.), 0,012 мг/л (2012 г.) и 0,014 мг/л (2013 г.).

Частота обнаружения СПАВ в воде реки снижалась от 94% (пятилетний период) до 81% (2012 г.) и 33% (2013 г.). Концентрации в пробах речной воды, отобранных в 2012 г. и 2013 г. достигали 0,089 мг/л и 0,053 мг/л. В ретроспективном ряду наблюдений максимальные концентрации СПАВ в единичных пробах эпизодически превышали ПДК, достигая 0,111 мг/л в пограничном створе (15 апреля 2008 г.) и 0,180 мг/л в дельте (23 июня 2009 г.). В замыкающем створе средневзвешенная концентрация была равна 0,013 мг/л (пятилетний период), 0,015 мг/л (2012 г.) и снизилась до 0,002 мг/л в 2013 г.

Наблюдения за содержанием жиров в воде реки в 2012–2013 гг. г., как и в предыдущий пятилетний период, проведены в шести створах, расположенных от г. Улан-Удэ до замыкающего створа включительно. Частота обнаружения жиров в речной воде составляла 33% (пятилетний период), 28% (2012 г.) и 31% (2013 г.). Отмечено снижение максимальной концентрации до 0,01 мг/л в 2012–2013 гг. от 0,02–0,06 мг/л в 2007–2011 гг. В замыкающем створе средневзвешенная концентрация снизилась до 0,003 мг/л в 2012–2013 гг. от 0,006 мг/л (среднегодовое значение 2007–2011 гг.).

Таблица 4.2. Поступления взвешенных, трудно- и легко-окисляемых, загрязняющих и специфических органических веществ через замыкающий створ р. Селенга-с. Кабанск в 2007–2013 гг.

Год	Водный сток, $км^3$	Взвешенные вещества, тыс. т	Трудно-окисляемые органические вещества (в пересчете с ХПК), тыс. т	Легкоокисляемые органические вещества (по величине $БПК_5$), тыс. т	Нефтепродукты			Летучие фенолы, т	СПАВ, тыс. т	Жиры, тыс. т
					нефтяные углеводороды, тыс. т	смолы + асфальтены, тыс. т	Сумма, тыс. т			
2007	15,78	279	177	26,2	0,50	0,10	0,60	3,2	0,21	0,14
2008	19,11	579	195	31,2	0,40	0,05	0,45	11,5	0,19	0,06
2009	20,80	478	245	30,0	0,54	0,12	0,66	11,1	0,38	0,26
2010	20,40	755	269	38,0	0,60	0,19	0,79	25,0	0,16	0,08
2011	17,34	590	220	26,0	0,39	0,19	0,58	23	0,24	0,07
Среднегодовая величина	18,7	536	221	30,3	0,49	0,13	0,62	15	0,24	0,11
2012	26,30	931	350	42,0	0,32	0,32	0,64	33	0,40	0,08
2013	28,09	1238	376	45,0	0,58	0,34	0,92	12	0,05	0,10

Данные о среднегодовых поступлениях веществ, в том числе загрязняющих, с территории водосборного бассейна р. Селенга в 2007–2011 гг. в сравнении с годовыми поступлениями 2012 г. и 2013 г. представлены в табл. 4.2.

Водный сток р. Селенга в 2013 г. по оперативной оценке был равен 28,1 км^3, повысившись по сравнению с 2012 г. примерно на 6%. В сравнении с периодом 2007–2011 гг. в 2012–2013 гг. среднегодовой водный сток р. Селенга увеличился в 1,4 раза.

Вынос нефтяных углеводородов через замыкающий створ р. Селенга в 2013 г. по сравнению с 2012 г. возрос в 1,8 раз соответственно повышению средневзвешенной концентрации до 0,021 мг/л от 0,012 мг/л в сочетании с возросшей водностью реки. В 2012-2013 гг. по сравнению с 2007-2011 гг. среднегодовой вынос смол и асфальтенов был в 2,5 раза выше.

Вынос летучих фенолов с водным стоком р. Селенга снизился до 12 т – в 2,8 раза в 2013 г. по сравнению с 2012 г. и был несколько ниже среднегодового за предыдущее пятилетие. Под влиянием снизившейся загрязненности речной воды фенолами их средневзвешенная концентрация в замыкающем створе снизилась до 0,5 мкг/л в 2013 г. от 1,3 мкг/л в 2012 г.

В 2013 г. вынос СПАВ, по сравнению со среднегодовым значением 2007-2011 гг., сократился почти в 5 раз, по сравнению с 2012 г. – в 8 раз.

На уровне среднегодового значения сохранялся вынос жиров, равный 0,10 тыс. т в 2013 г., средневзвешенная концентрация жиров в замыкающем створе сохранялась равной 0,003 мг/л в 2012-2013 гг. и была в 2 раза ниже по сравнению со среднегодовым значением 2007–2011 гг.

В 2013 г. через замыкающий створ р. Селенга поступило соединений меди 46 т (65 т в 2012 г.), соединений цинка 312 т (295 т), соединений свинца 11 т (8 т). Вынос соединений кадмия в 2012–2013 гг. выявлен не был.

За период 2007–2011 гг. среднегодовые величины выноса соединений металлов с водным стоком реки через замыкающий створ были равны: 48 т меди (средневзвешенная концентрация – 2,6 мкг/л), 245 т цинка (13,1 мкг/л), 60 т свинца (3,0 мкг/л).

В 2013 г. вынос соединений меди сохранялся примерно на уровне среднегодового значения за предыдущее пятилетие при снижении средневзвешенной концентрации до 1,6 мкг/л от 2,6 мкг/л (2007–2011 гг.). Почти пропорционально увеличению водности реки в 2013 г. относительно среднегодовой 2007–2011 гг. повысился вынос соединений цинка в 1,5 раза. В 2012–2013 гг. в замыкающем створе среднегодовая средневзвешенная концентрация соединений свинца снизилась до 0,35 мкг/л (3,0 мкг/л – среднегодовое значение 2007-2011 гг.), среднегодовой вынос соединений свинца сократился примерно в 6 раз.

Другие реки. Оценки выноса веществ с водным стоком наиболее изученных притоков среднего и северного Байкала рассчитаны по расходам воды, выставленных Государственным водным кадастром за период 2007–2011 гг. и в 2012 г., и по указанной причине представлены в табл. 4.3–4.6 с шагом запаздывания в один год по сравнению с р. Селенга.

Таблица 4.3. Среднегодовые поступления веществ через замыкающий створ р. Баргузин – п. Баргузин по данным 2007–2011 гг. и в 2012 г.

Ингредиенты	Годы наблюдений	
	2007–2011 гг.	2012 г.
Взвешенные вещества, тыс. т	60,2	56,4
Трудно-окисляемые органические вещества, тыс. т (ОВ в пересчете с ХПК)	65,8	38,1
Легко-окисляемые органические вещества, тыс. т (по $БПК_5$)	4,50	3,80
Нефтепродукты, тыс. т	0,237	0,144
в том числе:		
нефтяные углеводороды, тыс. т	0,212	0,100
смолы + асфальтены, тыс. т	0,025	0,044
СПАВ, тыс. т	0,050	0,050
Летучие фенолы, т	2,2	3,10

Таблица 4.4. Среднегодовые поступления веществ через замыкающий створ р. Турка – с. Соболиха по данным 2007–2011 гг. и в 2012 г.

Ингредиенты	Годы наблюдений	
	2007–2011 гг.	2012 г.
Взвешенные вещества, тыс. т	8,9	11,5
Трудно-окисляемые органические вещества, тыс. т (ОВ в пересчете с ХПК)	13,2	16,3
Легко-окисляемые органические вещества, тыс. т (по $БПК_5$)	2,32	2,76
Нефтепродукты, тыс. т	0,071	0,033
в том числе		
нефтяные углеводороды, тыс. т	0,064	0,021
смолы + асфальтены, тыс. т	0,007	0,012
СПАВ, тыс. т	0,016	0,030
Летучие фенолы, т	0,9	2,0

Таблица 4.5. Среднегодовые поступления веществ через замыкающий створ р. Верхняя Ангара – с. Верхняя Заимка по данным 2007–2011 гг. и в 2012 г.

Ингредиенты	Годы наблюдений	
	2007–2011 гг.	2012 г.
Взвешенные вещества, тыс. т	49,0	148
Трудно-окисляемые органические вещества, тыс. т (ОВ в пересчете с ХПК)	98,6	77,8

Таблица 4.5

Ингредиенты	Годы наблюдений	
	2007–2011 гг.	2012 г.
Легко-окисляемые органические вещества, тыс. т (по $БПК_5$)	13	15
Нефтепродукты, тыс. т	0,422	0,227
в том числе		
нефтяные углеводороды, тыс. т	0,400	0,130
смолы + асфальтены, тыс. т	0,052	0,097
СПАВ, тыс. т	0,12	0,06
Летучие фенолы, т	8,3	5,3

Таблица 4.6. Среднегодовые поступления веществ через створ р. Тыя – г. Северобайкальск, 1 км ниже города по данным 2007–2011 гг. и в 2012 г.

Ингредиенты	Годы наблюдений	
	2007–2011 гг.	2012 г.
Взвешенные вещества, тыс. т	4,80	5,80
Трудно-окисляемые органические вещества, тыс. т (ОВ в пересчете с ХПК)	11,2	9,61
Легко-окисляемые органические вещества, тыс. т (по $БПК_5$)	1,96	1,64
Нефтепродукты, тыс. т	0,078	0,027
в том числе		
нефтяные углеводороды, тыс. т	0,070	0,019
смолы + асфальтены, тыс. т	0,008	0,008
СПАВ,тыс.т	0,013	0,008
Летучие фенолы, т	0,8	1,0

Сравнение полученных величин поступлений контролируемых веществ в озеро позволяет отметить:

• в 2012 г. поступление взвешенных веществ через замыкающий створ р. В. Ангара увеличилось до 148 тыс. т от 49 тыс. т (среднегодовое за 2007–2011 гг.). Вынос взвесей от двух притоков среднего Байкала и р. Тыя сохранялся равным 74,0 тыс. т (среднегодовое значение). До 142 тыс. т в 2012 г. от 189 тыс. т (среднегодовое) снизилось поступление в озеро трудно-окисляемых органических веществ с водным стоком четырех рек;

• в 2012 г. поступление легко-окисляемых органических веществ с водным стоком рек Баргузин, Турка, Верхняя Ангара, Тыя было равно 23,2 тыс. т, почти сохраняясь на уровне среднегодового значения 2007-2011 гг. – 22,0 тыс. т;

• в 2012 г. снизился вынос СПАВ с водным стоком р. В. Ангара до 0,06 тыс. т от 0,12 тыс. т (среднегодовой), величина выноса СПАВ с водой р. Тыя и двух крупных притоков среднего Байкала сохранялась на уровне среднегодового за предыдущее пятилетие;

• вынос летучих фенолов с водой изученных северных рек и притоков среднего Байкала был равен 11,4 т (12 т – среднегодовое значение);

• по оценке 2012 г. через замыкающие створы рек Баргузин, Турка, В. Ангара, Тыя поступило 0,27 тыс. т нефтяных углеводородов и 0,16 тыс. т смолистых компонентов. В 2007–2011 гг. значения среднегодовых поступлений были равны – 0,75 тыс. т (нефтяные углеводороды) и 0,09 тыс. т (смолистые компоненты). В 2012 г. относительно пятилетнего ряда наблюдений вынос нефтяных углеводородов от четырех изученных рек снизился в 2,8 раза, вынос смолистых компонентов повысился в 1,8 раза. В 2012 г. в выносе нефтепродуктов доля смол и асфальтенов возросла до 37,2% от 11,0% (предыдущий пятилетний период).

Таким образом, в сравнении с периодом 2007–2011 гг. в 2012 г. отмечено снижение влияния на оз. Байкал рек Баргузин, Турка, Верхняя Ангара, Тыя по показателю нефтяные углеводороды; вместе с тем в стоке нефтепродуктов доля смолистых компонентов возросла в 3,4 раза. Не усилилось влияние четырех изученных рек на озеро по показателям легко-окисляемые органические вещества и летучие фенолы. В северной части озера влияние р. В. Ангара по показателю СПАВ снизилось в 2 раза, но в 3 раза усилилось по выносу взвешенных веществ.

В 2013 г. превышения ПДК нефтепродуктов в воде рек В. Ангара, Баргузин, Турка отмечены не были. В 2007–2011 гг. частоты превышения ПДК достигали 33,0% в р. В. Ангара и р. Баргузин и 25% в р. Турка. В р. Тыя частота превышения ПДК нефтепродуктов снизилась до 5,3% от 29% (пятилетнее значение). В 2013 г. частоты превышения ПДК фенолов были равны 14% в р. Баргузин и 22% в р. Турка, почти сохраняясь на уровне пятилетних значений (15% и 25%, соответственно). В 2013 г. в замыкающем створе р. В. Ангара и створах р. Тыя, расположенных выше и ниже г. Северобайкальск, превышения ПДК фенолов отмечены не были. В 2007–2011 гг. частоты превышения ПДК были равны 15% (р. В. Ангара) и 13% (р. Тыя).

4.2.6. Состояние окружающей среды по высотным поясам растительности в долине р. Давша биосферного заповедника «Баргузинский»

В 2013 г. в долине р. Давша «Баргузинского биосферного заповедника» (рис. 4.13) проведен комплексный фоновый мониторинг по ранее заложенным пробным площадям в различных растительных поясах, от предгорных байкальских террас до субальпийско-подгольцового пояса.

Отбор проб почвы и растений производился в предгорье – на Байкальских террасах, в таежном и субальпийско-подгольцовом растительных поясах (рис. 4.14) на геоботанических площадках (20×20 м). Образцы почвы отбирались в лесной подстилке – $А_0$ (0–5 см) и верхнем

– территория «Баргузинского биосферного заповедника»

Рис. 4.13. Территория «Баргузинского биосферного заповедника» на северо-восточном побережье оз. Байкал

почвенном горизонте на глубинах 5–10 см (A_1) и 10–20 см (A_2); образцы растений хвоя кедра 1-го летнего возраста, листья – березы, листья бадана толстолистного и мха (*плевроциум Шребера – Pleurozium schreberi* (Brid.).

Пробы воды на р. Давша отбирались в 3-х створах – исток в субальпийском подпоясе, предгорном подпоясе таежного пояса (байкальских террас) и в устье.

Отобранные образцы проб растений и почвы исследовались на содержание тяжелых металлов (Pb, Cd, Cu), пестициды (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ΣДДТ) и полиароматические углеводороды (3,4-БП, 1,12-БПЛ). Кроме этих компонентов в поверхностных пробах воды исследовалось содержание ртути (Hg). Вариации концентраций тяжелых металлов и пестицидов в растениях, почве и воде приведены в табл. 4.7–4.8.

Во всех пробах концентрации указанных веществ были ниже предельно допустимых значений.

Анализ концентрации тяжелых металлов выявил наибольшие концентрации в почве во всех высотных поясах (рис. 4.15), с максимальными значениями в горизонте A_1 – 5–10 см, для Cu (12 мкг/г) в подгольцовом подпоясе, Pb – в среднетаежном подпоясе (8,2 мкг/г). Значительного увеличения содержания кадмия в почве не наблюдается (рис. 4.16).

По сравнению с образцами растений, в образцах мха в среднем отмечено превышение концентрации тяжелых металлов (рис. 4.16). Наибольшие значения Pb наблюдались в образцах мха по всем поясам отбора, с максимумом (3,5 мкг/г) на верхней границе леса таежного пояса (рис. 4.15). Превышение средних значений Cu в образцах мха (2,7 мкг/г) относительно растений (–2,27 мкг/г – в листьях березы), незначительно (рис. 4.16). Максимальная концентрация Cd (рис. 4.15) в образцах мха (1,3 мкг/г) в среднетаежном подпоясе также не незначительно выше концентрации в растениях (0,88 мкг/г – в листьях березы предгорного подпояса байкальских террас).

Кроме мха, из отобранных образцов растений, наибольшие концентрации отмечаются для меди, одним из необходимых микроэлементов, которая входит в состав ряда важных окислительных ферментов и активизирует синтез белка. Превышение средних значений Cu в раз-

Таблица 4.7. Вариации концентрации тяжелых металлов в растениях и почве

Тяжелые металлы	Растения (мкг/г)				Почва (мкг/г)			Вода (мкг/дм^3)
	мох	хвоя кедра	лист березы	бадан	A_0(0–5)	A_1 (5–10 см)	A_2(10–20)	
Pb	0,95–3,5	0,33–1,3	0,36–0,58	0,29–1,4	2,6–5,8	2,4 – 8,2	3,8–5,5	0,23–0,98
Cd	0,3–1,3	0,2–0,48	0,33–0,88	0,03–0,27	0,08–2,8	0,04–0,43	0,05–2,2	0,021–0,036
Cu	2,3–3,2	1,1–2,5	0,46–4,0	0,87–3,2	3,0–7,1	3,7–12	3,9–5,1	0,57–2,1
Hg								0,03–0,22

Таблица 4.8. Вариации концентрации пестицидов и полиароматических углеводородов в растениях и почве

пестициды	растения (нг/г)				почва (нг/г))			вода (нг/дм^3)
	мох	хвоя кедра	лист березы	бадан	A_0(0–5)	A_1 (5–10 см)	A_2(10–20)	
DDT	< п.о.	5,8–20,8	< п.о.–5,5	5,0–26,9	< п.о.–23,3	< п.о.–0,3	< п.о.–12,5	198–568
DDD	< п.о.	< п.о.–2,4	< п.о.	< п.о.4,9	< п.о.	< п.о.–2,3	< п.о.–1,5	< п.о.
DDE	1,3–8,9	3,10	1,9–4,5	2,9–14,4	< п.о.–4,4	2,5–7,7	1–4,7	< п.о.
α-ГХЦГ	0,5–2,5	1,1–7,8	0,6–1,7	0,6–2,1	< п.о.–10	< п.о.–12	< п.о.–09	< п.о.
γ-ГХЦГ	1–7,1	1,6–5,4	1,1–2,8	1,4–5,5	0,35–2,4	0,6–26	0,3–1,9	4,2–5,9
3,4-БП	0,48–1,78	0,24–1,64	0,24–0,62	0,240–0,6	0,3–0,74	0,42–1,63	0,42–1,04	0,59–1,64
1,12-БПЛ	0,41–1,65	0,41–1,35	0,41–1,11	0,41–0,82	0,44–1,22	0,44–1,63	0,44–1,63	1,0–1,4

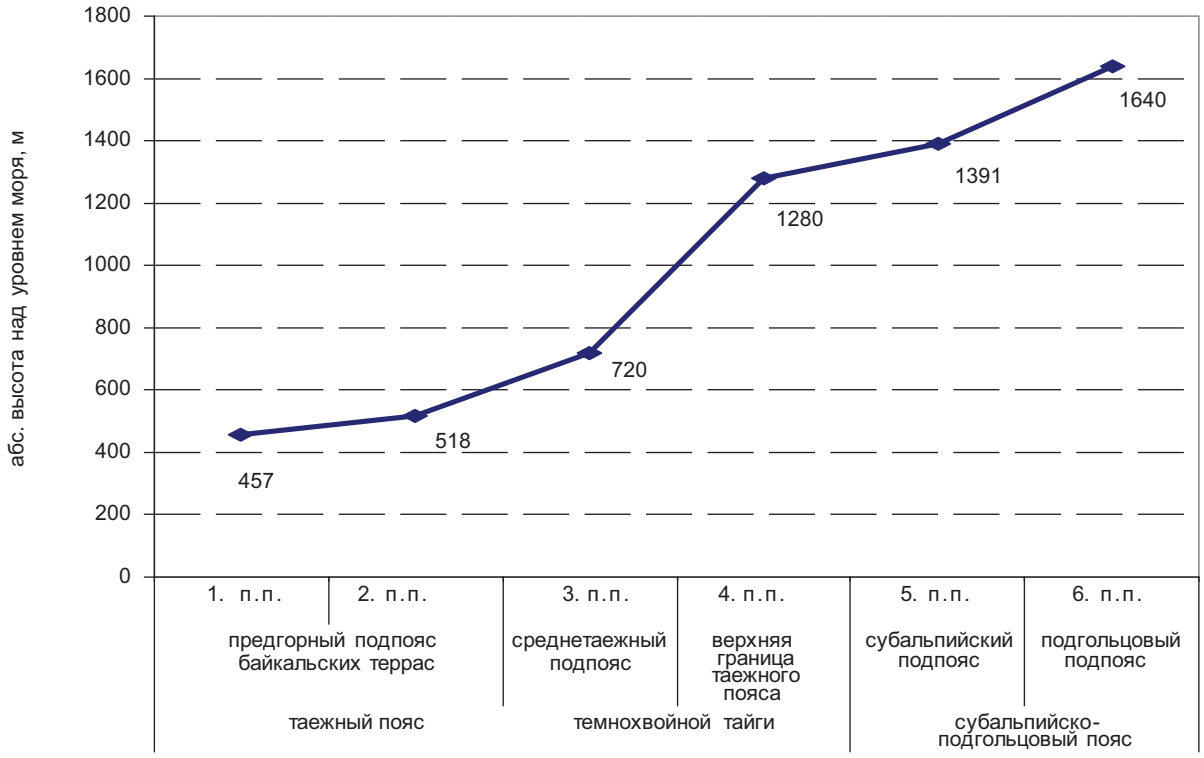


Рис. 4.14. Вертикальный профиль отбора проб растений и почвы на пробных площадях (п.п.) по р. Давша

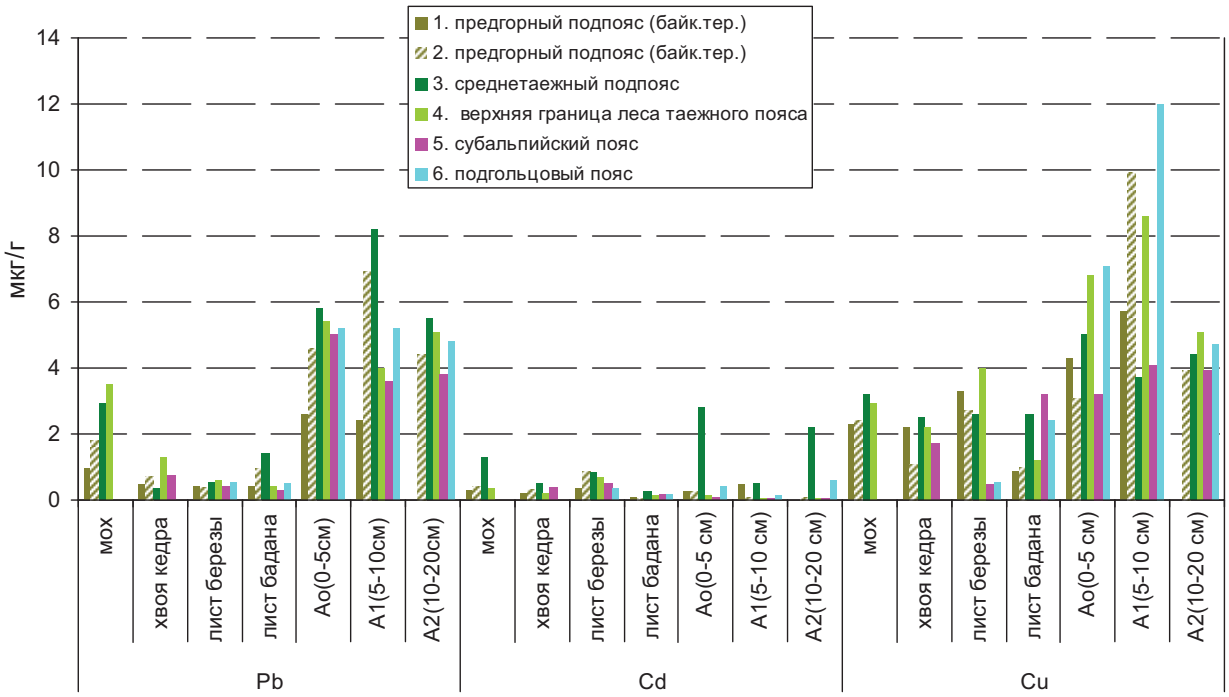


Рис. 4.15. Распределение тяжелых металлов в образцах растений и почвы по высотным поясам р. Давша

личных образцах растений в среднем незначительные (рис. 4.16). Максимальные значения меди отмечены в листьях березы на верхней границе леса таежного пояса (рис. 4.15). Наибольшая концентрация Pb зафиксирована в листьях бадана среднетаежного подпояса. Максимум Cd – также в листьях березы предгорного подпояса байкальских террас.

Содержание свинца и меди в почвах, в среднем, превышает в 1,3–3 раза их концентрации в растениях, что связано с поступлением и накоплением тяжелых металлов в почве: из атмосферы (в виде осадков), из разложившегося опада растений и почвенных микроорганизмов.

Высокие концентрации в образцах мха, связаны с тем, что питание мхи получают главным

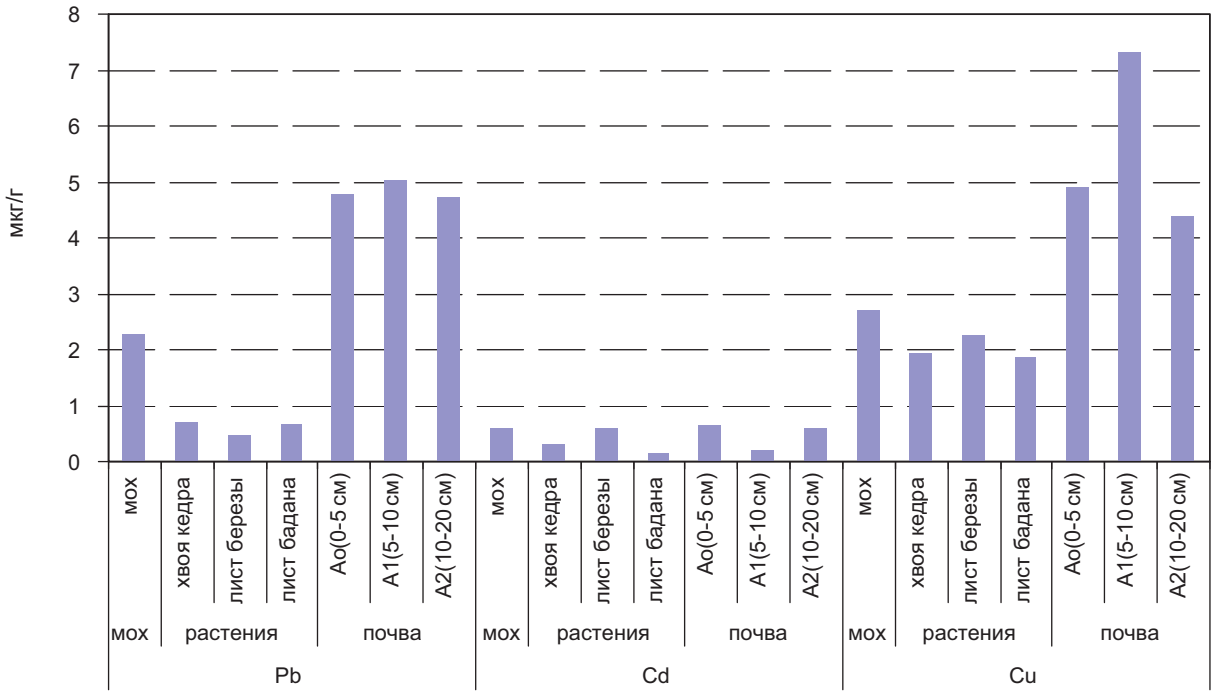


Рис. 4.16. Среднее содержание тяжелых металлов в образцах растений и почвы по высотным поясам

образом с атмосферными осадками, пылью и в меньшей степени из субстрата, т.к. корневая система у них отсутствует и представлена ризоидами – нитевидными образованиями из одной или нескольких клеток. Поэтому мхи широко используются как биоиндикаторы для мониторинга атмосферы.

Поступление тяжелых металлов в растения из почвы ограничено количеством свободной почвенной влаги и биологическими потребностями растений.

Среди пестицидов в растениях по концентрации преобладает DDT (26,9 нг/г) и DDE (14,4 нг/г). DDE зафиксирован по всем высотным поясам, а DDT и DDD обнаружены в среднетаежном и предгорном подпоясах в некоторых образцах. Максимальные значения DDT, DDD и DDE представлены в листьях бадана толстолистного в предгорном подпоясе байкальских террас.

α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ, присутствуют в незначительных количествах. Наиболее высокие значения для γ-ГХЦГ, с максимальными концентрациями в образцах мха (7,1 нг/г) наблюдаются всреднетаежном подпоясе, а α-ГХЦГ – 7,8 нг/г в хвое кедра в предгорном подпоясе байкальских террас.

Полиароматические углеводороды (3,4-БП и 1,12-БПЛ) представлены наименьшими значениями концентраций. Максимумы бензопирена (3,4-БП – 1,78 нг/г) и бензопирилена (1,12-БПЛ – 1,65 нг/г) обнаружены в образцах мха среднетаежного подпояса.

Река Давша является одной из малых рек западного макросклона Баргузинскоо хребта. Из тяжелых металлов в водах р. Давши преобладает медь (2,1 мкг/дм^3) в предгорном подпоясе на байкальских террасах (рис. 4.17), что значительно ниже ПДК (1 мг/дм^3). В предгорном подпоясе на байкальских террасах также представлены максимальные значения ртути (0,012 мкг/дм^3) и свинца (0,98 мкг/дм^3). Наибольшие значения кадмия (0,036 мкг/дм^3) представлены в устье р. Давша.

Из представленных пестицидов и полиароматических углеводов, наблюдается резкое преобладание DDT в поверхностных водах р. Давша, с максимальным значением (568 нг/дм^3) в предгорном подпоясе байкальских террас, что в 170 раз ниже ПДК (0,1 мг/дм^3) для питьевого и хозяйственно-бытового назначения (ГН 1.2.1323-03). Концентрации DDD , DDE и α-ГХЦГ в воде ниже порога определения (рис. 4.18). Концентрации γ-ГХЦГ невысокие (5,9 нг/дм^3). Полиароматические углеводороды (3,4-БП и 1,12-БПЛ) представлены наименьшими значениями концентраций, максимум бензопирена (3,4-БП) – 1,64 нг/дм^3, в устье р. Давша; максимум бензопирилена (1,12-БПЛ) – 1,4 нг/дм^3.

Таким образом, в образцах почвы, мха, растений и воды, отобранных по высотным поясам растительности в долине р. Давша, содержание тяжелых металлов, пестицидов и полиароматических углеводородов ниже предельно допустимых значений.

Полученные данные отражают фоновое состояние региона Баргузинского заповедника.

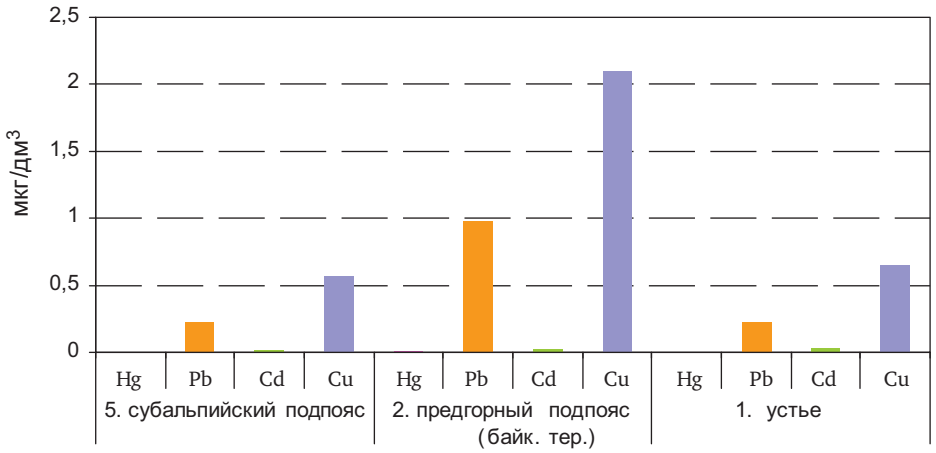


Рис. 4.17. Распределение тяжелых металлов в воде р. Давша

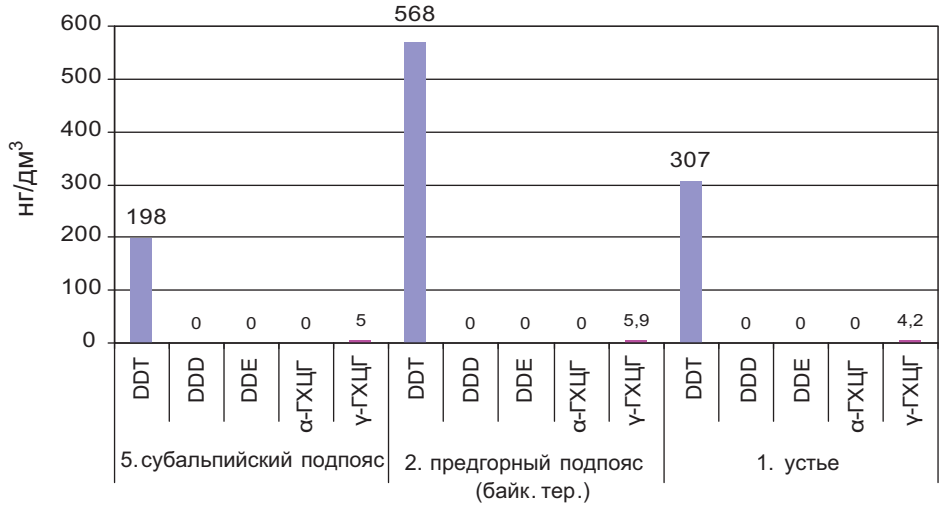


Рис. 4.18. Средние значения концентрации пестицидов в воде р. Давша, р. Большая и оз. Байкал

4.3. Комплексная оценка загрязнения окружающей природной среды побережий арктических морей и архипелага Шпицберген за 2013 год

Обследование включало район расположения пос. Баренцбург, прилегающие территории, акваторию и побережье залива Гренфьорд (рис. 4.19).

Полевые работы проводились в мае (весенний период) и августе (летний период) и включали: геоэкологическое опробование атмосферного воздуха и атмосферного аэрозоля, снежного покрова, морского льда, почв, грунтовых вод и наземной растительности на территории пос. Баренцбург, его санитарно-защитной зоны (локальный мониторинг) и в удаленных от поселка точках (фоновый мониторинг). Выполнялись также исследования морских вод, морских водных взвесей и донных отложений на акватории залива Гренфьорд; поверхностных вод и донных отложений озера Биенда-стемме и реки Грендалсэльва, долина которой расположена южнее поселка Баренцбург.

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 загрязнителями атмосферного воздуха поселка являются пыль, диоксид серы, оксиды азота и углерода, сероводород, соединения ПАУ и ЛАУ, ТМ. В период летней съемки в атмосферном воздухе поселка были зафиксированы максимальные концентрации пыли (до

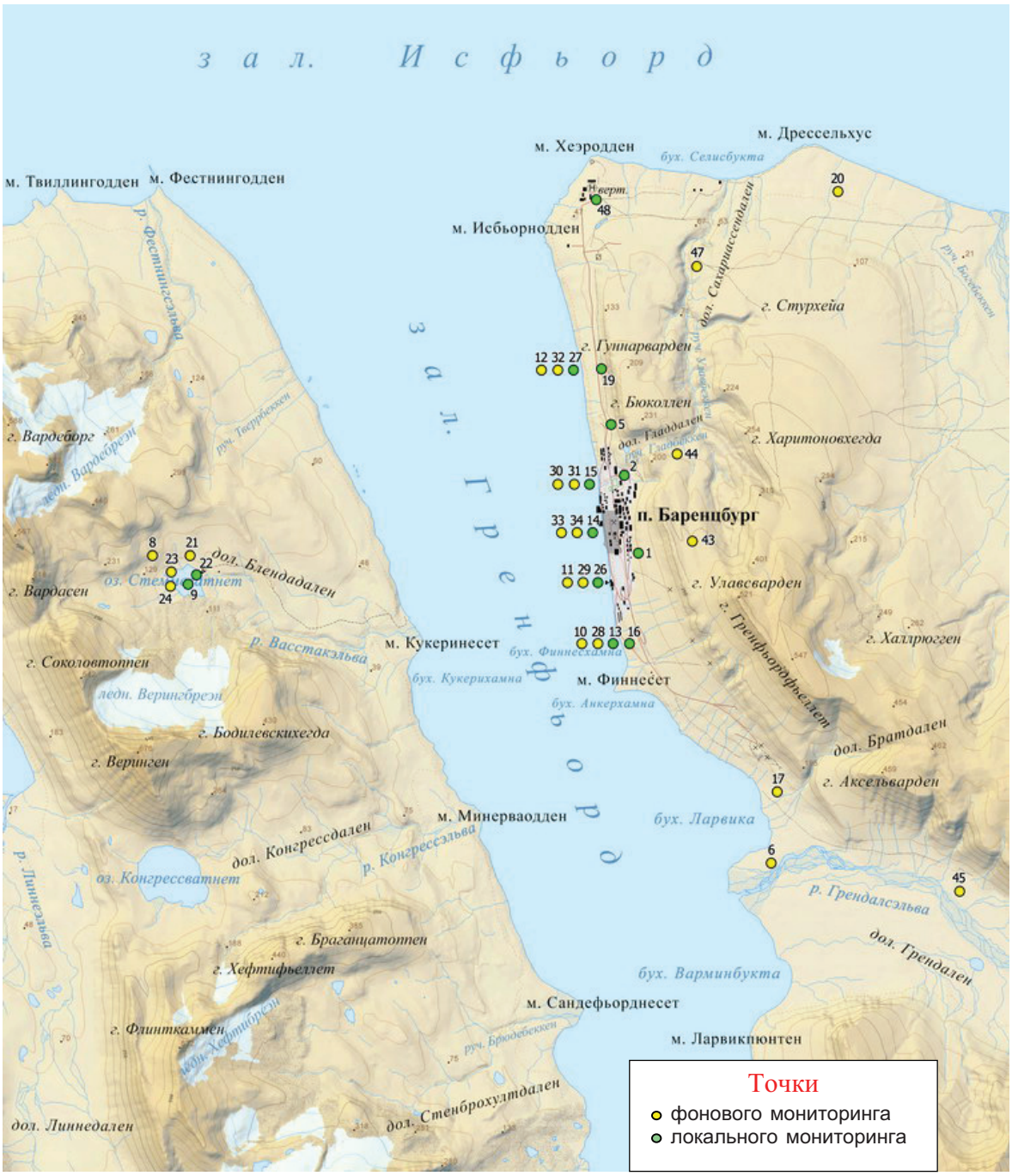


Рис. 4.19. Схема точек выполнения наблюдений и отбора проб при проведении фонового и локального экологического мониторинга в районе пос. Баренцбург

12,3 мкг/м^3), диоксида серы (до 11,2 мкг/м^3), оксида углерода (до 88,0 мкг/м^3) и диоксида азота (до 2,93 мкг/м^3) были зафиксированы в атмосферном воздухе поселка. В весенний сезон максимальное содержание пыли достигало 9,40 мкг/м^3, диоксида серы – 4,80 мкг/м^3, оксида углерода – 126 мкг/м^3, диоксида азота – 5,20 мкг/м^3 .

Содержание в атмосферном воздухе сероводорода и летучих органических соединений в весенний и летней 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. Максимальные концентрации гексахлорбензола (0,046 нг/м^3) отмечены летом, а пентахлорбензола (0,02 нг/м^3) весной. Максимальное содержание пестицидов группы ГХЦГ весной

достигло 0,028 нг/м^3, содержание пестицидов группы ДДТ летом было выше весенних значений и достигало – 0,50 нг/м^3. В летний период концентрация ∑ПХБ достигало максимальных значений 0,30 нг/м^3, при среднем значении – 0,16 нг/м^3. Весной содержание ПХБ было значительно ниже, составив в среднем 0,02 нг/м^3.

По сравнению со средними концентрациями ХОС за период (2002-2012 гг.) в 2013 г. отмечено снижение содержания полихлорбензолов с 0,20 – до 0,023 нг/м^3, пестицидов ГХЦГ с 0,12 – до 0,014 нг/м^3, ПХБ с 0.80 – до 0.34 нг/м^3. В то же время в 2013 г. отмечено увеличение средней концентрации ДДТ до 0.31 нг/м^3 по сравнению со средними значениями 0,18 нг/м^3 зафиксированными за многолетний период.

В 2013 году в оба сезона зафиксированы все соединения группы ПАУ. Суммарное содержание ПАУ в весенний период изменялось от 0,001 до 0,085 нг/м^3, составляя в среднем 0,044 нг/м^3, в летний период изменялось от 0,20 до 0,67 нг/м^3 при среднем 0,34 нг/м^3. По отношению к периоду (2002–2012 гг.) среднее содержание ∑ПАУ в атмосфере Баренцбурга в 2013 г. снизилось с 21,6 до 0,34 нг/м^3.

Из списка тяжелых металлов в пробах атмосферного воздуха весной обнаружены: железо, марганец, цинк, никель, кадмий, хром; в летний период – железо, цинк, медь, никель, свинец. Наиболее высокое содержание металлов в атмосферном воздухе отмечено в летний период. Максимальная концентрация железа летом достигала 0,88 нг/м^3, цинка – 1,04 нг/м^3, меди – 0,85 нг/м^3, никеля – 0,64 нг/м^3, свинца – 0,47 нг/м^3. Весной: марганца – 0,10 нг/м^3, кадмия – 0,004 нг/м^3 , хрома – 0,002 нг/м^3.

Загрязненность атмосферного воздуха ТМ в 2013 году по сравнению со среднемноголетними уровнями (2002–12 гг.) значительно снизилась. Содержание цинка уменьшилось в 6 раз, меди, никеля – в 7–8 раз, свинца – в 9,8 раза. Столь резкое снижение содержания ТМ в атмосферном воздухе поселка наблюдается с 2011 г. после ввода в строй переоборудованной ТЭЦ.

Полученные данные по уровням концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе района исследований в 2013 году близки к данным норвежских исследователей, осуществляющих подобные наблюдения на ст. Цеппелин в Ню-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 щелочноземельные металлы (Na, K, Ca, Mg), соединения азота (нитриты, нитраты, аммоний), нефтяные углеводороды, фенолы, ПАУ, ХОС и ТМ.

Водородный показатель (pH) снежного покрова в районе работ находился в пределах от 5,38 до 7,86 ед. pH, составляя в среднем 7,30 ед. pH. Максимальная концентрация взвешенных веществ (224 мг/л) была выявлена в снежном покрове в районе склада горношахтного оборудования отвалов породы южнее поселка, средняя концентрация составила 25,2 мг/л.

Концентрации главных ионов, в снежном покрове обследованной территории, изменялись в следующих пределах: хлориды – от 1,85 до 8,03 мг/л талой воды; сульфаты – от 0,57 до 5,90 мг/л; натрий – от 0,99 до 6,37 мг/л; калий – от 0,00 до 0,96 мг/л; кальций – от 0,19 до 3,41 мг/л; магний – 0,07 до 0,60 мг/л талой воды.

Концентрации минеральных форм азота изменялись в диапазоне: для нитритного азота – от <0,5 до 3,0 мкг/л; для аммония – от 5,0 до 208 мкг/л; содержание нитратов от <5,0 до 64,0 мкг/л.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега изменялось от <1,0 до 46,0 мкг/л талой воды.

Концентрация фенолов в пробах снежного покрова находились ниже предела обнаружения используемого аналитического метода (<0,5 мкг/л).

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в снежном покрове были обнаружены: нафталин, аценафтилен, фенантрен, бенз/а/антрацен, пирен , хризен, бенз/b/флуорантен. Содержание остальных соединений ПАУ было ниже предела обнаружения.

Суммарное содержание соединений группы ПАУ в снежном покрове изменялось от 8,94 до 231 нг/л талой воды, составив в среднем 76,4 нг/л талой воды, что значительно ниже средних уровней содержания ПАУ зафиксированных в снежном покрове за период 2003-2012 гг. (106 нг/л).

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах снега зафиксировано наличие хлорбензолов, пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ и ПХБ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в снежном покрове с различной частотой обнаружения были отмечены конгенеры #52, #99, #101 #118, #138, остальные конгенеры находились ниже предела обнаружения. Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС составляли: для хлорбензолов (гексахлорбензол) – 0,38 нг/л, для суммы ГХЦГ – 2,64 нг/л, для суммы ДДТ –

8,75 нг/л, для суммы ПХБ – 6,04 нг/л. Содержание полихлорциклодиенов находилось ниже пределов их обнаружения (<0,05 нг/л талой воды).

По сравнению с 2003-2012 гг., в 2013 году отмечено снижение средних концентраций суммы ГХЦГ с 1,73 до 0,47 нг/л и ∑ПХБ с 7,57 до 2,85 нг/л, и увеличение содержания хлорбензолов с 0,18 до 0,28 нг/л и ДДТ с 0,95 до 4,21 нг/л.

Содержание контролируемых тяжелых металлов в пробах снега находилось в следующих пределах: железа от <2,5 до 7,80 мкг/л; марганца – от <0,6 до 5,30 мкг/л; цинка – от <0,5 до 11,0 мкг/л; меди – от <,0,5 до 2,70 мкг/л; кадмия – от <0,07 до 0,16 мкг/л талой воды. Концентрации никеля, кобальта, хрома, свинца, ртути и мышьяка находились ниже предела обнаружения (<3,0; <1,0; <0,3; <1,0; <0,05; <1,5 мкг/л соответственно). Максимальные уровни содержания железа и марганца были зафиксированы в пробах снега, отобранных на восточном склоне г. Стурхеда, цинка – в районе вертолетной площадки; меди – в районе расположения горных отвалов и шлака от ТЭЦ и кадмия – в районе ЗГМО. Средние уровни зафиксированных ТМ в снеге в 2013 г. в 2–3 раза ниже средних уровней отмеченных в снежном покрове в период 2003–2012 гг.

Таким образом, снежный покров территории поселка и его окрестностей в 2013 г. характеризуется повышенными концентрациями пестицидов группы ДДТ, ПХБ, некоторых ПАУ 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 и ПХБ – с региональными и локальными.

Морские воды

Отбор проб морских вод производился в восточной части акватории залива Гренфьорд, прилегающей к территории пос. Баренцбург.

В пробах морских вод выполнялись определения основных гидрохимических характеристик: – окислительно-восстановительного потенциала (Eh), водородного показателя (pH), растворенного кислорода, $БПК_5$; биогенных элементов (кремнекислоты, минеральных форм азота и фосфора и их общего количества) и концентрации взвеси, а также загрязняющих веществ – тяжелых металлов и мышьяка; ПАУ, НУ, НАУ, 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 98,0 до 266 мВ а в период летней съемки – от 54,0 до 118 мВ.

Электропроводность в водах залива Грёнфьорд весной колебалась от 47,0 до 50,2 мС/см, летом от 46,2 до 52,2 мС/см.

Щелочность морских вод в период весенних наблюдений изменялась от 1,31 до 1,80 мг-экв/л, тогда как летом – от 1,39 до 2,26 мг-экв/л.

Водородный показатель (pH) морской воды в период весенней съемки находился в пределах от 6,64 до 8,01 ед. pH, а в период летней съемки – от 8,00 до 8,18 ед. pH.

Содержание растворенного кислорода в поверхностном слое вод весной 2013 года находилось в пределах от 7,55 до 15,9 мг/л (77–102% насыщения); в летний период – от 8,50 до 10,8 мг/л (81,5–99,2% насыщения).

Значения биохимического потребления кислорода ($БПК_5$) морской воды варьировали весной от значений ниже предела обнаружения используемого метода анализа (<1,0 мг/л) до 1,20 мг/л, а в период летней съемки повсеместно не превышали значения нижнего предела обнаружения используемого метода анализа (<1,0 мг/л).

Значения концентраций минеральных форм азота в водах обследованной акватории изменялись следующим образом: – для нитритного азота весной – от <0,5 до 0,64 мкг/л, летом – от 1,18 до 3,38 мкг/л; для нитратного азота весной – от <5,0 до 9,43 мкг/л, летом – от 101 до 129 мкг/л; для аммонийного азота весной – от <5,0 до 24,9 мкг/л, летом – от 23,1 до 453 мкг/л; для общего азота в период весенней съемки – от <30 до 82,7 мкг/л и во время летней съемки – от 176 до 862 мкг/л.

Концентрации минерального фосфора в водах обследованной акватории изменялись весной – от <5,0 до 7,86 мкг/л, летом – от <5,0 до 16,2 мкг/л; содержание общего фосфора колебалось в весенний период от <5,0 до 23,6 мкг/л, а во время летней съемки – от 17,9 до 57,4 мкг/л.

Концентрации силикатов в водах обследованной акватории изменялись весной от 13,9 до 92,0 мкг/л, а летом – от 10,5 до 133 мкг/л.

Концентрации взвешенного вещества в водах обследованной акватории изменялись от <5,0 до 10,4 мг/л в весенний период и от 5,40 до 12,6 мг/л в летний период наблюдений.

Концентрации фенолов, неполярных алифатических углеводородов (НАУ) в водах обследованной акватории залива в 2013 году были ниже предела чувствительности используемого метода анализа что не позволяло их надежно идентифицировать. Из загрязняющих веществ в водах об-

следованной акватории были выявлены СПАВ, нефтяные углеводороды, ЛАУ, ПАУ, ТМ и ХОС.

Концентрации СПАВ в весенний период наблюдений находились по всей обследованной акватории ниже предела обнаружения (<10,0 мкг/л), в то время как в период летней съемки они находились в диапазоне от 18,2 до 81,0 мкг/л.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в водах обследованной акватории находились в следующих пределах: весной – от <2,0 до 3,11 мкг/л, а в летний период – от <2,0 до 86,0 мкг/л.

Соединения летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) обнаруживались в пробах морских вод исключительно в летний период 2013 года. Из их числа концентрации бензола, этилбензола, изопропилбензола (кумола) и 1,3,4-триметилбензола (псевдокумола) не превышали нижнего предела чувствительности данного метода анализа (<0.1 мкг/л). Максимальные концентрации остальных соединений ЛАУ достигали: толуола – 5,41 мкг/л, суммы пара- и мета-ксилолов – 3,08 мкг/л, орто-ксилола – 4,61 мкг/л. Наибольшее среднее значение суммарного содержания соединений группы ЛАУ (13,1 мкг/л) было отмечено в придонном горизонте вод на некотором удалении от порта Баренцбурга.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в весенний период в морских водах обследованной акватории обнаружены 10 соединений за исключением аценафтилена, аценафтена, фенантрена, флуорантена, индено/123cd/пирена и бенз/ghi/перилена. В летний период фиксировались все соединения ПАУ, за исключением аценафтилена. Максимальная концентрация бенз/а/пирена достигало 5,16 нг/л (1,03 ПДК).

В морской взвеси в летний период были зарегистрированы все 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

Суммарное содержание соединений группы ПАУ в морских водах весной изменялось от 27,3 до 72,0 нг/л, а в период летних наблюдений – от 0,24 до 147 нг/л. В морской взвеси сумма идентифицированных ПАУ в период летней съемки находилась в пределах от 0,34 до 2,18 нг/мг взвеси.

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах морской воды и морской взвеси в период наблюдений зафиксировано наличие полихлорбензолов, пестицидов группы ДДТ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в морской воде фиксировались конгенеры #52, #99, #101, #118, #138 и #153. Пестициды группы ГХЦГ в морских водах находились ниже уровня их определения.

Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС составляли: для суммы полихлорбензолов – 0,53 нг/л в морской воде (весной) и 5,29 нг/мг – в морской взвеси (летом); для суммы ГХЦГ во взвеси – 95,0 нг/мг; для суммы ДДТ – 2,84 нг/л в морской воде (весной) и 80,8 нг/мг во взвеси (летом); для суммы ПХЦД во взвеси – 54,7 нг/мг (летом); для суммы ПХБ – 5,56 нг/л в морской воде (летом) и 167 нг/мг в морской взвеси (летом).

Максимальные концентрации контролируемых тяжелых металлов составляли: для железа – до 6,44 мкг/л (весной), марганца – до 14,0 мкг/л (летом), цинка – до 5,63 мкг/л (весной), меди – до 1,66 мкг/л (весной), никеля – до 2,35 мкг/л (весной), кобальта – до 0,10 мкг/л, свинца – до 0,20 мкг/л (весной), кадмия – до 0,34 мкг/л (весной), хрома – до 1,24 мкг/л (весной). Концентрации ртути, олова и мышьяка находились ниже пределов обнаружения.

Максимальное содержание определявшихся тяжелых металлов в пробах морской взвеси было равно: для железа – 18,0 мкг/мг, для марганца – 0,44 мкг/мг, для цинка – 0,21 мкг/мг, для меди – 0,09 мкг/мг, для свинца – 0,04 мкг/мг, для хрома – 0,01 мкг/мг взвеси. Содержание остальных ТМ в пробах морской взвеси было ниже пределов обнаружения.

Концентрации большей части загрязняющих веществ в морской воде залива Грёнфьорд имели значения, характерные для прибрежных районов Гренландского и Норвежского 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 летний период период как «чистые» (II класс качества).

На акватории залива Гренфьорд основные гидрохимические показатели, а также концентрации загрязняющих веществ в морских водах не выходили за рамки установленных ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов. Исключениями являются: содержание бенз/а/пирена в пробах морских вод, отобранных в прибрежной части акватории в районе ТЭЦ в весенний период (до 1,03 ПДК), а также значения концентраций аммонийного азота (до 1,2 ПДК) и суммарных НУ (до 1,7 ПДК) в пробах, отобранных в летний период в районе порта.

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-стемме, используемого для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения пос. Баренцбург, и реки Грендалсэльва.

В пробах воды выполнялись определения основных гидрохимических характеристик: окислительно-восстановительного потенциала (Eh); водородного показателя (pH); щелочности; химического потребления кислорода (ХПК); биохимического потребления кислорода ($БПК_5$); биогенных элементов (кремнекислоты, минеральных форм азота и фосфора и их общего количества) и концентрации взвешенного вещества, а также загрязняющих веществ (тяжелых металлов и мышьяка; ПАУ; НУ; НАУ; ЛАУ; индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов); синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ); ХОС, включая ПХБ.

Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) в водах озера Биенда-стемме изменялся в весенний период от 283 до 296 мВ, в летний период – от 122 до 131 мВ; в речных водах в летний период – 164 до 243 мВ.

Водородный показатель (pH) в озерных водах весной находился в пределах 8,00–8,03 ед. pH, летом – от 7,96 до 8,33 ед. pH, в водах реки Грендалсэльва pH находился в диапазоне от 7,39 до 7,59 ед. pH.

Содержание растворенного кислорода в водах озера Биенда-стемме весной находилось в пределах от 12,0 до 12,04 мг/л (насыщение кислородом составляло от 93,0 до 111%); в период летней съемки – от 10,9 до 11,4 мг/л (% насыщения – от 92,1 до 100%). В речных водах концентрации кислорода находились в пределах от 8,08 до 9,96 мг/л при интервале процентного насыщения от 74,4 до 94,5%.

Щелочность озерных вод весной изменялась в пределах от 0,55 до 0,73 мг-экв/л, а летом – от <0,5 до 0,76 мг-экв/л. В речных водах щелочность колебалась от <0,5 до 1,12 мг-экв/л.

Биохимическое потребление кислорода ($БПК_5$) в водах озера Биенда-стемме и реки Грендалсэльва в периоды наблюдений 2013 года не превышало предела чувствительности методики определения (<1,0 мг/л O_2).

Химическое потребление кислорода (ХПК) в водах озера Биенда-стемме в весенний период не превышало предела обнаружения <4,0 мг/л, а в летний период варьировалось в пределах от <4,0 до 9,50 мг/л. В реке Грендалсэльва величина ХПК находилось в пределах от 16,9 до 21,3 мг/л.

Минеральные формы азота в поверхностных водах озера Биенда-стемме весной для нитритного азота находились ниже предела обнаружения <0,5 мкг/л и от <0,5 до 2,40 мкг/л в летний период. В речных водах концентрация нитритного азота составляла от 157 до 275 мкг/л при среднем значении 199 мкг/л.

Концентрации нитратного азота в озерных водах весной находились в пределах от 102 до 190 мкг/л, в летний период содержание нитратного азота изменялось от 14,8 до 69,0 мкг/л. В речных водах концентрация нитратного азота находилась в интервале от 309 до 343 мкг/л при среднем содержании 327 мкг/л.

Содержание аммонийного азота в водах озера Биенда-стемме в весенний период находилось в интервале от 91,2 до 103 мкг/л при среднем значении 97,9 мкг/л, летом – от 18,2 до 68,0 мкг/л (среднее – 49,1 мкг/л). В речных водах содержание аммонийного азота не превышало порог предела обнаружения <5,0 мкг/л.

Концентрации общего азота в озерных водах в весенний период находились в пределах от 382 до 461 мкг/л, а в летний период – от 203 до 419 мкг/л. В водах реки Грендалсэльва содержание общего азота варьировалось от 796 до 864 мкг/л.

Концентрации минерального фосфора в озерной воде весной не превышали значения <5,0 мкг/л, а летом находились в пределах от <5,0 до 5,88 мкг/л. В речных водах концентрации минерального фосфора находились ниже порога предела обнаружения (<5,0 мкг/л). Содержание общего фосфора в поверхностных водах озера Биенда-стемме весной находилось в пределах 5,29÷7,00 мкг/л, а в период летней съемки – от 13,4 до 33,0 мкг/л. В реке Грендалсэльва концентрации общего фосфора составили 10,6÷21,5 мкг/л при среднем значении 15,4 мкг/л.

Содержание кремния силикатного в водах озера весной находилось в интервале от 693 до 780 мкг/л, во время летней съемки – от 1419 до 1903 мкг/л. Концентрации кремния силикатного в водах реки Грёндалсэльва составляли от 1380 до 1680 мкг/л при среднем значении 1516 мкг/л.

Содержание взвешенного вещества в озерных водах в весенний период колебалось от 5,80 до 6,93 мг/л, в летний период – от 5,82 до 86,8 мкг/л. В речных водах концентрации взвешенного вещества находились в пределах от 329 до 405 мг/л.

Из загрязняющих веществ в речных водах в 2013 году выявлены СПАВ, нефтяные углеводороды, ТМ, соединения групп ПАУ, ЛАУ, и ПХБ, тогда как в воде озера Биенда-стемме из вышеперечисленных загрязнителей обнаруживались лишь ТМ, ПАУ, ХОС и ПХБ.

Содержание синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в водах озера в периоды наблюдений не превышало предел обнаружения (<10 мкг/л). Концентрации СПАВ в речных водах находились в пределах от <10 до 12,4 мкг/л.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в поверхностных водах озера Биенда-стемме в периоды наблюдений не превышало предел обнаружения (<2,0 мкг/л). В водах Грендалсэльвы содержание НУ составляло от 2,54 до 16,0 мкг/л при среднем значении 8,07 мкг/л.

Суммарные концентрации неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов) в поверхностных водах озера Биенда-стемме и реки Грендалсэльва за периоды наблюдений были ниже пределов чувствительности методик анализа (<0,1 и <0,5 мкг/л соответственно), что не позволяло их надежно идентифицировать.

Среди соединений группы летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), обнаруженных в речных и озерных водах в летний период исследований, были отмечены значимые концентрации бензола, суммы пара- и метаксилолов, а также орто-ксилола. Концентрации остальных соединений ЛАУ находились ниже предела обнаружения (<0,1 мкг/л). Так, среднее суммарное содержание ЛАУ в водах озера составляло значение 0,43 мкг/л, а в водах реки Грендалсэльва – 0,80 мкг/л.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в озерных водах весной 2013 года концентрации нафталина, аценафтилена, флуорена, аценафтена и флуорантена не удалось идентифицировать. В летний период, напротив, концентрации большей части соединений ПАУ в водах озера находились ниже соответствующих пределов обнаружения. Соединениями со значимыми концентрациями являлись фенантрен, флуорантен и бенз/а/пирен. Весной максимальная концентрация бенз/а/пирена достигла 8,71 нг/л (1,7 ПДК).

В воде реки Грендалсэльва зафиксированы 11 соединений группы ПАУ за исключением нафталина, аценафтилена, аценафтена, фенантрена и флуорантена. Содержание бенз/а/пирена составило 2,11 нг/л.

Суммарное содержание соединений группы ПАУ в воде озера Биенда-стемме в весенний период составило 66,4 нг/л, а в летний период – 2,46 нг/л. В воде реки Грендалсэльва – 177 нг/л.

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в воде реки Грендалсэльва концентрации соединений полихлорбензолов, пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ, а также группы полихлорциклодиенов составляли менее 0,05 нг/л, что не позволило надежно их идентифицировать. Максимальные суммарные концентрации соединений группы ПХБ составили 1,05 нг/л.

В водах озера Биенда-Стемме в периоды наблюдений были зафиксированы соединения групп ХБ, ДДТ, ГХЦГ, ПХЦД и ПХБ. Максимальные концентрации ХОС отмечены в водах озера весной и составляли: для суммы ХБ – 0,42 нг/л; для суммы ГХЦГ – 0,26 нг/л; для суммы ДДТ – 43,9 нг/л; для суммы ПХЦД – 1.55 нг/л; для суммы ПХБ – 104 нг/л. Летом в озерной воде- зафиксировано отсутствие загрязняющих веществ из группы ГХЦГ.

Максимальные концентрации тяжелых металлов (ТМ) в озерных водах составили: для железа 12,0 мкг/л (летний период), для марганца – 1,41 мкг/л (летний период), для цинка – 2,50 мкг/л (весенний период). Концентрации меди, никеля, свинца, кадмия, хрома, ртути, мышьяка и олова не превышали пределов чувствительности используемого метода анализа.

В речных водах максимальное содержание тяжелых металлов составило: для железа – 2,48 мкг/л, для марганца – 303 мкг/л, для кобальта – 1,40 мкг/л, для кадмия – 0,07 мкг/л. Концентрации меди, цинка, никеля, свинца, хрома, ртути, мышьяка и олова находились ниже пределов обнаружения.

В водах озера Биенда-стемме весной 2013 г. установлено превышение российских гигиенических нормативов и ПДК, а также нормативов качества воды, установленных в странах Европейского Союза по содержанию в воде бенз/а/пирена (до 1,7 ПДК), представляющего собой соединение I класса опасности. В течение летнего периода в водах озера превышений гигиенических нормативов хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования не обнаружено, причем содержание в воде бенз/а/пирена снизилось до 0,4 ПДК. В водах реки Грендалсэльва были отмечены превышения ПДК по ХПК (до 1,4 ПДК) и содержанию в воде марганца (до 3,0 ПДК). Содержание остальных нормируемых показателей составляло десятые, сотые и тысячные доли установленных ПДК.

В целом, за исследуемый период 2013 года в воде озера максимальное содержание отдельных загрязняющих веществ составило: для ХПК – 0,63 ПДК, для суммы ГХЦГ – до $1{,}0 \cdot 10^{-6}$ ПДК, для суммы ДДТ – до 0,2 ПДК, для суммы ПХБ – до 0,10 ПДК).

Из анализируемого списка тяжелых металлов обнаруженные концентрации железа (до 0,04 ПДК), марганца (до 0,01 ПДК) составляли сотые доли ПДК, а цинка (до 0,002 ПДК) – соответственно тысячные доли ПДК.

Таким образом, с точки зрения санитарно-химических требований по результатам обсле-

Таблица 4.9. Диапазон и средние концентрации загрязняющих веществ в образцах морских донных отложений и отложений водоемов суши

Показатель	Морские донные отложения		Донные отложения озера Биенда-стемме		Донные отложения р, Грендалсэльва	
	Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее
1	2	3	4	5	6	7
Суммарные нефтяные углеводороды, мкг/г	75,0 – 229	134	13,8 – 45,9	23,6	<10 – 71,4	35,7
Полициклические ароматические углеводороды, нг/г						
Нафталин	608 – 2300	1010	156 – 208	188	328 – 525	427
Аценафтилен	4,77 – 16,4	8,12	5,12 – 6,92	5,96	5,06 – 6,32	5,69
Аценафтен	18,3 – 65,5	30,3	20,6 – 27,9	24,3	20,2 – 25,3	22,8
Флуорен	23,5 – 60,5	35,6	2,77 – 3,69	3,28	20,5 – 44,9	32,7
Фенантрен	429 – 1357	737	148 – 196	170	250 – 305	278
Антрацен	35,2 – 89,3	59,7	5,61 – 6,47	6,12	7,18 – 7,94	7,56
Флуорантен	14,1 – 36,9	24,9	2,10 – 2,65	2,37	2,87 – 3,17	3,02
Пирен	53,7 – 279	147	50,8 – 70,7	63,0	44,6 – 57,9	51,2
Бенз(а)антрацен	54,9 – 223	121	34,1 – 45,6	40,9	40,3 – 54,1	47,2
Хризен	10,1 – 44,6	27,5	25,0 - 30,2	27,3	5,54 – 6,72	6,13
Бенз(b)флуорантен+ перилен	50,8 – 158	100	95,1 - 107	100	41,8 – 54,4	48,1
Бенз(k)флуорантен	5,01 – 35,4	19,3	23,7 – 30,2	27,7	3,80 – 4,74	4,27
Бенз(а)пирен	12,9 – 55,6	30,7	40,9 – 49,3	45,3	8,10 – 10,4	9,23
Дибенз(a,h)антрацен	23,3 – 65,7	36,8	17,9 – 24,6	19,4	16,2 – 22,0	19,1
Индено (1,2,3cd)пирен	16,2 – 39,3	25,3	19,9 – 22,2	21,1	14,8 - 18,9	16,8
Бенз(g, h, i)перилен	48,1 – 118	77,7	52,1 – 68,9	62,7	44,5 – 56,6	50,6
Сумма ПАУ*	1470 – 4912	2490	764 – 861	807	855 – 1202	1029
Тяжелые металлы, мкг/г						
Железо, мг/г	22,4 – 27,0	25,2	49,3 – 64,0	57,2	25,0 –31,0	28,0
Марганец	2,30 – 98,0	46,3	32,0 – 41,0	35,8	6,00 – 6,90	6,45
Цинк	45,8 – 74,2	62,1	225 – 240	234	66,0 – 79,0	72,5
Медь	12,9 – 24,0	19,2	25,8 – 30,0	27,3	19,0 – 24,0	21,5
Никель	15,5 – 23,0	19,5	33,6 – 42,0	37,1	29,0 – 34,0	31,5
Кобальт	3,60 – 5,80	4,75	7,90 – 9,20	8,63	8,00 – 9,50	8,75
Свинец	10,2 – 16,5	13,3	14,3 – 15,8	15,0	15,0 – 18,0	16,5
Кадмий	0,08 – 0,49	0,19	0,15 – 0,21	0,18	0,16 – 0,18	0,17
Ртуть	0,02 – 0,05	0,04	0,04 – 0,04	0,04	0,02 – 0,02	0,02
Мышьяк	2,70 – 9,20	6,33	4,40 – 4,80	4,60	5,10 – 5,60	5,35
Хлорорганические соединения, нг/г						
Сумма полихлорбензолов*	<0,05 – 0,79	0,44	0,49 – 0,80	0,64	0,35 – 0,61	0,48
Сумма ГХЦГ*	<0,05 – 0,42	0,12	0,33 – 0,56	0,42	0,12 – 0,17	0,15
Сумма ДДТ*	3,49 – 27,6	10,4	7,89 – 9,94	8,95	0,11 – 0,40	0,25
Сумма ПХБ*	7,63 – 30,8	17,2	127 – 188	154	0,47 – 0,81	0,64

дования 2013 года вода озера Биенда-стемме может использоваться для целей хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования без дополнительной водоподготовки.

За весенний период наблюдений 2013 года в водах озера Биенда-Стемме были зафиксированы превышения ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов по содержанию бенз/а/пирена (до 1,7 ПДК), по суммарному содержанию соединений группы ДДТ (до 4,3 ПДК) и соединений группы ПХБ (до 10,4 ПДК). За летний период наблюдений превышений нормативов для рыбохозяйственных водоемов не было обнаружено.

В воде реки Грендалсэльва в летний период отмечены превышения ПДК для нитритного азота (до 13,8 ПДК) и для марганца (до 30,3 ПДК) в устьевой части реки. Превышений ПДК гидрохимических параметров и содержания остальных ЗВ в водах реки зафиксировано не было.

Расчеты ИЗВ для пресных водоемов (озера Биенда-стемме и реки Грендалсэльва) выполнялись с использованием показателей, содержания которых были максимальными независимо от того, превышали они ПДК или нет. В озере Биенда-стемме в весенний период среднее значение ИЗВ составило 0,36, а в летний период для того же объекта осредненное значение ИЗВ составило 0,19 (использованы данные о растворенном кислороде, БПК5, аммонийном азоте, бенз/а/пирене, железе и цинке). Для реки Грендалсэльва средняя величина ИЗВ за летний период наблюдений, с использованием данных

о растворенном кислороде, БПК5, нитритном азоте, суммарных НУ, бенз/а/пирене и марганце, составила значение 6,0.

В соответствии с принятой классификацией вод по индексу ИЗ вода озера Биенда-стемме за периоды наблюдений 2013 года классифицировалась как «чистая» и относилась ко II классу качества вод. Вода реки Грендалсэльва в 2013 году классифицировалась как «грязная» и относилась к V классу качества вод. Сопоставительный анализ полученных данных уровням содержания ЗВ в поверхностных водах с результатами исследований 2002–2012 гг. показал, что качество воды оз. Биенда-Стемме и р. Грендалсэльва осталось на прежнем уровне, с незначительными вариациями отдельных ЗВ.

Донные отложения

В донных отложениях обследованной части акватории залива Гренфьорд и водоемов суши (оз. Биенда-стемме и р. Грендалсэльва) проводилось определение содержания загрязняющих веществ: нефтяных углеводородов, НАУ, ПАУ, фенолов, тяжелых металлов и ХОС. Вариации концентраций ЗВ по объектам приведены в табл. 4.9.

Содержание фенолов в морских отложениях и в донных отложениях суши не превышало предела обнаружения (< 10 мкг/кг).

Содержание неполярных алифатических углеводородов (НАУ) 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 полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в донных отложениях прибрежной части залива Гренфьорд и отложениях водоемов суши были обнаружены все соединения.

В донных отложениях залива Гренфьорд превышение ДК отмечено для суммарных нефтеуглеводородов (НУ) до 4,6 ДК; суммы ПАУ – до 4.9 ДК; пестицидов группы ГХЦГ (γ-ГХЦГ) – до 5,7 ДК; суммы ДДТ – до 11.0 ДК и суммы ПХБ – до 1,5 ДК, остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК.

Повышенная сумма ПАУ (до 4,9 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 нафталина, фенантрена, пирена, бенз(а) антрацена и бенз(g,h,i)перилена, достигающих 0,52÷0,30 доли суммы ПАУ. Донные отложения обследованного участка акватории согласно Р 52.24.581-97 характеризуются «значительной» степенью загрязнения бенз/а/пиреном (31–100 нг/г) в 53% отобранных образцов. Максимальное значение бенз/а/пирена в донных отложениях прибрежной части залива достигло 55,6 нг/г. Среди веществ группы тяжелых металлов наибольшие концентрации отмечены для кадмия, цинка, меди и никеля (1,0; 0,53, 0,67 и 0,66 ДК соответственно). Загрязнение НУ донных отложений залива выше ДК наблюдается в 100% точек отбора отложений и в среднем составляет 134 мкг/г (2,7 ДК). Превышение допустимых уровней по содержанию суммы ПАУ, ДДТ отмечено в 100% образцов, по содержанию суммы ПХБ в 35% всех отобранных образцов, по содержанию γ-ГХЦГ – в 25% образцов.

В донных отложениях реки Грендалсэльва превышения ДК зафиксированы для содержания НУ до 1,4 ДК, суммы ПАУ до 1,2 ДК. Остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК.

В донных отложениях оз. Биенда-стемме превышение содержания ЗВ отмечено для γ-ГХЦГ до 9,6 ДК, суммы ДДТ до 4,0 ДК и суммы ПХБ до 9,4 ДК в 100% образцов, цинка до 1,7 ДК в 100% образцов и никеля до 1,2 ДК в 50% образцов. По остальным показателям превышений не зафиксировано. В донных отложениях реки и озера отмечено повышенное содержание меди (0,83 ДК соответственно). Во всех случаях зафиксированные превышения ДК в донных отложениях водоемов суши были значительно ниже уровней вмешательства.

Речные донные отложения согласно РД 52.24.581-97 характеризуются «умеренной» степенью загрязнения бенз/а/пиреном (менее 20–30). Источником загрязнения донных отложений устья реки, по-видимому, являются выходы на поверхность горных выработок рудника «Баренцбург» и отвалы содержащей уголь породы, расположенные на террасе правого склона долины Грендален.

Озерные донные отложения характеризуются «значительной» степенью загрязнения бенз/а/пиреном (31–100 нг/г) в 100% отобранных образцов, с максимальным содержанием до 48,3 нг/г.

Динамика загрязнения донных отложений залива в 2013 г. по сравнению с загрязненностью донных отложений в период 2002–2012 гг., характеризуется заметным увеличением загрязненности как по повторяемости, так и по уровням содержания НУ, ПАУ, ХОС и ПХБ. В период 2002–2012 гг., среднее количество образцов отложений с превышением ДК для НУ составило 67% образцов, ПАУ – отмечено в 18% образцах, ДДТ – в 23 образцах, ПХБ – отмечено в 8,3% образцов. В 2013 г. загрязнение донных отложений залива выше ДК отмечено для НУ, ПАУ, ДДТ в 100% образцов, ПХБ – в 35% и γ-ГХЦГ – в 25%

образцов. В морских отложениях в 2013 г. средняя концентрация НУ увеличилась в 1,5 раза по сравнению с их содержанием в 2002–2012 годах; суммарное содержание ПАУ увеличилось в 3,9 раза, сумма ПХБ и ДДТ в 1,8 и 4 раза соответственно.

Загрязненность речных донных отложений в 2013 году, по сравнению с многолетними значениями (2002–2012 гг.), незначительно возросла по повторяемости случаев превышения ДК. Наиболее резко возросло содержание ПАУ в 2,7 раза по сравнению с многолетними уровнями.

Загрязненность озерных донных отложений по сравнения с многолетними наблюдениями характеризуется значительным увеличением загрязнения по целому ряду ЗВ, включая ПАУ, ДДТ и ПХБ. Так содержание ПАУ по сравнению с многолетним уровнем за 2002–2012 гг. возросло в 8,9 раза, сумма ДДТ в 1,7 раза, а сумма ПХБ возросла в 7,7 раза.

В целом, вклад техногенной составляющей в формирование уровней концентрации загрязняющих веществ в донных отложениях залива Гренфьорд существенен, так как отмечается повсеместное загрязнение отложений НУ, ПАУ, пестицидами ДДТ и ПХБ.

Воздействие техногенной составляющей на донные отложения р. Грендалсэльва в районе расположения пос. Баренцбург находится на уровне 2011–2012 годов, в то время как в районе озера Биенда-Стемме в 2013 году зафиксирован резкий рост уровней ряда ЗВ, включая γ-ГХЦГ, ДДТ, ПХБ, бенз(а)пирен, цинк и никель. Уровни концентрации других ЗВ характеризуются значениями, близкими к региональному фону.

Почвы

В почвах территории поселка Баренцбург и его окрестностей проводилось определение нефтяных углеводородов, неполярных алифатических углеводородов (НАУ), летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), тяжелых металлов и хлорорганических соединений (ХОС).

Вариации концентраций ЗВ в почвенном покрове полученные в 2013 г. и средние концентрации за период наблюдений 2002–2012 гг. приведены в табл. 4.10.

Максимальные значения суммы летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) отмечены в пробах почвы, отобранных в районе р. Грендальсэльва. 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.

Максимальные значения суммарного содержания ПАУ зафиксировано в районе склада горношахтного оборудования и отвалов горных пород № 1 в слое почвы 0–5 см. Наименьшее загрязнение почв соединениями группы ПАУ отмечено на склонах берегов озера Биенда-Стемме и в районе г. Харитоновхегда.

Таблица 4.10. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в пробах почвы в 2013 г. и среднемноголетняя норма за период 2002–2012 гг.

Параметры	Диапазон	Среднее	Норма
1	2	3	4
Суммарные НУ, мкг/г	<25,0–740	111	187
Летучие органические соединения (ЛОС), нг/г			
Бензол	<1,0–1,12	<1,0	8,91
Толуол	<1,0	<1,0	3,67
Этилбензол	<1,0	<1,0	1,83
∑ мета – и пара-Ксилолов	<1,0–5,51	1,04	6,94
орто-Ксилол	<1,0–6,73	1,02	4,88
Изопропилбензол	<1,0	<1,0	0,91
1,2,4-триметилбензол	<1,0	<1,0	3,49
Сумма ЛАУ	<1,0–12,2	2,01	30,6
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нг/г			
Нафталин	9,70–2533	365	311
Аценафтилен	0,02–23,0	3,72	9,76
Флуорен	1,97–199	34,8	20,7
Аценафтен	0,07–69,09	11,2	1,14
Фенантрен	0,65–1638	258	242
Антрацен	0,20–202	22,7	16,6
Флуорантен	0,15–360	37,0	59,3
Пирен	0,30–721	73,7	36,3
Бенз/a/антрацен	0,22–366	43,1	14,2
Хризен	0,11–150	24,4	26,2
Бенз/b/флуорантен	0,15–381	50,1	39,7
Бенз/k/флуорантен	0,09–105	10,2	15,4
Бенз/a/пирен	0,05–323	19,6	16,0
Дибенз/ah/антрацен	0,07–102	14,7	6,64
Индено/123cd/пирен	0,05–88,0	8,4	12,5
Бенз/ghi/перилен	0,06–265	25,1	21,8
Сумма ПАУ*	26,1–54622	1003	850
Тяжелые металлы, мкг/г			
Железо	2300–30000	19920	16630
Марганец	96,0–3000	41 3	177
Цинк	29,0–88,0	55,7	58,4
Медь	7,30–99,0	20,5	23,9
Никель	5,40–16,0	10,6	18,4
Кобальт	2,60–9,70	6,09	6,80
Свинец	5,50–31,0	12,8	13,8
Кадмий	0,03–0,38	0,11	0,15
Хром	7,70–14,0	10,7	11,8
Ртуть	0,01–0,13	0,04	0,08
Мышьяк	1,30–5,70	3,79	5,61
Хлорорганические соединения, нг/г			
Сумма ХБ*	0,07–13,5	1,34	1,29
Сумма ГХЦГ*	0,00–6,35	0,86	1,00
Сумма ДДТ*	0,00–32,3	2,93	7,04
Сумма ПХЦД*	0,00–0,81	0,05	0,29
Сумма ПХБ*	0,09–505	38,4	66,7

Наибольшая концентрация хлорбензолов и ∑ГХЦГ была отмечена в пробе верхнего слоя почвы, отобранной в районе склада стройматериалов в поселке Баренцбург. Максимальное содержание ∑ДДТ, полихлорциклодиенов и ПХБ были отмечены в районе вертолетной площадки (на обоих горизонтах).

В районе расположения пос. Баренцбург в период проведения обследования в пробах почв наблюдались превышения ПДК/ДК по суммарному содержанию нефтяных углеводородов (до 14,8 ДК), сумме ПАУ – до 5,5 ДК и бенз/а/пирена до 16,2 ПДК, по суммарному содержанию ПХБ (до 25 ПДК), по содержанию мышьяка (до 2,85 ПДК), по содержанию ДДТ (12,9 ДК), а также единичные превышения марганца (2 ДК), и меди (2,8 ДК). Помимо этого, концентрации ряда веществ достигали уровней сравнимых с ПДК/ДК: свинца – до 0,97 ДК; цинка – до 0,6 ДК; никеля – до 0,46 ДК, кобальта – до 0,48 ДК.

В пробах почв, отобранных на территории фонового мониторинга, также были отмечены единичные случаи превышения ПДК и ДК (до 1,4 ДК для НУ, до 2,2 ДК для суммы ПХБ, 1,4 ДК для суммы ДДТ, до 2,1 ПДК для мышьяка). Однако, в целом, фоновые территории отличались низкими концентрациями ЗВ в почвенном покрове. Так, например, содержание бенз/а/пирена не превышало 0,4 ПДК, а меди – 0,5 ДК и т.д.

Для отобранных проб почвы были рассчитаны суммарные показатели химического загрязнения Z_c по тем загрязняющим веществам, концентрации которых превышали установленные ПДК/ДК.

Проведенный анализ показал, что основной вклад в загрязнение почв исследуемого района вносят мышьяк (87 случаев превышения), нефтяные углеводороды (в 50% образцов отмечено превышение ДК), пестициды ДДТ (превышения ДК зафиксированы в 20% образцов), ПХБ (превышения ДК зафиксированы в 20% образцов), суммарные ПАУ (превышения ДК отмечены в 23% образцов) и бенз/а/пирен (превышения зафиксированы в 13% образцов). Марганец и медь превышали установленные нормативы в единичных пробах (6,7% проб). В результате проведенных расчетов максимальная величина суммарного показателя степени химического загрязнения почв была получена для пробы почвы на 2^x горизонтах, отобранной в районе вертолетной площадки (Z_c = 47 и 61 соответственно), что свидетельствует об опасной степени загрязнения всего слоя почвы в этом районе. В районе склада горношахтного оборудования, в слое почвы 0–5 см, величина Z_c составила 23,8, что свидетельствует об умерено опасной степени загрязнения почв на данной территории поселка (от 16 до 32). Таким образом, можно сказать, что почвы обозначенных районов отличаются повышенными уровнями загрязнения. Для проб почв, отобранных в остальных районах поселка, величина Z_c находилась в пределах от 2,1 до 8,54, при средней величине 5,5, что свидетельствует о допустимой степени загрязнения почв на всей остальной территории поселка Баренцбург и его окрестностей.

Для проб почв, отобранных на территории фонового мониторинга, величины суммарного показателя химического загрязнения Z_c не превышали 8,97, в среднем составляя 3,5, что свидетельствует о допустимой степени загрязненности фоновых районов.

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 критерии 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 5 ПДК к «сильной» категории и при загрязнении выше 5 ПДК – к «очень сильной». Максимальное содержание бенз/а/пирена в почве в слое 5–20 см в районе вертолетной площадки составляет 323 нг/г (16 ПДК), следовательно они классифицируются как «очень сильно загрязненные», в верхнем слое почвы в районе склада стройматериалов и склона ручья у консульства составляет 61,0 и 54,8 нг/г (3,1 и 2,7 ПДК соответственно, что позволяет отнести их с категории «сильно загрязненные» и в районе вертолетной площадки в верхнем слое почвы бенз/а/пирен достигает 38,2 нг/г (1,9 ПДК), что относится к «слабой» категории загрязнения.

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 на территории поселка достигают величин 5,70 мкг/г (2,8 ПДК), при средней концентрации мышьяка на всей обследованной территории, включая фоновый полигон, равной 3,79 мкг/г (1,9 ПДК), следовательно, почвы пос. Баренцбург и его окрестностей следует отнести к «очень сильно загрязненным».

На основании комплексной оценки степени загрязненности почв по суммарному показателю химического загрязнения (Z_c) на территории поселка и его окрестностей выявлены районы с различным уровнем загрязнения: в районе вертолетной площадки – опасным уровнем загрязнения почв по содержанию нефтяных углеводородов, содержанию ∑ДДТ, ∑ПХБ, ∑ПАУ и бенз/а/пирена, по концентрации мышьяка; в районе склада горношахтного оборудования и отвала №1 и в районе ручья около консульства –

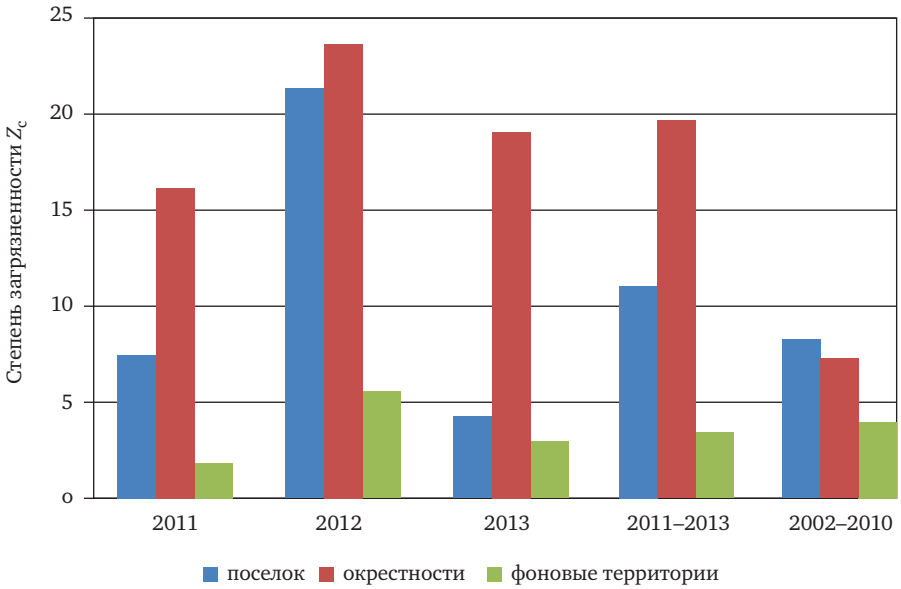


Рис. 4.20. Межгодовая изменчивость химического загрязнения почв Z_c в районе поселка, его окрестностях и фоновых территориях в период 2011–2013 гг. и осредненная за 2002–2010 гг.

умеренно опасным уровнем загрязнения почв по содержанию нефтяных углеводородов, содержанию ДДТ, суммарному содержанию полихлорированных бифенилов, ∑ПАУ, бенз/а/пирену и по концентрации мышьяка; на остальной территории – допустимой степенью загрязнения по содержанию нефтяных углеводородов, ∑ДДТ, ∑ПХБ, концентрации меди, марганца и по концентрации мышьяка.

Сопоставление с характером многолетнего загрязнения почвенного покрова, наблюденного в 2002–2012 гг., показывает на снижение уровней загрязнения почвы в районе поселка и фоновых территориях, при сохранении высокого загрязнения почвы в окрестностях поселка (вертолетная площадка, отвалы горных пород и шлака от ТЭЦ) (рис. 4.20).

Концентрации практически всех определяемых загрязняющих веществ в почвах, отобранных на территории фонового мониторинга, по данным опубликованных зарубежных исследований соответствовали уровням их содержания в других фоновых районах Арктики.

Почвенные воды

В ходе летних экспедиционных исследований было отобрано 11 проб почвенных вод. В отобранных пробах почвенных вод выполнялись определения: основных гидрохимических параметров (окислительно-восстановительного потенциала (Eh), водородного показателя (pH), щелочности, биохимического и химического потребления кислорода); 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 (тяжелых металлов; ПАУ; нефтяных углеводородов; НАУ (C_{15}–C_{31}); ЛАУ; индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов); синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ); ХОС, включая ПХБ).

Вариации концентраций гидрохимических параметров и ЗВ в почвенных водах полученные в 2013 г. и средние концентрации за период наблюдений 2002–2012 гг. приведены в табл. 4.11.

Концентрации сероводорода и сульфидов находились в пределах ниже уровня обнаружения (<50 мкг/л), что не позволяло их надежно идентифицировать.

Значимые концентрации синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) были отмечены лишь в 18% исследованных проб.

Концентрации фенолов в почвенных водах были ниже предела чувствительности методики анализа (<0.5 мкг/л), что не позволяло их надежно идентифицировать.

Нефтяные углеводороды (НУ) были обнаружены в 45% проанализированных проб. Максимальное содержание НУ отмечено в почвенных водах, отобранных на водосборе в среднем течении р. Грендалсэльва.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в почвенных водах были обнаружены все индивидуальные ПАУ. Аценафтилен, аценафтен, флуорантен, бенз/а/пирен, дибенз/ah/антрацен, индено/123cd/пирен и бенз/ghi/перилен были отмечены в 27–64% исследованных проб; антрацен, нафталин, флуорен, фенантрен, пирен,

Таблица 4.11. Диапазон и средние значения гидрохимических параметров и концентраций загрязняющих веществ в почвенных водах в 2013 г. и среднемноголетние нормы за период 2002–2012 гг.

Параметры	Диапазон	Среднее	Норма
1	2	3	4
Водородный показатель, ед. pH	4,36–8,30	6,61	6,72
Окислительно-восстановительный потенциал, мВ	98,0–295	200	–
Щелочность, мг-экв./л	0,11–6,82	0,94	–
$БПК_5$, мг/л	<0,5–1,81	<0,5	0,55
ХПК, мг/л	7,90–50,9	23,8	23,6
Азот нитритный, мкг/л	<10–29,0	11,2	6,90
Азот нитратный, мкг/л	<20–1160	389	412
Азот аммонийный, мкг/л	<20–920	372	147
Общий азот, мкг/л	366–1950	1020	1402
Фосфор фосфатный, мкг/л	1,0–12,0	5,64	17,5
Общий фосфор, мкг/л	3,0–32,0	16,7	26,0
Кремний силикатный, мкг/л	1230–4940	2496	1841
СПАВ мг/л	<15,0–26,0	18,0	49,4
Суммарные нефт. углеводороды, мкг/л	<1,0–9,00	6,60	30,8
Уровни содержания полициклических ароматических углеводородов, нг/л			
Нафталин	2,00–29,0	10,5	213
Аценафтилен	<1,0–10,0	4,20	10,7
Флуорен	<1,0–19,6	6,70	15,8
Аценафтен	<1,0–9,00	4,98	-
Фенантрен	<1,0–24,1	10,8	31,7
Антрацен	<0,2–68,0	10,0	4,9
Флуорантен	<1,0–133	25,9	2,70
Пирен	<1,0–29,0	9,21	3,00
Бенз/a/антрацен	<0,1–13,0	3,77	–
Хризен	<0,3–26,0	5,51	–
Бенз/b/флуорантен	<0,1–37,0	7,88	0,70
Бенз/k/флуорантен	<0,1–42,0	8,70	1,10
Бенз/a/пирен	<0,5–25,0	3,00	0,90
Дибенз/ah/антрацен	<0,5–9,00	3,13	15,0
Индено/123cd/пирен	<1,0–5,00	2,33	54,0
Бенз/ghi/перилен	<0,5–3,00	1,33	1,00
Сумма ПАУ*	5,00–268	85,9	268
Уровни содержания тяжелых металлов, мкг/л			
Железо	2,50–101	20,6	347
Марганец	1,50–404	160	645
Цинк	<0,5–157	22,4	32,2
Медь	<0,5–13,0	2,55	4,07
Никель	<3,0–43,0	9,18	25,6
Кобальт	<1,0–11,6	2,37	20,7
Свинец	<1,0–2,1	1,10	1,66
Кадмий	<0,05–1,3	0,26	0,31
Хром	<0,3–0,43	–	0,77
Ртуть	<0,05	–	0,14
Мышьяк	<1,5	–	0,01
Хлорорганические соединения и полихлорбифенилы, нг/л			
Сумма ХБ*	<0,05–0,17	0,08	0,14
Сумма ГХЦГ*	<0,05–0,23	0,06	1,69
Сумма ДДТ*	<0,05–0,84	0,28	0,78
Сумма ПХБ*	0,51–14,7	2,21	5,01

бенз/b/флуорантен+перилен и бенз/k/флуорантен были зафиксированы в 82–100% проанализированных проб.

Наибольшие суммы ПАУ в почвенных водах были отмечены в пробах, отобранных в районе вертолетной площадки и склада стройматериалов (268 и 250 нг/л соответственно).

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах почвенных вод в период наблюдений зафиксировано наличие соединений всех контролируемых групп загрязняющих веществ, за исключением полихлорциклодиенов. Пентахлорбензол и гексахлорбензол были зафиксированы в 9–64% проб; изомеры ГХЦГ, 2.4 ДДЕ, 4,4 ДДЕ, 2.4 ДДД, 4.4 ДДД, 2.4 ДДТ, 4,4 ДДТ были отмечены в 18–64% проб.

Из 15 контролируемых полихлорированных бифенилов только содержание конгенеров #31, #180, #156, #128, #170, #183 и #187 не было отмечено ни в одной исследованной пробе почвенных вод. Максимальная суммарная концентрация ПХБ в почвенных водах была отмечена в пробе, отобранной на территории вертолетной площадки.

Наибольшее загрязнение тяжелыми металлами было обнаружено на территории вертолетной площадки (по содержанию в почвенных водах марганца цинка, меди, никеля, кобальта и кадмия). На остальной территории как фонового, так и локального мониторинга концентрации тяжелых металлов 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 фенантрена в 18% проб до 1,2 ДК; антрацена в 9% проб до 3,4 ДК; флуорантена в 27% проб до 26,6 ДК; бенз/a/антрацена в 27% проб до 6,5 ДК; бенз/k/флуорантена в 54% проб до 42 ДК; бенз/a/пирена в 27% проб до 25 ДК (5 УВ); индено/123cd/пирена в 54% проб до12.5 ДК и бенз/ghi/перилена в 18% проб до 15 ДК, причем большинство превышений соединений ПАУ отмечены в районе склада горношахтного оборудования и стройматериалов и на вертолетной площадке. Для бензола отмечены превышения в 18% проб до 4,5 ДК, толуола в 18% проб до 56 ДК, ксилола в 27% проб до 11,5 ДК. Также зафиксированы превышения по содержанию цинка до 2,4 ДК в 9% проб; никеля в 18% проб до 2,9 ДК и кадмия до 3,2 ДК, отмеченные в районе среднего течения р. Грендасэльва. Отмечены превышения по содержанию суммы ПХБ в 9% проб до 1,5 ДК (УВ) в грунтовых водах, отобранных в районе вертолетной площадки.

По остальным нормируемым показателям превышений не установлено. Содержание

остальных ТМ составляло десятые и сотые доли ДК. Медь до 0,87 ДК, кобальт до 0,58 ДК, свинец до 0,14 ДК. Сумма ДДТ достигала 0,08 ДК.

Согласно критериям оценки степени загрязнения подземных вод в зоне влияния хозяйственных объектов в районе склада стройматериалов расположенного севернее поселка фиксируется «зона экологического бедствия» по содержанию бенз/а/пирена (превышение ПДК в 25 раз); в районе вертолетной площадки по содержанию ПХБ (1,5 ДК) и поселка по содержанию бенз/а/пирена (1,8–3,6 ПДК) отмечается «чрезвычайная экологическая ситуация» в почвенных водах. По остальным нормируемым ЗВ почвенные воды на территории обследования удовлетворяют критериям оценки «относительно удовлетворительная ситуация».

В почвенных водах, отобранных в районе поселка и 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 отмечены по следующим контролируемым показателям: содержанию марганца – до 4,0 ПДК; никеля – до 2,1 ПДК; кадмия – до 1,3 ПДК. Превышение ДК и ПДК, выявленное в почвенных водах, отобранных в долине р. Грендсэльва в ее среднем течении, видимо, объясняется своеобразными условиями питания грунтовых вод, связанными с гидрогеологическими условиями, особенностями разгрузки подземных вод в этом районе и возможно выщелачиванием этих элементов из золоотвалов заброшенных шахт.

В остальных районах поселка Баренцбург превышений ПДК и ОДК в почвенных водах не зафиксировано. Учитывая, что водоснабжение поселка осуществляется с водозабора расположенного в озере Биенда-стемме, выполненная оценка состояния 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 тяжелых металлов, 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».

Рассматривая в целом загрязнение почвенных вод района в 2013 г., можно выделить следующие характерные особенности:

• содержание основных групп загрязняющих веществ (НУ, ПАУ, ХОС и ряд ТМ таких как цинк, марганец, кадмий) в почвенных водах поселка и его окрестностей значительно выше уровней содержания ЗВ в почвенных водах фонового полигона, что указывает на локальный характер их загрязнения, связанный с производственной деятельностью, осуществляемой в Баренцбурге;

• изменчивость содержания ряда определяемых ЗВ, включая соединения ПАУ, ЛАУ, НУ в 2013 году характеризуется устойчивым ростом уровня их концентраций в почвенных водах локального полигона, по сравнению с многолетней нормой. В то же время максимальная концентрация ряда ТМ: цинк, никель, кобальт заметно снизилась по сравнения с 2002–2012 годами, хотя по настоящее время отмечаются значительные превышения ДК. Содержание остальных ЗВ, включая соединения ХОС, медь, свинец и кадмий характеризуется устойчивым снижением уровня их концентраций в почвенных водах локального и фонового полигонов до значений, близких к фоновым;

• перемещение свалок, проводимое в 2011–2013 годах в рамках программы рекультивации, вносит неоднозначный вклад в загрязненность почвенных вод, увеличивая содержание одних ЗВ и уменьшая содержание других, в зависимости от природы самих ЗВ, в частности их способности к транслокации. Так, в результате переноса отвалов горных пород в район склада горношахтного оборудования произошли определенные изменения в формировании почвенного стока в этом районе, изменились условия инфильтрации в почвенный покров и способствовали поступлению дополнительных объемов ЗВ в почвенные воды. Такие же изменения произошли на месте расположения свалки бытовых отходов, где стали располагаться отвалы горных пород.

В целом химический состав почвенных вод является характерным для верхнего деятельного слоя вод урбанизированных районов, одним из основных источником питания которых являются атмосферные осадки с заметным содержанием загрязняющих веществ.

Растительный покров

В растительном покрове территории поселка 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*

Таблица 4.12. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в растительности в районе пос. Баренцбург в 2013 г.

Показатель	Сосудистые растения		Мхи	
	Диапазон	Среднее	Диапазон	Среднее
1	2	3	4	5
Полициклические ароматические углеводороды, нг/г				
Нафталин	8,18– 307	63,5	13,0– 668	147
Аценафтилен	2,04– 76,9	15,9	3,24– 167	36,8
Флуорен	2,11– 14,4	7,33	3,47– 10,7	5,35
Аценафтен	0,66– 51,2	8,14	0,65– 111	22,4
Фенантрен	22,1– 200	61,9	31,5– 322	89,4
Антрацен	7,36– 66,5	20,6	10,5– 107	29,8
Флуорантен	5,26– 47,5	14,7	7,49– 76,9	21,3
Пирен	8,38– 91,6	27,0	12,0– 106	36,9
Бенз(а)антрацен	0,48– 13,2	3,87	1,62– 43,1	9,23
Хризен	0,24– 5,40	1,87	0,82– 34,3	6,44
Бенз(b)флуорантен+перилен	0,98– 27,5	7,44	3,53– 54,7	16,1
Бенз(k) флуорантен	0,29– 19,6	6,08	0,62– 13,5	4,45
Бенз(а)пирен	0,47– 17,3	5,24	0,42– 28,4	7,40
Дибенз/ah/ антрацен	0,14– 20,4	5,63	0,15– 34,3	5,85
Индено(1,2,3- cd) пирен	1,39– 19,2	7,80	0,43– 21,3	8,07
Бенз(g, h, i) перилен	0,66– 6,11	2,35	1,23– 16,2	4,95
Сумма ПАУ	80,3– 977	259	120– 1800	451
Тяжелые металлы, мкг/г				
Железо, мг/г	91,0– 2700	569	1500– 10000	5900
Марганец	18,0– 180	82,3	40,0– 800	188
Цинк	17,0– 54,0	28,7	17,0– 80,0	38,4
Медь	1,80– 4,50	2,09	1,30– 10,0	5,61
Никель	<0,5– 8,80	2,18	1,70– 9,80	6,62
Кобальт	<0,2– 0,60	0,21	0,80– 4,30	2,70
Свинец	<0,2– 1,60	0,52	4,90– 12,0	7,30
Кадмий	0,01– 0,08	0,04	0,10– 0,55	0,28
Хром	<0,5– 1,60	0,49	1,20– 11,0	6,01
Ртуть	0,01– 0,12	0,04	0,01– 0,10	0,03
Мышьяк	<0,1– 0,20	0,03	0,10– 2,80	1,20
Хлорорганические соединения и полихлорбифенилы, нг/г				
Сумма ХБ	0,27– 1,73	0,51	0,45– 5,90	1,55
Сумма ГХЦГ	0,45– 5,33	1,29	0,73– 5,09	2,02
Сумма ДДТ	1,45– 6,04	3,36	1,14– 8,14	4,01
Сумма полихлорциклодиенов	<0,05– 13,2	1,49	<0,05– 5,96	0,71
Сумма ПХБ	8,33– 35,6	16,2	6,69– 80,5	18,9

lapponica), карликовая стелющаяся ива (*Salix polaris, Salix reticulate*)) и др., проводилось определение ПАУ, хлорорганических соединений (включая ПХБ) и тяжелых металлов. Учитывая, что наиболее представительными видами растительности, встречающимися на всех выбранных площадках, являются мхи и сосудистые растения, ниже приводятся сведения об уровнях содержания ЗВ, определенных для этих растений (табл. 4.12).

Наибольшие суммарные концентрации ПАУ были зафиксированы в пробах растительного покрова, отобранных к югу от поселка Баренцбург в районе отвала горных пород и шлака от ТЭЦ.

Наибольшие суммарные концентрации ХОС – для мхов были отмечены в образцах, отобранных в районе отвалов горных пород и шлака от ТЭЦ и находящегося рядом устья р. Грендалсэльва; – для сосудистых растений были отмечены в образцах, отобранных в районе мыса Дрессельхус и на восточном склоне г. Стурхеда.

Во всех отобранных образцах растительности были зафиксированы все контролируемые тяжелые металлы.

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 2 раза, свинца – в 14 раз, хрома – в 12 раз, мышьяка – в 40 раз. Суммарные концентрации ПАУ во мхах превышали таковые в сосудистых растениях в среднем в 1,7 раза, хлорбензолов – в 3,0 раза, ∑ДДТ и ∑ПХБ – в 1,2 раза.

Уровни содержания ХОС в растительности исследуемого района было выше, чем в растительности фоновых арктических регионов. Так, максимальная концентрация ΣПХБ во мху превышала фоновое значение в 11,3 раза, среднее в 2,6 раза; ΣДДТ – в 6,1 раза, среднее – в 3 раза; суммы полихлорбензолов – в 7,9 раза (среднее близко к фоновому). Схожие превышения были отмечены и для образцов сосудистых растений: максимальные для ΣПХБ – в 7,6 раза (среднее в 3,5 раза); для ΣДДТ – в 12,3 раза (среднее – в 6,9 раза); для суммы полихлорбензолов – в 5,8 раза (среднее – в 1,7 раза).

Уровни содержания полициклических ароматических углеводородов, а также тяжелых металлов (свинца) в образцах растительности обследованной территории были выше фоновых значений, характерных для других районов Арктики. В растительном покрове, отобранном в районе расположения отвалов горных пород и шлака от ТЭЦ, к югу от поселка Баренцбург, были отмечены повышенные концентрации ПАУ превышающие фоновые в 10 раз для мхов и в 11 раз для сосудистых и свинца превышающие фоновые в 88 раза для сосудистых растений и близких к фоновым для мхов. В районе склона г. Стурхеда, восточнее Баренцбурга, отмечены концентрации кадмия, превышающие фоновые в 3,2 раза для мхов и в 8 раз для сосудистых, что свидетельствует о существующем локальном загрязнении в этих районах.

Рис. 4.21. Жилое здание и фрагмент состояния отбираемого красочного покрытия наружной стены

Таким образом, можно отметить, что доминирующими группами загрязняющих веществ в растительном покрове исследуемого района являются хлорорганические соединения, из которых следует особо выделить суммы ПХБ, полихлорбензолы и ДДТ, концентрации которых в наибольшей степени превосходят известные фоновые уровни содержания данных веществ в растительном покрове. В отдельных районах отбора отмечены и значительные превышения фоновых уровней и по содержанию суммы ПАУ и свинца.

Многолетние наблюдения за характером загрязненности растительного покрова, выполненные в период 2002–2012 гг., показали схожую картину. Доминирующими группами загрязняющих веществ, как и в 2013 году, являются хлорорганические соединения (ПХБ, ХБ и ДДТ), также ПАУ, и из ТМ выделяется содержание свинца. Сопоставление уровней содержания доминирующих групп загрязнителей с многолетней нормой показало на снижение загрязнения растительного покрова, наблюдаемое в последние годы по уровням содержания ПАУ, ХБ, ПХБ, большинству ТМ, за исключением содержания кобальта, свинца, хрома во мхах, которое незначительно возросло в последние годы.

Специальные наблюдения

В летний сезон 2013 г. в пос. Баренцбург проведен отбор краски с наружных стен трех зданий, выполнен отбор поверхностного слоя почвы вблизи этих зданий, и проведен анализ содержания ПХБ в отобранных образцах краски и почвы (рис. 4.21).

Содержание суммы 15 конгенеров ПХБ в краске, отобранной с наружных стен зданий старой постройки в пос. Баренцбург, колеблется от 427 до 1009 мкг/кг. Среднее значение содержания $ПХБ_{15}$ в старой краске, отобранной со зданий в пос. Баренцбург составило 725 мкг/кг. Содержание $ПХБ_7$ в краске, взятой с построек в пос. Баренцбург, превышает нормативную величину содержания $ПХБ_7$ согласно норвежскому законодательству и подлежит сдаче в лицензионные пункты.

В почвах, отобранных вблизи построек в пос. Баренцбург, содержание ∑ПХБ колеблется от 57,7 до 793 мкг/кг, т.е. превышение предельно допустимых нормативов отмечается во всех образцах по зарубежным нормативам в 2,8–39,6 раза или 0,96–13,2 раза по российским нормативам.

4.4. Мониторинг ртути в атмосферном воздухе Российской Арктики

В июне 2010 г. анализатор был установлен в точке №3, на расстоянии около 200 м от береговой линии Карского моря (рис. 4.22). В период проведения мониторинга (весна – лето 2010–2011 гг.) были зафиксированы значения с повышенными концентрациями ЭГР, что не характерно для весеннего периода с учетом общей динамики уменьшения концентрации ЭГР в Северном полушарии

Модельные оценки с использованием метода обратных траекторий показали, что атмосферный фронт с северо-западного направления

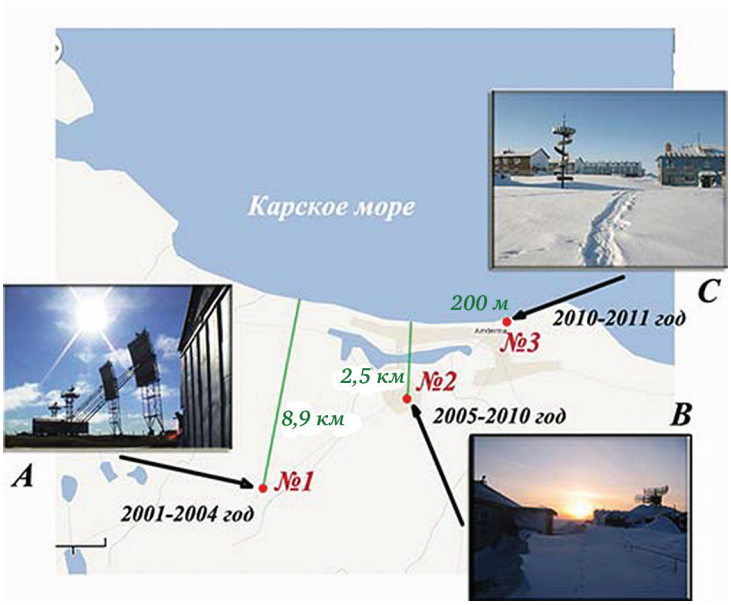


Рис. 4.22. (A) Место установки анализатора с 2001 по 2004 гг., (B) с 2005 по 2010 гг., (C) с 2010 по 2013 гг.

мог принести в район проведения мониторинга аэрозоль и вулканический пепел активного в этот период вулкана Eyjafjallajökull (Исландия). Анализ полученных данных показал, что за этот период проведения мониторинга с 2010 по 2013 г. значение концентрации ЭГР составило: среднее – 1,37±0,55 нг/м^3, максимальное – 94,5 нг/м^3 и минимальное – 0,1 нг/м^3. Рассчитанное среднее значение концентрации (1,37±0,55 нг/м^3) соответствует среднему значению, рассчитанному для предыдущего периода (2009 г. – 1,32 нг/м^3), и это значение является минимальным средним значение концентрации для всего периода проведения мониторинга. В данном случае, близкое к минимальному значение ЭГР определяется тем, что было получено большое количество значений концентрации ртути, которые не превышали 1,0 нг/м^3 (июнь 2010 – май 2013 гг.).

Для данного временного отрезка был зафиксирован понижающий тренд (–0,23 нг/период) (рис. 4.23) и эта динамика соответствует общему тренду, который начался в 2005 г. Следует отметить, что с 2010 по 2013 гг. наблюдается постепенное увеличение значения стандартного отклонения *s*: ±0,42 нг/м^3 (2010 г.), ±0,51 нг/м^3 (2011 г.), ±0,6 нг/м^3 (2012 г.) и ±0,42 нг/м^3 (до августа 2013 г.). Среднее значение ***s*** составило: ±0,49 нг/м^3 (2010–2013 гг.).

В 2012 г. зарегистрировано самое большое

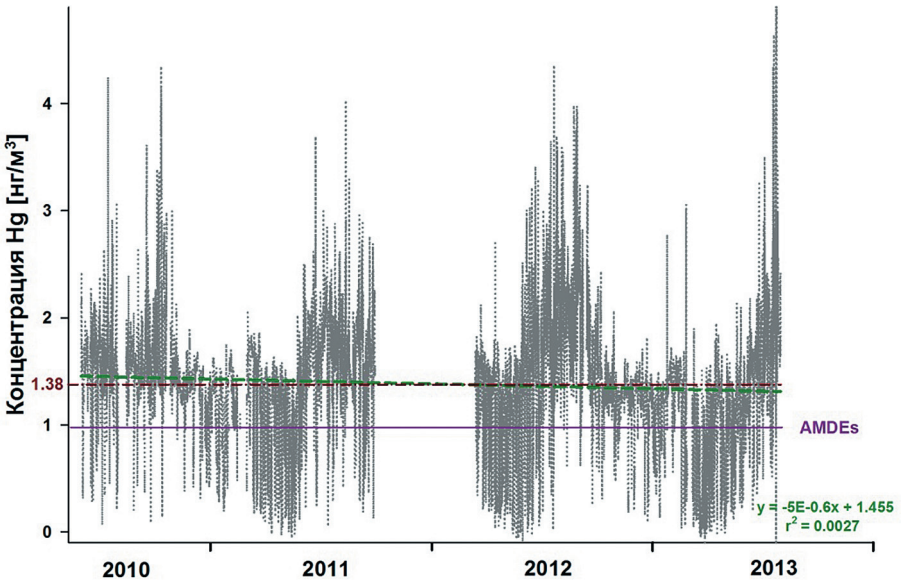


Рис. 4.23. Долговременный ряд значений концентрации атмосферной ртути за период 2010–2013 гг. для полярной станции «Амдерма»: линейная аппроксимация тренда (зеленая штриховая линия); среднее значение (коричневая штрихпунктирная линия); область AMDEs (фиолетовая сплошная линия)

количество измерений (1197), значение которых превышало C_{Hg} > 1,8 нг/м^3 и зафиксировано самое большое количество случаев AMDEs (84 случая) чем за весь предыдущий период мониторинга. Необходимо отметить, что только для весеннего сезона 2013 г. отмечается 58 случаев AMDEs с максимальной продолжительностью по времени для нескольких случаев, максимальное время продолжительности для случая истощения ртути составило 145 часов. Следует учесть, что для всего периода проведения мониторинга время регистрации пониженных значений концентрации ртути в течение 145 часов является максимальным, и подобные интенсивные процессы вывода ртути из приземного слоя атмосферы зарегистрированы впервые для весенних месяцев (апрель – май). Однако, помимо процессов истощения ртути, было зарегистрировано несколько последовательных случаев с повышенными значениями концентрации ЭГР, и 23 июля 2013 г. в 23:00 было отмечено наибольшее значение, составившее 94,5 нг/м^3. Для периода проведения исследований с 2010 по 2013 гг. это значение является максимальным, но не единственным случаем регистрации высоких значений концентрации ЭГР. В период с 2001 по 2004 гг. в точке № 1 так же было зарегистрировано высокое значение концентрации ЭГР, которое составило 75,5 нг/м^3.

В данном случае можно предположить, что на динамику ЭГР влияют атмосферные процессы, которые наблюдаются в прибрежной полосе Карского моря. На сегодняшний день существуют данные о высоких концентрациях метана, который образуется в результате оттаивания веной мерзлоты. В свою очередь это может приводить к различным физико-химическим реакциям в приземном слое атмосферы с участием элементарной ртути, тем самым способствовать более интенсивному выводу ее из приземного слоя. Более точно об этом варианте развития событий можно будет говорить только после проведения измерений концентрации метана.

Регистрация случаев AMDE в зимний сезон 2010–2013 гг.

В данный период (декабрь-февраль) с 2010 по 2013 гг. анализатор был перемещен в точку № 3, которая удалена примерно на 200 м от прибрежной полосы Карского моря. Как показали результаты полученных данных мониторинга ЭГР на этом новом месте, впервые за все время проведения измерений, начиная с 2009 г., зафиксирован характерный и явно выраженный долговременный период низких значений концентраций ЭГР в зимние сезоны (декабрь – январь), а также увеличение длительности случаев истощения ртути.

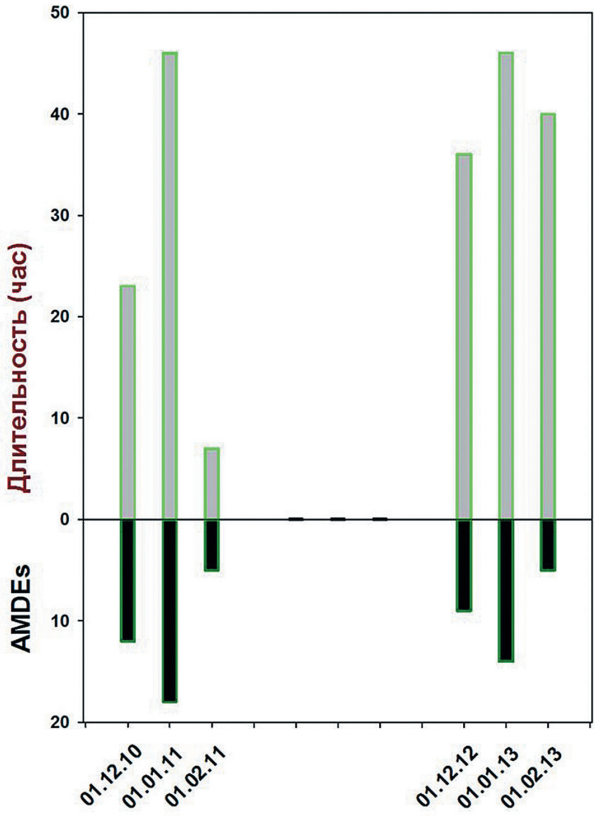


Рис. 4.24. Длительности и количество случаев AMDEs в зимний период времени 2010–2013 гг.

Анализ данных показал, что в январе месяце, как для 2011 г. (N_{AMDE} = 18) так и для 2012 г., (N_{AMDE} = 15) отмечается наибольшее количество случаев истощения ртути относительно аналогичных зимних сезонов в предыдущие годы. Так же отмечается большая длительность процессов истощения ртути (2011 г. – 46 час, 2012 г. – 37 час) в этот зимний месяц (рис. 4.24). В то же время в этот зимний сезон зафиксировано большое количество единичных случаев с пониженными значениями концентрации ЭГР (495 случаев).

Из всех зимних сезонов можно выделить период с декабря 2012 г. по февраль 2013 г. В эти месяцы было зарегистрировано большое количество случаев истощения ртути (декабрь 2012 г. – 10, январь 2013 г. – 12) с максимальной по времени длительностью этих событий за весь период мониторинга (декабрь 2012 г. – 36 час, январь 2013 г. – 46 час и февраль 2013 г. – 39 час). Ход среднегодовых значений концентрации ЭГР показал отсутствие повышенных значений, превышающих пороговый уровень 1,8 нг/м^3. Если рассматривать средние значения концентрации ЭГР (с декабря 2010 г. по февраль 2011 г.), в данном случае (C_{Hg} = 1,0 – 1,8 нг/м^3), то полученные расчетные значения парной корреля-

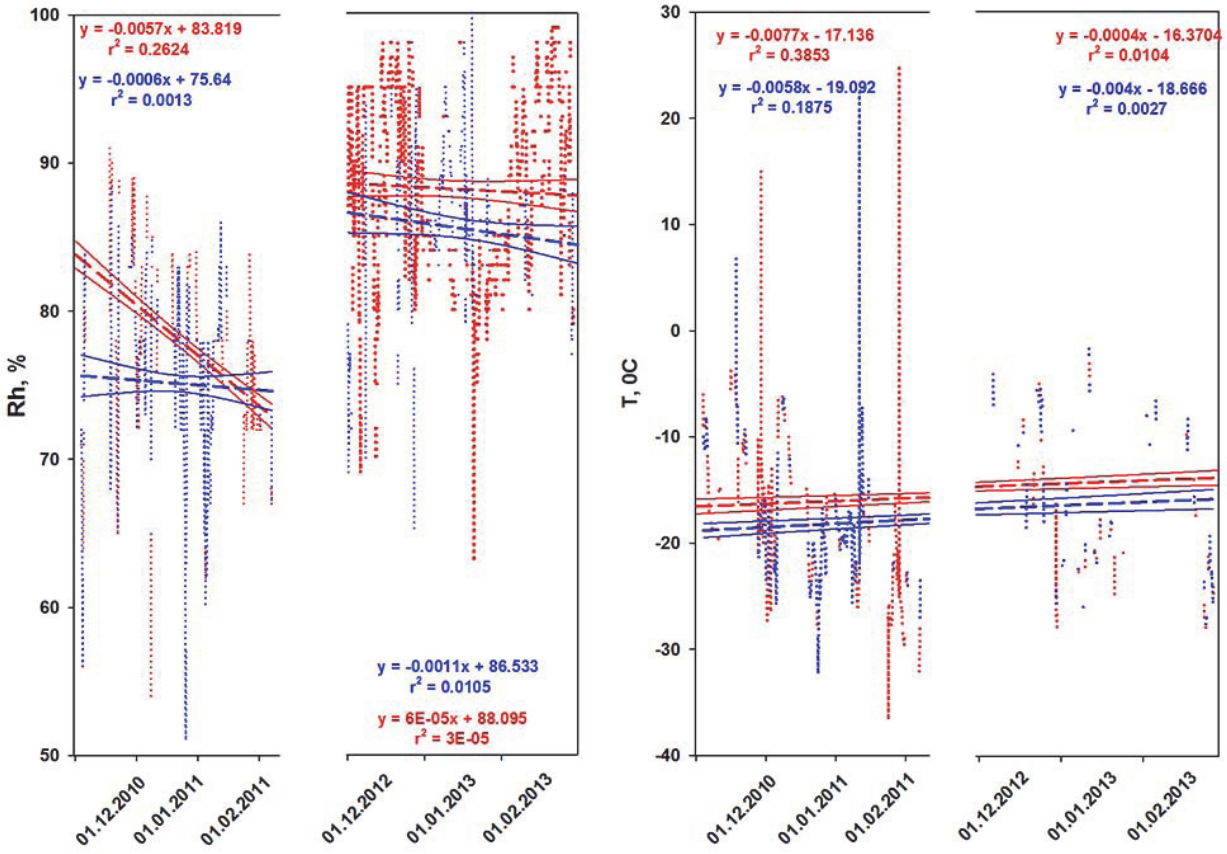


Рис. 4.25. Временной ряд значений относительной влажности и температуры в приземном слое атмосферы для зимних периодов с 2011 г. по 2013 г. как в случае регистрации AMDEs (синий) так и в случае отсутствия AMDEs (красный) (C_{Hg}>1,0 нг/м^3); линейная аппроксимация тренда (синяя штриховая линия) для случаев AMDEs и (красная штриховая линия) для случаев, когда отсутствовали AMDEs

ции подтверждают тенденцию к значительному понижению относительной влажности для рассматриваемого временного ряда. Для данного временного периода ход изменений величины RH и линейная аппроксимация тренда рассчитана с коэффициентом достоверности R^2 = 0,26 (рис. 4.25, Rh%) и значительной тенденцией к уменьшению относительной влажности, особенно ощутимый в представленный зимний период времени (10,7%/период). Обращает на себя внимание значительно менее характерная тенденция на уменьшение относительной влажности для пониженных (C_{Hg}<1,0 нг/м^3) значений ЭГР (–1,0%/период) с коэффициентом достоверности R^2 = 0,001 (рис. 4.25, Rh%).

В обоих рассматриваемых случаях линейная аппроксимация тренда для значений временного ряда среднегодовой относительной влажности имеет тенденцию на понижение и наблюдается не только для средних, но и для пониженных значений концентрации ЭГР. С декабря 2012 г. по февраль 2013 г. для средних значений концентрации ЭГР, (C_{Hg}>1,0 нг/м^3) данные подтверждают тенденцию к незначительному понижению значений относительной влажности. Для данного временного периода ход изменений величины RH, линейная аппроксимация тренда и тенденция к уменьшению относительной влажности, характеризуется как незначительная для данного зимнего периода времени (–0,8%/период) (рис. 4.25, Rh).

Практически повторяющаяся динамика отмечается и для пониженных (C_{Hg}<1,0 нг/м^3) значений концентрации ЭГР. В этом случае проявляется слабая тенденция к уменьшению относительной влажности, и полученная линейная аппроксимация тренда характеризуется как незначительная (–2,1%/период). Временной ход изменений величины относительной влажности можно описать с коэффициентом достоверности R^2=0,23.

В отличие от значений относительной влажности, данные температуры в приземном слое атмосферы для обоих периодов, подтверждают тенденцию к росту этих значений. Рассчитанная линейная аппроксимация тренда, в период с декабря 2010 г. по февраль 2011 г. для средних и пониженных значений концентрации ЭГР характеризуется как незначительная. Слабая тенденция к увеличению температуры проявляется как для значений C_{Hg}>1,0 нг/м^3 – 0,9 °С/период, так и для C_{Hg}<1,0 нг/м^3 – 1,1 °С.

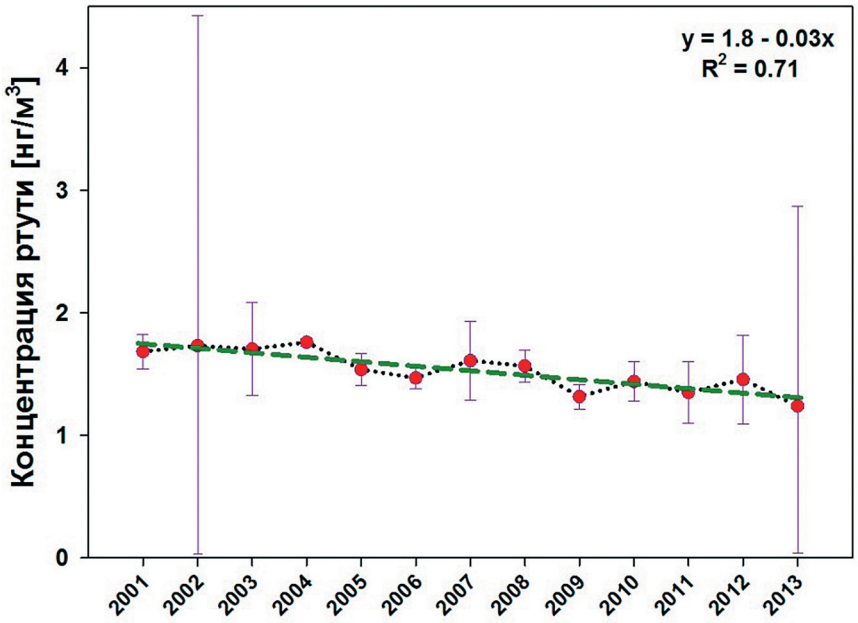


Рис. 4.26. Межгодовая изменчивость среднегодовых значений концентрации ЭГР плотности вероятности логнормального распределения в период мониторинга с 2001 по 2013 г.; линейная аппроксимация тренда (зеленая штриховая линия)

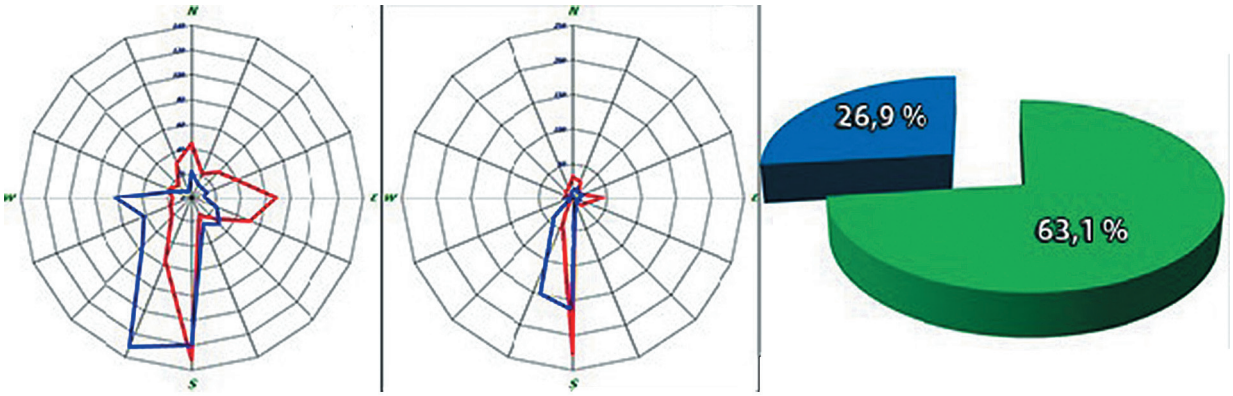
В то же время временной ход изменений величины T °С можно описать с коэффициентом достоверности R^2=0,39 (C_{Hg}>1,0 нг/м^3) и 0,19% (C_{Hg}<1,0 нг/м^3) соответственно.

Для рассматриваемого периода, с декабря 2012 г. по февраль 2013 г. динамика температуры практически повторяет картину аппроксимации трендов для предыдущего периода (с декабря 2010 г. по февраль 2011 г.). Линейная аппроксимация тренда, в период с декабря 2012 г. по февраль 2013 г. для средних и пониженных значений концентрации ЭГР, характеризуется как незначительная, со слабой тенденцией к росту среднегодовой температуры как для значений C_{Hg}>1,0 нг/м^3 – 0,8 °С/период, так и для C_{Hg}<1,0 нг/м^3 – 0,9 °С/период. В то же время, временной ход изменений величины T °С можно описать с коэффициентом достоверности R^2=0,01 (C_{Hg}>1,0 нг/м^3) и 0,003 (C_{Hg}<1,0 нг/м^3). Необходимо отметить, что в зимние сезоны, в основном, при понижении температуры в последние три года возрастает активизация процессов истощения ртути, что приводит к увеличению количества ртути, осажденной на подстилающую поверхность.

Для оценки динамики ЭГР в приземном слое атмосферы, для всего периода проведения мониторинга (июнь 2001 г. по октябрь 2013 г.), был проведен расчет и построена линейная аппроксимация тренда среднегодовых значений концентрации ртути, полученных для логнормального распределения, с коэффициентом достоверности R^2=0,7 (рис. 4.26). Для данного временного интервала было рассчитано следующее изменение среднего значения – ΔC_{Hg} = = –0,43 нг/м^3. Полученные результаты исследования, на основе применения различных статистических методов подтверждают, что зафиксирована тенденция к уменьшению ЭГР в приземном слое атмосферы.

Анализ метеоданных показал, что в зимние периоды времени для случаев AMDEs наблюдается устойчивый южный и юго-западный атмосферный перенос (рис. 4.27,*б*), как для периода 2010–2011 гг. так и для 2012–2013 гг. (декабрь – февраль). Необходимо отметить, что в этом районе находиться Воркутинский угольный бассейн и частицы аэрозоля, образующиеся при сжигании угля (сажа), могут служить ядрами конденсации для осаждения ртути находящейся в приземном слое атмосферы. В то же время с северо-восточным атмосферным переносом в точку проведения мониторинга поступает морской аэрозоль с открытой акватории Карского моря, что также может оказывать значительное влияние на физико-химические процессы, которые способствуют возникновению AMDEs (рис. 4.27,*б*). Для случаев регистрации средних значений концентрации ЭГР наблюдается преимущественно юго-западный (2010–2011 гг.) и восточный, северо-восточный (2012–2013 гг.) атмосферный перенос (рис. 4.27,*а*).

Полученные данные метеовеличин в зимние периоды, для значений концентрации ЭГР C_{Hg}>1,0 нг/м^3 показали, что среднее значение температуры составило T_{mean} = –15,2 °С, при этом стандартное отклонение составило s = ±7,9 °С. Максимальное значение температу-



а) *б)* *в)*

Рис. 4.27. Векторная диаграмма направлений атмосферного переноса, 2010 – 2011 гг. (красная линия), 2012–2013 гг. (синяя линия): *а* – для средних значений концентрации ЭГР; *б* – для случаев AMDEs (<1 нг/м^3); *в* – круговая диаграмма, вклад случаев AMDEs – 26,9% (синий сектор), вклад средних значений – 63,1%

ры составило T_{max} = –0,4 °С и минимальное значение температуры составило T_{min} = –42,3 °С. В тоже время в период регистрации случаев AMDEs среднее значение температуры составило T_{mean} = –17,6 °С, стандартное отклонение s = ±5,9 °С. Максимальное значение температуры составило T_{max} = –1,2 °С и минимальная температура T_{min} = –32,3 °С. Распределение значений концентрации ЭГР по секторам за рассматриваемый период представлен на рис. 4.27,*в*. Вклад сектора средних значений концентрации составил 63,1%, что практически совпадает с аналогичный показатель для зимних сезонов 2001–2004 гг., но меньше на 17,9%, если сравнивать с аналогичным периодом 2005–2010 гг. В данном случае необходимо отметить отсутствие зарегистрированных повышенных значений концентраций ЭГР.

4.5. Загрязнение окружающей среды в районах расположения объектов по уничтожению химического оружия

В 2013 году уничтожение химического оружия производилось на 4 объектах (объект УХО), расположенных: в п. Марадыковский Кировской области, п. Леонидовка Пензенской области, г. Щучье Курганской области, г. Почеп Брянской области. Объект УХО «Кизнер», п. Кизнер Удмуртской Республики, введён в эксплуатацию 19 декабря 2013 г. Объект УХО «Горный», г. Горный Саратовской области, завершил свою деятельность в декабре 2005 года. На объекте УХО «Камбарка», г. Камбарка Удмуртской Республики, уничтожение отравляющего вещества (ОВ) – люизита – завершилось в начале апреля 2009 г. Объекты УХО «Горный» и «Камбарка» в настоящее время имеют статус Федеральных казенных предприятий (ФКП).

В настоящее время на ФКП «Горный» производится утилизация твердых отходов и переработка сухих солей – реакционных масс люизита. На ФКП «Камбарка» – утилизация твердых и жидких отходов.

Наблюдения проводятся в рамках систем государственного экологического контроля и мониторинга окружающей среды (СГЭКиМ ОС) и производственного экологического мониторинга. Данные о состоянии компонентов окружающей среды представляются в информационной системе «Форпост», в ежеквартальных, ежегодных отчетах. Организации Росгидромета участвуют в работе по нормативно-методическому и организационному обеспечению СГЭКиМ ОС при хранении, перевозке и уничтожении химического оружия в сфере своих полномочий.

После окончания работ по уничтожению химического оружия мониторинг компонентов природной среды в зонах влияния ФКП «Горный» и «Камбарка» проводится по сокращенной программе.

4.5.1. Загрязнение атмосферного воздуха

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха в зонах защитных мероприятий (ЗЗМ) объектов УХО проводятся на автоматических стационарных и маршрутных постах контроля.

В перечень веществ, подлежащих контролю в атмосфере в ЗЗМ объектов УХО, утилизирующих отравляющие вещества (ОВ) кожно-на-

рывного действия, входят иприт, люизит, моноэтаноламин, мышьяк треххлористый, оксид мышьяка, хром.

Перечень веществ, подлежащих контролю в атмосфере в ЗЗМ объектов УХО, утилизирующих ОВ нервнопаралитического действия, включает вещество типа Vx, зарин, зоман, моноэтаноламин, О-Изобутилметилфосфонат, свинец, ангидрид фосфорный.

В перечень контролируемых загрязняющих веществ включены малые газовые составляющие (оксиды серы, углерода, оксида и диоксида азота), взвешенные вещества, углеводороды, бенз(а)пирен др.

Показателями, по которым оценивается загрязненность атмосферного воздуха, являются: наибольшая измеренная разовая концентрация контролируемого загрязняющего вещества, деленная на $ПДК_{мр}$ – стандартный индекс (СИ), наибольшая повторяемость (НП, %) превышения $ПДК_{мр}$, и ИЗА – сумма отношений среднегодовых концентраций загрязняющих веществ к $ПДК_{сс}$.

Загрязнение атмосферного воздуха в зоне влияния ФКП «Камбарка»

Согласно данным наблюдений концентрации люизита в атмосферном воздухе в 2013 году, как и в предыдущие годы наблюдений, были ниже 0,5 ПДК (ОБУВ). Концентрации неорганических соединений мышьяка, хрома(+6) в атмосферном воздухе в 2013 г., как и в предыдущие годы наблюдений, были более чем на порядок ниже ПДК (ОБУВ – ориентировочно безопасные уровни воздействия).

В целом уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается как низкий.

Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов в ЗЗМ объекта УХО «Марадыковский», п. Марадыковский Кировской области

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся на трех автоматических стационарных постах (АСПК), расположенных в населенных пунктах Мирный, Брагичи, Быстряги Кировской области, и на маршрутных постах.

Результаты наблюдений показали, что концентрации веществ типа Vx, О-Изобутилметилфосфоната в 2013 г., как и в предыдущие 2008–2012 гг. наблюдений, были ниже 0,5 ПДК (ОБУВ). Концентрации общего фосфора в период наблюдений (2010–2013 гг.) оставались ниже ПДК.

Превышений ПДК содержания в атмосфере общепромышленных загрязняющих веществ в 2013 г., как и в 2008–2012 гг., не наблюдалось.

Степень загрязненности атмосферного воздуха в населенных пунктах Мирный, Брагичи, Быстряги в 2013 г. оценивается как «низкая», также как и в 2008÷2012 гг.

Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов в ЗЗМ объекта УХО «Леонидовка», п. Леонидовка Пензенской области

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха проводятся на АСПК, расположенных в населенных пунктах Леонидовка и Золотаревка Пензенской области и маршрутных постах в ЗЗМ объекта УХО «Леонидовка».

Концентрации веществ типа Vx, зарина, зомана, О-изобутилметилфосфоната, моноэтаноламина в период наблюдений была меньше нижнего предела обнаружения используемых методик выполнения измерений, ниже 0,5 ПДК (ОБУВ). Концентрация общего фосфора в период наблюдений оставались ниже ПДК.

Концентрации суммарных углеводородов и бенз(а)пирена в атмосферном воздухе районов расположения объектов УХО в январе ÷ октябре 2013 года, как и в предыдущие годы наблюдений, были ниже установленных нормативов.

Результаты наблюдений на АСПК в 2013 г. показывают, что максимально разовые концентрации оксида и диоксида азота, окиси углерода, диоксида серы и взвешенных веществ в п. Леонидовка не превышали 0,6 $ПДК_{мр}$, в п. Золотаревка – 0,4 $ПДК_{мр}$.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в пунктах Леонидовка и Золотаревка Пензенской области в 2013 г., как и в 2010÷2012 гг., оценивается как «низкий».

Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов в ЗЗМ объекта УХО «Щучье» в г. Щучье Курганской области

В ЗЗМ объекта УХО «Щучье» наблюдения за состоянием атмосферного воздуха ведется на 11 АСПК, которые размещены в 10 населенных пунктах и один на промплощадке объекта УХО «Щучье»: 1. н. п. Пуктыш; 2. п. специалистов; 3. н. п. Чумляк; 4. н. п. Калмыково-Миасское; 5. н. п. Никитино; 6. промплощадка объекта УХО; 7. н.п. Наумовка; 8. н.п. Плановый; 9. н.п. Петровское; 10. н.п. Советское; 11. г. Щучье.

По данным наблюдений в 2013 г. концентрации зарина, моноэтаноламина, изопропилового спирта в атмосферном воздухе, как и в 2009–2012 гг., были 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 2013 г. в населенных пунктах в зоне защитных мероприятий объекта УХО «Щучье» оставались ниже установленных нормативов ($ПДК_{МР}$, $ПДК_{СС}$), как и в 2010–2012 гг.

Степень загрязненности атмосферного воздуха в населенных пунктах в зоне защитных мероприятий и на промплощадке объекта УХО «Щучье» в 2013 г. оценивается как «низкая».

Загрязнение атмосферного воздуха в ЗЗМ объекта УХО «Почеп» в Брянской области

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводятся на четырех АСПК, размещенных в г. Почеп, зоне проживания представителей международной инспекции (ЗМИ), Вахтовом городке и п. Рамасуха, на маршрутных постах объекта УХО «Почеп». В 2013 г., как и в 2008–2012 гг., отравляющие вещества (вещество типа Vx, зарин, зоман, О-изобутилметилфосфонат, моноэтаноламин) в пробах атмосферного воздуха не обнаружены, содержание общепромышленных ЗВ не превышало ПДК.

Анализ результатов наблюдений показал, что все измеренные концентрации загрязняющих веществ, включая отравляющие, специфические и общепромышленные, в атмосферном воздухе в ЗЗМ объекта УХО «Почеп» в течение 2013 г. были ниже ПДК.

В целом, уровень загрязнения атмосферного воздуха в зонах объекта УХО «Почеп» в 2013 г. оценивается как «низкий».

Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов в зоне влияния ФКП «Горный»

В 2013 г. наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в зоне влияния ФКП «Горный» проводились на трех АСПК в г. Горный, поселках Б. Сакма и Октябрьский. Результаты наблюдений в населенных пунктах в зоне влияния ФКП «Горный» 2013 г. показали, что содержание загрязняющих веществ не превышали установленных нормативов, отношения максимально разовых измеренных концентраций к $ПДК_{мр}$ не превышает 0,6 в г. Горный и н.п. Октябрьский, в п. Б. Сакма – 0,5; ИЗА не превышает 4.

Уровень загрязнения атмосферного воздуха в зоне влияния ФКП «Горный» оценивается как «низкий».

Загрязнение атмосферного воздуха в ЗЗМ объекта УХО «Кизнер»

В ЗЗМ объекта УХО «Кизнер» в 2013 г. проводились подфакельные наблюдения за содержанием загрязняющих веществ с учетом режима промышленных выбросов объекта УХО и метеорологических условий.

Полученные в контрольных точках величины концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в ЗЗМ объекта УХО «Кизнер» в 2013 г., как и в 2012 г., не превышали установленные нормативы.

Анализ полученных результатов показал, что во всех точках отбора проб атмосферного воздуха содержание отравляющих веществ (вещество типа Vx, зарин, зоман, О-изобутилметилфосфонат, моноэтаноламин) ниже предела обнаружения по используемым методикам.

4.5.2. Загрязненность поверхностных вод в ЗЗМ объектов УХО

Объекты УХО не производят прямые выбросы сточных вод в поверхностные воды. Поступление загрязняющих веществ возможно со смывами с водосборов, с атмосферными выпадениями.

Перечень контролируемых веществ, подлежащих контролю в поверхностных водах в районах расположения объектов УХО, утилизирующих ОВ кожно-нарывного действия, включает иприт, люизит, моноэтаноламин, мышьяк общий, хром.

В перечень контролируемых веществ, подлежащих контролю в водных объектах в ЗЗМ объектов УХО, утилизирующих ОВ нервнопаралитического 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 пробах воды рек, протекающих в ЗЗМ объектов УХО, или являющихся их водоприемником, в 2013 г., также как и в 2008–2012 гг., не обнаружены.

Загрязненность поверхностных вод в зоне влияния ФКП «Камбарка»

Характерными загрязняющими веществами воды в 2013 г. в водных объектах: р. Камбарка, Камбарский пруд и р. Буй, являются марганец и железо общее. Загрязненность в целом не связана с деятельностью как объекта УХО, так и ФПК «Камбарка». Загрязненность марганцем и железом общим, повышенное содержание которых наблюдалась и ранее, обусловлена повышенным содержанием этих элементов в почве водосбора.

Загрязненность поверхностных вод в ЗЗМ объекта УХО «Марадыковский»

В реку Погиблица поступают хозяйственно-бытовые сточные воды п. Мирный после очистных сооружений объекта УХО «Марадыковский». Наблюдения на р. Погиблица ведутся в трех створах: выше сброса сточных вод (фоновый створ), в месте сброса и ниже сброса (контрольный створ). В пробах воды реки Погиблица в контрольном и фоновом створах в 2013 г. обнаружено превышение установленных нормативов $ПДК_{рх}$ по содержанию аммонийного азота и железа общего тогда, как в 2012 г. и ранее имели место превышения установленных нормативов ($ПДК_{рх}$) по ХПК, $БПК_5$, содержанию железа, нитратов, фосфатов. В створе сброса в 2013 г. помимо аммонийного азота и железа общего отмечено превышение по содержанию фосфатов и нитратов. Следует заметить, что эти превышения имели место и до начала функционирования объекта УХО «Марадыковский».

Загрязненность поверхностных вод в ЗЗМ объекта УХО «Леонидовка»

Загрязненность воды водных объектов в ЗЗМ объекта УХО «Леонидовка» в 2013 г. (реки Сундоровка, Сура, Индра, ручей Лямзай, ручьи Жданка, Медоевка, Круглый, Сурское водохранилище, ручей без названия у с. Возрождение) характеризуется, в основном, как «слабо загрязненные» в отличие от 2012 г., когда загрязненность воды большинства водных объектов оценивалась, как «условно чистая». Загрязняющим веществом, обнаруженным во всех водных объектах, являются фосфаты. Наличие мышьяка, который был обнаружен в 2012 г. в воде ручья Круглый, в 2013 г. не подтвердилось. Поступление соединений фосфора с водосбора связано со смывом почвы и минеральных удобрений с поверхностным стоком с полей, со стоками с животноводческих ферм, с недоочищенными или неочищенными бытовыми сточными водами.

Загрязненность поверхностных вод в ЗЗМ объекта УХО «Щучье»

Загрязненность воды большинства водных объектов в ЗЗМ объекта УХО «Щучье» (реки Чумляк, Чумлячка, озера Петровское, Нифановское, Щучье, Наумовское, Пуктыш, Песчаное) в 2013 г. квалифицируется как «грязная», как и в 2012 г. Загрязненность воды озера Никитинское – очень загрязненная.

Степень загрязненности воды р. Миасс оценивается как «экстремально грязная», как в створе на входе в ЗЗМ, так и на выходе. Перечень загрязняющих веществ и количество ингредиентов в створах на входе и выходе водных объектов для ЗЗМ остаются неизменными – взвешенные вещества, SO_4, окисляемость бихроматная, $БПК_5$, NH_4, NO_2, NO_3, фосфаты, железо общее, медь, цинк, марганец, нефтепродукты, фториды, т.е. деятельность объекта УХО «Щучье» не оказывает заметного влияния на состояние воды в р. Миасс.

Следует заметить, что загрязненность воды р. Миасс формируется вне территории Курганской области.

Таким образом, можно сделать вывод, что деятельность объекта УХО «Щучье» не оказывает заметного влияния на загрязненность водных объектов в ЗЗМ.

Загрязненность поверхностных вод в ЗЗМ объекта УХО «Почеп»

Наблюдения за состоянием поверхностных в 2013 г. велись в створах на водных объектах – рек Семчанка, Рожок, Коста, ручей Безымянный, Судость, Немолодва.

Загрязненность большинства перечисленных водных объектов квалифицируется как «загрязненная», р. Рожок – как «слабо загрязненная», р. Семчанка – как «очень загрязненная».

Загрязненность водных объектов в ЗЗМ вызвана антропогенной нагрузкой, не связанной с функционированием объекта УХО «Почеп». Негативное влияние на поверхностные водотоки оказывают крупные сельские поселения, расположенные по берегам рек Почепского района, которые не имеют системы очистки канализационных стоков.

Загрязненность поверхностных вод в ЗЗМ объекта УХО «Кизнер»

В отобранных пробах воды рек Люга и Тыжма в ЗЗМ объекта УХО «Кизнер» обнаружено 10 случаев превышения установленного норматива ($ПДК_{р.х.}$) по содержанию меди в 1,1–1,6 раза, по железу – 1,1–3,7 раза, что характеризует свойственную для Кизнерского района фоновую концентрацию. По сравнению с 2012 г. содержание железа в пробах воды находится на том же уровне, меди – ниже показателей 2012 г. Кроме того, в пробах воды, отобранных во II полугодии 2013 г. выше и ниже сброса очищенных сточных вод в р. Люга, было выявлено превышение установленного норматива ($ПДК_{р.х.}$) по содержанию нефтепродуктов в каждой пробе (в 1,4–1,6 раз) и по содержанию фосфат-ионов в пробах, отобранных в 500 м ниже сброса сточных вод, что выше содержания данных ЗВ в I полугодии 2013 г. и аналогичном периоде 2012 г. В пробах

воды, отобранных в створе ниже сброса, отмечено более высокое содержание фосфат-ионов, $БПК_5$, азотсодержащих соединений и нефтепродуктов по сравнению с их концентрациями в створе выше сброса, что, вероятнее всего связано с тем, что сточная вода, сбрасываемая в р. Люга недостаточно очищена.

Уровень загрязненности воды в пруде на р. Кизнерка оценивается как «слабо загрязненная», превышение установленных нормативов в 2013 г. установлено по содержанию в воде нитратов, фосфатов, железа общего, меди, нефтепродуктов. Повышенное содержания железа и меди обусловлено содержанием их в почве водосбора, присутствие остальные загрязняющих веществ связано с антропогенной деятельностью на территории водосбора.

Таким образом, проведенный анализ результатов наблюдений состояния поверхностных вод в ЗЗМ объектов УХО не выявил влияния деятельности объектов УХО на уровни загрязненности воды водотоков и водоемов. Для более полного анализа причин формирования наблюдающихся уровней загрязненности необходимы сведения об источниках загрязнения, расположенных выше по течению, и результаты измерений гидрологических показателей водных объектов.

4.5.3. Загрязненность почв в ЗЗМ объектов УХО

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, расположенных по 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.

Загрязненность почв в зоне влияния ФКП «Камбарка»

При оценке загрязненности почв использованы данные наблюдений СГЭКиМ и системы производственно-экологического мониторинга. Люизит, β-хлорвиниларсиноксид и β-хлорвиниларсоновая кислота в почвах не обнаружены. По данным системы «Форпост» в 2013 г. в четырех пробах почвы было превышено ПДК кобальта. Расчет суммарного показателя загрязнения почвенного покрова комплексом металлов (Z_c) показал, что почвенный покров обследованных площадок относится к допустимой категории загрязнения ($0{,}22 < Z_c < 9{,}22$). Исследования методами биотестирования не выявили экстремальных значений токсичности проб. Все пробы находятся на уровне допустимой степени токсичности.

Загрязненность почв в ЗЗМ объекта УХО «Марадыковский»

В районе объекта УХО «Марадыковский» в 2013 году проводились наблюдения за содержанием в почвах зарина, зомана, иприта, люизита, N-метил-2-пирролидона, метилфосфоновой кислоты, общего фосфора, о-пинаколилметилфосфоната, мышьяка, изобутилового спирта, фтора, металлов (ванадия, железа, кобальта, марганца, меди, никеля, свинца, стронция, титана, хрома, цинка). Отравляющие вещества и продукты их трансформации в почвах не обнаружены. Было зафиксировано загрязнение мышьяком почвы одной из наблюдательных площадок. Также превышающее ПДК содержание никеля было зафиксировано в 15 случаях на удалении от объекта от 1,1 до 22,5 км. По комплексному индексу загрязнения тяжелыми металлами почвы относятся к допустимой категории. Экотоксикологические исследования проб почв свидетельствуют об отсутствии острого токсического действия. Оценка токсичности почв методом биоиндикации по соотношению микромицетов с окрашенным и бесцветным мицелием показала, что все исследованные пробы не токсичные.

Загрязненность почв в ЗЗМ объекта УХО «Леонидовка»

В ЗЗМ объекта УХО «Леонидовка» в 2013 г. 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. Содержание общего фосфора в почвах варьирует в тех же пределах, что и в предыдущие годы.

Загрязненность почв в ЗЗМ объекта УХО «Щучье»

В 2013 году в почвах объекта УХО «Щучье» специфические примеси вещество типа Vx, зарин, зоман, метилфосфоновая кислота, О-изобутилметилфосфонат, моноэтаноламин не обнаружены. Средние значения содержания в почве железа, марганца, меди, цинка, и общего фосфора соответствуют диапазонам значений, наблюдав-

шихся в предыдущие годы. Ухудшения состояния почвенного покрова в 2013 году не отмечено, влияние объекта УХО « Щучье» не выявлено.

Загрязненность почв в ЗЗМ объекта УХО «Почеп»

На объекте УХО «Почеп» наблюдения были продолжены в установленной и привязанной стационарной системе пробоотбора. В почве определялись специфические примеси – вещество типа Vx, зарин, зоман, метилфосфоновая кислота, О-изобутилметилфосфонат, моноэтаноламин, фосфор в водно-этанольной вытяжке. 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. В 2013 г. на восьми площадках мониторинга наблюдались превышения ПДК мышьяка и кобальта Наблюдаемые концентрации других веществ в почвах значимо не изменились с 2008 г.

Загрязненность почв в зоне влияния ФКП «Горный»

Наблюдения за загрязнением почв в зоне влияния ФКП «Горный» в 2013 г. проводились ФГУ ГосНИЭНП по сокращенной программе. В 2013 г., как и в предыдущие годы, проводились наблюдения за содержанием в почвах люизита и продуктов его трансформации, мышьяка, никеля, хрома, сульфатов, хлоридов. 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). Начиная с 2012 г., по приведенным данным аналитических измерений наблюдается рост содержания мышьяка в почвах. Так, среднее содержание в почвах мышьяка, основного метаболита уничтожавшихся отравляющих веществ в 2011 г. находилось в диапазоне от 1,8 до 1,9 мг/кг, а в 2012 г. оно составило 4,2 мг/кг, а в 2013 г – 7,6 мг/кг. При этом в 2013 г. десять раз фиксировалось превышение наиболее «мягкого» ОДК этого элемента в почвах (10 мкг/кг). Учитывая то, что переработка химического оружия на объекте завершена, маловероятно связывать наблюдаемый рост с производственной деятельностью завода. В 2013 г. наблюдалось превышение ПДК никеля в почвах двух наблюдательных площадок – на расстоянии 2,6 и 5,3 км от завода в южном направлении. Кроме того, в 2013 г. в семи отобранных пробах почвы было зафиксировано высокое содержание сульфатов – от 482 до 2850 мг/кг (ГН 2.1.7.2041–06 устанавливает предельно допустимую концентрацию в почве серы и серной кислоты (в пересчете на серу) 160 мг/кг). Измеренное содержание сульфатов в этих пробах превышает установленный норматив. В засушливой степной зоне может наблюдаться засоление почв, в том числе сульфатами. Происхождение повышенного содержания сульфатов в почве необходимо выяснять дополнительно.

Загрязненность почв в ЗЗМ объекта УХО «Кизнер»

В 2013 г. на объекте УХО «Кизнер» начата переработка фосфорорганических отравляющих веществ. В соответствии с программой мониторинга в почвах определяли массовые доли специфических примесей – вещества типа Vx, зарина, зомана, метилфосфоновой кислоты, О-изобутилметилфосфоната, моноэтаноламина, общего фосфора (в водно-этанольной вытяжке). Отравляющие вещества и продукты их деструкции в почвах не обнаружены. Также проводился анализ почв для оценки их общего состояния на содержание ванадия, железа, кобальта, марганца, меди, мышьяка, никеля, свинца, стронция, титана, хрома, цинка, хлорид-ионов.

По гранулометрическому составу в лесных экосистемах территории ЗЗМ объекта УХО «Кизнер» преобладают дерново-подзолистые песчаные почвы. Средняя кислотность почв – 5,1 ед. pH. По результатам исследований проб почвы были выявлены превышения установленного норматива ОДК по содержанию мышьяка, никеля, кобальта. Такая ситуация является характерной для почвенного покрова Кизнерского района и наблюдается с 2006 г. Расчет суммарного показателя загрязнения почвенного покрова (Z_c) показал, что почвенный покров объекта «Кизнер» относится к допустимой категории загрязнения ($0{,}04 < Z_c < 8{,}89$).В качестве фоновых концентраций приняты расчетные средние за 2005–2010 гг. концентрации ЗВ и характеризующие исходное состояние почв до пуска объекта «Кизнер» (по согласованию с Удмуртским ЦГМС филиалом ФГБУ «Верхне-Волжское УГМС»). Результаты экотоксикологического анализа отобранных проб находятся на уровне допустимой и умеренной степени токсичности.

Таким образом, в ходе мониторинга почв ЗЗМ объектов УХО и зон влияния ФКП «Горный» и «Камбарка» загрязнения, вызванного деятельностью объектов УХО и ФКП, не выявлено.

Заключение

Подразделениями Росгидромета на протяжении ряда десятилетий проводятся регулярные наблюдения за параметрами абиотической составляющей природной среды, радиационной обстановкой, ведутся работы по оперативному выявлению последствий техногенных аварий, а также высоких уровней загрязнения, обусловленных другими причинами. Как правило, техногенные загрязнения проявляются в результате негативного воздействия хозяйственных субъектов и населения.

Государственная наблюдательная сеть мониторинга Росгидромета позволяет фиксировать глобальное, региональное и локальное загрязнение. Станции расположены таким образом, чтобы можно было оценить фоновое загрязнение на территории страны и ее отдельных регионов, а также в местах проживания и жизнедеятельности большей части населения страны (порядка 70% в ряде регионов). Следует отметить, по разным оценкам ученых, урбанизированные площади и дороги немногим превышают 10% от огромной площади – 17 075,4 тыс. км^2, которую занимает Российская Федерация. По данным фонового мониторинга, в соответствии с отечественными и зарубежными нормативами, можно отнести большую часть страны по качеству атмосферного воздуха, осадков, почв, поверхностных вод к чистым территориям. Вместе с тем большая часть населения по-прежнему проживает на техногенно - загрязненных территориях. Необходимо отметить, что в последние годы это обстоятельство связано также с ростом автотранспорта (в крупнейших и крупных городах), а также низкой эффективностью очистки выбросов и сбросов загрязняющих веществ.

Загрязнение окружающей среды каждый год анализируется на фоне природных климатических событий конкретного года.

Мониторинг гелиогеофизических данных за 2013 год позволяет сделать вывод о том, что после аномально продолжительного минимума солнечной активности наступила фаза роста солнечного цикла. Это подтверждается участившимися случаями возмущения магнитного поля Земли, ионосферными возмущениями, солнечными вспышками, количеством солнечных пятен.

Среди космических источников влияния на атмосферу Земли следует упомянуть о челябинском метеорите, принесшим 15 февраля более 10 тыс. тонн загрязняющих веществ в верхние слои. Однако с точки зрения влияния на климатические процессы этот вклад существенно уступает потоку попадающего в атмосферу микрометеорного вещества, который оценивается величиной в несколько тысяч тонн ежесуточно.

2013 год стал третьим с 1996 г. по количеству гидрометеорологических опасных явлений (ОЯ), нанесших значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения: всего 455 ОЯ; наибольшее количество отмечено в 2012 году (469 ОЯ) и несколько меньше – в 2010 году (467 ОЯ). В 2013 г. около 25% от общего числа ОЯ приходится на локальные конвективные явления (ливень, град, шквал), отмечавшиеся в весенне-летний период. Общее количество только метеорологических ОЯ в 2013 г. оказалось наибольшим с 1998 г.: 545 (предыдущий максимум 2012 г. – 536).

Средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории РФ, в 2013 году, превысила «норму» 1961–1990 гг. на 1,52 ^{o}C, так что 2013 год для России в целом оказался шестым по рангу теплых лет. Особенно теплыми были лето: аномалия +1,29 ^{o}C – пятое наиболее теплое лето с 1936 г., и осень: аномалия +1,99 ^{o}C – третий из наиболее теплых осенних сезонов. Зима была умеренно холодная (во всех регионах РФ, кроме региона ЕЧР, наблюдались отрицательные аномалии температуры). Весна была умеренно теплая, при этом экстремально тепло было в Южном и Северо-Кавказском ФО.

Наблюдения показывают, что в целом за год и во все сезоны, кроме зимы, потепление продолжается на всей территории РФ. Наиболее быстрый рост наблюдается весной и осенью, но на фоне межгодовых колебаний, тренд больше всего выделяется летом – 0,44 ^{o}C/10 лет.

Наибольшая скорость роста среднегодовой температуры отмечается на побережье Север-

ного Ледовитого океана: здесь максимум потепления наблюдается во все сезоны, кроме лета. Летом самое быстрое потепление происходит на западе ЕЧР южнее 55° с.ш. Весной и осенью имеется еще один максимум потепления – на дальнем северо-востоке, а зимой – на северо-западе ЕЧР. Минимум потепления в среднем за год и летом – на юге Западной Сибири.

Текущее потепление зим наблюдается в основном в западной части арктической зоны РФ, включая Таймыр, на западе ЕЧР и в Приморье. Зимой имеются области отрицательного тренда за 1976–2013 гг. на дальнем северо-востоке, на юге Сибири, в Забайкалье. Скорость похолодания в центре этой области достигает – 0,5 °С/10 лет.

По количеству выпавших осадков 2013 г. оказался исключительным: годовая сумма осадков в целом по стране 111% нормы – исторический максимум за период наблюдений с 1936 г. Наибольший избыток осадков наблюдался весной (129% нормы, максимум с 1936 г.) и осенью (116% нормы).

Весной близкие к рекордным величины осадков наблюдались во всех регионах АЧР. Осенью экстремальное количество осадков выпало в регионе ЕЧР (125% нормы).

Тренд годовых сумм осадков за период 1976–2013 гг. положителен на большей части территории РФ и в отдельные сезоны, однако он незначим зимой и летом, когда уменьшение осадков заметно на обширной территории: в восточных районах РФ зимой и летом, и на ЕЧР – летом. Наиболее выражен рост осадков весной, когда линейный тренд средних осадков по РФ объясняет 28% суммарной изменчивости осадков. Весенние осадки растут почти на всей территории страны, на обширных территориях со скоростью, превышающей 5%/10 лет. Максимум роста годовых осадков наблюдается в Средней Сибири, где растет количество осадков для всех сезонов, кроме зимы.

Зимой 2012–2013 г. в северных и центральных районах ЕТР снежный покров появился 25 октября 2012 г. В Азиатской части России снежный покров появился в конце сентября 2012 г. на Чукотке. В начале ноября снег покрыл Урал и всю Сибирь, за исключением Дальнего Востока, где устойчивый снежный покров лег только 18 ноября 2012 г.

Накопление снега на большей части ЕТР продолжалось до конца марта. Из-за экстремально холодной погоды таяние снега задержалось до 1 апреля, что почти на две недели позже нормальных сроков.

По состоянию на 31 марта 2013 года в большинстве речных бассейнов ЕЧР накопленные запасы воды в снеге были значительно выше нормы. На АЧР в бассейнах большинства крупных рек и водохранилищ запасы воды в снеге на 20 апреля 2013 г. преимущественно составили 122–141% нормы. В бассейне р. Амур накопленные за зиму запасы воды в снеге составляли 70–130% нормы, местами 170–230%. Повышенные снегозапасы (более 200% нормы) отмечались в бассейнах рек Большой Невер, Гилюй, Большая Бира и Уда.

Водные ресурсы Российской Федерации в 2013 году составили 4614,6 км^3, превысив среднее многолетнее значение на 8,3%. Большая часть этого объёма – 4330,8 км^3 – сформировалась в пределах России, и 283,8 км^3 воды поступило с территорий сопредельных государств.

На реках Центрального, Приволжского, Южного, Северо-Кавказского и Дальневосточного федеральных округов наблюдалась повышенная водность, в Северо-Западном и Уральском федеральных округах – близкая к норме. В Сибирском федеральном округе водные ресурсы были ниже средних многолетних значений.

Совокупный выброс парниковых газов в РФ, без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства, составил в 2012 г. 2295,1 Мт CO_2-экв., что соответствует 111,8% выброса 2000 г. или 68,3% выброса 1990 г. По отношению к предыдущему году выброс 2012 г. возрос на 0,5%.

Ведущая роль во вкладе отдельных парниковых газов в их общий выброс (в эквиваленте CO_2) на территории РФ в 1990 и 2012 гг. принадлежит CO_2, основным источником которого служит энергетический сектор, в основном – сжигание ископаемого топлива. Также отмечается увеличение доли CH_4 в общем выбросе. Некоторое уменьшение вклада N_2O связано с сокращением использования азотных удобрений и уменьшением посевных площадей, обусловленным изменениями в сельскохозяйственном производстве. Вклад фторсодержащих газов (F-газы) в совокупный выброс парниковых газов в целом невелик, несмотря на характерные для этих газов высокие потенциалы глобального потепления.

По данным наблюдений на станции Териберка за последний десятилетний период концентрация CO_2 увеличилась на 5,6% (21 млн$^{-1}$), рост концентрации CH_4 составил 1,6% (29 млрд$^{-1}$).

Содержание CO_2 в атмосфере достигло в 2013 г. нового максимума. Среднегодовое значение концентрации CO_2 приблизилось к 399 млн$^{-1}$, межгодовой прирост по данным российских станций составил 2,4–2,5 млн$^{-1}$/год.

Содержание CH_4 стабилизировалось. Значения концентрации остались неизменными по сравнению с 2012 г. (ст. Тикси) или даже снизились (ст. Териберка).

Избыток концентрации метана над фоновым уровнем в районах расположения источников близок к средним многолетним значениям или ниже его, что свидетельствует об отсутствии роста эмиссии метана в контролируемых регионах.

В 2013 г. кардинальных перемен по сравнению с предшествующим годом в оптической плотности атмосферы не произошло. Величина положительных изменений ОПА на отдельных фоновых станциях не превышала 0,7%, отрицательных – 2%.

По сравнению с предшествующим периодом (2007 – 2012 гг.) в 2013 году отмечалось незначительное внутригодовое изменение градиента потенциала электрического поля атмосферы на станциях Воейково, Верхнее Дуброво, Иркутск и Южно-Сахалинск.

Толщина защитного озонного слоя в 2013 году над территорией России была близка к норме.

Фоновое содержание загрязняющих веществ в воздухе по данным измерений в 2013 г. оставалось низким, на уровне сотых и десятых долей предельно-допустимых концентраций. Анализ изменения содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на Европейской территории России за последние 10–15 лет показывает, что наблюдавшееся в 1990-х снижение концентраций, обусловленное спадом промышленного производства, прекратилось, и можно ожидать увеличение фонового загрязнения атмосферы некоторыми загрязняющими веществами.

В 2013 г. среднегодовые фоновые концентрации тяжелых металлов, и полиароматических углеводородов в атмосферных осадках сохранились на низком уровне. На станциях Европейской части РФ наблюдается незначительный рост концентраций свинца в атмосферных осадках с 2009 г., на Азиатской части РФ явного тренда концентраций не наблюдается. Содержание пестицидов в атмосферных осадках сохранилось на крайне низком уровене прошлых лет. 100% проб γ-ГХЦГ на всех СКФМ были ниже предела обнаружения изомеров, за исключением Приокско-Террасного БЗ, где ненулевые значения наблюдались в пробе снежного покрова.

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

Общее загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами территории РФ было обусловлено атмосферными ядерными взрывами, проводившимися в 1945–1980 годах 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».

В целом содержание техногенных радионуклидов на территории России было в приземной атмосфере на 6–7 порядков ниже значений допустимой среднегодовой объемной активности и в пресноводных водоемах на 3–4 порядка ниже уровней вмешательства установленных нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009 для населения.

В других частях, как и в среднем по РФ, уровни радиоактивности объектов окружающей среды сохранились в пределах колебаний последних лет.

Результаты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха в городах РФ свидетельствуют о том, что его качество остается неудовлетворительным:

- в 123 городах (57% городов) наблюдается высокий или очень высокий уровень загрязнения;
- в 38 городах с населением 14,0 млн. человек отмечены максимальные концентрации примесей выше 10 ПДК;
- в 204 городах (81% городов, где проводятся регулярные наблюдения) с населением 66,6 млн. жителей, средняя концентрация какой-либо примеси превышала 1 ПДК;
- концентрации формальдегида превышают 1 ПДК в 88% городов, где проводятся наблюдения.
- во всех городах России, где проводятся наблюдения, воздух загрязнен бенз(а)пиреном, поступающим в атмосферу при сгорании топлива, средние за год концентрации в 84% городов превышают 1 ПДК.

Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения в 2013 году включает 30 городов с населением 18,7 млн. жителей. В него вошли по 3 города с предприятиями нефтехимической и химической промышленности и черной металлургии, 5 городов с предприятиями цветной металлургии и 9 городов топливно-энергетического комплекса.

Тенденция изменения загрязнения воздуха показывает, что за пять лет:

- увеличилось на восемь количество городов, в которых среднегодовая концентрация формальдегида превышала 1 ПДК;
- возросло на десять количество городов, в которых максимальные концентрации превышают 10 ПДК.

Атмосферные выбросы загрязняющих веществ в городах приводят к образованию вокруг них ареалов с загрязнением почв.

Многолетнее исследование загрязнения почв вокруг городов и их окрестностей показывает, что явного накопления общего содержания ТМ не наблюдается, кроме увеличения массовых долей свинца, марганца, меди, никеля, цинка в почвах в районе г. Слюдянка и пос. Култук Иркутской области более чем в 2 раза по сравнению с обнаруженными в 2005 году.

За период с 2009 по 2013 год было зафиксировано загрязнение водорастворимыми формами фтора выше 1 ПДК отдельных участков почв в районе городов Иркутск, Каменск-Уральский, Новокузнецк, Полевской, Тольятти, Усолье-Сибирское, Черемхово, что обусловлено выбросами алюминиевых заводов, предприятий по производству фосфорных удобрений и др.

Превышения 1 ПДК (130 мг/кг) нитратов в почвах не установлено. В целом наблюдается тенденция к уменьшению нитратов в почвах или сохранению их на прежнем уровне за пятилетний период.

Анализ результатов наблюдений за загрязнением почв сульфатами за период с 2000 года по настоящее время не выявляет существенных изменений со временем средних содержаний сульфатов в обследованных почвах.

В 2013 г. сетевыми подразделениями Росгидромета выборочно обследованы почвы различного типа на территории 36 субъектов Российской Федерации.

Несмотря на то, что на территории РФ ежегодно отмечаются загрязненные пестицидами участки почв, наблюдается тенденция снижения доли загрязнения почв.

В 2013 г. загрязненные (выше установленных гигиенических нормативов) площади составили 1,45% весной и 1,06% осенью от общей обследованной площади 31,0 тыс. га. Участки, почва которых загрязнена пестицидами (выше установленных гигиенических нормативов), в 2013 г. обнаружены на территории 12 субъектов Российской Федерации. В целом на обследованной территории Российской Федерации в 2013 г. отмечены загрязнения суммарным ДДТ, ГХЦГ, ГХБ, трифлуралином, далапоном, триазиновыми гербицидами.

В 2013 году, также как и в предыдущие годы, остается напряженным экологическое состояние водных объектов, испытывающих нагрузку сточными водами многочисленных предприятий различных видов промышленности, сельского хозяйства и ЖКХ.

Наметившаяся в последние годы положительная тенденция некоторого снижения антропогенной нагрузки на поверхностные воды в отдельных регионах ЕТР не вызвала быстрого улучшения качества воды, а проявилась в превалировании на Европейской части страны стабилизации состояния загрязненности воды водных объектов по большинству компонентов химического состава.

Качество воды основных рек страны, их притоков мало изменилось более чем за десятилетний период, его оценки варьируют в отдельных створах от «условно-чистой» до «экстремально-грязной» воды. Наиболее загрязненной из крупных рек, также как и в предыдущем десятилетии, остается река Волга и ряд ее притоков. Не снижается число случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод. Максимальное количество случаев приходится на Центральный и Уральский регионы. Две трети всех зарегистрированных случаев приходится на водные объекты Московской и Свердловской областей.

Особую тревогу вызывает качество воды объектов Вологодской, Архангельской, Мурманской областей и др. (Северо-Западный ФО); Московской, Калужской, Липецкой, Воронежской (Центральный ФО); Астраханской, Ростовской (Южный ФО); Свердловской, Челябинской, Тюменской и др. (Уральский ФО); Новосибирской, Омской областей, Красноярского края, Республики Хакасия и др. (Сибирский ФО); Магаданской, Амурской областей, Хабаровского края и др. (Дальневосточный ФО).

В Дальневосточном регионе особую гидрографическую структуру составляет бассейн р. Амур, водохозяйственные и экологические проблемы которого обусловлены спецификой его географического положения, паводковым характером водного режима, сопровождающегося наводнениями, нередко крупными и затяжными, трансграничным использованием рек бассейна.

В поверхностных водах оз. Байкал в районе Байкальского ЦБК в 2013 году, по сравнению с периодом с 2008 по 2012 годы, отмечено увели-

чение средней концентрации сульфат-ионов от 5,6 мг/л до 5,8 мг/л и кислорода от 11 мг/л до 12 мг/л. По остальным показателям наблюдается тенденции снижения концентраций. Увеличение максимально-разовых концентраций отмечается только по показателю суммы минеральных веществ – от 105 мг/л до 108 мг/л.

В 2013 году состояние наблюдаемых экосистем рек, озер и водохранилищ в России сохраняется, в основном, на стабильном уровне, кардинальных изменений в таксономическом составе и структуре сообществ по сравнению с предыдущими годами не выявлено. Проведенное в 2013 году при подготовке к международным спортивным состязаниям Универсиады углубленное исследование загрязнения поверхностных вод в г. Казани по гидробиологическим показателям позволяет оценить качество поверхностных вод в водоемах и водотоках города как «экстремально грязные». Экосистемы поверхностных вод в городе Казани находятся в состоянии экологического регресса с элементами метаболического регресса.

Данные системы государственного мониторинга гидрохимического состояния и загрязнения морских вод и донных отложений в контролируемых прибрежных районах морей Российской Федерации позволяют сделать заключение об отсутствии значительных изменений качества морской среды за последние годы. Основная часть станций наблюдений расположена 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., в связи с чем большая часть шельфовых зон по классификации относится от «слабозагрязненная» до «загрязненная». Несмотря на снижение динамики концентраций загрязняющих веществ, наиболее грязными акваториями остаются Кольский залив Баренцева моря и залив Петра Великого Японского моря.

Концентрации большей части загрязняющих веществ в морской воде залива Грёнфьорд имели значения, характерные для прибрежных районов Гренландского и Норвежского морей со средним или незначительным уровнем воздействия береговых источников загрязнения на морскую акваторию.

Анализ всего массива результатов мониторинга загрязнения окружающей среды на территории Российской Федерации показывает, что в последние годы, как по ряду контролируемых показателей, так и по комплексным оценкам, загрязненность природных сред практически не уменьшается. Неблагоприятное качество окружающей среды, прежде всего атмосферного воздуха и поверхностных вод, как правило, наблюдается в местах проживания большей части населения страны (урбанизированные территории, промышленные зоны).

Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета

1. Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям

ФГБУ «Гидрохимический институт»
(ФГБУ «ГХИ»)
344090, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198
Факс: +7 (863) 222-44-70
E-mail: ghi@aaanet.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

ФГБУ «Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН»)
119034, Москва, Кропоткинский пер., 6
Факс: +7 (495) 246-72-88
E-mail: adm@oceanography.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) 297-86-61
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. Ежегодный сборник информационно-справочных материалов «Состояние загрязнения окружающей среды Московского региона»

ФГБУ «Центральное УГМС»
127055 г. Москва, ул. Образцова, д. 6
Факс: +7 (495) 688-93-97
E-mail: moscgms-aup@mail.ru

10. Доклад об особенностях климата на территории 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

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»	Денисова В.И., Свидский П.М.
1.2.	ФГБУ «Гидрометцентр России»	Голубев А.Д., Сидоренков Н.С.
	Росгидромет	Жемчугова Т.Р.
1.3.-1.4.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Бардин М.Ю., Рочева Э.В., Самохина О.Ф., Платова Т.В., Соколов Ю.Ю.
1.5.	ФГБУ «Гидрометцентр России»	Сидоренков Н.С., Борщ С.В.
1.6.	ФГБУ «ГГИ»	Вуглинский В.С., Гусев С.И., Куприёнок Е.И.

РАЗДЕЛ 2

2.1.	Росгидромет	Пешков Ю.В., Котлякова М.Г., Красильникова Т.А.
2.2.1.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	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 «ГГО»	Парамонова Н.Н., Привалов В.И., Решетников А.И.
	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Афанасьев М.И.
2.3.1.	ФГБУ «ГГО»	Русина Е.Н., Боброва В.К.
2.3.2.	ФГБУ «ГГО»	Соколенко Л.Г., Зайнетдинов Б.Г., Попов И.Б.
2.3.3.	ФГБУ «ЦАО»	Звягинцев А.М., Иванова Н.С., Крученицкий Г.М.
2.3.3.1.	ФГБУ «ГГО»	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., Латышев Б.А.
2.3.5–2.3.6.	ФГБУ «ГГО»	Свистов П.Ф., Полищук А.И., Першина Н.А., Павлова М.Т.
2.3.6.1.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Ветров В.А., Манзон Д.А., Кузовкин В.В.
2.3.7.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонов С.Г., Егоров В.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В., Бунина Н.В.
2.3.8.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Рябошапко А.Г., Брускина И.М., Громов С.А.
2.3.9.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Громов С.А., Трифонова-Яковлева А.М., Бунина Н.А., Набокова Е.В.
	ФГБУ «ЛИН СО РАН»	Ходжер Т.В., Голобокова Л.П., Нецветаева О.Г.
2.4.1.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Буйволов Ю.А., Парамонова Т.А., Вертянкина В.Ю., Парамонов С.Г., Бурцева Л.В., Афанасьев М.И., Пастухов Б.В.
2.4.2.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Сатаева Л.В., Подвязникова Г.Е.
2.4.3.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Позднякова Е.А., Пчелкина Т.А., Волков А. А., Кухта А. Е.
2.5.1.	ФГБУ «ГХИ»	Лобченко Е.Е., Емельянова В.П., Первышева О.А., Лавренко Н.Ю., Власова М.П.
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., Гниломёдов В.Д., Каткова М.Н.
2.6.1.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Гниломёдов В.Д., Волокитин А.А., Полянская О.Н.
2.6.2.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Катрич И.Ю., Федорова А.В., Валетова Н.К.
2.6.3.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Гниломёдов В.Д., Каткова М.Н.

РАЗДЕЛ 3

3.1.	ФГБУ «ГГО»	Безуглая Э.Ю., Ануфриева А.Ф., Ивлева Т.П., Любушкина Т.Н., Смирнова И.В., Симоненкова К.С.,
3.2.1.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Сатаева Л.В., Подвязникова Г.Е.
3.2.2.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Лукьянова Н.Н., Власова Г.В.
3.3.1.	ФГБУ «ГХИ»	Никаноров А.М., Минина Л.И., Лобченко Е.Е., Ничипорова И.П., Емельянова В.П., Лямперт Н.А., Первышева О.А., Лавренко Н.Ю., Власова М.П., Листопадова Н.Н.
3.3.2.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Буйволов Ю.А., Лазарева Г.А., Быкова И.В.
3.3.3.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Жадановская Е.А., Журавлева Л.Р.
3.3.4.	ФГБУ «ГХИ»	Матвеева Н.П., Коротова Л.Г., Якунина О.В., Архипенко Н.И.
3.3.5.	ФГБУ «ГОИН»	Коршенко А.Н., Крутов А.Н., Аляутдинов В.А., Матвейчук И.Г., Косевич Н.И., Иванов Д.Б.
3.3.6.1.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Володкович Ю.Л., Цыбань А.В.
3.3.6.2.		Цыбань А.В., Щука Т.А., Щука С.А.

РАЗДЕЛ 4

4.1.1.–4.1.3.	ФГБУ «Центральное УГМС»	Трухин В.М., Минаева Л.Г., Трифиленкова Т.Б., Плешакова Г.В., Попова Е.И., Ракчеева Е.А., Терешонок Н.А.
	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Малеванов Ю.А.
4.1.4.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Пчелкина Т.А., Пчелкин А.В.
4.2.1.		Матвеев А.А.
4.2.2.		Аниканова М. Н; Аджиев Р. А.
4.2.3.	ФГБУ «ГХИ	Резников С.А., Аракелян В.С.
4.2.4.		Якунина О.В.
4.2.5.		Тезикова Н.Б.
4.2.6.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Безделова А.П., Пастухов Б.В.
4.3.	Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун»	Демин Б.Н., Демешкин А.С., Граевский А.П.
4.4.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Панкратов Ф.Ф.
4.5.1.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Васильева К.И.
4.5.2.	ФГБУ «ГГО» ФГБУ «НПО «Тайфун» ФГБУ «ГХИ»	Чичерин С.С., Булгаков В.Г., Васильева К.И. Минина Л.И., Лобченко Е.Е.
4.5.3.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Лукьянова Н.Н.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Черногаева Г.М.

Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)

**ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2013 ГОД**

© Росгидромет, 2014 г.

Подписано в печать 18.09.2014 г.
Формат 60x90 1/8. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 28,75. Тираж 450 экз. Заказ 1250

Отпечатано: ООО “Лайт”,
394033, Воронеж, Ленинский проспект, 119А, корпус 5, офис 205.

ISBN 978-5-9905637-8-0