ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)

Обзор

состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации

2015

Москва 2016

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 2015 ГОД

МОСКВА
2016

УДК 551.550.42
ISBN 978-5-906644-57-2

Ответственный редактор: д.г.н., проф. Г.М. Черногаева

Редакционная комиссия: Ю.В. Пешков, М.Г. Котлякова, Т.А. Красильникова, В.Д. Смирнов, Л.Р. Журавлева, Ю.А. Малеванов

В Обзоре рассматриваются состояние и загрязнение окружающей среды на территории Российской Федерации за 2015 год по информации, полученной от территориальных подразделений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Материалы к Обзору по компонентам природной среды 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», ФГБУ «АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФГБУ «ААНИИ»)», 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/review2015.pdf.

Верстка В. Дёмкин
Дизайн обложки: Д. Черногаев
© Росгидромет, 2016.
© Перепечатка любых материалов из Обзора только со ссылкой на Росгидромет

Содержание

Содержание 3
Предисловие 5

1. Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности 2015 года 6
1.1. Гелиогеофизическая обстановка 6
1.2. Опасные гидрометеорологические явления 11
1.3. Температура воздуха 14
1.4. Атмосферные осадки 18
1.5. Снежный покров 22
1.6. Водные ресурсы 23

2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему и состояние окружающей среды 31
2.1. Характеристика государственной сети наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды 31
2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему 33
2.2.1. Эмиссия парниковых газов 33
2.2.2. Содержание CO_2 и CH_4 в атмосфере 35
2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферы 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 44
2.3.4. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по данным сети СКФМ) 48
2.3.5. Ионный состав атмосферных осадков на российских станциях, входящих в систему Глобальной Службы Атмосферы ВМО 52
2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков 58
2.3.7. Фоновое загрязнение атмосферных осадков (по данным сети СКФМ) 65
2.3.8. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ (ЕМЕП) 66
2.3.9. Региональное загрязнение воздуха и осадков по данным станций мониторинга ЕАНЕТ 70
2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности 74
2.4.1. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности (по данным сети СКФМ) 74
2.4.2. Фоновые массовые доли химических веществ в почвахв региональном аспекте 79
2.5. Фоновое загрязнение поверхностных вод (по данным сети СКФМ) 83
2.6. Радиационная обстановка на территории России 84
2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха 85
2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод 86
2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов 87

3. Загрязнение окружающей среды регионов России 91
3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов 91
3.1.1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха 91
3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха 91
3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах 94
3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации 98
3.2. Загрязнение почвенного покрова 101
3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения 101
3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов 106

3.3. Загрязнение поверхностных вод 113
3.3.1. Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации 113
3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов 133
3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации 135
3.3.4. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ 139
3.3.5. Загрязнение морских вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям 142
3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских вод 154

4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных территорий 163
4.1. Московский регион. 163
4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха 163
4.1.2. Загрязнение поверхностных вод 166
4.1.3. Характеристика радиационной обстановки 170
4.2.Озеро Байкал 171
4.2.1. Поступление химических веществ из атмосферы 171
4.2.2. Загрязнение воды и донных отложений озера по гидрохимическим показателям 171
4.2.3. Гидробиологическая оценка воды. 173
4.2.4. Загрязнение воды основных притоков озера 175
4.3. Арктическая зона Российской Федерации 176
4.3.1. Особенности климатического режима года 177
4.3.2. Комплексная оценка состояния и загрязнения окружающей среды в Арктической зоне Российской Федерации
4.4. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в районе пос. Баренцбург и прилегающих территорий 206

Заключение 216
Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета 221
Список авторов 222

Предисловие

Представленные в данном Обзоре обобщенные характеристики и оценки состояния абиотической составляющей окружающей среды (атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв), а также радиационной обстановки получены по данным государственной системы наблюдений за состоянием окружающей среды, являющейся основой осуществления государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации, а также локальных систем наблюдений за состоянием окружающей среды.

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 2015 года

1.1. Гелиогеофизическая обстановка

По характеру изменения основных индексов солнечной активности 2014 год относится к эпохе максимума текущего 24-го (с условного начала отсчета в 1775 г.) 11-летнего солнечного цикла. Максимум 24-го солнечного цикла, как и несколько предыдущих циклов, показанных на рис. 1.1., имеет двухвершинную структуру.

Первая вершина наблюдалась в 2012 году, вторая в 2014 году. Это иллюстрирует рис. 1.2, где приведены более подробные данные (сред-

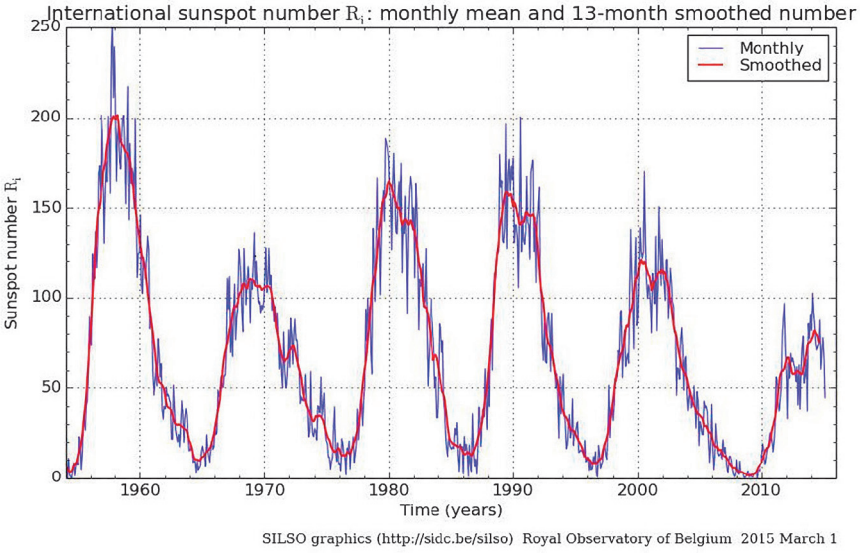


Рис. 1.1. Изменение сглаженных чисел Вольфа по данным Международного центра солнечных индексов (Брюссель, Бельгийская королевская обсерватория)

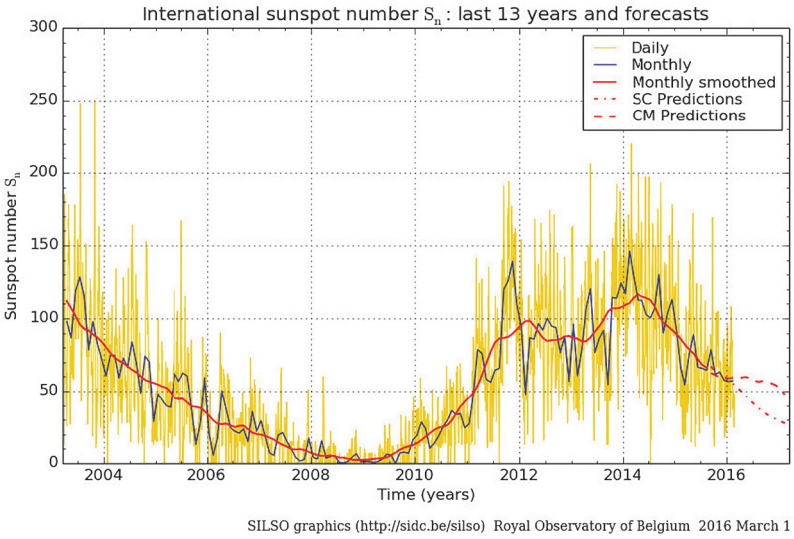


Рис. 1.2. График изменения среднемесячных значений чисел Вольфа

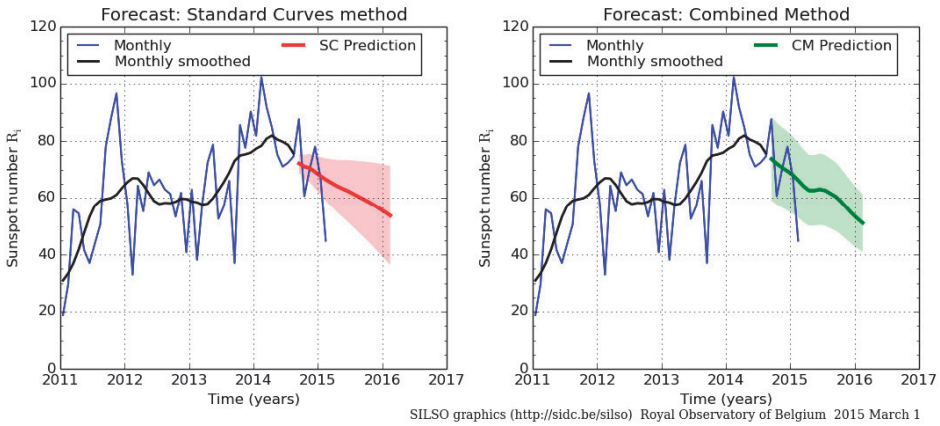


Рис. 1.3. Прогноз изменения среднемесячных значений чисел Вольфа на последующие 12 месяцев

немесячные значения чисел Вольфа) за последние 13 лет (с 2003 года по 2015 год) и прогноз на 2016 год.

Из данных рисунков видно, что минимум межу двумя соседними циклами был очень продолжительный и глубокий, а уровень активности в максимуме 24 солнечного цикла значительно уступает предыдущим.

На рисунке 1.3 представлен прогноз среднемесячных чисел Вольфа на последующие 12 месяцев, рассчитанный двумя методами:

1. SK (красный): метод прогнозирования, основанный на интерполяции стандартных кривых Waldmeier. Метод основан только на количестве солнечных пятен в группе.

2. CM (зеленый): метод (от K. Denkmayr и P. Cugnon)

Для удобства сопоставления активности в данном солнечном цикле с ее проявлениями в предыдущем, в таблице 1.1 приведены значения основных индексов, характеризующих солнечную активность за последние двадцать 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 – международного ряда этого индекса, приведенных на рисунках 1.1, 1.2, 1.3;

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

Таблица 1.1. Основные индексы, характеризующие солнечную активность

Год	W Bou	$F_{10,7}$	Вспышечная активность				J	Геомагнитные бури		
			>1	C	M	X				
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
2014	122	146	3130	38	205	16	2	23	1	0
2015	72	118	2438	28	126	2	2	31	5	2

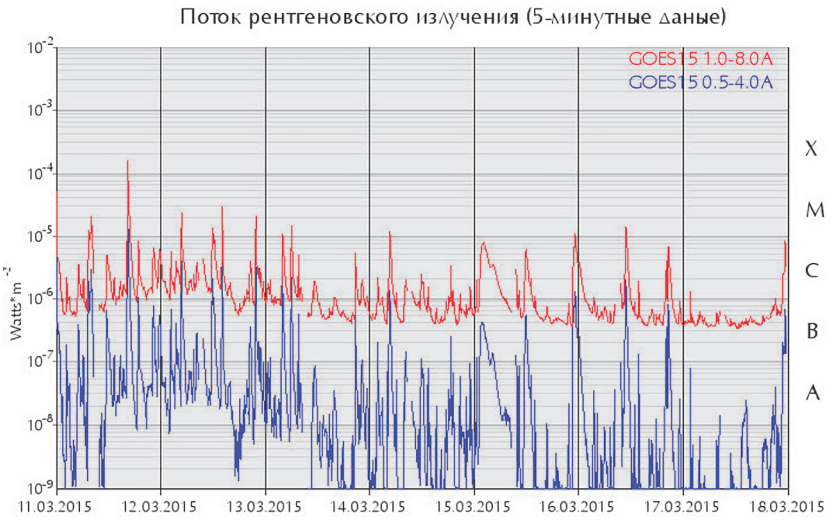


Рис. 1.4. Поток рентгеновского излучения (5-минутные данные)

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

5–7 – суммарное количество вспышек класса C, M, X зарегистрированных в рентгеновском диапазоне;

8 – количество вторжений в околоземное космическое пространство (ОКП) потоков солнечных космических лучей (СКЛ) с энергией $E_p > 25$ МэВ и максимальной интенсивностью >100 см$^{-2}$с$^{-1}$ по данным космического аппарата КА серии «Метеор», «Ресурс», «Электро Л», «Goes», (с 2001 года по 2010 год только по данным КА серии «GOES», с 2011 года по данным КА «Метеор-М» № 1, «GOES» №№ 13,15, российского геостационарного КА «Электро-Л» № 1, с июля 2014 года по данным КА «Метеор-М» № 2);

9–11 – количество магнитных бурь с 30 > ApMos > 15, 50 > ApMos > 30 и ApMos > 50. (ApMos – индекс – эквивалентная суточная средняя амплитуда возмущения геомагнитного поля, вычисляемая по данным среднеширотных наземных магнитных станций Евразийского региона. ApMos – индекс определяется как среднее значение из восьми a_p-индексов в единицах 2 nT).

Из данных табл. 1.1 следует, что текущий цикл существенно уступает предыдущему не только по числу Вольфа, но и другим проявлениям солнечной активности.

Более детализированные статистические данные, относящиеся непосредственно к 2015 году, приводятся в последующих разделах.

Солнечная активность

В Гелиогеофизической службе принят условный интегральный показатель солнечной активности, определяемый как полусумма индексов числа пятен W и потока радиоизлучения F.

Оценка интегральной солнечной активности по указанным индексам производится по следующей схеме:

низкая ($W \le 100$; $F_{10,7} \le 100$);

умеренная ($100 < W \le 200$; $100 < F_{10,7} \le 200$);

высокая ($W > 200$; $F_{10,7} > 200$).

В 2015 году интегральная солнечная активность в течение 110 суток (33% времени) соответствовала «умеренному» уровню, в остальное время «низкому» уровню, что значительно меньше, чем в 2014 году, когда в течение 303 суток (83% времени) она соответствовала «высокому» и «умеренному» уровню.

В течение 2015 года на видимом диске Солнца наблюдалось две группы пятен с максимальной площадью более 1000 МДП: группа 2371 (Smax = 1180 МДП) и группа 2403 (Smax = 1190 МДП) и около десятка групп с максимальной площадью в пределах 700 МДП < Smax < 1000 МДП.

Для сравнения, в 2014 году, в фазе максимума XXIV солнечного цикла, на видимом диске Солнца наблюдалось порядка двух десятков активных областей с максимальной площадью более 1000 МДП. Самую большую площадь с начала цикла по настоящее время имела группа 2192, которая наблюдалась в октябре 2014 года, Smax = 2750 МДП.

С 6 марта по 20 марта 2015 года на обращенной к Земле полусфере Солнца находилась активная область 2297, в которой наблюдалось довольно большое количество вспышек. В рентгеновском диапазоне зарегистрировано: 1 вспышка X класса, 21 вспышка M класса, 79 вспышек C класса. На рисунке 1.4 представлен поток рентгеновского излучения за период с 11 по 18 марта. 11 марта была зарегистрирована

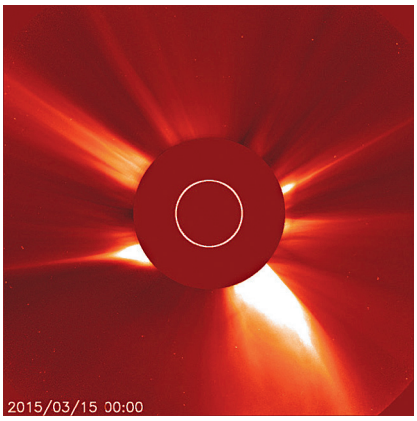


Рис. 1.5. Изображение с LASCO C2

вспышка X 2.1/2B, продолжительностью 18 минут, координаты S 17 E 21.

Большая часть вспышек сопровождалась выбросами корональной массы, в основном, не направленными в сторону Земли. 15 марта зарегистрирована продолжительная (125 минут) вспышка C9/1F (S22W25), время максимума 05.13 МСК, которая сопровождалась выбросом корональной массы с компонентой, направленной в сторону Земли. Кроме того, вначале этих же суток зарегистрирован распад коронального волокна, который также сопровождался выбросом корональной массы (рис. 1.5).

Суммарный ускоренный поток от данных событий вызвал повышение магнитной активности, нарушение радиосвязи, проявление полярных сияний не только в авроральной зоне, но и на средних и более низких широтах. 17 марта началась сильная геомагнитная буря.

В 2015 году на видимом диске Солнца наблюдались три «долгоживущие» активные области (в течение трех солнечных оборотов: 1-я – май – июль; 2-я – август – октябрь, 3-я – октябрь – декабрь).

По оценке распределения вспышек по дням, вспышечная активность в течение 12 суток была высокой, в течение 56 суток – умеренной, в остальное время года – низкой (оценка по интенсивности всплесков в рентгеновском диапазоне). Вспышечная активность в 2015 году была значительно ниже по сравнению с 2014 годом. В 2015 году общее количество вспышечных событий в полтора раза меньше чем в 2014 году.

Состояние магнитного поля Земли

По данным среднеширотных станций Российской Федерации геомагнитное поле было сильно возмущенное в течение двух суток (17 марта и 20 декабря), умеренно возмущенное в течение семи суток, в течение 25 суток - слабо возмущенное, в течение 37 суток – неустойчивое, в остальное время геомагнитное поле менялось от очень спокойного до спокойного (оценка по ApMos).

Сильное возмущение магнитного поля наблюдалось станциями Баренцбург и о. Визе соответственно в течение 6 и 10 суток, умеренное возмущение в течение 44 и 39 суток, в остальное время состояние магнитного поля было от слабо возмущенного до очень спокойного.

Сильное возмущение магнитного поля наблюдалось на большей части станций авроральной зоны (65–70° с. ш.) от 45 до 60 суток, умеренное возмущение – от 80 до 60 суток, в остальное время состояние магнитного поля было от слабо возмущенного до очень спокойного.

Радиационная обстановка в околоземном космическом пространстве (ОКП)

По данным КА «Электро-Л» № 1, «Метеор-М» № 1, «Метеор-М» № 2 и «GOES» в течение года зарегистрировано четырнадцать вторжений солнечных космических лучей (СКЛ), из них:

- четыре очень слабых вторжений низкоэнергичных потоков протонов, интенсивность потоков протонов с энергией E > 10 MeV J = 1 pfu;
- восемь слабых вторжения низкоэнергичных потоков протонов, интенсивность потоков протонов с энергией E > 10 MeV J = 3 – 10 pfu;
- два вторжения (22–23 июня, 29–30 октября) потоков протонов в широком диапазоне энергий и более высокой интенсивности, интенсивность потоков протонов с энергией E9 > 10 MeV J в диапазоне от 23 до 1000 pfu, интенсивность потоков протонов с энергией E > 30 MeV J в диапазоне от 9 до 10 pfu, интенсивность потоков протонов с энергией E > 50 MeV J в диапазоне от 5 до 10 pfu, одно из них вызвало возмущение радиационной обстановки (РО) в околоземном космическом пространстве. Информация представлена в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Периоды возмущений радиационной обстановки в 2015 году

Период возмущения РО	Характеристика возмущения РО
22 июня (с 19 до 23 UT)	Слабо возмущенная
29 – 30 октября	Невозмущенная

Продолжительность слабо возмущенного состояния радиационной обстановки в ОКП и на трассе полетов пилотируемых КА составила 4 часа 22 июня.

На рисунке 1.6 представлены данные прибора СКЛ, установленного на российском геостационарном космическом аппарате «Электро-Л» № 1, который зарегистрировал потоки высокоэнергичных протонов, вызвавших возмущение

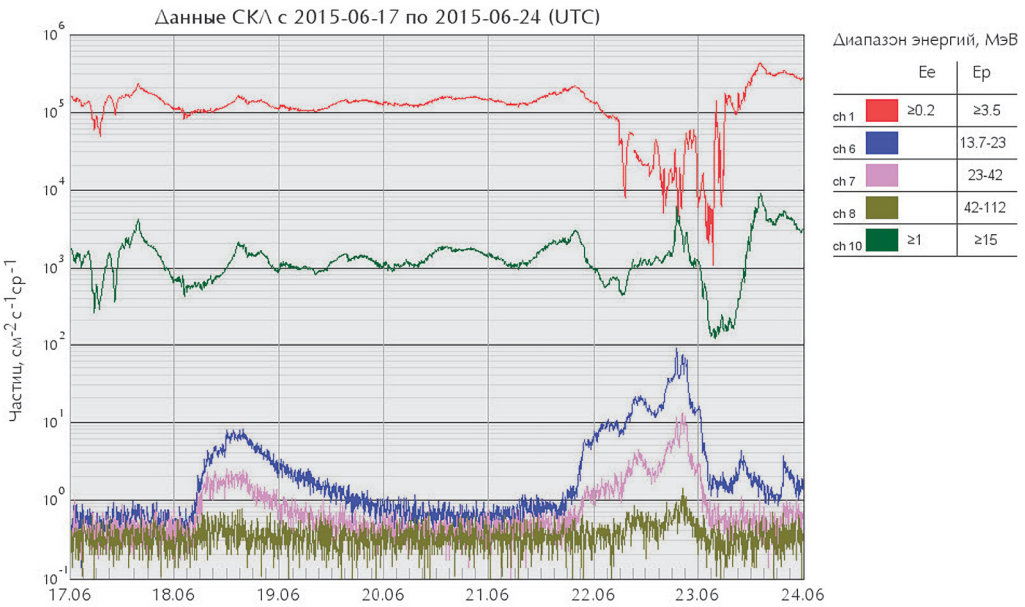


Рис. 1.6. Данные прибора СКЛ

радиационной обстановки в околоземной космическом пространстве 17–24 июня 2015 года.

В остальное время года радиационная обстановка в ОКП и на трассе полетов пилотируемых КА оценивалась как невозмущенная.

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 110 суток (30% времени) слабыми отрицательными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 27 суток (7%) – умеренными отрицательными отклонениями;
- в течение 11 суток (3%) – сильными отрицательными отклонениями;
- в течение 21% времени рассматриваемого периода (78 суток) – слабыми положительными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 7 суток (2%) – умеренными положительными отклонениями;
- в течение 5 суток – сильными положительными отклонениями.

Положительных отклонений критических частот в области F2 более всего было зарегистрировано в феврале месяце; отрицательных отклонений – более всего в ноябре – декабре 2015 года.

Поглощения в авроральной ионосфере зарегистрированные станциями Мурманск (Ловозеро) и Салехард представлены в табл. 1.3.

35 геомагнитных бурь из 45 сопровождались отрицательными отклонениями критических частот fo в области F2 на средних широтах, причем, во время девятнадцати бурь зарегистрированы сильные и умеренные отрицательные отклонения критических частот fo в области F2 (баллы 3 и 2) на большинстве среднеширотных станций европейской и восточной части Российской Федерации.

Таблица 1.3. Характеристика поглощений, зарегистрированных в авроральной ионосфере

Характеристика поглощения	Количество суток	
	Ловозеро	Салехард
Сильное поглощение	6 суток	15 суток
Умеренное поглощение	45 суток	59 суток
Слабое поглощение	144 суток	165 суток

По сведениям, полученным от постоянных потребителей радиопрогнозов Мурманского региона, практическое ухудшение условий радиосвязи в КВ-диапазоне из-за магнитных возмущений отмечено в течение 175 суток (48% времени), из них более всего в августе.

Из данных, приведенных в этом разделе обзора, видно, что по различным характеристикам солнечной активности, весь период с 2007 года по настоящее время можно рассматривать как аномальный, включая как рекордно глубокий минимум в начале этого периода, так и один из самых низких 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 2015 г. составило 973. Это на 75 явлений больше, чем в 2014 году, когда их было 898. Из всех ОЯ в 2015 г. 412 явлений нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

На рис. 1.7 приведены данные Росгидромета о динамике количества гидрометеорологических ОЯ за 1996–2015 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 пятым по количеству ОЯ, нанесших ущерб. Число непредусмотренных ОЯ в 2015 г. составило 27.

Из наиболее значительных по нанесенному ущербу были:

• очень сильный ветер 12 апреля в Республике Хакасия и центральных районах Красноярского края (порывы 25–28 м/с, в Хакасии до 31 м/с). В Красноярском крае отмечены многочисленные повреждения линий электропередач, повалены деревья, снесены автобусные остановки, повреждены крыши домов. В Хакасии произошло возгорание 1371 частного жилого дома в 38 населенных пунктах (23 человека погибли);

• очень сильный дождь, сильный ливень в Краснодарском крае 24–26 июня, когда выпало местами до 179 мм осадков. На территории города-курорта Сочи было подтоплено 1427 домовладений и 1840 приусадебных участков, частично подтоплены территории 3-х внутригородских округов; с 25 июня на территории города-курорта Сочи был введён режим ЧС муниципального характера;

• чрезвычайная пожарная опасность в Бурятии и Забайкальском крае, которая наблюдалась в июне – августе. С начала пожароопасного периода площадь пожаров составила: в Бурятии 463 083,23 га, в Забайкальском крае 880 007 га.

По-прежнему большой ущерб нанесен агрометеорологическими явлениями – атмосферной и почвенной засухами (в ряде регионов ущерб исчисляется миллиардами рублей).

На рис. 1.8 представлена информация о гидрометеорологических ОЯ в 2015 году детализи-

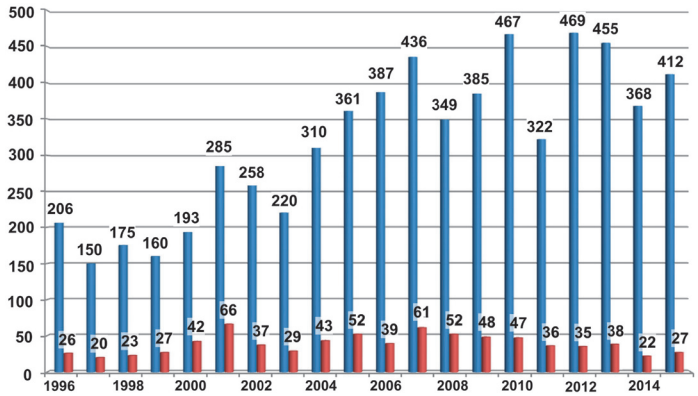


Рис. 1.7. Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (синий) и количество непредусмотренных ОЯ (красный)

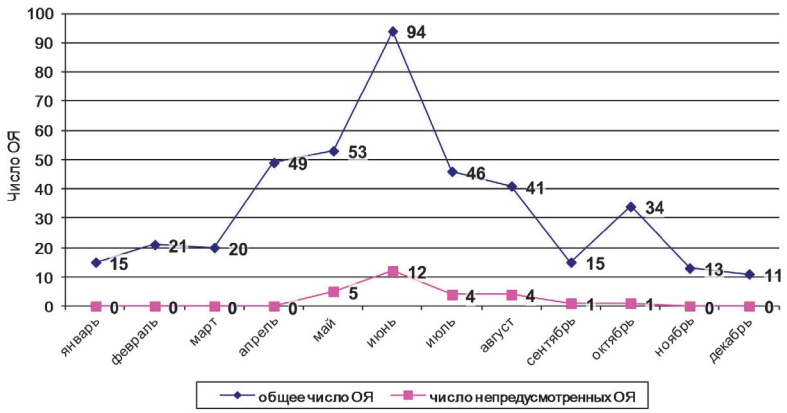


Рис. 1.8. Распределение гидрометеорологических ОЯ, нанесших ущерб, по месяцам в 2015 году

Таблица 1.4. Распределение метеорологических ОЯ по месяцам за 2015 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	10	4	1			11		11		11	4	3				55
II	13	4				3		4		15	3	5				47
III	15	3		2						12	4	3				39
IV	12	2		7			1			7	3		1			33
V	9	9		10	2		3			11			2			46
VI	11	19		9	9		4			17			9	1		79
VII	10	24		3	7		2			18			3	2		69
VIII	7	21		11	8		1			12			3			63
IX	4	4		17	3		2			10			2			42
X	9	13	1	4				1		12				2		42
XI	10	4						1		6	2	2				25
XII	8	5	1					2		11	1	3				31
Всего-2015	118	112	3	63	29	14	13	19		142	17	16	20	5		571
Всего-2014	110	105	5	46	23	29	16	32	3	131	12	18	30	9		569

рованная по месяцам. Наибольшая активность возникновения опасных явлений на территории Российской Федерации наблюдалась в период с апреля по август.

В 2015 году на территории России было зарегистрировано 571 случай возникновения метеорологических (ОЯ) и комплексов метеорологических явлений (КМЯ). В таблицах 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, так как ОЯ часто охватывают большие территории и одновременно наблюдаются в 2-х и более округах.

По сравнению с 2014 годом количество зарегистрированных метеорологических ОЯ в 2015 г. увеличилось на два случая. Высокой была повторяемость КМЯ, сильного ветра и сильных осадков (142, 118 и 112 случаев соответственно). Это составляет 65% 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 август) – 257 случаев (45%). Это связано с тем, что в этот период возрастает число ОЯ, обусловленных активной конвекцией, которая наблюдается по всей территории России.

Периоды сильных морозов и аномально холодной погоды в 2015 г. отмечались в 33 случаях, то есть на 46% меньше, чем в 2014 году, когда их было 61 случай.

Периодов с сильной жарой и аномально жаркой погодой в 2015 г. было 42, что на 3 случая больше, чем в 2014 году. Жаркие периоды отмечались с апреля по сентябрь. В вегетационный период в 2015 году наблюдалось 63 заморозка, что на 37% больше, чем в 2014 г.

Из таблицы 1.5 следует, что на территории Сибирского и Дальневосточного федеральных округов зарегистрировано 230 случаев (40%) всех ОЯ и КМЯ. Это связано с тем, что территория этих округов обладает наибольшими размерами и характеризуется очень активными атмосферными процессами. По сравнению с 2014 г. в 2015 г. количество ОЯ и КМЯ в Северо-Западном, Северо-Кавказском и Уральском федеральных округах уменьшилось на 14–27%, а в Южном, Центральном и Дальневосточном ФО увеличилось на 12–23 %.

Динамика количества всех зарегистрированных метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2015 год по месяцам приведена в табл. 1.6. Видно, что в 2015 году отмечалось 571 метеороло-

Таблица 1.5. Распределение метеорологических ОЯ в 2015 году по территории ФО

№	Явления	Федеральные округа								Всего
		СЗФО	ЦФО	ПФО	ЮФО+ Крым	СКФО	УФО	СФО	ДФО	
1	Сильный ветер	10	2	11	5+5	8	7	37	33	118
2	Сильные осадки	2	8	15	18+12	10	10	10	27	112
3	Метель	3					1		12	16
4	Пыльная буря									0
5	Смерч				5					5
6	Сильный мороз	1		3	1	1	5	3		14
7	Аномально холодная погода	4	2	6			2	4	1	19
8	Сильная жара		6	4	4	4	4	7		29
9	Аномально жаркая погода		3	5			3	2		13
10	Град		3	6	4+1	3	2	1		20
11	Гололедные явления				8	4	2	2	1	17
12	Налипание мокрого снега	2	1							3
13	Заморозки	4	13	10	7+2	2	10	11	4	63
14	Туман									
15	КМЯ	4	10	14	15+3	12	9	47	28	142
Всего – 2015		30	48	74	90	44	55	124	106	571
Всего – 2014		40	43	71	73	60	64	127	91	569

Таблица 1.6. Динамика количества всех метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2015 годы

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
2014	46	44	35	33	70	75	69	64	29	37	23	44	569
2015	55	47	39	33	46	79	69	63	42	42	25	31	571

гических ОЯ. Это наибольшее количество ОЯ за все 17 лет наблюдений. (Следует заметить, что анализируемый ряд не однороден: из 571 ОЯ в этом году 23 случая наблюдались в Крымском ФО, учет по которому начал вестись только с 2015 года).

1.3. Температура воздуха

2015 год был самым теплым с 1936 г. (далее везде начало ряда 1936 г.): осредненная по территории России среднегодовая аномалия температуры воздуха (отклонение от среднего за 1961—1990 гг.) составила +2,16 °С (в 2007 г. +2,07 °С, в 1995 г. +2,04 °С). Аномалии температуры всех регионов – среди пяти самых крупных. Рекордно теплой была зима: аномалия 3,56 °С, почти на 0,5 °С больше предыдущего максимума 2007 года: 3,07 °С; особенно тепло было в азиатской части России (АЧР) (аномалия 3,65 °С, ранг 1, т.е. максимальное значение в упорядоченном по убыванию ряду). Очень теплой была весна: аномалия по России +2,32 °С – четвертая в ряду, в АЧР сезонная аномалия: 2,41 °С, ранг 2. Экстремально тепло в АЧР было летом (аномалия 1,43 °С – ранг 2).

Ряды среднегодовых и сезонных аномалий температуры по территории России приведены на рис. 1.9 Карты среднегодовых и сезонных аномалий температуры 2015 года представлены на рис. 1.10. Выделены станции с экстремальными значениями температуры: ниже 5-го процентиля (отрицательные экстремумы) и выше 95-го процентиля (положительные экстремумы); ниже будем ссылаться на них как на 5%-ные и 95%-ные экстремумы. Процентили для каждой станции рассчитаны по данным за 1936–2014 гг.

Год был экстремально теплым (станционная температура выше 95-го процентиля) на большей части территории России: в европейской части России (ЕЧР) почти всюду, в АЧР – восточнее течения Оби, кроме северных районов (исключая арктические острова) и Камчатки.

Зима 2014–2015 гг. Осредненная по России зимняя аномалия +3,56 °С – исторический максимум. Рекордная температура наблюдалась в АЧР (3,65 °С). Максимальные сезонные аномалии достигали 8 °С в центре Сибири: здесь везде отмечены 95%-ные экстремумы. Осредненная

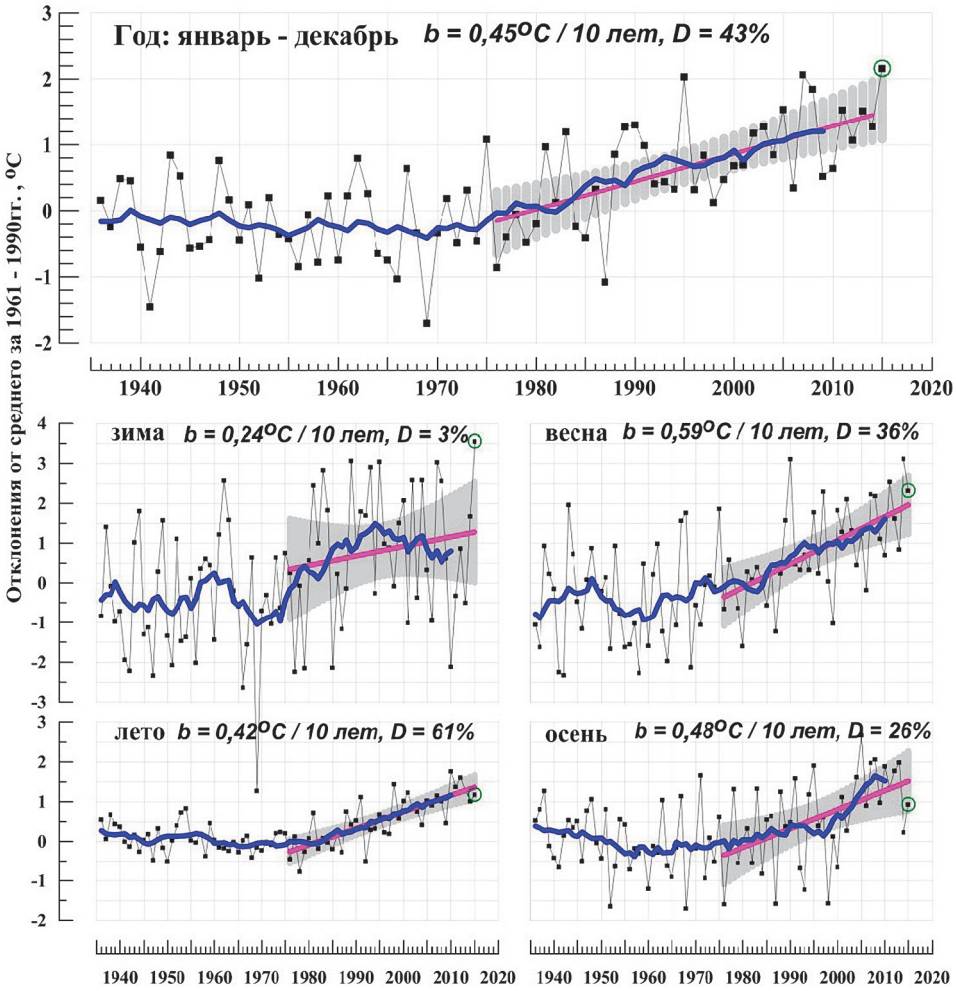


Рис. 1.9. Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°С), осредненные по территории РФ, 1936–2015 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961–1990 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976–2015 гг. с 95%-й доверительной полосой; b – коэффициент тренда (°С/10 лет), D – вклад в суммарную дисперсию (%)

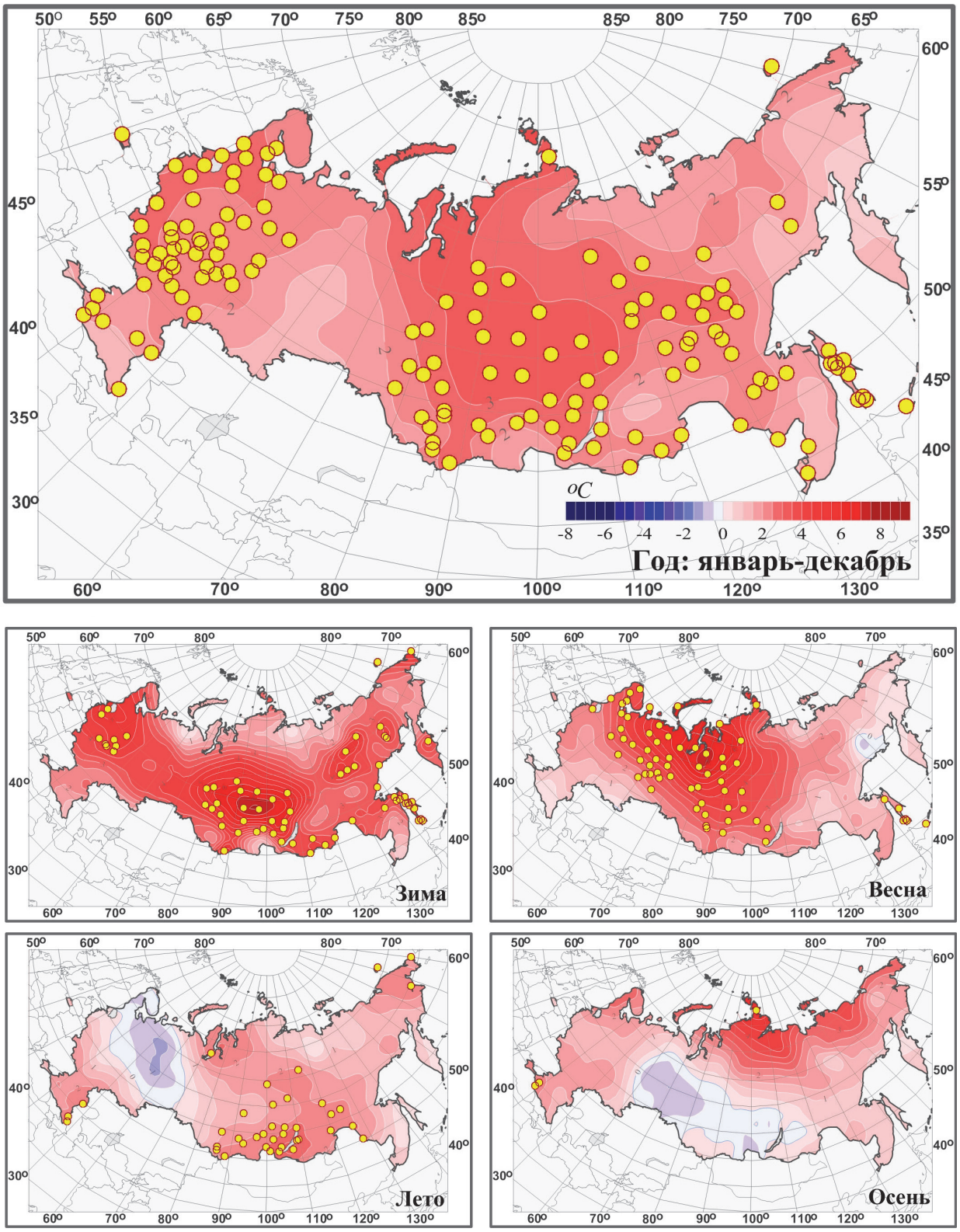


Рис. 1.10. Аномалии средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории РФ в 2015 г. (отклонения от средних за 1961–1990 гг.) с указанием локализации 95%-ных экстремумов (желтые кружки)

по ДВФО аномалия 2,94 °С – рекордный максимум, по Сибирскому ФО (4,38 °С) – третья в ряду. Очень тепло на северо-востоке ЕЧР (до 6 °С). Особенно тепло было в феврале: осредненная по России аномалия +5,06 °С; в центральных районах страны аномалии до +7–8 °С; на многих станциях Урала и востока ДВФО температура выше 95-го процентиля. В январе особенно тепло в районе Байкала (аномалия температуры по региону Прибайкалье и Забайкалье +4,69 °С),

в Магаданской области; аномалии на станциях до +9 °С. Холодно в январе было лишь на северо-востоке ЕЧР и севере Западной Сибири: аномалии до –8 °С. В декабре особенно тепло было в центре Сибирского ФО (аномалии до +9,6 °С).

Весна. Осредненная по территории России сезонная аномалия +2,32 °С – четвертая в ряду, в среднем по ЕЧР и АЧР +2,11 °С и +2,41 °С. Экстремально тепло (повсеместно на станциях температура выше 95-го процентиля) было в северной половине ЕЧР, на Урале и в Западной Сибири: аномалии до +6 °С. Аномалии температуры по Северо-Западному ФО и региону Западная Сибирь: +3,61 °С и 3,76 °С – максимум и третья величина в рядах. В марте тепло всюду, кроме Чукотки; экстремально тепло в центре и на севере ЕЧР (аномалии до +7,7 °С в Ненецком АО), в Якутии (аномалии до +7,3 °С). Лишь на Чукотке и севере Корякского АО в марте было холодно (аномалии до –4,5 °С). В апреле и мае экстремально тепло на севере Тюменской области и Красноярского края: аномалии +6 °С и выше. В мае экстремально тепло также на северо-востоке ЕЧР, на Урале: осредненная по Уральскому ФО аномалия температуры +4,85 °С – рекордная величина в ряду. Холодно (аномалии до –2 °С) в апреле в Южном ФО, на побережье Охотского моря, в мае в Магаданской области.

Лето. Осредненная по России аномалия температуры 1,18 °С – седьмая в ряду. Очень тепло в АЧР: 1,43 °С – вторая в ряду, (в 2012 году 1,59 °С). Экстремально тепло (температуры выше 95-го процентиля) в районе Байкала, аномалии на станциях до 3,5 °С. Сезонная аномалия по Сибирскому ФО: 1,76 °С – вторая величина после лета 2001 г. (1,86 °С). В ЕЧР очень тепло в южных районах, аномалия температуры по Северо-Кавказскому ФО: 1,92 °С – третья в ряду, сезонные аномалии на станциях до 2,9 °С. Холодным лето было на северо-востоке ЕЧР, на Урале (аномалии до –1,3 °С). Самым теплым в сезоне был июнь (аномалия температуры по России: 2,03 °С – вторая в ряду); экстремально тепло в Западной Сибири (аномалии на севере до 7,5 °С), вокруг Каспия. Июль был экстремально теплым в районе Байкала (аномалия по региону Прибайкалье и Забайкалье: 2,86 °С – исторический максимум), в Чукотском АО. Холодно в июле на севере и востоке ЕЧР, на Урале (аномалии на севере до –5 °С), в Западной Сибири. В августе экстремально тепло в Байкальском регионе и на юге Дальневосточного ФО (аномалии по регионам Прибайкалье и Забайкалье, Приамурье и Приморье: 2,88 °С и 2,34 °С – рекордные величины). Тепло также на западе и юге ЕЧР. Холодно второй месяц подряд в восточных районах ЕЧР, на Урале, в Западной Сибири (на ряде станций Среднего Урала аномалии ниже –2 °С).

Осенью средняя по России аномалия 0,93 °С – ниже ожидаемого при сохранении скорости потепления. Тепло в ЕЧР, в северных и восточных районах АЧР, особенно на Таймыре и севере Среднесибирского плоскогорья (аномалии до 5,6 °С), в Колымской низине. В южной половине Западной Сибири осенью было холодно (аномалии до –1,2 °С). В сентябре аномалия температуры по ЕЧР: 3,19 °С – вторая в ряду. Экстремально тепло было почти всюду, аномалии на станциях до 5,5 °С, осредненные по всем федеральным округам ЕЧР аномалии – среди пяти наибольших. В АЧР в сентябре тепло на севере вдоль арктического побережья. В октябре холодно на большей части ЕЧР (средняя аномалия –0,56 °С) и в Западной Сибири, восточнее тепло, особенно на Таймыре: аномалии до 5,6 °С, и Чукотке. В ноябре в АЧР сложились контрастные условия: на севере тепло – аномалии до 8,3 °С (Таймыр), и очень холодно на юге (аномалии в районе Байкала до –5 °С).

Декабрь 2015 года. Осредненная по территории России аномалия температуры: 4,09 °С – вторая величина после рекордного 2013 г. (4,92 °С). Экстремально тепло было почти на трети станций страны (центральные и черноземные области ЕЧР, юг Красноярского края и Алтай), аномалии температуры на западе ЕЧР достигали 6,9 °С, на станциях АЧР до 10,9 °С. Холодным был декабрь на северо-востоке страны: до –5,3 °С. на Чукотке. Во второй половине месяца в западных и центральных районах ЕЧР установилась экстремально теплая погода, напоминающая раннюю весну. Столбики термометров в дневные часы поднимались до +10 °С. Во многих городах перекрыты суточные максимумы температуры воздуха (Нижний Новгород, Пенза, Саранск). В Санкт-Петербурге, имеющем почти двухвековую историю метеорологических наблюдений нынешний декабрь со среднемесячной температурой +2,1 °С оказался вторым самым теплым. Суточные рекорды температуры воздуха с 20 по 26 декабря перекрывались в северной столице 7 дней подряд. На станции Ванавара, расположенной в центре второго очага тепла, этот месяц – самый теплый за период наблюдений на станции (с 1932 года). Аномально теплыми были первые две декады, причем большую часть этого периода среднесуточная температура воздуха на 15–20 °С превышала климатическую норму.

На рис. 1.11 представлено географическое распределение коэффициентов линейных трендов температуры воздуха за 1976–2015 гг. на территории России. Оценки получены по станционным временным рядам средних годовых и сезонных аномалий температуры и выражены в градусах за десятилетие (°С/10 лет). Коэффици-

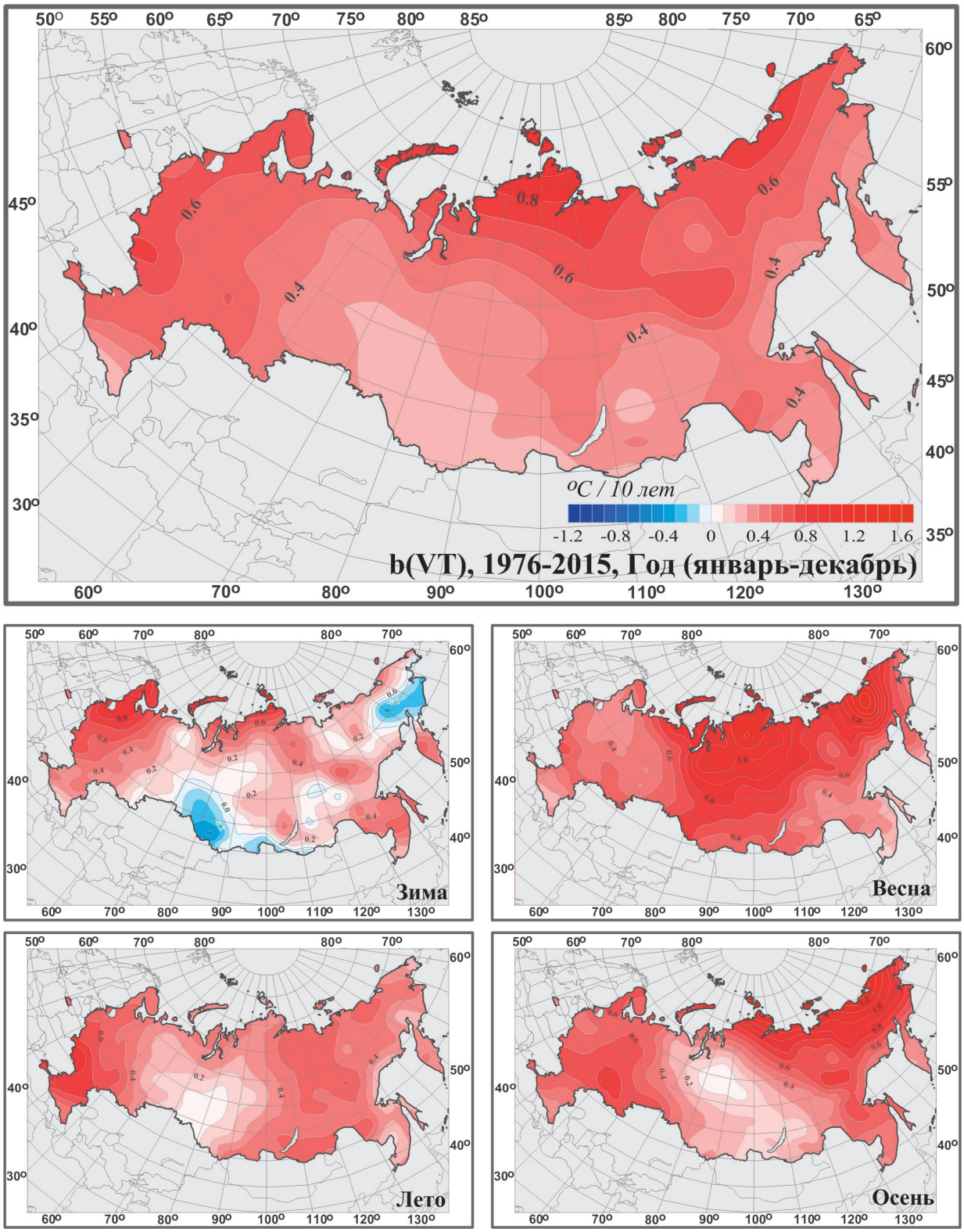


Рис. 1.11. Распределение коэффициентов линейного тренда среднегодовой и средних сезонных значений температуры приземного воздуха на территории РФ за период 1976–2015 гг. (в °С/10 лет)

ент тренда является характеристикой средней скорости изменения температуры на рассматриваемом интервале времени. 1976 год выбран в качестве начала современного потепления в соответствии с ходом глобальной температуры.

В целом за год и во все сезоны, кроме зимы, потепление продолжается на всей территории России (рис. 1.9). Скорость роста осредненной по России среднегодовой температуры (линейный тренд) составила 0,45 °С/10 лет (вклад в общую изменчивость 43%). Наиболее быстрый

рост наблюдается весной (0,59 °С/10 лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (0,42 °С/10 лет: описывает 61% суммарной дисперсии).

Среднегодовые температуры растут во всех физико-географических регионах и федеральных округах. Наибольшая скорость роста среднегодовой температуры отмечается на побережье Северного Ледовитого океана, особенно в АЧР (более +0,9 °С/10 лет на Таймыре. Весной и осенью максимум потепления – на побережье Восточно-Сибирского моря, а зимой – на северо-западе ЕЧР. Летом самое быстрое потепление происходит на западе ЕЧР южнее 55° с.ш. Скорость роста средней по региону Восточная Сибирь температуры осенью +0,73 °С/10 лет, и весной +0,71 °С/10 лет – максимальные региональные величины потепления. Следует также отметить очень интенсивное потепление летом в Южном и Центральном ФО (+0,75 °С/10 лет и +0,69 °С/10 лет). Минимум потепления в среднем за год – на юге Западной Сибири.

Летом и осенью потепление наблюдается на всей территории России, однако в Сибири (на юге летом и в центре осенью) имеются области, где рост очень слаб. По сравнению с 1976–2014 гг. скорость потепления весенних, летних и осенних сезонов практически не изменилась.

Для зимы тренд за 1976–2015 гг. положительный (0,24 °С/10 лет), но он статистически незначим. Экстремально теплая зима 2014–2015 гг. сказалась на величине тренда в среднем по России (за период 1976–2014 гг. тренд составлял 0,15 °С/10 лет) и по регионам (увеличился на 0,02–0,14 °С/10 лет). В Сибири зимой наблюдается центр области похолодания, впервые проявившейся в период 1976–2010 г.; в настоящее время она захватывает юг Западной Сибири (до –0,4 °С/10 лет), Саяны, восток Иркутской области. Другая область похолодания – на крайнем северо-востоке (до –0,4 °С/10 лет). Рост зимней температуры для России в целом прекратился в середине 1990-х гг., после чего наблюдалось ее убывание. Потепление зим за период после 1994 г. наблюдалось, в основном, в арктической зоне России, включая Чукотку. На остальной территории России зимние температуры убывали, слабо на ЕЧР (до ~ –0,2 °С/10 лет) и значительно в АЧР, до –1,4 °С/10 лет на юге Сибири. Возможно, эта тенденция прекратилась после 2010 г. (рис. 1.9; отметим рекордно теплую зиму 2015 г.).

1.4. Атмосферные осадки

На рис. 1.12 приведены временные ряды аномалии среднегодовых и сезонных осадков для России в целом; (на всех временных рядах показаны 11-летние скользящие средние, линейные тренды за 1976 – 2015 гг. с 95%-й доверительной полосой), на рис. 1.13 – карты среднегодовых и сезонных аномалий осадков.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961–1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976–2015 гг.; b – коэффициент тренда (мм/мес/10 лет), D – вклад в суммарную дисперсию (%).

В 2015 году средняя по территории России годовая сумма осадков составила 106% нормы; близко к ожидаемой при сохранении наблюдающейся тенденции. Избыток осадков наблюдался на Урале и в Западной Сибири (осредненные по Уральскому ФО осадки: 124% нормы – исторический максимум. Экстремальные осадки (на станциях более 95-го процентиля или около полутора норм) наблюдались на Среднем Урале, на юге Западной Сибири. Дефицит осадков наблюдался в районе Байкала (осредненные по региону Прибайкалье и Забайкалье осадки: 85% – 2–3-я минимальная величина в ряду), на Чукотке. Из сезонов выделяется снежная зима.

Зима 2014–2015 гг. В целом по России выпало 119% нормы осадков: 2–3-я величина после рекордного 1966 г. (136%). В Азиатской части России (АЧР) выпало осадков 123% – ранг 3. Особенно много осадков выпало в Приамурье и Приморье (179% нормы – исторический максимум), в основном в декабре 2014 г. и в феврале. Экстремальные суммы осадков (более 95-процентиля) наблюдались в бассейнах Оби и Иртыша. В ЕЧР значительный избыток осадков отмечен в северной половине: в Карелии и в Коми. Сильный дефицит осадков (до 40% нормы) зимой наблюдался на северо-востоке страны все три месяца, на Алтае в декабре и январе.

Весной в России выпало 115% нормы осадков. Особенно много выпало в АЧР (119% – 3–4-я величина в ряду). Избыток осадков наблюдался на юге Уральского ФО, в Сибирском ФО (129% – ранг 3), в юго-восточных областях Дальневосточного ФО. В Восточной Сибири во все весенние месяцы отмечался дефицит осадков.

Контрастный режим осадков наблюдался в марте. Сильный дефицит осадков отмечен в Европейской части России (ЕЧР) (61% нормы; в центральных и центрально-черноземных областях, в Поволжье экстремальный дефицит – ниже 5-го процентиля). Избыток осадков, местами более 200%, наблюдался в АЧР (осадки

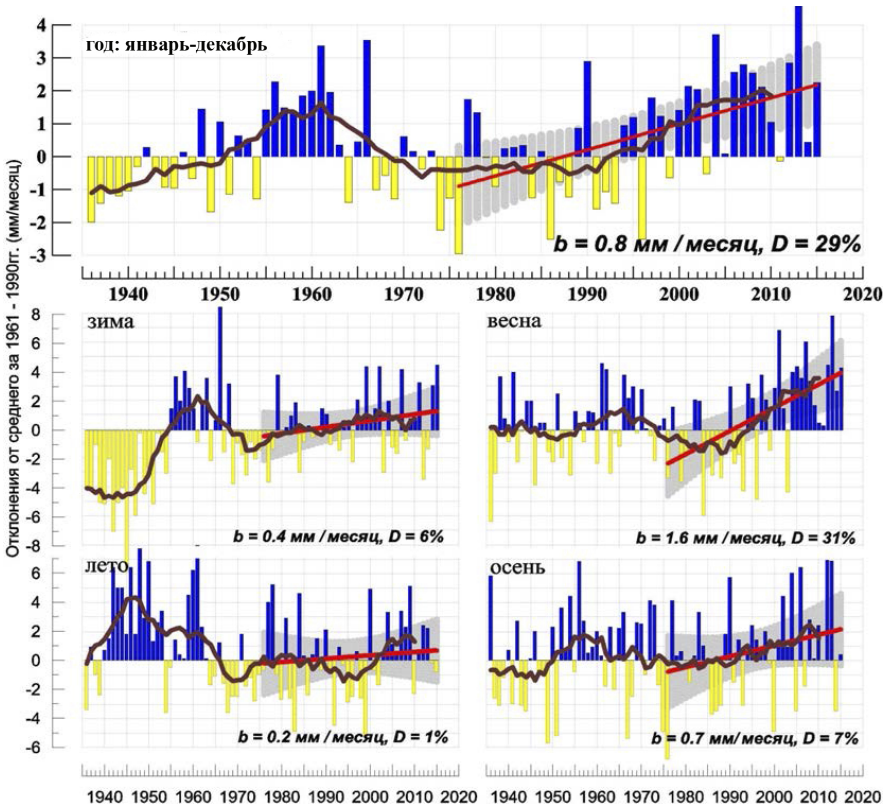


Рис. 1.12. Средние годовые и сезонные аномалии осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ, 1936–2015 гг.

в Средней Сибири 160% – исторический максимум).

Летом в целом по России выпало около нормы осадков, но неравномерно по территории. Значительный избыток осадков наблюдался на Урале и в Западной Сибири (осредненные по Уральскому ФО осадки: 140% – ранг 2; основная доля сезонных осадков выпала здесь в июле и августе), на севере АЧР в низовьях Хатанги и в нижнем течении Лены. Значительный дефицит осадков наблюдался на юге Сибирского ФО. Осредненные по Прибайкалью и Забайкалью летние осадки 76% нормы – исторический минимум, особенно сухо было в июле: 58% – также исторический минимум, на многих станциях наблюдались 5%-ные экстремумы дефицита. Меньше нормы осадков (60–80%) выпало на значительной части Дальневосточного ФО, на западе и юге ЕЧР (73% в ЮФО). В августе сухо было на большей части ЕЧР (в Южном ФО 31% нормы – 2-я минимальная величина).

Осень. Осенью, как и летом, осадки в среднем по России были близки к норме, сезонные аномалии в большей части территории страны были невелики. Избыток сезонных осадков наблюдался на юго-востоке Приволжского ФО (выпали в ноябре), в южных районах Западной и Средней Сибири (всю осень), в низовьях Амура (в октябре). В этих областях на ряде станций сезонные осадки были более 95-го процентиля. Дефицит осадков отмечен в районе Байкала (октябрь) и на юге Приморья (сентябрь и ноябрь). В октябре в АЧР выпало 131% нормы осадков – исторический максимум. Дефицит осадков наблюдался в сентябре в центральных и южных районах ЕЧР (особенно в Южном, Северо-Кавказском, Крымском ФО), в октябре – на западе ЕЧР, в ноябре – на большей части АЧР.

В **декабре 2015 г** в среднем по России выпал 121% нормы осадков – ранг 3. Избыток осадков наблюдался на севере и юге ЕЧР (в Северо-Западном ФО: 144% – ранг 2), в АЧР до течения Лены. На северо-востоке АЧР наблюдался дефицит осадков (до 40%).

На рис. 1.14 представлено географическое распределение коэффициента линейного тренда атмосферных осадков на территории России для 2015 г. в целом и для сезонов. Оценки получены по станционным временным рядам годовых и сезонных аномалий осадков за 1976–2015 гг.

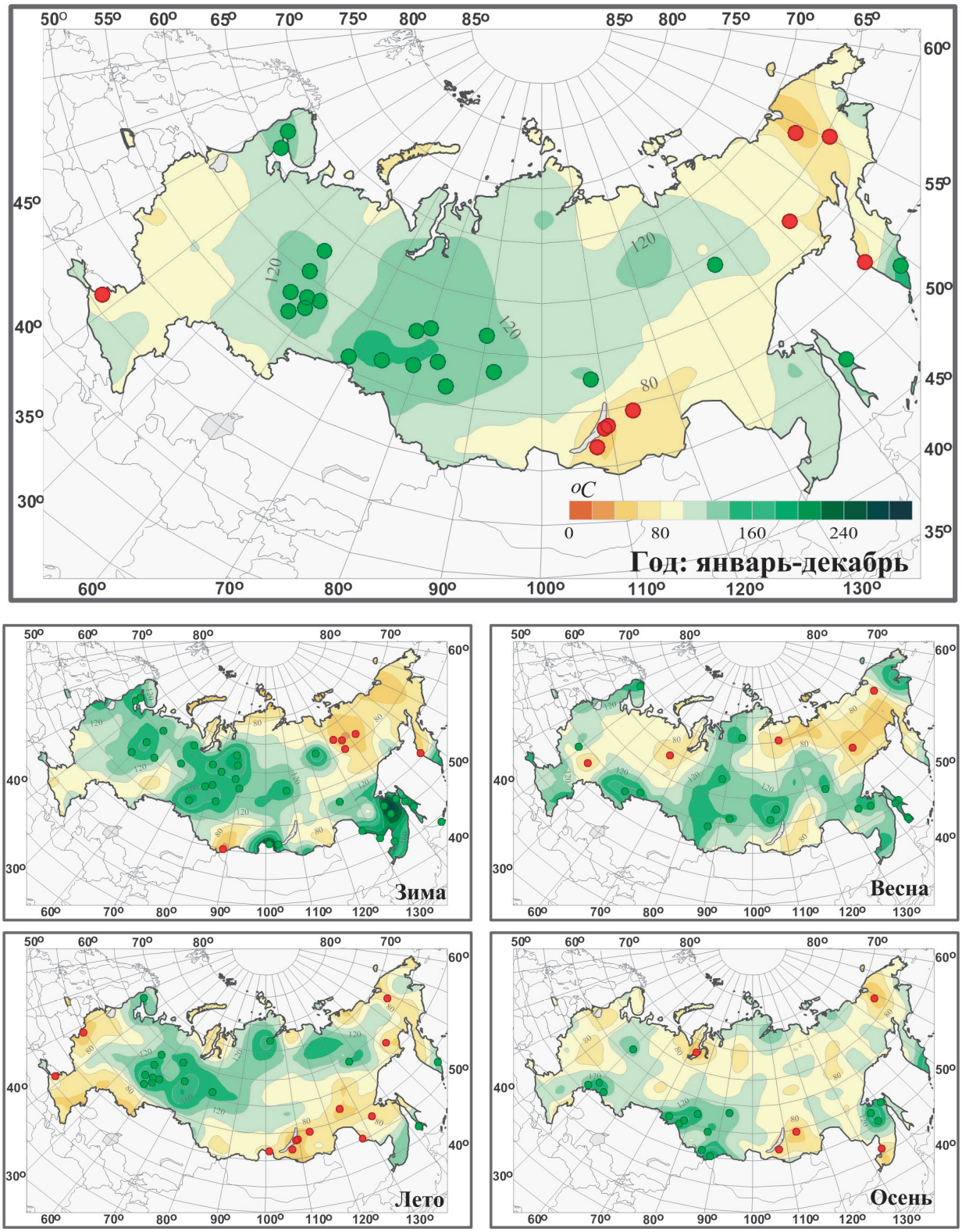


Рис. 1.13. Аномалии годовых и сезонных сумм осадков на территории РФ в 2015 г. (% от нормы 1961–1990 гг.). Кружками красного и зеленого цвета показаны станции, на которых осадки оказались соответственно ниже 5-го или выше 95-го процентиля

На территории России в целом преобладает тенденция к росту годовых сумм осадков. Скорость роста превышает 5%/10 лет лишь в ряде областей Сибири и Дальнего Востока и в Северо-Кавказского ФО. Убывают осадки на севере Чукотского АО. Незначительное убывание наблюдается в центральных районах ЕЧР. Тренд годовых осадков по территории России, составляет 2,0% /10 лет при вкладе в дисперсию 29%, т.е. тренд значим на уровне 1%. Рис. 1.12 пока-

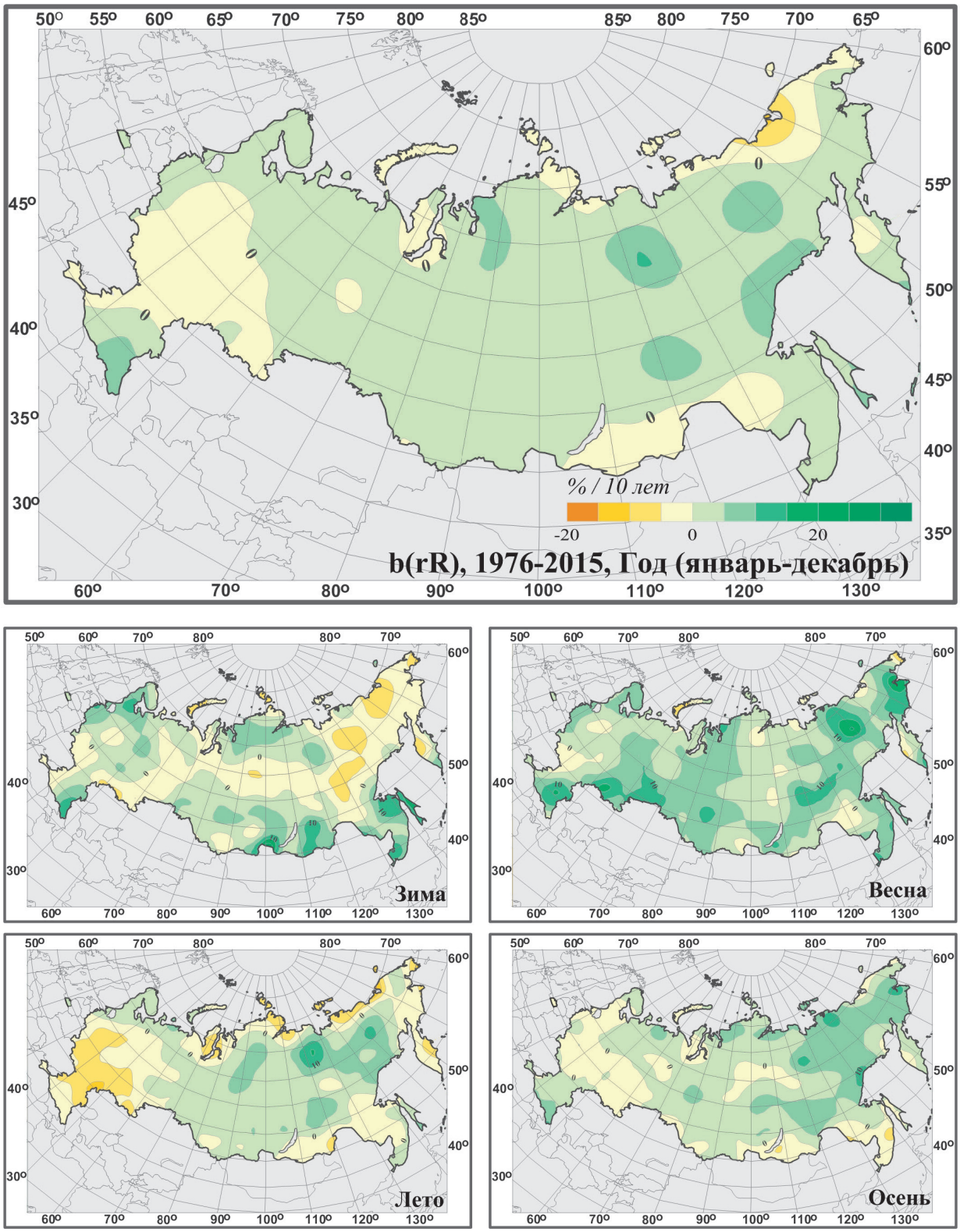


Рис. 1.14. Географические распределения локальных коэффициентов линейного тренда годовых и сезонных сумм атмосферных осадков за 1976–2015 гг. на территории РФ (% от нормы за 10 лет)

зывает, что выраженный рост годовых осадков наблюдается со второй половины 1980-х гг. Наиболее значительные тренды наблюдаются в регионах Средняя Сибирь (3,6%/10 лет, вклад в дисперсию 30%), Восточная Сибирь (3,2%/10 лет; 14%), а также Сибирском ФО (2,5%/10 лет, 27%) и Дальневосточном ФО (2,7%/10 лет, 18%). В Средней Сибири положительный значимый на 5%-ном уровне тренд отмечается во все сезоны, кроме зимы. Отрицательный, очень малый и незначимый тренд наблюдается в ряде федеральных округов ЕЧР.

Региональные тренды наблюдаются на фоне существенных колебаний с периодом в несколько десятилетий, так что нельзя с уверенностью утверждать о наличии тренда, а не определенной фазы таких колебаний.

Наиболее значительный рост сезонных сумм осадков в целом по территории России наблюдается весной (5,8%/10 лет, вклад в дисперсию 31%): рост осадков происходит всюду, особенно в Восточной Сибири (до 15–20%/10 лет). Зимой рост осадков происходит в основном на севере и юге страны, а летом и осенью рост осадков наблюдается в АЧР.

Зимой осадки уменьшаются на севере Дальневосточного ФО и в Средней Сибири. Летом убывают осадки на ЕЧР (кроме севера): отрицательные тренды наблюдаются как для Европейской части России в целом, так и для всех федеральных округов, кроме Северо-Западного, а также на арктическом побережье от Ямала на восток, на Камчатке. В эти два сезона значимый тренд отмечен только для Средней Сибири.

1.5. Снежный покров

Зимой 2014–2015 гг. на европейской части страны (ЕЧР) преобладала теплая, со снегопадами, в январе местами сильными, и длительными оттепелями в феврале (в Северо-Западном и Центральном федеральных округах) погода. Первый снег на большей части страны появился раньше обычных сроков: на юге Европейской части – на 20–30 дней, а на Азиатской – на 10–15 дней.

На азиатской части страны (АЧР) в зимний период также преобладала теплая и преимущественно снежная погода. Лишь в декабре в центральных районах Республики Якутия, в южной половине Хабаровского края и в Приморском крае, а январе – на севере Красноярского края среднемесячная температура воздуха оказалась на 1,0–3,0 градуса ниже нормы.

К началу марта запасы воды в снежном покрове в бассейнах рек северо-запада ЕЧР и Верхней Оки составили 30–55% нормы, в бассейнах Нарвы и Волхова – 89 и 83% нормы. В бассейнах Дона, Медведицы, рек Заволжья и р. Урал накопленные за зиму снегозапасы были близки к обычным. Значительные запасы воды в снеге накоплены в бассейне р. Хопер (164% нормы).

В целом к началу марта в бассейне Волги запасы воды в снежном покрове составили 96% нормы. При этом в бассейнах Рыбинского и Саратовского водохранилищ, рек Оки, Москвы и Белой они составили 73–88%, в бассейнах Чебоксарского водохранилища, рек Суры и Камы были близкими к норме, а в бассейнах Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ, рек Костромы, Унжи, Ветлуги и Вятки – 103–120% нормы. Запасы воды в снежном покрове, сформировавшиеся к началу марта в бассейнах Саратовского водохранилища и реки Белой оказались меньше прошлогодних на 26–36 мм, в бассейнах Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ, Камы были близкими к ним. В бассейнах остальных крупных водохранилищ и рек снегозапасы на 10–59 мм превышали прошлогодние.

На большинстве рек севера запасы воды в снежном покрове на 10–40% превышали норму для начала марта. При этом в бассейнах Северной Двины, Сухоны, Ваги, Юга, Пинеги, Вычегды и Мезеня они были больше прошлогодних на 11–40 мм.

В бассейнах большинства рек Сибири накопленные к началу марта запасы воды в снежном покрове на 10–20% превышали обычные для этого времени года значения. Значительные запасы воды в снеге (более 150% нормы) накоплены на Верхней и Нижней Оби, в бассейне Среднего Енисея, в Хабаровском и на севере Приморского краев, а также на территории Сахалинской области. Меньше нормы (на 10–20%) были запасы воды в снеге в восточной половине бассейна Верхнего Енисея, на севере Иркутской области, в Читинской области, в центральных и северных районах Камчатского края и в бассейне реки Хатанги. Близкими к норме были снегозапасы в бассейнах Тобола, левобережных притоков Верхнего Енисея, Ангары, Алдана, Яны и в верховьях Индигирки.

К 10 апреля 2015 г. запас воды в снежном покрове в бассейне Верхней Оби оказался больше прошлогоднего на 53 мм, в бассейне Усть-Илимского водохранилища близким к ним; а в бассейнах Саяно-Шушенского, Красноярского и Братского водохранилищ на 5–14 мм меньше прошлогодних.

В сводной табл. 1.8 приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ (в ЕЧР по состоянию на 28 февраля, а в АЧР – на 10 апреля 2015 года). Такие даты выбраны, чтобы отразить максимальные запасы воды в снеге, достигнутые к весне 2015 г. Для сравнения в той же таблице приведены значения норм и данные о запасах воды соответственно либо на 28 февраля 2014 г., либо на 10 апреля 2014 г.

На ЕЧР дефицит запаса воды в снеге преобладал по бассейнам рек центра и юга, на реках северо-запада – Нарвы и Волхова. В начале марта снегозапасы бассейна Дона, в отличие от прошлой зимы, оказались выше нормы. На северных реках ЕЧР снегозапасы на 8–40% превысили

Таблица 1.8. Сведения о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ европейской части РФ по состоянию на 28 февраля 2015 г. (в сравнении с нормой и с влагозапасами 2014 г.): w2014, w2015 – запасы воды в снеге в 2014 и 2015 гг. По АЧР сведения приведены по состоянию на 10 апреля 2015 г.

№ п/п	Бассейны рек	Запасы воды в снеге на 28 февраля 2015 г.				
		норма	w2014	W2015		
		мм	мм	мм	% от нормы	% от w2014
1	р. Волга, в т.ч.	111	94	107	96	114
2	до Рыбинского водохр.	96	25	84	88	336
3	р. Кострома и Унжа	117	72	125	107	174
4	р. Москва	89	13	65	73	500
5	р. Ока, включая бассейн р. Москвы	79	29	68	86	234
6	р. Сура	97	86	96	99	112
7	р. Ветлуга	126	117	151	120	129
8	Чебоксарское водохранилище	88	52	85	97	163
9	р. Вятка	134	133	151	113	114
10	Куйбышевское водохранилище	123	125	128	104	102
11	Саратовское водохранилище	94	103	77	82	75
12	Волгоградское водохранилище	67	72	69	103	96
13	р. Кама	172	169	174	101	103
14	р. Белая	128	136	100	78	74
15	р. Дон, в т.ч.	50	31	56	112	181
16	р. Хопер	59	75	97	164	129
17	р. Медведица	53	48	61	115	127
	Реки севера					
18	р. Северная Двина	110	125	139	126	111
19	р. Сухона	115	100	140	122	140
20	р. Вага	110	102	119	108	117
21	р. Юг	105	136	147	140	108
22	р. Пинега	96	114	128	133	112
23	р. Вычегда	126	137	148	117	108
24	р. Мезень	125	110	142	114	129
25	р. Нарва	54	14	48	89	343
26	р. Волхов	63	20	52	83	260
	Реки и водохранилища Сибири на 10 апреля 2015 г.					
27	р. Верхняя Обь	210	179	232	110	130
28	р. Тобол (на 28 февраля)	60	79	57	95	72
29	р. Енисей (Саяно-Шушенское водохр.)	134	129	122	91	95
30	р. Енисей (Красноярское водохр.)	153	163	149	97	91
31	р. Ангара (оз. Байкал)	88	95	82	93	86
32	р. Ангара (Братское водохр.)	77	82	77	100	94
33	р. Ангара (Усть-Илимское) водохр.	122	131	130	107	99

норму. На крупнейших реках Сибири снегозапасы близки к норме (93–110%), но при этом в бассейнах всех рек, за исключением Верхней Оби, они меньше, чем прошлой зимой.

1.6. Водные ресурсы

Водные ресурсы Российской Федерации в 2015 году составили 4647,9 км^3, превысив среднее многолетнее значение на 9,1%. Большая часть этого объёма – 4483,8 км^3 – сформировалась в пределах России, и 164,1 км^3 воды поступило с территорий сопредельных государств.

Водность рек Северо-Западного, Северо-Кавказского и Дальневосточного федеральных округов была близка к норме (табл. 1.9). В Сибирском, Уральском и Крымском федеральных округах имела место повышенная водность, причём в Уральском и Крымском федеральных

Таблица 1.9. Ресурсы речного стока по федеральным округам

Федеральные округа	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2015 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения,%
Северо-Западный	1687,0	607,4	624,2	2,8
Центральный	650,2	126,0	81,4	-35,4
Приволжский	1037,0	271,3	253,2	-6,7
Южный	420,9	288,9	239,3	-17,2
Северо-Кавказский	170,4	28,0	28,1	0,4
Крымский	27,0	1,0	1,3	30,0
Уральский	1818,5	597,3	816,4	36,7
Сибирский	5145,0	1321,1	1454,6	10,1
Дальневосточный	6169,3	1848,1	1924,8	4,2
Российская Федерация в целом	17125,3	4260,3	4647,9	9,1

* Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930–1980 гг. для европейской и за период 1936–1980 гг. для азиатской территории России.

округах она значительно превышала среднее многолетнее значение. В Приволжском федеральном округе водные ресурсы были ниже, а в Центральном и Южном федеральных округах – значительно ниже нормы.

Водные ресурсы бассейнов крупнейших рек России (годовой сток рек по данным наблюдений) в 2015 году в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений, имевших место в 2014 году (табл. 1.10).

В бассейне Северной Двины продолжилось снижение водности после 2013 года ниже нормы на 14,8%. На крупнейшей реке Севера Европы – Печоре – превышение нормы, наблюдавшееся с 2014 года, достигло аномально высокого значения 39,2%.

В бассейне Волги водные ресурсы были ниже нормы на 16,8%, что значительно ниже водности, наблюдавшейся в 2014 году, когда значения были ниже нормы на 5,9%.

В бассейнах Дона и Кубани продолжалась фаза низкой водности, начавшаяся ещё в 2007 году. При этом в 2015 году сток Дона и Кубани дополнительно резко понизился до значений ниже нормы, соответственно, на 52,5% и 29,2% против 38,8% и 4,3% ниже нормы, имевших место годом раньше.

Водность в бассейне Терека была ниже нормы на 4,8%, что стало результатом её плавного ежегодного снижения от значения несколько выше нормы, наблюдавшегося в 2010 году.

В бассейне одной из крупнейших рек Сибири – Оби – продолжалась фаза повышенной водности, начавшаяся в 2014 году. В 2015 году сток Оби превысил норму на 33,2%.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек – Енисея и Лены – наблюдались противоположно направленные изменения водности – снижение и рост. Если в бассейне Енисея снижение было незначительным (8,0% против 10,3%) и повышенная водность сохранилась, то

Таблица 1.10. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2015 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения,%
Северная Двина	357	101,0	86,1	–14,8
Печора	322	129,0	179,6	39,2
Волга	1360	238,0	198,1	–16,8
Дон	422	25,5	12,1	–52,5
Кубань	57,9	13,9	9,84	–29,2
Терек	43,2	10,5	10,0	–4,8
Обь	2990	405,0	539,3	33,2
Енисей	2580	635,0	686,1	8,0
Лена	2490	537,0	577,7	7,6
Колыма	647	131,0	116,9	–10,8
Амур	1855	378,0	411,9	9,0

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

в бассейне Лены рост водности был более существенным, что привело к изменению её характера: пониженная водность, близкая к норме (–3,1%) в 2014 году, превысила норму на 7,6%.

В бассейне Колымы сток реки, аномально высокий в 2014 году (с превышением нормы 50,9%), резко понизился до 10,8% ниже нормы, положив конец фазе высокой водности, начавшейся в 2010 году.

В бассейне крупнейшей реки Дальнего Востока – Амура – пониженная водность, отмечавшаяся в 2014 году, сменилась повышенной, превысив норму на 9,0%.

Водные ресурсы субъектов Российской Федерации в 2015 году (табл. 1.11) в большинстве случаев существенно отличались от средних многолетних значений и от значений, имевших место в 2014 году.

Таблица 1.11. Ресурсы речного стока по субъектам Российской Федерации

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2015 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения,%
Северо-Западный федеральный округ				
Республики:				
Карелия	180,5	56,0	66,7	19,1
Коми	416,8	164,8	211,7	28,5
Области:				
Архангельская, в том числе	589,9	387,2	415,7	7,4
Ненецкий АО	176,8	212,1	272,7	28,6
Вологодская	144,5	47,7	44,0	–7,8
Калининградская	15,1	22,7	15,1	–33,5
Ленинградская	83,9	89,2	80,0	–10,3
Мурманская	144,9	65,7	72,7	10,7
Новгородская	54,5	21,4	17,1	–20,1
Псковская	55,4	12,0	8,7	–27,5
Центральный федеральный округ				
Области:				
Белгородская	27,1	2,7	1,8	–33,3
Брянская	34,9	7,3	3,3	–54,8
Владимирская	29,1	35,2	25,5	–27,6
Воронежская	52,2	13,7	8,0	–41,6
Ивановская	21,4	57,3	37,7	–34,2
Калужская	29,8	11,3	6,5	–42,5
Костромская	60,2	53,4	36,2	–32,2
Курская	30,0	3,8	2,2	–42,1
Липецкая	24,0	6,3	3,8	–39,7
Московская	45,8	18,0	12,9	–28,3
Орловская	24,7	4,1	2,4	–41,5
Рязанская	39,6	25,7	18,3	–28,8
Смоленская	49,8	13,7	7,5	–45,3
Тамбовская	34,5	4,1	3,2	–22,0
Тверская	84,2	25,2	14,6	–42,1
Тульская	25,7	10,6	6,6	–37,7
Ярославская	36,2	35,8	20,0	–44,1
Приволжский федеральный округ				
Республики:				
Башкортостан	142,9	34,2	36,1	5,6
Марий Эл	23,4	110,4	78,7	–28,7
Мордовия	26,1	4,9	3,8	–22,4
Татарстан	67,8	229,6	214,2	–6,7
Удмуртская	42,1	63,3	82,5	30,3
Чувашская	18,3	119,0	79,6	–33,1

Продолжение табл. 1.11

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2015 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения,%
Края:				
Пермский	160,2	56,0	72,1	28,8
Области:				
Кировская	120,4	40,0	47,9	19,8
Нижегородская	76,6	105,8	73,5	-30,5
Оренбургская	123,7	12,7	6,3	-50,4
Пензенская	43,4	5,6	4,7	-16,1
Самарская	53,6	236,8	201,7	-14,8
Саратовская	101,2	241,5	204,6	-15,3
Ульяновская	37,2	231,2	199,1	-13,9
Южный федеральный округ				
Республики:				
Адыгея	7,8	14,1	11,2	-20,6
Калмыкия	74,7	1,1	3,6	227,3
Края:				
Краснодарский	75,5	23,0	21,2	-7,8
Области:				
Астраханская	49,0	237,7	198,0	-16,7
Волгоградская	112,9	258,6	209,5	-19,0
Ростовская	101,0	26,1	11,6	-55,6
Северо-Кавказский федеральный округ				
Республики:				
Дагестан	50,3	20,7	20,7	0,0
Ингушетия	3,6	1,7	1,6	-5,9
Кабардино-Балкария	12,5	7,5	7,5	0,0
Карачаево-Черкесская	14,3	6,1	6,4	4,9
Северная Осетия – Алания	8,0	8,0	7,3	-8,8
Чеченская	15,6	11,6	11,3	-2,6
Края:				
Ставропольский	66,2	6,0	5,6	-6,7
Крымский федеральный округ				
Республики:				
Крым	27,0	1,0	1,3	30,0
Уральский федеральный округ				
Области:				
Курганская	71,5	3,5	3,4	-2,9
Свердловская	194,3	30,2	41,4	37,1
Тюменская, в том числе	1464,2	583,7	798,3	36,8
Ханты-Мансийский АО	534,8	380,8	506,9	33,1
Ямало-Ненецкий АО	769,3	581,3	794,4	36,7
Челябинская	88,5	7,4	8,2	10,8
Сибирский федеральный округ				
Республики:				
Алтай	92,9	34,0	38,9	14,4
Бурятия	351,3	97,1	70,5	-27,4
Тыва	168,6	45,5	47,1	3,5
Хакасия	61,6	97,7	96,0	-1,7
Края:				
Алтайский	168,0	55,1	56,6	2,7

Окончание табл. 1.11

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2015 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения,%
Забайкальский	431,9	75,6	66,5	-12,0
Красноярский	2366,8	930,2	1053,2	13,2
Области:				
Иркутская	774,8	309,5	298,1	-3,7
Кемеровская	95,7	43,2	52,3	21,1
Новосибирская	177,8	64,3	69,9	8,7
Омская	141,1	41,3	50,7	22,8
Томская	314,4	182,3	182,5	0,1
Дальневосточный федеральный округ				
Республики:				
Саха (Якутия)	3083,5	881,1	911,8	3,5
Края:				
Камчатский	464,3	275,2	255,4	-7,2
Приморский	164,7	46,3	70,9	53,1
Хабаровский	787,6	491,2	521,8	6,2
Области:				
Амурская	361,9	170,6	145,7	-14,6
Магаданская	462,5	124,9	116,9	-6,4
Сахалинская	87,1	57,3	82,7	44,3
Автономные области:				
Еврейская	36,3	217,7	178,9	-17,8
Автономные округа:				
Чукотский АО	721,5	194,6	191,5	-1,6

* Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930 – 1980 гг. для европейской и за период 1936–1980 гг. для азиатской территории России.

В подавляющем большинстве субъектов федерации Северо-Западного федерального округа в 2015 году сохранился характер водности предыдущего года. Только в двух из них – в Ленинградской и Мурманской областях – характер водности был противоположным наблюдавшемуся в 2014 году. В первой из этих областей водность, прежде превышавшая норму на 2,6%, стала ниже нормы на 10,3%, во второй, наоборот, пониженная водность (–5,8%) превысила норму на 10,7%.

Резкий рост водности от 1,3 до 19,1% над нормой наблюдался в Республике Карелии. В Вологодской области сток также значительно повысился (до – 7,8%, против – 18,7%), не достигнув, однако, среднего многолетнего значения. Существенный прирост водности с сохранением её характера отмечался в Республике Коми и Новгородской области, а в Калининградской области, напротив, имело место существенное её снижение. Практически не изменились водные ресурсы Архангельской и Псковской областей.

Определяющую роль в формировании описанной картины водности на территории Архангельской области, Республики Коми, Ленинградской и Калининградской областей сыграли продолжение роста стока Печоры (до аномально высокого значения) и снижения стока Северной Двины, Невы, Нарвы, а также Немана. Решающим фактором для Мурманской области и Республики Карелии стал продолжающийся рост стока местных главных рек со значительным превышением нормы. Для Вологодской и Новгородской областей водность определилась также ростом стока местных главных рек, но без превышения нормы.

Запасы воды в Ладожском озере увеличились в 2015 году на 1,70 км^3, а в Онежском озере – на 2,31 км^3 (табл. 1.12).

В целом водность рек округа в 2015 году оставалась близкой к норме, превысив её всего на 2,8% (при 2,5% в 2014 году).

Во всех областях Центрального федерального округа водность рек была значительно ниже средних многолетних значений. Отклонения от нормы находились в пределах от –22,0% в Тамбовской, до –54,8% в Брянской области. При этом в большинстве областей округа – в Белгородской, Брянской, Воронежской, Ивановской, Калужской, Костромской, Курской, Липецкой,

Таблица 1.12. Изменение запасов воды крупнейших озёр Российской Федерации

Озеро	Средний многолетний запас воды, км^3	Средний многолетний уровень воды, м	Запасы воды, км^3		
			на 01.01.15	на 01.01.16	годовое изменение
Ладожское	911,00	5,10	887,00	888,70	1,70
Онежское	292,00	33,00	290,50	292,81	2,31
Байкал*	23 000,00	455,00			–5,05
Ханка	18,30	68,90	20,82	22,22	1,40

* 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.

Орловской, Смоленской, Тверской, Тульской и Ярославской – отклонения в меньшую сторону превысили 30%. Такая картина водности, повторяющая картину предыдущего года со значительным усилением, стала следствием начавшегося тогда резкого снижения стока рек округа. Наиболее ярким проявлением этого стало изменение водных ресурсов Рязанской, Московской и Владимирской областей от значений, близких к норме, до значений ниже её на 28–29%.

В целом по округу водность рек была значительно ниже нормы (на 35,4%).

Запасы воды в волжских водохранилищах округа – Иваньковском, Угличском и Рыбинском – увеличились в 2015 году на 4,39 км^3, в основном за счёт Рыбинского водохранилища, где они повысились на 4,11 км^3, а уровень повысился на 1,25 м.

Характер водности субъектов федерации Приволжского федерального округа по сравнению с 2014 годом не изменился. При этом в тех субъектах федерации, где в 2014 году наблюдалась повышенная водность (Республики Башкортостан и Удмуртская, Пермский край и Кировская область), она дополнительно повысилась, а где была пониженная – дополнительно снизилась.

В большинстве субъектов федерации Приволжского федерального округа – в республиках Марий Эл, Мордовии, Татарстан, Чувашской и областях Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской водность была ниже средних многолетних значений. При этом отклонения водности от норм сильно различались и находились в пределах от –6,7% в Республике Татарстан до –50,4% – в Оренбургской области. Учитывая, что в 2014 году во всех перечисленных регионах водность была также ниже нормы (от –1,8% в Пензенской области до -20,3% в Чувашской Республике), произошло весьма мощное её снижение на огромной территории Поволжья. На всей остальной территории округа, то есть в республиках Башкортостан и Удмуртской, в Пермском крае и в Кировской области водность превышала норму (от 5,6% в Республике Башкортостан до 30,3% в Удмуртской Республике) и показатели 2014 года.

По округу в целом водность рек была ниже нормы на 6,7% и по сравнению с 2014 годом, когда она была близка к норме (–1,8%), несколько понизилась.

Распределение водных ресурсов всех субъектов федерации Приволжского федерального округа определилось резким снижением водности в бассейнах Волги и Урала с одной стороны, и значительным ростом водности в бассейне Камы – с другой. Такая картина сложилась в результате дальнейшего смещения к востоку зоны высокой водности, сформировавшейся в центре европейской территории России ещё 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, увеличились в 2015 году на 22,60 км^3. Запасы воды в Ириклинском водохранилище на реке Урал в 2015 году уменьшились на 0,08 км^3, а его уровень понизился на 0,36 м.

В Южном федеральном округе продолжающееся падение стока Волги привело к значительному понижению водности приволжских областей Астраханской и Волгоградской, соответственно, до –16,7% и –19,0%.

Водность в Ростовской области в 2015 году дополнительно снизилась до значения –55,6% относительно нормы, что обусловлено продолжением фазы низкой водности и резким снижением стока Дона.

Водные ресурсы Краснодарского края и Республики Адыгеи, превышавшие норму в 2014 году, были в 2015 году ниже нормы, соответственно, на 7,8% и 20,6%, что свидетельствует об изменении характера водности рек на территории этих субъектов федерации. В основе этого лежит резкое падение стока в бассейне Кубани.

В Республике Калмыкии водные ресурсы попрежнему значительно превышали 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 отклонение водных ресурсов от среднего многолетнего значения составило –17,2% против –6,5% в 2014 году.

Запасы воды в Краснодарском водохранилище увеличились на 0,03 км^3, что привело к повышению уровня этого водоёма на 0,14 м. В Цимлянском водохранилище запасы воды в 2015 году уменьшились на 0,60 км^3, а его уровень понизился на 0,18 м.

Водность рек субъектов федерации Северо-Кавказского федерального округа в 2015 году либо соответствовала норме, как в республиках Дагестан и Кабардино-Балкарской, либо незначительно от неё отклонялась, в отличие от ситуации предыдущего года, когда картина водности была весьма контрастной. Наиболее низкая водность, –8,8% относительно нормы имела место в Республике Северной Осетии – Алании, наиболее высокая, 4,9% относительно нормы – в Карачаево-Черкесской Республике, единственном субъекте федерации округа, где водность была выше нормы. Уменьшение разнообразия водности стало следствием её снижения в республиках Кабардино-Балкарской, Северной Осетии – Алании, Чеченской, значительного снижения в Карачаево-Черкесской Республике и Ставропольском крае и существенного роста в республиках Дагестан и Ингушетии.

В целом по округу имело место повышение водности рек от значения –4,3 в 2014 году, до значения, близкого к норме (0,4%).

Картина водности рек Северо-Кавказского федерального округа сформировалась в результате снижения стока большинства рек округа при сохранении высокой водности основных рек северного склона Главного Кавказского хребта. Однако, как и прежде, естественная картина распределения водных ресурсов в немалой степени нарушалась масштабной межбассейновой и внутрибассейновой переброской стока.

Водные ресурсы Крымского федерального округа были значительно выше среднего многолетнего значения, в отличие от 2014 года, когда они были ниже нормы. Произошло это, главным образом, за счёт резкого роста стока большинства рек полуострова. Некоторый рост поступления воды по Северо-Крымскому каналу был весьма незначительным и практически не изменил картину водности округа.

В Уральском федеральном округе водность рек всех субъектов федерации, кроме Курганской области, превышала норму. Наиболее значительное превышение (около 37%) имело место в Свердловской области и Тюменской области с её автономными округами, где продолжился рост водности, наметившийся ещё в 2013 году. В Челябинской и Курганской областях, напротив, началось снижение водности. Если в Челябинской области водность осталась повышенной на 10,8%, то в Курганской области водность снизилась от значения, превышавшего норму на 8,6% в 2014 году, до значения, близкого к норме, но ниже её на 2,9%.

В целом по округу, как и в 2014 году, наблюдалось значительное превышение водности над нормой, составившее 36,7%.

Сложившаяся ситуация была обусловлена тремя факторами. Во-первых, продолжающимся ростом стока Оби и других рек бассейна Обской губы, а также рек бассейна Камы, протекающих по территории округа. Во-вторых, резким падением стока Тобола и его притоков в верхнем течении при продолжающемся повышении водности его главных притоков в нижнем течении – Исети, Туры и Тавды. В третьих, дальнейшим снижением стока реки Урал.

В Сибирском федеральном округе наиболее высокая водность, как результат резкого роста стока рек по сравнению с 2014 годом, наблюдалась в областях Кемеровской (21,1% против –5,1%) и Омской (22,8% против –7,5%). В Республике Бурятии водность была ниже нормы на 27,4%, что означало продолжение фазы пониженной водности с дальнейшим снижением стока. В Республике Тыва водные ресурсы существенно снизились, но оставались выше нормы, хотя и приблизились к ней. В ряде субъектов федерации – в Республике Хакасии, Алтайском крае, Иркутской и Томской областях – наблюдалась водность, близкая к норме. Сохранились высокая водность рек в Красноярском крае и Республике Алтай и осталась неизменной низкая водность в Забайкальском крае. Имел место незначительный рост водности рек Новосибирской области от значения, близкого к норме с превышением 3,7% до значения, превышающего её на 8,7%.

В целом по округу водность рек в 2015 году превысила норму на 10,1%, т. е. практически не изменилась по сравнению с предыдущим годом (9,6%).

Годовое понижение запасов воды в Новосибирском водохранилище составило 0,70 км^3. Запасы воды в озере Байкал понизились на 5,05 км^3. Суммарное уменьшение запасов воды в водохранилищах Ангаро-Енисейского каскада составило 0,14 км^3, в основном за счёт Братского водохранилища, запасы которого понизились на 1,78 км^3, что вызвало понижение уровня в этом водохранилище на 0,46 м. Запасы Саяно-Шушенского и Красноярского водохранилищ при этом повысились, соответственно, на 0,64 км^3 и 1,12 км^3, а уровни – на 1,55 м и 0,67 м.

Распределение водных ресурсов Сибирского федерального округа по субъектам федерации определилось водностью в бассейнах Оби в верхнем и среднем течении, Иртыша в среднем течении, Енисея, Хатанги, а также Лены и Амура в верхнем течении. В бассейнах Оби и Иртыша в пределах территории округа водность повсеместно превышала норму и везде, кроме рек Горного Алтая, превосходила показатели 2014 года. В бассейне Енисея имела место аналогия с 2014 годом: водность была повышенной в верхнем течении (в пределах Республики Тыва) и в нижнем течении от устья Нижней Тунгуски с превышением нормы на этих участках, соответственно, на 9,5 и 8,0% (против 27,2 и 10,3% в 2014 году). В остальной части бассейна она не достигала нормы. Причиной этого был сохранившийся низкий сток всех притоков на участке выше устья Подкаменной Тунгуски, в том числе аномально низкий сток крупнейшего из них – Ангары (–27,7%), обусловленный падением притока в озеро Байкал и продолжавшимся наполнением Богучанского водохранилища. Сток Хатанги, хотя и снизился по сравнению с 2014 годом, по-прежнему значительно превышал норму. В бассейне Лены в пределах территории округа определяющим был сток самой Лены, повысившийся до 3,2% над нормой от значения ниже нормы на 7,4% в 2014 году, и сток её наиболее крупных притоков, отклонявшийся от нормы в большую или меньшую сторону. В бассейне Амура в пределах территории округа наблюдалось продолжение фазы низкой водности с дальнейшим снижением стока (–18,3% против –16,4%).

В Дальневосточном федеральном округе в 2015 году имело место резкое повышение водности в Приморском крае (до 53,1% выше нормы) и Сахалинской области (до 44,3% выше нормы). При этом в Приморском крае изменился характер водности, столь же резко изменившийся годом раньше в противоположную сторону. Изменение характера водности наблюдалось также в Магаданской области – весьма высокий сток в 2014 году (39,2% выше нормы) снизился до значения –6,4%. Водность ниже нормы отмечалась в Камчатском крае, Амурской области, Еврейской автономной области. В Чукотском автономном округе водные ресурсы приблизились к норме (–1,6%) с изменением характера водности.

В целом по округу водность рек составила 4,2% выше нормы, т. е. осталась на уровне предыдущего года (4,3%).

Распределение водности в Дальневосточном федеральном округе и его годовое изменение складывались под влиянием четырёх факторов. Первый из них – это продолжение снижения стока Амура в верхнем и среднем течении и его главных притоков Зеи и Буреи после аномально многоводного 2013 года. Второй фактор – резкий рост стока всех рек Приморья и острова Сахалин, а также рост стока Амура в нижнем течении, связанный в значительной мере с повышением водности притоков Уссури и Амгуни. Третий фактор – повышение стока Лены и Яны до значений, превысивших норму, и сохранение высокой водности других рек бассейна моря Лаптевых. Наконец, четвёртый фактор – снижение стока рек бассейнов морей Восточно-Сибирского, Чукотского, Берингова и Охотского от устья Индигирки до устья реки Амур, включая реки полуострова Камчатка.

Запасы воды в озере Ханка повысились на 1,40 км^3, а в Зейском водохранилище – понизились на 3,63 км^3. Уровень воды в этом водохранилище понизился на 1,65 м.

Таким образом, водность рек на территории Российской Федерации в целом в 2015 году продолжила свой плавный рост и превысила норму на 9,1%. По сравнению с 2014 годом она повысилась на 24,9 км^3.

Количество субъектов федерации с повышенной водностью рек составило 29 единиц против 31 единицы в 2014 году. Общая площадь территории этих субъектов федерации не изменилась и составила приблизительно 11,3 млн км^2. Высокая или средняя водность сохранилась, дополнительно повысилась или пришла на смену низкой водности на севере и северо-востоке европейской части России, на Урале, за исключением крайнего юга, в Сибири до устья Индигирки, за исключением южной и юго-восточной части, на юго-востоке страны (в Приморье, на Нижнем Амуре и на острове Сахалин), а также в горах Северного Кавказа, за исключением территорий Северной Осетии, Ингушетии и Чечни.

На остальных территориях России преобладала низкая водность, сохранившаяся или пришедшая на смену повышенной водности, наблюдавшейся в 2014 году.

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

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

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

• наблюдений за уровнем загрязнения атмосферы, почв, вод и донных отложений рек, озер, водохранилищ и морей по физическим, химическим и гидробиологическим (для вод-ных 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.

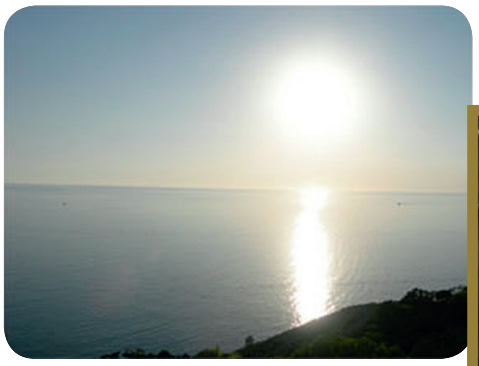
Система мониторинга окружающей среды базируется на сети пунктов режимных наблюдений, которые устанавливаются в городах, на водоемах и водотоках как в районах с повышенным антропогенным воздействием, так и на незагрязненных участках.

В 2015 г. количественный состав государственной сети наблюдений следующий:

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились в 249 городах Российской Федерации, на 688 станциях, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 230 городах на 629 станциях. Измеряются концентрации до 40 загрязняющих веществ.

Наблюдениями за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохи-мическим показателям охвачены 1192 водных объекта, (из них 1038 водотоков и 154 водоема), на которых находится 1829 пунктов, 2 500 створов). Измеряются 129 показателей качества воды.

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям проводились в семи гидрографических районах



Балтийском, Каспийском, Восточно-Сибирском, Карском, Тихоокеанском, Баренцевском и Азовском на 132 водных объектах России на 213 гидробиологических пунктах и 317 створах. Программа наблюдений включает от 2 до 6 показателей.

Наблюдения за загрязнением морской среды в 2015 году проводились в прибрежных водах морей, омывающих территорию Российской Федерации, было проведено примерно 540 гидрохимических съемок и проб, которые отбирались в поверхностных и придонных слоях морских вод.

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 33 субъектов РФ в 460 пунктах. 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 2015 году проведён отбор проб в районах 34 населенных пунктов (930 проб). В отобранных пробах определяется более 45 ингредиентов промышленного происхождения.

Сеть комплексного мониторинга загрязнения природной среды и состояния растительности (СМЗР) насчитывает 30 постов.

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 222 станций. В пробах определяется до 12 компонентов.

Наблюдения за загрязнением снежного покрова на территории России в 2015 году осуществлялись на 545 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 ком-плексного фонового мониторинга (СКФМ), которые расположены в биосферных заповедниках: Воронежском, Приокско-Террасном, Астраханском, Кавказском и Алтайском.

Наблюдения за радиационной обстановкой окружа-ющей среды на стационарной сети осуществлялись на 1305 пунктах.

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

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

2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему

2.2.1. Эмиссия парниковых газов

Приводимые ниже оценки антропогенных выбросов и абсорбции (поглощения) парниковых газов (ПГ), не регулируемых Монреальским протоколом, на территории Российской Федерации за период 1990–2014 гг. получены методами расчетного мониторинга.

Методической основой данных оценок служили руководящие документы Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) 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, базирующийся на использовании количественных данных о годовых физических объемах конкретных видов деятельности, приводящих к выбросам или к абсорбции ПГ. Основ-

Таблица 2.1. Выбросы парниковых газов по секторам МГЭИК

Сектор	Выбросы, млн. т CO_2-экв.						
	1990	2000	2005	2010	2012	2013	2014
Энергетика	3250,1	2002,3	2238,9	2334,6	2416,4	2361,2	2354,9
Промышленные процессы и использование продукции	298,1	197,0	210,1	202,9	213,0	213,4	212,7
Сельское хозяйство	314,8	152,5	135,0	136,5	136,5	131,8	132,5
Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство *	164,9	–346,7	–451,3	–547,7	–534,6	–524,5	–513,0
Отходы	77,2	81,0	88,3	98,5	105,0	108,8	112,3
Всего, без учета землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства	3940,2	2432,8	2672,3	2772,5	2870,9	2815,2	2812,3
Всего, с учетом землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства	4105,1	2086,1	2221,0	2224,8	2336,3	2290,7	2299,3

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

ной объем исходной информации для расчетов по РФ получен из материалов экономической, земельной, лесной и других видов статистики. В настоящий Обзор включены впервые полученные оценки за 2014 г., а также ранее выполненные оценки за 1990–2013 гг., подвергнутые пересмотру и уточнению согласно требованиям РКИК ООН и рекомендациям МГЭИК. Практику ретроспективного пересмотра всего ряда оценок планируется продолжать и в дальнейшем.

Выбросы и поглощение парниковых газов по секторам[1] представлены в табл. 2.1 (значения в таблице приводятся с округлением) и на рис. 2.1.

Основными драйверами изменения выбросов в Российской Федерации являются общие тенденции развития экономики (интегральным показателем которых является изменение ВВП), динамика энергоэффективности и общей эффективности экономики Российской Федерации, изменение структуры ВВП, изменение структуры топливного баланса. Определенный вклад в изменение выбросов вносят общий тренд и межгодовые колебания температуры воздуха на территории РФ, и связанные с этими факторами изменения энергопотребления. По сравнению с 1990 годом – базовым годом РКИК ООН и Киотского протокола, совокупные выбросы значительно снизились (на 44,0% с учетом сектора ЗИЗЛХ, и на 28,6% – без его учета).

В 2014 г. совокупный выброс без учета сектора ЗИЗЛХ оставался практически неизменным по отношению к предыдущему году (увеличение на 0,1% при увеличении ВВП в Российской Федерации на 0,7%).

В табл. 2.2 представлены данные по вкладу секторов МГЭИК в совокупный выброс парниковых газов. Распределение выбросов по секторам за период с 1990 г. изменилось не существенно. Доминирующую роль продолжает играть энергетический сектор. Уменьшился вклад сельского хозяйства. В противоположность другим секторам, выбросы, связанные с отходами, демонстрируют постоянный рост, вследствие чего доля этого сектора в совокупном выбросе заметно увеличилась.

Доминирующим парниковым газом в секторе ЗИЗЛХ является CO_2. Его выбросы в данном секторе преобладали над поглощением в течение 1990–1993 гг., когда в стране происходило достаточно интенсивное использование сельскохозяйственных земель и лесных ресурсов. Однако в последующие годы действие экономических факторов привело к сокращению выбросов и к интенсификации накопления углерода в биомассе за счет стока CO_2 из атмосферы. Абсорбция CO_2 из атмосферы в этот период превышала эмиссию. В 2014 году сектор ЗИЗЛХ оставался значительным поглотителем парниковых газов, компенсируя около 18% выбросов, происходивших в остальных секторах.

Таблица 2.2. Распределение выбросов парниковых газов по секторам МГЭИК, без учета землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства,%

Год	Сектор				Всего
	Энергетика	Промышленные процессы и использование продукции	Сельское хозяйство	Отходы	
2014 г.	83,7	7,6	4,7	4,0	100,0
1990 г.	82,5	7,5	8,0	2,0	100,0

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

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, проводимых на четырех станциях наблюдений за парниковыми газами. Характеристики станций приведены в табл. 2.3. 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).

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

Результаты измерений на двух фоновых станциях (Териберка и Тикси) за последние 11 лет приведены в табл. 2.4.

Как видно из представленных данных, возрастание концентрации CO_2 в атмосфере продолжается. В 2015 г. среднегодовое значение CO_2 на арктических фоновых станциях РФ превысило уровень 400 млн$^{-1}$ на 2–3 млн$^{-1}$, а среднемесячные значения концентраций в зимний и весенний периоды приблизились к уровню 407–410 млн$^{-1}$. В 2015 г. зафиксировано более низкое среднегодовое значение концентрации CO_2 на станции Териберка по сравнению с данными станции Тикси. Это связано с существенными различиями концентрации в периоды наибольших ее изменений, обусловленных деятельностью растительности, как стока CO_2 (рис. 2.4). Характеристики долговременной изменчивости, оцененные по данным станции Териберка, имеющей самый длинный ряд наблюдений (более 25 лет), изменились мало. За последний десятилетний период концентрация CO_2 увеличилась на 5,3% (20 млн$^{-1}$).

В 2015 г. продолжилось возрастание концентрации CH_4, начавшееся в арктических широтах РФ в 2014 г. и особенно отчетливо проявившееся на станции Тикси. С 2014 г. по 2015 г. концентрация метана по данным станции Тикси и Териберка увеличилась на 11 млрд$^{-1}$. Концентрация CH_4 за десятилетний период изменилась на 2,8% (53 млрд$^{-1}$). На станции Тикси, как и в предыдущие 2 года, наблюдаются более высокие значения концентрации метана по сравнению

Таблица 2.3. Станции наблюдений за парниковыми газами

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 с 1996 г.
Новый порт	67°41′ с.ш.	72°53′ в.д.	11	с 2002	CO_2, CH_4
Воейково	59°57′ с.ш.	30°42′ в.д.	72	с 1996	CH_4
Тикси	71°35′ с.ш.	128°55′ в.д.	15	с 2011	CO_2, CH_4

Таблица 2.4. Среднегодовые значения и межгодовой рост (Δ) концентрации CH_4 и CO_2

Год	Териберка				Тикси			
	CH_4, млрд$^{-1}$	ΔCH_4, млрд$^{-1}$	CO_2, млн$^{-1}$	ΔCO_2, млн$^{-1}$	CH_4, млрд$^{-1}$	ΔCH_4, млрд$^{-1}$	CO_2, млн$^{-1}$	ΔCO_2, млн$^{-1}$
2005	1870,7	–1,0	381,6	2,4				
2006	1871,3	0,5	384,8	3,1				
2007	1877,3	6,0	385,0	0,3				
2008	1894,9	17,6	388,1	3,1				
2009	1905,0	10,1	390,1	2,1				
2010	1906,1	1,1	392,3	2,1				
2011	1906,8	0,8	394,1	1,8	1913,2		394,2	
2012	1910,8	4,0	396,4	2,4	1910,2	–3,0	396,0	1,8
2013	1908,4	–2,4	398,6	2,2	1915,7	5,5	399,1	3,0
2014	1914,1	5,7	400,4	1,7	1931,4	15,7	400,6	1,5
2015	1925,0	10,9	401,8	1,4	1942,2	10,8	403,0	2,4

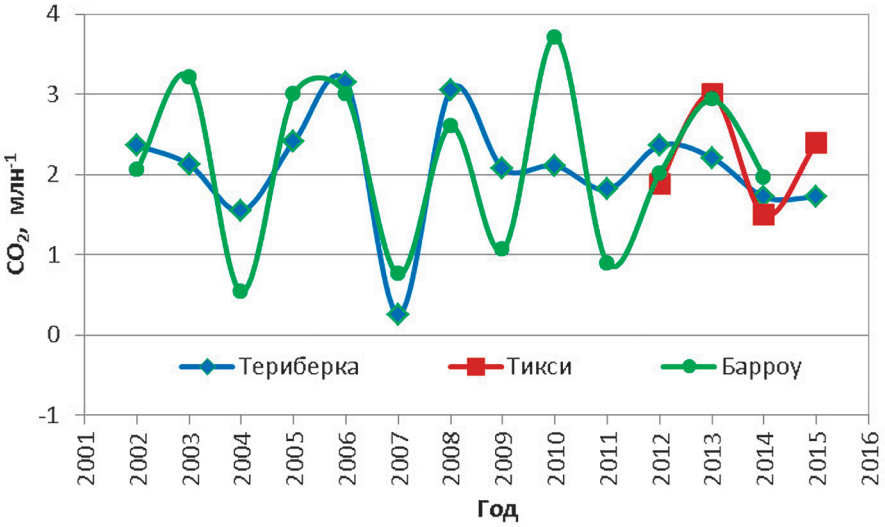


Рис. 2.2. Межгодовые изменения концентрации CO_2

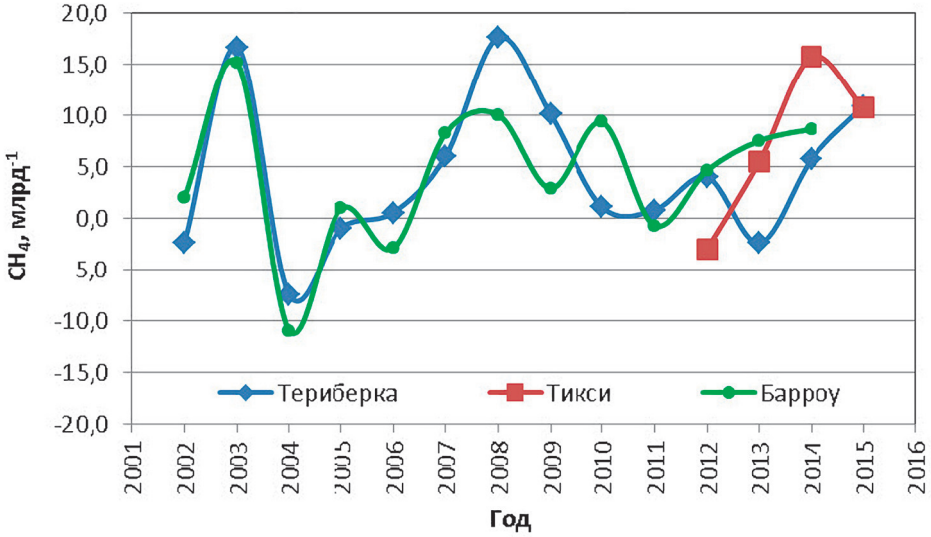


Рис. 2.3. Межгодовые изменения концентрации CH_4

с данными станции Териберка (табл. 2.3), что свидетельствует о повышенной региональной эмиссии метана.

Изменения концентрации парниковых газов для рассматриваемых станций от года к году в сравнении с данными станции Барроу показаны на рис. 2.2 и 2.3. Величина изменений концентрации CO_2 в 2015 г. относительно предшествующего года на российских станциях Териберка и Тикси колеблется около значения, равного 2 млн$^{-1}$ в год, что соответствует оценкам среднеглобального значения изменения концентрации углекислого газа за десятилетний период до 2014 г.

Возрастание концентрации метана, составляющее по данным 2015 г. 11 млрд$^{-1}$ для арктических станций РФ, выше, чем среднеглобальное значение за десятилетний период (4,7 млрд$^{-1}$ в год) и за период с 2013 г. по 2014 г. (9 млрд$^{-1}$ в год). Согласно оценкам, наблюдаемое с 2007 г. увеличение концентрации метана в глобальном масштабе обусловлено увеличением эмиссии метана от увлажненных территорий в тропической зоне и антропогенной эмиссией в средних широтах Северного полушария. Возрастание концентрации метана в 2014–2015 гг. в арктических широтах, превышающее среднеглобальные значения, указывает на вероятную активизацию арктических источников метана, связанную с потеплением климата.

На рисунках 2.4 и 2.5 приведен временной ход среднемесячных значений концентрации CO_2 и CH_4 для трех арктических станций РФ за последние 3 года измерений в сравнении с данными станции Барроу. Как видно из рис. 2.4, значения концентрации CO_2 близки для всех трех фоновых арктических станций (Териберка, Тикси, Барроу), в то время как концентрация метана для станции Тикси оказывается более высокой, чем для других фоновых станций (рис. 2.5). Данные станции Териберка практически повторяют фоновый уровень концентрации

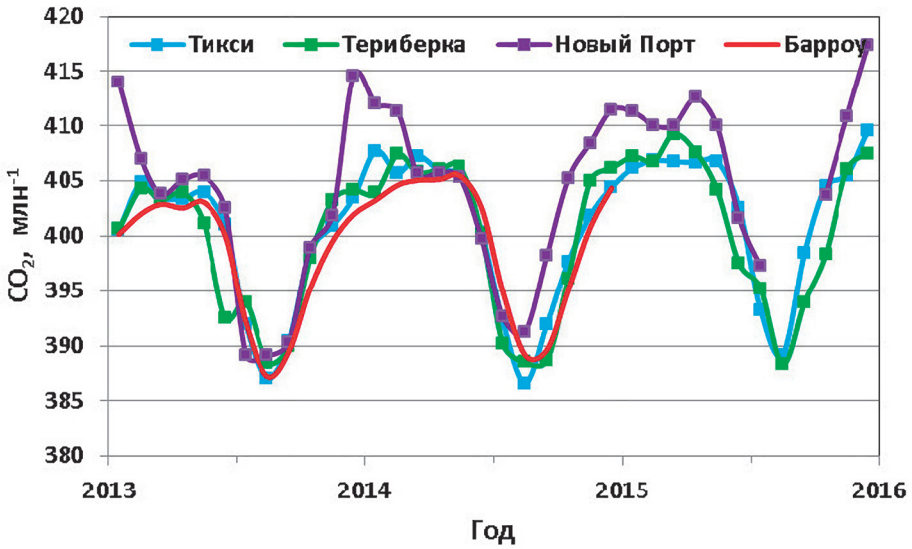


Рис. 2.4. Концентрация CO_2 для арктических станций РФ в сравнении со станцией Барроу за 2013–2015 гг.

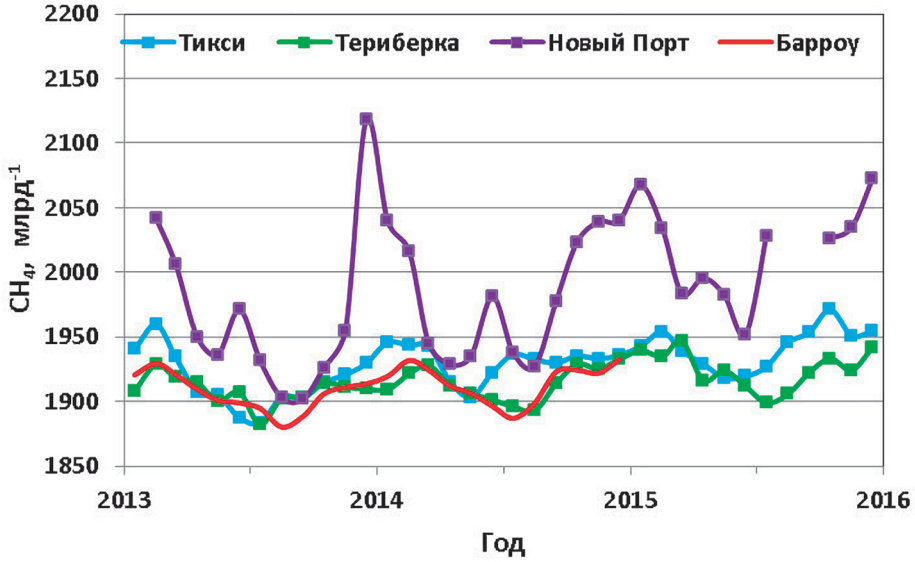


Рис. 2.5. Концентрация CH_4 для арктических станций РФ в сравнении со станцией Барроу за 2013–2015 гг.

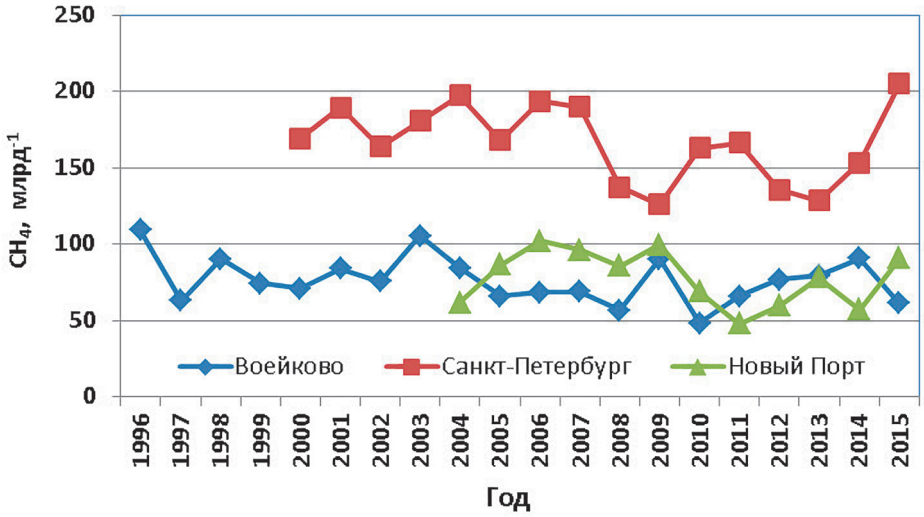


Рис. 2.6. Среднегодовое превышение концентрации CH_4 над фоновым уровнем

Таблица 2.5. Превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем

	Превышение концентрации CH_4				Превышение концентрации CO_2			
	млрд$^{-1}$	%	млрд$^{-1}$	%	млн$^{-1}$	%	млн$^{-1}$	%
	Новый порт				Новый порт			
Период осреднения	2004–2015		2015		2004–2015		2015	
год	77,7	4,1	90,7	4,7	4,6	1,3	4,5	1,1
	Воейково							
Период осреднения	1996–2015		2015					
	76,4	4,1	61,3	3,2				
	Санкт–Петербург							
Период осреднения	2000–2015		2015					
	166,7	8,8	205,1	10,7				

метана, регистрируемый на станции Барроу. На станции Тикси наблюдается превышение CH_4 над фоновым уровнем, включая периоды наиболее интенсивной природной эмиссии метана от увлажненной территории (июль–сентябрь). Наибольшее превышение достигает 40 млрд$^{-1}$.

Станция Новый Порт расположена на побережье Обской губы, на расстоянии 80–250 км от крупнейших в РФ месторождений природного газа. Данные измерений на этой станции отражают влияние техногенных выбросов ПГ на месторождениях природного газа и нефти в Западной Сибири и приводят к существенному превышению концентрации метана над фоновым уровнем, а также к повышенному относительно фоновых значений содержанию CO_2. Максимальные значения превышения, как видно из рис. 2.4 и 2.5, наблюдаются в зимний период, в основном, за счет снижения высоты слоя перемешивания и могут достигать 10 млн$^{-1}$ для CO_2 и 150 млрд$^{-1}$ для CH_4.

Влияния источников парниковых газов, действующих в районах расположения станций Новый Порт, Воейково и Санкт-Петербург рассматривается на основе определения превышения концентрации на фоновым уровнем, в качестве которого используются данные станции Териберка (рис. 2.6 и табл. 2.5).

2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферы

2.3.1. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы

Интегральная оптическая плотность (синонимы – толщина, толща) атмосферы (ОПА) определяется по данным стандартных актинометрических измерений прямой солнечной радиации из соотношения:

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

где $S_{\rho,30}$ – 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; P_2 – коэффициент интегральной прозрачности атмосферы при $m = 2$. ОПА дает возможность косвенно судить об аэрозольном ослаблении в атмосфере, поскольку она представляет собой оптическую плотность атмосферы для прямой солнечной радиации в диапазоне длин волн $\Delta\lambda$ = 0,3–4 мкм при оптической массе $m = 2$ (т.е. при высоте солнца 30°). В этом диапазоне длин волн ее вариации определяются, главным образом, содержанием в атмосфере аэрозоля и водяного пара. Именно поэтому в теплое время года из-за увеличения влагосодержания и турбулентного обмена в атмосфере значения ОПА выше, чем в холодный период.

В табл. 2.6 представлены районы расположения и координаты станций фонового мониторинга, на которых проводятся наблюдения за этими характеристиками.

Средние за 2015 г. значения P_2 и ОПА для региональных станций фонового мониторинга и трех парных им городов, в сравнении со значениями 2014 года, приводятся в табл. 2.7. Поскольку ОПА более чувствительна к изменению прозрачности атмосферы (см. формулу 1) по сравнению с P_2, то для получения наиболее наглядного представления о произошедших изменениях в состоянии замутнения атмосферы в дальнейшем будет рассматриваться именно параметр ОПА.

В 2015 г. увеличение ОПА по сравнению с 2014 г. зафиксировано на 3-х станциях из девяти, а именно, на станциях Усть-Вымь, Памятное и о-в Диксон, причем на о-ве Диксон оптиче-

Таблица 2.6. Расположение региональных станций фонового мониторинга, на которых проводятся наблюдения за оптической плотностью и интегральной прозрачностью атмосферы

Станция	Район расположения	Широта, град. с.ш.	Долгота, град. в.д.
Туруханск	Красноярский край	65,8	87,9
Усть-Вымь	Республика Коми	62,2	50,4
Сыктывкар*	Республика Коми	61,7	50,8
Воейково	Ленинградская обл.	60,0	30,7
Памятное	Курганская обл.	56,0	65,7
Курган*	Курганская обл.	55,5	65,4
Хужир	Иркутская обл., о-в Ольхон (оз. Байкал)	53,2	107,3
Иркутск*	Иркутская обл.	52,2	104,3
Шаджатмаз	Карачаево-Черкесская Республика	43,7	42,7
О-в Диксон**	Красноярский край	73,5	80,3

Примечания к табл. 2.6 и 2.7.
* Городские станции, являющиеся парными фоновым, указанным на строку выше.
** Станция Диксон, начало наблюдений с 2014 г.

Таблица 2.7. Среднегодовые значения P_2 и ОПА и стандартные отклонения (±σ) средних месячных значений P_2 и ОПА от среднего за год на станциях фонового мониторинга в 2015 г., а также изменения (Δ%) этих параметров в 2015 г. по сравнению с 2014 г.

Станция	P_2±σ 2014 г.	P_2±σ 2015 г.	Δ (%)	ОПА±σ 2014 г.	ОПА±σ 2015 г.	Δ (%)
Туруханск	0,798 ± 0,017	0,805 ± 0,013	0,9	0,226 ± 0,021	0,217 ± 0,016	–4,0
Усть-Вымь	0,806 ± 0,043	0,795 ± 0,044	–1,4	0,217 ± 0,055	0,231 ± 0,055	6,4
Сыктывкар*	0,772 ± 0,026	0,790 ± 0,022	2,3	0,259 ± 0,035	0,236 ± 0,028	–8,8
Воейково	0,772 ± 0,024	0,799 ± 0,022	3,5	0,260 ± 0,031	0,224 ± 0,027	–13,8
Памятное	0,781 ± 0,028	0,772 ± 0,042	–1,2	0,248 ± 0,038	0,261 ± 0,056	5,2
Курган*	0,760 ± 0,036	0,769 ± 0,042	1,2	0,282 ± 0,048	0,265 ± 0,056	–6,0
Хужир	0,799 ± 0,033	0,803 ± 0,026	0,5	0,226 ± 0,044	0,220 ± 0,032	–2,6
Иркутск*	0,752 ± 0,023	0,778 ± 0,017	3,5	0,287 ± 0,031	0,253 ± 0,024	–11,8
Шаджатмаз	0,838 ± 0,027	0,845 ± 0,023	0,8	0,177 ± 0,032	0,169 ± 0,027	–4,5
О-в Диксон**	0,808 ± 0,022	0,781 ± 0,030	–3,3	0,214 ± 0,027	0,25 ± 0,039	16,8

ская плотность атмосферы выросла на 16,8% (табл. 2.7). На остальных станциях ОПА уменьшилась, причем наибольшее снижение ОПА зарегистрировано на городской станции Иркутск (–11,8%), станции Воейково (13,8%).

Горная станция Шаджатмаз, расположенная на высоте 2070 м над уровнем моря, является самой чистой станцией фонового мониторинга. На данной станцции ОПА в 2015 г. составила 0,169, что на 4,5% ниже по сравнению с прошлым годом.

О внутригодовой изменчивости ОПА в 2015 г. на фоновых станциях, а также в парных им городах дает представление рис. 2.7, где показан годовой ход ОПА на парных и непарных фоновых станциях.

В 2015 году проявились две особенности: во-первых, различия в степени замутнения атмосферы на фоновых и городских станциях были невелики, и, во-вторых, на двух парах станций, Усть-Вымь – Сыктывкар и Памятное – Курган, во вторую половину года ОПА в городах была ниже (прозрачность выше), чем на парных фоновых станциях (рис. 2.7,*а*,*б*). Столь длительное превышение ОПА на фоновых станциях над соответствующими значениями в городе – достаточно редкое явление.

На паре станций Хужир – Иркутск соотношение между значениями ОПА в городе и на фоновой станции в течение 2015 года оставалось нормальным, т.е. ОПА в городе была больше, чем ОПА на фоновой станции. Максимальное превышение ОПА на городской станции над фоновым значением было в марте и составило 26,3%.

Внутригодовые изменения ОПА на непарных фоновых станциях показаны на рис. 2.7,*г*. На обычно наиболее загрязненной станции Воейково, расположенной в 12 км к востоку от Санкт-Петербурга, в 2015 г., как отмечалось выше, зафиксировано заметное падение среднегодового значения ОПА по сравнению с 2014 годом – на 13,8%.

В отдельные месяцы среднемесячные значения ОПА в Воейково оказались сопоставимыми с аналогичными значениями ОПА на более чистых фоновых станциях, например, на станции Туруханск, находящейся в Красноярском крае (рис. 2.7,*г*).

Горная станции Шаджатмаз (Северный Кавказ), по-прежнему остаётся наименее загрязненной станцией. Однако в августе 2015 г. среднее значение ОПА повысилось на ней до величины 0,238 и практически сравнялось с соответствующими значениями на станциях Туруханск и Воейково (рис. 2.7,*г*).

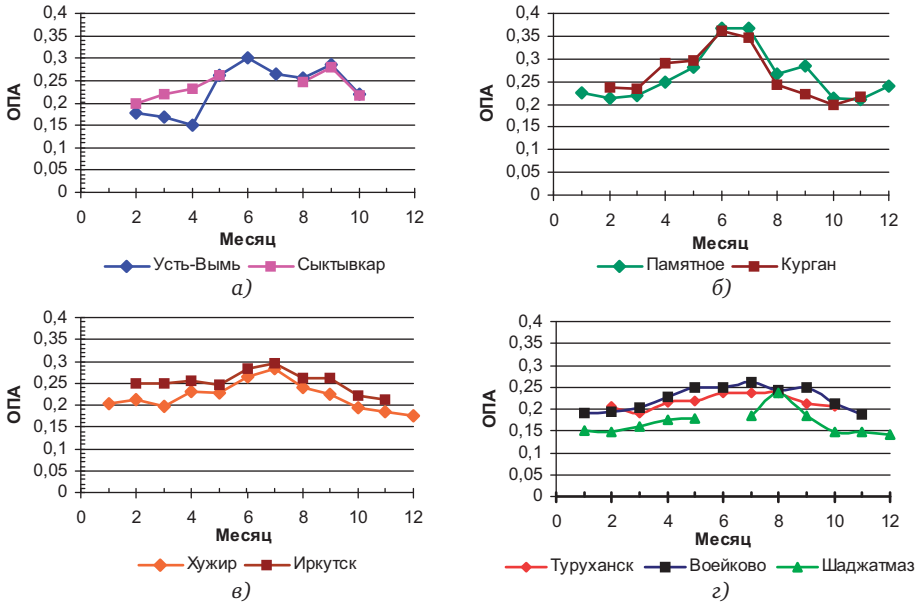


Рис. 2.7. Годовой ход ОПА на парных (1а, б, в) и непарных (1в) станциях фонового мониторинга в 2015 г.

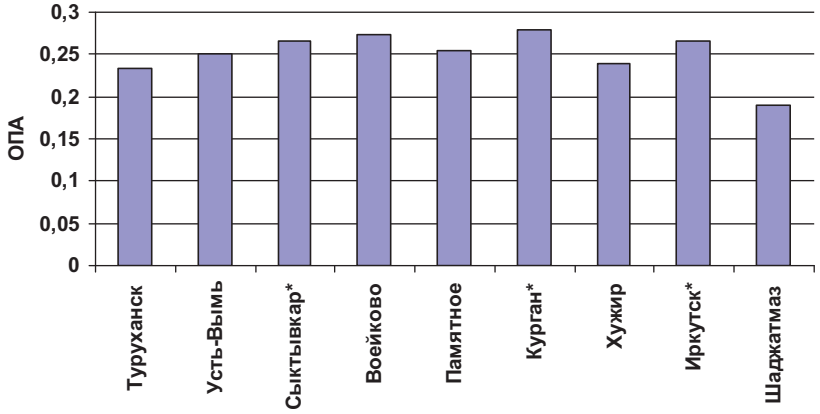


Рис. 2.8. Нормы ОПА за 30 лет фактических наблюдений для станций фонового мониторинга атмосферы

Представление об изменении ОПА в 2015 г. по сравнению с многолетней нормой, дают рисунки 2.8 и 2.9. На рис. 2.8 приведены многолетние нормы ОПА за 30 лет фактических наблюдений для всех станций фонового мониторинга атмосферы, а на рис. 2.9 – нормированные аномалии для каждой станции, т.е. отнесенные к многолетней норме и выраженные в процентах аномалии ОПА на рассматриваемых станциях.

За нормы ОПА принимались средние значения ОПА за период с 1979 по 2012 год. Из этого периода были изъяты 1983–1984 и 1992–1993 гг., когда наиболее сильно проявлялось влияние вулканического аэрозоля после извержений вулканов Эль-Чичон (апрель 1982 г.) и Пинатубо и Хадсон (июнь и август 1991 г.). Фактический период наблюдений, по которому рассчитывались нормы, составил 30 лет.

Как видно из рис. 2.8, наиболее чистыми станциями являются Туруханск, Хужир и горная станция Шаджатмаз. На этих станциях норма для ОПА < 0,25, причем на станции Шаджатмаз норма для ОПА самая низкая и составляет 0,19. В парных городах норма для ОПА не превышает 0,30.

Как видно из рис. 2.9, в 2015 г. на всех станциях фонового мониторинга, за исключением станции Памятное, где имела место небольшая положительная нормированная аномалия (2,4%), наблюдалось снижение ОПА (повышение прозрачности атмосферы) по сравнению с многолетней нормой. Самым заметным оно было на станции Воейково, где отрицательная нормированная аномалия ОПА составила – 18,2%.

О межгодовых колебаниях оптической плотности атмосферы на станциях фонового мониторинга относительно их многолетних норм позволяет судить рис. 2.10. На нем показано изменение в процентах нормированных аномалий ОПА на всех фоновых станциях с начала 1970-х годов и по 2015 г. включительно. Из этого рисунка видно, что наиболее долгий период с положительными нормированными аномалиями ОПА определялся крупными вулканическими извержениями – Фуэго (1974), Эль–Чи-

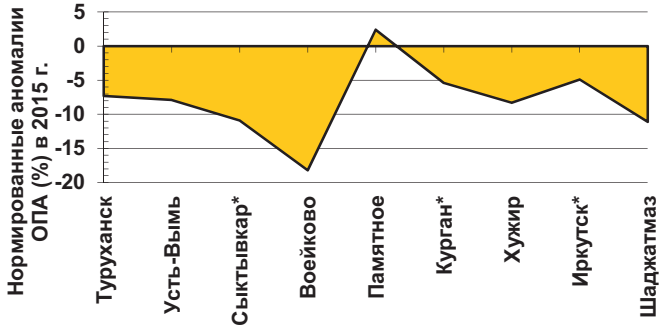


Рис. 2.9. Нормированные аномалии ОПА в 2015 г. на станциях фонового мониторинга

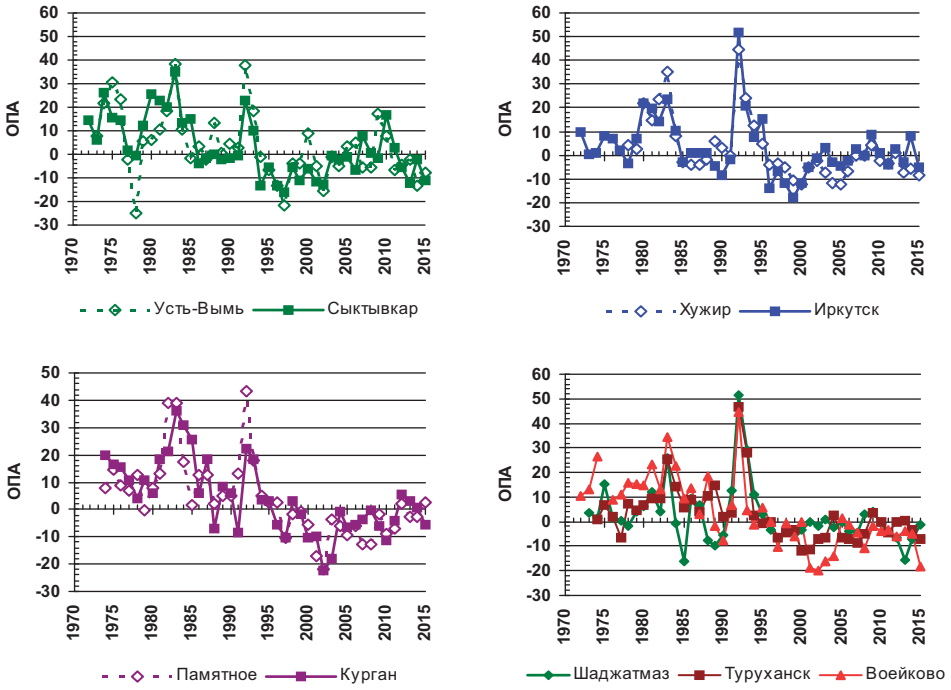


Рис. 2.10. Межгодовая изменчивость нормированных аномалий ОПА(%) на станциях фонового мониторинга атмосферы

чон (1982) и Пинатубо и Хадсон (1991). Самым сильным был отклик атмосферы на извержения вулканов Пинатубо и Хадсон в июне и августе 1991 года. После этих извержений значения положительных нормированных аномалий ОПА достигали 40–50%.

В середине 1990 годов в результате самоочищения атмосферы начался рост прозрачности, падение ОПА и постепенный переход нормированных аномалий ОПА в область отрицательных значений. Здесь сыграло свою роль и сокращение промышленной активности в постперестроечные годы.

Минимальные значения нормированных аномалий (до –20%) были зарегистрированы на станциях Усть-Вымь и Сыктывкар, Хужир и Иркутск во второй половине 1990-х годов. На горной станции Шаджатмаз снижение ОПА было менее существенным и тоже пришлось на конец 1990-х годов. На станциях Памятное, Курган, а также Туруханск и Воейково максимальное снижение ОПА отмечалось в начале 2000-х годов. На большинстве станций к середине первого десятилетия XXI века прозрачность атмосферы вновь начала уменьшаться и ОПА, соответственно, расти и приближаться к норме.

2.3.2. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы

В Обзор включены данные совместных измерений градиента потенциала электрического поля атмосферы V' и удельных полярных электрических проводимостей воздуха $L+$ и $L–$, выполненных на станции Воейково (В) и в ОГМС Иркутск (И). Также представлены данные измерений V' в ОГМС Верхнее Дуброво (ВД) в окрестностях Екатеринбурга и на аэрологической станции в Южно-Сахалинске (ЮС). Общая продолжительность измерений в Воейково составила 66 лет, в Иркутске – 56 лет, в Верхнем Дуброво – 58 лет, в Южно–Сахалинске – 47 лет.

Таблица 2.8. Сезонные (V_c'), среднегодовые ($V_г'$) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения V' (даВ/м) за 2010–2015 гг. на станциях Верхнее Дуброво (ВД), Воейково (В), Иркутск (И), Южно-Сахалинск (ЮС)

Станция	Год	V_c', (V›)				$V_г'$, (V›)
		Зима	Весна	Лето	Осень	
ВД	2015	17 (16, 17)	15 (13, 18)	9 (9, 10)	11 (5, 17)	13 (5, 18)
	2014	14 (12, 16)	15 (10, 22)	10 (7, 13)	13 (12, 14)	13 (7, 22)
	2013	14 (13, 16)	12 (11, 14)	10 (10, 10)	12 (8, 17)	12 (8, 17)
	2012	18 (16, 21)	12 (12, 12)	12 (12, 12)	13 (10, 15) Н	14 (10, 21)
	2011	23 (21, 26)	13 (8, 18)	10 (9, 11)	14 (11, 19)	15 (8, 26)
	2010	24 (23, 25)	17 (14, 20)	14 (12, 15)	21 (16, 29)	18 (12, 29)
В	2015	12 (11, 12)	10 (8, 10)	9 (8, 10)	11 (9, 13)	10 (8, 13)
	2014	10 (7, 13)	10 (6, 14)	11 (9, 12)	14 (13, 15)	11 (6, 15)
	2013	9 (9, 9)	11 (9, 15)	8 (7, 10)	8 (6, 10)	9 (6, 15)
	2012	9 (6, 13)	11 (10, 13)	8 (7, 9)	8 (7, 10)	10 (6, 13)
	2011	14 (12, 17)	10 (6, 13)	8 (7, 8) Н	10 (8, 12) Н	10 (6, 17)
	2010	12 (12, 14)	10 (9, 12)	9 (4, 12)	10 (7, 15)	10 (4, 15)
И	2015	10 (9, 11)	8 (6, 10)	6 (6, 6)	8 (5, 10)	8 (5, 11)
	2014	11 (10, 12)	9 (8, 11)	7 (6, 8)	9 (7, 10)	9 (6, 12)
	2013	12 (10, 13)	9 (7, 10)	6 (5, 6)	8 (6, 10)	9 (6, 13)
	2012	10 (7, 12)	10 (9, 12)	6 (6, 7)	9 (7, 11)	9 (6, 12)
	2011	14 (13, 15)	11 (8, 13)	6 (5, 7)	9 (8, 10)	10 (5, 15)
	2010	16 (15, 17)	11 (7, 15)	6 (5, 6)	10 (9, 12)	11 (5, 17)
ЮС	2015	38 (34, 42)	17 (9, 24)	9 (7, 10)	12 (9, 15)	19 (7, 42)
	2014	36 (33, 38)	20 (11, 28)	9 (8, 11)	17 (15, 20)	21 (8, 38)
	2013	34 (32, 35)	23 (19, 27)	13 (12, 14)	17 (14, 19)	22 (12, 35)
	2012	34 (24, 40)	22 (14, 30) Н	11 (10, 12) Н	18 (14, 25)	21 (10, 40)
	2011	24 (21, 26)	18 (20, 15)	12 (11, 13)	20 (14, 26)	18 (11, 26)
	2010	33 (28, 41)	18 (10, 25)	8 (7, 8)	16 (12, 20)	19 (7, 41)

Примечание к табл. 2.8 и 2.9:

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

Измерения удельных полярных электрических проводимостей воздуха $L+$ и $L-$ на протяжении 2015 г. проводились в Воейково и Иркутске. В табл. 2.9 приведены обобщенные по сезонам результаты измерений удельной суммарной электрической проводимости воздуха L_S и данные расчета отношений K_c удельной положительной к удельной отрицательной проводимости воздуха на станциях Воейково и Иркутск за 2010–2015 гг. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

Датчики измерителей V', $L+$ и $L-$ установлены в пределах одного–трех метров от земли. Наблюдения в Воейково, Иркутске и Верхнем Дуброво включены в программу комплексного фонового мониторинга атмосферы с 1980 г.

Измерения градиента потенциала V' проводились на всех станциях. Обобщенные по сезонам результаты измерений за 2010–2015 гг. приведены в табл. 2.8. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

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.

На станции Воейково в 2015 году обрабатывались только значения $L+$, а удельная суммарная электрическая проводимость воздуха L_S вычислялась как удвоенное значение $L+$.

Из представленных в таблицах данных наблюдений следует, что существенных изменений V' и L_S в 2015 г. по сравнению с предшествующим периодом (2010–2014 гг.) не произошло, хотя на станции Воейково отмечается некоторое снижение сезонных (кроме осеннего сезона) и годовых значений суммарных электрических проводимостей в 2015 году (табл. 2.9).

На рис. 2.11 показаны среднегодовые значения V' по всем станциям, где проводились соответствующие измерения за период с 1998 по 2015 гг. Как видно из графиков, многолетний ход V' на всех станциях в целом не имел однонаправленного тренда.

Несмотря на то, что за весь указанный период на станции Иркутск прослеживался статистически значимый положительный тренд V', а

Таблица 2.9. Сезонные (L_C) и среднегодовые ($L_Г$) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха (фСм/м), сезонные значения отношений K_c (в относительных единицах) удельной положительной к удельной отрицательной электрической проводимости воздуха, минимальные и максимальные среднемесячные значения суммарной электрической проводимости L_S (в скобках) за 2010–2015 гг. на станциях Воейково (В), Иркутск (И)

Станция	Год	L_C, (L_S) (верхняя строка), K_c (нижняя строка)				
		Зима	Весна	Лето	Осень	$L_Г$, (L_S)
В	2015	16 (12, 18) –	18 (16, 20) –	18 (16, 20) –	20 (18, 20) –	18 (12, 20) –
	2014	20 (19, 21) 1,0	22 (22, 23) 1,0	24 (22, 26) 0,9	19 (16, 22) 1,1	21 (16, 26) –
	2013	18 (18, 19) 1,0	20 (19, 21) 1,2	24 (22, 26) 1,0	22 (20, 24) 1,2	21 (18, 26) –
	2012	21 (17, 23) 1,2	21 (19, 23) 1,1	22 (19, 25) 1,0	21 (20, 22) 1,0	21 (17, 25) –
	2011	18 (14, 23) 1,0	20 (15, 24) 1,1	24 (23, 24) Н 1,0 Н	23 (22, 23) Н 1,1 Н	21 (14, 24) –
	2010	18 (16, 22) 1,2	18 (15, 22) 1,1	21(20, 21) Н 1,1 Н	25 (22, 28) 1,1	21 (15, 28) –
И	2015	25 (22, 27) 1,0	24 (22, 27) 1,0	16 (14, 19) 1,0	22 (18, 26) 1,0	22 (14, 27) –
	2014	17 (15, 20) 1,0	18 (18, 19) 1,0	26 (26, 27) 1,0	23 (21, 26) 1,0	21 (15, 27) –
	2013	16 (14, 18) 1,1	19 (18, 22) 1,0	21 (20, 21) 1,0	23 (23, 24) 1,0	20 (14, 24) –
	2012	14 (14, 14) 1,0	16 (14, 17) 1,0	17 (15, 20) 1,0	18 (16, 20) 1,0	16 (14, 20) –
	2011	16 (16, 17) 1,0	17 (15, 19) 1,1	18 (13, 24) 1,0	19 (17, 21) 1,1	18 (13, 24) –
	2010	20 (15, 23) 1,0	18 (15, 20) 1,0	23 (22, 24) 1,0	22 (21, 23) 1,0	21 (15, 24) –

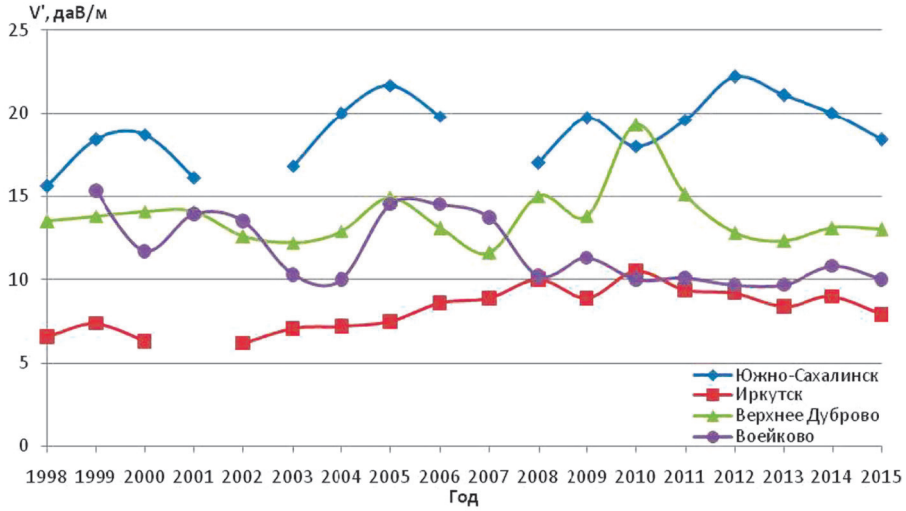
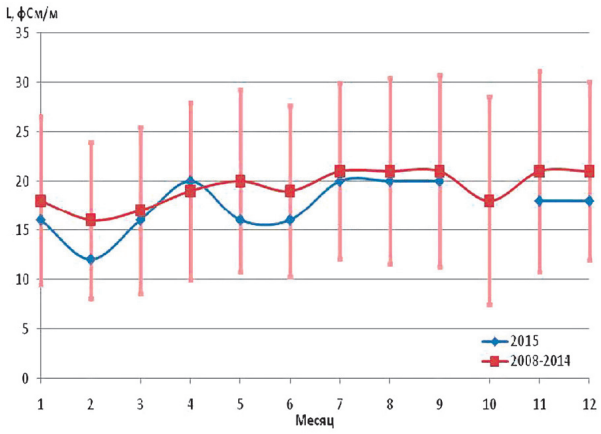
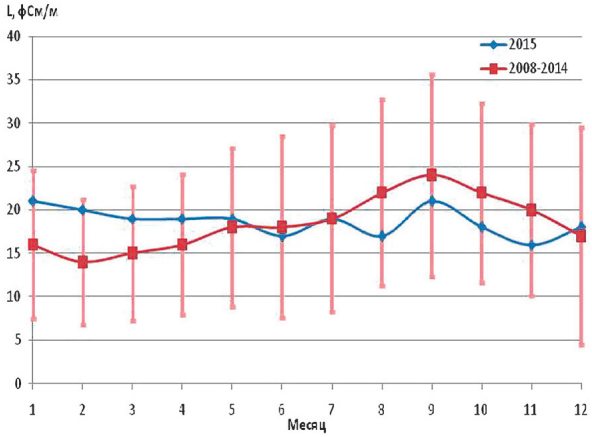


Рис. 2.11. Среднегодовые значения V' за период с 1998 по 2015 гг.

на станции Воейково – отрицательный, начиная с 2008 г. на станции Иркутск проявилась противоположная тенденция – снижение V′ на 0,25 даВ/м в год ($R^2 = 0{,}53$). На станции Воейково с 2010 г. и по настоящее время V' менялся незначительно. На станции Верхнее Дуброво после существенного увеличения V' в 2010 году, связанного с продолжительными сильными метелями, можно отметить более стабильный ход среднегодовых значений V' в последние 5 лет по сравнению с предыдущим периодом наблюдений.



а)



б)

Рис. 2.12. Годовой ход L_S по станциям (*а*) Воейково, (*б*) Иркутск в 2015 г. на фоне осредненного годового хода L_S за предшествующий период измерений. Вертикальными отрезками показаны среднеквадратические отклонения L_S относительно средних значений

На рис. 2.12 представлен годовой ход L_S по станциям Воейково и Иркутск в 2015 г. на фоне осредненного годового хода L_S за предшествующий период (2008–2014 гг.). На станции Воейково в 2015 г. все среднемесячные значения L_S (за исключением апрельского значения) были ниже по сравнению с соответствующими значениями для осредненного годового хода этого параметра. При этом в феврале, мае и июне это снижение L_S было наиболее заметным.

В Иркутске с января по апрель наблюдалось превышение, а с августа по ноябрь уменьшение L_S относительно соответствующих значений за предшествующий период.

2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями

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 аппаратуры OMI, размещенной на спутнике США.

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

В целом за 2015 г. поле отклонений среднегодовых значений ОСО от нормы (рис. 2.13) достаточно ровное. Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы для всех анализируемых станций находятся в интервале от –9 до +4%. Наибольший дефицит среднегодового значения ОСО (9%) был зарегистрирован на станции Николаевск-на-Амуре. Максимальное превышение среднегодового значения ОСО над нормой (4%) было зарегистрировано на станциях Нагаево, Аральское море и Киев–УкрНИГМИ.

В течение 2015 года отдельные непродолжительные существенные отклонения ежедневных значений ОСО от средних многолетних значений (1978–1988 гг.) отмечались в июле, августе и октябре:

- 14 и 15 июля повышенные на 18–23% значения ОСО над северными районами Европейской части территории России (378 – 397 ед. Д.).
- 21 и 22 июля повышенные на 17–18% значения ОСО также над северными районами Европейской части территории России (371–378 ед. Д.).
- 23 и 24 июля повышенные на 23–25% значения ОСО над северными районами Якутии и Красноярского края (376–381 ед. Д.).
- с 26 по 28 августа повышенные на 20–34% значения ОСО над Казахстаном и районами Западной Сибири (368–416 ед. Д.).
- с 4 по 6 октября повышенные на 24–34% значения ОСО над северными районами Европейской части территории России и Западной Сибири и северным Уралом (361–380 ед. Д.).
- 10 и 11 октября повышенные на 20–24% значения ОСО над восточными и юго–восточными районами Европейской части территории России и Уралом (350–362 ед. Д.).

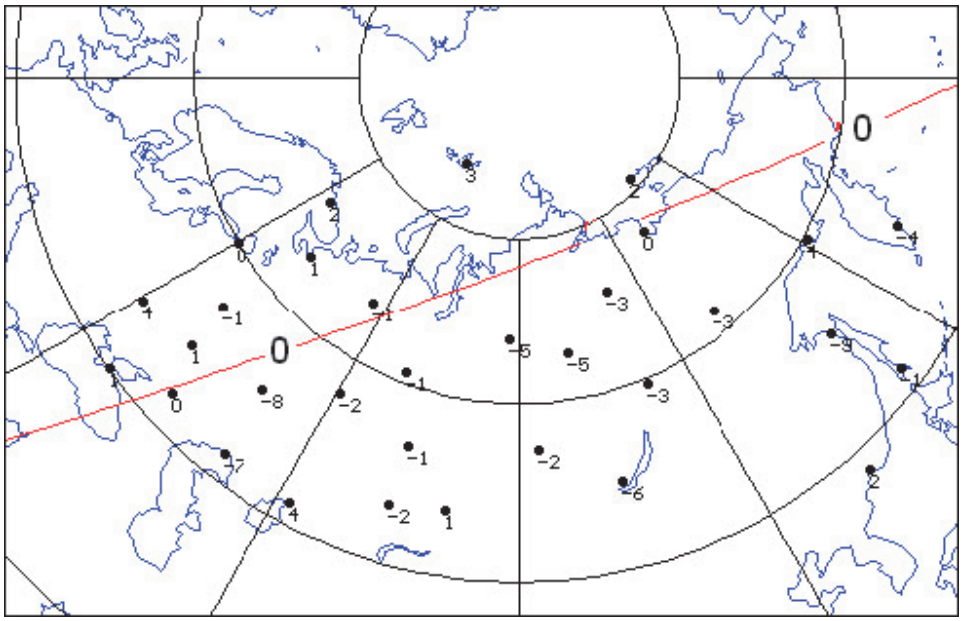


Рис. 2.13. Поле отклонений (%) общего содержания озона в 2015 г. от средних многолетних значений (1978–1988 гг.) по данным озонометрической сети СНГ

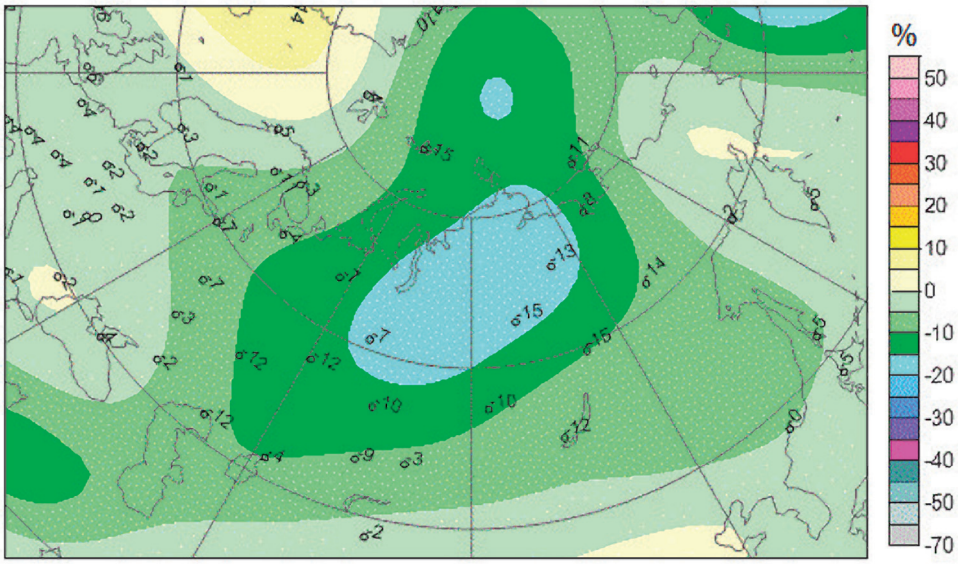


Рис. 2.14. Поле отклонений общего содержания озона (%) в марте 2015 г. от средних многолетних (1978–1988 гг.) значений (по данным WOUDC, Канада)

Озоновых «мини-дыр» (территорий, на которых значения ОСО меньше 220 ед. Д.) в 2015 г. не наблюдалось. Согласно данным многолетних наблюдений, наиболее крупные аномалии среднемесячных значений ОСО обычно имеют место в марте, реже в апреле. В 2015 г. над большей частью территории СНГ аномалии среднемесячных значений ОСО за март были незначительными (рис. 2.14). Самая крупная отрицательная среднемесячная аномалия наблюдалась над севером Центральной Сибири и была сравнима с наблюдаемыми в три предыдущих года, но значительно меньше, чем одна из рекордных аномалий в Северном полушарии 2011 г.

Долговременные изменения ОСО над территорией России иллюстрируются ходом среднегодовых значений в отдельных пунктах наблюдений (рис. 2.15). Практически на всех российских станциях различия среднемесячных ОСО в 2015 г. и предыдущем году находились в пределах погрешностей измерений. В целом, по данным наземных станций озонометрической сети и спутниковым данным можно констатировать, что после заметного понижения ОСО в период 1979–1996 гг., вызванного, по-видимому, увеличением содержания хлорфторуглеродов в стратосфере и извержением вулкана Пинатубо в 1991 г., в последние полтора десятилетия над умеренными широтами Северного полушария четко выраженных однонаправленных долговременных изменений озонового слоя непроисходило. При сохранении тенденций изменений

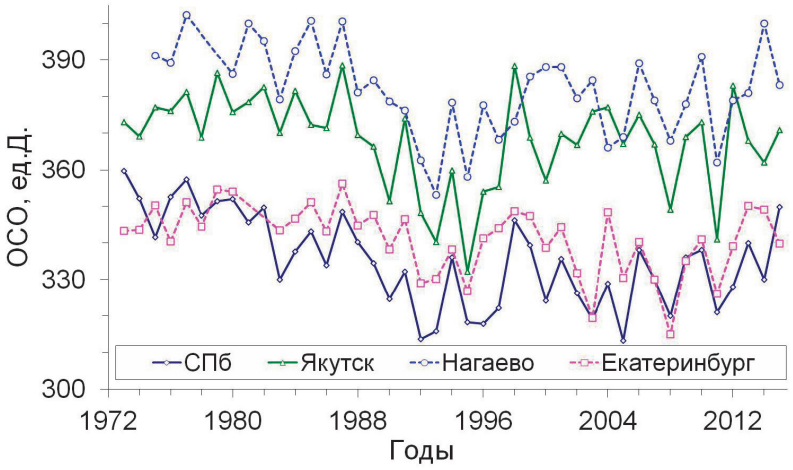


Рис. 2.15. Ход среднегодовых (вверху) и средних за март (внизу) значений ОСО в пунктах наблюдений С.-Петербург (60° N, 30° E), Екатеринбург (57° N, 61° E), Якутск (62° N, 130° E), Нагаево (60° N, 151° E)

ОСО, наблюдаемых с начала нынешнего тысячелетия, ощутимые изменения ОСО можно будет заметить лишь через несколько десятилетий.

2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ

Анализ полученных результатов измерений общего содержания озона на озонометрических станциях России в 2015 г., также как и в предыдущие годы, был произведен на основе разделения поля ОСО над территорией РФ на регионы со сравнительно однородным содержанием озона: Северо-Запад России, Юго-Запад России, Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток.

Ежемесячные и среднегодовые значения ОСО за 2015 г. над территорией каждого региона, тридцатилетняя норма (за 1973–2002 гг.) и средние квадратичные отклонения для каждого

Таблица 2.10. Общее содержание озона в различных регионах России в 2015 г., норма и отклонения от нормы (%)**

Регионы	Месяцы												
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Общее содержание озона в 2015 г., Д.е.													
Север ЕТР	376	371	372	410	378	355	348	309	289	297	290	296	341
Юг ЕТР	355	365	355	371	355	324	317	310	290	295	300	310	329
Зап. Сибирь	375	374	369	377	374	338	331	332	314	308	302	324	343
Вост. Сибирь	389	408	393	421	403	356	324	313	316	313	317	340	358
Дальний Восток	420	427	431	441	407	367	340	312	312	340	354	387	378
Отклонения ОСО в 2015 г. от нормы,%													
Север ЕТР	10,9	–2,0	–4,8	2,9	–0,3	1,1	–4,8	–2,1	–3,8	2,4	1,0	–4,9	0,4
Юг ЕТР	2,5	–1,7	–6,6	–1,8	–3,1	–7,6	–4,6	–3,3	–5,9	–0,7	–0,2	–2,8	–3,0
Зап. Сибирь	4,1	–2,3	–6,1	–3,7	–1,9	–4,5	–0,6	3,5	1,6	3,4	0,8	0,5	–0,4
Вост. Сибирь	0,2	–1,6	–8,3	–1,7	0,3	–0,4	–0,8	0,7	3,4	–0,3	–1,7	–0,2	–1,2
Дальний Восток	–1,9	–4,6	–4,8	2,4	2,4	2,0	2,8	0,0	–1,7	2,7	–2,5	–1,5	–0,4
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	428 4,4	447 4,5	453 5,1	431 5,1	398 6,7	360 3,3	330 3,3	312 3,5	317 4,4	331 4,8	363 6,1	393 5,4	380 2,8

* 1 Д.е. = 0.001 атм.–см.

** Норма – средние многолетние значения и средние квадратичные отклонения (нижняя строка) за 1973–2002 гг.

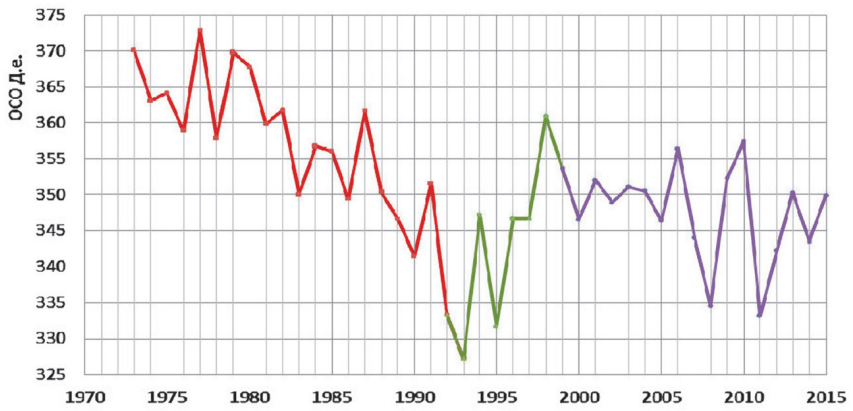


Рис. 2.16. Среднегодовые значения ОСО над территорией РФ в период 1973–2015 гг.

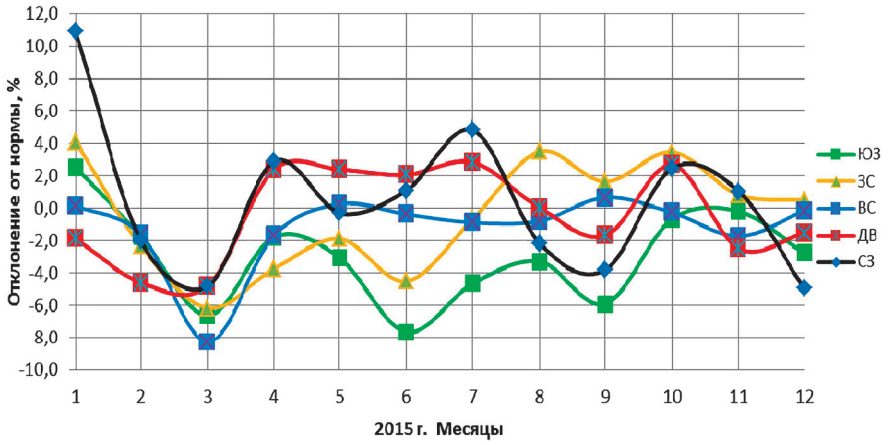


Рис. 2.17. Отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы в регионах РФ в 2015 г. (СЗ – Север Европейской территории России, ЮЗ – Юг Европейской территории России, ЗС – Западная Сибирь, ВС – Восточная Сибирь, ДВ – Дальний Восток)

региона, а также отклонения значений ОСО от нормы (в процентах) приведены в табл. 2.10.

Среднегодовые значения ОСО над территорией РФ в целом в период 1973–2015 гг. представлены на рис. 2.16, отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы в регионах РФ в 2015 г. показаны на рис. 2.17.

Многолетние вариации ОСО над территорией РФ

Наличие норм позволяет объективно оценить долговременные изменения толщины защитного озонного слоя, тренды и тенденции содержания озона за 42-летний период наблюдений. Как следует из информации, приведенной на рис. 2.16 и 2.17, этот 42-летний период может быть разделен на четыре части, для которых ход межгодовых изменений ОСО был существенно различен:

- 1973–1993 гг. – значительное уменьшение ОСО (–1,4 Д.е./год);
- 1992–1995 гг. – минимальная толщина озонного слоя;
- 1993–1999 гг. – значительный рост ОСО (3,0 Д.е./год);
- 1996–2015 гг. – значительные межгодовые колебания, средний уровень содержания озона несколько ниже нормы, слабое падение ОСО (–0,4 Д.е./год).

В течение 1973–2015 гг. толщина озонного слоя ниже нормы более чем на 5%, наблюдалась в 1977 г. (–5,8%), в 1992 г. (–5,4%), 1993 г. (–7,1%), 1995 г. (–5,9%), 2008 г. (–5,4%), 2011 г. (–5,8%). В течение 42 лет наблюдений ОСО над РФ совершенно отчетливо проявилось чередование максимумов и минимумов среднегодовых значений ОСО с «квазидвухлетней» цикличностью.

Такого же рода многолетние вариации ОСО в умеренных и полярных широтах Северного полушария были отмечены и мировой озонной сетью.

Вариации ОСО над регионами РФ в 2015 г.

Результаты расчета среднемесячных значений ОСО над регионами РФ в 2015 гг. и их отклонения от нормы приведены в табл. 2.10 и представлены на рис. 2.17. Следует отметить, что значительное уменьшение озона во всех регионах наблюдалось в марте.

Таким образом, более низкое по сравнению с нормой содержание озона наблюдалось во всех пяти регионах.

Над всей территорией РФ в 2015 г. средняя за год толщина озонного слоя 350 Д.е. оказалась ниже нормы (353 Д.е.) менее чем на 1%.

ОСО и особенности циркуляции 2015 г.

Обычно все аномалии, наблюдаемые в поле озона Северного полушария, связаны с особенностями общей циркуляции в нижней стратосфере и верхней тропосфере, характерными для рассматриваемого периода.

Два аномальных явления в поле озона над РФ можно отметить в 2015 г. – повышенное содержание озона над Севером Европейской территории в январе и весьма низкое содержание озона над всеми регионами РФ в марте.

Как показывает комплексный анализ, обе аномалии связаны с отклонениями от обычного состояния циркумполярного вихря в нижней стратосфере.

Как правило, в зимнее полугодие глубокий циркумполярный вихрь с очень низким содержанием озона и низкой температурой располагается в околополярной зоне и обычно смещен к Северной Атлантике. В тоже время в течение зимы над Сибирью, Дальним Востоком и Востоком Канады устанавливается высотный антициклон с высоким содержанием озона и высокой температурой.

В 2015 г. богатый озоном теплый воздух стратосферы в январе практически заполнил большую часть субполярных широт Северного полушария. Высокое содержание озона распространилось на Канаду и даже на Северную Атлантику, включая Север Восточной Европы.

Соответственно в январе на Север Европейской территории РФ, где обычно наблюдаются низкие значения озона, сместился теплый воздух с высоким содержанием озона.

В марте циркумполярный вихрь сдвинулся на территорию России, что стало причиной исключительно низких значений ОСО во всех регионах РФ.

2.3.4. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по данным сети 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 2015 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 2014 г. по сентябрь 2015 г.

Тяжелые металлы

Среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 2,2–5,1 нг/м^3. Значимых изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий по сравнению с 2014 г не произошло (рис. 2.18). Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР сохранились на уровне, наблюдавшемся в последние годы, и не превышали 0,3 нг/м^3.

Сезонные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе не имели ярко выраженного характера (рис. 2.20). Максимальные среднесуточные концентрации были существенно больше среднегодовых – более 47 (Приокско-Террасный БЗ) и 2,3 (Астраханский БЗ) нг/м^3 для свинца и кадмия соответственно.

Фоновое содержание ртути в атмосферном воздухе в центральном районе ЕТР остается стабильно низким: в 2015 г. среднегодовая концентрация составила 1,84 нг/м^3 (табл. 2.11).

Хлорорганические пестициды

В 2015 г. на ЕТР среднегодовые значения фоновых концентраций сумм изомеров ГХЦГ и ДДТ в воздухе оставались низкими, на уровне, близком к пре делу 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 2015 г. находилось в пределах колебаний уровня их концентраций за последние 10 лет.

Взвешенные частицы

В 2015 г. среднегодовые концентрации взвешенных частиц в воздухе на ЕТР изменялись в пределах 22–30 мкг/м^3, что на уровне значений последних 10 лет (рис. 2.18). Эпизодические повышенные концентрации взвешенных частиц наблюдались в теплый период года: среднесуточные концентрации превышали – 200 мкг/м^3 (Приокско–Террасный и Астраханский БЗ) (табл. 2.11). Сезонные изменения содержания взвешенных частиц в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в летний период (рис. 2.20), что обусловлено природным фактором.

Диоксид серы

В 2015 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на равнинных станци-

Таблица 2.11. Результаты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на станциях комплексного фонового мониторинга в 2015 г.

Загрязняющие вещества	Статистики	ПТБЗ	Воронежский БЗ	Астраханский БЗ	Кавказский БЗ
Pb нг/м^3	макс	47,00	40,52	37,40	15,00
	мин	0,26	0,57	0,74	0,32
	ср. арифм.	6,60	7,62	4,48	2,99
	ср. геом.	4,06	5,06	2,88	2,21
Cd нг/м^3	макс	1,67	0,89	2,33	0,36
	мин	0,015	0,02	1,70	0,001
	ср. арифм.	0,266	0,22	1,14	0,09
	ср. геом.	0,167	0,17	0,80	0,07
Hg нг/м^3	макс	14,00			
	мин	0,12			
	ср. арифм.	2,46			
	ср. геом.	1,84			
SO_2 мкг/м^3	макс	5,40	3,70	0,55	0,23
	мин	0,05	0,01	0,01	0,01
	ср. арифм.	0,41	0,65	0,19	0,47
	ср. геом.	0,18	0,51	0,14	0,04
NO_2 мкг/м^3	макс	24,90	19,09	4,94	
	мин	0,05	0,50	0,03	
	ср. арифм.	4,76	4,03	1,28	
	ср. геом.	3,68	3,32	0,82	
SO_4 мкг/м^3	макс	5,26		28,00	
	мин	0,01		0,12	
	ср. арифм.	0,72		5,76	
	ср. геом.	0,20		3,40	
Взвешенные частицы мкг/м^3	макс	271,0	81,0	223,5	78,8
	мин	4,0	8,0	2,4	6,2
	ср. арифм.	44,2	24,1	48,7	27,7
	ср. геом.	27,6	22,1	29,6	24,1
H_2S мкг/м^3	макс			1,23	
	мин			0,01	
	ср. арифм.			0,09	
	ср. геом.			0,06	
BP нг/м^3	макс	0,0699	0,0459	0,0264	0,0558
	мин	0,0045	0,0011	0,0006	0,0007
	ср. арифм.	0,0147	0,0097	0,0034	0,0080
	ср. геом.	0,0126	0,0068	0,0026	0,0045
BPL нг/м^3	макс	0,0448	0,0700	0,0231	0,0463
	мин	0,0022	0,0018	0,0009	0,0012
	ср. арифм.	0,0137	0,0099	0,0035	0,0060
	ср. геом.	0,0122	0,0071	0,0029	0,0040

ях ЕТР оставались на низком уровне – около 0,2 – 0,5 мкг/м^3 (рис. 2.19). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы, увеличиваясь в отдельные сутки до 5 мкг/м^3 (табл. 2.11). В долгосрочной динамике можно отметить стабилизацию уровней концентраций после отмечавшегося их уменьшения в течение 10 предыдущих лет. Сезонные изменения содержания диоксида серы имеют ярко выраженный максимум в холодный период года (рис. 2.20), что связано с отопительным сезоном.

Диоксид азота

В 2015 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на европейской территории сохранились на уровне прошлых лет, изменяясь от 0,8 до 3,7 мкг/м^3 (рис. 2.19). Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный пе-

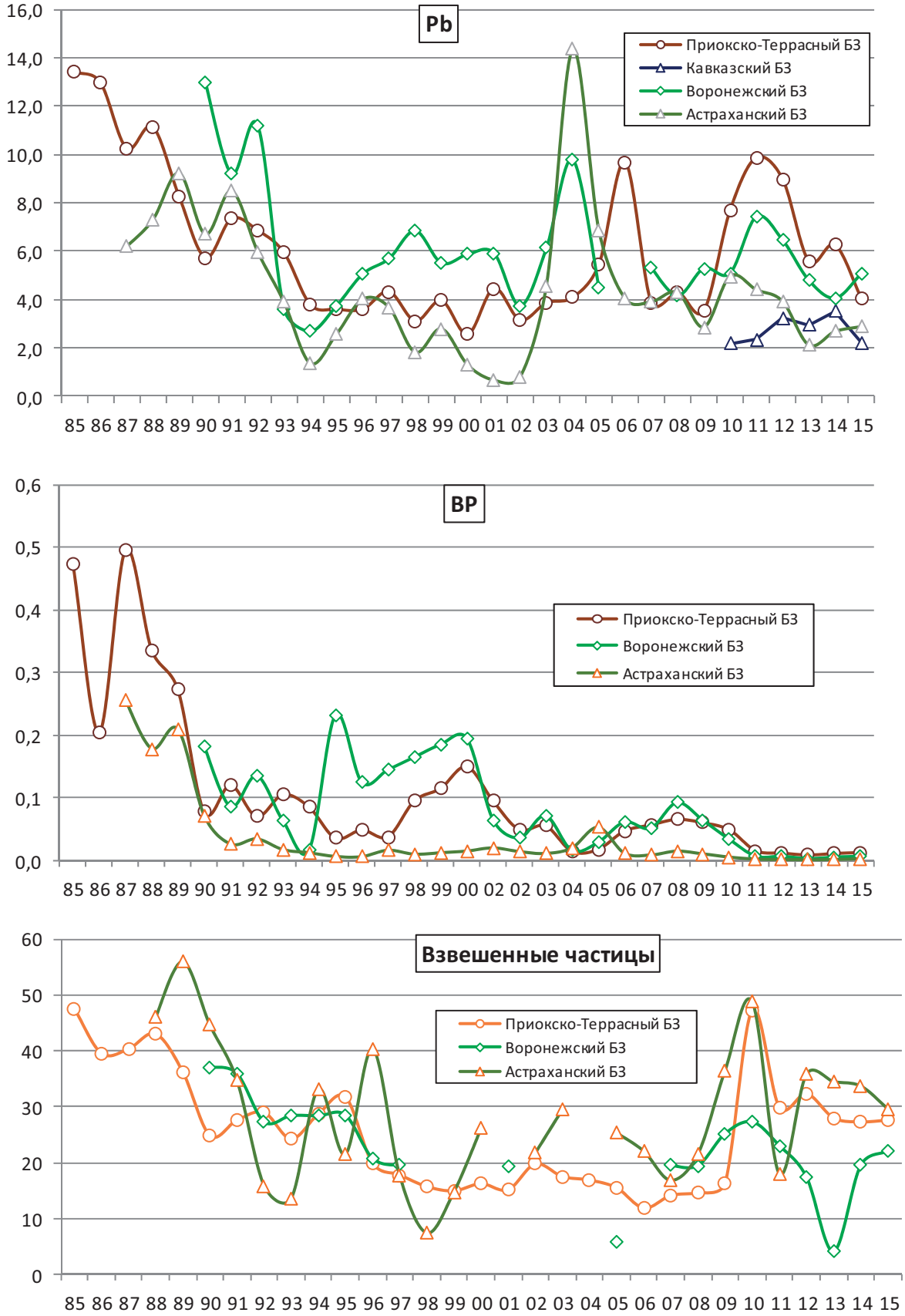


Рис. 2.18. Изменение фонового содержания свинца, 3,4–бензпирена (нг/м^3) и взвешенных частиц (мкг/м^3) в атмосферном воздухе фоновых районов

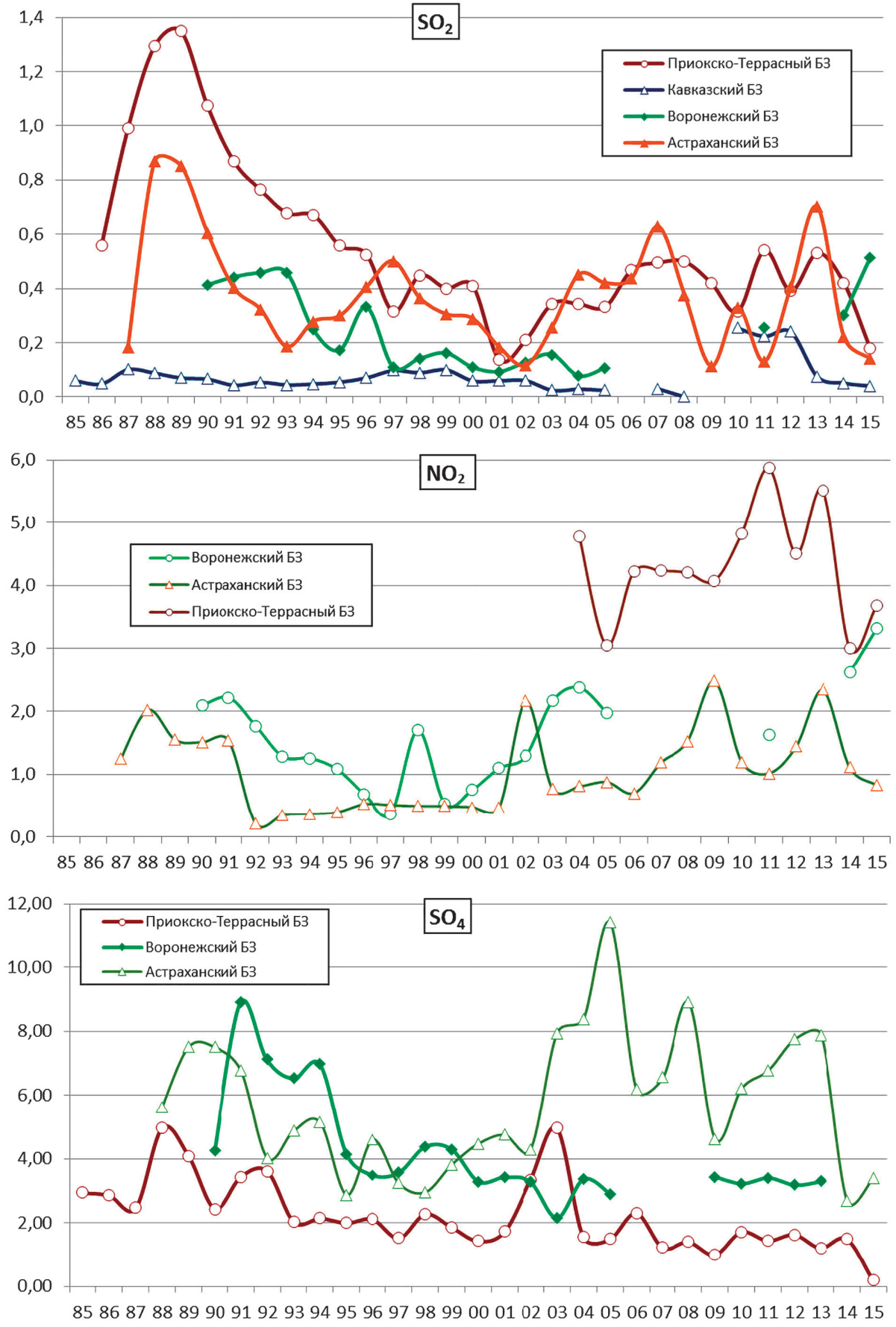


Рис. 2.19. Изменение фонового содержания диоксида серы, диоксида азота и сульфатов в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3)

риод в центре ЕТР повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций, достигающих 25 мкг/м^3 (Приокско-Террасный БЗ) (табл. 2.11).

Сульфаты

В 2015 г. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕТР составляли менее 0,5 мкг/м^3, при этом значения меньше 5 мкг/м^3 были зарегистрированы в 95% измерений. В южных районах ЕТР среднегодовые концентрации составляли около 3,4 мкг/м^3 (рис. 2.19). В целом, относительно повышенные концентрации сульфатов в центре ЕТР характерны для холодного периода года, в южных районах – для теплого периода. Значительные межгодовые колебания средних концентраций не позволяют однозначно охарактеризовать тренды изменений, хотя можно проследить стабилизацию уровней сульфатов в центре ЕТР за последние 10 лет после их уменьшения в предыдущие годы.

Полиароматические углеводороды

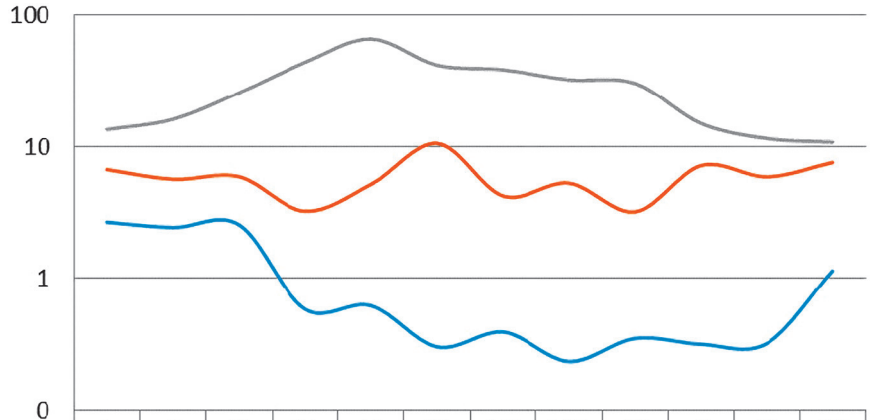
Как и в предыдущие годы, в 2015 г. содержание бенз(а)пирена и бензперилена в атмосфере фоновых районов ЕТР в среднем не превышало 0,013 нг/м^3 (рис. 2.18, табл. 2.11). Сезонный ход подобен другим продуктам сгорания топлива – диоксидам серы и азота – с летним минимумом и зимним максимумом.

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 сохраняется низким. В то же время, есть основания полагать, что наблюдавшееся в 1990-х снижение концентраций, обусловленное спадом промышленного производства, прекратилось, и можно ожидать увеличение фонового загрязнения атмосферы некоторыми загрязняющими веществами, особенно в холодный период года.

2.3.5. Ионный состав атмосферных осадков на российских станциях, входящих в систему Глобальной Службы Атмосферы ВМО

В систему Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО входят 10 станций, распределенных по трем зонам: Европейская территория России (ЕТР) – Усть–Вымь, Воронежский БЗ и Приокско-Террасный БЗ; Азиатская территория России (АТР) – Туруханск, Хужир, Памятная и Терней (Сихотэ-Алинский БЗ); горные станции – Кавказский БЗ и Шаджатмаз. К группе горных добавлена метеостанция Приморская. Средневзвешенная за год сумма ионов в 90% случаев не превышает 15,0 мг/л.

Среднегодовой химический состав осадков (ХСО). Практически по всем зонам и большей части станций (табл. 2.12) в 2015 г среднегодовая сумма ионов (М) понизилась по сравнению с уровнем 2014 года и варьировала в интервале от 4,8 (Туруханск) до 18,2 мг/л (Шаджатмаз). Минерализация осадков обусловлена, в основном, сульфатами, гидрокарбонатами и нитратами, а также кальцием и натрием. Вместе они обеспечивают от 71% (Терней) до 87% (Шаджатмаз) суммы ионов. Содержание циклической составляющей осадков – хлоридов на всех станциях изменялось в пределах 0,4–1,2 мг/л. Сульфаты существенно преобладали на ст. Приморской и на ст. Хужир, создавая повышенную кислотность осадков.



	I	II	III	IV	V	VI	VII	VIII	IX	X	XI	XII
SO_2	2,67	2,44	2,54	0,58	0,62	0,30	0,39	0,23	0,35	0,32	0,32	1,14
Pb	6,69	5,64	5,90	3,23	5,16	10,54	4,21	5,28	3,20	7,18	5,88	7,56
TSP	13,46	16,10	25,74	43,75	65,92	41,67	38,44	32,27	30,30	14,93	11,48	10,77

Рис. 2.20. Сезонный ход загрязняющих веществ в Приокско-Террасном БЗ, осредненный за 2003–2015 гг. (свинец – нг/м^3, диоксид серы и взвешенные частицы – мкг/м^3)

Таблица 2.12. Средневзвешенные за год концентрации ионов в осадках и величина pH на станциях фонового мониторинга, 2015 г.

Станция	Зона	*q*, мм	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	$NH4^+$	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	M	pH		*k*, мкСм/см
			мг/л										$pH_{ср}$	$pH_{мин}$	
Усть-Вымь	ЕТР	656,7	1,1	0,5	0,8	3,3	0,6	0,4	0,1	0,7	0,2	7,8	6,3	5,7	18
Приокско-Террасный БЗ		487,8	1,1	0,7	1,2	1,9	0,4	0,2	0,1	0,8	0,2	6,8	6,0	4,8	14
Воронежский БЗ		576,3	1,4	0,7	1,5	1,9	0,3	0,4	0,3	0,8	0,2	7,5	6,0	5,3	18
Кавказский БЗ	Горы	1727,0	0,9	0,4	0,4	2,7	0,2	0,2	0,1	1,0	0,2	6,2	6,2	5,4	17
Шаджатмаз		524,9	1,8	0,8	2,0	9,2	0,7	0,9	0,3	2,0	0,6	18,2	6,4	5,9	25
Приморская		1156,5	3,0	1,0	1,7	0,8	0,7	0,8	0,4	0,8	0,2	9,4	5,6	4,2	37
Памятная	АТР	488,8	2,5	1,0	1,4	2,0	0,5	0,6	0,3	0,9	0,3	9,6	6,0	5,0	21
Туруханск		719,2	1,1	0,7	0,5	1,1	0,1	0,5	0,3	0,3	0,2	4,8	5,8	5,1	11
Хужир		114,6	2,7	0,5	0,8	3,4	0,6	0,4	0,4	0,6	0,4	9,8	6,2	5,7	19
Терней		901,6	1,8	1,2	0,5	0,2	0,2	0,8	0,2	0,4	0,1	5,2	5,4	4,8	14

Повышенное содержание сульфатов и нитратов в Приокско-Террасном БЗ способствует закислению осадков. На других станциях ЕТР, АТР и особенно в горах выпадают осадки гидрокарбонатного или гидрокарбонатно-сульфатного типа. Фоновая загазованность воздуха оксидами серы и азота, по-видимому, несколько выше в западных, а запыленность – больше в восточных районах РФ.

Годовой ход минерализации осадков. Изменения среднемесячной минерализации осадков по зонам и станциям представлено на рис. 2.21.

В основном месячная сумма ионов расположена ниже регионального фона с более частыми превышениями на горных станциях. Колебание её происходит в интервале от 2 (Терней) до 40 мг/л (Воронежский БЗ) Следует отметить, что более высокие концентрации компонентов определены при малой за период отбора сумме осадков. Чаще стали выпадать осадки с предельно низкой минерализацией 3–4 мг/л (Кавказский, Приокско-Террасный, Воронежский БЗ и Туруханск). Характерно, что по абсолютно минимальной величине pH осадки стали менее кислыми.

На всех станциях, за исключением Хужир и Приморская, чаще всего при величине pH ≤ 5,0 преобладают сульфаты, а при pH > 5,5 – гидрокарбонаты. В среднем по ЕТР содержание сульфатов в 1,5 раза ниже, а гидрокарбонатов почти в 3 раза выше, чем на АТР. Вместе они составляют (кроме Тернея) более 50% суммы ионов. В Тернее преобладают сульфаты и хлориды. Наибольший разброс концентрации сульфатов приходится на станции Воронежский БЗ (0,8–13 мг/л), Приморская (1,4–7,9 мг/л) и Хужир (1,0–6,6 мг/л). Интервал колебаний гидрокарбонатов в Кавказском БЗ составил 1,2–11,4 мг/л и в Усть-Выми – 1,7–10,5 мг/л, что значительно ниже уровня прошлого года. Следующими по вкладу в минерализацию осадков следует считать нитраты и затем хлориды. Нитраты имеют более широкий диапазон от 0,1 до 11,8 мг/л, хлориды 0,3 – 3 мг/л.

Из катионов преобладает кальций, изменяясь от 0,2 до 3,5 мг/л, далее следуют ионы натрия (0,1–2,5 мг/л) и калий (0,1–2,4 мг/л). На побережье содержание натрия близко к 3,0 мг/л, а хлоридов к 6,0 мг/л. Максимальная кислотность осадков изменяется от 2 мкг/л (Усть-Вымь, pH = 5,7) до 63,1 мкг/л (Приморская, pH = 3,65). Внутри диапазонов абсолютно минимальных или абсолютно максимальных значений наблюдаются также различия величины pH.

Временно́й ход химического состава осадков. Средневзвешенная сумма ионов на станциях фонового мониторинга периодически превышает уровень 15 мг/л. Наибольшие межгодовые колебания суммы ионов и отдельных компонентов происходят на ЕТР на ст. Усть-Вымь и в Воронежском БЗ, на АТР на ст. Памятная и практически на всех Горных станциях.

В течение 2009–2015 гг. профиль суммы ионов повторяет ход одного или двух основных компонентов (рис. 2.22). Нередко к ним присоединяются нитраты. Наиболее чистыми станциями в течение 30 лет остаются Приокско–Террасный БЗ на ЕТР и Терней на АТР. Концентрация аммония на всех станциях составляет до 1 мг/л, доля которого периодически достигает 2,0 мг/л на ст. Усть–Вымь, Памятная и Приморская. На этих же станциях наблюдается повышенное содержание нитратов. В целом на ЕТР содержание сульфатов и нитратов понизилось, а гидрокарбонатов либо сохранилось неизменным, либо возросло.

Кислотность атмосферных осадков. На рис. 2.23 представлены временные характеристики средней за год величины pH. За рассматриваемый период произошли её существен-

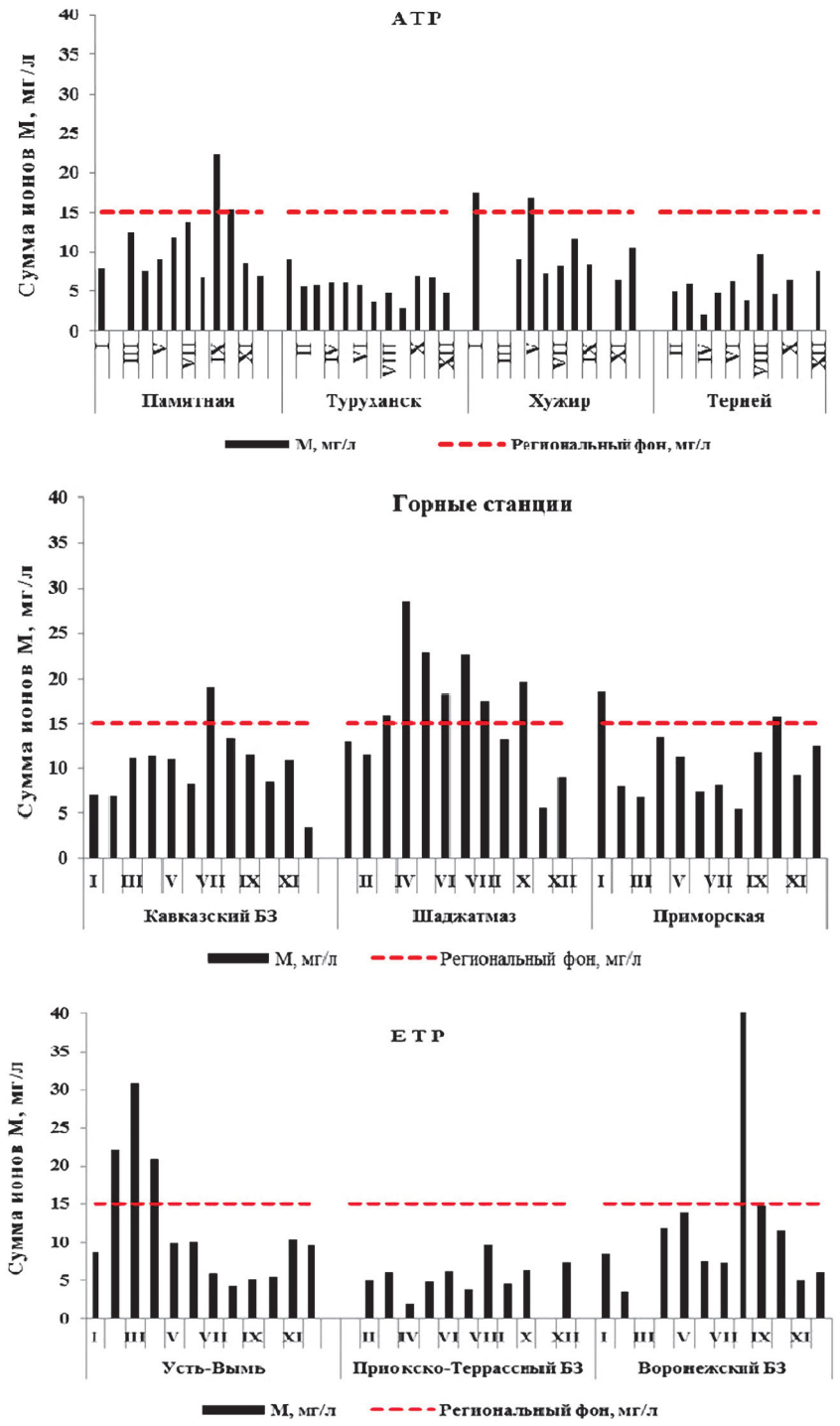


Рис. 2.21. Годовой ход минерализации осадков на станциях ГСА ВМО, 2015 г.

ные изменения. В 2006 г интервал значений pH составлял 5,4 – 6,1 на ЕТР и 5,4 – 6,4 на АТР. К 2015 г осадки на обеих территориях стали менее кислые, изменившись соответственно на интервалы pH 6,0 – 6,4 и 5,6 – 6,0.

К 2015 г минимальная величина pH возросла до 5,6, максимальная – до 6,4. Диапазоны, в которых варьирует величина pH, существенно различны. Причём, крайние значения постепенно сходятся, в основном за счёт повышения щёлочности максимально кислых осадков, к pH = 6,2 на ЕТР и к pH = 5,8 на АТР. Абсолютно максимальная кислотность осадков на всех станциях (кроме Хужира) уменьшилась примерно на 30 – 40%. На ст. Усть–Вымь щелочность возросла примерно в 10 раз (pH с 4,8 до 5,7). В 2015 г. наиболее кислые осадки выпадали на ст. Приморской (pH = 4,2).

Выпадение веществ с осадками. В таблице 2.13 и на рисунке 2.24 показаны средние за

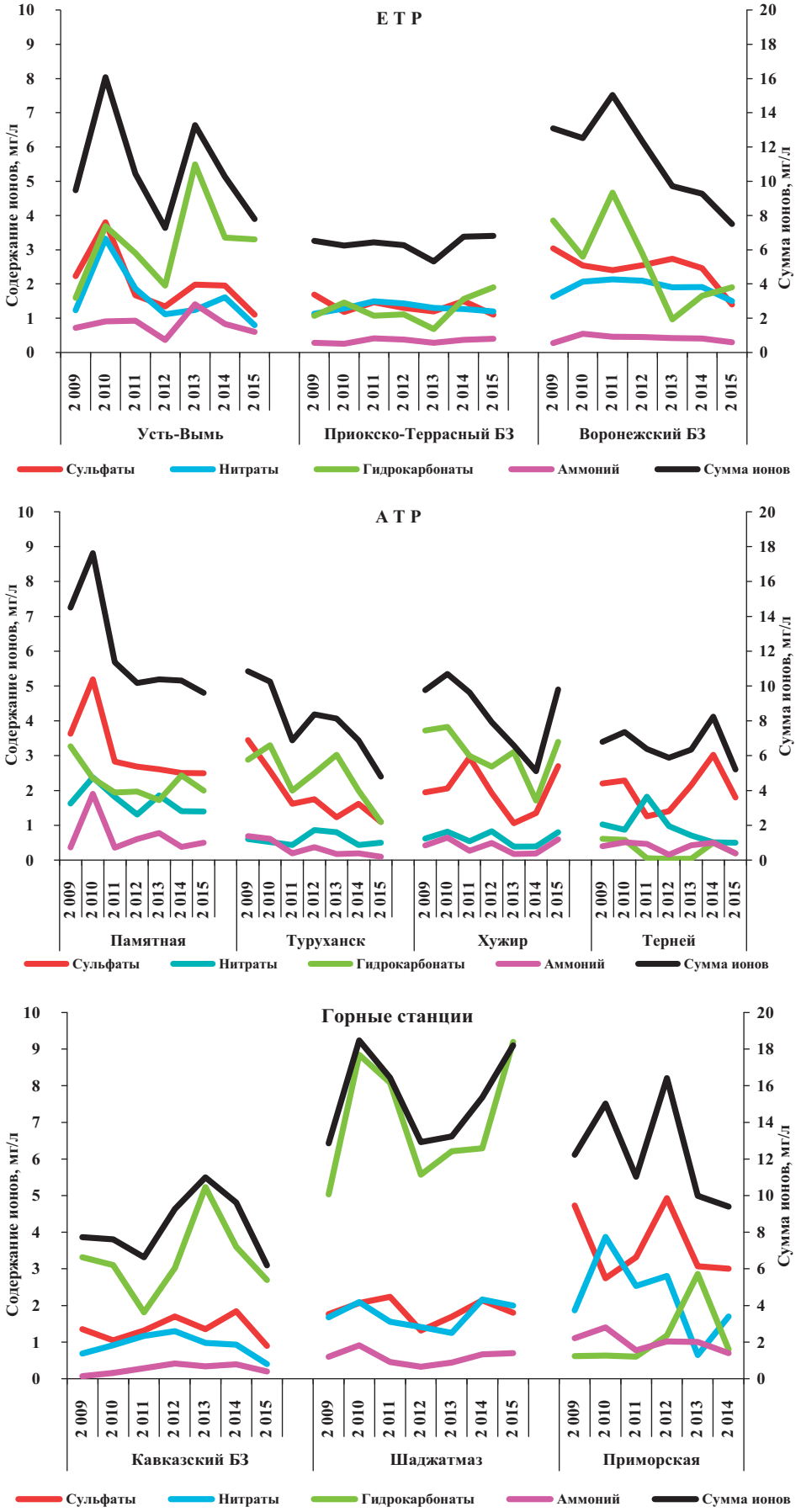


Рис. 2.22. Многолетний ход концентрации ионов и минерализации осадков, 2009–2015 гг.

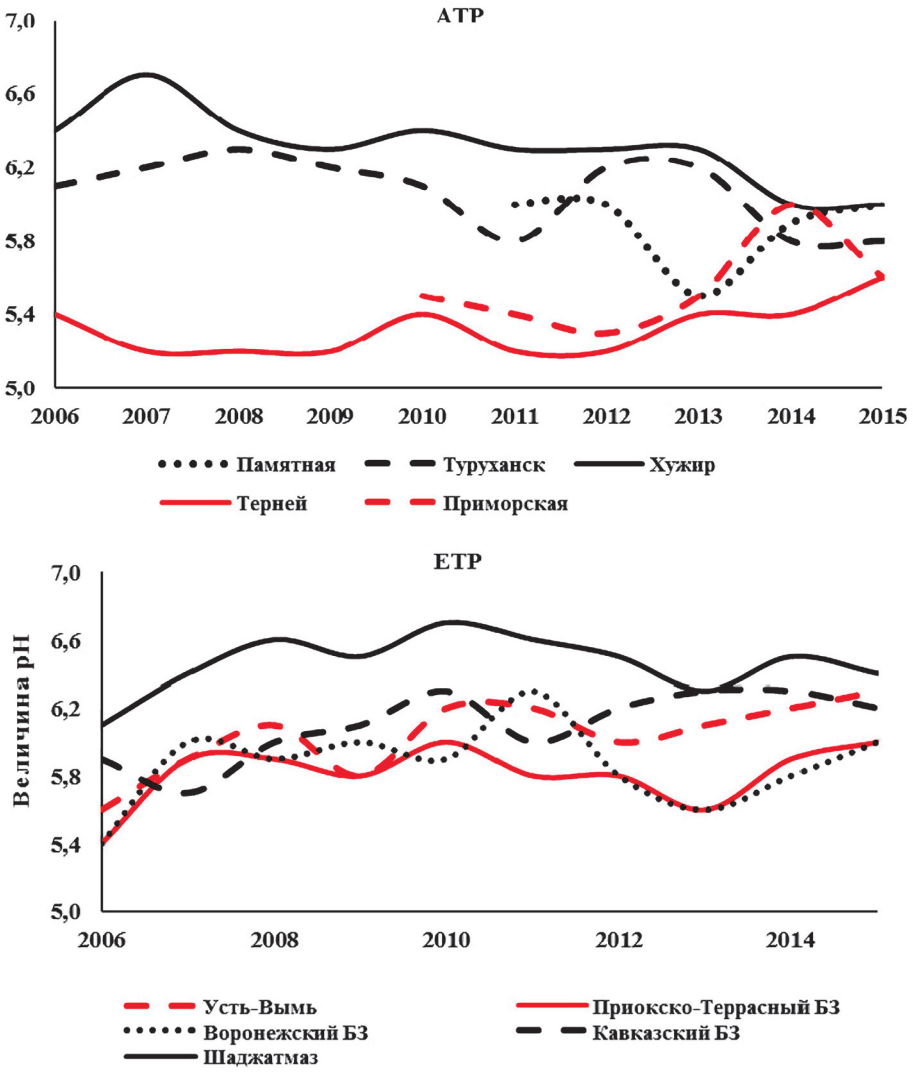


Рис. 2.23. Изменение со временем средней за год величины pH на станциях фонового мониторинга, 2006–2015 гг.

Таблица 2.13. Выпадение серы, азота и суммы ионов с осадками, 2015 г.

Станция	*q*, мм	$S(SO_4)$	$N(NO_3)$	$N(NH_4)$	∑N	Q	N(H)/N(O)	S / ∑ N
		т/км^2 год						
Усть-Вымь	656,7	0,24	0,12	0,30	0,42	5,1	2,58	0,57
Приокско-Террасный БЗ	487,8	0,18	0,13	0,15	0,28	3,3	1,15	0,63
Воронежский БЗ	576,3	0,26	0,19	0,13	0,32	4,2	0,69	0,82
Кавказский БЗ	1926,9	0,51	0,15	0,27	0,42	10,6	1,72	1,22
Шаджатмаз	524,9	0,31	0,23	0,28	0,51	9,4	1,20	0,60
Приморская	1156,5	1,16	0,44	0,63	1,07	10,9	1,42	1,08
Памятная	488,8	0,39	0,15	0,18	0,33	4,5	1,23	1,18
Туруханск	719,2	0,26	0,08	0,06	0,14	3,4	0,69	1,93
Хужир	114,6	0,10	0,02	0,05	0,07	1,1	2,58	1,39
Терней	901,6	0,54	0,10	0,14	0,24	4,7	1,38	2,24

год выпадения веществ с атмосферными осадками (влажные выпадения) и ход изменения их со временем. Годовая сумма осадков, входящая в расчётную формулу, по рассматриваемым станциям возросла (кроме Шаджатмаза, Хужира и Тернея) от 2% (Туруханск) до 80% (Приморская). Соответственно возросли или сохранились неизменными влажные выпадения.

Сохранилось преобладание азота аммиачного над нитратным (за исключением Воронеж-

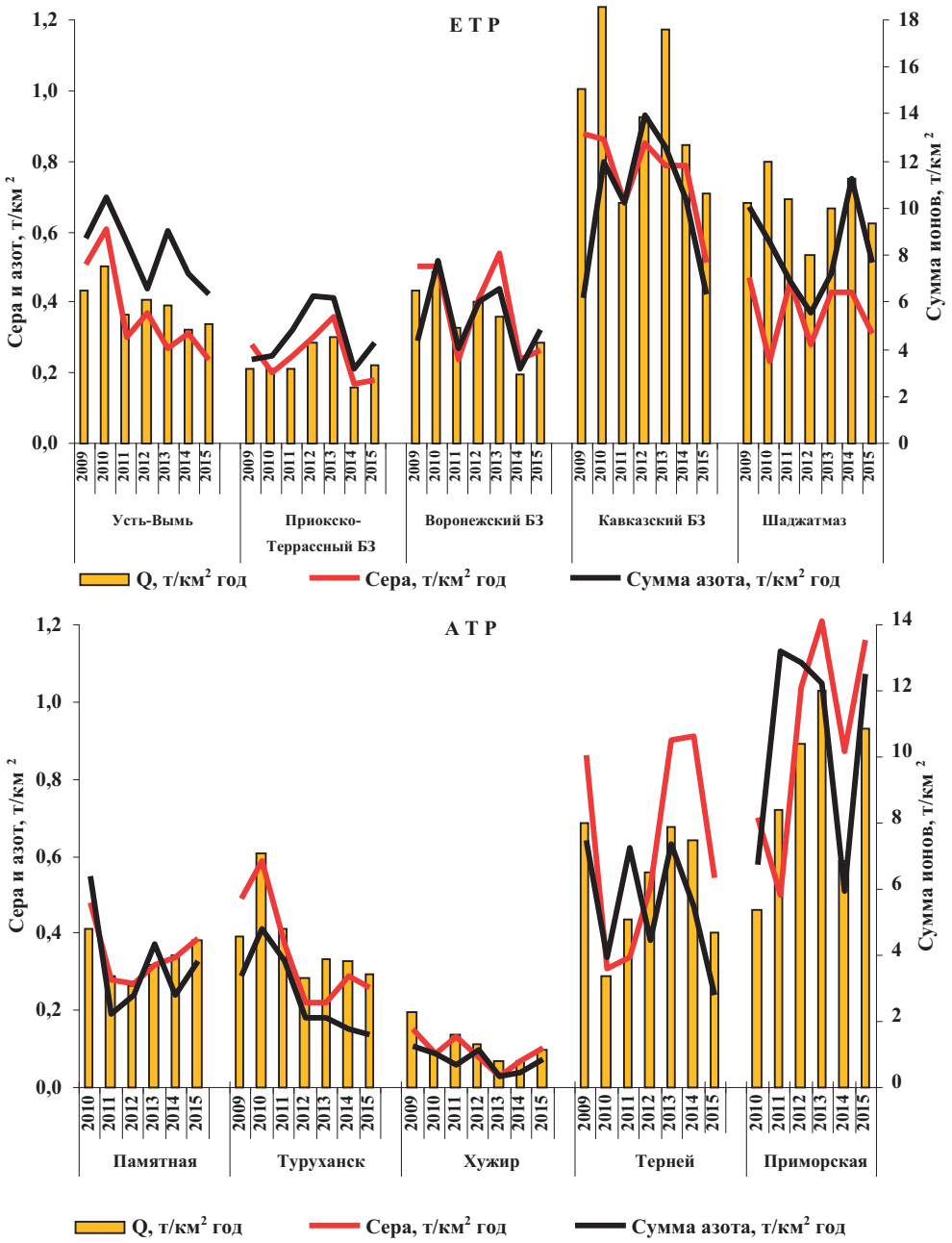


Рис. 2.24. Временно́й ход влажных выпадений суммы ионов, серы и суммарного азота за период 2009–2015 гг.

ского БЗ и Туруханска) в соотношении примерно от 1,2 до 2,5.

Сера сульфатная примерно в 1,5 раза превышает суммарный азот на АТР и составляет около половины от суммы азота на ЕТР.

Во временно́м ходе серы выпадает меньше или равное количество с суммарным азотом на ЕТР и в некоторых случаях превышает суммарный азот на АТР. Если взять количество серы и суммарного азота за весь рассматриваемый период (2009–2015 гг.), то в Российской Федерации сера и азот выпадают с осадками примерно в равных количествах.

Наибольшие колебания элементов и суммы ионов происходит в горной местности: в Кавказском БЗ и на ст. Шатжатмаз, а также на ст. Терней и на ст. Приморская. Суммарные выпадения всегда более высокие на горных станциях из–за постоянно повышенного количества осадков (1926,9 мм в Кавказском БЗ). На других станциях общее выпадение также определяется суммой осадков, которые оказались довольно большими на ст. Усть-Вымь (656,7 мм), на ст. Приморская (1156,5 мм) и на ст. Терней (901,6 мм). В общем влажные выпадения изменяются от 0,2–0,3 (Хужир) до 2,3 т/км^2.год (Приморская).

За рассматриваемый период отмечается некоторая тенденция к уменьшению выпадений серы и азота на ст. Усть-Вымь, в Кавказском БЗ и на ст. Терней.

2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков

Химический состав атмосферных осадков классифицирован по величине минерализации (сумма ионов), затем по преобладающим ионам. Результаты измерений ХСО распределены по восьми федеральным округам (ФО). Приводятся данные ХСО по Крымскому федеральному округу (КФО).

Годовая средневзвешенная минерализация осадков (табл. 2.14) изменяется от 14,2 (СКФО) до 30,9 мг/л (ЦФО), а отдельные ионы от 0,1 (Zn) до 16 мг/л (HCO3). Хотя диапазон их изменений сохранился примерно таким же, как в 2014 г., в среднем загрязнение осадков уменьшилось на 10% по ЕТР и на 6% по АТР. Сократилось число станций (с 8 до 2), на которых проводимость осадков превышала 100 мкСм/см. В Крыму осадки стали более чистые примерно в 2 раза.

Повсеместно в осадках преобладают гидрокарбонаты, составляя от 19 (ЮФО) до 52% (ЦФО). Далее идут сульфаты, колеблясь в пределах 11–35% (ЦФО–СФО), нитраты и хлориды. На ЕТР сумма гидрокарбонатов и сульфатов составляет 52%, а на АТР 59% от суммы ионов. Максимальная доля хлоридов наблюдается в Северо-Западном (15%), Дальневосточном (14%) ФО и в Крыму – до 19%. Содержание нитратов колеблется от 5 (ДВФО) до 16% (ЮФО) от общей минерализации.

Катионная часть осадков составляет около 30% суммы ионов. В большинстве случаев преобладает кальций, составляя вместе с натрием до 20%.

По исходным (месячным) результатам наблюдается тесная связь между минерализацией (М) и удельной электропроводностью (k) осадков. С коэффициентом детерминации 0,86 минерализация $M = 0{,}5k + 1{,}3$. Эта линейная зависимость показывает, что минимально возможная сумма ионов на территории РФ близка к 1,3 мг/л, а удельная электропроводность осадков примерно в 2 раза больше минерализации.

Осреднённые по площадям данные практически всегда сглаживают детали состава осадков, характерные для отдельных пунктов. В таблице 2.15 представлены результаты измерения ХСО на станциях, где средняя за год минерализация осадков равна или превышает 50 мг/л, а проводимость близка или выше 100 мкСм/см.

Таблица 2.14. Средневзвешенная концентрация ионов в осадках по Федеральным округам, 2015 г.

ФО	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Zn	M	pH	k, мкСм/см
	мг/л												
СЗФО	2,5	2,3	1,2	4,8	0,4	1,4	0,7	1,4	0,4	0,5	15,0	6,1	30,0
ЦФО	3,4	1,7	2,2	16,0	0,6	1,5	0,8	3,4	1,3	0,1	30,9	6,4	50,5
ПФО	5,1	2,0	2,9	10,7	0,9	1,1	0,9	3,7	0,5	1,2	28,1	6,4	49,0
ЮФО	4,1	2,2	2,7	3,2	0,5	1,5	0,5	1,3	0,4	0,1	16,5	6,2	38,0
СКФО	1,6	0,7	1,3	6,9	0,6	0,6	0,2	1,8	0,4		14,2	6,3	21,0
Крым	3,7	4,4	2,1	6,4	0,3	2,2	0,6	2,3	0,6	0,4	23,0	6,2	46,6
УФО	3,6	1,0	1,9	4,5	0,6	0,8	0,5	1,7	0,4		15,0	5,9	29,1
СФО	8,2	1,6	1,6	6,2	0,5	1,1	0,8	1,7	1,5		23,2	6,2	48,6
ДВФО	4,2	2,6	1,0	6,2	0,5	2,0	0,4	1,3	0,8	0,2	19,1	5,9	37,0

Таблица 2.15. Наиболее загрязненные по ионному составу населенные пункты РФ (М ≥ 50 мг/л), 2015 г.

Станция	q, мм	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	Zn	M	pH	k, мкСм/см
		мг/л												
ЦФО														
Белгород	483,2	6,8	2,4	3,0	39,2	1,3	2,2	2,0	9,0	2,6		68,5	6,6	98,7
Грязи	513,8	5,8	2,7	4,5	28,3	0,1	3,1	0,8	7,6	2,4		55,4	6,7	89,1
Калач	415,5	6,0	2,3	2,0	31,9	0,6	2,8	1,2	6,2	2,8		55,8	6,4	83,2
Тула	508,8	7,3	2,8	3,7	32,1	0,8	2,7	1,4	4,3	1,5		56,6	6,5	94,3
ПФО														
Азнакаево	521,2	7,8	2,1	2,3	29,4	1,2	0,9	1,5	10,0	0,5		55,9	6,7	86,1
Пенза	491,0	7,6	3,5	4,5	33,4	0,9	3,4	1,2	10,8	0,6		65,7	6,8	105,7
СФО														
Норильск	388,9	77,0	2,7	0,8	12,0	2,5	3,3	3,7	8,3	10,6		121,0	6,6	248,9
ДВФО														
Поронайск	807,1	5,4	5,0	0,4	27,8	2,6	11,2	0,8	0,9	0,6		54,7	6,7	78,7

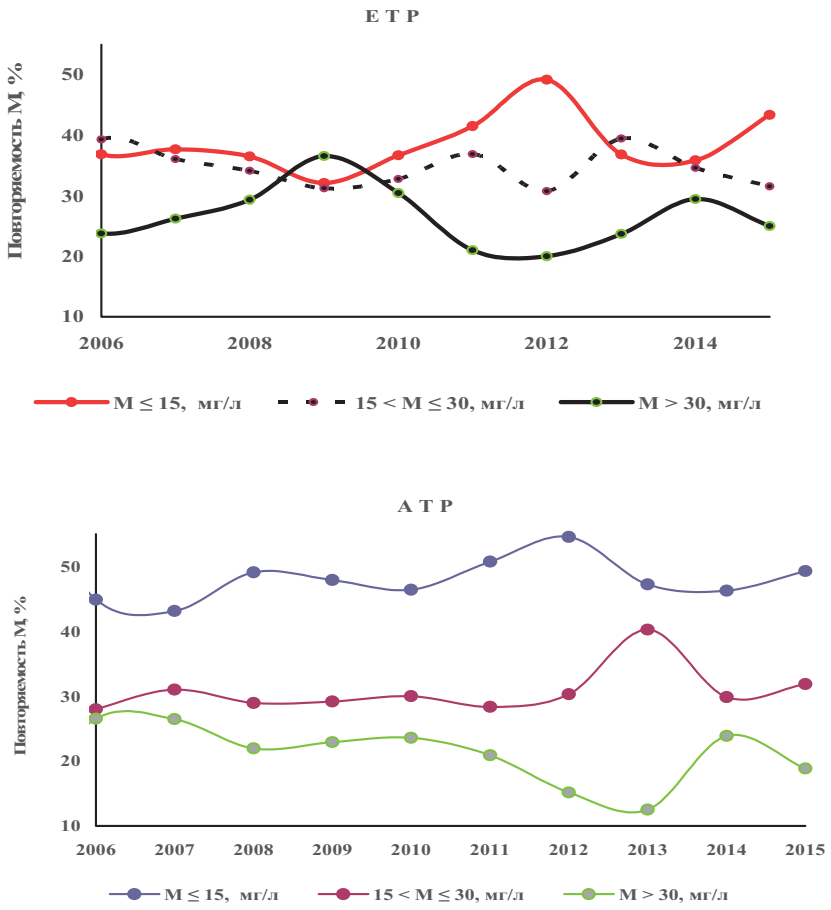


Рис. 2.25. Повторяемость минерализации осадков М(%) на ЕТР и АТР, 2006–2015 гг.

На всех станциях гидрокарбонат служит либо основным загрязнителем, либо вторым по величине. В первом случае доля его может достигать 70%, во втором – около 30%. По количеству сульфатов абсолютный приоритет в РФ принадлежит Норильску (77 мг/л). Сопряжённые катионы здесь представлены, по-видимому, магнием и кальцием. Повышенное содержание хлоридов (от 5,0 до 13,6 мг/л) наблюдается в Поронайске.

Распределение суммы ионов по трем диапазонам: М ≤ 15, 15 < М ≤ 30 и М > 30 мг/л примерно соответствует региональному фоновому, среднему региональному (импактному) и высокому уровням суммы ионов. Рис. 2.25 отражает временной ход изменений суммы ионов за год на ЕТР и АТР по названным интервалам.

Доля сильно минерализованных осадков (М > 30) самая низкая, изменяясь от 20 до 35% на ЕТР и в интервале 15–25% по АТР. В среднем за рассматриваемые годы наибольшей (до 40% на ЕТР и 50% на АТР) остаётся повторяемость чистых осадков (М ≤ 15). Наибольшая амплитуда колебаний суммы ионов характерна для ЕТР (28–37%). Изменения повторяемости минерализации в рассматриваемый период не имеют значимого тренда.

Хотя проводимость осадков в большóй степени определяется суммой ионов, связь между ними далеко не во всех случаях линейна и однозначна. Нижняя часть гистограмм (рис. 2.26) относится к величине и колебаниям суммы ионов, которые могут составлять примерно половину (СЗФО), много больше (ЦФО) или меньше (ДВФО) половины проводимости осадков. График, кроме того, показывает изменения со временем этих параметров, которые в большинстве случаев также не остаются синхронными.

Временные изменения концентрации отдельных ионов сильно варьируют не только по округам, но и в зависимости от природы компонента (рис. 2.27). В большинстве ФО остаются примерно одинаковыми колебания со временем значений аммония и нитратов. Повышенным содержанием нитратов выделяются Центральный, Южный и Приволжский федеральные округа. Причём, повсеместно содержание аммония меньше нитратов и они, по-видимому, слабо связаны между собой. В ЮФО сохраняются близкими значения концентраций и временной ход для сульфатов, гидрокарбонатов и нитратов. На ЕТР значение сульфатов ниже гидрокарбонатов, а на АТР эти два иона близки по величине и в последние годы проявляют одинаковую тенденцию к уменьшению. При этом в СФО доля сульфатов стала больше по сравнению с гидрокарбонатами.

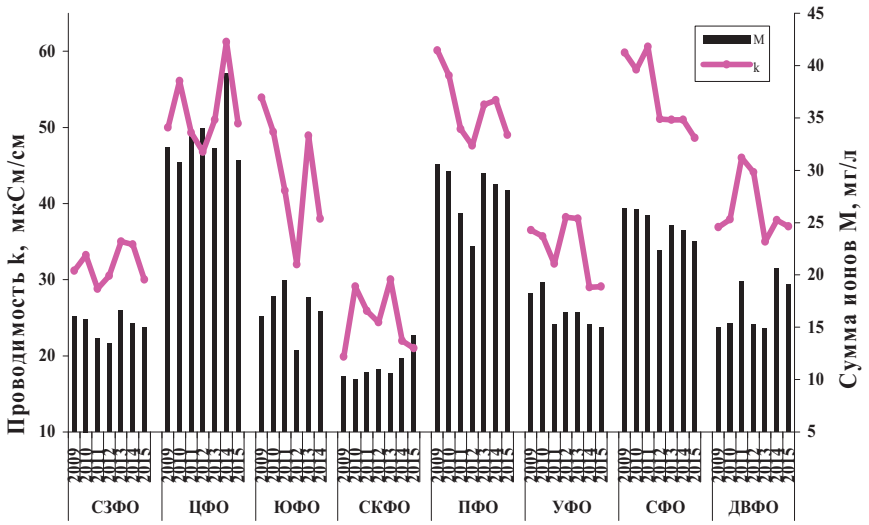
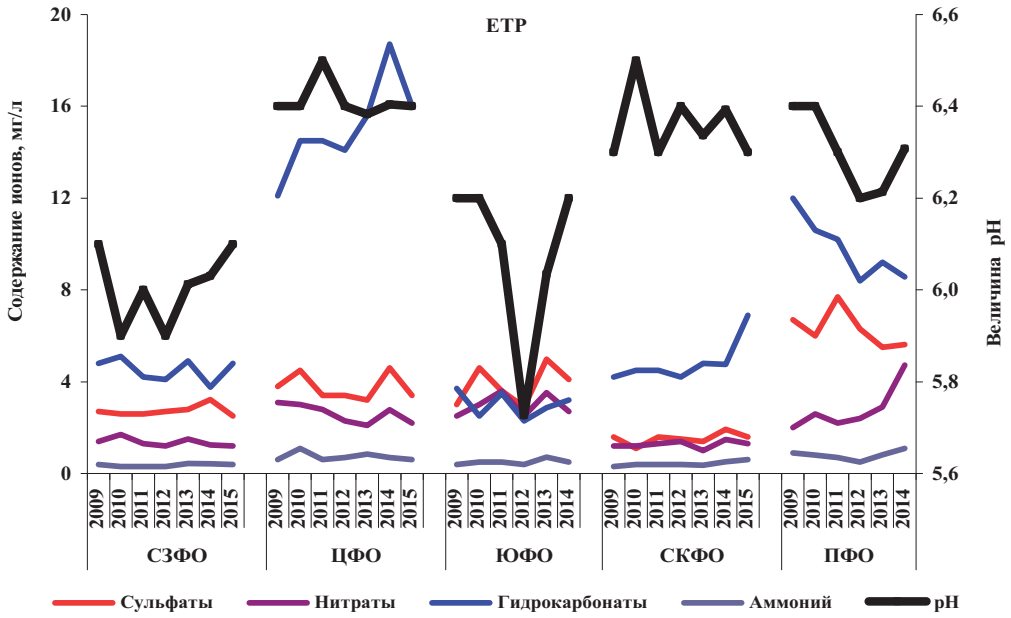


Рис. 2.26. Ход изменения со временем и по Федеральным округам соотношения между суммой ионов (M) и удельной электропроводностью осадков (*k*), 2009–2015 гг.



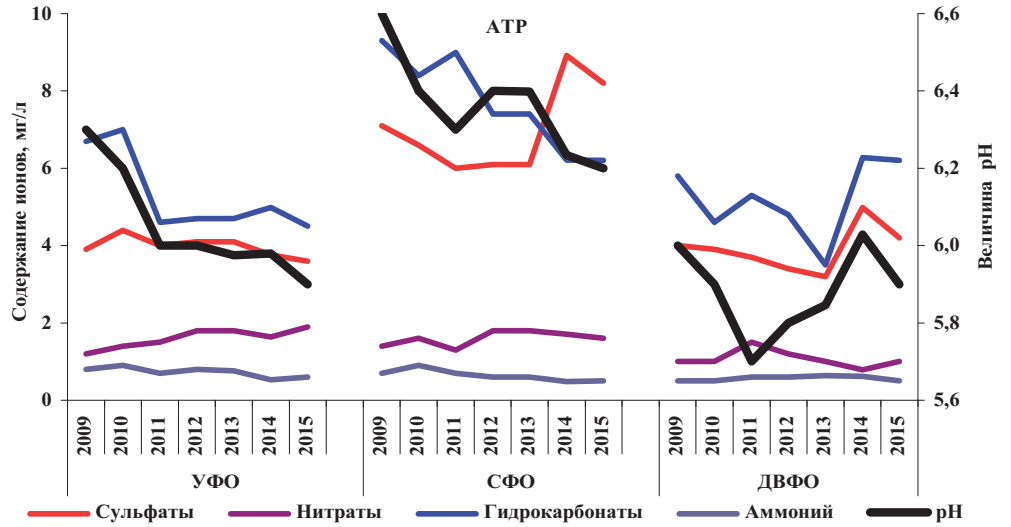


Рис. 2.27. Изменение концентрации ионов со временем по Федеральным округам на ЕТР и АТР, 2009–2015 гг.

Карбонаты и гидрокарбонаты попадают в осадки с техногенной пылью и в результате выветривания горных пород. Кроме того, они частично образуются при растворении диоксида углерода из воздуха, о чем свидетельствуют достаточно высокие значения величины pH. Аэрозольные источники карбонатов связаны с катионами кальция и магния, поэтому содержание гидрокарбонатов в осадках должно быть, по крайней мере, не меньше суммы кальция и магния. По федеральным округам кислотность осадков, в основном, корреспондирует за концентрацией гидрокарбонатов практически на всей азиатской территории и несколько хуже в СКФО и ПФО на ЕТР.

Выпадение серы, суммарного азота и суммы ионов с осадками

Влажные выпадения ионов с осадками и временно́й ход выпадений представлены в табл. 2.16 и на рис. 2.28.

В 2015 г., также как и в предыдущие годы, наибольшее количество вещества ($Q = 17{,}3$ т/км^2 выпало в ЦФО, где при среднем уровне осадков 560 мм минерализация остаётся самой высокой 30,9 мг/л. Затем следуют СКФО (по причине обильных осадков – 1126 мм) и ПФО, где эти факторы действуют совместно. Наибольшее количество серы выпадает в Приволжском и Сибирском Федеральных округах. По РФ выпадения серы держатся устойчиво от 0,5 – 1,5 т/км^2.

Только в СКФО за весь рассматриваемый период суммарного азота выпадало больше, чем серы. Наиболее устойчивые данные по выпадениям отдельных компонентов и суммы относятся к Уральскому федеральному округу. Превышение серы над азотом особенно характерно для восточных районов, где в СФО оно достигает 3,5. В Крыму, наряду с превышением в 2 раза азота нитратного над аммиачным, суммарного азота выпадает меньше на 70%, чем серы. В общем же резкие вре-

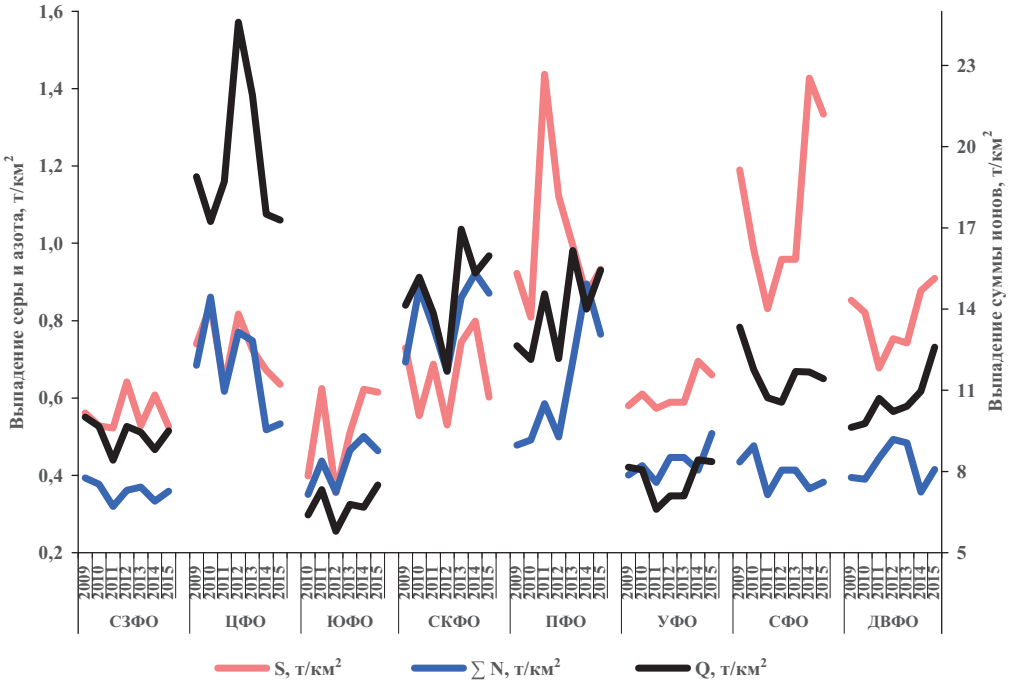


Рис. 2.28. Изменение влажных выпадений серы, суммарного азота и суммы ионов со временем по Федеральным округам на ЕТР и АТР, 2009–2015 гг.

Таблица 2.16. Средние за год выпадения серы, азота и суммы ионов осадками по ФО, 2015 г.

ФО	q, мм	S	N(O)	N(H)	∑N	Q	N(H)/N(O)	S/∑N
		т/км^2·год						
СЗФО	634,8	0,53	0,17	0,19	0,36	9,50	1,08	1,47
ЦФО	559,5	0,64	0,28	0,25	0,53	17,29	0,90	1,20
ПФО	550,1	0,94	0,36	0,41	0,76	15,44	1,13	1,23
ЮФО	453,9	0,62	0,28	0,19	0,46	7,50	0,68	1,34
СКФО	1125,9	0,61	0,32	0,55	0,87	15,96	1,72	0,70
Крым	472,9	0,58	0,23	0,12	0,34	10,88	0,53	1,67
УФО	559,0	0,66	0,24	0,27	0,51	8,37	1,09	1,31
СФО	492,0	1,34	0,18	0,20	0,38	11,42	1,14	3,51
ДВФО	658,9	0,92	0,15	0,26	0,41	12,60	1,70	2,21

менные колебания серы происходят в регионах с повышенным содержанием сульфатов.

Несмотря на наличие в окружающей среде мощных природных и антропогенных источников аммиака и оксидов азота их доля в минерализации осадков (наряду с калием) остается самой низкой. В эквивалентной форме только эти компоненты повсеместно попадают в интервал от 0 до 10%. Следует обратить внимание на несколько особенностей, характерных для этих соединений. По современным воззрениям на кислотно-основные равновесия в растворах ионы калия и аммония относятся к «жестким» кислотам, а нитраты и аммиак – к «жестким» основаниям, поэтому их совместное нахождение в высоких концентрациях – несовместимо. Во–вторых, все соединения этих компонентов гигроскопичны и хорошо растворимы в воде, поэтому любое повышение влагосодержания в воздухе должно приводить к их «сухому выпадению». Кроме того, соединения азота и калий относятся к биогенным компонентам и, следовательно, принимают активное участие в биохимических реакциях аэро-флоры и -фауны. Наиболее высокие концентрации соединений азота отмечались в 2006 г на территории УФО (до 30% от суммы ионов). Со временем в СЗФО, ЦФО, ЮФО и УФО содержание их стабилизировалось на уровне до 10–15%, а в ДВФО и СФО – до 20–25%. Только в ПФО периодически происходит возрастание доли азота с 15–20 до 20–25%.

2.3.6.1. Загрязнение и закисление снежного покрова в регионах Российской Федерации

Методология систематизации, обработки и представления результатов мониторинга химического состава снежного покрова (ХССП) на всей территории России была детально изложена в Обзорах за 2013 и 2014 гг.

В пробах снежного покрова, отобранных в конце зимнего периода 2014–2015 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 аммония (NH_4^+), натрия (Na^+), калия (K^+), кальция (Ca_2^+) и магния (Mg_2^+). По результатам анализов были выполнены расчеты и построены карты-схемы значений показателя pH снежного покрова и интенсивности атмосферных выпадений серы P_S и азота P_N в зимний период 2014–2015 гг. (рис. 2.29–2.30). В отличие от предыдущих Обзоров за 2012–2014 гг., в которых результаты наблюдений были представлены на картах-схемах распределения средних значений pH, P_S и P_N по регионам, результаты мониторинга ХССП в 2015 г. показаны на рис. 2.29 – 2.30 в виде изолиний на всей территории РФ, рассчитанных с помощью программы ГИС «Mapinfo».

На рис. 2.29 показана карта–схема распределения показателя кислотности снежного покрова pH на территории России в 2015 г. Как видно

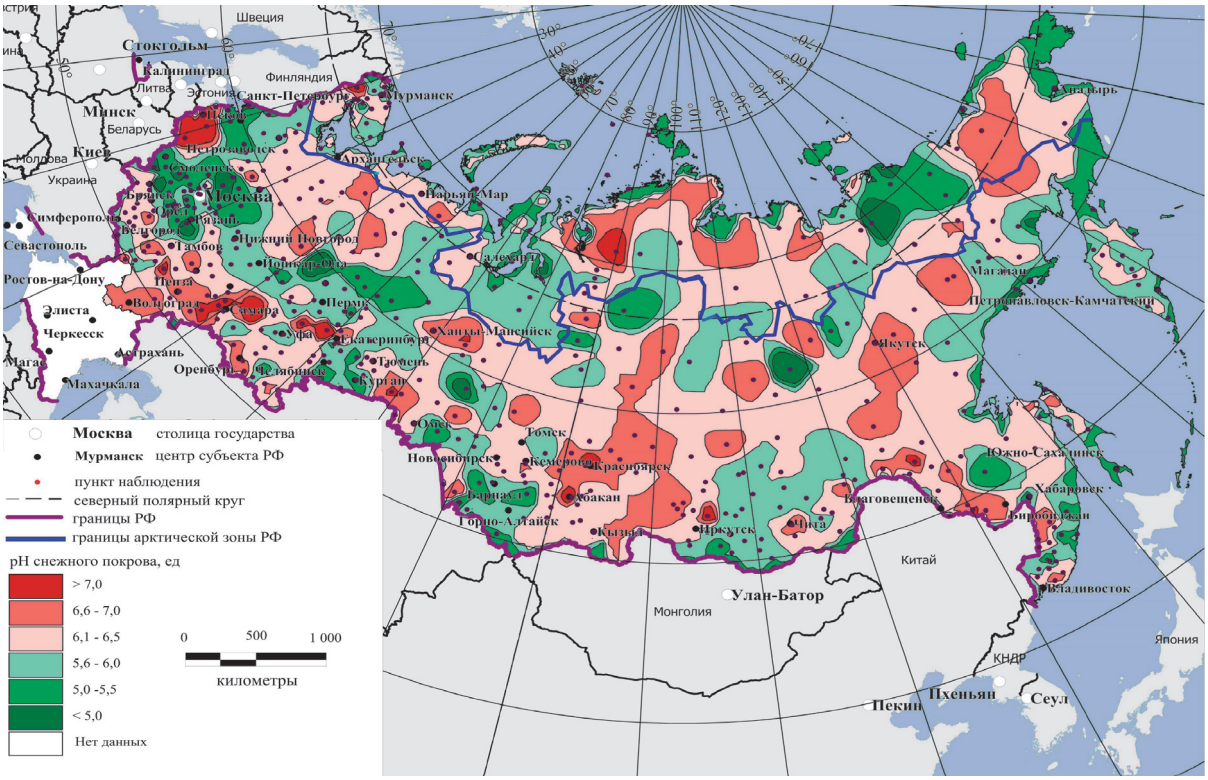


Рис. 2.29. Распределение кислотности (pH) снежного покрова на территории России в конце зимнего периода 2014–2015 гг.

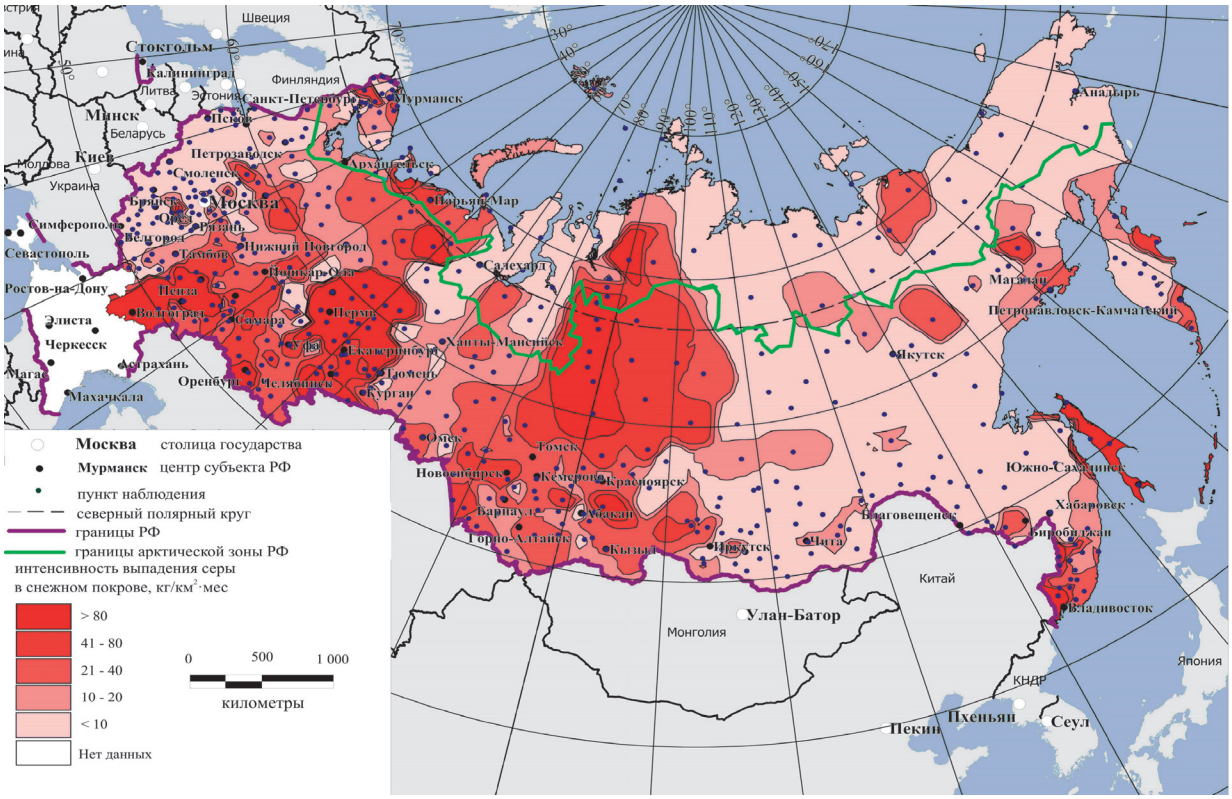


Рис. 2.30. Распределение интенсивности выпадений серы P_S (кг/км^2·мес.) на территории России по данным мониторинга ХССП в конце зимнего периода 2014–2015 гг.

из рис. 2.29, на территории страны в конце зимнего периода 2014–2015 гг. наблюдаются зоны с разной степенью отклонения pH снежного покрова относительно нормы для незагрязненных атмосферных осадков pH ≈ 5,6. При том, что на большей части территории РФ кислотность снежного покрова варьировала в умеренных пределах – 5,0 < pH < 6,5, на этом фоне выделяются области с экстремальными отклонениями pH от нормы.

Небольшие области с «закислением» снежного покрова (pH < 5,0) наблюдались на Европейской территории России (ЕТР), в Арктической зоне (см. п. 4.3.2), на юге Западной Сибири и в Якутии. Области с сильным «защелачиванием» снежного покрова (pH > 7,0) отмечаются на западной границе ЕТР (Псковская, Мурманская области), в Самарской области, на Южном Урале, на севере и юге Красноярского края, в районе Иркутска, вдоль южной границы страны восточнее Благовещенска. Аномалии кислотности снежного покрова могут быть связаны с загрязнением атмосферных осадков в зимний период 2014–2015 гг. выбросами из промышленных районов.

Таким образом, карта-схема на рис. 2.29 свидетельствует о том, что влагозапас в снежном покрове в 2015 г. на большей части террито-

Таблица 2.17. Кислотность pH атмосферных осадков по данным наблюдений на сетях мониторинга химического состава атмосферных осадков

	Данные наблюдений	pH
ЕТР	2014 г. Снежный покров: 39 регионов 2015 г. Снежный покров: 42 региона	4,5 – 6,9[1)] 4,8 – 7,3[1)]
	Станции фонового мониторинга: Усть-Вымь, Приокско-Террасный БЗ, Воронежский БЗ, Кавказский БЗ, Шаджатмаз	4,5 – 7,5[2)]
	Федеральные округа: Северо-Западный, Центральный, Южный, Северо-Кавказский, Приволжский	6,0 – 6,4[2)]
АТР	2014 г. Снежный покров: 30 регионов 2015 г. Снежный покров: 27 регионов	5,2 – 6,5[1)] 5,4 – 6,6[1)]
	Станции фонового мониторинга: Памятная, Туруханск, Хужир, Приморская, Терней	4,4 – 7,8[2)]
	Федеральные округа: Уральский, Сибирский, Дальневосточный	6,0 – 6,4[2)]

[1)] Для снежного покрова – средние по регионам в 2014, 2015 гг.
[2)] Для станций фонового мониторинга и федеральных округов – средневзвешенные за 2014 г. из Обзора за 2014 г.

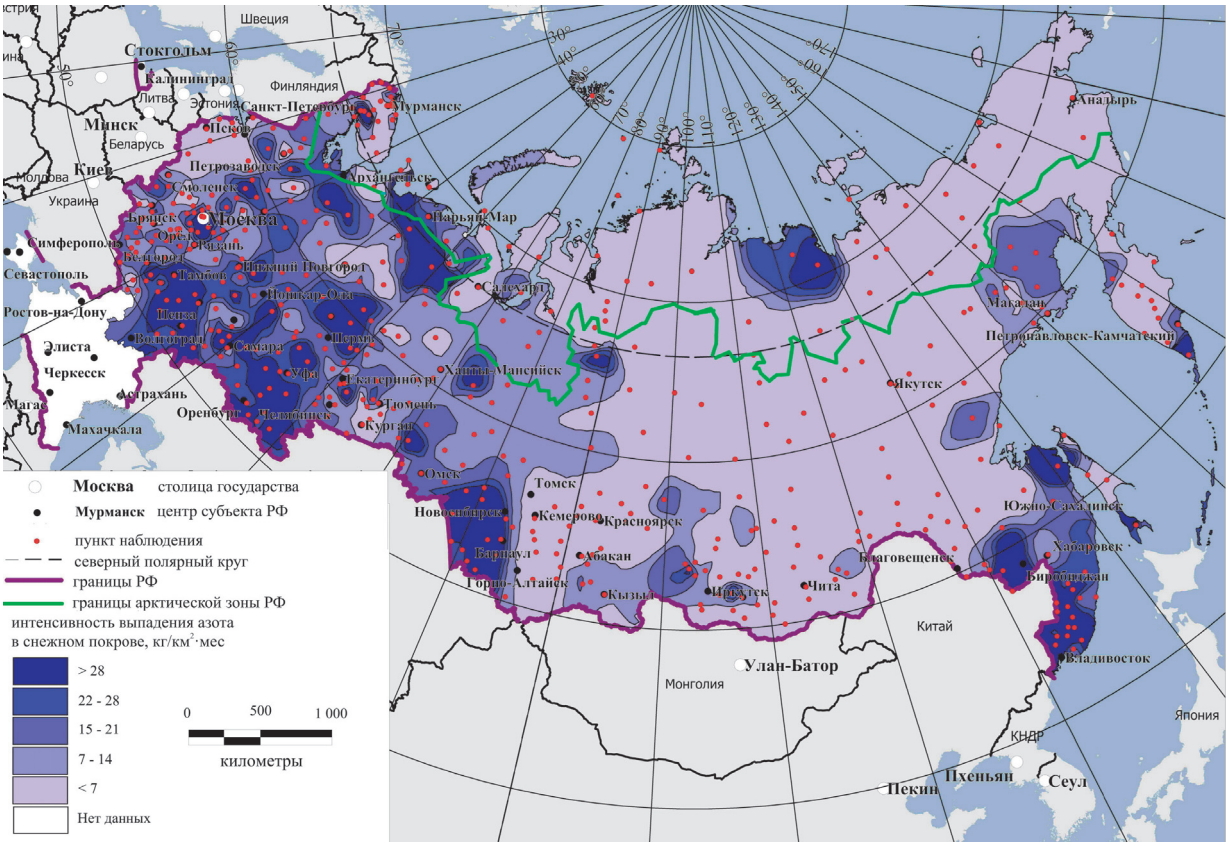


Рис. 2.31. Распределение интенсивности выпадений азота P_N (кг/км^2·мес.) на территории России в конце зимнего периода 2014–2015 гг.

рии страны характеризовался как нейтральный либо слабощелочной.

Этот вывод подтверждают данные сравнения pH в снежном покрове (2014, 2015 гг.) с данными получаемыми на фоновых станциях химического состояния атмосферных осадков в федеральных округах (табл. 2.17). Сравнение показывает достаточно хорошее совпадение данных наблюдений на сети мониторинга ХССП и станциях фонового мониторинга.

На рис. 2.30 показана карта-схема распределения интенсивности выпадений серы P_S (кг/км^2·мес.) на материковой территории России по данным мониторинга ХССП в 2015 гг. Как следует из карты-схемы, из рис. 2.30, значительная часть территории России в зимний период 2014–2015 гг. была подвержена воздействию фоновых и близких к фоновым потоков серы с атмосферными осадками – < 20 кг/км^2·мес. При этом интенсивные (> 40 кг/км^2·мес.) потоки серы наблюдались на больших площадях юга и востока ЕТС, Урала, центральных регионов Сибири, а также в некоторых областях Восточной Сибири и Дальнего Востока.

Большинство областей интенсивных потоков P_S связаны с выбросами из расположенных в их пределах промышленных районов.

На рис. 2.31 приведена карта–схема распределения интенсивности выпадений азота P_N (кг/км^2·мес.) на территории России, построенная по данным наблюдений в 2015 г. Как видно из рис. 2.31, более половины ЕТР подвержено воздействию потоков азота с интенсивностью выше 15 кг/км^2·мес. На этом фоне практически на всей ЕТР присутствуют области с экстремальными уровнями >80 кг/км^2·мес., в основном, в промышленных регионах. Большая часть азиатской территории России (АТР) в зимний период 2014–2015 гг. испытывала воздействие фоновых и близких к фоновым выпадений азота с атмосферными осадками <14 кг/км^2·мес. На этом фоне выделяются области с большими потоками азота на юге Западной Сибири, в Приморье, на юге Камчатки и аномалия в Арктической зоне к востоку от п-ова Таймыр.

В табл. 2.18 приведены результаты определения показателей P_S и P_N, полученных на разных сетях мониторинга химического состава атмосферных осадков.

Следует также обратить внимание на большой разброс отношений β потоков P_N, рассчитанных по содержанию нитратной и аммонийной форм азота в 2014 г. в снежном покрове (в пределах 0,3–23) по сравнению с вариациями этого параметра, рассчитанного по данным мониторинга химического состава атмосферных осадков (в пределах 0,4–3,9).

Таблица 2.18. Интенсивность выпадений серы P_S и азота P_N по данным наблюдений в 2014 и 2015 гг. на сетях мониторинга химического состава атмосферных осадков

Данные наблюдений		P_S, кг/(км^2·мес.)	P_N, кг/(км^2·мес.)
ЕТР	2014 г. Снежный покров[1)]: P_S – 38 регионов; P_N – 36 регионов	1 – 95	7 – 31 (0,3 – 23,3)[3)]
	2015 г. Снежный покров[1)]: P_S – 42 региона; P_N – 41 регион	2 – 262	2 – 127 (0,1 – 35,1)[3)]
	Станции фонового мониторинга[2)]: Усть-Вымь, Приокско-Террасный БЗ, Воронежский БЗ, Кавказский БЗ, Шаджатмаз	14 – 66	17 – 62 (0,6 – 1,8)[3)]
	Федеральные округа[2)]: Северо-Западный, Центральный, Южный, Северо-Кавказский, Приволжский	52 – 73	32 – 88 (0,5 – 1)[3)]
АТР	2014 г. Снежный покров[1)]: P_S – 30 регионов; P_N – 28 регионов	5 – 133	2 – 55 (0,3 – 8,5)[3)]
	2015 г. Снежный покров[1)]: P_S – 27 регионов; P_N – 27 регионов	2 – 151	3 – 116 (0,05 – 25,0)[3)]
	Станции фонового мониторинга[2)]: Памятная, Туруханск, Хужир, Приморская, Терней	6 – 76	3 – 42 (1 – 3,9)[3)]
	Федеральные округа[2)]: Уральский, Сибирский, Дальневосточный	57 – 120	32 – 44 (0,4 – 2,2)[3)]

[1)] Для снежного покрова – средние по регионам в 2014, 2015 гг.
[2)] Для станций фонового мониторинга и федеральных округов – средневзвешенные за 2014 г. из Обзора за 2014 г.
[3)] В скобках – отношение β потоков азота, рассчитанных по содержанию нитрат–иона (NO_3^-) и аммоний-иона (NH4+) в атмосферных осадках.

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

Тяжелые металлы

В 2015 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ – 0,5 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ – 2,9 мкг/л, Астраханского БЗ – 0,6 мкг/л, Воронежского БЗ – 1,3 мкг/л, Алтайского БЗ – 0,6 мкг/л. На территории всех заповедников в течение года были отмечены концентрации свинца ниже предела обнаружения. В 2015 году средневзвешенная годовая фоновая концентрация свинца в атмосферных осадках на территории Кавказского БЗ была почти в 2 раза ниже по сравнению с прошлым годом. На территории Приокско-Террасного БЗ концентрация свинца была близка к среднегодовой концентрации в 2014 году и была несколько ниже, чем в предыдущие годы.

На территории Кавказского БЗ и Приокско-Террасного БЗ «мокрые» выпадения свинца в 2015 году составили менее 0,9 мг/м^2 и более 1,5 мг/м^{2}соответственно. На территории Алтайского заповедника – менее 0,4 мг/м^2, Воронежского заповедника – более 0,6 мг/м^2 (табл. 2.20). На территории Астраханского БЗ «мокрые» выпадения свинца были самыми низкими – около 0,14 мг/м^2 за 9 месяцев (количество осадков на территории Астраханского заповедника так же самое низкое).

В 2015 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации кадмия в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ – 0,03 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ – 0,56 мкг/л, Воронежского БЗ – 0,12 мкг/л, Алтайского БЗ – 0,05 мкг/л. Средневзвешенная годовая фоновая концентрация кадмия в атмосферных осадках на территории Кавказского БЗ в 2015 году была близка к среднегодовой концентрации в 2014 году и была наиболее низкой за весь рассматриваемый период. На территории Приокско-Террасного концентрация кадмия (как и ртути) была выше обычных уровней, что обусловлено экстремально высокой месячной концентраций в мае 2015 года и повышенных концентраций в январе и июле.

На территории Приокско-Террасного БЗ «мокрые» выпадения кадмия в 2015 году составили менее 300 мкг/м^2,на территории Воронежского заповедника – менее 60 мкг/м^2, Алтайского заповедника – более 30 мкг/м^2. На территории Астраханского БЗ «мокрые» выпадения кадмия оставались аномально высокими. На территории Кавказского БЗ выпадения кадмия составило менее 50 мкг/м^2 и последние три года уменьшались (в 2014 – около 100 мкг/м^2, в 2013 г. примерно 150 мкг/м^2).

В 2015 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации ртути в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ – 0,41 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ – 1,19 мкг/л, Воронежского БЗ – 0,05 мкг/л, Алтайского БЗ – 0,06 мкг/л, Астраханского БЗ – 2,49 мкг/л. Средневзвешенная годовая фоновая концентрация ртути в атмосферных осадках на

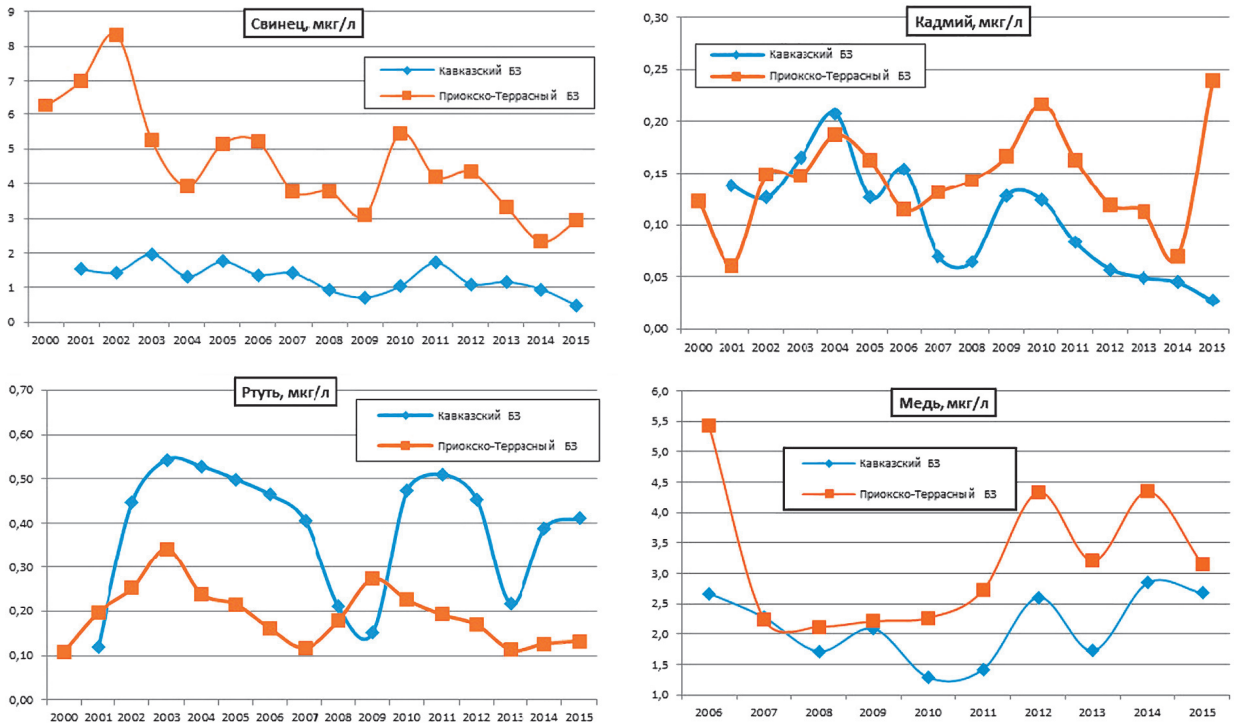


Рис. 2.32. Изменение содержания тяжелых металлов в атмосферных осадках фоновых районов в 2000–2015 гг.

территории Кавказского БЗ в 2015 году соответствовала уровням большинства предыдущих лет и была близка к среднегодовой концентрации в 2014 году.

На территории Приокско-Террасного БЗ «мокрые» выпадения ртути в 2015 году составили более 600 мкг/м^2, на территории Воронежского заповедника – менее 30 мкг/м^2, Кавказского БЗ – более 700 мкг/м^2, Алтайского заповедника – более 40 мкг/м^2, Астраханского БЗ – около 600 мкг/м^2.

В 2015 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации меди в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ – 2,7 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ – 3,1 мкг/л, Воронежского БЗ – 5,4 мкг/л, Алтайского БЗ – 0,8 мкг/л, Астраханского БЗ – 1,9 мкг/л. Средневзвешенные годовые фоновые концентрации меди в атмосферных осадках на территории Кавказского БЗ и Приокско-Террасного БЗ в 2015 году соответствовали уровням большинства предыдущих лет.

На территории Приокско-Террасный БЗ «мокрые» выпадения меди в 2015 году составили менее 1500 мкг/м^2, на территории Воронежского заповедника – более 2500 мкг/м^2, Кавказского БЗ – более 4700 мкг/м^2, Алтайского заповедника – более 500 мкг/м^2, Астраханского БЗ – менее 500 мкг/м^2.

Изменение содержания тяжелых металлов в атмосферных осадках фоновых районов в 2000–2015 гг. представлено на рис. 2.32.

Полиароматические углеводороды

В 2015 г. среднегодовая концентрация бенз(а)пирена в осадках в фоновых районах ЕТР изменялась от 0,58 до 0,80 нг/л, что на уровне прошлогодних значений, при этом более высокие уровни значений наблюдались в холодное полугодие. В южных районах Сибири средние концентрации бенз(а)пирена снизились по сравнению с прошлогодним уровнем и составили около 0,44 нг/л (табл. 2.19).

Пестициды

По данным наблюдений фоновых станций в 2015 г. содержание пестицидов в атмосферных осадках соответствовало крайне низкому уровню прошлых лет. Концентрации γ-ГХЦГ на всех СКФМ были на уровне 5–17 нг/л. Среднегодовые значения суммы изомеров ДДТ составляли 60–154 нг/л, сохраняясь на уровне прошлогодних значений (табл. 2.19).

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

Главную роль в формировании трансграничного загрязнения воздуха и осадков играют выбросы кислотообразующих соединений в атмосферу, главным образом, газообразных оксидов серы и азота. В период их пребывания

Таблица 2.19. Концентрации загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов в 2015 г.

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2015 г.	Диапазон	2015 г.	Диапазон	2015 г.
Кавказский БЗ	1982–2015	0,19 – 69,0	0,537	0,020 – 49,0	0,031	0,001 – 22,4	0,445
Приокско-Террасный БЗ	1983–2015	0,2 – 696,0	2,945	0,009 – 20,0	0,382	0,01 – 80,0	0,142
Астраханский БЗ	1987–2015	0,05 – 1,0	0,915			0,02 – 376,0	1,623
Воронежский БЗ	1989–2015	0,18 – 44,2	1,071	0,025 – 19,0	0,194	0,001 – 311,0	0,101
Яйлю	1998–2015	0,25 – 48,0	0,878	0,011 – 2,5	0,056	0,001 – 0,97	0,046

Заповедник	Период наблюдений	Бенз(а)пирен, нг/л		сумма–ДДТ, нг/л		γ-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2015 г.	Диапазон	2015 г.	Диапазон	2015 г.
Кавказский БЗ	1982–2015	0,05 – 61,0	0,581	1,01 – 1811	154,30	0,25 – 190	8,95
Приокско-Террасный БЗ	1983–2015	0,05 – 28,0	0,804	1,5 – 1729	60,190	0,25 – 12960	17,643
Астраханский БЗ	1987–2015	0,05 – 22,72	0,582	1,5 – 994	67,183	0,3 – 111,0	3,675
Воронежский БЗ	1989–2015	0,05 – 10,4	0,706	1,0 – 341	60,629	0,23 – 40,7	11,966
Яйлю	1998–2015	0,1 – 14,0	0,443	0,4 – 350	139,62	0,1 – 120	4,93

НПО – значение ниже предела обнаружения.

Таблица 2.20. Выпадения тяжелых металлов с атмосферными осадками в фоновых районах (мкг/м^2 · месяц)

Свинец					
Месяц	Приокско-Террасный БЗ	Кавказский БЗ	Астраханский БЗ	Воронежский БЗ	Яйлю
1	97,21	194,27	23,52	41,90	12,32
2	65,01	95,22	1,75	12,90	21,78
3	41,25	49,71	16,80		30,24
4	151,36	68,66	28,07	50,36	
5	305,66	34,44	27,76		
6	197,30	44,64		9,55	100,75
7	272,91	0,00	20,13	62,31	70,70
8	68,50	23,11		13,75	68,07
9	79,70	0,00		15,07	75,60
10	30,91	93,55	3,19	12,85	
11	70,35	112,52	9,60	345,60	
12	129,60	137,84	6,42	65,10	
Кадмий					
Месяц	Приокско-Террасный БЗ	Кавказский БЗ	Астраханский БЗ	Воронежский БЗ	Яйлю
1	18,52	2,52	156,80	3,51	0,63
2	0,95	4,33	13,68	1,29	0,40
3	1,82	2,49	324,00		1,54
4	15,14	7,90	297,49	1,64	
5	128,18	2,79	763,40		6,15
6	24,88	4,12		1,43	7,75
7	64,51	0,00	125,12	10,95	5,66
8	2,19	2,57		1,55	8,23
9	12,34	0,00		0,74	3,50
10	1,43	3,72	24,32	1,71	
11	6,10	7,18	141,00	13,44	
12	11,66	9,85	137,78	20,83	

в атмосфере происходит химическая трансформация до кислотных ионов, и реализуются возможности дальнего, в том числе трансграничного, переноса загрязняющих веществ. В рамках выполнения международной «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) в 2015 г.

проводились наблюдения на четырех станциях ЕМЕП, расположенных в северо-западном регионе России (Янискоски, Пинега) и в центральной части Европейской России: на станциях Данки (юг Московской области), Лесной заповедник (Тверская область). Основные измерения по программе ЕМЕП представляют собой регулярный анализ содержания в атмосфере и атмосферных осадках основных химических соединений, определяющих кислотно-щелочной баланс. По результатам обработки годовых массивов полученных данных оценены реальные величины атмосферных выпадений (нагрузок) серы и азота, образующих приоритетные кислотообразующие соединения, в районах размещения станций.

При использовании традиционного анализа степени закисления атмосферных осадков по величине pH, показателю концентрации свободных ионов водорода, необходимо учитывать, что он также характеризует соотношение анионов закисляющих соединений и щелочных нейтрализующих катионов, образующихся и абсорбируемых в облачных слоях в ходе переноса. На это соотношение влияют как природные, так и антропогенные факторы. Для различных районов земного шара и в разные сезоны pH атмосферных осадков варьирует в весьма широких пределах, внутри которых осадки условно можно подразделить на: кислые (при pH < 4), слабокислые (4 < pH < 5), природно-нейтральные (5 < pH < 7) и слабощелочные (pH > 7).

Распределение повторяемости наблюдавшихся значений pH суточных осадков в различных диапазонах характера кислотности представлено в табл. 2.21, из которой видно, что кислые осадки (pH < 4) в 2015 г. не наблюдались. На приграничных территориях отмечаются слабокислые осадки, тем не менее, в северо–западной части ЕТР атмосферные выпадения в целом нейтральные, с наибольшей вероятностью значений pH от 5 до 6.

Величина выпадений соединений серы и азота на подстилающую поверхность дает возможность оценить степень опасности воздействия загрязнения атмосферы на состояние окружающей среды, в частности, в долгосрочной перспективе избыточное поступление этих веществ может привести к закислению почвенных растворов и ухудшению свойств почвы. Поток загрязняющих веществ из атмосферы осуществляется с атмосферными осадками (влажные выпадения) и при осаждении (поглощении) веществ в виде газов и аэрозольных частиц на подстилающей поверхности (сухие выпадения).

Поток влажных выпадений серы и азота (нитратного и аммонийного) на подстилающую поверхность определяется их содержанием в осадках и количеством последних. При этом колебания концентраций основных ионов в атмосферных осадках могут быть меньше, чем изменчивость сумм выпадающих осадков, особенно для межгодовых вариаций сезонных и годовых значений.

Среди составляющих ионного баланса атмосферных осадков сульфат-ион является доминирующим кислотным анионом для всех станций ЕМЕП, его вклад составляет 17–31%, однако вклады нитрат–иона и ионов аммония также довольно существенны – 7–15% и 10–22%, соответственно. Среднегодовая концентрация сульфатной серы в осадках в 2015 г. изменялась от 0,28 мг S /л на станции Янискоски до 0,41 мг S/л на станции Данки (в районе Приокско-Террасного биосферного заповедника). Характер пространственного распределения содержания нитратов в осадках практически совпадал с наблюдающимся в 2015 г. для сульфатов: наименьшее значение среднегодовой концентрации составило 0,12 мг N/л на станции Янискоски (Мурманская обл.), на территориях более низких широт вдали от промышленных районов и крупных городов (станции Пинега и Лесной заповедник) 0,24 – 0,28 мг N/л, на станции Данки – 0,31 мг N/л. Для ионов аммония были характерны практически одинаковые значения среднегодовых концентраций, 0,43 – 0,45 мг N/л.

Во внутригодовом ходе максимальные концентрации сульфатов в районах на станций ЕМЕП наблюдались в весенний и осенний периоды, при более чем пятикратном превышении значений в холодный период по сравнению с теплым. Наиболее высокая концентрация нитратов и ионов аммония в осадках также наблюдается в холодный период года, отражая важную

Таблица 2.21. Распределение измеренных значений показателя кислотности (ед. pH) по диапазонам характера закисления атмосферных осадков в районах расположения российских станций ЕМЕП в 2015 г.

Станция / широта, гр. с.ш.		pH, среднее	Доля проб в диапазоне pH,%				
			< 4	4 – 5	5 – 6	6 – 7	> 7
Янискоски,	69	5,08	0	9	55	33	3
Пинега,	65	5,66	0	0	23	77	0
Лесной,	56	5,50	0	8	64	27	1
Данки,	55	5,64	0	3	63	33	1

роль переноса от антропогенных источников при формировании уровней содержания азотсодержащих соединений в осадках.

Рассчитанные по средневзвешенным концентрациям и месячным суммам выпавших осадков величины влажных выпадений для районов станций составляли в 2015 г.: серы 0,14–0,21 г/м^2 в год и азота 0,26–0,44 г/м^2 в год. Для всех станций ЕМЕП количество влажных выпадений серы и азота в зимний период существенно ниже, чем в летний. Доля аммонийного азота составила около 60% от суммарного влажного выпадения азота. Многолетние вариации выпадений связаны с межгодовой изменчивостью сумм осадков (вариации месячных и годовых величин могут составить десятки процентов от среднемноголетних значений), а также с динамикой выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в странах Европы. Идентификация роли последнего фактора является важной задачей ЕМЕП, так как одной из целей программы является мониторинг, и подтверждение эффективности согласованных предпринятых природоохранных мер в странах-участницах и в Европе в целом для улучшения качества окружающей среды.

Изменение значений годовых выпадений серы из атмосферы с осадками на российских станциях ЕМЕП представлено на рис. 2.3.3. При относительно большой вариации годовых значений можно отметить практически отсутствие направленного уменьшения сумм влажных выпадений за период действия Гетеборгского протокола (подписан в 1999 г.) с незначимыми характеристиками линейного тренда. По результатам расчета многолетних выпадений с осадками суммы нитратного и аммонийного азота, представленным на рис. 2.3.4, отмечается, что в целом на некоторых российских станциях ЕМЕП можно отметить рост выпадений азота. Темпы этого роста различны от станции к станции, что может быть связано с высокой межгодовой вариабельностью значений.

Среднее содержание оксидов серы и азота (газы и аэрозоли) в атмосферном воздухе, оценивающееся по результатам определения сред-

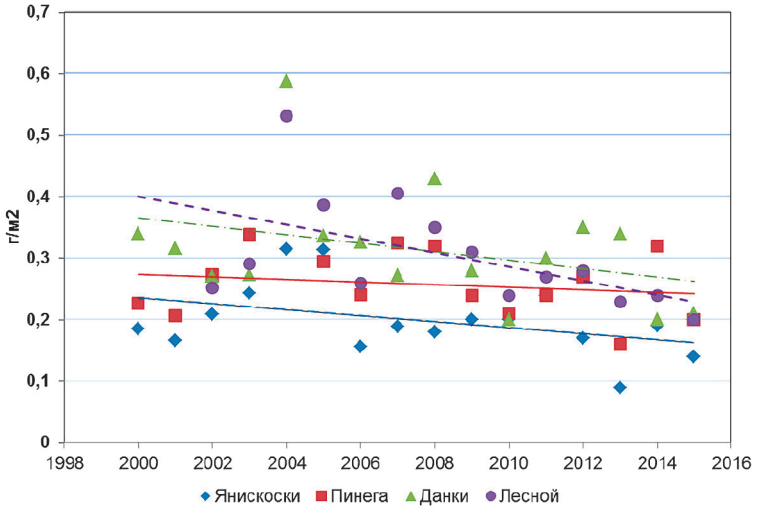


Рис. 2.33. Многолетние выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г S /м^2 / год)

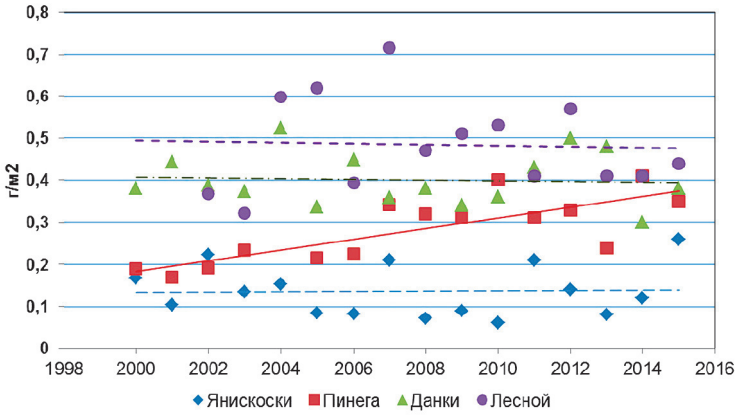


Рис. 2.34. Многолетние выпадения суммарного азота (нитратного и аммонийного) из атмосферы с осадками (г N / м^2 / год)

несуточных концентраций газов и аэрозолей на станциях ЕМЕП, в целом закономерно возрастает с севера ЕТР к центральным районам России. Уровни концентраций значительно ниже, чем принятые границы допустимых значений для самых чувствительных видов наземной растительности, указанные в научной литературе. Внутригодовая изменчивость концентраций окислов серы имеет явную сезонную зависимость: наибольшие средние концентрации сернистого газа на станции Данки в 2015 г. наблюдались в феврале-марте (0,94–1,08 мкг/м^3), аэрозольного сульфата – в январе-марте (от 0,53 до 0,96 мг S/м^3).

Для характеристики степени экологической опасности, вызываемой поступлением избыточного содержания кислотообразующих веществ из атмосферы, в программах Конвенции (включая ЕМЕП) используется сравнение с уровнями критических нагрузок, рассчитанных с учетом чувствительности почв в части изменения их свойств в долгосрочной перспективе при условии, что экосистемы могут выдерживать воздействие количества подкисляющих выпадений без какого-либо ущерба. Величины критических нагрузок оценены для разных географических районов с использованием методических рекомендаций ЕЭК ООН, однако для азота они являются ориентировочными.

Поступление из атмосферы рассчитывается в виде суммы сухих и влажных выпадений всех химических соединений серы и азота, при этом согласно ранее выполненным оценкам для российских станций ЕМЕП вклад сухих выпадений составляет около 40% от суммарных для серы и около 10% для азота. Последнее можно считать несколько заниженной оценкой, поскольку программа мониторинга на российских станциях ЕМЕП не включает измерения газообразной азотной кислоты, аммиака и оксидов азота.

Сравнение годовых влажных выпадений серы и суммарного азота с осадками в 2015 г. и значений критических нагрузок по этим элементам для районов расположения станций, представленных в табл. 2.22, позволяют сделать вывод, что выпадения серы существенно ниже критических нагрузок. Для азота суммарные выпадения близки к критическим значениям, что является тревожный сигналом с учетом существующих тенденций изменения выпадений азота с осадками к росту год от года.

2.3.9. Региональное загрязнение воздуха и осадков по данным станций мониторинга EANET

На территории России в рамках международной Сети мониторинга выпадения кислотных осадков в Восточной Азии (Acid Deposition Monitoring Network in East Asia – EANET) с 2000–2002 гг. постоянно работают 4 станции мониторинга: три в регионе оз. Байкал – Иркутск (городская), Листвянка (региональная) и Монды (фоновая); одна в Приморском крае – Приморская (региональная). В настоящее время только станции EANET предоставляют результаты регулярного мониторинга содержания загрязняющих веществ в атмосфере вне городов на азиатской части территории России.

По данным измерений в 2015 г. впервые содержание газообразного хлористого водорода в целом преобладало среди газовых примесей, измеряемых на станциях EANET (рис. 2.35). На станции Приморская среднегодовое содержание аммиака и диоксида серы одно из самых низких в сравнении с наблюдениями за предыдущие годы, при этом наблюдавшиеся концентраций SO_2 в Приморье были ниже, чем в районе озера Байкал. Среднемесячные концентрации SO_2 на фоновом уровне (ст. Монды) в 2015 г. регистрировались на уровне ниже 0.05 мкг/м^3, с более высокими значениями для холодного периода года.

За весь период наблюдения на всех станциях EANET наибольшие концентрации в составе взвешенных частиц характерны для сульфатов – около 55–60% состава атмосферных аэрозолей по массе, при этом наиболее высокие значения практически всех ионов характерны для измерений в Приморском крае (рис. 2.36). В Байкальском регионе за период наблюдений содержание практически всех основных ионов в воздухе уменьшилось более чем вдвое. При этом наблюдаемое региональное загрязнение атмо-

Таблица 2.22. Сравнение суммарных влажных выпадений в 2015 г. и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП, г / м^2 / год

Станция ЕМЕП	Суммарные выпадения и критические нагрузки для серы		Суммарные выпадения и критические нагрузки для азота	
	Выпадения	Нагрузки	Выпадения	Нагрузки
Янискоски	0,14	0,32–0,64	0,26	<0,28
Пинега	0,20	0,32–0,64	0,35	<0,28
Лесной	0,21	1,6–2,4	0,44	0,56–0,98
Данки	0,20	1,6–2,4	0,38	0,56–0,98

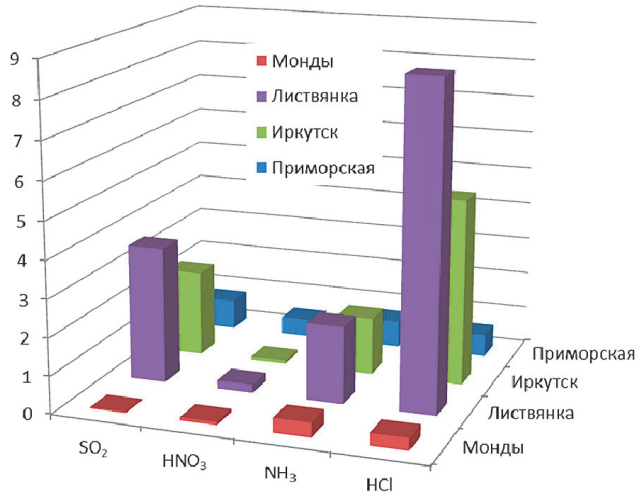


Рис. 2.35. Среднегодовое содержание газовых примесей в воздухе по данным измерений на станциях ЕАНЕТ в 2015 г. (мкг/м^3)

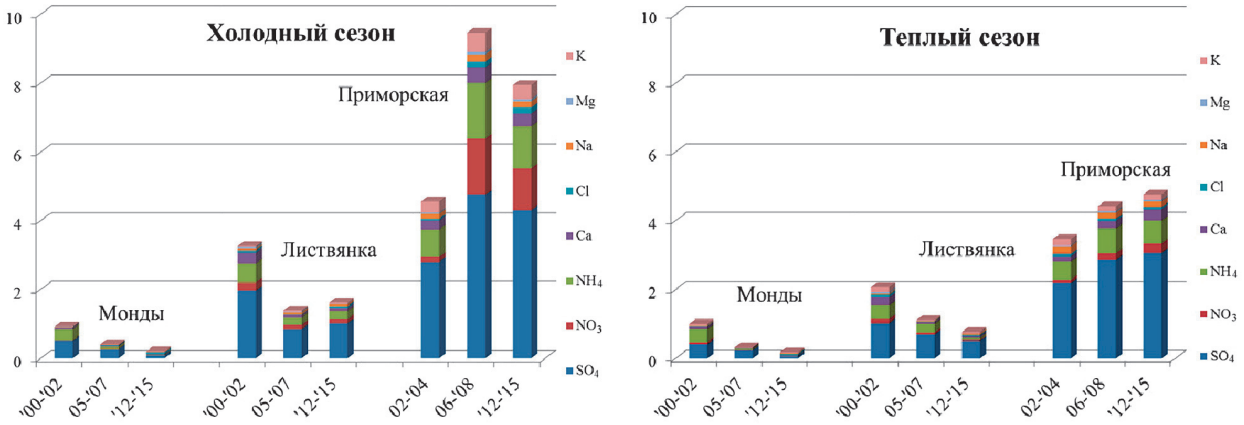


Рис. 2.36. Изменение среднего химического состава аэрозолей (мкг/м^3).на станциях ЕАНЕТ в холодный (слева) и теплый (справа) периоды по данным наблюдений в 2000–2015 г.

сферы (ст. Листвянка) в 5 и более раз превышает фоновые уровни загрязнения (ст. Монды). Концентрации сульфатов, нитратов и аммония в аэрозолях в Приморье 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 2015 г. среднесезонные концентрации в районе оз. Байкал были на уровне многолетних характерных значений или чуть ниже, а в Приморье – как в 2014 г, оставаясь несколько выше многолетних характерных значений.

В многолетнем ходе средних концентраций серо- и азотсодержащих веществ в воздухе отмечается некоторая стабилизация среднегодовых значений на всех станциях ЕАНЕТ по сравнению с 2010–2013 гг. (рис. 2.37).

Оценка трендов изменения содержания основных загрязняющих веществ в воздухе за весь период наблюдений (табл. 2.23), показала, что на региональных станциях Листвянка и Приморская уровни концентраций диоксида серы в целом возрастали на 3,2–3,8% в год (по отношению к среднему многолетнему), в то время как концентрации сульфатов в регионе озера Байкал убывали в среднем на 3,8–4,7% в год. На станции Листвянка также отмечаются значимые убывающие тренды для всех основных ионов, определяемых в аэрозолях; на фоновой станции Монды такое убывание гораздо слабее или не является значимым. Оценки медианных трендов показали разнонаправленные изменения содержания аммиака в воздухе, и возрастание концентраций газовой HCl (от 5 до 16% в год) на всех трех станциях.

По результатам наблюдений за загрязнением осадков в 2015 г. на региональном уровне отмечается небольшие различия содержания сульфатов, аммония и других соединений для региона Байкала и Приморья, определяемые, в основном, разницей внутригодового хода. Сезонные изменения влажных выпадений сульфатов и других ионов определяются, в основном,

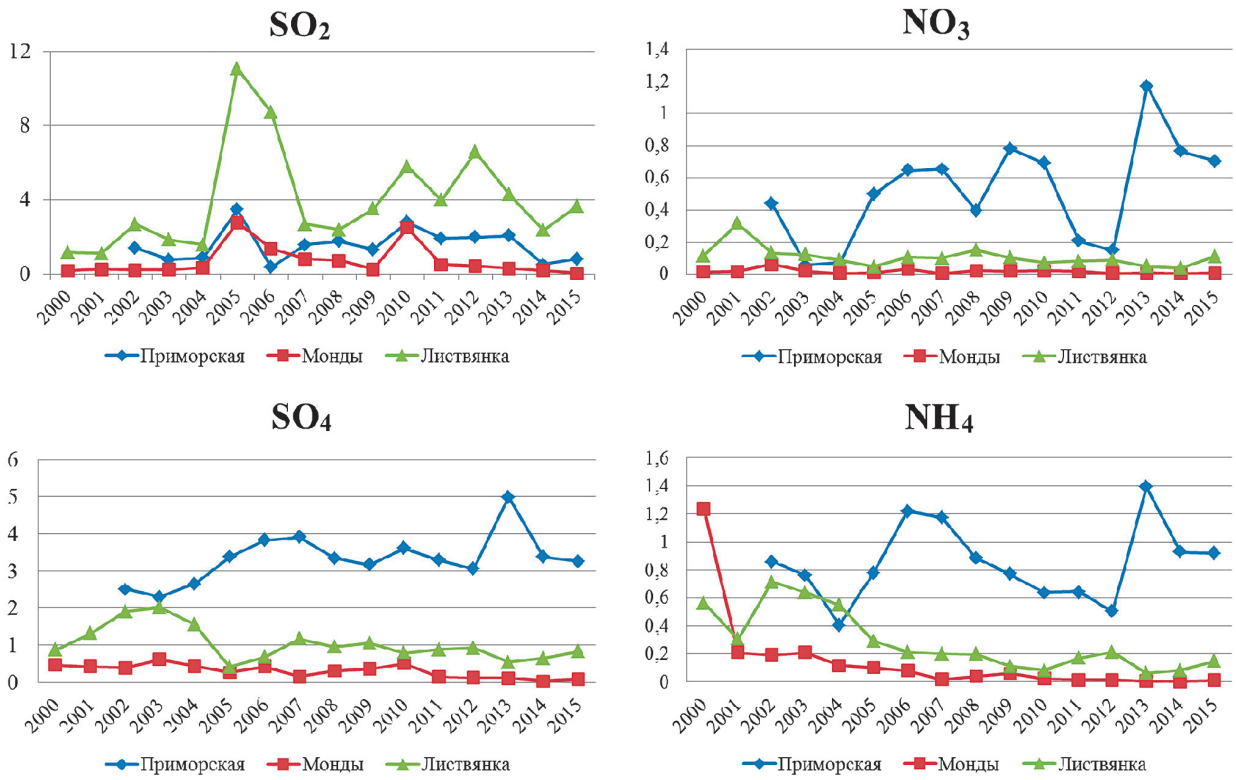


Рис. 2.37. Изменения средних годовых концентрации соединений серы (слева) и азота (справа) в воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг/м^3)

Таблица 2.23. Оценки трендов концентраций основных загрязняющих веществ в воздухе на станциях ЕАНЕТ (в год) за период 2000–2014 г. (статистически незначимые величины выделены серым цветом ячейки)

Измеряемое вещество		Станции мониторинга ЕАНЕТ		
		Приморская	Монды	Листвянка
Газы, млрд$^{-1}$/год	SO_2	0,016	0,003	0,032
	HNO_3	0,002	0	–0,004
	HCl	0,015	0,010	0,009
	NH_3	–0,132	–0,002	0,019
Аэрозоли мкг/м^3 в год	SO_4^{2-}	0,027	–0,013	–0,035
	NO_3^-	0,002	–0,002	–0,008
	Cl^-	–0,003	0	–0,005
	NH_4^+	–0,005	–0,008	–0,019
	Na^+	0,001	0	–0,001
	K^+	0	–0,001	–0,002
	Mg^{2+}	0,001	–0,001	–0,001
	Ca^{2+}	0,006	–0,002	–0,006

годовым ходом осадков. Максимальные потоки сульфатов в 2015 г. отмечены в Приморье в декабре (0,65 г/м^2), значительные в апреле-августе (0,20–0,26 г/м^2 в месяц), а в холодный период 2014–2015 г. влажные выпадения сульфатов в целом составили 0,41 г/м^2 (0,07–0,13 г/м^2 в месяц в декабре-марте), несмотря на относительно высокие концентрации их в осадках (рис. 2.38). В регионе Байкала внутригодовой ход выпадений выражен явно с максимумами в конце весны-лета практически для всех соединений, вместе с наибольшими суммами осадков в течение года (более 85% за апрель-сентябрь 2015 г.).

Вследствие региональных особенностей поступления осадков, при сравнимых уровнях концентраций кислотных соединений в осадках величина их влажных выпадений значительно выше в Приморском регионе, чем в Байкаль-

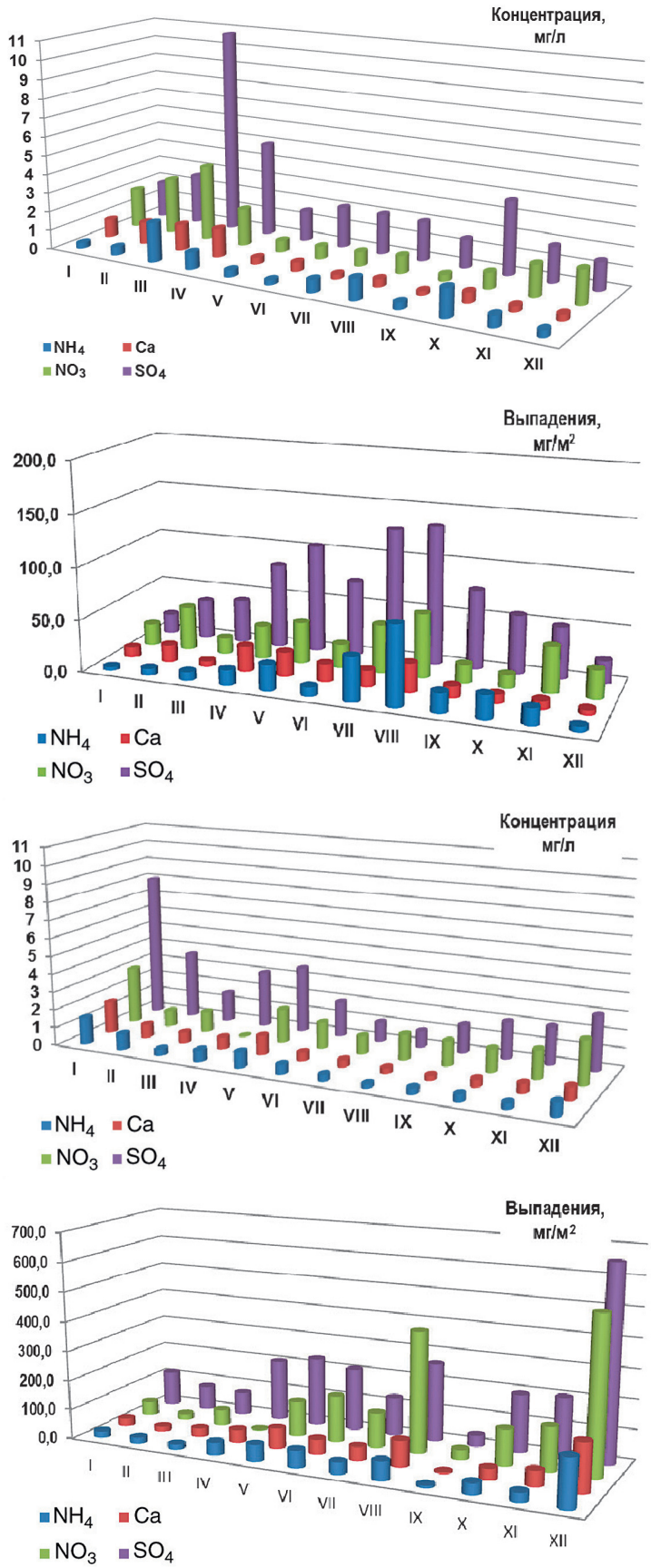


Рис. 2.38. Годовой ход концентраций (слева) и выпадений (справа) основных кислотообразующих ионов с осадками в регионе оз. Байкал (ст. Листвянка, верхний) и на Дальнем Востоке (ст. Приморская, нижний) в 2015 году

Таблица 2.24. Сравнение суммарных выпадений серы и азота с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2008–2015 г. и критических нагрузок, используемых в ЕМЕП, г/м^2/год

Станция	Влажные выпадения (в единицах элемента) (в скобках – среднее за 7 лет)			Критические нагрузки (ЕМЕП)	
	S (SO_4)	N (NO_3)	N (NH_4)	S_{CL}	N_{CL}
Листвянка	0,09 – 0,34 (0,22)	0,032 – 0,10 (0,073)	0,034 – 0,16 (0,096)	1,6 – 2,4	0,56 – 0,98
Монды	< 0,01 – 0,051 (0,030)	<0,001 – 0,022 (0,015)	<0,001 – 0,04 (0,020)	0,32 – 0,64	< 0,28
Приморская	0,44 – 0,78 (0,61)	0,087 – 0,33 (0,23)	0,31 – 0,58 (0,40)	1,6 – 2,4	0,56 – 0,98

ском регионе (табл. 2.24). При этом уровни потоков серы и азота с осадками (без учета сухих выпадений) в Прибайкалье все еще ниже значений критических нагрузок, предлагаемых в Европе для оценки величины 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 (по данным сети СКФМ)

Наблюдения за содержанием в почвах приоритетных экотоксикантов проводятся на постоянных пробных площадках станций комплексного фонового мониторинга (КФМ), располагающихся в пределах особо охраняемых природных территорий федерального значения – биосферных заповедников и национальных парков, которые приурочены к основным биоклиматическим зонам европейской и азиатской частей России, включая диапазон от подтаежной до полупустынной зон, а также области высотной поясности (рис. 2.39). Пробные площадки организованы в наиболее представительных биогеоценозах регионов, что позволяет охарактеризовать фоновое поступление загрязняющих веществ в типичные ландшафты.

Отбор проб почв и растительности на станциях КФМ осуществляется с периодичностью

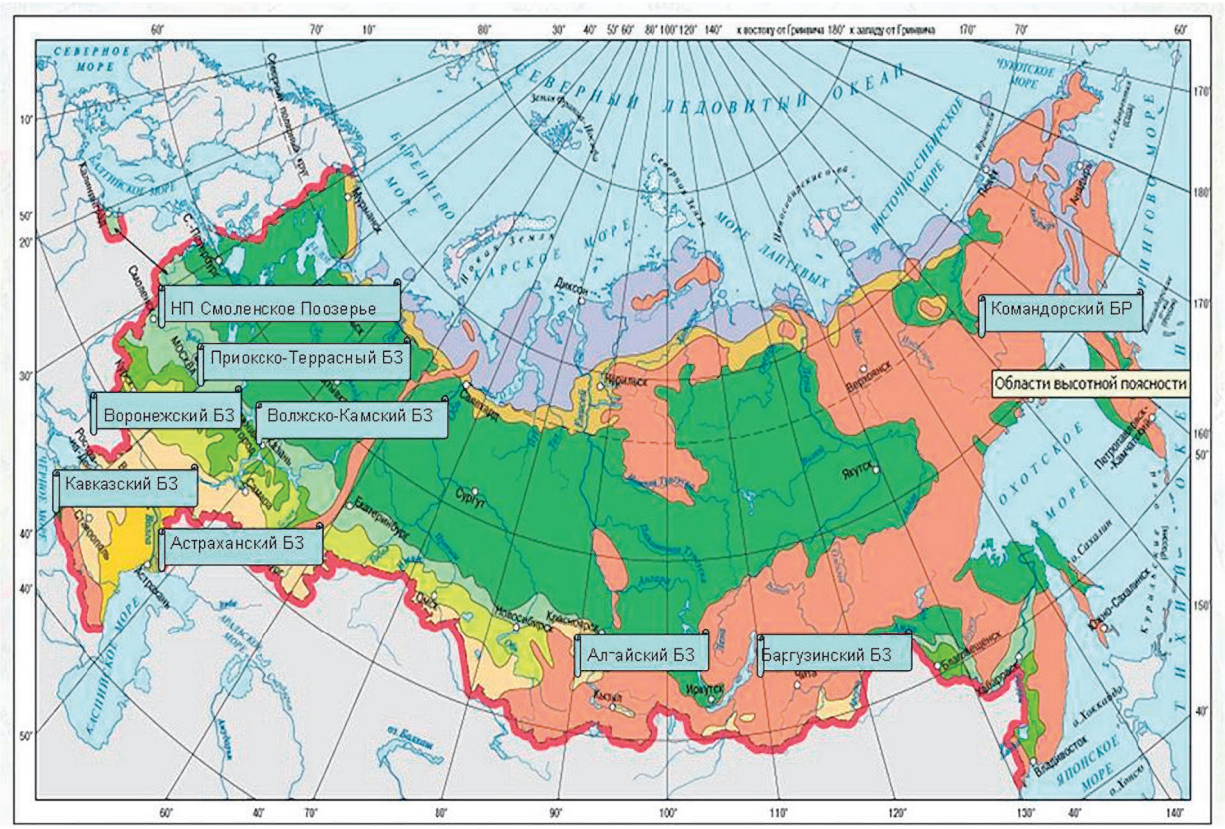


Рис. 2.39. Карта – схема распределения станций КФМ по природным зонам России

1 раз в 3–5 лет по унифицированной для всех КФМ схеме. Образцы почв отбираются методом конверта с площади 100–2500 м^2 из верхнего минерального слоя профиля на глубину 10 см, а в лесных экосистемах – дополнительно из горизонта лесной подстилки. Пробы вегетативных частей растительности отбираются раздельно по фракциям: листва и хвоя древостоев, надземная часть высшей растительности травянистого (разнотравье) яруса и низшей растительности мохового яруса.

В 2015 году проводились плановые обследования фонового загрязнения почв на станциях КФМ Кавказского БЗ, Приокско–Террасного БЗ и Астраханского БЗ. Кроме того, представлены данные комплексных обследований фонового уровня загрязнения почв и растительности на всех станциях КФМ за последние 10 лет.

Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах биосферных заповедников по данным сети станций комплексного фонового мониторинга

В целом, за период наблюдений с 2005 по 2015 год в почвах станций КФМ не зарегистрировано случаев значимого превышения концентраций загрязняющих веществ сверх установленных нормативных величин ПДК (ОДК) для валовых форм соединений тяжелых металлов (табл. 2.25) и стойких органических загрязнителей (табл. 2.26).

Тем не менее, содержание загрязнителей, численно превышающее величину 0,5 ПДК (ОДК), спорадически зарегистрировано за последнее десятилетие в автоморфных дерново-подзолистых почвах Приокско-Террасного БЗ (валовые формы соединений свинца, кадмия и меди, а также сумма метаболитов ДДТ), Воронежского БЗ (соединения свинца, бенз(а)пирена и суммы метаболитов ДДТ) и Волжско-Камского БЗ (сумма метаболитов ДДТ), горных бурых лесных почвах Кавказского БЗ (соединения свинца), горно-луговых почвах Алтайского БЗ (соединения кадмия), горных мерзлотно-таежных почвах Баргузинского БЗ (сумма метаболитов ДДТ), т.е. на большинстве пробных площадок станций КФМ. Полученные данные свидетельствует о наличии значимой антропогенной нагрузки в этих регионах, особенно в приуроченных к равнинной части европейской территории России. Лишь в случае размещения станций КФМ в гористых ландшафтах можно предположить естественную литогенную природу обогащенности почв валовыми формами соединений тяжелых металлов, которая определяется халькофильно-сидерофильной специализацией массивов покровных отложений.

Таблица 2.25. Средние концентрации приоритетных неорганических загрязняющих веществ в почвах в 2013–2015 гг. и диапазоны значений за период 2005–2015 гг. по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга

Станция КФМ	Опробованные почвы	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг	
		Диапазон	2013 г./ 2015 г.	Диапазон	2013 г./ 2015 г.	Диапазон	2013 г./ 2015 г.
Центральный федеральный округ							
НП Смоленское Поозерье*	Дерново-подзолистые супесчаные	3,7–10,0	8,8/ –	0,12–0,35	0,35/ –	2,2–16,0	11,9/ –
Приокско-Террасный БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	1,4–19,0	2,8/4,6	0,02–0,66	0,11/ 0,64	0,53–58,0	8,2/2,6
Воронежский БЗ*	Дерново-подзолистые песчаные	1,30–31,0	2,8/ –	0,03–0,50	0,09/ –	2,9–7,5	4,8/ –
Южный федеральный округ							
Кавказский БЗ*	Горные бурые лесные	6,3–25,0	13,5/19,3	0,05–0,32	0,15/0,18	7,8–27,6	13,0/18,0
Астраханский БЗ	Аллювиальные луговые и лугово-болотные	1,5–6,6	5,4/2,1	0,07–0,3	0,30/0,14	9,7–14,0	11,2/9,4
Приволжский федеральный округ							
Волжско-Камский БЗ*	Дерново-подзолистые суглинистые	2,9–12,0	8,5/ –	0,05–0,56	0,16/ –	7,6–20,4	18,0/ –
Сибирский федеральный округ							
Алтайский БЗ (Яйлю)*	Горно-луговые	3,7–12,5	10,8/ –	0,05–0,80	0,22/ –	6,10–57,0	8,5/ –
Баргузинский БЗ*	Горные мерзлотно-таежные	2,4–8,2	4,9/ –	0,04–2,8	0,23/ –	3,1–12,0	6,1/ –
Дальневосточный федеральный округ							
Командорский БР*	Подзолы	5,2	5,2/ –	0,17	0,17/ –	10,4	10,4/ –
ПДК(ОДК)$_{вал}$		32		1		55	

* Приведены данные последнего срока измерения.
– Нет данных.

Таблица 2.26. Средние концентрации приоритетных органических загрязняющих веществ в почве в 2013–2015 гг. и диапазоны значений за период 2005–2015 гг. по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга

Станция КФМ	Опробованные почвы	Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма–ДДТ, мкг/кг		–ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон	2013 г./ 2015 г.	Диапазон	2013 г./ 2015 г.	Диапазон	2013 г./ 2015 г.
Центральный федеральный округ							
НП Смоленское Поозерье*	Дерново-подзолистые супесчаные	0,2–1,2	0,2/ –	≤0,2–10,0	≤0,2/ –	≤0,2–0,7	≤0,2/ –
Приокско-Террасный БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	0,1–0,9	0,4/ –	0,5–70,8	34,2/1,2	≤0,05–6,0	3,8/2,1
Воронежский БЗ*	Дерново-подзолистые песчаные	0,1–18,1	0,09/ –	0,5–77,9	28,0/ –	≤0,05–4,5	3,2/ –
Южный федеральный округ							
Кавказский БЗ*	Горные бурые лесные	0,08–1,4	0,4/–	0,5–41,1	3,9/18,5	≤0,05–5,64	0,03/ 0,7
Астраханский БЗ	Аллювиальные луговые и лугово-болотные	0,08–0,45	0,5/0,4	0,3–25,1	4,2/22,3	≤0,05–13,2	6,5/0,5
Приволжский федеральный округ							
Волжско-Камский БЗ*	Дерново-подзолистые суглинистые	0,1–0,3	0,1/ –	0,5–71,4	23,3/ –	≤0,2–4,5	2,8/ –
Сибирский федеральный округ							
Алтайский БЗ (Яйлю)*	Горно-луговые	0,1–3,7	0,5/ –	0,5–52,6	4,8/ –	≤0,05–2,2	0,25/ –
Баргузинский БЗ*	Горные мерзлотно-таежные	0,3–1,6	0,5/ –	0,5–98,6	15,5/ –	≤0,05–3,4	1,7/ –
Дальневосточный федеральный округ							
Командорский БР*	Подзолы	0,3/ –	0,3/ –	36,0	36,0/ –	1,1	1,1/ –
ПДК		20		100		100	

* Приведены данные последнего срока измерения.
– Нет данных.

В то же время, анализ временных трендов изменения величин содержания в почвах станций КФМ загрязняющих веществ за период с 80-х годов XX века до настоящего времени показал, что к началу XXI века в почвах Кавказского, Баргузинского, Воронежского и Астраханского биосферных заповедников произошло снижение среднего уровня загрязнения почв соединениями свинца в 1,5–2 раза (рис. 2.40).

Уровень концентраций соединений кадмия в почвах Астраханского БЗ в конце прошлого века превышал ОДК, но понизился в последние десятилетия до близкого к кларку в земной коре (0,13 мг/кг), в то время как в почвах других станций КФМ достоверных изменений валовых концентраций не отмечается, а регистрируемые концентрации элемента стабильно низкие (рис. 2.41). Исключение представляют дерново-подзолистые почвы Приокско-Террасного БЗ, в которых в последнее пятилетие отмечен рост фонового уровня концентраций соединений кадмия, в том числе в 2015 г. зафиксировано превышение величины 0,5 ПДК по валовому содержанию кадмия.

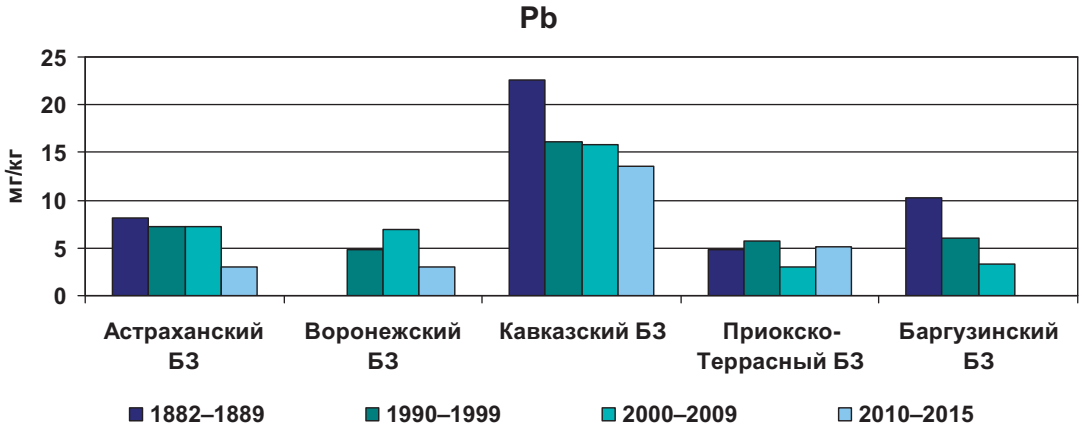


Рис. 2.40. Динамика средних значений валовой концентрации свинца в почвах биосферных заповедников по длительным периодам наблюдений

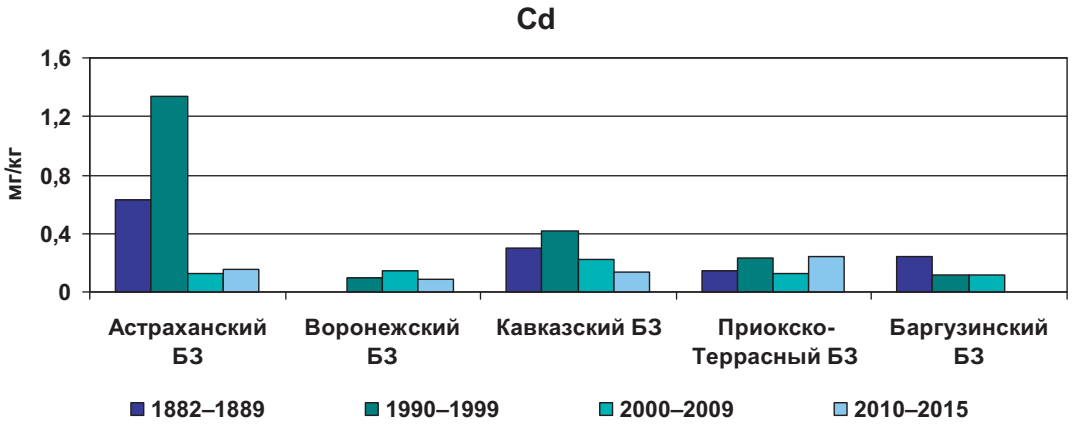


Рис. 2.41. Динамика средних значений валовой концентрации кадмия в почвах биосферных заповедников по длительным периодам наблюдений

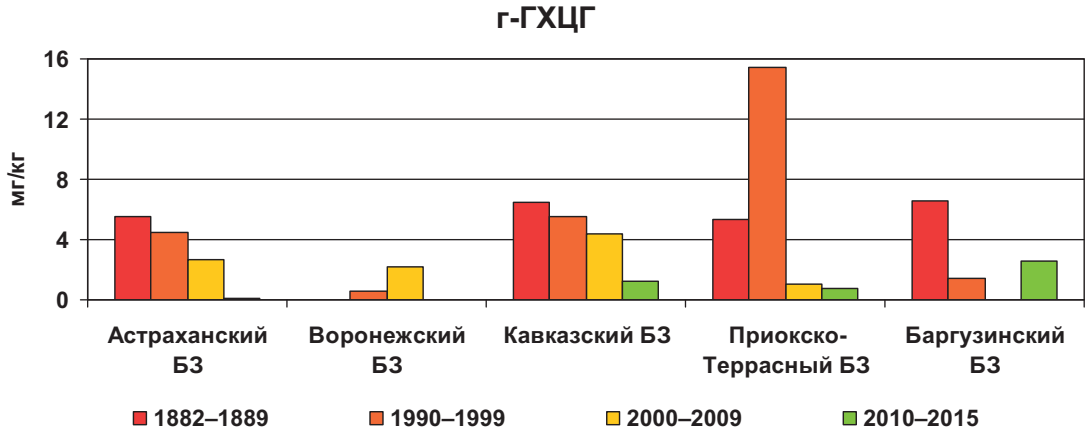


Рис. 2.42. Динамика средних значений γ-ГХЦГ в почвах биосферных заповедников по длительным периодам наблюдений

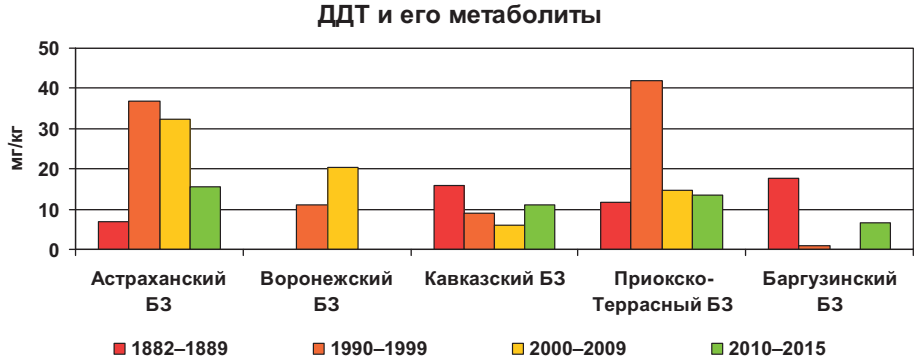


Рис. 2.43. Динамика средних значений концентрации ДДТ (с метаболитами) в почвах биосферных заповедников по длительным периодам наблюдений

Одновременно с этим на станциях КФМ отмечается тенденция снижения фонового уровня загрязнения почв остаточными количествами пестицидов (рис. 2.42 и 2.43). В наибольшей степени снижение остаточных количеств отмечается для γ-ГХЦГ, концентрация этого пестицида в почвах некоторых пробных площадок снизилась в 5 и более раз. В настоящее время в почвах заповедников регистрируются значения, в 50 и более раз ниже установленных ПДК и близкие к пределу лабораторного обнаружения, что позволяет говорить о фактическом отсутствии загрязнения почв γ-ГХЦГ.

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

руемые в последние годы концентрации обычно в 3–5 раз ниже установленного ПДК, что в целом также позволяет характеризовать почвы как «чистые» по содержанию ДДТ. Однако в ряде почв станций КФМ с суглинистым составом отмечаются достаточно высокие концентрации пестицида, поступившего ранее из атмосферы и сохранившегося на сорбционных геохимических барьерах вплоть до настоящего времени.

Фоновое содержание загрязняющих веществ в растительности биосферных заповедников по данным сети станций комплексного фонового мониторинга

По результатам фонового мониторинга состояния растительности в районах размещения станций КФМ, проведённого в 2005–2015 гг., содержание большинства тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в вегетирующих органах растений находится в пределах интервалов колебаний характеристик природного фона (табл. 2.27 и табл. 2.28). В то же время, для ряда контролируемых параметров в последние 3 года наблюдений были отмечены максимумы значений. В частности, в 2013 г. в Приокско-Террасном БЗ наблюдались наивысшие для многолетней динамики показатели содержания соединений кадмия в листве деревьев, а для γ-ГХГЦ – как в листве деревьев, так и в разнотравье напочвенного покрова; в Воронежском БЗ – соединений свинца в моховом покрове и суммы–ДДТ в хвое сосны; в Кавказском БЗ – γ-ГХГЦ в хвое и листве древесного яруса; в Алтайском БЗ (Яйлю) – бенз(а)пирена в травянистой растительности. Поскольку применение хлорсодержащих органических пестицидов групп ДДТ и ГХГЦ было в основном прекращено после 1980-х гг., то зафиксированное повышение их остаточных количеств в растительности ряда станций КФМ может определяться спецификой

Таблица 2.27. Средние концентрации приоритетных неорганических загрязняющих веществ в растительности в 2013–2015 гг. и диапазоны значений за период 2005–2015 гг. по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга

Станция КФМ	Проба	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг	
		Диапазон	2013 г./ 2015 г.	Диапазон	2013 г./ 2015 г.	Диапазон	2013 г./ 2015 г.
Центральный федеральный округ							
НП Смоленское Поозерье*	Осина, листва Липа, листва Черника Мох	0,3–7,3	1,2/– 3,4/– 0,3/– 4,0/–	0,18–0,96	0,90/– 0,39/– 0,22/– 0,90/–	–	5,3/– 9,2/– 8,0 4,3/–
Приокско–Террасный БЗ	Береза, листва Разнотравье	0,05–1,5 0,51–1,5	1,2/0,4 0,5/0,3	0,15–3,50 0,16–0,71	3,50/0,30 0,60/0,49	0,7–20,0 1,9–9,0	5,6/4,9 3,2/2,3
Воронежский БЗ*	Хвоя сосны Разнотравье Мох	0,5–1,9 0,1–1,7 3,1–10,3	1,6/– 1,4/– 10,3/–	0,17–0,60 0,10–0,62 0,40–0,90	0,50/– 0,39/– 0,90/–	–	–
Южный федеральный округ							
Астраханский БЗ	Ясень, листва Ветла, листва Тростник Ежевика	0,5–7,4 0,68–17,0	7,4/0,6 0,8/0,3 0,8/0,3 1,0/0,6	0,30–5,30 0,40–6,70	1,60/2,60 3,00/2,30 1,10/0,37 0,68/1,40	9,5–107,0 3,3–98,0	37,5/6,3 50,0/5,2 98,0/7,8 21,0/5,9
Кавказский БЗ	Разнотравье	0,54–2,3	0,7/2,3	0,10–0,65	0,20/0,38	2,8–7,6	2,8/2,8
Приволжский федеральный округ							
Волжско–Камский БЗ*	Сосна, хвоя Разнотравье 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 0,70–1,40	0,40/– 1,50/– 0,80/–	3,7–18,0 3,5–9,8 4,2–11,0	4,2/– 3,5/– 5,0/–
Сибирский федеральный округ							
Баргузинский БЗ*	Листва деревьев Хвоя кедра Разнотравье Мох	0,36–0,53 0,44–1,3 0,29–1,4 1,0–3,5	0,5/– 0,7/– 0,7/– 2,2/–	0,33–0,88 0,20–0,48 0,06–0,27 0,30–1,30	0,60/– 0,30/– 0,15/– 0,60/–	0,5–4,0 1,1–2,5 0,8–3,2 2,3–3,2	2,3/– 1,9/– 1,9/– 2,7/–
Алтайский БЗ (Яйлю) *	Разнотравье	1,0–2,6	1,4/–	0,19–0,66	0,19/–	2,4–7,2	6,1/–
Дальневосточный федеральный округ							
Командорский БР*	Рододендрон	–	0,5/–	–	0,10/–	–	4,0/–

* Приведены данные последнего измерения.
– Нет данных.

Таблица 2.28. Средние концентрации приоритетных органических загрязняющих веществ в растительности в 2013–2015 гг. и диапазоны значений за период 2005–2015 гг. по данным сети наблюдений комплексного фонового мониторинга

Станция КФМ	Проба	Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма–ДДТ, мкг/кг		γ-ГХГЦ,мкг/кг	
		Диапазон	2013 г./ 2015 г.	Диапазон	2013 г./ 2015 г.	Диапазон	2013 г./ 2015 г.
Центральный федеральный округ							
НП Смоленское Поозерье*	Осина, листва Липа, листва Черника Мох	0,03–1,10	0,03/– 0,03/– 0,13/– 0,14/–	≤0,5–21,0	1,1/– 11,0/– 7,1/–	≤0,05–2,0	≤0,05/– 1,0/– 1,7/–
Приокско-Террасный БЗ	Береза, листва Разнотравье	0,05–0,19 0,16–0,19	0,15/0,36 0,16/–	0,5–58,7 0,5–51,0	4,3/3,7 34,4/–	≤0,05–3,2 ≤0,05–3,8	3,2/1,7 3,8/–
Воронежский БЗ*	Хвоя сосны Разнотравье Мох	0,40	0,40/–	2,0–37,3	37,3/–	0,05–2,4	2,4/–
Южный федеральный округ							
Астраханский БЗ	Ясень, листва Ветла, листва Тростник Ежевика	0,12–0,30 0,12–0,27	0,22/0,36 0,31/0,18 0,15/0,18 0,15/0,36	0,77–78,7 ≤0,5–15,6	3,3/18,7 8,2/4,4 –/≤0,2 0,9/18,3	0,3–2,6 ≤0,05–4,5	2,0/1,1 1,4/0,5 0,9/0,3 1,1/0,3
Кавказский БЗ	Разнотравье	0,15–0,54	0,15/0,54	≤0,5–44,2	23,0/24,8	≤0,05–4,2	1,4/0,3
Приволжский федеральный округ							
Волжско-Камский БЗ*	Сосна, хвоя Разнотравье Мох	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/–	2,7–5,4 2,0 0,5–5,0	4,0/– 2,0/– 2,5/–
Сибирский федеральный округ							
Баргузинский БЗ*	Листва деревьев Хвоя кедра Мох	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) *	Разнотравье	0,14–0,30	0,30/–	0,5–37,2	7,8/–	≤0,05–2,6	1,3/–
Дальневосточный федеральный округ							
Командорский БР*	Рододендрон	–	0,10/–	–	51,4/–		–

* Приведены данные последнего измерения.
– Нет данных.

биоклиматических особенностей вегетации в текущий год наблюдений.

В целом, для отдельных показателей фонового загрязнения растительного покрова веществами глобального рассеяния максимальные уровни содержания соединений свинца (37,0 мг/кг) отмечаются в моховом покрове Волжско-Камского БЗ, кадмия (2,1 мг/кг) и меди (59,5 мг/кг) – соответственно в листве ясеня и в травостое ежевики Астраханского БЗ, бенз(а)пирена (0,4 мкг/кг) – в хвое сосны Воронежского БЗ, остаточных количеств ДДТ и его метаболитов (122 мкг/кг) – в растительности мохового яруса, а остаточных количеств γ-ГХГЦ (4,0 мкг/кг) – в хвое сосны Волжско-Камского БЗ.

2.4.2. Фоновые массовые доли химических веществ в почвахв региональном аспекте

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

Ежегодно летом отбирается от 1 до 10 объединённых проб почв в фоновых районах обследуемых городов, в которых определяются массовые доли тяжелых металлов (ТМ), нефти и нефтепродуктов (НП), фтора, нитратов, сульфатов и бенз(а)пирена (БП).

В табл. 2.29 представлены значения массовых долей нитратов и водорастворимого фтора в почвах фоновых районов Западной Сибири, Иркутской, Самарской и Свердловской областей.

Таблица 2.29. Массовые доли нитратов и водорастворимого фтора, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Нитраты	Фтор
Западная Сибирь Новосибирск, З 38 км с. Прокудское	Подзолистые	1998–2015	2–16	но*–3,0
Кемерово, д. Калинкино ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Серые лесные	1995–2015	6,2–88	но –3,5
г. Новокузнецк, пос. Сарбала, ЮЮВ 32 км от ГРЭС	Подзолистые	1995–2015	3,8–25	но –9,5
г. Томск, с. Ярское, Ю 43 км от ГРЭС-2		2001–2015	1,0–49	но –3,8
Иркутская область, г. Иркутск В, Ю, С 30 км п. Листвянка СЗ 15 км	Серые лесные	2004–2015	–	0,9 – 4,4
Самарская область, Волжский район, НПП «Самарская Лука», З 30 км от г. Самара	Чернозёмы	2006–2015	1–47	но –2,4
Волжский район, АГМС пос. Аглос, ЮЗ 20 км от г. Самара		2006–2015	3–34	но –8
Свердловская область, п. Мариинск ЮЗ 51 км от г. Екатеринбург	Подзолистые	1995–2015	0,2–13	<0,2–28

* но – не обнаружено.

Таблица 2.30. Массовые доли кобальта, марганца, никеля и ртути, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Co	Mn	Ni	Hg
Верхнее Поволжье, Нижегородская обл. п. Неклюдово, Борский район	Дерново-подзолистые	2015	<5–5	409–552	13–16	0,03
г. Кстово, садоводческое товарищество «Приозёрье»		2015	8–9	501–585	21–25	<0,02–0,03
Республика Мордовия, г. Саранск, З от 20 до 25 км	Чернозёмы	2015	5–11	381–692	15–42	0,03–0,04
Республика Марий Эл, г. Йошкар-Ола, 20 км по 6 разным направлениям		2013–2015	<5–11	77–1400	<10–58	<0,02–0,07
Иркутская область, г. Иркутск в 2015 г. В, Ю, С 30 км	Серые лесные	2004–2015	4–13	177–1353	22–138	0,014–0,110
п. Листвянка СЗ 15 км			5–12	650–1522	23–147	0,045–0,200
Московская область, г. Павловский Посад С 65 км	Дерново-подзолистые	1998, 2015	5 –6	200–260	7–11	–
Приморский край, г. Владивосток в 2015 г. С 49 км	Бурые лесные	2004–2015	13	750–830	13–15	0,042
Республика Татарстан, г. Казань, СЗ 20 км	Дерново-подзолистые	2008–2015	2–7	250–600	2–36	0,012–0,039
г. Нижнекамск, г. Набережные Челны, СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»		2008–2015	5–9	223–390	15–60	0,012–0,046
Свердловская область, п. Мариинск ЮЗ 51 км от г. Екатеринбург	Подзолистые	1995–2015	4–44	77–3110	10–181	0,01–0,20
г. Артёмовский СЗ 10 км		2015	22	693	59	0,035

Массовые доли кислоторастворимых форм никеля в фоновых пробах почв, отобранных в 2015 году в 25 км к юго–западу от г. Бирск в д. Тартышево и в 21 км к северо–западу от г. Благовещенск в д. Сорвиха Республики Башкортостан, составляют соответственно 98 мг/кг в чернозёме выщелоченном и 15 мг/кг в серой лесной почве. Фоновые значения кислоторастворимых форм никеля в подзолистых почвах для городов Новосибирск и Томск, исследованных в 2011 – 2015 годах, изменяются соответственно от 5,5 до 32 мг/кг и от 17 до 25 мг/кг.

Результаты многолетних наблюдений за фоновыми валовыми и (или) кислоторастворимыми (сравнимыми с валовыми) формами массовых долей кобальта, марганца, никеля, ртути в почвах отдельных регионов РФ приведены в табл. 2.30.

Значение фоновой массовой доли обменных сульфатов в бурых лесных почвах Приморского края в районе г. Владивосток находится в пределах от 8,1 до 21 мг/кг. В серых лесных почвах Иркутской области по результатам наблюдений 2015 г. значение массовой доли сульфатов на расстоянии 30 км на юг и восток от г. Иркутск составили 40 и 64 мг/кг соответственно, на расстоянии 15 км на северо–запад от п. Листвянка Иркутского района – 114 мг/кг. В фоновой пробе, отобранной на дерново–карбонатной почве в 30 км на север от г. Иркутск, массовая доля сульфатов составила 125 мг/кг.

Таблица 2.31. Массовые доли металлов, НП и сульфатов, мг/кг, в почвах Волжского района Самарской области за 2006–2015 гг.

Место наблюдений	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Cd	Al	НП	Сульфаты
НПП «Самарская Лука» З 30 км от г. Самара	13–88	43–515	11–87	35–219	11–118	0,2–2,8	920–2900	9–143	но –456
АГМС пос. Аглос ЮЗ 20 км от г. Самара	1–17	175–778	14–103	43–271	8–55	0,1–2,5	1020–6850	12–96	но –192

Таблица 2.32. Массовые доли кадмия, меди, свинца, цинка, НП и БП, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Cd	Cu	Pb	Zn	НП (БП)
Верхнее Поволжье Нижегородская обл. п. Неклюдово, Борский район	Дерново-подзолистые	2015	<0,5	7–9	<20	52–62	107–134
г. Кстово, садовое товарищество «Приозёрье»			<0,5	13–15	<20	43–46	56–79
Республика Мордовия г. Саранск З от 20 до 25 км	Чернозёмы	2015	<0,5	6–24	<20	7–310	90–470
Республика Марий Эл г. Йошкар-Ола 20 км по 6 разным направлениям		2013–2015	<0,5–6,0	<5–54	<20–39	<10–83	25–207
Западная Сибирь г. Новосибирск З 38 км с. Прокудское	Подзолистые	1998–2015	но –3,0	3–30	1,6–40	5–47	9–260
г. Кемерово д. Калинкино ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Серые лесные	1995–2015	но –6,3	4–41	5–31	18–169	6–110
г. Новокузнецк пос. Сарбала ЮЮВ 32 км от ГРЭС	Подзолистые	1995–2015	<0,1–0,6	0,6–27	но–25	<0,1–133	но–510
г. Томск, с. Ярское Ю 43 км от ГРЭС–2	Подзолистые	2001–2015	но –0,26	2–20	5,5–27	24–200	20–160
Иркутская область г. Иркутск В, Ю, С 30 км	Серые лесные	2004–2015	но –0,1	17–45	13–83	77–111	40–550 по области
п. Листвянка СЗ 15 км			0,06–0,1	30–39	9–146	80–127	
Приморский край г. Владивосток С 49 км	Бурые лесные	2015	0,66	9,4	20	52	(<0,005)
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км	Дерново-подзолистые	2008–2015	но –0,5	2,5–11	4–18	10–180	50–96
г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»		2008–2015	но –0,96	5–28	4–22	17–70	36–150
Республика Башкортостан г. Благовещенск СЗ 21 км	Серые лесные	2008–2015	но –1,1	19–27	17	32–40	–
г. Бирск ЮЗ 25 км	Чернозёмы		но	20–30	20–28	28–82	–
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 51 км от г. Екатеринбург	Подзолистые	1995–2015	0,5–2,2	13–368	7,0–137	44–201	–

Фоновые массовые доли металлов, НП и сульфатов в чернозёмных почвах Волжского района Самарской области, установленные в 2006 – 2015 годах, представленны в табл. 2.31.

На территории Верхнего Поволжья в 2015 году определялось фоновое содержание ТМ в дерново-подзолистых почвах Нижегородской области, в выщелоченных чернозёмах

Таблица 2.33. Массовые доли металлов и НП, мг/кг, в почвах отдельных районов Нижегородской области

Место наблюдений	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Cd	Hg	Co	НП
г. Семёнов Семёновский район п. Тарасиха	<20	358–802	<10	28–41	<5–6	<0,5	0,02	<5–6	50–69
д. Богоявление	<20	226–491	<10–13	25–83	<0,5–14	<0,5	<0,02	<5–5	24–104
с. Ильино–Заборское	<20–40	471–1252	<10–11	17–32	<5–8	<0,5	<0,02–0,03	<5–9	39–87
г. Лысково д. Ачапное	<20	283–1052	43–54	52–57	19–22	<0,5	<0,02	6–12	62–91
г. Городец СОЛ «Ждановец»	<20	98–153	<10	<10	<5	<0,5	0,03	<5	78–128
д. Федурино	<20	120–209	<10	<10–10	<5	<0,5	<0,02	<5	125–127

окрестностей г. Саранск Республики Мордовия и г. Йошкар-Ола Республики Марий Эл. В Нижегородской области в почве садоводческого товарищества «Приозёрье» г. Кстово и п. Неклюдово Борского района массовые доли валовой формы железа изменялись соответственно от 2892 до 9843 мг/кг и от 1674 до 3324 мг/кг, магния – от 459 до 1281 и от 240 до 1415 мг/кг, хрома – от 19 до 27 мг/кг и от <10 до 12 мг/кг. В почвах на расстоянии от 20 до 25 км в западном направлении от г. Саранск валовое содержание железа варьирует от 6802 до 11490 мг/кг, магния – от 1316 до 1954 мг/кг, хрома – от 24 до 51 мг/кг. На расстоянии 20 км по разным направлениям от г. Йошкар-Ола валовая массовая доля железа в почве находится в пределах от 1160 до 17890 мг/кг, магния – от 161 до 1388 мг/кг, хрома – от <10 до 55 мг/кг. В изучаемых почвах фоновых районов городов Кстово, Нижний Новгород, Саранск и Йошкар–Ола массовые доли подвижных форм меди изменяются соответственно от <0,1 до 0,2 мг/кг, от <0,1 до 0,1 мг/кг, от 0,2 до 0,4 мг/кг, от <0,1 до 0,3 мг/кг; цинка – от <0,1 до 1,4 мг/кг, от 3,6 до 7,0 мг/кг, от 1,6 до 55,2 мг/кг, от <0,1 до 2,9 мг/кг; свинца – от <0,4 до 0,7 мг/кг, от 1,4 до 2,0 мг/кг, от 0,6 до 1,9 мг/кг, от <0,4 до 0,9 мг/кг. Содержание подвижных форм никеля в исследуемых почвах ниже 1,0 мг/кг, кадмия ниже 0,1 мг/кг, кроме фоновых районов г. Йошкар-Ола, в почвах которых массовые доли подвижных форм никеля варьируют от <1,0 до 3,0 мг/кг, кадмия – от 0,1 до 0,4 мг/кг.

Результаты наблюдений, проведенные с 1999 по 2015 год в районе п. Мариинск Свердловской области, показали, что в дерново-подзолистых почвах фоновые массовые доли подвижных форм хрома изменяются от 0,5 до 1,9 мг/кг, свинца – от 1,2 до 19 мг/кг, марганца – от 30 до 485 мг/кг, никеля – от 0,2 до 5,0 мг/кг, цинка – от 1,6 до 57 мг/кг, меди – от 0,5 до 25 мг/кг, кобальта – от <0,01 до 2 мг/кг, кадмия – от <0,01 до 1,12 мг/кг.

Фоновые значения массовых долей подвижных форм цинка и марганца в бурой лесной почве на расстоянии 49 км на север от г. Владивосток Приморского края составляли соответственно 4,5 и 71 мг/кг. Подвижные и водорастворимые формы свинца, меди, никеля и кадмия, а также водорастворимые формы цинка в почвах не были обнаружены. Массовая доля водорастворимых форм марганца в бурой лесной почве не превосходит 0,27 мг/кг.

Массовые доли валовых и (или) кислоторастворимых (сравнимых с валовыми) форм кадмия, меди, свинца и цинка, а также НП и БП представлены в табл. 2.32.

В табл. 2.32 не включены фоновые значения массовых долей ТМ в дерново–подзолистой почве Павлово–Посадского района Московской области. В фоновой пробе почвы, отобранной в 65 км на север от г. Павловский Посад, содержание кадмия составило 0,6 мг/кг, меди – 8 мг/кг, свинца – 9,5 мг/кг, цинка – 21 мг/кг.

В Нижегородской области летом 2015 г. дополнительно определялись фоновые значения валовых массовых долей ТПП в дерново–подзолистой почве для отдельных городов, в которых уровень загрязнения почв не был установлен (табл. 2.33).

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.

Анализ значений фоновых массовых долей ТПП в почвах РФ позволяет оценить состояние почв фоновых районов как благополучное.

2.5. Фоновое загрязнение поверхностных вод (по данным сети СКФМ)

Тяжелые металлы

В 2015 году фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства фоновых районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы, и составило для ртути 0,01–0,6 мкг/л, свинца 0,2–1,4 мкг/л, кадмия – не более 0,3 мкг/л (за исключением Астраханского БЗ, где концентрации кадмия и ртути стабильно высоки). На Азиатской территории России фоновые концентрации тяжелых металлов как правило ниже, чем на ЕТР (табл. 2.34).

Пестициды и ПАУ

В 2015 году концентрации суммы изомеров ДДТ в поверхностных водах большинства фоновых территорий, на которых проводятся регулярные измерения колебались внутри диапазона измерений прошлых лет и не превышали 150 нг/л. Концентрации γ-ГХЦГ в большей части проб также не превысили 150 нг/л.

Содержание бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах заповедников, как и в прошлые годы, составило от 0,5 до 1,3 нг/л (табл. 2.34).

Таблица 2.34. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети КФМ

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2015 г	Диапазон	2015 г	Диапазон	2015 г
Кавказский БЗ	1982–2015	0,2–16,0	0,488	0,01–2,5	0,054	0,03–1,4	0,341
Приокско-Террасный БЗ	1987–2015	нпо–39,4	1,398	0,03–3,5	0,329	0,03–8,7	0,299
Баргузинский БЗ	1982–2008	0,2–7,4	1,7*	0,01–1,5	0,09*	0,01–9,7	1,03*
Астраханский БЗ	1988–2015	0,16–128,0	0,522	0,1–5,5	1,194	0,022–74	2,341
Воронежский БЗ	1990–2015	0,34–50	0,34	0,01–4,6	0,016	0,003–1,0	0,1
Яйлю	2002–2015	0,01–3,6	0,246	0,01–0,7	0,031	0,01–0,097	0,069
Смоленское поозерье	2009–2015	0,15–6,0	0,877	0,03–0,67	0,116	0,01–3,5	0,57
Байкальский БЗ	2011–2014	0,45–0,8*	0,61*	0,21–0,46*	0,294*	0,036–89*	17,88*
Волжско-Камский БЗ	2012–2015	0,18–0,33	0,255	0,036–0,21	0,123	0,005–0,008*	0,007
Центрально-лесной БЗ	1988–2011	0,2–66,6	0,8*	0,03–5,7	0,5*	0,03–0,5	0,2*

Заповедник	Период наблюдений	Бенз(а)пирен, нг/л		сумма–ДДТ, нг/л		γ-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2015 г	Диапазон	2015 г	Диапазон	2015 г
Кавказский БЗ	1982–2015	0,05–8,9	0,743	нпо–370	147,967	нпо–188,4	10,967
Приокско-Террасный БЗ	1987–2015	0,05–12,9	0,503	нпо–215,200	86,083	нпо–129,3	35,325
Баргузинский БЗ	1982–2008	0,05–16,3	1,0*	1,6–112,5	17,57*	нпо–86,6	38,74*
Астраханский БЗ	1988–2015	нпо–11,7	0,88	нпо–328	91,106	нпо–92	8,472
Воронежский БЗ	1990–2015	0,05–5,6	1,237	нпо–232,6	148	нпо–151,6	151,6
Яйлю	2002–2015	0,2–3,6	0,551	нпо–311,24	80,629	нпо–258,8	6,750
Смоленское поозерье	2009–2015	0,16–0,88	0,49	нпо–288	60,43	нпо–29,1	9
Байкальский БЗ	2011–2014	0,05–1,64	1,06	1,6–112,5	17,57*	нпо–86,6	38,74*
Волжско-Камский БЗ	2012–2015	нпо–0,5	0,45	0,8–151,7	150,30		нпо*
Центрально-лесной БЗ	1988–2011	0,05–22,0	1,3*			нпо–15	нпо*

нпо – ниже предела обнаружения.
* Последнее измерение.

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

2.6. Радиационная обстановка на территории России

Наиболее сильное загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами территории РФ и всего мира происходило в 1954–1980 годах в процессе испытаний ядерного оружия в атмосфере. Последний ядерный взрыв в атмосфере был произведен 18 октября 1980 г. в Китае.

Дополнительное радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды на некоторых территориях РФ произошло вследствие радиационных аварий: в 1986 г. – на Чернобыльской АЭС, в 1957 г. – на ПО «Маяк», расположенном в Челябинской области. В 1967 г. из–за ветрового выноса радионуклидов с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда сливались жидкие радиоактивные отходы ПО «Маяк», образовался Восточно–Уральский радиоактивный след (ВУРС). 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 и некоторые другие.

В 2011 г. некоторое влияние на радиационную обстановку на территории России оказали аварийные выбросы японской АЭС «Фукусима-1». Однако это воздействие было незначительным и не имело долговременных последствий.

Наблюдения за радиоактивным загрязнением компонентов природной среды на территории России осуществляются радиометрической сетью Росгидромета. В 2015 году наблюдения за мощностью экспозиционной дозы (МЭД) гамма–излучения проводились на 1305 пунктах. Дополнительно измерения МЭД выполнялись на 30 постах в крупных городах. Наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями проводились на 367 пунктах, за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы – на 55 пунтках, за объемной активностью трития в атмосферных осадках – на 32 пунктах и в водах рек – на 15 пунктах, за объемной активностью ^{90}Sr в водах рек и озер – на 43 пунктах и в морях – на 12 станциях и в 10 пунктах – за содержанием гамма–излучающих радионуклидов в морском грунте.

Результаты мониторинга радиоактивного загрязнения компонентов природной среды техногенными радионуклидами в 2014–2015 годах на территории России за пределами отдельных

Таблица 2.35. Радиоактивность компонентов природной среды на территории России в 2014–2015 годах

Радионуклид, параметр	Единицы измерений	Диапазон среднемесячных значений (минимальное – максимальное)		Допустимые уровни
		2014 г.	2015 г.	
Воздух				$ДОА_{нас}$,Бк/м^3
Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере				
Σβ	10^{-5} Бк/м^3	12,07 – 22,29	1,30 – 124,9	–
^{137}Cs	10^{-7} Бк/м^3	2,04 – 3,23	1,58 – 3,51	27
^{90}Sr	10^{-7} Бк/м^3	0,08 – 3,90	0,08 – 5,44	2,7
$^{239+240}Pu$ (Обнинск)	10^{-9} Бк/м^3	0,7 – 44,1	2,0 – 123,2	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$
Радиоактивные атмосферные выпадения				
Σβ	Бк/м^2·сутки	0,95 – 1,16	0,19 – 4,20	–
^{137}Cs	Бк/м^2·квартал	0,021 – 0,050	0,021 – 0,22	–
^{3}H	Бк/ м^2·мес	35 – 125	25 – 135	–
Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках				
^{3}H	Бк/л	1,25 – 2,22	0,87 – 2,40	–
Вода				УВ, Бк/л
Объемная активность радионуклидов в речной воде				
^{90}Sr	мБк/л	1,50 – 16,7	1,07 – 13,3	4,9
^{3}H	Бк/л	1,2 – 2,4	1,0 – 4,3	7600
Объемная активность радионуклидов в морской воде				
^{90}Sr	мБк/л	1,2 – 18,2	1,1 – 15,0	–

Примечания:

$ДОА_{нас}$ – 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.

территорий, загрязненных в результате аварийных ситуаций, приведены в табл. 2.35.

Анализ всей совокупности экспериментальных данных показал, что в последние 10 лет радиационная обстановка на территории Российской Федерации была спокойной и в 2015 г. по сравнению с 2014 г. существенно не изменилась.

В 2015 г. существенно увеличилась по сравнению с 2014 г. среднемесячная объемная активность $^{239+240}$Pu в воздухе, измеряемая в Обнинске, – 26,4 · 10^{-9} Бк/м^3 (в 2014 г. – 7,2 · 10^{-9} Бк/м^3).

В целом содержание техногенных радионуклидов в приземной атмосфере на территории России было 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 осуществлении наблюдений за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы пробы радиоактивных аэрозолей и их выпадений на подстилающую поверхность отбирались непрерывно с суточной экспозицией, затем в них определялось содержание суммарной бета-активности радионуклидов и отдельных гамма- и бета-излучающих радионуклидов техногенного и естественного происхождения. В окрестностях некоторых радиационно-опасных объектов (РОО) в приземной атмосфере определялись концентрации альфа-излучающих радионуклидов – изотопов плутония.

В 2015 г. наблюдалось незначительное снижение среднегодовых значений объемной Σβ в приземном слое атмосферы во всех регионах РФ, за исключением южной части Восточной Сибири. Наиболее значительное снижение произошло на юге ЕТР – до 7,35 · 10^{-5} Бк/м^3 (в 2014 г. – 13,15 · 10^{-5} Бк/м^3). Рост на юге Восточной Сибири был незначительный – до 36,7 · 10^{-5} Бк/м^3 (в 2014 г. – 32,5 · 10^{-5} Бк/м^3) (рис. 2.44).

По данным оперативных наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферы в 2015 г. на территории России был зафиксирован 31 случай высоких значений (более пятикратного превышения над фоновыми уровнями) объемной Σβ радионуклидов в аэрозолях (в 2014 г. – 20 случаев).

Максимальное значение объемной Σβ в 2015 г. наблюдалось в г. Благовещенске (Амурская обл.) в декабре – 2952 · 10^{-5} Бк/м^3.

Повышенные величины объемной Σβ в 2015 г. были зафиксированы также в пунктах наблюдения г. Казани (Казанское отделение филиала «Приволжский территориальный округ» ФГУП «РосРАО») – 259 · 10^{-5} Бк/м^3, г. Владивостока – 219 · 10^{-5} Бк/м^3, п. Новогорного (Челябинская обл., ПО «Маяк») – 203 · 10^{-5} Бк/м^3, г. Иркутска (Ангарский электролизный химический комбинат) – 163 · 10^{-5} Бк/м^3.

В 2015 г. на территории России было зафиксировано 13 случаев высоких значений Σβ атмосферных выпадений. Максимальные величины выпадений Σβ были зафиксированы в городах Омске – 31,3 Бк/м^2 · сутки, Кемерово – 18,4 Бк/м^2·сутки; поселках Туруханске

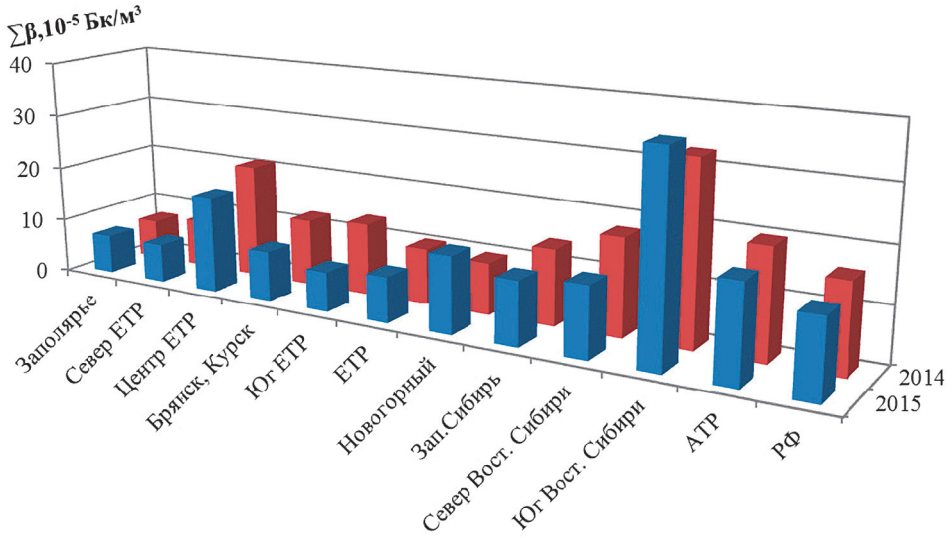


Рис. 2.44. Средние значения объемной Σβ в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2014–2015 годах, 10^{-5} Бк/м^3

(Красноярский край) – 25,8 Бк/м^2·сутки, Зима (Иркутская обл.) – 18,3 Бк/м^2·сутки, Земетчино (Пензенская обл.) – 18,1 Бк/м^2·сутки.

Среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная активность ^{137}Cs в воздухе в 2015 г. несколько снизилась по сравнению с 2014 г. и составила 2,4·10^{-7} Бк/м^3 (в 2014 г. – 2,6·10^{-7} Бк/м^3). Максимальная среднемесячная активность ^{137}Cs в воздухе наблюдалась в апреле в Курчатове – 84·10^{-7} Бк/м^3, повышенные относительно фоновых значения, в пределах (22–32)·10^{-7} Бк/м^3, наблюдались здесь также в мае, июле-октябре. Кроме Курчатова, повышенные среднемесячные объемные активности ^{137}Cs, в пределах (21–34)·10^{-7} Бк/м^3, наблюдались в городах Нововоронеже (июль, сентябрь), Брянске (август), Обнинске (март, октябрь), Курске (апрель), Северодвинске (апрель-июнь).

В целом, наиболее высокие среднемесячные значения объемной активности^{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.

Объемная активность $^{239+240}$Pu в приземном слое атмосферы, ежемесячно определяемая в г. Обнинске, в 2015 г. изменялась от 2,0·10^{-9} Бк/м^3 в январе до 132,2·10^{-9} Бк/м^3 в феврале. Среднегодовая объемная активность этих изотопов в воздухе г. Обнинска составила 26,4·10^{-9} Бк/м^3, что на пять порядков ниже допустимой объемной активности во вдыхаемом воздухе для населения по НРБ-99/2009 (2,5·10^{-3} Бк/м^3).

Среднеквартальная объемная активность $^{239+240}$Pu в приземном слое воздуха г. Курска за три квартала 2015 г. (по измерениям объединенных за квартал проб) составила 7,3·10^{-9} Бк/м^3.

Средневзвешенная по РФ плотность выпадения ^{137}Cs из атмосферы на подстилающую поверхность в 2015 г. составила 0,12 Бк/м^2·год (в 2014 г. – 0,15 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 2015 г. в разных пунктах наблюдения изменялись в диапазоне (0,87–2,4) Бк/л и (25–135) Бк/м^2·месяц соответственно. Среднегодовое содержание трития в осадках в 2015 г. по РФ уменьшилось и составило 1,6 Бк/л (в 2014 г. – 1,7 Бк/л). Годовое выпадение трития с осадками в 2015 г. также уменьшилось до 0,59 кБк/м^2 (в 2014 г. – 0,75 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. В 2015 г. его объемная активность в воздухе составила 11,7·10^{-7} Бк/м^3. (в 2014 г. – 10,8·10^{-7} Бк/м^3).

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 максимальная среднемесячная объемная активность ^{137}Cs (110·10^{-7} Бк/м^3) наблюдалась в марте 2015 г., а среднемесячная за 2015 г. составила 68,2·10^{-7} Бк/м^3, что на шесть-семь порядков ниже ДОА$_{нас}$ по НРБ-99/2009.

Выпадения ^{137}Cs в загрязненной зоне уменьшаются, однако до сих пор превышают фоновые уровни, характерные для незагрязненных зон. В 2015 г. выпадения ^{137}Cs в загрязненной после аварии на ЧАЭС зоне, усредненные по 10 пунктам, составляли 1,51 Бк/м^2·год. В отдельных населенных пунктах выпадения ^{137}Cs были намного выше. Максимальные выпадения ^{137}Cs в 2015 г. наблюдались в п. Красная Гора Брянской области – 8,9 Бк/м^2·год (в 2014 г. – 7,6 Бк/м^2·год).

В п. Новогорный (ПО «Маяк») годовые выпадения ^{137}Cs в 2015 г. изменились мало – 23,2 Бк/м^2·год (в 2014 г. – 24,2 Бк/м^2·год).

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 2015 г. по сравнению с 2014 г. в воде рек России средняя объемная активность ^{90}Sr незначительно уменьшилась и составила 5,0 мБк/л (2014 г. – 5,1 мБк/л), что на три порядка ниже уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л). До 2013 г. в осреднение по РФ не включались результаты измерений ^{90}Sr в воде рек 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, что позволило учитывать их при расчете средней активности по РФ. Однако в последние годы отмечается рост активности ^{90}Sr в воде р. Невы (п. Новосаратовка), которая в 2014–2015 годах составила 9,6 мБк/л и 8,8 мБк/л соответственно, что существенно превышает среднее значение для рек ЕТР (4,7 мБк/л).

Объемная активность трития в водах рек в целом стабилизировалась, за исключением Амура (г. Комсомольск-на-Амуре), где активность выросла. Средняя удельная активность ^{3}H в обследованных реках РФ в 2015 г. колебалась в пределах 1,0–4,3 Бк/л. Меньшее из этих значений было зафиксировано в Волге (п. Брейтово), а большее – в Амуре (г. Комсомольск-на-Амуре). Среднее значение объемной активности по 15 пунктам на 11 реках в 2015 г., также как и в 2014 г., составило 1,9 Бк/л.

Среднегодовое значение объемной активности трития в атмосферных осадках в 2015 г. составило 1,6 Бк/л (в 2014 г. – 1,7 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 ранее загрязненных 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 2015 г. по сравнению с 2014 г. (10,1 Бк/л) уменьшилась в 1,7 раза и составила 6,07 Бк/л. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в р. Теча (п. Першинское) по сравнению с 2014 г. (6,84 Бк/л) практически не изменилась и составила 6,46 Бк/л. Таким образом, наиболее загрязненной радиоактивным стронцием в 2015 г. является р. Теча в районе п. Першинское. Следует отметить, что, несмотря на снижение уровня загрязнения ^{90}Sr реки Теча, приведенные значения по пунктам Першинское и Муслюмово в 1,3–1,2 раза выше уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 и на три порядка выше фонового значения для рек РФ (5,02 мБк/л).

В воде р. Исети (пункты Мехонское, Шадринск, Красноисетское), после впадения в нее рек Течи и Миасса, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2015 г. изменялась от 0,7 до 2,2 Бк/л, что в 2,2–7 раз ниже УВ (4,9 Бк/л).

Уровни загрязнения морской воды ^{90}Sr практически мало изменяются от года к году. Среднегодовые объемные активности этого радионуклида в 2015 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 1,14 мБк/л в Авачинской губе до 2,75 мБк/л в Белом море. Объемная активность ^{90}Sr в Каспийском море в ноябре составила 3,47 мБк/л (в 2014 г. среднегодовое значение было 8,9 мБк/л).

Максимальное содержание ^{90}Sr в 2015 г., также как и в 2014 г., было зафиксировано в Азовском море (Таганрогский залив) – 14,95 мБк/л (в 2014 г. – 18,2 мБк/л).

2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов

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

Таблица 2.36. Радиационная обстановка на территории федеральных округов РФ в 2015 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/м^2·год
Дальневосточный	0,12 (0,10–0,13)*	2,7 (1,0–5,3)	1,7 (0,1–4,9)	0,05 (<0,01–0,3)	727,5 (291,0–1679,2)
Крымский	0,11 (0,09–0,14)	–	–	–	–
Приволжский	0,12 (0,09–0,15)	2,3 (1,2–4,1)	0,8 (0,4–1,8)	0,31 (0,20–0,55)	903,6 (570,9–1501,7)
Северо-Западный	0,11 (0,1–0,12)	3,1 (1,1–6,6)	0,7 (0,08–1,5)	0,27 (0,22–0,38)	767,0 (719,6–856,0)
Северо-Кавказский	0,12 (0,09–0,16)	–	–	0,41	–
Сибирский	0,13 (0,11–0,16)	1,7 (0,2–4,1)	1,5 (0,08–5,0)	0,16 (<0,01–0,2)	1135,6 (889,2–1450,2)
Уральский	0,11 (0,08–0,15)	16,3 (0,5–67,2)	0,4	0,54	1032,9
Центральный	0,11 (0,09–0,27)	13,4 (4,7–25,2)	1,10 (0,58–1,51)	1,0 (0,27–5,4)	791,2 (638,6–943,7)
Южный	0,12 (0,09–0,16)	6,7 (2,0–16,4)	1,04 (0,74–1,78)	0,41	436,1 (227,8–644,4)

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

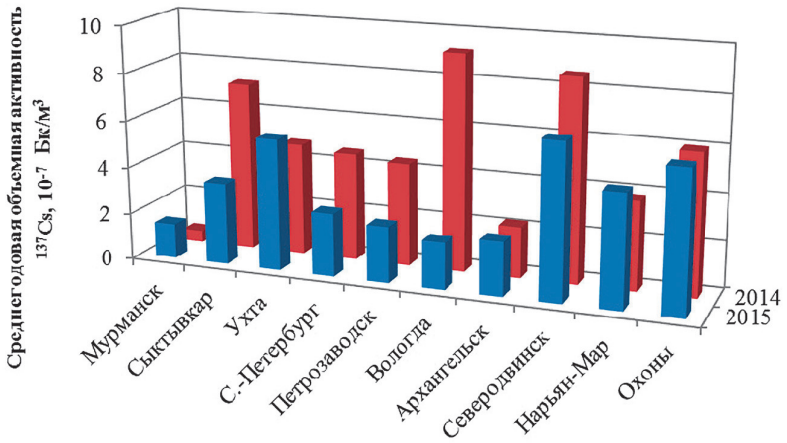


Рис. 2.45. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в населенных пунктах СЗФО в 2014–2015 годах, 10^{-7} Бк/м^3

Среднегодовые значения амбиентного эквивалента мощности экспозиционной дозы (МЭД) на территории федеральных округов находятся в пределах 0,11–0,13 мкЗв/ч, что соответствует естественному радиационному фону (табл. 2.36).

Повышенные значения МЭД были зафиксированы на загрязненных территориях ЦФО. Наибольшие среднесуточные значения МЭД наблюдались в населенных пунктах на территориях с плотностью загрязнения 5–15 Ки/км^2 в Брянской, Калужской, Курской, Орловской и Тульской областях в диапазоне 0,19–0,25 мкЗв/ч. При меньшей плотности загрязнения значения МЭД не превышают фоновых уровней.

Повышенные значения МЭД отмечаются также в районах расположения РОО, особенно в 100-км зонах радиохимических предприятий. Так, в южной части СФО (НЗХК г. Новосибирск), в 100-км зоне РОО среднегодовые значения МЭД составили 0,009 мкЗв/ч., а максимальные уровни МЭД достигали 0,18 мкЗв/ч. Аналогичные среднегодовые и максимальные значения МЭД отмечались на всей территории Новосибирской обл.

Значения МЭД в районах расположения АЭС существенно ниже. Например, среднегодовое значение МЭД в 2015 г. в 100-км зоне Ленинградской АЭС изменялось от 0,11 до 0,15 мкЗв/ч, Кольской АЭС – от 0,08 до 0,20 мкЗв/ч. На территории субъектов федерации СЗФО средние величины МЭД изменялась от 0,09 до 0,14 мкЗв/ч, а в целом по СЗФО среднегодовое значение МЭД составило 0,12 мкЗв/ч.

Радиационный фон на территории ДВФО в течение последних лет сохраняется без изменений. Среднегодовые значения МЭД в субъектах ДВФО в 2015 г. изменялись от 0,10 мкЗв/ч в Камчатском крае до 0,13 мкЗв/ч в Амурской и Магаданской областях, среднее значение по округу – 0,12 мкЗв/ч. Максимальное значение МЭД достигало 0,21 мкЗв/ч в Магаданской обл.

В 2015 г. на ЕТР наиболее высокое значение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы наблюдалось в ЦФО – 13,4×10^{-7} Бк/м^3, что несколько больше, чем в 2014 г. (12,7·10^{-7} Бк/м^3). Наименьшее среднегодовое значение объемной активности ^{137}Cs отмечалось в Московской обл. (Подмосковная) – 4,7·10^{-7} Бк/м^3, а наибольшее – в Курской области (Курчатов) – 25,2·10^{-7} Бк/м^3.

После зарегистрированного в 2013 г. роста среднего значение объемной активности ^{137}Cs в СЗФО до 5,5·10^{-7} Бк/м^3, обусловленного радиационным инцидентом в г. Электросталь Московской обл., в 2015 г. ее значение снизилось до 3,1·10^{-7} Бк/м^3, что соответствует характерным для округа значениям. В большинстве пунктов СЗФО наблюдается значительное снижение объемной активности ^{137}Cs (рис. 2.45). Наиболее низкие значения наблюдались в Мурманске и Вологде (1,5 · 10^{-7} и 2,0 · 10^{-7} Бк/м^3), наиболее высокие – в Северодвинске и Охонах (6,6 · 10^{-7} и 6,0 · 10^{-7} Бк/м^3).

Среднегодовое значение объемной активности ^{137}Cs в ПФО составило 2,3 · 10^{-7} Бк/м^3. За исключением 2011 г. (авария на АЭС «Фукусима-1»), значения среднегодовых объемных активностей ^{137}Cs по ПФО за предшествующие 10 лет находились в пределах (3–5) · 10^{-7} Бк/м^3.

Для АТР характерна большая неравномерность распределения среднегодовой объемной активности ^{137}Cs по населенным пунктам. При этом следует учесть, что многие из пунктов СФО (Б. Мурта, Сухобузимское, Уяр, Огурцово, Колпашево) находятся вблизи РОО (рис. 2.46). Тем не менее, среднее по округу значение объемной активности ^{137}Cs составило 1,7 · 10^{-7} Бк/м^3 (в 2014 г. – 2,1·10^{-7} Бк/м^3). Средневзвешенное значение по РФ в 2015 г. составляет 2,5 · 10^{-7} Бк/м^3, что практически не отличается от значения 2014 г. – 2,6·10^{-7} Бк/м^3.

Среднегодовые значения объемной активности ^{137}Cs по субъектам федерации ДВФО

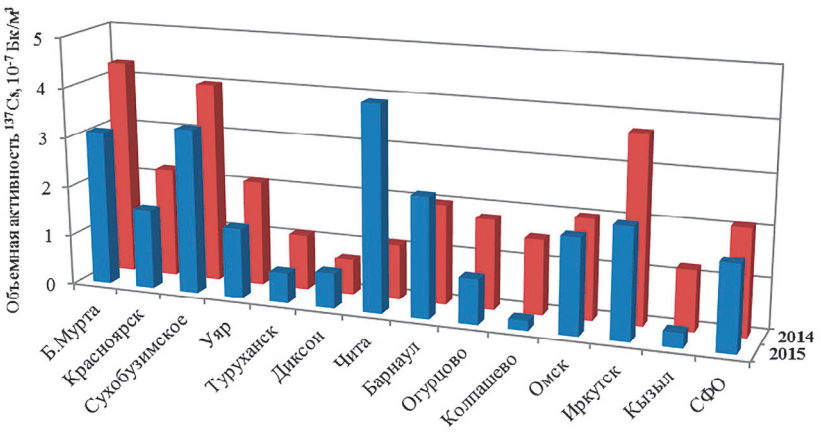


Рис. 2.46. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в населенных пунктах СФО, 10^{-7} Бк/м^3

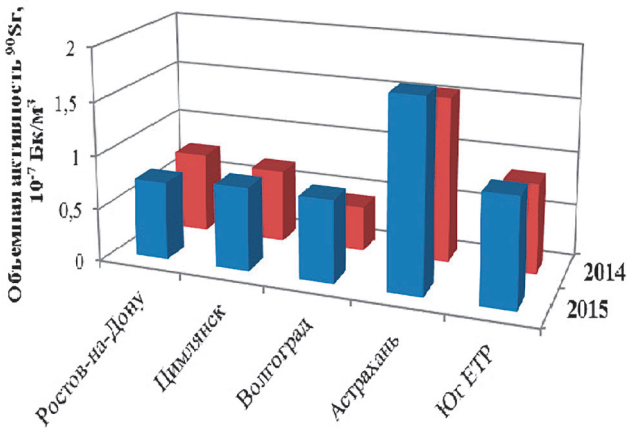


Рис. 2.47. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в населенных пунктах ЮФО в 2014 году и первом полугодии 2015 года, 10^{-7} Бк/м^3

в 2015 г. находились в пределах (1,0–5,3) · 10^{-7} Бк/м^3. Среднее по округу значение составило 2,7 · 10^{-7} Бк/м^3, что заметно превышает средневзвешенное значение по АТР (1,8 · 10^{-7} Бк/м^3). По сравнению с 2014 г. среднегодовая объемная активность ^{137}Cs по ДВФО увеличилась в 1,5 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.

Средняя объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере в первом полугодии 2015 г. составила 0,98 · 10^{-7} Бк/м^3, а по федеральным округам колеблется в пределах (0,4–1,7) · 10^{-7} Бк/м^3. Наименьшие значения (без учета районов расположения радиохимических предприятий) были зафиксированы в УФО, СЗФО и ПФО, наибольшие – в ДВФО (табл. 2.36). Необходимо отметить, что в отдельных населенных пунктах округа среднегодовые значения объемной активности ^{90}Sr могут существенно отличаться от среднего значения по округу (рис. 2.47). Средневзвешенная объемная активность ^{90}Sr по южной части ЕТР составила в первой половине 2015 г. 1,02 · 10^{-7} Бк/м^3.

Средняя объемная активность ^{90}Sr в первой половине 2015 г. по всей территории ДВФО составила 1,7 · 10^{-7} Бк/м^3, что превышает значение 2014 г. (1,3 · 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 2015 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. В Свердловской, Челябинской и Курганской областях УФО, вне загрязненных зон и 100-км зон РОО выпадения ^{90}Sr в 2015 г. составили 1,68 Бк/м^2 · год и были в 1,4 раза больше, чем в 2014 г. (1,23 Бк/м^2 · год).

Разброс средних величин плотности атмосферных выпадений ^{137}Cs по федеральным округам достигает двух порядков (табл. 2.36). В 2015 г. наименьшая плотность выпадений ^{137}Cs отмечалась в ДВФО – 0,05 Бк/м^2 · год. В других округах, за исключением ЦФО, она

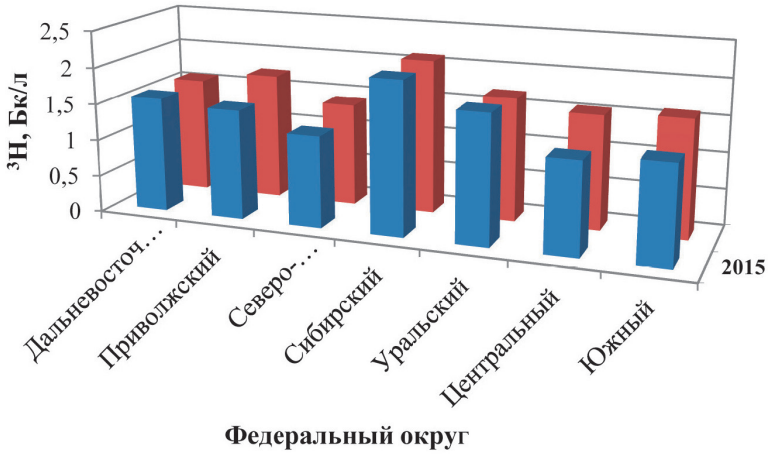


Рис. 2.48. Среднегодовая объемная активность ^{3}H в атмосферных осадках на территории федеральных округов РФ в 2014–2015 годах, Бк/л

не превышала 0,41 Бк/м^2·год. В ЦФО плотность выпадения ^{137}Cs была наибольшей – 1,0 Бк/м^2·год, что существенно меньше значений 2014 и 2013 годов – 1,5 и 8,5 Бк/м^2·год (в 2013 г. наблюдалось резкое увеличение плотности выпадения за счет радиационного инцидента на Машиностроительном заводе в г. Электростали Московской обл.).

Высокие годовые выпадения ^{137}Cs регистрировались, как и ранее, на загрязненных территориях ЦФО: п. Красная Гора Брянской обл. – 8,9 Бк/м^2·год (в 2014 г. – 7,6 Бк/м^2), г. Плавск Тульской обл. – 3,9 Бк/м^2 (в 2014 г. – 3,5 Бк/м^2).

На рис. 2.48 приведены среднегодовые объемные активности трития в атмосферных осадках на территории федеральных округов в 2014–2015 годах, кроме Северокавказского и Крымского федеральных округов, где данные наблюдения не проводятся.

Наименьшие значения объемной активности трития в атмосферных осадках, составившие 1,25 и 1,26 Бк/л, отмечались в СЗФО и ЦФО, наибольшее – в СФО, составившее 2,1 Бк/л. Диапазон значений по отдельным пунктам наблюдения незначительно расширяется – от 0,9 Бк/л в Петропавловске-Камчатском до 2,4 Бк/л в Якутске. Среднегодовая активность трития в осадках для всей территории РФ в 2015 г. составила 1,6 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 (15 пунктов наблюдения) составляет 1,8 Бк/л.

Особое внимание уделяется проведению наблюдений за содержанием ^{90}Sr в реках загрязненных территорий и регионов с развитой ядерной энергетикой.

В ПФО проводятся наблюдения за содержанием ^{90}Sr в воде рек Урал, Вишера, Кама и Колва. В последние годы объемная активность ^{90}Sr в водах трех последних рек постоянно уменьшалась и в 2014 г. приблизилась к средним по ЕТР значениям. В 2015 г. содержание ^{90}Sr в воде р. Кама (п. Тюлькино) составило 4,0 мБк/л (в 2014 г. – 5,8 мБк/л), что меньше, чем в среднем по ЕТР – 4,7 мБк/л, а в водах р. Колва (п. Чердынь) и р. Вишера (п. Рябинино) несколько больше – по 6,0 мБк/л (в 2014 г. – 3,0 и 2,9 мБк/л).

В поверхностных водах СЗФО в 2015 г. среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Нева (Новосаратовка) составила 8,8 мБк/л (в 2014 г. – 9,6 мБк/л). В воде Онежского озера (Петрозаводская губа) объемная активность ^{90}Sr составила 7,3 мБк/л (в 2014 г. – 6,3 мБк/л), а в оз. Имандра – 2,2 мБк/л (в 2014 г. – 2,7 мБк/л).

В ЮФО объемная активность ^{90}Sr в воде рек Кубань, Волга и Дон составляла 2,8 мБк/л, 3,8 мБк/л и 4,1 мБк/л соответственно (в 2014 г. – 5,2 мБк/л, 5,9 мБк/л и 5,5 мБк/л).

В УФО в 2015 г. содержание ^{90}Sr в водах рек Обь (г. Салехард) и Пур (г. Уренгой) за пределами загрязненных территорий было выше среднего значения для рек АТР (4,3 мБк/л) и составило 5,7 мБк/л и 4,5 мБк/л соответственно (в 2014 г. – 5,2 мБк/л и 3,9 мБк/л).

Объемная активность ^{90}Sr в водах реках СФО изменялась от 3,4 мБк/л в р. Ангаре (Иркутск) до 5,0 мБк/л в р. Селенга при среднем значении по округу 4,2 мБк/л, что несколько ниже среднего значения по рекам РФ (5,0 мБк/л).

В 2015 г. средняя объемная активность ^{90}Sr в водах рек и озер ДВФО составила 4,1 мБк/л. Повышенное содержание ^{90}Sr было зарегистрировано в р. Амур (г. Комсомольск-на-Амуре), р. Лена (п. Кюсюр) и р. Оленек (Якутия) – 4,8, 4,0 и 14,8 мБк/л соответственно (в 2014 г. – 4,3, 4,4 и 8,8 мБк/л).

Содержание ^{90}Sr в оз. Ханка Приморского края, загрязненном во время проведения ядерных взрывов в Китае, в 2015 г. повысилось до 11,8 мБк/л (в 2014 г. – 5,9 мБк/л).

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 249 городах, на 688 станциях, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 230 городах на 629 станциях (рис. 3.1–3.2).

Для определения уровня загрязнения атмосферы используются следующие характеристики:

- средняя концентрация загрязняющего вещества (примеси), мг/м^3 или мкг/м^3 ($q_{ср}$);
- максимальная разовая концентрация примеси, мг/м^3 или мкг/м^3 ($q_м$).

Степень загрязнения атмосферного воздуха оценивается при сравнении фактических концентраций с ПДК.

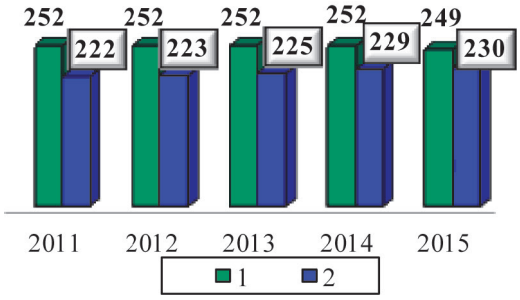


Рис. 3.1. Количество городов с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

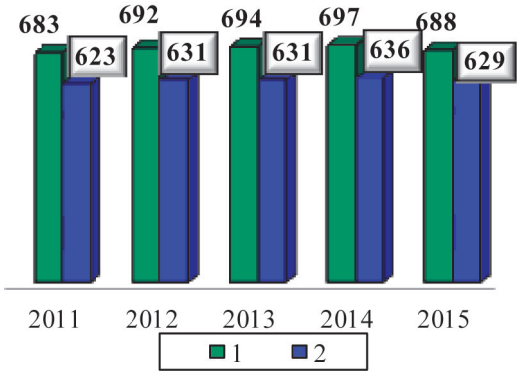


Рис. 3.2. Количество станций в городах с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

ПДК – предельно допустимая концентрация примеси для населенных мест, устанавливаемая Главным санитарным врачом Российской Федерации.

Средние концентрации сравниваются с ПДК среднесуточными (ПДКс.с.) и годовыми (ПДКгод), максимальные из разовых концентраций – с ПДК максимальными 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 – стандартный индекс – 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 станциях города 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%.

3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха

По данным регулярных наблюдений за период 2011–2015 гг. средние за год концентрации формальдегида не изменились, взвешенных веществ, диоксида азота, оксида азота, диоксида серы и оксида углерода снизились на 8–15%, бенз(а)пирена (БП) – на 35% (табл. 3.1, рис. 3.9–3.14).

Таблица 3.1. Тенденция изменений средних за год концентраций примесей в городах РФ за период 2011–2015 гг.

Примесь	Количество городов	Тенденция средних за год концентраций,%
Взвешенные вещества	204	–11
Диоксид азота	233	–8
Оксид азота	137	–8
Диоксид серы	230	–12
Оксид углерода	196	–15
Бенз(а)пирен	170	–35
Формальдегид	154	0

За пять лет количество городов, где средние за год концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, снизилось на 57 (рис. 3.3), что обусловлено повышением в 2014 году по сравнению с прежним значения ПДКс.с. формальдегида более чем в 3 раза. Если учитывать прежние ПДК формальдегида, то количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, в 2015 году составило бы 194 вместо 147, т.е. уменьшилось лишь на 10 городов за последние пять лет (рис. 3.3).

Количество городов, в которых максимальные концентрации превышают 10 ПДК, за пять лет снизилось лишь на 1, а по сравнению с 2014 годом – на 10 (рис. 3.3).

Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю ИЗА) как высокий и очень высокий, за пять лет снизилось на 75 городов, а по сравнению с 2014 годом – на 7 (рис. 3.4). Резкое снижение уровня загрязнения воздуха в городах обусловлено не улучшением качества воздуха, а связано с изменением ПДКс.с. формальдегида, что приводит к занижению оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом и, соответственно, комплексного ИЗА. Во всех 158 городах, где проводятся наблюдения за содержанием формальдегида, вещество является приоритетным и входит в расчет комплексного ИЗА. При использовании для оценки прежней ПДК количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю ИЗА) как высокий и очень высокий, составило бы 96 городов.

В список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в России в 2015 году (Приоритетный список) включено 11 городов, что на 8 городов меньше по сравнению с 2014 годом (рис. 3.4, табл. 3.4). С учетом прежней ПДКс.с. формальдегида в Приоритетный список в 2015 году были бы включены 29 городов. За пять лет количество городов в Приоритетном списке уменьшилось на 16, а с учетом прежней ПДКс.с. формальдегида – увеличилось бы на 2 города.

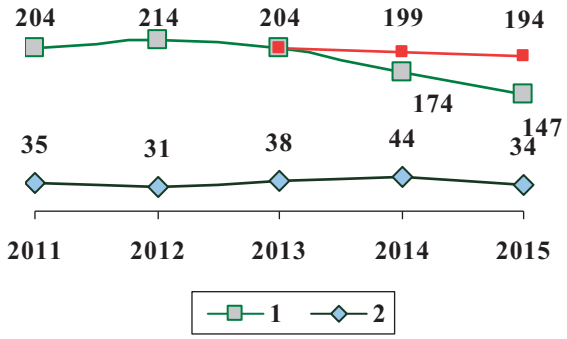


Рис. 3.3. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации одного или нескольких веществ превышали 1 ПДК (1), с учетом прежней и новой ПДК формальдегида, отмечались значения СИ больше 10 (2)

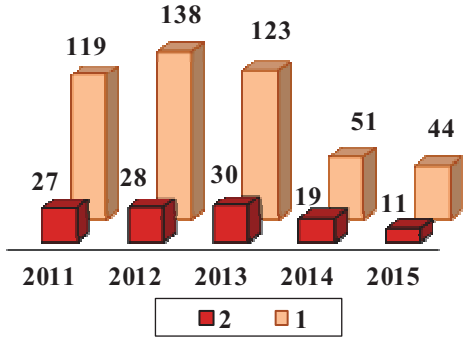


Рис. 3.4. Количество городов, в которых уровень загрязнения высокий и очень высокий (ИЗА > 7) (1), в том числе городов в Приоритетном списке (2)

Тенденция изменений загрязнения атмосферного воздуха отдельными веществами

Количество городов, где средние за год концентрации взвешенных веществ, диоксида азота превышали 1 ПДК, за пять лет уменьшилось на 18 и 12 соответственно, бенз(а)пирена – на 119 городов, большинство из которых расположены на Европейской части России (рис. 3.5–3.7).

Количество городов, где максимальные разовые концентрации взвешенных веществ превышали 10 ПДК, за пять лет снизилось на 1 город, диоксида азота – на 2 города, бенз(а)пирена увеличилось – на 5 за счет городов Азиатской части России (рис. 3.5–3.7).

Количество городов, где среднегодовые концентрации формальдегида превышают 1 ПДК, за пять лет снизилось со 138 до 47 (рис. 3.8), что обусловлено изменением ПДКс.с. Если учитывать прежние ПДКс.с., то количество городов, где среднегодовые концентрации формальдегида превышают 1 ПДК, в 2015 году составило бы 148, то есть увеличилось за пять лет на 10 городов, а если учитывать новую ПДК – только на 2 города (рис. 3.8).

Общий характер тенденции изменения среднегодовых концентраций взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, оксидов азота,

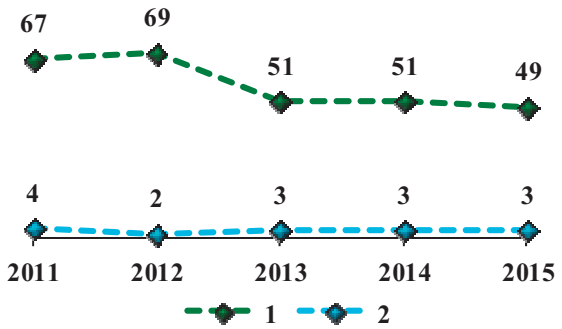


Рис. 3.5. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации взвешенных веществ превышали 1 ПДК (1), СИ взвешенных веществ больше 10 (2)

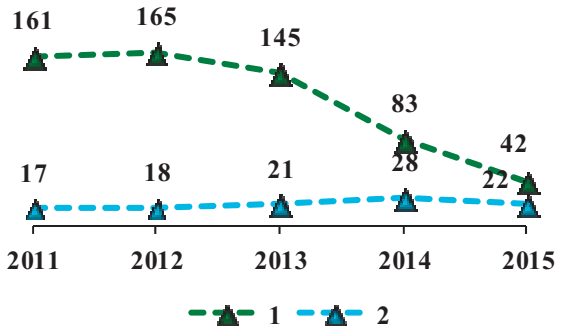


Рис. 3.7. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации бенз(а)пирена превышали 1 ПДК (1), СИ бенз(а)пирена больше 10 (2)

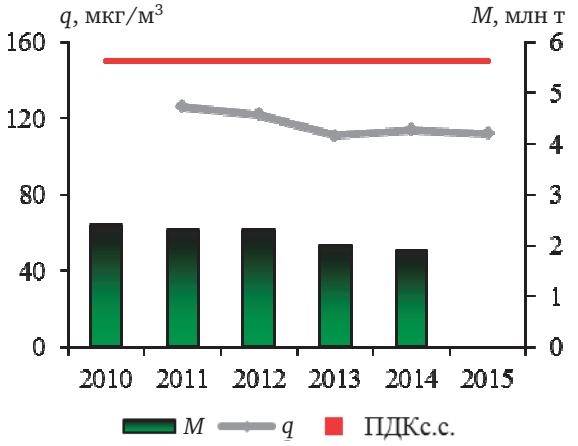


Рис. 3.9. Среднегодовые концентрации (q) взвешенных веществ и выбросы от стационарных источников (M) твердых веществ

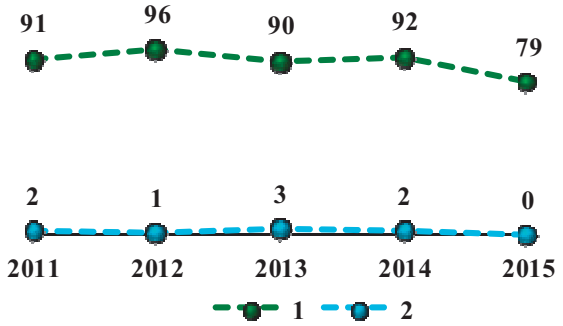


Рис. 3.6. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации диоксида азота превышали 1 ПДК (1), СИ диоксида азота больше 10 (2)

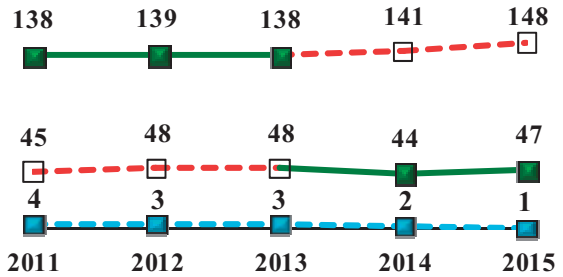


Рис. 3.8. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации формальдегида превышали 1 ПДК, с учетом прежней (верхний ряд значений) и новой ПДК (средний ряд), СИ формальдегида больше 10 (нижний ряд)

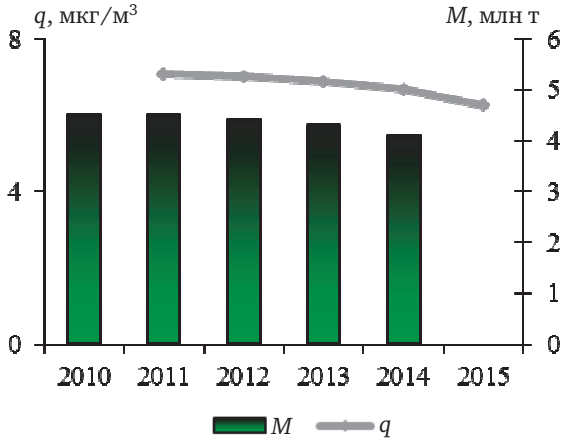


Рис. 3.10. Среднегодовые концентрации (q) и суммарные выбросы (M) диоксида серы

бенз(а)пирена и формальдегида за последние пять лет представлен на рис. 3.9–3.14.

Сведения о выбросах от стационарных и передвижных источников загрязняющих веществ, приводятся по данным Росстата.

За период 2011–2015 гг. среднегодовые концентрации взвешенных веществ снизились на 11%, выбросы от стационарных источников твердых веществ за период 2010–2014 гг. снизились на 20,8% (рис. 3.9).

Среднегодовые концентрации диоксида серы за последние пять лет снизились на 12%, суммарные выбросы от стационарных и передвижных источников за период 2010–2014 гг. снизились – на 8,9% (рис. 3.10).

Средние за год концентрации оксида углерода снизились на 15%, а суммарные выбросы от стационарных и передвижных источников за период 2010–2014 гг. существенно не изменились (рис. 3.11).

Средние концентрации диоксида азота и оксида азота снизились на 8%. Суммарные выбросы от стационарных и передвижных источников за период 2010–2014 гг. снизились на 10,8% (рис. 3.12).

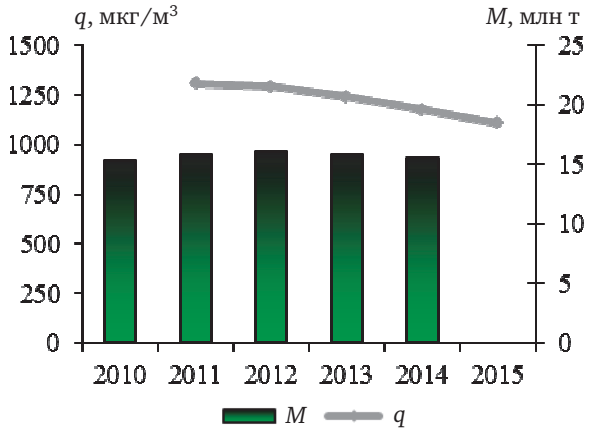


Рис. 3.11. Среднегодовые концентрации (q) и суммарные выбросы (M) оксида углерода

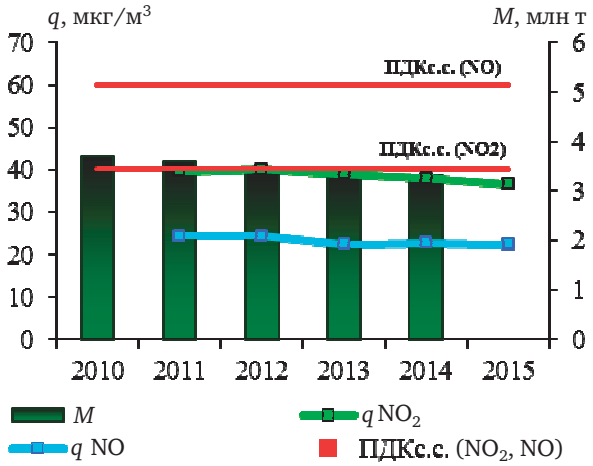


Рис. 3.12. Среднегодовые концентрации диоксида (q_{NO2}) и оксида азота (q_{NO}) и суммарные выбросы (M) NOx (в пересчете на NO_2)

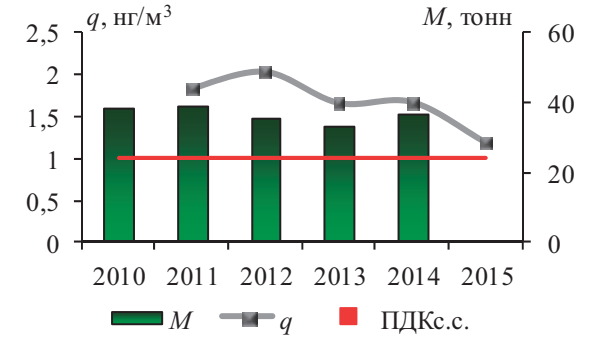


Рис. 3.13. Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена (q) и выбросы от стационарных источников (M)

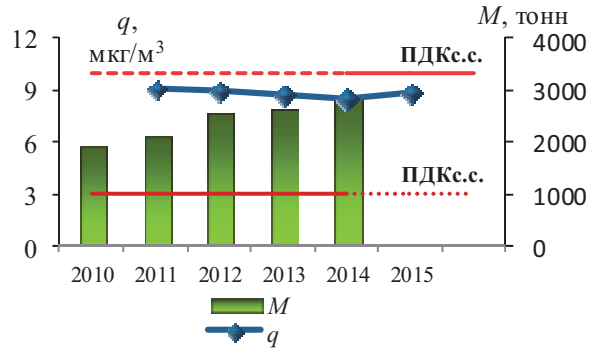


Рис. 3.14. Среднегодовые концентрации формальдегида (q), величины санитарно-гигиенического норматива, ПДКс.с., мг/м^3, выбросы от стационарных источников (M)

Средние концентрации бенз(а)пирена снизились на 35%. Выбросы от стационарных источников за период 2010–2014 гг. снизились на 10,8% (рис. 3.13).

Из рис. 3.14 видно, что за пятилетний период среднегодовые концентрации формальдегида изменяются незначительно, оставаясь выше установленного гигиенического норматива ПДКс.с. С 2014 года, при сохранении уровня загрязнения формальдегидом в целом в городах на территории России, значения среднегодовых концентраций оказались ниже вновь установленного ПДКс.с., при этом количество выбросов формальдегида от стационарных источников за последние 5 лет увеличилось на 50%.

3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах

Средние за год ($q_{ср}$) и средние из максимальных концентрации ($q_м$) основных загрязняющих веществ, полученные по данным регулярных наблюдений в 2015 году в городах России, представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Средние концентрации примесей в атмосферном воздухе городов России по данным регулярных наблюдений в 2015 г.

Примесь	Число городов	Средние концентрации (мкг/м^3)	
		$q_{ср}$	$q_м$
Взвешенные вещества	221	109	977
Диоксид азота	238	36	274
Оксид азота	156	22	259
Диоксид серы	230	6	152
Оксид углерода	217	1108	6626
Бенз(а)пирен (нг/м^3)	181	1,2	4,6
Формальдегид	158	9	80

В 44 городах (20% городов) степень загрязнения воздуха оценивается как очень высокая и высокая, в 62% городов – низкая (рис. 3.15).

В городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха проживает 17,1 млн человек, что составляет 17% городского населения России (рис. 3.16, табл. 3.5).

На рис. 3.17 показаны средние концентрации примесей в целом по городам Рос-

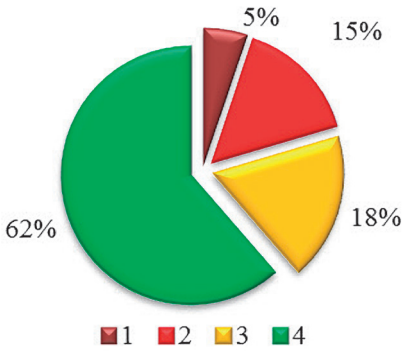


Рис. 3.15. Количество городов (%), где ИЗА ≥ 14 (1), 7–13 (2), 5–6 (3), ≤ 5 (4)

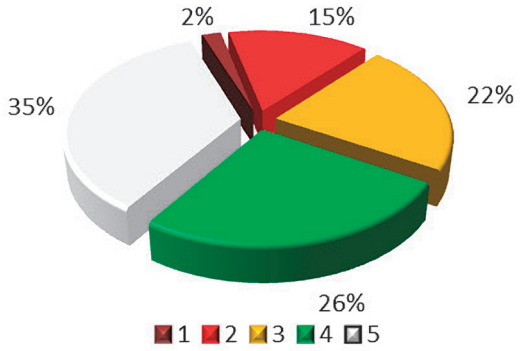


Рис. 3.16. Численность населения(%) в городах, где ИЗА ≥ 14 (1), 7–13 (2), 5–6 (3), ≤ 5 (4), ИЗА не рассчитывался из-за отсутствия наблюдений или их недостаточного количества (5)

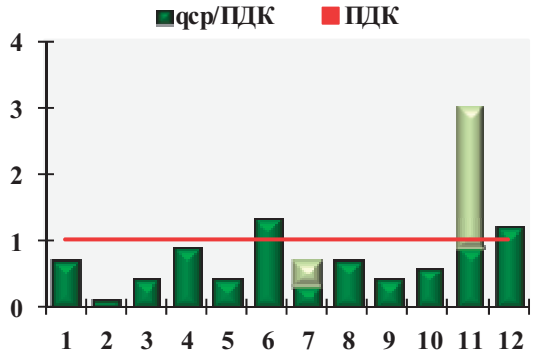


Рис. 3.17. Средние концентрации примесей в городах России:
1 – взвешенные вещества (221); *2* – диоксид серы (230); *3* – оксид углерода (217); *4* – диоксид азота (238); *5* – оксид азота (156); *6* – сероуглерод (5); *7* – фенол с учетом прежней и новой ПДКс.с. (101); *8* – фторид водорода (31); *9* – хлорид водорода (34); *10* – аммиак (76); *11* – формальдегид с учетом прежней и новой ПДКс.с. (158); *12* – БП (181). Цифры в скобках указывают количество городов, в которых проводились наблюдения за данной примесью

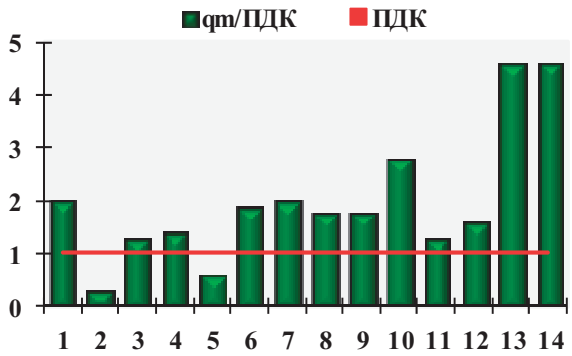


Рис. 3.18. Средние из максимальных концентрации примесей в городах России:
1 – взвешенные вещества; *2* – диоксид серы; *3* – оксид углерода; *4* – диоксид азота; *5* – оксид азота; *6* – сероводород; *7* – сероуглерод; *8* – фенол; *9* – фторид водорода; *10* – хлорид водорода; *11* – аммиак; *12* – формальдегид; *13* – бенз(а)пирен; *14* – этилбензол

сии. Средняя за год концентрация сероуглерода выше ПДК в 1,3 раза, бенз(а)пирена – в 1,2 раза, концентрации других веществ не превышают 1 ПДК. Средняя концентрация формальдегида в 2015 году составила 0,9 ПДКс.с, что в пересчете на прежний норматив составляет 3,0 ПДКс.с. Средняя концентрация фенола в 2015 году составила 0,3 ПДКс.с., что в пересчете на прежний норматив составляет 0,7 ПДКс.с. (постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 12 января 2015 г. № 3 г. Москва «О внесении изменения в ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» установлен новый гигиенический норматив среднесуточной концентрации фенола). Несмотря на снижение содержания в воздухе формальдегида и фенола, реальных изменений уровня загрязнения воздуха указанными загрязняющими веществами не происходит.

В целом по городам России средние из максимальных концентраций всех измеряемых примесей, кроме диоксида серы и оксида азота, превышают 1 ПДК. Средние из максимальных концентрации аммиака, оксида углерода, диоксида азота, формальдегида, фторида водорода, фенола и сероводорода составили 1,3–1,9 ПДК, взвешенных веществ, сероуглерода и хлорида водорода превысили ПДК в 2–2,8 раз, этилбензола и бенз(а)пирена – в 4,6 раз (рис. 3.18).

В 147 городах (59% городов, где проводятся наблюдения) средние за год концентрации какого-либо вещества превышают 1 ПДК. В этих городах проживает 50,7 млн чел. (рис. 3.19).

Превышают 1 ПДКс.с. средние за год концентрации взвешенных веществ в 49 городах, бенз(а)пирена – в 42 городах, диоксида азота – в 79 городах.

С учетом новых ПДКс.с. сверхнормативному загрязнению воздуха формальдегида подвержено 25,3 млн чел. в 47 городах, с учетом прежних ПДКс.с. – 60,1 млн чел. в 148 городах (рис. 3.19).

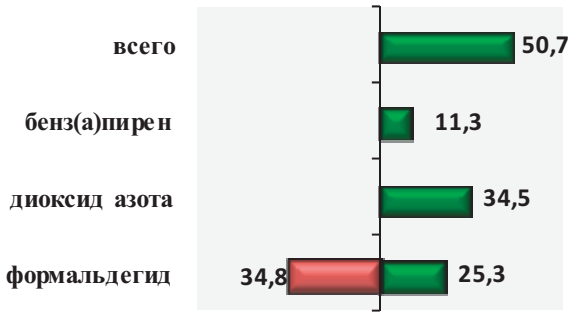


Рис. 3.19. Число жителей в городах (млн), находящихся под воздействием средних концентраций примесей в воздухе выше 1 ПДК, для формальдегида дано с учетом прежней и новой ПДК

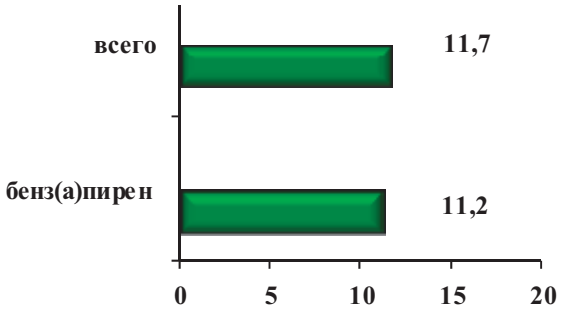


Рис. 3.20. Число жителей в городах (млн.), находящихся под воздействием максимальных концентраций примесей в воздухе выше 10 ПДК (всего) и 5 ПДК бенз(а)пирена

Максимальные концентрации превышают 10 ПДК в 34 городах (табл. 3.3). В них проживает 11,7 млн чел. (рис. 3.20). Концентрации бенз(а)пирена превышают 10 ПДК в 22 городах с населением 6,2 млн чел., 5 ПДК – в 35 городах с населением 11,2 млн чел. Максимальные концентрации превышают 10 ПДК формальдегида в 1 городе, сероводорода – в 2 городах, взвешенных веществ – в 3 городах. Всего за год отмечено 107 случаев превышения 10 ПДК различными загрязняющими веществами.

Максимальная среднесуточная концентрация бенз(а)пирена в Архангельске достигла 10 ПДКс.с.

Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения в 2015 году (табл. 3.4) включает 11 городов с общим чи-

Таблица 3.3. Перечень городов Российской Федерации, в которых были зарегистрированы случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха (максимальные разовые концентрации отдельных примесей более 10 ПДКм.р.) в 2015 году

Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК[1]	Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК[1]
Абакан	бенз(а)пирен[4]	1	11,1	Минусинск	бенз(а)пирен[4]	4	36,9
Барнаул	этилбензол	1	15,5	Нижний Тагил	бенз(а)пирен[4]	1	13,0
Белоярский	формальдегид	2	22,4	Никель	диоксид серы	13	13,8
Биробиджан	бенз(а)пирен[4]	5	29,2	Новокузнецк	бенз(а)пирен[4]	3	15,5
Бирюсинск	бенз(а)пирен[4]	1	11,7	Пермь	этилбензол	1	15,3
Благовещенск, Амурская обл.	бенз(а)пирен[4]	1	11,6	Петровск-Забайкальский	бенз(а)пирен[4]	2	17,8
Братск	бенз(а)пирен[4]	3	22,0	Светогорск	сероводород	2	11,0
Дзержинск	этилбензол[2]	4	15,0	Селенгинск	бенз(а)пирен[4]	3	18,7
Екатеринбург	этилбензол[2]	1	10,5	Улан-Удэ	бенз(а)пирен[4]	8	24,2
Зима	бенз(а)пирен[4]	5	39,6	Ульяновск	оксид углерода	1	10,2
Кемерово	бенз(а)пирен[4]	1	20,4	Уссурийск	бенз(а)пирен[4]	1	10,2
Корсаков	взвешенные вещества[3]	1	10,7	Уфа	этилбензол	1	15
Красноярск	бенз(а)пирен[4]	4	18,5	Челябинск	бенз(а)пирен[4]	2	13,1
	хлорид водорода	2	13,2	Череповец	сероводород	1	11,1
Курган	бенз(а)пирен[4]	1	11,5	Черногорск	бенз(а)пирен[4]	4	23,9
Кызыл	бенз(а)пирен[4]	5	30,8	Чита	бенз(а)пирен[4]	14	61,1
Лесосибирск	бенз(а)пирен[4]	3	14,9		взвешенные вещества	1	21,0
Магнитогорск	бенз(а)пирен[4]	3	22,8	Южно-Сахалинск	взвешенные вещества[3]	1	12,7

[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 $ПДК_{с.с}$.

Таблица 3.4. Города с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы (ЗА) и вещества, его определяющие, в 2015 году

Город	Вещества, определяющие уровень ЗА	Город	Вещества, определяющие уровень ЗА
Биробиджан	БП, ВВ, NO_2, CO, сажа	Петровск-Забайкальский	**БП**, ВВ, CO, NO_2, SO_2
Братск	CS_2, Ф, БП, HF, NO_2	Селенгинск	**БП**, **ВВ**, **O_3**, NO_2, Ф
Зима	БП, NO_2, HCl, Ф, CO	Улан-Удэ	**БП**, **ВВ**, **O_3**,**Ф**, **NO_2**
Кызыл	БП, сажа, ВВ, NO_2, CO	Черногорск	**БП**, Ф, NO_2, ВВ, CO
Минусинск	БП, NO_2, Ф, ВВ, CO	Чита	**БП**, **ВВ**, **NO_2**, Ф, сажа
Норильск	Выбросы SO_2		

Ф – формальдегид, ВВ – взвешенные вещества, БП – бенз(а)пирен, HF – фторид водорода, HCl – хлорид водорода, NO_2 – диоксид азота, NO – оксид азота, SO_2– диоксид серы, CS_2 – сероуглерод, O_3 – озон, CO – оксид углерода.
Выделены вещества с наибольшим вкладом в уровень ЗА.

Города Приоритетного списка не ранжируются по степени загрязнения воздуха.

слом жителей в них 1,5 млн человек. В этот список включены города с очень высоким уровнем загрязнения воздуха, для которых комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) равен или выше 14.

Города, составляющие Приоритетный список 2015 года, входили в него и в 2014 году. Все они расположены в Азиатской части территории России, которая характеризуется особо неблагоприятными для рассеивания примесей климатическими условиями.

В Норильске формирование очень высокого уровня загрязнения воздуха обусловлено значительными выбросами диоксида серы, составляющими около 1,9 млн тонн в год. Это подтверждается данными наблюдений за химическим составом и кислотностью осадков. Самые загрязненные атмосферные осадки в Российской Федерации сульфатами отмечаются в Норильске (77 мг/л). Выполненная оценка выпадений серы с осадками в наиболее загрязненных населенных пунктах Российской Федерации с установленными значениями критической нагрузки серы сульфатной на окружающую среду (2 т/км^2·год) показала, что влажные выпадения серы в Норильске (13,9 т/км^2·год) превысили критическое значение нагрузки в 7 раз, что является наибольшим значением среди загрязненных населенных пунктах Российской Федерации.

Во всех городах Приоритетного списка очень высокий уровень загрязнения атмосферы связан со значительными концентрациями бенз(а)пирена, а также в 4 городах – с концентрациями взвешенных веществ и диоксида азота, в 2 городах – с концентрациями формальдегида и приземного озона.

В Улан-Удэ превышают ПДК среднегодовые концентрации пяти загрязняющих веществ, в Биробиджане, Селенгинске и Чите – трех веществ.

В Приоритетный список вошли по 2 города с предприятиями цветной металлургии и целлюлозно-бумажной промышленности и 1 город с предприятиями химической промышленности, в 6 городах определяющий вклад в загрязнение воздуха вносят предприятия топливно-энергетического комплекса. В городах Приоритетного списка – Зиме, Улан-Удэ, Кызыле, Минусинске, Черногорске и Чите, в которых основными источниками выбросов являются тепловые котельные и ТЭЦ, отмечены наибольшие средние за месяц концентрации бенз(а)пирена, достигающие 24–61 ПДК.

В Приоритетном списке сохранились Биробиджан и Петровск-Забайкальский, в которых за последние пять лет прослеживается тенденция роста концентраций взвешенных веществ и бенз(а)пирена. Особенно значительный рост концентраций отмечен в Биробиджане, где концентрации взвешенных веществ возросли в 2 раза, концентрации бенз(а)пирена – в 4 раза.

По сравнению с 2014 годом из Приоритетного списка исключено 8 городов: Благовещенск (Амурская обл.), Иркутск, Красноярск, Лесосибирск, Новокузнецк, Челябинск, Шелехов и Южно-Сахалинск, в основном, из-за резкого снижения уровня загрязнения воздуха бенз(а)пиреном. По сравнению с предыдущим годом концентрации бенз(а)пирена в этих городах снизились в среднем на 40%.

Впервые за 28 лет Южно-Сахалинск не включен в Приоритетный список, что обусловлено значительным снижением концентраций аэрозольных примесей: взвешенных веществ, бенз(а)пирена и сажи, а также формальдегида. В связи с переводом Южно-Сахалинской ТЭЦ с угля на газ, в городе наблюдается снижение на 44% количества выбросов твердых веществ от стационарных источников.

Важно отметить, что резкое снижение уровней загрязнения воздуха и сокращение

количества городов Приоритетного списка связано с изменением в 2014 году ПДКс.с формальдегида, при этом существенных изменений уровней загрязнения не отмечается, а количество выбросов формальдегида в атмосферу растет. При использовании для оценки уровней загрязнения воздуха прежних ПДКс.с. формальдегида, количество городов Приоритетного списка в 2015 году составило бы 29 вместо 11.

Следует отметить, что 2015 год в России стал самым теплым в истории наблюдений. Теплее всего было в Азиатской части России – здесь среднегодовая температура была выше климатической нормы более чем на 3 °С, исключительно теплой была зима. Сокращение отопительного периода способствовало снижению объемов выбросов загрязняющих веществ, что повлияло на снижение уровня загрязнения воздуха в городах. Также за год на территории России отмечался избыток осадков, составивший 106% нормы. Рекордная сумма осадков выпала на Урале и в Западной Сибири, что способствовало снижению загрязнения воздуха городов в указанных регионах. Только в Забайкалье отмечался дефицит осадков, что стало одной из причин формирования очень высокого уровня загрязнения воздуха.

3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации

Количество городов и станций в каждом из 85 субъектов Российской Федерации, где проводятся наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы в системе Росгидромета, а также общее число городов со значениями основных показателей загрязнения: ИЗА > 7, Q > ПДК (Q – средняя за год концентрация любого вещества), СИ > 10 и НП > 20 приведено в табл. 3.5.

Таблица 3.5. Характеристики уровня загрязнения воздуха в субъектах РФ в 2015 г.

Субъект РФ	Количество						Население(%)
	городов	станций	городов, в которых				в городах
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА > 7	Q > ПДК	СИ > 10	НП > 0	с В и ОВ уровнем ЗВ
Центральный федеральный округ							
г. Москва	1	17	0	1	0	0	0
Белгородская обл.	3	9	0	2	0	0	0
Брянская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Владимирская обл.	1	4	0	0	0	0	0
Воронежская обл.	1	6	1	1	0	1	64
Ивановская обл.	2	3	0	1	0	0	0
Калужская обл.	1	2	0	1	0	0	0
Костромская обл.	2	5	0	0	0	0	0
Курская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Липецкая обл.	1	6	0	0	0	0	0
Московская обл.	10	20	0	7	0	0	0
Орловская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Рязанская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Смоленская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Тамбовская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Тверская обл.	1	1	0	0	0	0	0
Тульская обл.	3	10	0	1	0	0	0
Ярославская обл.	3	8	0	0	0	0	0
Всего по округу	35	115	1	20	0	1	3
Южный федеральный округ							
Адыгея Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Калмыкия Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Краснодарский край	3	8	0	1	0	0	0
Астраханская обл.	7	12	0	1	0	0	0
Волгоградская обл.	3	6	0	1	0	0	0
Ростовская обл.	7	15	1	6	0	1	6
Всего по округу	20	41	1	9	0	1	2

Продолжение табл. 3.5

Субъект РФ	Количество						Население (%)
	городов	станций	городов, в которых				в городах
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА > 7	Q > ПДК	СИ > 10	НП > 0	с В и ОВ уровнем ЗВ
Северо-Западный федеральный округ							
г. Санкт-Петербург	1	19	1	1	0	1	100
Карелия Респ.	3	3	0	0	0	0	0
Коми Респ.	4	9	0	1	0	0	0
Архангельская обл.	4	8	0	0	0	0	0
Вологодская обл.	2	11	0	0	1	0	0
Калининградская обл.	1	5	0	1	0	0	0
Ленинградская обл.	10	11	0	3	1	0	0
Мурманская обл.	9	19	0	2	1	0	0
Новгородская обл.	3	5	0	1	0	0	0
Псковская обл.	2	2	0	1	0	0	0
Ненецкий авт. округ	-	-	-	-	-	-	-
Всего по округу	39	92	1	10	3	1	40
Приволжский федеральный округ							
Башкортостан Респ.	5	20	0	3	1	0	0
Марий Эл Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Мордовия Респ.	1	4	0	1	0	0	0
Татарстан Респ.	3	20	0	1	0	0	0
Удмуртская Респ.	2	7	0	1	0	0	0
Чувашская Респ.	2	3	0	0	0	0	0
Кировская обл.	2	6	0	0	0	0	0
Нижегородская обл.	6	18	1	2	1	1	9
Оренбургская обл.	5	13	0	4	0	0	0
Пензенская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Пермский край	4	18	0	3	1	0	0
Самарская обл.	9	38	0	3	0	0	0
Саратовская обл.	2	9	0	2	0	0	0
Ульяновская обл.	3	6	0	3	1	0	0
Всего по округу	45	166	1	24	4	1	1
Уральский федеральный округ							
Курганская обл.	1	5	1	1	1	1	65
Свердловская обл.	5	17	4	5	2	1	93
Тюменская обл.	2	8	0	1	0	0	0
Челябинская обл.	3	15	3	3	2	1	59
Ханты-Мансийский АО – Югра	7	8	1	6	1	0	1
Ямало-Ненецкий АО	1	1	0	1	0	0	0
Всего по округу	19	54	9	17	6	3	42
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	9	1	1	0	0	69
Чеченская Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Ставропольский край	5	9	0	1	0	0	0
Всего по округу	8	22	2	3	0	1	17
Сибирский федеральный округ							
Алтай Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Бурятия Респ.	4	7	2	4	2	0	71
Тыва Респ.	1	3	1	1	1	0	67
Хакасия Респ.	3	4	1	2	2	0	20
Алтайский край	3	11	0	3	1	0	0
Забайкальский край	3	7	2	2	2	0	46
Красноярский край	6	18	4	6	3	0	54

Окончание табл. 3.5

Субъект РФ	Количество						Население(%)
	городов	станций	городов, в которых				в городах
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА > 7	Q > ПДК	СИ > 10	НП > 0	с В и ОВ уровнем ЗВ
Таймырский АО (в сост. Красноярского края)	1	1	1	0	0	0	99
Иркутская обл.	18	40	6	14	3	1	53
Кемеровская обл.	3	18	2	3	2	0	45
Новосибирская обл.	3	12	0	3	0	0	0
Омская обл.	1	8	0	0	0	0	0
Томская обл.	1	7	0	1	0	0	0
Всего по округу	47	136	19	39	16	1	30
Дальневосточный федеральный округ							
Саха Респ. (Якутия)	4	7	0	1	0	0	0
Камчатский край	2	6	0	0	0	0	0
Приморский край	7	10	2	4	1	0	52
Хабаровский край	4	10	2	4	0	0	53
Амурская обл.	3	3	1	3	1	0	37
Магаданская обл.	1	3	0	1	0	0	0
Сахалинская обл.	6	9	2	6	2	2	54
Еврейская авт. обл.	1	1	1	1	1	0	62
Чукотский авт. округ	2	2	0	1	0	0	0
Всего по округу	30	51	8	21	5	2	40
Крымский федеральный округ							
г. Севастополь	1	1	0	0	0	0	0
Крым Респ.	5	10	2	4	0	1	6
Всего по округу	6	11	2	4	0	1	4
Всего по РФ	249	688	44	147	34	12	17

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

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

В 44 городах РФ (20% городов) уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий (ИЗА > 7). В среднем по стране 17% городского населения испытывают воздействие высокого и очень высокого уровня загрязнения воздуха.

Сравнение загрязнения воздуха в городах на территориях федеральных округов показывает, что половина городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения расположены в Сибирском и Уральском федеральных округах.

На территории Челябинской области имеется 3 города с высоким и очень высоким уровнем загрязнения, в Свердловской области и Красноярском крае – по 4 таких города, в Иркутской области – 6. В 9 субъектах РФ уровень загрязнения воздуха высокий и очень высокий во всех городах, где проводятся наблюдения.

В 20 субъектах РФ 17% и более городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения воздуха, из них в 3 (Санкт-Петербург, Свердловская область (и Екатеринбург), и Таймырский АО) – более 75% городского населения.

В 54 субъектах РФ высокий и очень высокий уровень загрязнения воздуха городов не отмечен.

В 147 городах РФ средняя за год концентрация одного или нескольких веществ превышает ПДК (Q > 1 ПДК). На территориях Сибирского и Уральского федеральных округов в большинстве городов концентрации загрязняющих веществ превышают ПДК. В республиках Бурятия и Крым, в Оренбургской, Свердловской (и Екатеринбург) областях, в Приморском и Хабаровском краях имеются 4–5 таких городов, в Красноярском крае, в Ростовской и Сахалинской областях и Ханты-Мансийском АО (Югра) – 6, в Московской области – 7, в Иркутской области – 14.

В городах 23-х субъектов Российской Федерации максимальная концентрация какого-либо вещества превышала 10 ПДК (СИ > 10). В республиках Бурятия и Хакасия, в Забайкальском крае, в Кемеровской, Свердловской, Сахалинской и Челябинской областях имеются по 2 таких города, в Иркутской области и Красноярском крае – по 3.

3.2. Загрязнение почвенного покрова

3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения

В 2006–2015 годах наблюдения за уровнем загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) – тяжёлыми металлами (ТМ), фтором, нефтью и нефтепродуктами (НП), сульфатами, нитратами, бенз(а)пиреном (БП) – проводились на территориях Республик: Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Татарстан, Удмуртской, Чувашской; Краснодарского и Приморского краев; Иркутской, Кемеровской, Кировской, Московской, Нижегородской, Новосибирской, Омской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Свердловской, Томской и Ульяновской областей. Для каждой территории определён перечень ТПП, измеряемых в почве. В 2015 году наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились в районе 34 населённых пунктов, включая фоновые районы. Для определения в почвах уровней содержания ТМ, НП, фтора, сульфатов, бенз(а)пирена и нитратов было обследовано 31, 25, 16, 6, 1 и 18 населённых пунктов соответственно.

Загрязнение почв металлами

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

В 2015 году в почвах измерялись массовые доли алюминия, железа, кадмия, кобальта, магния, марганца, меди, никеля, свинца, ртути, хрома и цинка в различных формах (валовых (в), подвижных (п), кислоторастворимых (к, извлекаемых 5 н азотной кислотой), водорастворимых (вод).

Приоритетными при выборе пунктов наблюдений за загрязнением почв ТМ являются районы, 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 по отраслям промышленности, усреднённых за 8 или 9 лет, в почвах пятикилометровых зон вокруг предприятий представлена на рис. 3.21.

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

Все почвы пунктов наблюдений 2015 г. в целом относятся к допустимой категории загрязнения ТМ, при этом имеются небольшие участки умеренно опасной и (или) опасной категории загрязнения.

Согласно показателю загрязнения $Z_ф$, к опасной категории загрязнения почв ТМ относится 2,5% обследованных за последние десять лет (в 2006-2015 годах) населённых пунктов, их отдельных районов, одно- и пятикилометровых зон вокруг источников загрязнения, пунктов многолетних наблюдений (ПМН), состоящих из участков многолетних наблюдений (УМН), к умеренно опасной – 7,8%.

Результаты наблюдений с 2006 по 2015 годы показали, что к опасной категории загрязнения почв металлами (приоритетные ТМ указаны в

а)

б)

Рис. 3.21. Динамика средних массовых долей по отраслям промышленности, усредненных за определенные периоды:

а – цинка и марганца; *б* – кадмия в почвах пятикилометровых 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)

скобках), согласно $Z_ф$ ($32 \le Z_ф < 128$), относятся почвы УМН-1 г. Свирск (свинец, медь, цинк, кадмий), почвы г. Слюдянка (никель, кобальт, свинец) Иркутской области; почвы однокилометровой зоны от пос. Рудная Пристань (свинец, кадмий, цинк) Приморского края; почвы однокилометровой зоны от ОАО «СУМЗ» в г. Ревда (медь, свинец, кадмий, цинк) и почвы городов Кировград (цинк, свинец, медь, кадмий) и Реж (никель, кадмий, хром, кобальт) Свердловской области.

Перечень городов и посёлков с умеренно опасной категорией загрязнения почв ТМ представлен в табл. 3.6.

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. Высокая неоднородность (пятнистость) загрязнения почв ТМ вблизи источников промышленных выбросов, медленный процесс самоочищения, 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 прилегающих к ним районов загрязнены ТМ, которые могут накапливаться при постоянном техногенном воздействии загрязняющих веществ, поступающих из атмосферы и другими путями.

В основном, с 2006 года явного накопления общего содержания ТМ в обследованных в 2015 году почвах городов и их окрестностей не зарегистрировано.

Тенденция к увеличению средних массовых долей свинца, кадмия и никеля отмечена в почвах г. Иркутск.

В почвах в окрестностях г. Владивосток выявлена тенденция к уменьшению никеля в почвах. Уменьшение массовых долей подвижных форм цинка обнаружено в почвах г. Екатеринбург Свердловской области. Динамика средних значений массовых долей кислоторастворимых форм ТМ в почвах г. Артёмовский Свердловской области приведена на рис. 3.22.

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.

Таблица 3.6. Перечень городов и посёлков РФ с умеренно опасной категорией загрязнения почв металлами (2006–2015 гг.)

Республика, край, область, населённый пункт	Год наблюдений	Зона обследования радиусом, км, вокруг источника	Приоритетные техногенные металлы
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	2014	Территория города*	Свинец, кобальт, кадмий
г. Черемхово	2014	Территория города	Свинец, медь, цинк
Нижегородская область г. Дзержинск	2011–2013	Территория городского округа	Свинец, цинк
г. Нижний Новгород	2014	Заречная часть	Цинк, медь, железо
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. Давлеканово	2014	ТГ	Кадмий, 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	2014	Территория города	Никель, хром, кадмий
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	2014	0 – 5*	Медь, свинец, кадмий, цинк
г. Первоуральск	2014	Территория города*	Свинец, медь, цинк, кадмий
г. Полевской	2013	От 0 до 1	Никель, хром, кобальт, цинк

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

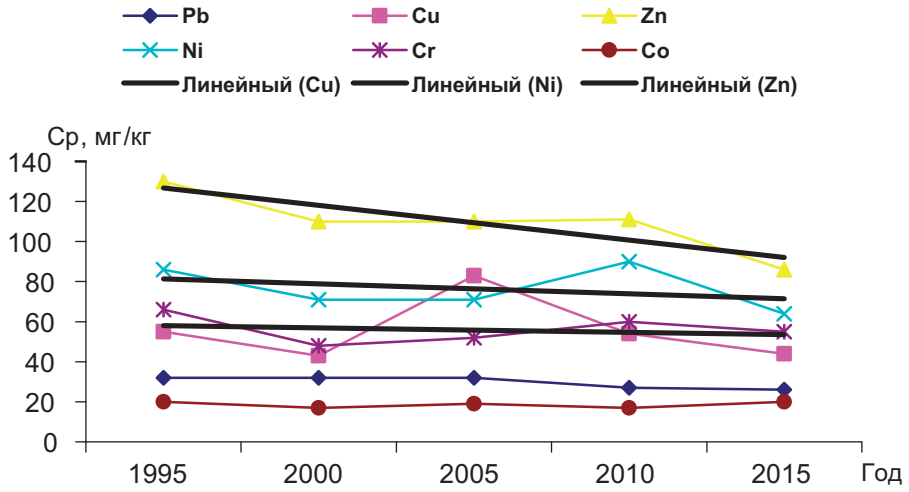


Рис. 3.22. Динамика средних значений (Ср) массовых долей кислоторастворимых форм свинца, меди, цинка, никеля, хрома и кобальта в почвах г. Артёмовский Свердловской области

За последние пять лет наблюдений отмечается значительное загрязнение почв ТМ (среднее значение не ниже 3 ПДК, 3 ОДК или 9 Ф). 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.

С 2011 по 2015 год обнаружено загрязнение почв: – кадмием – в городах Белебей (к 4,5

и 16 ОДК), Верхняя Пышма (вод >14 и >28 Ф, Ф < 0,01 мг/кг), Давлеканово (к 8 и 51 ОДК), Кировград (к 3 и 14 ОДК, п 14 и 45 Ф, Ф 0,4 мг/кг), Ревда (однокилометровая зона вокруг источника к 8 и 12 ОДК, п 5 и 11 Ф, Ф 0,4 мг/кг), 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); – магнием – в городах Йошкар-Ола (в 11 и 24 Ф, Ф 134 мг/кг), Нижний Новгород (в 18 и 81 Ф, Ф 122 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), Кировград (к 6 и 42 ОДК, п 91 и 966 ПДК), Кушва (п 4 и 14 ПДК), Невьянск (п 3 и 10 ПДК), Нижний Тагил (п 3 и 22 ПДК), Первоуральск (п 14 и 55 ПДК), Ревда (к 3 и 34 ОДК, п 19 и 100 ПДК), Ревда (ПМН к 14 и 37 ОДК, п 125 и 301 ПДК); – никелем – в городах Асбест (к 6 и 34 ОДК, п 3 и 13 ПДК), Давлеканово (к 4 и 10 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 Берёзовский (к 3 и 20 ПДК, п 7 и 30 ПДК), Верхняя Пышма (п 4 и 28 ПДК), Ижевск (в 3 и 15 ПДК), Иркутск (пятикилометровая зона вокруг города к 5 и 9 ПДК к 5 и 9 ПДК), Каменск-Уральский (п 5 и 47 ПДК), Кировград (к 8 и 64 ПДК, п 19 и 103 ПДК), Невьянск (п 5 и 10 ПДК), Первоуральск (к 4 и 16 ПДК), Ревда (к 4 и 27 ПДК, п 3,5 и 21 ПДК), Ревда (ПМН к 6 и 22 ПДК, п 8 и 20 ПДК), Свирск (к 9и 63 ПДК), Свирск (УМН-1 к 75 и 111 ПДК, УМН-3 к 10 и 16 ПДК); – цинком – в городах Кировград (к 6 и 34 ОДК, п 26 и 176 ПДК), Невьянск (к 3 и 4 ОДК, п 4 и 6 ПДК), Ревда (однокилометровая зона вокруг источника к 7 и 8 ОДК, п 12 и 14 ПДК), Ревда (ПМН к 4 и 11 ОДК, п 6 и 15 ПДК), Чебоксары (в 3 и 11 ОДК).

Загрязнение почв фтором

Наблюдения за загрязнением почв фтором проводились в Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Самарской и Томской областях, за загрязнением атмосферных выпадений фтористыми соединениями – в Иркутской области.

В 2015 году загрязнение поверхностного пятисантиметрового слоя почв (34 и 46 Ф, Ф 24 мг/кг) и слоя почв от 5 до 10 см (24 и 33 Ф) валовой формой фтора зарегистрировано в г. Братск и его окрестностях. Анализ результатов последних пяти лет наблюдений выявил тенденцию к накоплению фтора по валу в поверхностном слое почв в районе г. Братск.

За последние пять лет зафиксировано загрязнение водорастворимыми формами фтора выше 1 ПДК отдельных участков почв в районе (и (или) на территории) городов Каменск-Уральский, Новокузнецк, Саратов, Свирск, Тольятти, п. Листвянка. Наблюдается тенденция к накоплению водорастворимых фторидов в почвах на территории ПМН г. Новокузнецк. Динамика плотности атмосферных выпадений фтористых соединений в Иркутской области представлена на рис. 3.23.

Загрязнение почв нефтепродуктами и бенз(а)пиреном

В 2015 году наблюдения за массовой долей НП в почвах и её динамикой проводились на территориях Западной Сибири, Республики Марий Эл, Республики Мордовия, Республики Татарстан, Иркутской, Нижегородской и Самарской областей. Обследовались почвы как вблизи наиболее вероятных мест импактного загрязнения – вблизи добычи, транспортировки, переработки и распределения НП, – так и в районах населённых пунктов и их окрестностей.

Наблюдения за загрязнением почв бенз(а) пиреном в 2015 году осуществлялись в районе г. Владивосток Приморского края. В двух пробах почвы из 13, отобранных на территории города и в зоне радиусом 5 км от города, содержание БП находилось в пределах от 2,2 до 3,4 ПДК. Среднее значение не превышает 1 ПДК.

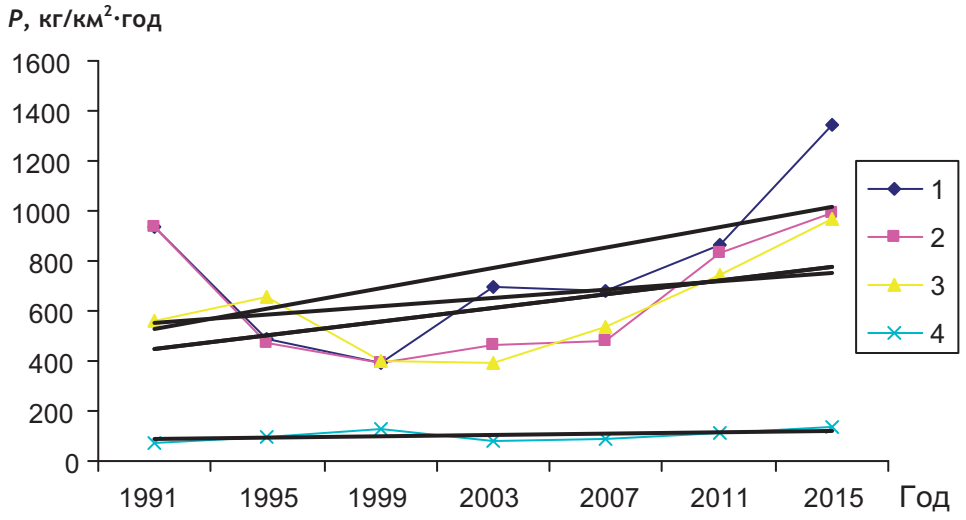
Загрязнение почв НП (средняя массовая доля НП выше 500 мг/кг) наблюдается в г. Иркутск (Жилкинская нефтебаза 1499 и 6529 мг/кг или 3 и 12 Ф, Ф 550 мг/кг), в г. Йошкар-Ола Республики Марий Эл (887 и 4550 мг/кг или 22 и 111 Ф, Ф 111 мг/кг), в г. Кстово (537 и 1940 мг/кг или 9 и 32 Ф, Ф 62 мг/кг) Нижегородской области, в г. Новокуйбышевск (1006 и 6513 мг/кг или 20 и 130 Ф, Ф 50 мг/кг) Самарской области, в г. Омск (4 микрорайон 597 и 2230 мг/кг или 15 и 56 Ф, микрорайон «Кировск» 504 и 1233 мг/кг или 13 и 31 Ф Ф 40 мг/кг).

В почвах ПМН г. Томск отмечается тенденция к увеличению содержания НП. Тенденция к уменьшению загрязнения почв НП выявлена в г. Казань и на территории ПМН в Новосибирск. На рис. 3.24 приведена динамика массовых долей НП в почвах в районе Жилкинской нефтебазы г. Иркутск.

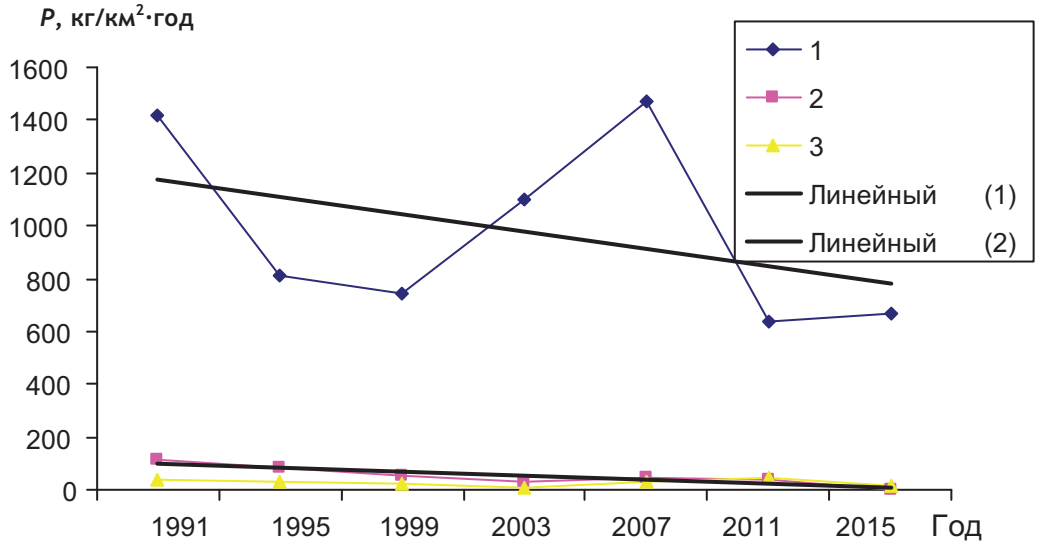
Загрязнение почв нитратами и сульфатами

Наблюдения за уровнем загрязнения почв нитратами проводились на территориях Западной Сибири, Самарской и Свердловской областей. Превышения 1 ПДК (130 мг/кг) нитратов в пробах почв не обнаружено. В целом наблюдается тенденция к уменьшению нитратов в почвах или сохранению их на уровне содержания за последние пять лет.

Наблюдения за загрязнением почв сульфатами осуществлялись на территориях Примор-



а)



б)

Рис. 3.23. Динамика плотности атмосферных выпадений фтористых соединений (Р) в районах: *а* – ОАО «РУСАЛ-БрАЗ» (1 – п. Чекановский, 2 км на С от БрАЗ; 2 – п/х «Пурсей», 8 км на СВ; 3 – г. Братск, 12 км на СВ; 4 – п. Падун, 30 км на СВ); *б* – ОАО «ИркАЗ-СУАЛ» (1 – г. Шелехов; 2 – г. Иркутск; 3 – п. Листвянка, фон)

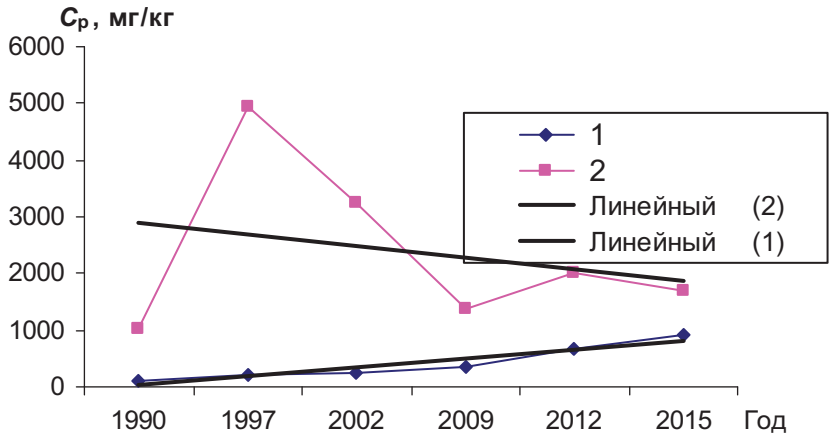


Рис. 3.24. Динамика средних массовых долей НП (Ср, мг/кг) в почвах окрестностей Жилкинской нефтебазы г. Иркутск, кроме береговой зоны (1), и береговой зоны р. Ангары (2)

ского края, Иркутской и Самарской областей. На отдельных участках почв г. Иркутск, ПМН в г. Самара, г.о. Новокуйбышевск и Волжского района Самарской области концентрации сульфатов составили от 1 до 5 ПДК.

Тенденция к накоплению содержания сульфатов в обследованных почвах не выявлена.

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 2015 г. в областях, где проводились наблюдения, наиболее широко применялись гербициды на основе глифосата, 2,4-Д, МЦПА, дикамбы, феноксапроп-П-этила, трифлуралина, с-метолахлора, инсектициды диметоат, диазинон, малатион, имидаклоприд, пиримифос-метил, циперметрин; фунгициды тебуконазол, пропиконазол, тиабендазол, карбендазим, ципроконазол.

В 2015 г. были обследованы почвы различного типа на территории 33 субъектов Российской Федерации. Обследовались почвы сельскохозяйственных угодий, отдельных лесных массивов, зон отдыха в 460 пунктах на территории 106 районов, в 148 хозяйствах. На территории 9 субъектов Российской Федерации были обследованы почвы вокруг 11 складов и мест захоронения пестицидов, непригодных к употреблению или запрещенных к применению. Площадь обследованной территории составила около 30,0 тыс. га.

В 2015 г. участки, почва которых загрязнена пестицидами (выше установленных гигиенических нормативов), были обнаружены на территории 9 субъектов Российской Федерации. Несмотря на запрет применения препаратов ДДТ в 70-х годах, до сих пор загрязнение почв этим персистентным инсектицидом на территории России отмечается наиболее часто. Также на отдельных участках отмечалось загрязнение почв ГХЦГ, ГХБ, трифлуралином, метафосом, 2,4-Д, далапоном, ТХАН. В 2015 г. превышений норматива содержания триазиновых гербицидов в почве не было зарегистрировано.

Загрязненные участки почв пестицидами выявляются на территории Российской Федерации ежегодно, при этом наблюдается тенденция снижения доли загрязненных почв. Загрязненные почвы также были обнаружены на локальных участках, прилегающих к территориям пунктов хранения или захоронения пестицидов. В пункте наблюдений за динамикой разложения пестицидов в почве на территории детского оздоровительного лагеря Курганской области снижение содержания ДДТ до уровня норматива не отмечено.

На рис. 3.25 приведены значения максимального содержания ДДТ в почвах федеральных округов России. Следует отметить, что причиной снижения содержания ДДТ в почвах ЦФО является отсутствие информации в 2013–2015 годах о состоянии почв центрально-черноземного региона. Ранее в Курской, Тамбовской, Липецкой областях с интенсивным сельскохозяйственным производством регулярно выявлялись почвы, загрязненные ДДТ, особенно высокое содержание наблюдалось в почвах садов, не подвергающихся пахоте.

Центральный федеральный округ

В 2015 г. на территории ЦФО были обследованы почвы Белгородской, Владимирской, Воронежской, Костромской, Московской, Рязан-

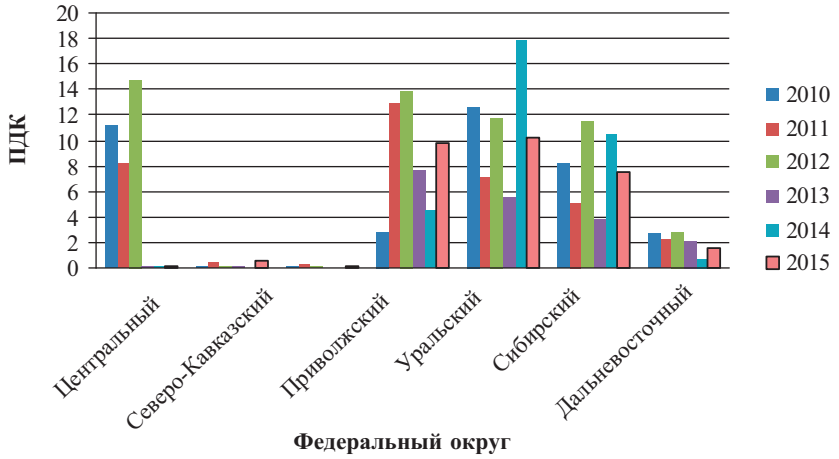


Рис. 3.25. Максимальное обнаруженное содержание ДДТ в почвах (в долях ПДК)

ской, Тульской и Ярославской областей общей площадью 1493,3 га. В почвах определялось содержание хлорорганических инсектицидов, триазиновых гербицидов и трифлуралина.

На обследованной в 2015 г. территории загрязненные почвы не были обнаружены. Содержание суммарного ДДТ в почвах не превышало 0,15 ПДК, суммарного ГХЦГ – 0,16 ПДК, трифлуралина – 0,5 ОДК. Среднее содержание в почвах ДДТ составляло от 0,001 мг/кг (Тульская область) до 0,009 мг/кг (Ярославская область Рыбинский район).

Среднее содержание суммарного ГХЦГ в обследованных почвах Центрального региона варьировало в диапазоне от 0,005 до 0,011 мг/кг. Процесс разложения хлорорганических пестицидов в почве продолжается, о чем свидетельствует увеличение соотношения ДДЕ/ДДТ. Содержание в почвах гербицида трифлуралина не превышало 0,5 ОДК.

Южный федеральный округ

В 2015 г. на территории ЮФО проводились наблюдения за загрязнением почв остаточным количеством (ОК) пестицидов в Астраханской, Волгоградской, Ростовской областях и Краснодарском крае. Также как и в предыдущие годы, содержание ни одного из 14 определяемых 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, семерон, пропазин, фозалон на обследованной территории ЮФО не были обнаружены.

В Астраханской области в Черноярском и Харабалинском районах весной было обследовано 332 га, осенью – 338 га. Остаточные количества (ОК) в почвах суммарного ДДТ, суммарного ГХЦГ, 2,4-Д, трихлоруксусной кислоты, трифлуралина, паратион-метила не превышали 0,007 мг/кг (0,1 ПДК). Средняя концентрация суммарного ДДТ, в целом по области, под всеми культурами составила 0,03 ПДК весной и 0,04 ПДК осенью, суммарного ГХЦГ – 0,02 ПДК весной и осенью.

В Волгоградской области обследовались почвы в Урюпинском и Ольховском районах на общей площади по 440 га весной и осенью. ОК суммарного ДДТ и суммарного ГХЦГ варьировали в диапазоне от 0,002 до 0,007 мг/кг. При выборочном обследовании в почвах также были обнаружены ОК 2,4-Д, трифлуралина, трихлоруксусной кислоты, паратион-метила, в концентрациях, не превышающих 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, клубнеплодами, бобовыми, а также фруктовые сады. Общая обследованная площадь составила 916 га. Загрязненных почв не было обнаружено. Средняя концентрация суммарного ДДТ по области составила 0,03 ПДК. Максимальные концентрации также не превышали нормы и составляли 0,06 ПДК осенью. Средние ОК суммарного ГХЦГ составили 0,03 ПДК, максимальные – не превышали 0,06 ПДК. Максимальные ОК трифлуралина составили 0,05 ОДК, ТХАН – 0,02 ОДК, 2,4-Д – 0,05 ПДК, метафоса – 0,05 ПДК. Фозалон и триазиновые гербициды на обследованной площади не были обнаружены.

В Краснодарском крае в 2015 году средняя концентрация суммарного ДДТ составила 0,15 ПДК, максимальная – 0,58 ПДК. Среднее и максимальное ОК суммарного ГХЦГ составили 0,02 ПДК и 0,06 ПДК соответственно. Содержание трифлуралина в почвах не превышало 0,02 ОДК, трихлоруксусной кислоты – 0,02 ОДК, 2,4-Д – 0,05 ПДК, метафоса – 0,04 ПДК.

На обследованных почвах загрязнения пестицидами не было выявлено, в целом по региону ОК контролируемых пестицидов сохранились на прежнем уровне.

Приволжский федеральный округ

В 2015 г. в ПФО были обследованы почвы в республиках Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Удмуртской, Чувашской, в областях Кировской, Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской общей площадью 8386,4 га на содержание 14 действующих наименований пестицидов, а также полихлорированных бифенилов (ПХБ). Также в 2015 г. продолжалось обследование почв в местах складирования и захоронения пестицидов.

В 2015 г. было выявлено загрязнение почв ОК суммарного ДДТ во всех обследованных областях (Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской). Превышение ПДК суммы ДДТ наблюдалось весной на 9,4% от обследованной площади (176,2 га) и осенью на 62,8% (1165 га). Максимальные концентрации отмечались весной на уровне 2,5 ПДК, осенью-9,8 ПДК. В других обследованных хозяйствах республик Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Удмуртской, Чувашской, в областях Кировской, Нижегородской ОК суммарного ДДТ в почве весной и осенью содержались на уровне десятых долей ПДК, либо не были обнаружены.

Среднее ОК суммарного ГХЦГ в почве региона составило весной 0,15 ПДК (0,015 мг/кг), осенью – 0,71 ПДК (0,071 мг/кг), что несколько больше значений предыдущего года, когда среднее содержание весной составило 0,09 ПДК (0,009 мг/кг), осенью – 0,04 ПДК (0,004 мг/кг). Загрязнение почвы ОК суммарного ГХЦГ было обнаружено только осенью, площадь загрязнения составила 20,4% от обследованной территории (379 га), в предыдущем году загрязнение было обнаружено только весной на 0,96% от обследованной территории (19 га). Загрязненные почвы были выявлены в Оренбургской, Пензенской, Самарской и Саратовской областях под зерновыми и зернобобовыми, масличными культурами, корне- и клубнеплодами и парами. Максимальное значение ОК суммарного ГХЦГ, достигающее 3,3 ПДК, было зарегистрировано в ООО «Агрофирма Краснохолмская» Илекского района Оренбургской области.

Весной загрязнение ОК ГХБ было обнаружено на 384 га почвы под зерновыми и зернобобовыми, на 22,1 га под масличными культурами, на 176 га под корне- и клубнеплодами, на 27 га под овощами, на 76 га под парами и на 200 га в садах. Максимальное содержание ОК ГХБ составило 2,4 ОДК под картофелем в СХПК Хрящевский (ООО «Лик») Самарской области.

Осенью загрязненные ГХБ почвы были обнаружены под зерновыми и зернобобовыми (495 га), масличными культурами (60 га), корне- и клубнеплодами (248 га), парами (28 га) и в садах (212 га). Максимальное содержание ГХБ составило 4,5 ОДК в Самарский области в ООО «Скорпион» под клубнеплодами.

Загрязненные ГХБ почвы были выявлены во всех областях весной и осенью. В 2015 году площадь загрязнения составила весной 47,2% от обследованной (885 га), осенью – 56,3% от обследованной (1043 га), тогда как в 2014 году было загрязнено весной 4% обследованной площади (80 га), осенью – 4,1% (89 га). Среднее содержание ГХБ в почве составило весной 0,9 ОДК (0,027 мг/кг) и осенью – 1,4 ОДК (0,041 мг/кг), тогда как в 2014 году весной было зарегистрировано 0,03 ОДК (0,001 мг/кг), а осенью – на уровне тысячных долей ОДК.

В 2015 г. на обследованной территории ПФО было обнаружено загрязнение почвы ОК 2,4-Д под зерновыми на территории СПК «Родина Радищева» Кузнецкого района Пензенской области площадью 10 га, максимум составил 1,6 ПДК. В других областях, а также на территории Республики Башкортостан, Республик Марий Эл, Мордовии, Удмуртской, Чувашской, Кировской и Нижегородской областей ОК 2,4-Д не было обнаружено, в том числе на полях, обрабатывавшихся гербицидами на основе этого действующего вещества. Это может свидетельствовать о благоприятных условиях разложения примененной дозы.

В 2015 г. на содержание в почве ОК далапона было обследовано весной и осенью 677,7 га сельхозугодий. Площадь загрязнения далапоном весной составила 27,5% от обследованной площади (92,7 га) и осенью – 59% от обследованной площади (20 га), в 2014 году весной загрязнение было зарегистрировано на 25,4% от обследованной площади (60 га) и осенью – на 13,3% от обследованной площади (42 га). В 2000-2013 гг. загрязнения почв этим гербицидом на территории России не выявлялось.

Весной загрязнение далапоном было зарегистрировано в Оренбургской, Пензенской, Самарской и Ульяновской областях под зерновыми, масличными культурами и парами на 40 га, 20 га, 8 га, 24,7 га соответственно. Максимальное содержание гербицида в Пензенской области составило 4,1 ПДК. Осенью было выявлено загрязнение 20 га под зерновыми в Оренбургской области, максимум составил 1,2 ПДК.

В 2015 г. осенью были обнаружены превышения ПДК в почве метафоса под зерновыми и зернобобовыми культурами в Саратовской и Пензенской областях общей площадью 13 га (3,8% от обследованной территории). Максимальное содержание составило 1,4 ПДК в СПК «Родина Радищева» Кузнецкого района Пензенской области.

Среднее содержание суммы симазина и атразина составило весной 0,1 ПДК (0,022 мг/кг) и осенью 0,04 ПДК (0,007 мг/кг), что ниже значений 2014 г., когда весной было зарегистрировано 0,3 ПДК (0,056 мг/кг) и осенью – 1 ПДК (0,199 мг/кг). Превышений ПДК симазина и атразина не было обнаружено, тогда, как в 2014 году весной было загрязнено 10 га (4,3% от обследованной территории).

Среднее ОК прометрина в почве региона весной и осенью составило 0,001 мг/кг. Превышений ПДК прометрина в почве региона, как и в предыдущем году, не было обнаружено.

Обследование почв на содержание гербицида трифлуралина проводилось на площади 737,7 га. Среднее ОК трефлана в почве региона весной и осенью составило 0,5 ОДК (0051 мг/кг), что превышает значение 2014 года. Весной было обнаружено 20 га загрязненной почвы в ООО «Агрофирма Краснохолмская» Илекского района Оренбургской области под зерновыми и 20 га загрязненной почвы в ООО «Скорпион» Безенчукского района Самарской области под клубнеплодами, максимальное содержание составило 1,35 ОДК и 1,2 ОДК соответственно.

Осенью загрязнение трифлуралином было обнаружено в ППО ФГУП «Семенной Завод»

Каменского района Пензенской области под зерновыми (20 га) и в ОАО «Садовод» Сызранского района Самарской области в садах (4 га), максимальное содержание составило 1,4 ОДК и 1,1 ОДК соотвественно.

Среднее содержание гербицида ТХАН в почве региона составило весной 0,4 ОДК (0,071 мг/кг), осенью – 0,7 ОДК (0,129 мг/кг), тогда, как в 2014 году весной – 0,5 ОДК, осенью – 0,02 ОДК. По сравнению с предыдущим годом было отмечено уменьшение площади загрязнения весной: в 2015 г. было загрязнено 1,5% обследованной территории (5 га), в 2014 г. – 6,6% (60 га). В тоже время, по сравнению с осенью 2014 г, когда загрязнения не было обнаружено, осенью 2015 г. было выявлено загрязнение 19,1% обследованной территории (65 га).

Весной загрязненные ТХАН почвы были обнаружены под корнеплодами в ЗАО «Луначарск» Ставропольского района Самарской области на 5 га (7,4% от обследованной площади), максимальное содержание составило 1,2 ОДК. Осенью были выявлены загрязненные территории под зерновыми, корнеплодами и в садах в Оренбургской, Пензенской, Самарской и Ульяновской областях. Общая площадь загрязнения составила 99 га (29,1% от обследованной территории), максимальная концентрация достигала 2,1 ОДК.

Для изучения вертикальной миграции пестицидов был заложен разрез на глубину 200 см в ОАО «Садовод» Сызранского района Самарской области. В пробах почвы определялись ОК ХОП; 2,4-Д, далапона, трефлана, метафоса, ТХАН, симазина и атразина, прометрина. Обнаружено превышение норм ХОП, трефлана, 2,4-Д, далапона, ТХАН. Максимальное содержание суммарного ДДТ составило 3,8 ПДК (на глубине 0,2 м), суммарного ГХЦГ – 1,2 ПДК (1,8 м), ГХБ – 2,9 ОДК (0,8 м), трефлана – 1,3 ОДК (2 м), ТХАН – 1,4 ОДК (1,2 м), 2,4-Д – 2,4 ПДК (0,6 м), далапона – 2,5 ПДК (1,4 м). Метафос и симазин содержались на уровне сотых долей ПДК, прометрин в большинстве проб не был обнаружен.

Уральский федеральный округ

В 2015 г. на территории Уральского федерального округа наблюдения за содержанием пестицидов в почве проводились в Кетовском, Лебяжьевском и Мокроусовском районах Курганской области. Весной и осенью было обследовано 2542 га сельскохозяйственных угодий, в том числе почвы в с. Хутора Лебяжьевского района на расстоянии от 10 до 100 метров от места захоронения пестицидов. В пробах почвы определялось содержание ДДТ и его метаболита ДДЕ, изомеров ГХЦГ и гербицида 2,4-Д. В 2015 году ОК суммарного ДДТ были обнаружены в почвах Кетовского и Мокроусовского районов. Среднее содержание суммарного ДДТ в почвах области под пшеницей составило 0,33 ПДК весной и 0,01 ПДК осенью. Суммарным ДДТ загрязнены почвы весной в Кетовском районе в водосборе реки Утяк (площадь загрязнения 93,3 га). Осенью превышений ПДК не наблюдалось. Максимальные концентрации составили весной 7,48 ПДК, осенью – 0,24 ПДК. Анализ сезонной динамики (весна-осень) выявил тенденцию к снижению концентрации суммарного ДДТ. Также, как и в предыдущие годы, ОК суммарного ГХЦГ в пробах почв сельхозугодий обнаружено не было. Гербицид 2,4-Д был обнаружен в пробах почв сельскохозяйственных угодий в количествах, не превышающих ПДК. Максимальные уровни 2,4-Д весной находились в пределах 0,12 – 0,92 ПДК, а осенью – 0,06 – 0,86 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 этим инсектицидом была проведена в 1997 г. В дальнейшем использовались другие пестициды, с 2008 по 2015 годы территория лагеря не обрабатывалась, так как лагерь временно закрыт. Почвы лагеря были опасно загрязнены ДДТ, до настоящего времени содержание ДДТ в почве превышает ПДК. В 2015 г. среднее содержание суммарного ДДТ в почве леса на площади 6 га составило весной 0,96 ПДК при максимальном уровне 2,13 ПДК на территории центральной площадки лагеря, осенью среднее содержание составило 1,85 ПДК при максимальном уровне 10,25 ПДК на территории стадиона. ОК суммарного ГХЦГ, как и в прошлые годы, не было обнаружено. Динамика среднего содержания суммарного ДДТ в почве пункта наблюдений представлена на рис. 3.26. Анализ почвенного разреза, заложенного на загрязненном участке в лесном массиве вблизи лагеря, свидетельствует о том, что произошла миграция суммарного ДДТ на всю исследованную глубину (150 см). Максимальное содержание пестицида обнаружено на уровне водоупора на глубине 90 – 150 см.

Также, как и в предыдущем году, содержание в почвах обследованной территории Курганской области ОК 2,4-Д не превышало гигиенического норматива. Максимальное содержание весной составило 0,92 ПДК, осенью – 0,86 ПДК. По информации Россельхозцентра, гербициды на основе этого действующего вещества широко применяются в сельскохозяйственном производстве Курганской области.

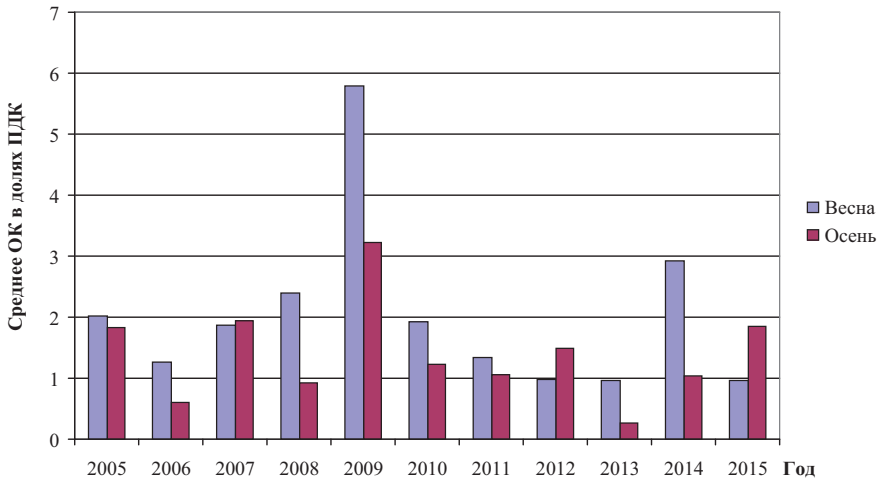


Рис. 3.26. Динамика среднего содержания суммарного ДДТ (ОК), выраженного в ПДК, на участке пункта многолетнего наблюдения в Белозерском районе

Сибирский федеральный округ

В 2015 году на территории СФО были обследованы почвы Алтайского края, Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областей общей площадью 9895 га на содержание 11 действующих наименований пестицидов, а также на содержание нитратов и pH. 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 2015 г. на территории СФО не было выявлено почв, загрязненных ГХЦГ, трифлуралином, ГХБ, метафосом, β-дигидрогептахлором, гербицидами 2,4-Д, пиклорамом. Максимальное содержание ГХЦГ было зафиксировано в Искитимском районе Новосибирской области и составило 0,63 ПДК, трифлуралина – в Коченевском районе Новосибирской области (0,94 ОДК).

В Омской области обследовались почвы в Большереченском, Называевском, Саргатском, Седельниковском и Шербакульском районах под зерновыми, бобовыми культурами и паром. Почв, загрязненных ОК хлорорганических пестицидов, не было обнаружено, тем не менее, следы суммарного п,п′-ДДТ присутствуют в пробах почвы практически во всех вышеуказанных районах. Максимальное ОК суммарного п,п′-ДДТ было обнаружено осенью – 0,14 ПДК и весной – 0,05 ПДК. В 2015 году почв, загрязненных ОК гербицида трифлуралина, не было выявлено. Однако незначительные следы пестицида в пробах почвы Большереченского района присутствуют. Максимальное остаточное количество трифлуралина было обнаружено осенью – 0,01 ОДК.

В Иркутской области содержание ОК суммарного ДДТ было обнаружено в почвах Ангарского, Киренского, Иркутского и Тулунского районов. Среднее содержание суммарно ДДТ в почвах под всеми видами культур составило 0,05 ПДК весной и 0,10 ПДК осенью. Суммарным ДДТ загрязнены почвы в Иркутском районе, в водосборе реки Куда. Максимальное содержание суммарного ДДТ в почве под картофелем составило 7,55 ПДК. На водосборе р. Куда было выявлено проникновение ДДТ по почвенному профилю разреза до глубины 0,2 м. Содержание суммарного ДДТ в верхних почвенных горизонтах (0–20 см) разрезов варьировало от 0,05 до 0,97 ПДК. По сравнению с 2014 г., когда пестицид мигрировал на более чем полуметровую глубину, в 2015 г. глубина миграции уменьшилась.

Загрязнения почв Иркутской области ГХЦГ не обнаружено. Присутствие ОК суммарного ГХЦГ выявлено в почвах Иркутского района (д. Куда). Максимальные концентрации пестицида составили 0,04 ПДК весной в почвах на полях, занятых кукурузой (Иркутский район, водосбор р. Куда). Присутствие в почве ОК пестицидов ГХБ, метафоса, 2,4-Д и пиклорама в 2015 г. не было выявлено.

В Алтайском крае в 2015 г. были обнаружены ОК суммарного ДДТ (до 0,09 ПДК под пшеницей в Рубцовском районе), ОК суммарного ГХЦГ (до 0,14 ПДК под стерней в Славгородском районе). ОК трифлуралина под стерней в г. Барнаул составило 0,02 ОДК. Среднее содержание 2,4-Д в почве составило 0,001 мг/кг, максимальная концентрация – 0,03 ОДК.

В Кемеровской области ОК суммарного ДДТ было обнаружено в почвах под зерновыми в Мариинском районе и под пастбищем в Крапивинском районе, максимальное содержание ДДТ составило 0,05 ПДК. ОК ГХЦГ было выявлено под стерней и составило 0,01 ПДК. Почв, загрязненных гербицидом трифлуралином, не было

обнаружено. Максимальное содержание трифлуралина в почве составило 0,04 ОДК.

В Новосибирской области были обследованы почвы в 7 районах. Загрязненные ДДТ (1,08 ПДК) почвы были обнаружены в Баганском районе на площади 3 га под зябью. Максимальное ОК ГХЦГ, составившее 0,63 ПДК, было отмечено осенью под пшеницей в Искитимском районе, трифлуралина – 0,94 ПДК под пшеницей в ОАО «Птицефабрика» в Коченевском районе. В 2015 г. продолжалось обследование пункта многолетних наблюдений территории детского оздоровительного центра «Лесная сказка», площадь обследованной территории составила 3,0 га весной и 3,0 га осенью. Максимальное значение ОК суммарного ДДТ составило 0,13 ПДК осенью. Максимальное содержание ОК суммарного ГХЦГ составило 0,09 ПДК также осенью. Пробы воды зоны потенциального смыва с этого участка (р. Бердь, Бердский залив Новосибирского водохранилища) не были загрязнены пестицидами.

В Томской области обследования почв проводились на площади 101,6 га в 3 районах на территории 5 хозяйств. На обследованной территории загрязненные почвы не были обнаружены. Содержание суммарного ДДТ в почвах не превышало 0,86 ПДК, суммарного ГХЦГ – 0,52 ПДК, трифлуралина – 0,46 ОДК.

Зафиксированы 4 случая превышения ПДК нитратов. В Искитимском районе Новосибирской области максимальная концентрация нитратов достигала 3,9 ПДК. На остальной обследованной площади 2 096 га загрязнения нитратами не было выявлено.

Дальневосточный федеральный округ

В 2015 г. на территории ДФО обследование почвы проводилось осенью на площади 869 га в Приморском крае (Уссурийский, Октябрьский, Ханкайский, Черниговский, Чугуевский и Хорольский районы). В почвах определялись галоидорганические пестициды – ДДТ и его метаболиты; изомеры ГХЦГ и гербицид трифлуралин.

Среднее содержание суммарного ДДТ по краю под всеми видами культур (зернобобовыми и зерновыми) составило 0,45 ПДК (0,045 мг/кг). Максимальное содержание суммарного ДДТ под зерновыми составило 1,6 ПДК (0,160 мг/кг). Зафиксировано превышение норматива ПДК суммарного ДДТ в Черниговском, Чугуевском и Ханкайском районах Приморского края. Общая площадь загрязнения – 250 га (28,8% от обследованной площади).

Результаты обследования показали, что почвы Приморского края не загрязнены ОК ГХЦГ. Среднее ОК суммарного ГХЦГ составило 0,02 ПДК при максимальном содержании 0,10 ПДК в СПКХ «Хорольское» Хорольского района.

Среднее содержание трифлуралина в почвах Приморского края под всеми видами культур (зернобобовыми и зерновыми) ниже ОДК (0,001 мг/кг). Максимальное ОК трифлуралина составило 0,01 ОДК (0,001 мг/кг).

Продолжались многолетние наблюдения за динамикой содержания ДДТ в почве на территории объединения личных подсобных хозяйств «Путиенко» с. Халкидон Черниговского района (рис. 3.27). Анализ средних значений ОК пестицидов в Черниговском районе по годам обследования показывает, что сумма ДДТ в 2015 г., по сравнению с 2014 г., выросла в 2,3 раза и составила 1,35 ПДК (2014 г. – 0,58 ПДК). Содержание суммы ГХЦГ сохранилось на уровне 2014 г. и составило 0,02 ПДК. Содержание трифлуралина в 2015 г. выросло до 0,01 ОДК (2014 г – не было обнаружено).

В 2015 г. по уровню содержания суммы ДДТ, суммы ГХЦГ и трифлуралина почвы хозяйств «Путиенко» можно отнести к категории слабого загрязнения.

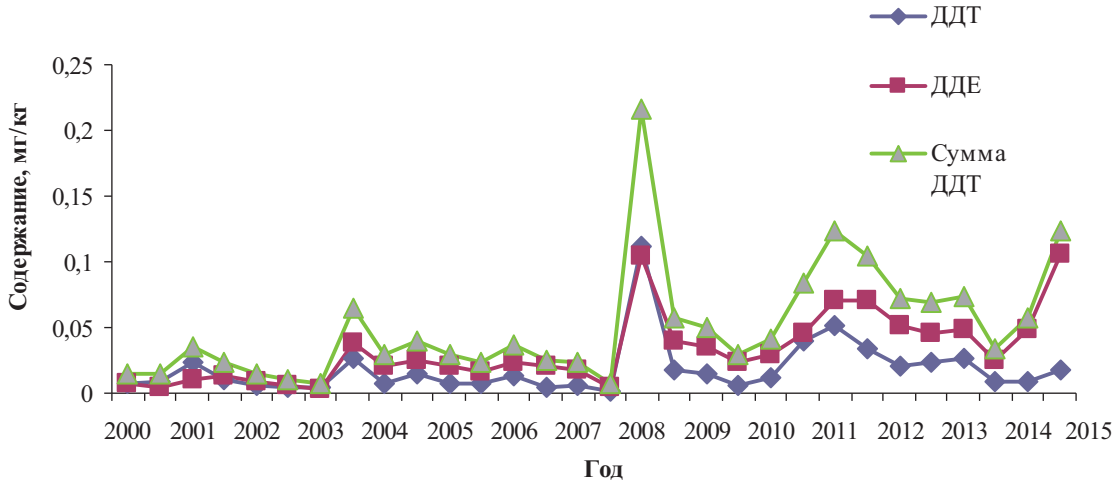


Рис. 3.27. Среднее содержание ДДТ и ДДЭ в почве хозяйств «Путиенко» с. Халкидон Черниговского района Приморского края

Северо-Кавказский федеральный округ

В 2015 году на территории СКФО были обследованы почвы Ставропольского края и Карачаево-Черкесской Республики по 248 га весной и 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 – 0,03 ПДК весной и 0,04 ПДК осенью. Максимальное ОК трифлуралина составило 0,02 ОДК, ТХАН – 0,02 ОДК, 2,4-Д – 0,05ПДК, метафоса – 0,04 ПДК. ОК триазиновых гербицидов и фозалона не было выявлено. ОК контролируемых пестицидов в почве в течение последних 5 лет практически не изменяются.

Состояние участков, прилегающих к местам хранения пестицидов

В 2015 г. продолжились наблюдения за почвами, прилегающими к местам хранения и захоронения устаревших пестицидов. В соответствии с ратифицированной Российской Федерацией Стокгольмской конвенцией о стойких органических загрязнителях (СОЗ), необходимо обеспечить хранение отходов, содержащих СОЗ, экологически безопасным образом. В перечень СОЗ входят такие пестициды, как ДДТ, ГХБ, ГХЦГ, а также ПХБ. Для оценки возможного распространения пестицидов от мест хранения в 2015 г. было проведено обследование вокруг 11 складов неликвидных пестицидов в 9 субъектах Российской Федерации.

В Костромской области на полях, расположенных рядом с заброшенными складами хранения удобрений и пестицидов на территории ОПХ «Минское», загрязнений почвы ХОП не обнаружено. Максимальные уровни суммарного ДДТ колебались в пределах от 0,07 до 0,15 ПДК, максимальные уровни суммарного ГХЦГ составляли 0,11–0,15 ПДК. Максимальное количество гербицида трифлуралина не превышало 0,4 ОДК.

Были обследованы почвы в местах хранения и захоронения пестицидов, непригодных для применения, в р.п. Романовка Романовского района Саратовской области, где в 1998 г. было захоронено около 30 т обезличенных препаратов и смесей пестицидов 1 и 2 классов опасности. Пробы почвы отбирались весной на расстоянии от 50 до 250 м от склада по четырем направлениям для определения содержания пестицидов 14-ти наименований. Обнаружено превышение содержания ГХБ в 50 м и 150 м к западу от склада, максимальное содержание составило 1,5 ОДК. Наблюдались также превышения нормативов содержания ТХАН, максимум – 1,2 ОДК в 250 м к западу от источника. В почве было выявлено присутствие стойких хлорорганических пестицидов ДДТ (до 0,9 ПДК), ГХЦГ (до 0,5 ПДК), а также содержание 2,4-Д (0,62 ПДК), далапона (0,252 ПДК), метафоса (0,02 ПДК), прометрина (0,058 ПДК), симазина+атразина (0,14 ПДК), трифлуралина (0,84 ОДК).

На территории ЗАО «Луначарск» Ставропольского района Самарской области были обследованы почвы на расстоянии до 500 м от склада по четырем направлениям. Пробы почвы отбирались осенью для определения содержания в них 14 действующих наименований пестицидов. В почве были обнаружены превышения ОК суммарного ДДТ, ГХБ, ТХАН, среднее содержание которых составило 1,1 ПДК, 0,7 ОДК и 1,9 ОДК соответственно. Максимальные значения достигали 2,3 ПДК в 0 м к югу, 1,9 ОДК в 200 м к востоку и 3,3 ОДК в 500 м к югу от источника. Также в почве было выявлено содержание суммы ГХЦГ (0,78 ПДК), трифлуралина (0,47 ОДК), метафоса (0,02 ПДК), 2,4-Д (0,01 ПДК), прометрина (0,004 ПДК), симазина+атразина (0,17 ПДК). Далапон в почвах не был обнаружен.

В Удмуртской Республике продолжалось обследование почв в районе расположения 2 складов с ядохимикатами на территории Дебесского и Сарапульского районов. Содержание п,п′-ДДТ, п,п′-ДДЭ, альфа- и гамма-ГХЦГ, ГХБ, симазина, прометрина, 2,4-Д кислоты, трифлуралина в почвах было ниже пределов обнаружения используемых методик измерений. В 50% проб почвы, отобранных в районе расположения складов ядохимикатов, было выявлено превышения ПДК полихлорированных бифенилов. Максимальное содержание ПХБ достигло 2 ПДК (0,12 мг/кг) в весенний и осенний периоды в районе склада ядохимикатов на территории Дебесского района Удмуртской Республики.

В Курганской области продолжались наблюдения за содержанием пестицидов в почве поля площадью 400 га, расположенном на расстоянии 10–200 метров от захоронения ядохимикатов в Лебяжьевском районе. Хлорорганические пестициды в почве не были обнаружены, а ОК гербицида 2,4-Д не превышало ПДК. Средние уровни содержания 2,4-Д составили: весной – 0,02 ПДК, осенью – на уровне тысячных долей ПДК; максимум – 0,12 ПДК весной. Полученные данные свидетельствуют о том, что в районе захоронения непригодных пестицидов загрязнения почв не произошло.

В результате проведенного обследования территории вблизи склада хранения пестицидов ОАО «Морские нивы» Новосибирского района было зафиксировано превышение ПДК суммарного ГХЦГ. Максимальное значение 1,01 ПДК было отмечено весной на площади 1,0 га (14,3%

от обследованной территории). Содержание в почве ОК ДДТ и трифлуралина не превышало ПДК, дилор в почве не был обнаружен.

ДДТ был обнаружен в почве на территории склада с пестицидами в поселке Новостройка Кемеровского района, максимальное содержание составило 0,09 ПДК. Также были обнаружены следовые количества на уровне тысячных долей ПДК ГХЦГ и трифлуралина.

Вблизи склада пестицидов в Томском районе максимальное содержание в почве ДДТ составило 0,05 ПДК; ГХЦГ – 0,04 ПДК; трифлуралина – 0,02 ОДК. Дилор в почве не был обнаружен.

В Иркутской области были обследованы почвы в местах размещения складов пестицидов на территориях Ангарского (с. Савватеевка) и Усольского (с. Железнодорожник) районов. Пробы отбирались в четырех направлениях (С, В, Ю и З) санитарно-защитной зоны (СЗЗ) складов ядохимикатов в верхнем (0 – 5 см) почвенном горизонте на расстояниях: 0; 0,1; 0,5; 1,0 км от размещения складов, а также на расстоянии 2,5 км для определения содержания ХОП и 2,4-Д. ОК суммарного ДДТ было обнаружено в 22,5% проб, ГХБ – в 5% проб. Превышение ПДК суммарного ДДТ было зафиксировано в Ангарском районе непосредственно у склада в южном направлении и составило 1,74 ПДК. Превышений ПДК суммарного ГХЦГ не было зафиксировано. Наличие ГХБ и 2,4-Д кислоты в почве не было выявлено.

Результаты обследований 2015 г., так же, как и в предыдущие годы, свидетельствуют, что в большинстве случаев распространения загрязнения от складов пестицидов не произошло, а выявленное загрязнение носит локальный характер.

3.3. Загрязнение поверхностных вод

3.3.1. Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации

Анализ динамики качества поверхностных вод на территории Российской Федерации представлен на основе статистической обработки данных гидрохимической сети наблюдений в 2015 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».

Поверхностные воды Северо-Запада. Неочищенные стоки, сбрасываемые с территорий промышленных и сельскохозяйственных предприятий, привели к загрязнению бассейнов рек Преголя и Неман, особенно на участке **р. Преголя** в черте г. Калининград в устьевой части, где вода реки характеризуется как «грязная».

Качество воды **р. Неман** на территории Калининградской области стабильно оценивается как «загрязненная». Загрязненность воды р. Неман обусловлена, в основном, сбросами сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий и жилищно-коммунальных хозяйств городов Неман и Советск.

В 2015 г. уровень загрязненности трансграничных водотоков **рукава Матросовка и р. Шешупе** существенно не изменился, и вода характеризовалась как «загрязненная», среднегодовые концентрации органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК), аммонийного и нитритного азота, соединений железа не превышали 2 ПДК.

Качество воды наиболее крупных рек Ленинградской области: Невы, Нарвы, Луг, Волхов и их притоков за последние годы изменялось в широком диапазоне от «слабо загрязненной» до «грязной». В 2015 г. большинство створов относилось к разряду «загрязненных».

В собственном бассейне Невы в 2015 г. отмечалось повышенное содержание, в основном, соединений меди, железа, цинка, марганца.

В пределах г. Санкт-Петербург **р. Нева** загрязнена сточными водами промышленных предприятий, в многолетнем плане характеризуется от «слабо загрязненной» до «загрязненной». Самыми «грязными» реками сохраняются Охта, Славянка, Ижора, Мга.

Вода **р. Охта** на протяжении десятилетия оценивалась как «грязная» (рис. 3.28). Критического уровня достигала загрязненность воды соединениями марганца, нитритным азотом. В течение 2015 г. отмечалось два случая экстремально высокого (ЭВЗ) загрязнения воды р. Охта соединениями марганца и один случай – нитритным азотом до 51, 52 и 62 ПДК соответственно. Кроме того, было зарегистрировано 13 случаев высокого загрязнения (ВЗ) соединениями марганца и 4 случая высокого загрязнения нитритным азотом – до 32–45 и 12–31 ПДК соответственно.

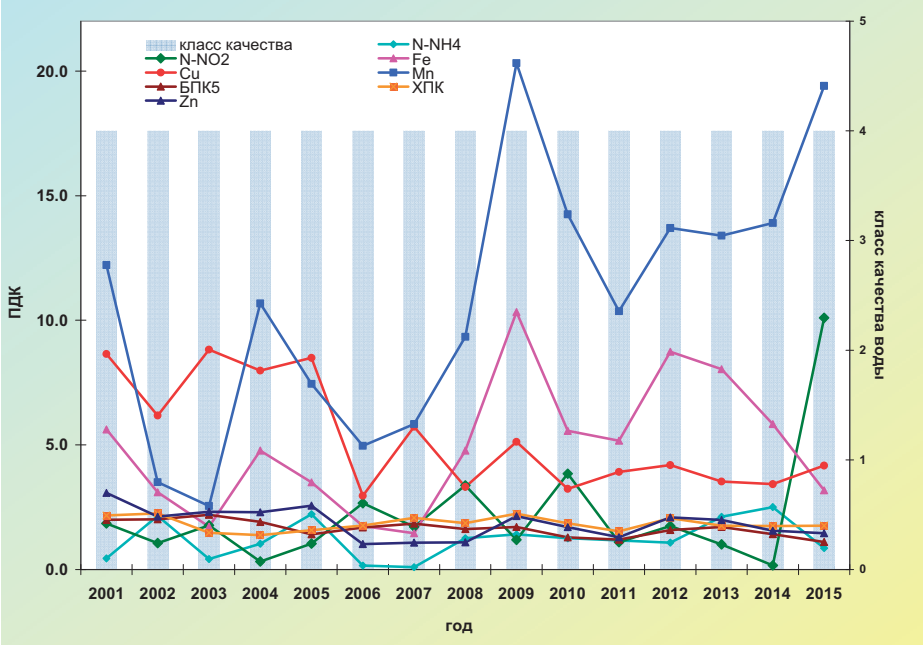


Рис. 3.28. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Охта, 0,05 км выше устья, в черте г. Санкт-Петербург

Водосборный **бассейн р. Волхов** отличается высоким уровнем хозяйственной освоенности. Сброс сточных вод промышленных и коммунальных предприятий, наземного и водного транспорта, дренажных вод, гидроэнергетика создают постоянную угрозу ухудшения качества поверхностных вод бассейна. Вода **р. Волхов** характеризуется низким качеством, в течение 2001–2015 гг. оценивалась от «загрязненной» до «грязной». Наибольшую долю в общую степень загрязненности воды вносят органические вещества (по ХПК), соединения железа, меди, марганца. На протяжении многих лет органические вещества (по ХПК) в воде ниже г. Кириши достигали критического уровня загрязненности, в 2015 г. величина ХПК составляла 100 мг/л (7 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, нефтепродукты, сульфатные ионы, аммонийный и нитритный азот, органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), дитиофосфат крезиловый.

В 2015 г. на 15 водных объектах на территории Мурманской области было зарегистрировано 105 случаев высокого загрязнения и 61 случай – экстремально высокого загрязнения. Из 105 случаев высокого загрязнения 38 случаев связаны с высоким содержанием соединений никеля, 11 – меди, 8 – ртути, 6 – молибдену, 2 – цинка, 22 – дитиофосфату крезиловому, 7 – аммонийному азоту, 4 – легкоокисляемым органическим веществам (по $БПК_5$), 2 – органическим веществам (по ХПК), 2 – по нефтепродуктам. Зарегистрированы единичные случаи высокого загрязнения сульфатами, фосфатами и растворенного в воде кислорода. Из 61 случая экстремально высокого загрязнения 18 случаев связаны с загрязнением соединениями молибдена, 11 – меди, 9 – ртути, 9 – с появлением запаха, 3 – никеля, 5 – легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$), 5 – по pH, 1 – аммонийным азотом.

Негативное влияние на водные объекты Мурманской области оказывают сточные воды предприятий горнодобывающей, горнообрабатывающей и металлургической промышленности: АО «Кольская ГМК» – рр. Нюдуай (комбинат «Североникель»), Хауки-лампи-йоки и Колос-йоки (комбинат «Печенганикель»); ОА «Ковдорский ГОК» – рр. Можель и Ковдора; ООО «Ловозерский ГОК» – р. Сергевань; АО «Олкон» – р. Белая и оз. Большой Вудъявр. В зоне влияния сточных вод предприятий г. Мурманск и сельскохозяйственных комплексов находятся р. Роста и руч. Варничный, вода которых в 2015 г. характеризовалась низким уровнем качества – «экстремально грязная».

В воде р. Хауки-лампи-йоки наблюдалось превышение ПДК соединений цинка, марганца, меди, никеля, дитиофосфата крезилового и сульфатов; концентрации которых в среднем варьируют в пределах 1–3, 7–16, 3–14, 16–39,5, 7–36 и 1–4,5 ПДК соответственно. В течение 2001–2015 гг. вода реки стабильно характеризуется как «грязная» (рис. 3.29).

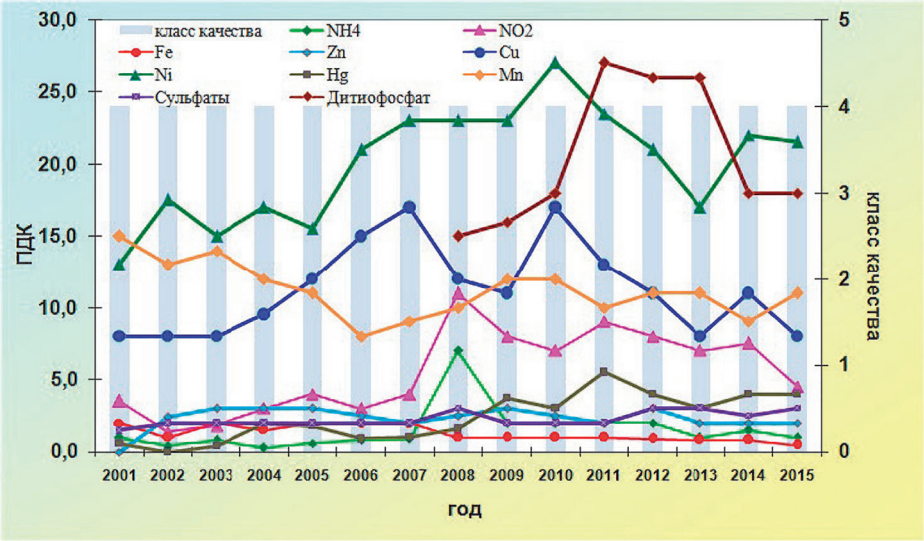


Рис. 3.29. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Хауки-лампи-йоки, г. Заполярный

Загрязнение воды малых рек Кольского полуострова, испытывающих постоянную нагрузку сточными водами промышленных комплексов и населенных пунктов при низкой способности к самоочищению в условиях Арктики в течение ряда десятилетий носит хронический характер, что подтверждается повторяющимися случаями ВЗ и ЭВЗ, высоким средним уровнем содержания вредных веществ в воде, накоплением их в донных отложениях водных объектов.

Состояние воды малых рек Мурманской области продолжает находиться в критическом состоянии.

Бассейн р. Дон. Качество воды р. Дон колеблется от «слабо загрязненной» до «грязной. Наиболее загрязнена р. Дон в верхнем течении в створах г. Донской, где в многолетнем плане характеризуется как «грязная». Основными источниками загрязнения являются сточные воды: в створе выше г. Донской – Новомосковского городского водоканала, ниже г. Донской – ООО «Коммунальные ресурсы Дон». Качество воды реки в этих створах в 2015 г. не изменилось. Низкое содержание растворенного в воде кислорода регистрировалось в августе в створе ниже г. Донской (2,80 мг/л). В 2015 г. возросло в воде содержание аммонийного азота в створе выше г. Донской: среднегодовое – в 3 раза до 6 ПДК, максимальное – более чем в 2 раза до 25 ПДК; увеличилась повторяемость случаев превышения 10 ПДК от 8 до 21%. В этом створе аммонийный азот является критическим показателем загрязненности воды. В створе р. Дон ниже г. Донской наблюдалось превышение ПДК 11 ингредиентов и показателей качества воды, среднегодовое содержание которых в 2015 г. практически не изменилось и составляло: органических веществ (по ХПК), соединений железа и меди – 2 ПДК, легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$), нитритного азота, сульфатов – 3 ПДК, фенолов – 4 ПДК, аммонийного азота – 9 ПДК. Достигался критический уровень загрязненности воды легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК$_5$) и аммонийным азотом, максимальные концентрации которых достигали 7 и 18 ПДК.

В воде обоих створов города, как и в предыдущие годы, фиксировались случаи ВЗ аммонийным азотом (11–25 ПДК и 10–18 ПДК), легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК$_5$) (7 ПДК) в створе ниже г. Донской, причиной являлся сброс сточных вод ООО «Новомосковский городской водоканал» и ООО «Коммунальные ресурсы «Дон»». В большинстве остальных створов верхнего течения р. Дон вода характеризовалась как «загрязненная», в контрольных створах г. Воронеж, г. Нововоронеж и в обоих створах г. Лиски – «загрязненная», ниже г. Задонск – «слабо загрязненная».

В среднем течении реки (ст. Казанская – г. Калач-на-Дону) в течение последних 5-ти лет качество воды практически не меняется и оценивается как «загрязненная».

В 2015 г. вода Цимлянского водохранилища во всех створах на территории Волгоградской и Ростовской областей характеризовалась» как «загрязненная».

В нижнем течении р. Дон в большинстве створов на участке г. Ростов-на-Дону – г. Азов отмечается тенденция ухудшения качества воды. Вода во всех створах этого участка оценивалась как «грязная». Сохранилась «загрязненной» вода реки в большинстве створов на участке г. Волгодонск – р.п. Багаевский. Характерными загрязняющими веществами воды нижнего течения р. Дон являлись органические

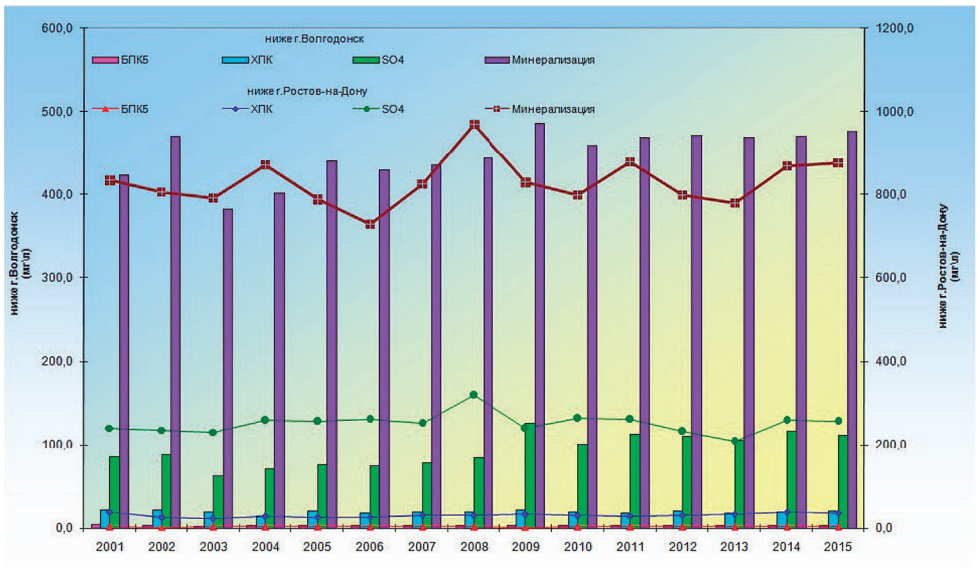


Рис. 3.30. Динамика концентраций отдельных характерных загрязняющих веществ в воде р. Дон ниже г. Волгодонск и ниже г. Ростов-на-Дону

вещества (по БПК$_5$ и по ХПК), в большинстве створов к ним добавлялись соединения железа и сульфаты, в отдельных створах – нитритный азот, в контрольных створах г. Семикаракорск и р.п. Багаевский – фенолы, в районе г. Волгодонск – соединения меди. Среднегодовые концентрации большинства указанных веществ находились, в основном, в пределах 1,5–2 ПДК, за исключением сульфатов – 1–3,5 ПДК, соединений железа – 1,5–6 ПДК. В 2015 г. в воде выше г. Ростов-на-Дону и выше г. Азов отмечалось снижение среднегодового содержания соединений меди до значений ниже ПДК; увеличение соединений железа в черте г. Ростов-на-Дону (на уровне нового водозабора) и ниже г. Азов до 2 ПДК.

Содержание органических веществ (по БПК$_5$ и по ХПК), сульфатов и величина минерализации в воде р. Дон ниже г. Волгодонск и ниже г. Ростов-на-Дону практически не изменились и стабилизировались на уровне 2014 г. (рис. 3.30).

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 реки остается в верхнем течении на территории Белгородской области у с. Беломестное и характеризуется на протяжении последних 3-х лет как «загрязненная», в створах Белгородского водохранилища в 2015 г. – как «грязная» и «загрязненная». Загрязненность р. Северский Донец возрастает на территории Ростовской области, где вода на всем протяжении реки до устья в течение последних 9–10 лет стабильно характеризуется как «грязная». В 2015 г. для реки характерна загрязненность: в верхнем течении – органическими веществами (по БПК$_5$ и по ХПК), соединениями марганца; в Белгородском водохранилище (6 км ниже г. Белгород) к ним добавлялся нитритный азот; в нижнем течении – органическими веществами (по БПК$_5$ и по ХПК), нитритным азотом, соединениями железа, магния, сульфатами, в отдельных створах – фенолами и хлоридами. Среднегодовое содержание большинства этих загрязняющих веществ колебалось в пределах 1,5–3 ПДК, за исключением соединений марганца в верхнем течении – 5–6 ПДК и сульфатов в нижнем 4–6 ПДК. В 2015 г. наблюдалось снижение содержания в воде нитритного азота до значений ниже ПДК у с. Беломестное и в Белгородском водохранилище в створе 21 км ниже г. Белгород; до 2 ПДК в нижнем течении реки у х. Поповка; соединений железа до 2 ПДК у х. Поповка, до 3 ПДК в створах г. Белая Калитва. Случаев ВЗ в 2015 г. не наблюдалось.

Большинство притоков р. Северский Донец в течение ряда лет характеризуются низким качеством воды. Вода рек Болховец, Оскол (контрольные створы г. Старый Оскол), Осколец (притоки верхнего течения р. Северский Донец), почти всех наблюдаемых притоков нижнего течения – р. Большая Каменка, Глубокая (кроме створа ниже г. Миллерово), Калитва, Быстрая, Кундрючья в 2015 г. оценивалась как «грязная»; р. Глубокая, ниже г. Миллерово – как «экстремально грязная». Достигался критический уровень загрязненности воды нитритным и аммонийным азотом р. Оскол (контрольные створы г. Старый Оскол) и нитритным азотом – р. Осколец (Белгородская область); сульфатами – во всех притоках, протекающих по территории Ростовской области, к которым до-

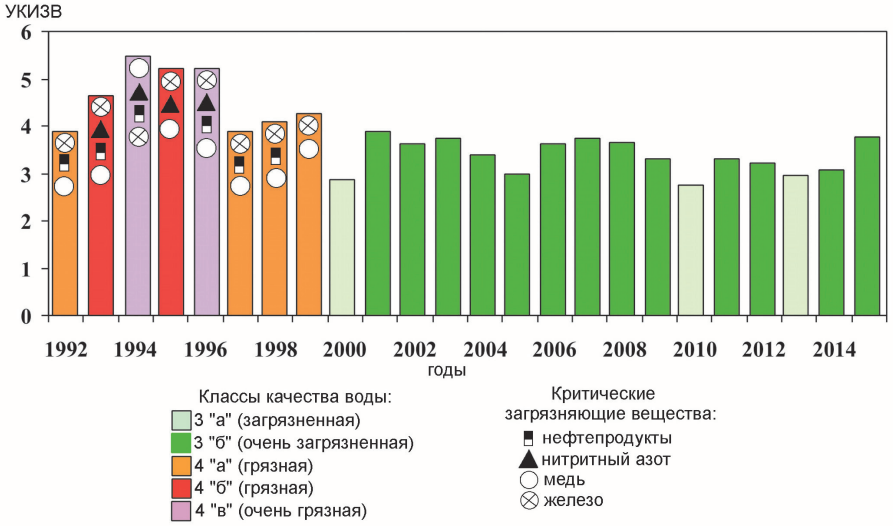


Рис. 3.31. Динамика качества воды р. Кубань, г. Краснодар в многолетнем плане

бавлялся нитритный азот в р. Большая Каменка и р. Кундрючья (ниже г. Красный Сулин), аммонийный, нитритный азот, соединения магния, хлориды и органические вещества (по $БПК_5$ и по ХПК) – в р. Глубокая, ниже г. Миллерово. Достигали уровня ВЗ концентрации нитритного азота в пределах 12-21 ПДК и аммонийного азота 10–13 ПДК в контрольных створах г. Старый Оскол (р. Оскол); нитритного азота 17–36,5 ПДК в створах г. Губкин (р. Осколец) в результате сброса сточных вод предприятиями ЖКХ г. Старый Оскол, г. Губкин, а также Оскольского электрометаллургического комбината; сульфатов – 13 ПДК (р. Кундрючья) в результате вымывания атмосферными осадками и грунтовыми водами из отвалов шахтных пород.

Высокое содержание в воде сульфатов, достигающее уровня ВЗ, остается характерным также для притоков нижнего течения р. Дон – рек Тузлов, Большой Несветай, Грушевка, где прослеживается влияние шахтных вод.

В 2015 г. наблюдалось снижение уровня загрязненности воды нитритным азотом р. Нежеголь, р. Короча, р. Оскол, соединениями железа – р. Большая Каменка (устье), р. Калитва (г. Белая Калитва); увеличение нитритным азотом – р. Осколец (г. Губкин), р. Кундрючья (выше г. Красный Сулин), аммонийным и нитритным азотом, органическими веществами (по ХПК), хлоридами, соединениями магния, фосфатами – р. Глубокая (ниже г. Миллерово).

Бассейн Кубани. Качество воды р. Кубань в 2015 г. практически не изменилось и в большинстве створов вода характеризовалась как «очень загрязненная». К характерным загрязняющим веществам воды р. Кубань в 2015 г. относились соединения меди на всем протяжении реки, к которым добавлялись: на участке г. Невинномысск – ст. Ладожская – сульфаты, в отдельных створах соединения железа; в Краснодарском водохранилище и в р. Кубань в районе г. Краснодар – легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$) и нитритный азот – в контрольных створах г. Краснодар, на устьевом участке реки – органические вещества (по ХПК). Среднегодовые концентрации большинства указанных веществ колебались, в основном, в пределах 1,5 – 3 ПДК, соединений меди 2 – 5 ПДК. Вода р. Кубань в районе г. Краснодар, начиная с 2000 г. практически постоянно характеризуется как «очень загрязненная» (рис. 3.31).

В 2015 г. в большинстве створов (42%) притоков р. Кубань наблюдалась тенденция ухудшения качества воды. Почти во всех створах вода рек характеризовалась как «загрязненная». В течение последних пяти лет наибольшее число створов притоков р. Кубань с водой «слабо загрязненной» (23%) и «условно чистой» (2,6%) регистрировалось в 2014 г., в 2015 г. створы с таким качеством воды отсутствовали.

Бассейн р. Северная Двина. Верхнее течение р. Северная Двина загрязнено сточными водами предприятий гг. Великий Устюг, Красавино, Котлас, льяльными водами судов речного флота и водами притоков Сухона и Вычегда.

На протяжении последних лет уровень загрязненности вода р. Северная Двина у г. Красавино (Вологодская область) стабильно оценивалась как «грязная» (рис. 3.32).

В среднем, нижнем течении и в устье Северной Двины (Архангельская область), вода реки, по-прежнему, характеризуется как «загрязненная».

Сточные воды предприятий целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, льяльные воды судов речного и морского флота

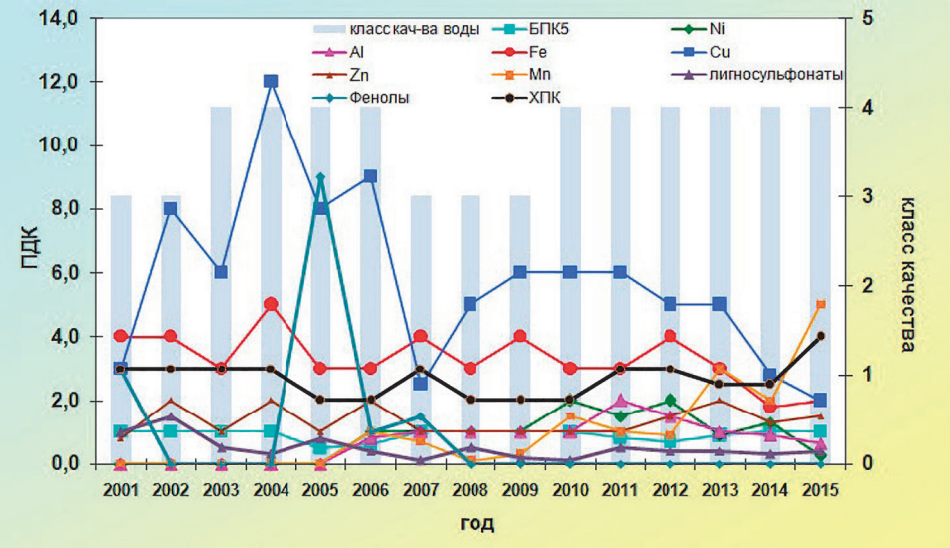


Рис. 3.32. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Северная Двина, г. Красавино, 3,5 км ниже города за многолетний период

являются основными источниками загрязнения рек бассейна Северной Двины, в том числе и устьевого участка реки, где в 2015 г. наблюдался незначительный рост среднегодового содержания в воде органических веществ (по ХПК) до 2–3 ПДК, соединений железа и марганца – до 3–5 ПДК, и некоторое снижение содержания соединений алюминия и цинка до 1–2 ПДК, меди – до 2–7 ПДК.

Качество воды **дельты** Северной Двины существенно не изменилось. Вода проток **Кузнечиха** и **Маймакса** продолжает оставаться «грязной», рукавов – **Никольского**, **Корабельного** и **Мурманского** – «загрязненной».

В дельте содержание соединений марганца, в среднем за год, сохранилось на уровне 4–7 ПДК, соединений алюминия незначительно снизилось до 1–2 ПДК, меди – до 3–4 ПДК, соединений железа несколько возросло до 3-5 ПДК, соединений цинка и органических веществ (по ХПК) стабилизировалось на уровне ПДК и 2–3 ПДК соответственно.

На фоне низкой водности в марте 2015 г. в прот. Кузнечиха, 4 км выше устья и прот. Маймакса наблюдались случаи нагонных явлений, сопровождающиеся проникновением морских вод в дельту реки, вследствие чего минерализация воды в этот период достигала концентраций 494–3854 мг/л.

Река Сухона на территории Вологодской области загрязнена льяльными водами судов речного флота, предприятий деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства. В 2015 г. вода реки характеризовалась как «грязная», что обусловлено ростом средних за год концентраций соединений цинка и марганца до 2–3 и 3–7 ПДК, соединений железа у г. Тотьма – до 4,5–5 ПДК, органических веществ (по ХПК) – до 3–4 ПДК.

Река Пельшма на протяжении многолетнего периода оценивается экстремально высоким уровнем загрязненности воды. Негативное влияние на формирование химического состава воды р. Пельшма оказывают недостаточно очищенные сточные воды ОАО «Сокольский ЦБК» и объединенных очистных сооружений г. Сокол.

Превышения ПДК легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$), органических веществ (по ХПК), аммонийного азота и лигносульфоната, являющихся на протяжении последних лет критическими показателями загрязненности воды, в течение года неоднократно достигали высокого и экстремально высокого уровня загрязнения (рис. 3.33).

Кислородный режим реки Пельшма в течение многих лет сохраняется неудовлетворительным. В 2015 г. дефицит растворенного в воде кислорода отмечался в январе – 2,90 мг/л, глубокий дефицит – в феврале до 1,74 мг/л.

Вода **р. Вычегда** в 2015 г. в большинстве створов верхнего и среднего течения сохранилась «загрязненной», в нижнем течении – стабилизировалась на уровне «грязная». В среднем течении реки несколько повысились средние за год концентрации органических веществ (по ХПК) до 3 ПДК; во всех пунктах наблюдений возросло содержание фенолов до 3–4 ПДК, соединений железа – до 5–8 ПДК, меди – до 2–7 ПДК, в отдельных створах соединений алюминия и марганца – до 2-5 и 7-8 ПДК соответственно.

Бассейн р. Обь один из крупнейших на земном шаре, объединяет территории с различной орографией и широким биоклиматическим ди-

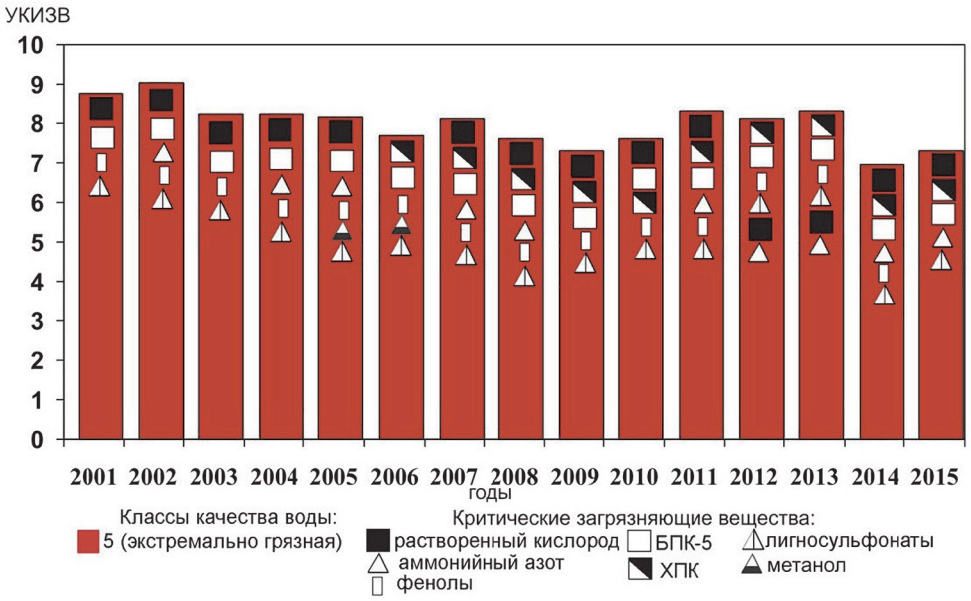


Рис. 3.33. Динамика качества воды р. Пельшма, г. Сокол в многолетнем плане

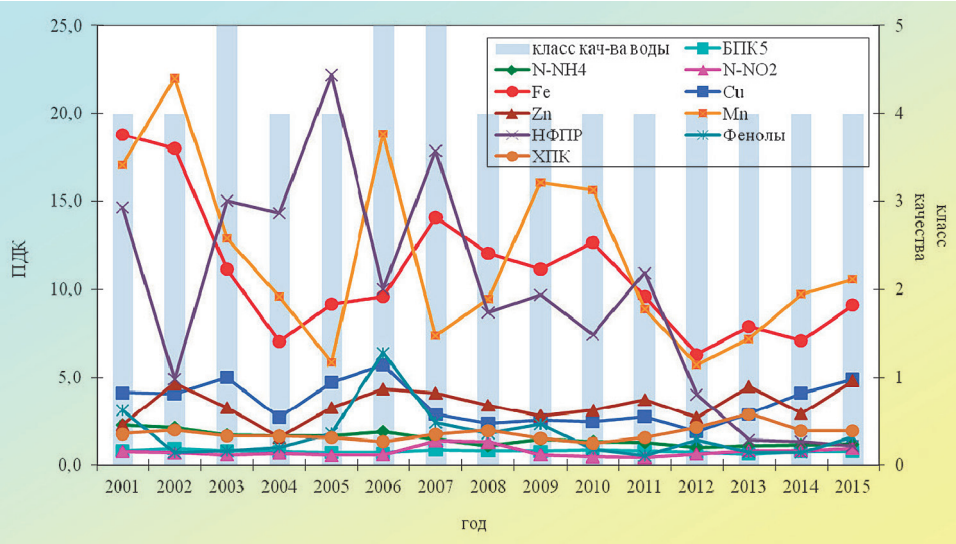


Рис. 3.34. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Обь ниже г. Салехард

апазоном. Наиболее характерной особенностью водосбора Оби является его исключительная заболоченность (особенно в нижнем течении).

В 2015 г. вода р. Обь в верхнем течении в большинстве створов на участке с. Фоминское – г. Камень-на-Оби (Алтайский край), также как и в предыдущие годы, характеризовалась как «загрязненная» и «очень загрязненная». Ухудшение качества воды было зафиксировано в контрольном створе г. Барнаул, где вода характеризовалась как «грязная» (в 2014 г. – как «загрязненная»).

В среднем течении р. Обь и Новосибирском водохранилище (Томская, Новосибирская обл.) вода оценивалась более низким качеством как «грязная», за исключением двух створов Новосибирского водохранилища – с. Ленинское и Бердский залив – где в 2015 г. вода характеризовалась как «загрязненная».

В Новосибирском водохранилище критического уровня загрязненности воды достигали нефтепродукты в районе с. Спирино-Чингисы, пгт Ордынское, с. Береговое; соединения меди – с. Спирино-Чингисы; соединения марганца – в створе 3 км ниже г. Новосибирск в воде р. Обь.

В Ханты-Мансийском, Ямало-Ненецком АО в нижнем течении р. Обь в 2015 г. на участке г. Нижневартовск – г. Салехард сохранился высокий уровень загрязненности воды, вода оценивалась как «грязная». В многолетнем плане ниже г. Салехард вода оценивалась как «грязная», в ранние годы – «грязная» и «экстремально грязная» (рис. 3.34). Критического уровня загрязненности воды в нижнем течении дости-

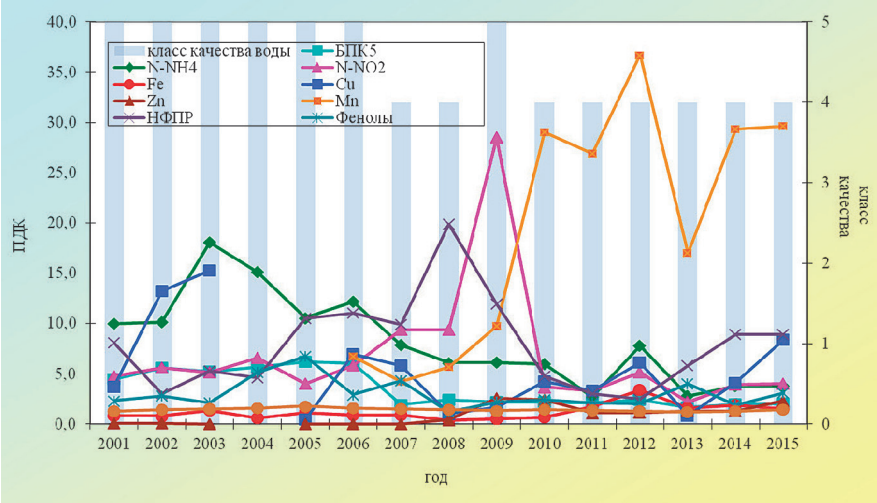


Рис. 3.35. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Каменка в 2015 г.

гали соединения железа, цинка; в отдельных створах – марганца; в створе р. Обь с. Мужи – легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$); в створе р. Обь пгт Октябрьское – растворенный в воде кислород, минимальное содержание которого снижалось до уровня 1,06 мг/л.

Река Полуй, приток Оби в нижнем течении в многолетнем периоде характеризуется постоянно низким качеством воды. В 2015 г. в створах г. Салехард, 13 км выше г/п и 6 км выше г/п вода оценивалась как «грязная». Критического уровня загрязненности воды достигали соединения железа, марганца и цинка; в створе г. Салехард, 13 км выше г/п – соединения меди. Характерными загрязняющими веществами в обоих створах являлись органические вещества (по ХПК), аммонийный азот, соединения железа, меди, цинка, марганца, повторяемость случаев превышения ПДК которыми составляла 58–92%. В течение 2015 г. в створах г. Салехард зарегистрированы: 1 случай ЭВЗ соединениями меди 75 ПДК, 2 случая ВЗ соединениями марганца 31–49 ПДК, 1 случай дефицита растворенного в воде кислорода до 2,60 мг/л.

Как и в предыдущие годы, качество воды **малых рек, протекающих в районе г. Новосибирск**, сохраняется крайне низким. Вода рек Нижняя Ельцовка, Каменка, Тула, Камышенка, Плющиха, Ельцовка I, Ельцовка II характеризовалась как «грязная» (рис. 3.35). Критического уровня загрязненности воды всех рек достигали соединения марганца, в отдельных реках – аммонийный и нитритный азот, соединения цинка, меди. Минимальное содержание растворенного в воде кислорода было зафиксировано в р. Плющиха – 3,78 мг/л.

Бассейн р. Иртыш. Качество воды р. Иртыш (с. Татарка) на границе Казахстана с Россией в 2015 г. по сравнению с 2014 г. незначительно ухудшилось до уровня «загрязненная». Ниже по течению на территории Омской и Тюменской областей вода реки также характеризовалась как «загрязненная»; за исключением створа г. Омск, 0,5 км ниже впадения р. Омь, где в 2015 г. наблюдалось ухудшение качества воды до уровня «грязная».

На участке г. Тобольск – г. Ханты-Мансийск вода характеризовалась как «грязная». Критического уровня загрязненности в створе г. Омск, 0,5 км ниже впадения р. Омь достигали соединения марганца; у с. Уват – нефтепродукты; п. Горноправдинск – соединения цинка, железа; г. Ханты-Мансийск – соединения цинка, железа, марганца, меди. Минимальное содержание растворенного в воде кислорода было зафиксировано в створе г. Омск, 0,5 км ниже впадения р. Омь – 3,70 мг/л. В 2015 г. в черте с. Уват был зарегистрирован 1 случай ВЗ нефтепродуктами (38 ПДК); ниже г. Тобольск – 1 случай ВЗ соединениями марганца (31 ПДК); в створах ниже и выше г. Ханты-Мансийск – 2 случая ВЗ соединениями марганца – 45 и 47 ПДК соответственно.

Вода **р. Исеть** ниже г. Екатеринбург в многолетнем плане оценивается как «грязная» и «экстремально грязная». Критического уровня загрязненности воды достигали аммонийный и нитритный азот, фосфаты, соединения марганца, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$); в створе 7 км ниже г. Екатеринбург – органические вещества (по ХПК) (рис. 3.36).

Качество воды **р. Миасс** в створах ниже г. Челябинск в 2015 г. практически не изменилось, вода оценивалась как «очень грязная». Нитритный азот являлся критическим показателем загрязненности воды в обоих створах; соединения цинка, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), фосфаты – в створе 6,6 км ниже г. Челябинск.

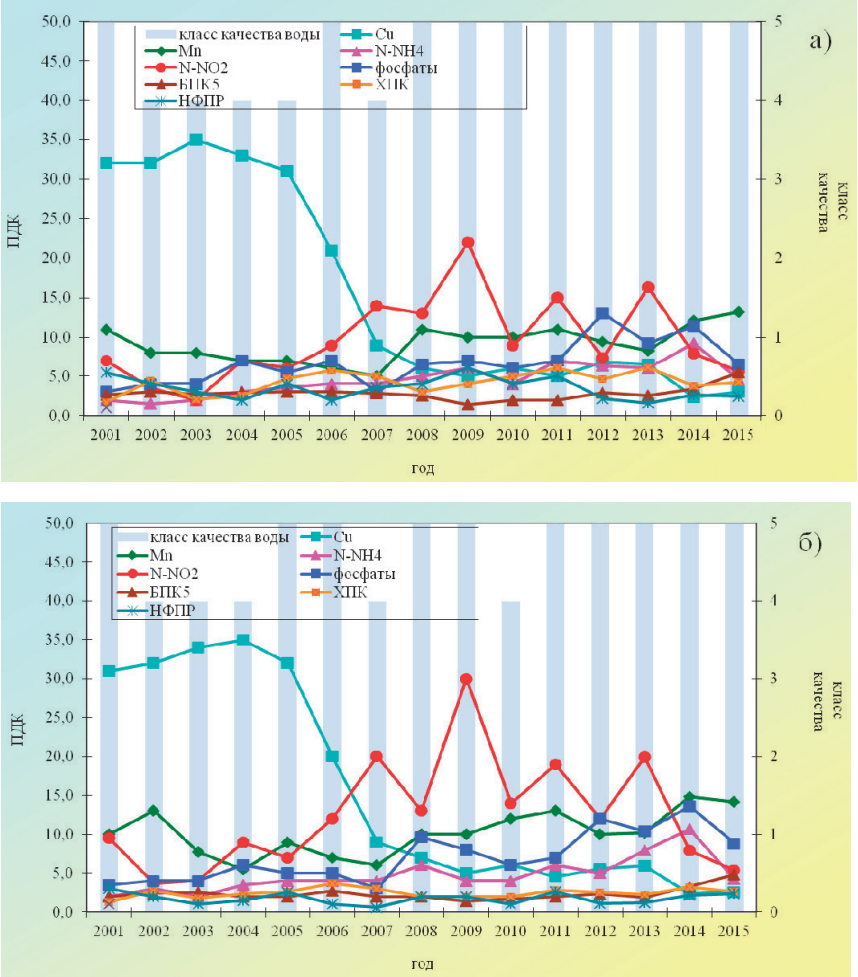


Рис. 3.36. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Исеть: *а* – 7 км ниже г. Екатеринбург, *б* – 19,1 км ниже г. Екатеринбург в 2015 г.

Река Пышма в многолетнем плане в створах выше и ниже г. Березовский характеризуется «экстремально грязной» водой. В 2015 г. в створе 15 км выше г. Березовский в воде р. Пышма в августе 2015 г. наблюдался дефицит растворенного в воде кислорода до 1,19 мг/л; были зафиксированы 1 случай ВЗ и 5 случаев ЭВЗ соединениями марганца, 5 случаев ВЗ соединениями никеля, 4 случая ВЗ аммонийным азотом, 1 случай ВЗ нитритным азотом, 2 случая ВЗ легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$). В створе 5 км ниже г. Березовский также были зарегистрированы 4 случая ВЗ аммонийным азотом, 4 случая ВЗ нитритным азотом, 2 случая ВЗ легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$), 2 случая ВЗ соединениями марганца, 1 случай ВЗ соединениями цинка.

Бассейн р. Енисей. В 2015 г. как и в предыдущие годы, вода р. Енисей в Красноярском крае, Республиках Тыва и Хакасия, в большинстве створов характеризуется как «загрязненная»; в фоновом створе г. Абакан – как «слабо загрязненная». Нижнее течение р. Енисей на участке с. Подтесово – с. Селиваниха в многолетнем плане оценивается как «грязная». В створах с. Селиваниха, г. Игарка критического уровня загрязненности воды достигали нефтепродукты.

Качество воды притоков р. Енисей в 2015 г. по-прежнему характеризуется широким диапазоном: от «грязной» до «слабо загрязненной» (реки Тапса, Матур, Хемчик, Ус, Большой Он).

Критическими загрязняющими веществами воды большинства притоков р. Енисей являлись соединения меди; некоторых рек – соединения марганца (реки Илань, Уярка, Тея, Б. Аев), цинка (р. Илань), алюминия (реки Мана, Кача, Тея, Н. Тунгуска), кадмия (р. Рыбная), нефтепродукты (реки Подкаменная Тунгуска, Н. Тунгуска, руч. Миханьский); хлориды, сульфаты, (оз. Шира).

Вода **Братского** водохранилища в 2015 г. в большинстве створов характеризуется как «условно чистая», за исключением створа г. Братск, залив Сухой Лог, где вода стабильно характеризуется как «слабо загрязненная».

Качество воды **Усть-Илимского водохранилища** оценивалось как: «условно чистая» в створах п. Энергетик, 8 км ниже плотины Братской ГЭС; с. Дубынино; как «слабо загрязненная» –

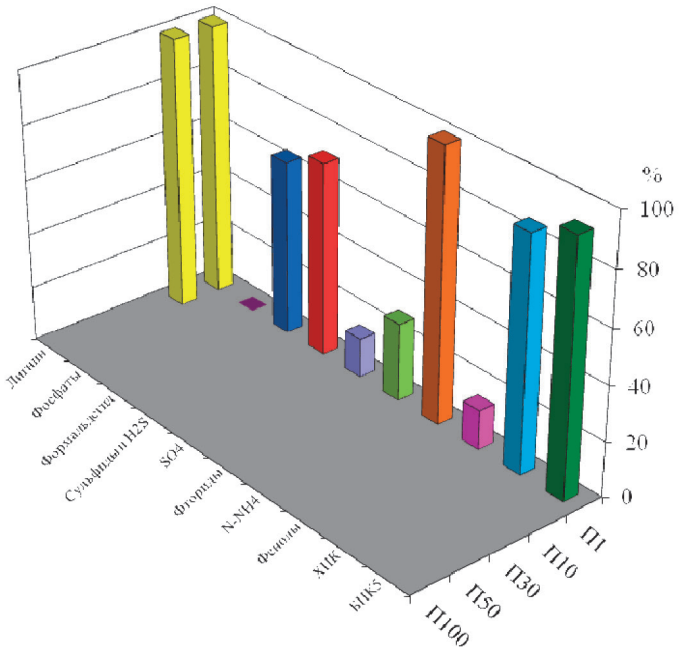


Рис. 3.37. Повторяемость числа случаев превышения ПДК разного уровня загрязняющими веществами в воде р. Вихорева, 7 км ниже с. Кобляково в 2015 г.

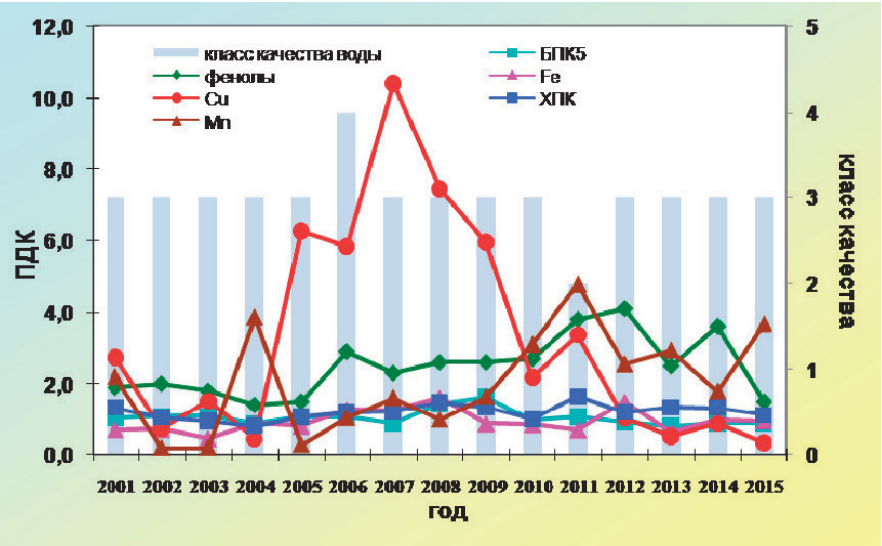


Рис. 3.38. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, г. Якутск в многолетнем плане

п. Энергетик, 0,5 км ниже плотины Братской ГЭС; с. Усть-Вихорева, 19,5 км выше п. Седаново; г. Усть-Илимск, 2 км выше плотины Усть-Илимской ГЭС; как «загрязненная» – с. Усть-Вихорева 24,5 км выше п. Седаново.

В 2015 г. изменения качества воды **р. Вихоревой** по сравнению с предыдущим годом не произошло. Вода оценивалась как «слабо загрязненная» у п. Чекановский. В створах 7 км ниже с. Кобляково и в районе г. Вихоревка вода характеризовалась как «грязная» и «загрязненная» соответственно. Сульфатный лигнин попрежнему являлся критическим показателем загрязненности воды в этих створах (рис. 3.37).

Бассейн р. Лена. Распространенными загрязняющими веществами р. Лена и бассейна р. Лена на протяжении последних лет являются легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$) и органические вещества (по ХПК), фенолы, в отдельных створах к ним добавляются соединения железа, меди, цинка, марганца и нефтепродукты, нитритный азот.

В створах р.п. Пеледуй и ниже г. Якутск вода в многолетнем плане устойчиво характеризуется как «загрязненная» (рис. 3.38).

В воде р. Чара, 0,5 км выше с. Чара среднегодовое содержание соединений меди составляло 23 ПДК, в этом же створе наблюдался в

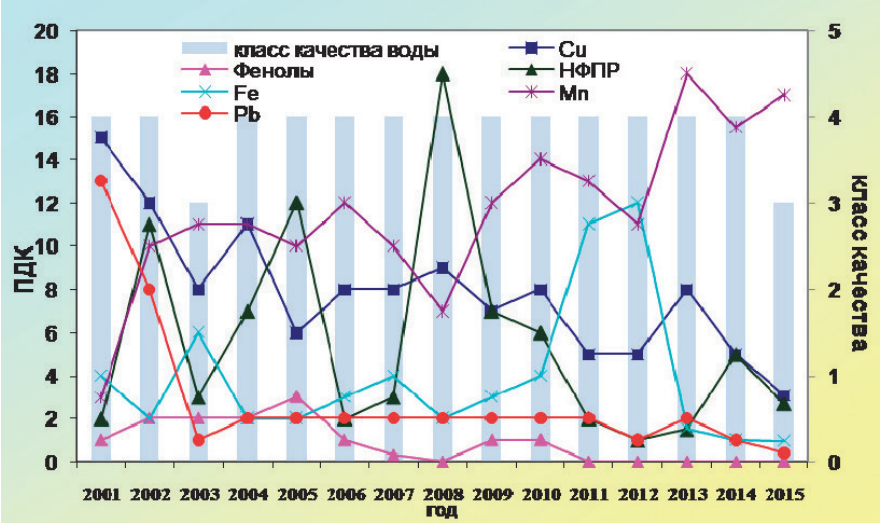


Рис. 3.39. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Колыма, п. Усть-Среднекан

июне 2015 г. экстремально высокий уровень загрязнения соединениями меди (до 56 ПДК).

Бассейн р. Колыма. В 2015 г. среднегодовые концентрации нефтепродуктов, соединений меди составляли 3 ПДК, марганца – 17 ПДК. В течение 2001-2015 гг. отмечено уменьшение содержания в воде соединений свинца от 13 ПДК (2001 г.) до уровня ниже ПДК в 2015 г. Содержание остальных ингредиентов находилось в пределах ПДК. Вода р. Колыма ниже п. Усть-Среднекан в многолетнем плане характеризуется как «грязная»; в 2015 г. улучшилась до уровня «загрязненная» (рис. 3.39).

В бассейне р. Колыма экстремально высокий уровень загрязнения наблюдался 6 раз: 3 случая – соединениями марганца, 2 случая – соединениями меди, 1 случай – соединениями свинца.

Бассейн р. Волга. В последнее десятилетие вода Верхне-Волжских водохранилищ, за исключением единичных створов, характеризуется как «загрязненная» и «очень загрязненная». Вода Рыбинского водохранилища в Вологодской области (ниже г. Череповец) оценивается как стабильно «грязная».

К наиболее характерным загрязняющим веществам воды Верхне-Волжских водохранилищ, среднегодовое содержание которых в последние 10 лет изменяется, как правило, незначительно, относятся органические вещества (по ХПК), соединения меди, в отдельных створах – легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), в Иваньковском и Угличском водохранилищах к ним добавляются соединения железа, у г. Дубна – фенолы, в районе г. Череповец – фенолы и соединения цинка. Кроме того, в Рыбинском водохранилище в районе г. Череповец отмечается неустойчивая загрязненность воды в концентрациях, незначительно превышающих ПДК, соединениями алюминия и единичная загрязненность соединениями цинка.

В течение последних десяти лет в воде Чебоксарского водохранилища преобладают «загрязненные» воды, которые в 2015 г. были зафиксированы в 67% створов. Вода водохранилища в черте г. Нижний Новгород и ниже г. Кстово (Нижегородская область) на протяжении последних пяти лет стабильно оценивается как «грязная». Из приоритетных показателей загрязненности воды, в целом по водоему, выделяются органические вещества (по ХПК), соединения меди, реже – легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$) и соединения железа, повторяемость случаев превышения ПДК которыми по акватории колеблется в пределах: 84–100%, 75–100%, 14-75% и 22-80% соответственно. В 2014–2015 гг. критическим показателем загрязненности воды водохранилища у г. Нижний Новгород и г. Кстово является нитритный азот, максимальные концентрации которого приближаются к уровню ВЗ. В 2015 г., по сравнению с десятилетним периодом, в водохранилище в черте и ниже г. Нижний Новгород возрос средний уровень загрязненности воды нитритным азотом в 2–3 раза до 2 и 3 ПДК соответственно (рис. 3.40) Содержание остальных основных загрязняющих веществ в воде по всей акватории водохранилища в 2015 г. изменилось незначительно и в среднем составляло: соединений меди – 3–7, железа – 1–2 ПДК, органических веществ (соответственно по $БПК_5$ и ХПК) – до 1 и 2 ПДК соответственно. Как и в предыдущие годы, метанол в концентрациях от 1 до 2 ПДК был зарегистрирован в водохранилище в районе г. Нижний Новгород и г. Кстово.

В течение многолетнего периода в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах пре-

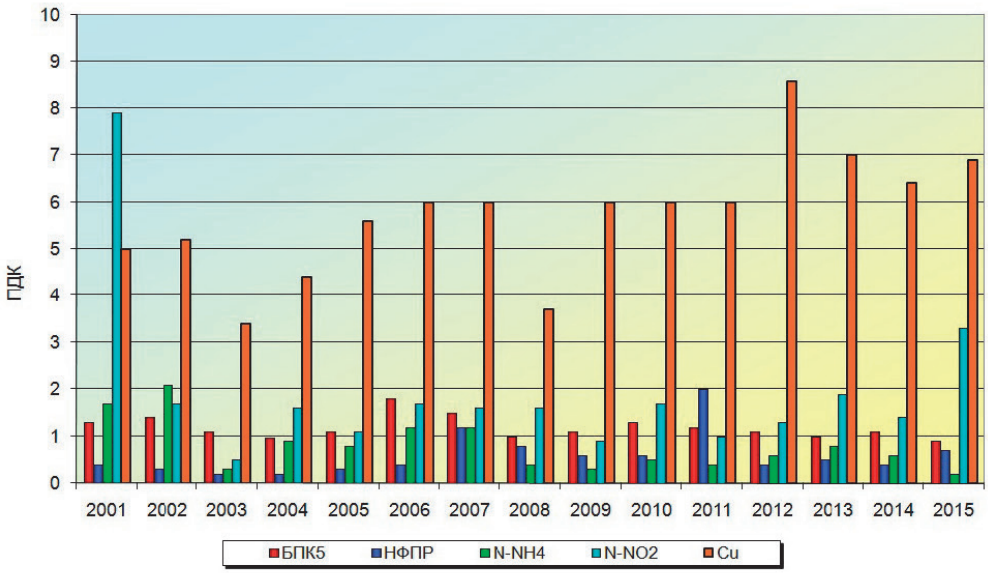


Рис. 3.40. Динамика загрязняющих веществ в воде Чебоксарского водохранилища, 4,2 км ниже г. Нижний Новгород

обладают «загрязненные» воды. Более высокий уровень загрязненности воды «грязный» чаще всего отмечается на участке Куйбышевского водохранилища в районе г. Казань и г. Новочебоксарск у с. Козловка. Вода водохранилищ характеризуется максимально высокой периодичностью загрязненности по акватории органическими веществами (по ХПК), среднегодовые и максимальные концентрации которых составляли 2 ПДК и 3–4 ПДК. Характерный уровень загрязненности воды соединениями меди отмечался на большей части акватории Куйбышевского водохранилища и в отдельных створах Саратовского водохранилища, в среднем, как правило, не выше 1–2 ПДК. Более высокий уровень загрязненности воды соединениями меди, в среднем 3–5 ПДК характерен для Куйбышевского водохранилища в районе г. Казань и г. Набережные Челны. Загрязненность воды нитритным азотом ниже г. Зеленодольск и ниже г. Казань достигала до 5–6 ПДК (в среднем 1 ПДК), соединениями алюминия у г. Казань, г. Набережные Челны и г. Нижнекамск – до 6–10 ПДК (в среднем 2-3 ПДК).

В 2015 г. вода Волгоградского водохранилища и р. Волга у г. Волгоград на территории Волгоградской области, как и в предыдущие годы, оценивалась как «загрязненная». По сравнению с вышеуказанными водохранилищами перечень характерных загрязняющих веществ воды возрастает до 4–5. К ним относятся органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), соединения меди и цинка, у г. Волгоград к ним добавляются фенолы, среднегодовые концентрации, как правило, незначительно превышают ПДК, соединения меди достигают 3 ПДК. Единичные случаи загрязненности воды Волгоградского водохранилища нефтепродуктами как выше, так и ниже г. Камышин достигают 10 ПДК.

Вода участка р. Волга ниже г. Астрахань в течение последних семи лет стабильно оценивается как «грязная». Число и перечень характерных загрязняющих веществ воды на этом участке реки остается неизменным; среднегодовые концентрации изменяются незначительно и составляют: нефтепродуктов – 2–3 ПДК, соединений меди – 3–4 ПДК, цинка, железа, органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК) – 1–2 ПДК. На этом участке реки сохраняется неустойчивой загрязненность воды нитритным азотом – до 4–6 ПДК (рис. 3.41).

Качество воды притоков всех Волжских водохранилищ варьирует, как правило, от «загрязненных» до «грязных». Вода отдельных водотоков характеризуется как «слабо загрязненная» (реки Вазуза, Шоша, Воя, озера Селигер и Плещеево), «грязная» (р. Кошта в черте г. Череповец, р. Степной Зай ниже г. Альметьевск) и «экстремально грязная» (р. Падовая в районе г. Самара).

В бассейне Верхне-Волжских водохранилищ как «грязные» оцениваются реки на территории Московской области – Дубна, Сестра и Кунья, отдельные реки на территории в Вологодской области – Ягорба и Андога.

Критические показатели загрязненности воды р. Кошта – нитритный азот, соединения цинка и марганца; р. Андога, Ягорба и Шекснинского водохранилища – органические вещества (по ХПК); р. Кунья – аммонийный азот и легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$); рек Кострома, Меза, Немда и Нея – соединения железа. В течение года было зарегистрировано 5 случаев высокого загрязнения воды р. Кошта в

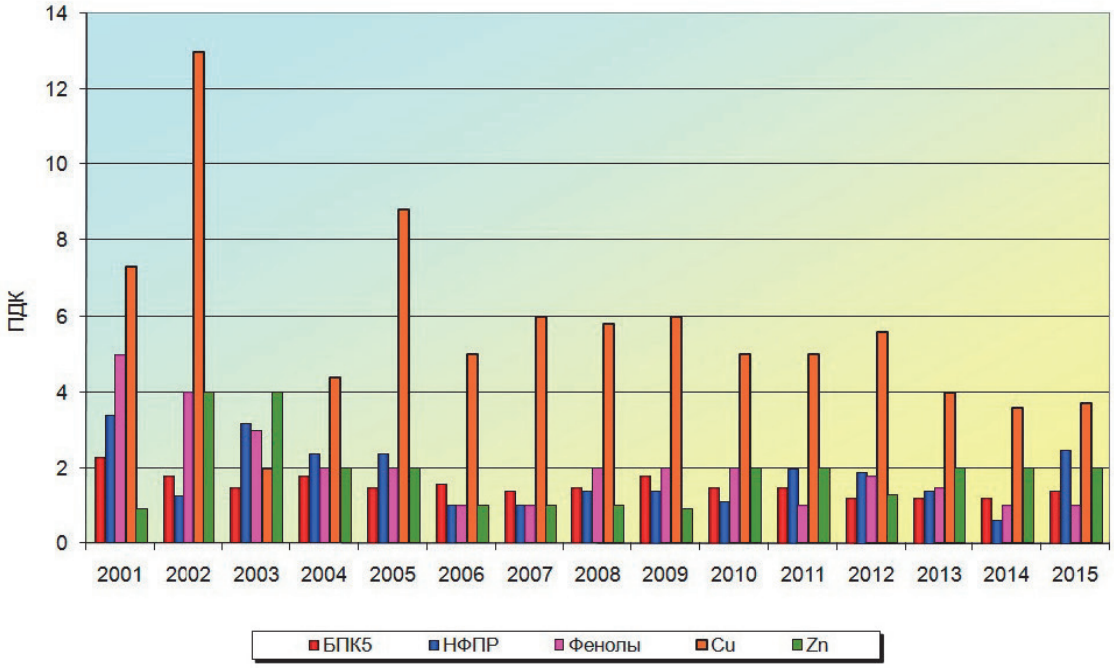


Рис. 3.41. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Волга, г. Астрахань

черте г. Череповец, из них 3 случая нитритным азотом (13, 14 и 22 ПДК) и по одному случаю аммонийным азотом и соединениями цинка (соответственно 13 и 16 ПДК). В р. Андога, протекающей по территории Вологодской области, в марте был отмечен случай дефицита растворенного в воде кислорода – 2,18 мг/л.

В бассейне Чебоксарского водохранилища по-прежнему как «грязная» характеризуется вода отдельных рек: в Нижегородской области – Пыра, Кудьма и Пьяна, в Республике Мордовия – Инсар и Нуя. В 2015 г. за счет роста среднегодового содержания отдельных загрязняющих веществ ухудшилось до «грязной» качество воды рек Нижегородской области: сульфатными ионами до 4 ПДК – р. Сундовик, нитритным азотом и нефтепродуктами до 3 ПДК – р. Большая Какша. К критическим показателям загрязненности воды водных объектов Нижегородской области относятся: соединения железа и марганца (р. Пыра), сульфатные ионы и нитритный азот (р. Кудьма), нефтепродукты (р. Керженец и р. Ветлуга), сульфатные ионы (р. Пьяна); аммонийный азот (р. Нуя, Республики Мордовия). В связи с заболоченностью водозабора (природный фактор) содержание соединений железа и марганца в воде р. Пыра превышает уровень ВЗ (до 39 и 48 ПДК соответственно). В результате сброса сточных вод свиноводческого комплекса в апреле был зарегистрирован случай высокого загрязнения воды р. Нуя аммонийным азотом 17 ПДК.

В поверхностных водах бассейнов Куйбышевского и Саратовского водохранилищ существенных изменений в уровне загрязненности воды большинства створов не произошло. В 2015 г. 32,5% створов от общего числа оцениваются как «грязные». В 2015 году снизилось качество воды: на территории Республики Татарстан – р. Степной Зай ниже г. Альметьевск до «грязной»; Ульяновской области – р. Падовая до «экстремально грязной», где число критических показателей загрязненности воды возросло до трех и четырех соответственно (аммонийный, нитритный азот, соединения марганца и органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), аммонийный азот, растворенный в воде кислород). В течение 2015 г. в водных объектах Республики Татарстан было зарегистрировано 29 случаев высокого загрязнения воды, из них наиболее часто р. Степной Зай в районе городов Лениногорск, Альметьевск и Заинск – 11 случаев нитритным азотом (от 11 до 26 ПДК) и 3 случая соединениями марганца (33, 39 и 44 ПДК) и р. Зай – 8 случаев нитритным азотом (11–24 ПДК), а также 1 случай ЭВЗ соединениями марганца р. Карла (75 ПДК). В поверхностных водах Самарской области был зафиксирован 21 случай ВЗ, из них в р. Чапаевка 13 случаев легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$) (6–14 ПДК) и 1 случай аммонийным азотом (11 ПДК); в р. Падовая по одному случаю соединениями марганца (31 ПДК), сульфидами и сероводородом 37 ПДК, органическими веществами (14 и 11 ПДК соответственно по ХПК и $БПК_5$); в р. Чагра, р. Самара и в Ветлянском водохранилище по одному случаю соединениями марганца (46, 34 и 31 ПДК). Экстремально высокий уровень загрязненности воды соединениями марганца наблюдался в р. Чапаевка (78 и 124 ПДК), аммонийным азо-

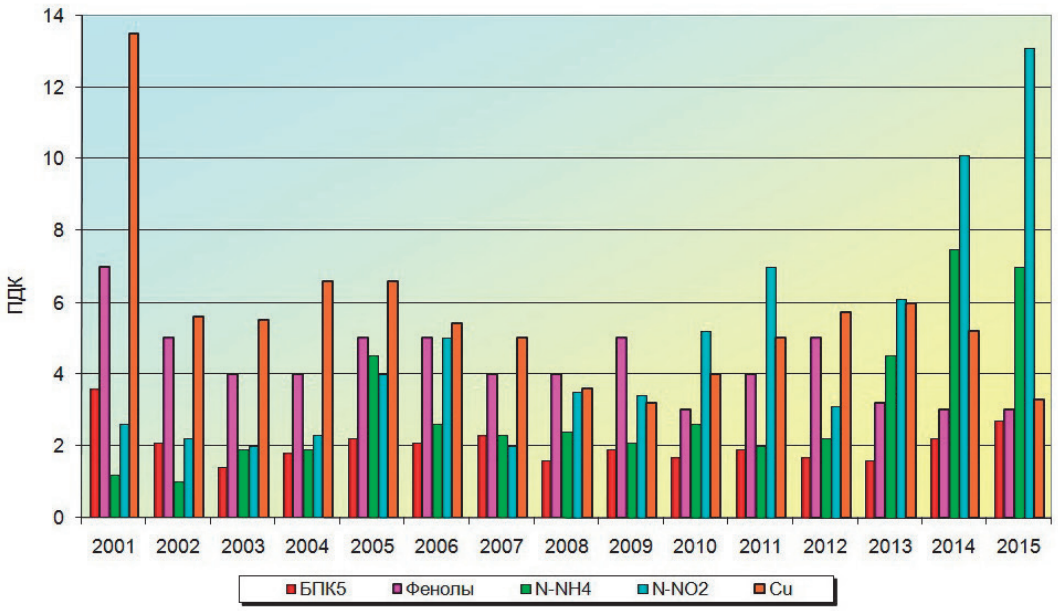


Рис. 3.42. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Ока, ниже г. Коломна

том – в р. Падовая (53 ПДК). Острый дефицит растворенного в воде кислорода до 0,30 мг/л был отмечен в ноябре в р. Падовая.

Бассейн р. Ока. Степень загрязненности воды р. Ока изменяется по течению. На участке реки, протекающей по территориям Орловской, Калужской и Тульской областей в течение многолетнего периода вода изменялась от «загрязненной» до «очень загрязненной». Ниже по течению реки в пределах Московской области ниже г. Серпухов до г. Коломна качество воды ухудшалось до «грязной». Снижение качества воды реки ниже г. Коломна обусловлено не только воздействием загрязненных сточных вод города, но и поступлением загрязненных вод р. Москва. Далее по течению реки вода характеризуется как «грязная».

Устойчивость и степень загрязненности воды реки отдельными загрязняющими веществами значительно изменяется по течению реки. Наиболее резко возрастает загрязненность воды аммонийным и нитритным азотом до критической ниже г. Коломна до 7 и 13 ПДК соответственно. По сравнению с предыдущим годом загрязненность воды реки ниже г. Коломна аммонийным азотом не изменилась, нитритным азотом и легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$) возросла (рис. 3.42).

Высокая загрязненность воды нитритным азотом, характеризующаяся как критическая, сохраняется и ниже по течению реки, как в фоновых, так и в контрольных створах пунктов наблюдений г. Рязань, г. Павлово и в створе 1,5 км ниже г. Дзержинск, изменяясь, в среднем, от 6 до 3 ПДК.

В течение 2015 г. в реке было зарегистрировано 15 случаев высокого загрязнения воды, из них: на территории Московской области ниже г. Коломна – 5 случаев нитритным азотом (13–40 ПДК), 4 случая аммонийным азотом (11–18 ПДК), 1 случай легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$) (8 ПДК); на территории Рязанской области у г. Рязань – 3 случая нитритным азотом (14–16 ПДК) и 1 аммонийным азотом (10 ПДК), ниже г. Касимов – 1 нитритным азотом (11 ПДК).

Случаи загрязненности воды реки метанолом, в концентрациях, незначительно превышающих ПДК, по-прежнему отмечаются на участках реки в районе г. Дзержинск и г. Нижний Новгород.

Вода **притоков р. Ока** в большинстве створов стабильно оценивается как «грязная» и «экстремально грязная». Содержание легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$), нитритного и аммонийного азота достигает критического уровня загрязненности воды, в основном, в притоках, протекающих по территориям Московской и Тульской областей.

Наиболее загрязненными притоками верхнего течения р. Ока являются водные объекты Тульской области: рр. Упа, Мышега и Шатское водохранилище, вода которых характеризуется как «грязная»; в них неоднократно регистрировались случаи ВЗ воды аммонийным и нитритным азотом, в р. Мышега – ЭВЗ нитритным азотом.

Река Москва. Загрязненность воды р. Москва возрастает от «загрязненной» на входе в г. Москва и «грязной» как в черте г. Москва, так и ниже по течению в створе ниже г. Воскресенск. Вода большинства притоков р. Москва по качеству оценивается как «грязная». На протяжении ряда лет критическими загрязняющими веществами воды как р. Москва, так и ее при-

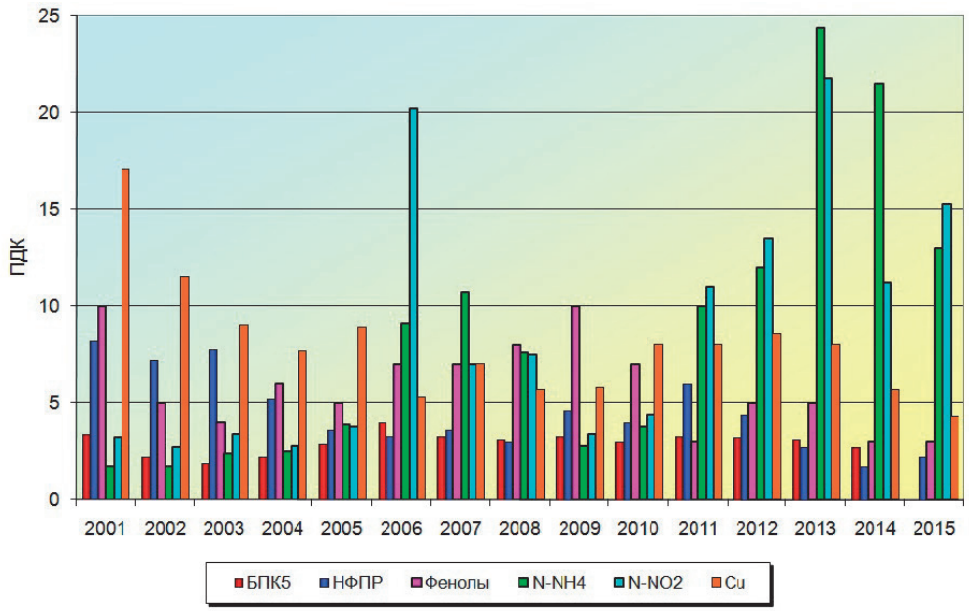


Рис. 3.43. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Москва, г. Москва выше Бесединского моста

токов являются аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$). В 2015 г. по сравнению с 2014 г. число случаев высокого загрязнения воды р. Москва возросло и соответственно вышеперечисленным ингредиентам составило: 83, 57 и 16 ПДК. В течение последних пяти лет сохраняется высоким средний уровень загрязненности воды реки аммонийным и нитритным азотом в черте г. Москва в районе Бесединского моста МКАД. В 2014–2015 гг. отмечается стабилизация среднегодового содержания нитритного азота (11–15 ПДК) на уровне 2011–2012 гг. (11–14 ПДК) и снижение содержания аммонийного азота в 2015 г. до 13 ПДК по сравнению с 2013–2014 гг. (22–24 ПДК) (рис. 3.43).

Река Клязьма. Повышение эффективности работы Щелковских очистных сооружении после проведенной реконструкции способствовало улучшению качества воды р. Клязьма на территории Московской области от «экстремально грязной» до «грязной» практически во всех створах наблюдений. Ниже по течению на территории Владимирской области вода реки стабильно оценивается как «грязная». В 2015 г. по сравнению с 2014 г. число случаев высокого загрязнения воды реки резко снизилось с 86 до 11, из них – 2 случая нитритным (10 и 16 ПДК) и 6 случаев аммонийным азотом (13–30 ПДК), 2 случая легкоокисляемыми органическими веществами по ($БПК_5$) (12,0 и 17,0 мг/л), 1 случай соединениями свинца (5 ПДК). В 2015 г. уменьшился средний уровень загрязненности воды нитритным азотом в 2 раза до 3–5 ПДК, аммонийным азотом – в 3–5 раз до 3–5 ПДК.

Наиболее загрязненным притоком р. Клязьма, по-прежнему, является р. Воймега как выше, так и ниже г. Рошаль, качество воды которой ухудшилось от «грязной» в 2009–2012 гг. до «экстремально-грязной» в 2013–2015 гг. Критические загрязняющие вещества воды реки: аммонийный азот, органические вещества (по ХПК и $БПК_5$) в течение года неоднократно превышали уровень ВЗ, кроме того в течение года было отмечено 8 случаев дефицита растворенного в воде кислорода (2,02–2,31 мг/л).

Бассейн р. Кама. Качество поверхностных вод бассейна р. Кама, наиболее мощного притока р. Волга, многие годы определяется влиянием сточных вод ряда предприятий различных отраслей промышленности, хозяйственно-бытовых сточных вод крупных муниципальных образований, поверхностного стока с хорошо освоенных и густо заселенных водосборных площадей.

Начиная с 2012 г., на большинстве водных объектов вода стабильно оценивается как «грязная» и «загрязненная».

В многолетнем плане вода собственно р. Кама, каскада ее водохранилищ и притоков характеризовалась повышенным содержанием соединений марганца, железа, меди и органических веществ (по ХПК), повторяемость превышения ПДК которыми в целом для бассейна в 2015 г. составляла 90%, 72%, 74%, 77% соответственно. В бассейне р. Белая сохранилась повышенной повторяемость случаев загрязненности воды водных объектов, нефтепродуктами, которая в 2015 г. достигла 44%. Повышенное содержание соединений марганца и железа в основном, обусловлено влиянием природных факторов, формирующих химический состав поверхностных вод региона, загрязненность нефтепродуктами обусловлена преимущественно организованным и неорганизованным их

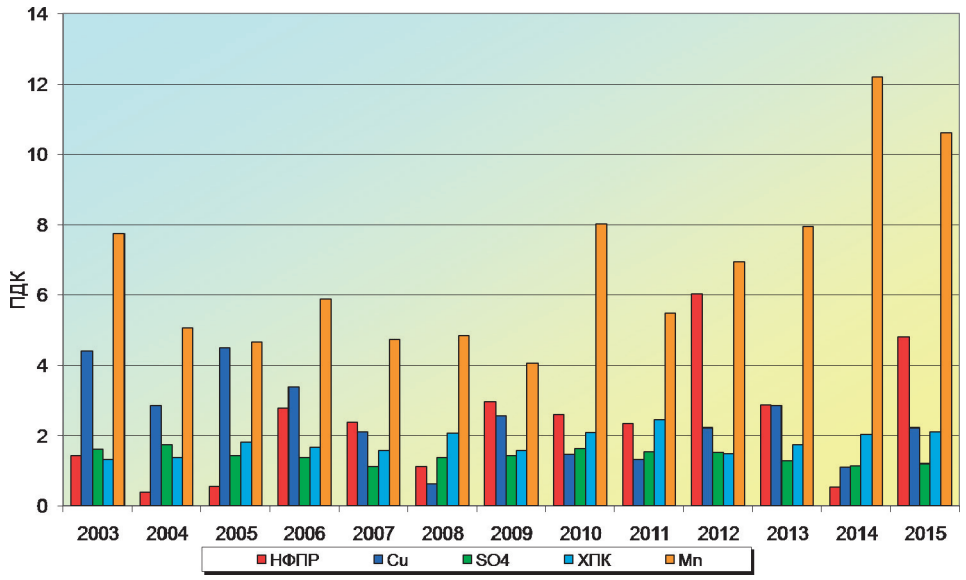


Рис. 3.44. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды вдхр. Нижнекамское, д. Андреевка в многолетнем плане

поступлением с объектов нефтегазодобычи и переработки, аграрного сектора, водосборных площадей.

В 2015 г. вода р. Кама и ее водохранилищ оценивалась в основном, как «загрязненная». Попрежнему сохранялась несколько повышенной загрязненность воды **Нижнекамского водохранилища** в пункте д. Андреевка, где вода из года в год оценивалась как «грязная».

Изменение в многолетнем плане среднегодового содержания наиболее характерных загрязняющих веществ в воде Нижнекамского водохранилища в районе д. Андреевка представлено на рис. 3.44.

В 2015 г. в этом створе наблюдался резкий рост загрязненности воды нефтепродуктами. Практически до нуля снизилась загрязненность воды Нижнекамского водохранилища аммонийным и нитритным азотом, соединениями цинка и не изменилась органическими веществами (по ХПК) и сульфатами.

Химический состав воды Нижнекамского водохранилища в пункте 1,5 км к северо-востоку от с. Андреевка, в районе гидропоста, формируется под влиянием р. Белая и, как следствие, из года в год отличается повышенным для р. Кама и ее водохранилищ содержанием соединений марганца, которое в 2015 г. составляло в среднем 11 ПДК, в половине проб концентрации превышали 10 ПДК. В 2015 г. по сравнению с 2013–2014 гг. примерно в 5 раз повысилась загрязненность воды нефтепродуктами. По сравнению с 2014 г. существенно возросло содержание соединений железа. В целом в 2015 г на речных участках и водохранилищах р. Кама возросло количество створов, вода которых оценивалась как «загрязненная».

Среди притоков р. Кама и ее водохранилищ (без бассейна р. Белая) последние семь лет (2009–2015 гг.) превалировали «загрязненные» воды.

В 2015 г., как и в прошлые годы, в бассейне р. Кама (без бассейна р. Белая) наиболее грязными являлись реки (чаще отдельные пункты, либо участки рек) Косьва, Чусовая, Северушка, Иж, Позимь, Мензеля, вода которых характеризовалась как «грязная».

Река Косьва на участке ниже г. Губаха многие годы остается загрязненной соединениями железа, меди, марганца, периодически фенолами, аммонийным азотом, соединениями цинка.

В 2015 г. резко увеличилась загрязненность воды р. Косьва ниже г. Губаха, где качество воды формируется под влиянием шахтных вод Кизеловского угольного бассейна. В створе 0,3 км ниже г. Губаха в 2015 г., как и в предыдущие годы, отмечались высокие концентрации в воде реки соединений железа, в среднем 44 ПДК, максимальная концентрация достигала уровня экстремально высокого загрязнения 110 ПДК. Наблюдалась повышенная загрязненность воды соединениями марганца, среднегодовая концентрация которых превышала ПДК в 7 раз. Максимальная концентрация фенолов достигала 24 ПДК, при этом среднегодовое содержание увеличилось до 7 ПДК. Среднее содержание органических веществ (по ХПК) составило 28,9 мг/л с максимальным значением 50,5 мг/л. Вода р. Косьва на участке ниже г. Губаха оценивалась как «грязная».

Река Чусовая. Химический состав воды р. Чусовая формируется под влиянием сточных вод предприятий жилищно-коммунального хозяйства муниципальных образований городов Полевской, Дегтярск, Ревда, Первоуральск,

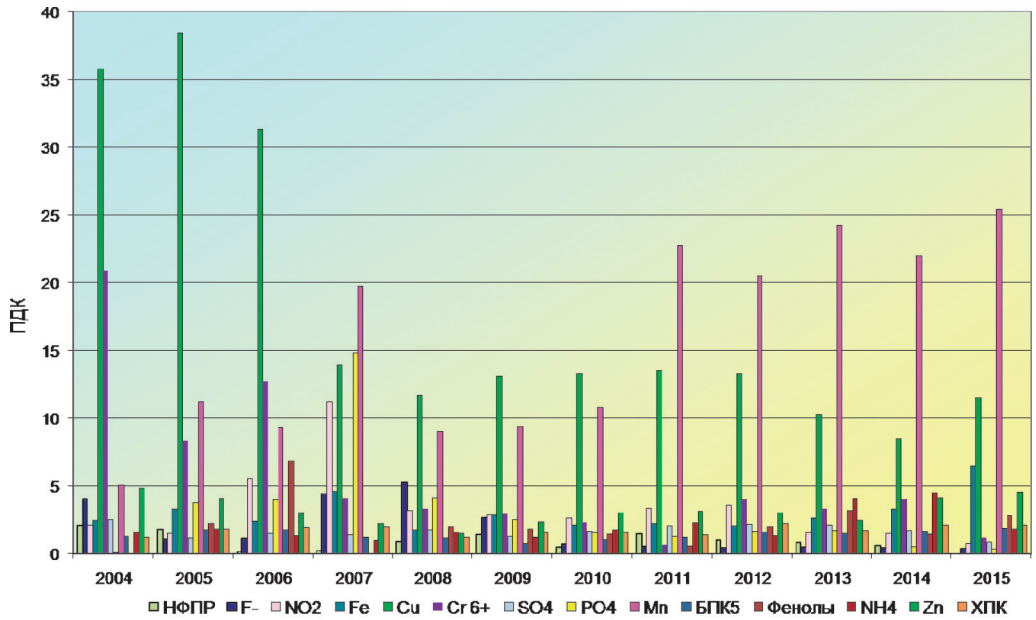


Рис. 3.45. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Чусовая, 1,7 км ниже г. Первоуральск в многолетнем плане

р.п. Староуткинск, в целом Первоуральско-Ревдинского промузла.

Многие годы р. Чусовая относится к наиболее загрязненным среди притоков р. Кама и ее водохранилищ. Низким качеством воды характеризуется участок реки в районе г. Первоуральск, для которого характерна высокая комплексность загрязненности воды. В 2015 г. в створах 1,7 и 17 км ниже г. Первоуральск фиксировалось загрязненность воды соединениями меди, шестивалентного хрома, марганца, цинка, железа, аммонийного азота, фенолами и другими химическими веществами.

В воде р. Чусовая, несмотря на изменения концентраций отдельных загрязняющих веществ, содержание большего количества загрязняющих веществ в течение десятков лет сохраняется постоянным. Изменение среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ в воде р. Чусовая в створе 1,7 км ниже г. Первоуральск представлено на рис. 3.45.

По сравнению с предыдущим годом несколько повысилась загрязненность воды соединениями меди, железа, фенолами, снизилась соединениями шестивалентного хрома, аммонийным азотом. Вода р. Чусовая на участке 1,7–17 км ниже г. Первоуральск в 2015 г. характеризовалась как «грязная».

Влияние сбросов в р. Чусовая в районе Первоуральско-Ревдинского промузла прослеживается вниз по течению вплоть до с. Усть-Утка. В приустьевой части реки, в районе г. Чусовой, загрязненность воды химическими веществами уменьшалась, вода р. Чусовая характеризовалась как «загрязненная».

Бассейн р. Белая. Вода р. Белая в течение более чем десятилетнего периода, характеризовалась повышенным содержанием в воде соединений марганца, меди, железа, нефтепродуктов и фенолов, органических веществ (по ХПК).

Вода р. Белая, за небольшим исключением, на всем протяжении характеризовалась как «грязная». По сравнению с 2014 г. снизилось число створов, где вода характеризовалась как «загрязненная».

В 2015 г. в р. Белая на участке г. Мелеуз – г. Стерлитамак содержание в воде нефтепродуктов снизилось в среднем до < 1 ПДК. Как и в предыдущем году, на продолжительном участке р.п. Прибельский – г. Дюртюли наблюдалось превышение 1 ПДК сульфатов, максимальные концентрации которых в створах выше р.п. Прибельский, г. Уфа и в районе г. Бирск достигали 3–5 ПДК.

Изменение среднегодового содержания основных для р. Белая загрязняющих веществ в контрольном створе 10,5 км ниже г. Стерлитамак представлено на рис. 3.46

В 2015 г. притоки р. Белая были загрязнены органическими веществами (по ХПК), соединениями марганца, меди, железа, цинка, в ряде водных объектов нефтепродуктами. Вода притоков р. Белая варьировала от «загрязненных» до «грязных». Превалировали в бассейне «грязные» воды. К ним относились р. Уфа в среднем и нижнем течении, реки Дема, Уршак и другие.

В 2015 г. в отдельных притоках р. Белая – Быстрый Танып, Чермасан, Юрюзань, Инзер и др., отмечалась невысокая загрязненность

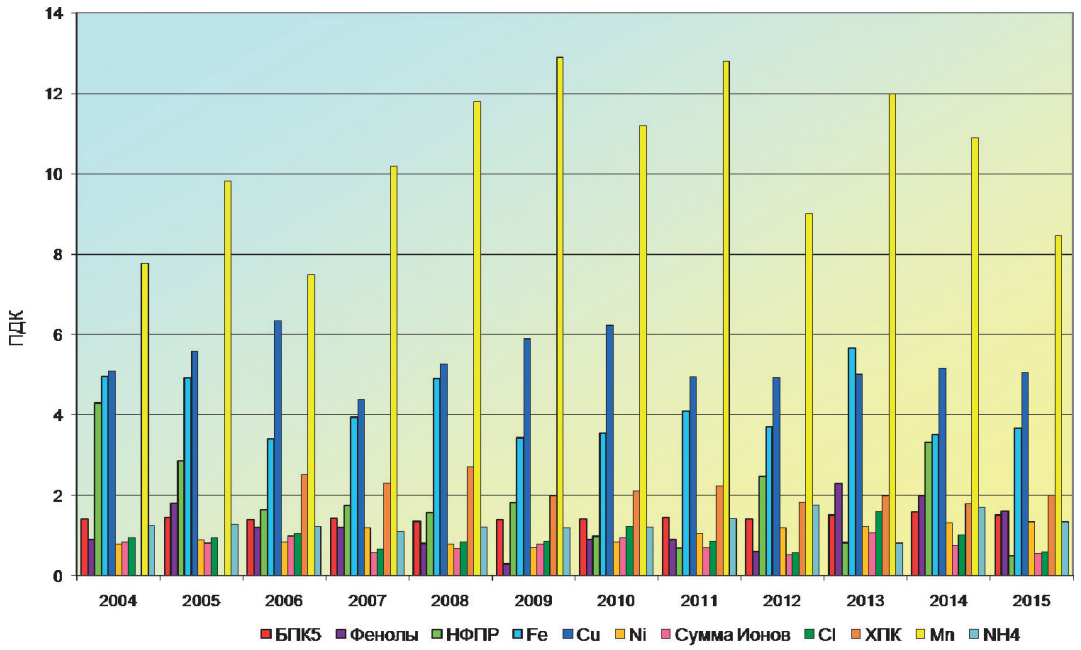


Рис. 3.46. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Белая, 10,5 км ниже г. Стерлитамак в многолетнем плане

воды соединениями никеля (до 3 ПДК). Загрязненность воды притоков р. Белая нефтепродуктами сохранилась, в среднем, на уровне 2 ПДК, повысились среднегодовые концентрации нефтепродуктов в Павлоском водохранилище до 3–7 ПДК.

По-прежнему повышенное содержание сульфатов, обусловленное, в основном, наличием в бассейне карстовых явлений, наблюдалось в воде рек Ашкадар, Уршак, Селеук, Шугуровка, Дема, Чермасан, Быстрый Танып и др. В 2015 г. среднегодовые концентрации сульфатов несколько снизились, варьируя по бассейну от 1до 3 ПДК, в оз. Асли-Куль достигали 7 ПДК.

Бассейн р. Амур. Качество воды водных объектов бассейна р. Амур формируется под влиянием своеобразных природных условий, наличия сложной системы проток, рукавов, рудоносных и коллекторно-дренажных вод. В поверхностные воды бассейна поступают сточные воды городских очистных сооружений, железнодорожного транспорта, предприятий мясной и молочной промышленности, оказывают влияние поверхностный сток с водосборной площади и неорганизованные источники загрязнения, как со стороны РФ, так и КНР.

К наиболее характерным загрязняющим веществам рек бассейна многие годы относятся соединения железа, марганца, меди и органические вещества (по ХПК).

Река Амур. В р. Амур, как и в реках его бассейна, содержание соединений марганца и железа частично обусловлено наличием в регионе повышенного регионального природного фона. В 2015 г. концентрации соединений марганца и железа изменялись по длине реки, в среднем, в пределах 1–12 и 1–7 ПДК.

Наблюдалось превышение ПДК соединений меди в среднем в 2–3 раза, в приустьевой части – в 4–6 раз. По всему течению р. Амур фиксировалась невысокая, в основном, до 30,0 мг/л загрязненность воды органическими веществами (по ХПК).

В последние годы снизилось содержание химических веществ на одном из наиболее загрязненных ранее участков р. Амур в районе г. Амурск (рис. 3.47).

В 2015 г вода р. Амур практически по всей длине характеризовалась по створам как «загрязненная».

Характер и степень загрязненности воды водных объектов бассейна р. Амур существенно различались, как в пространственном, так и во временном аспектах. В 2015 г. в целом в реках бассейна р. Амур: Шилка, Онон, Зея, Тында, Бурея и др. по-прежнему превалировали «загрязненные» воды.

Загрязненность воды отдельных водных объектов бассейна р. Амур десятилетиями сохраняется «высокой» или «экстремально высокой».

Река Чита в Забайкальском крае многие годы является весьма загрязненной на участке в черте г. Чита. В 2015 г. фиксировались случаи высокого загрязнения воды аммонийным и нитритным азотом, фосфатами, органическими веществами (по $БПК_5$). В течение многих лет, в том числе и в 2015 г., вода в этом пункте оценивалась как «очень грязная».

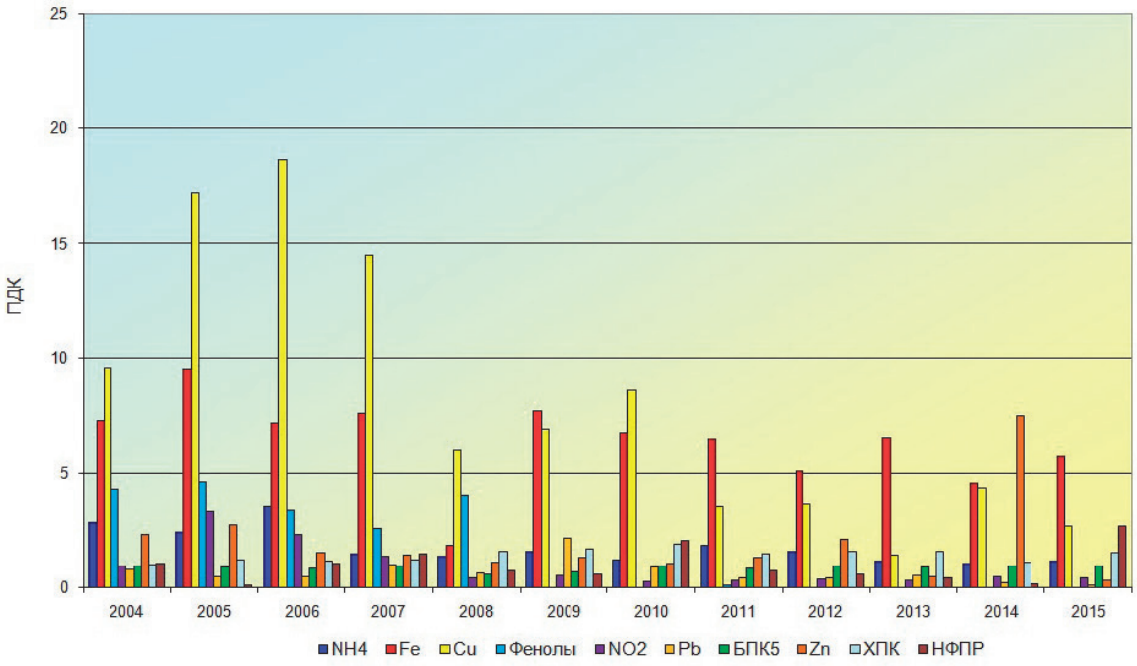


Рис. 3.47. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Амур в пункте г. Амурск

Река Березовая ниже с. Федоровка в Хабаровском крае на протяжении многих лет относится к наиболее грязным малым водотокам страны. В воде реки из года в год отмечаются случаи высокого загрязнения аммонийным и нитритным азотом, органическими веществами (по $БПК_5$), обусловленные поступлением сточных вод МУП «Водоканал» г. Хабаровск.

В течение многих лет как «очень грязная» характеризуется **р. Черная** у с. Сергеевка. В 2015 г. наблюдались очень высокие концентрации аммонийного и нитритного азота, органических веществх (по $БПК_5$), обусловленные сбросом сточных вод г. Хабаровск и поверхностным стоком с сельхозугодий.

В 2015 г на территории Приморского края «экстремально грязной» в **бассейне р. Уссури** сохранилась, как и в прошлые годы, **р. Дачная** в зоне влияния недостаточно очищенных сточных вод предприятий г. Арсеньев. В воде реки отмечалась очень высокая загрязненность органическими веществами с максимальными значениями $БПК_5$ 124 мг/л и ХПК 120 мг/л, фосфатами до 23 ПДК при среднегодовой концентрации 14 ПДК и др. На участке реки в черте г. Арсеньев в 2015 г. почти вдвое увеличилось содержание фенолов (до 25 ПДК). С 2013 г. отмечается резкий рост загрязненности воды р. Дачная аммонийным азотом, среднегодовая концентрация которого в 2015 г. достигла 35 ПДК.

Изменение среднегодовых концентраций присутствующих в воде реки химических веществ представлено на рис. 3.48.

В **р. Уссури** в 2015 г. качество воды несколько ухудшилось, в целом в бассейне стали превалировать «грязные» воды, к которым относились р. Арсеньевка, р. Илистая, р. Нестеровка и др.

Загрязненность воды рек **бассейна Японского моря** Приморского края в 2015 г. изменилась несущественно. Практически в равной степени вода оценивается как «загрязненная» и «грязная». Несколько уменьшилась загрязненность воды **р. Кневичанка** соединениями железа, марганца, несмотря на некоторое снижение сохраняется высокой минерализация воды и концентрация соединений магния в зоне влияния сточных вод «Артем-ТЭЦ».

Как «экстремально грязная» оценивалась в 2015 г. вода **р. Раковка** в районе г. Уссурийск, которая отличалась высокой комплексностью загрязненности. В **р. Рудная** ниже п. Краснореченский, как и в предыдущие годы, была отмечена чрезвычайно высокая, в среднем 48 ПДК, загрязненность воды соединениями цинка, обусловленная влиянием деятельности предприятий горнорудной промышленности.

Реки о. Сахалин. В Сахалинской области в 2015 г., как и в предыдущие годы, наиболее распространены «загрязненные» воды.

К загрязняющим, как правило, относились соединения железа и меди. В среднем на уровне 4 и 5 ПДК отмечалась загрязненность воды органическими веществами (по ХПК и $БПК_5$).

В воде р. Сусуя ниже г. Южно-Сахалинск среднегодовая концентрация аммонийного азота превышала ПДК в 7 раз. В этом же створе наблюдался некоторый рост в воде фосфатов.

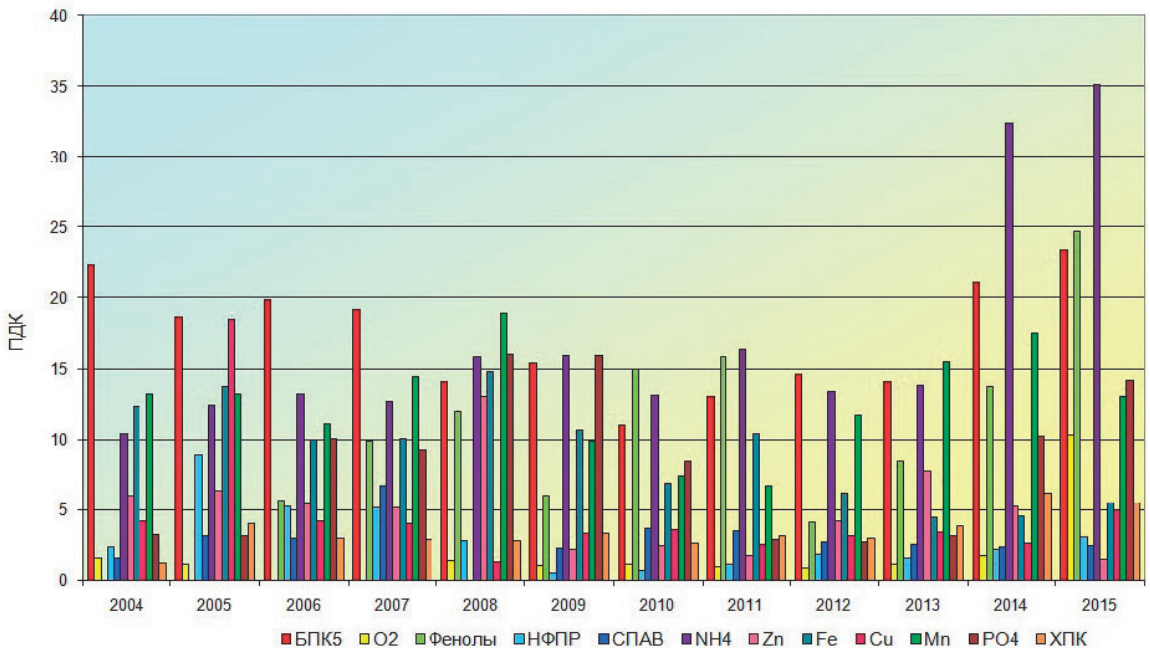


Рис. 3.48. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Дачная в черте г. Арсеньев

В **р. Охинка** в пункте г. Оха, также как и в предыдущие годы, отмечалась экстремально высокая загрязненность воды нефтепродуктами, среднегодовая концентрация которых в 2015 г. достигала 381 ПДК. В реке наблюдалось также превышение ПДК нитритным азотом, соединениями железа, меди, марганца, органическими веществами (по ХПК).

Реки полуострова Камчатка. Вода большинства рек Камчатского края в 2015 г. оценивалась как «загрязненная». В воде отмечалось превышение ПДК соединениями меди, цинка. Практически во всех реках края отмечалась загрязненность воды нефтепродуктами, но уровень её заметно снизился в таких реках, как Берш, Кавыча, Анавгай, Авача, Удова и др.

В **р. Камчатка** в районе п. Козыревск содержание в воде нефтепродуктов практически не изменилось и в 2015 г. среднегодовое составило 15 ПДК. В ряде рек, таких как Камчатка, Авача, Паратунка и др. фиксировалось превышение ПДК фенолов в среднем в 5–7 раз.

Состояние качества поверхностных вод в 2015 г. на территории Республики Крым. Реки Крыма в подавляющем большинстве оцениваются хорошим качеством воды.

Реки, впадающие в Черное море. «Условно чистой» оценивается вода р. Кучук-Узенбаш, в створе 0,5 км ниже с. Многоречье. Вода большинства рек в 2015 г. характеризуется как «слабо загрязненная»: (р. Бельбек, 0,5 км выше с. Фруктовое; р. Биюк-Узенбаш, в черте с. Счастливое; р. Черная, 2 км ниже с. Хмельницкое; р. Дерекойка, 0,5 км выше г. Ялта; р. Ускут, в черте с. Приветное) и как «загрязненная»: (р. Альма, в черте пгт Почтовое; р. Кача, 0,5 км выше с. Баштановка; р. Дерекойка, в черте г. Ялта; р. Улу-Узень, 0,2 км СВ от с. Солнечногорское; р. Демерджи, в черте г. Алушта; р. Таракташ, 0,25 км ниже пгт Судак).

Характерными загрязняющими веществами для всех рек являются органические вещества (по ХПК), соединения меди, среднегодовые концентрации которых составляют 1–3 ПДК, максимальные не превышают 1–5 ПДК; в отдельных створах к ним добавляются соединения железа, магния, сульфаты, нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), среднегодовое содержание которых колеблется в пределах ПДК, максимальные концентрации также невысокие в пределах 1–3 ПДК.

Вода Партизанского, Счастливого, Чернореченского, Феодосийского водохранилищ оценивается как «слабо загрязненная». Среднегодовые концентрации в воде загрязняющих веществ составляют 1-3 ПДК, максимальные – 1–4 ПДК. Для этих водохранилищ характерна загрязненность воды органическими веществами (по $БПК_5$ и по ХПК), соединениями меди; в отдельных створах – соединениями железа и магния. Повторяемость случаев превышения ПДК для большинства химических веществ находится в пределах 25–100%.

Реки, впадающие в Азовское море (р. Салгир, р. Малый Салгир и р. Биюк-Карасу) характеризуются в большинстве створов «за-

грязненной» водой – р. Салгир у с. Двуречье, р. Биюк-Карасу – «слабо загрязненной» водой. Для этих рек характерными загрязняющими веществами являются соединения меди, среднегодовые концентрации которых составляют 2–3 ПДК, максимальные – 4–6 ПДК; в отдельных створах – нитритный азот, соединения магния и сульфаты, максимальные концентрации которых не превышают 2–3 ПДК. Небольшой дефицит растворенного в воде кислорода регистрировался в 2015 г. в воде р. Биюк-Карасу, выше г. Белогорск (3,73 мг/л) и р. Салгир, выше с. Двуречье (3,52 мг/л). Минерализация воды рек варьирует от 434–705 мг/л до 696 – 1046 мг/л. Более минерализована вода р. Салгир, выше с. Двуречье. В реках Салгир (с. Пионерское, с. Двуречье), Малый Салгир (выше г. Симферополь) регистрируются хлорорганические пестициды.

Вода Аянского и Симферопольского водохранилищ в 2015 г. оценивается как «слабо загрязненная»; характерным для водохранилищ является повышенное содержание в воде соединений меди, превышающих ПДК в 2–5 раз. В марте 2015 г. в воде водохранилищ были зарегистрированы хлорорганические пестициды (ДДЭ, ДДД).

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 ряду параметров, позволяющих получать информацию о количественном и качественном составе экосистем поверхностных вод различных регионов России.

По данным наблюдений рассчитываются обобщенные гидробиологические индексы, на основе которых проводится оценка качества вод по пятибалльной шкале: от I класса – «условно чистые» до V класса – «экстремально грязные».

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;
- антропогенный экологический регресс;
- антропогенный метаболический регресс.

Применение при оценке качества поверхностных вод различных подходов – по шкале качества вод и категории экологических градаций состояния экосистем дает возможность объективно оценивать состояние водных объектов суши.

Наблюдения за состоянием поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям в 2015 году осуществлялись в 18 субъектах Российской Федерации, в том числе в 9 областях (Астраханская, Иркутская, Ленинградская, Псковская, Мурманская, Нижегородская, Ростовская, Самарская, Еврейская АО), в Республиках Бурятия, Татарстан и Якутия Саха, Карелия, а также в Амурском, Красноярском, Хабаровском и Забайкальском краях и в г. Санкт-Петербург.

Прослеживаются следующие изменения в состоянии загрязнения пресноводных водных объектов по гидрографическим регионам.

Каспийский гидрографический район

Наблюдения проводились на каскаде водохранилищ р. Волга и ее крупных притоках. Воды Куйбышевского водохранилища характеризуются как загрязненные, а в зоне влияния г. Нижнекамск и г. Набережные Челны – как «экстремально грязные» по показателям зообентоса. Воды Саратовского водохранилища на всем его протяжении относятся к категории «слабо загрязненных».

Воды в Нижней Волге (рукава: Камызяк, Бузан, Кривая Болда, Кигач, Ахтуба) по показателям зообентоса характеризуются как «грязные» и «слабозагрязненные» по показателям состояния фитопланктона.

В 2015 году по показателям зообентоса наблюдается улучшение качества вод водных объектов в районе г. Казань, г. Зеленодольск и г. Новокуйбышевск, а также г. Чапаевск. В черте г. Казань воды оз. Средний Кабан характеризуются как «загрязненные» (в 2014 г. – «загрязненные» – «грязные»).

По сравнению с 2014 г. по показателям зообентоса отмечено улучшение качества вод р. Кривуша, р. Самара, р. Съезжая от «загрязненных» до «слабо загрязненных». Ухудшение качества вод водных объектов регистрируется на р. Вятка, в верховьях р. Зай.

В целом изменения состояния рассмотренных водных экосистем не произошло. Состояние экосистем Волжского каскада водохранилищ характеризуется как состояние антропогенного экологического напряжения с элементами экологического регресса.

Балтийский гидрографический район

К наиболее загрязненным водным объектам гидрографического района относятся северные части Ладожского и Онежского озер. Их воды в районе промышленных центров характеризуются как «экстремально загрязненные» по показателям состояния зообентоса.

В 2015 г прослеживается тенденция улучшения качества воды южной части Ладожского озера, прежде всего, по показателям зообентоса, до состояния «загрязненных» и «слабозагрязненных». Состояние трансграничных Чудского и Псковского озер в целом не изменилось, но отмечено незначительное снижение качества воды в Чудском озере до «слабозагрязненных» по показателям зоопланктона.

Качество вод Онежского озера в районе г. Петрозаводск снизилось до «слабозагрязненных» вод по показателям зоопланктона и до «грязных» по показателям зообентоса.

Баренцевский гидрографический район

В Мурманской области наиболее загрязнены реки Териберка и Ёна по показателям состояния зообентоса, относящиеся к «грязным» (проявляется негативное влияние г. Мончегорск). В 2015 году наблюдается улучшение качества воды от «грязных» до «загрязненных» на следующих реках: Акким, Вирма, Луоттн-Йоки, Можель и Печенга. Отмечено незначительное улучшение состояния водных экосистем рек Ковдор и Вите, а также Чунозера по показателям зообентоса.

Воды озер Имандра, Ловозеро, Умбозеро, Монче и Пермус характеризуются как «слабозагрязненные». С 2013 года изменения состояния водных экосистем не произошло.

Азовский гидрографический район

Наиболее загрязненными водными объектами этого гидрографического района являются реки: Б. Каменка, Тузлов, Аксай, устьевой участок р. Дон и Пролетарское водохранилище, воды которых по показателям зообентоса относятся к «грязным».

Улучшение состояния экосистем по показателям зообентоса наблюдается в р. Дон в районе с. Колузаево и в г. Ростов-на-Дону, класс качества воды изменился с «грязная» на «загрязненная». До «слабозагрязненная» улучшилось качество воды рек Калитва, Маныч и Северский Донец (устье).

По сравнению с 2014 годом значительных изменений состояния водных экосистем не зарегистрировано.

Восточно-Сибирский гидрографический район

Отмечено улучшение отдельных показателей качества вод в нижнем течении р. Лена у полярной станции «Хабарово», в заливе Неёлова у поселка Тикси и оз. Мелкое. Эти воды характеризуются как «слабо загрязненные». Изменений состояния водных экосистем по сравнению с 2014 г не произошло.

Карский гидрографический район

В 2015 г. отмечена общая тенденция улучшения качества воды в обследованных притоках р. Енисей в районе г. Красноярска. Тем не менее, по показателям зообентоса воды р. Кача остаются по-прежнему наиболее загрязненными в районе обследования и отнесены к «грязным». Воды р. Енисей в районе г. Дивногорск и пос. Есаулово являются «слабозагрязненными». К «слабо загрязненным» отнесены воды р. Березовка, а р. Есауловка по показателям зообентоса – к «загрязненным», по показателям зоопланктона – к «условно чистым».

Воды р. Ангара, а также Братского и Иркутского водохранилищ отнесены к «условно чистым» – «слабо загрязненным». По сравнению с 2014 годом отмечено ухудшение качества вод по показателям фитопланктона в реках Чикой, Джида, Селенга от «условно чистых» до «слабо загрязненных». На реках Ушаковка, Белая Сосновка и Уда регистрируется улучшение качества вод по показателям зоопланктона (с II на I класс качества).

Значительных изменений состояния водных экосистем не произошло.

Тихоокеанский гидрографический район

К наиболее грязным водным объектам бассейна относятся р. Большая Бира (створы г. Биракан, г. Биробиджан), р. Уркан, р. Гилюй, р. Хор, р. Черная, воды которых по показателям зообентоса относятся к «грязным» и «экстремально грязным». Отмечено негативное влияние ТЭЦ-3 (у с. Федоровка) на качество вод р. Березовая и городских очистных сооружений г. Хабаровска на качество вод р. Амур. Снизилось качество воды по показателям зообентоса рек Зея и Амур (створ с. Богородское).

По сравнению с 2013-2014 гг. отмечено позитивное изменение состояния водных экосистем по показателям фитопланктона и зообентоса на р. Амур по всему протяжению водотока: г. Благовещенск, г. Хабаровск, г. Амурск, г. Комсомольск-на-Амуре, с. Богородское, г. Николаевск-на-Амуре, где состояние антропогенного

Рис. 3.49. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши на территории Российской Федерации

экологического напряжения переходит в состояние экологического благополучия. Такая же тенденция наблюдается по показателям фитопланктона и зоопланктона на р. Сита в створе у с. Князе-Волконское. Качество вод озера Кенон и реки Чита в районе г. Чита характеризуется как «загрязненные».

Вода в Зейском водохранилище в створе 11 км выше г. Зея характеризуется как «условно чистая», а в г. Зея у плотины – «слабо загрязненная». Состояние водных экосистем р. Зея (г. Благовещенск), оценивающееся в 2013 году как состояние антропогенного экологического напряжения, в 2014–2015 годах переходит в состояние экологического благополучия.

Таким образом, в 2015 году состояние наблюдаемых экосистем рек, озер и водохранилищ в России сохраняется на стабильном уровне, кардинальных изменений в таксономическом составе и структуре сообществ по сравнению с предыдущими годами наблюдений не выявлено. Отмечается тенденция улучшения экосистем водных объектов в городах Казань, Благовещенск, Красноярск, в реках верхнего и среднего течения Амура и его притоках, в том числе р. Зея (включая Зейское водохранилище). Однако, поверхностные воды в г. Чита по-прежнему характеризуются как «загрязненные».

3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации

В 2015 году на территории Российской Федерации было зарегистрировано 3021 случаев[1] высокого загрязнения (ВЗ) и экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ). Экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод имели место в 598 случаях на 144 водных объектах, что на 2% меньше, чем в 2014 году (611 случаев на 98 водных объектах). Высокие уровни загрязнения наблюдались в 2423 случаях на 331 водном объекте (в 2014 году – 2347 случая на 309 водных объектах). Следует отметить, что последние четыре года суммарное количество ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод находится примерно на одном уровне (рис. 3.49).

Анализ внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ за 7-летний период показывает, что их максимум приходится на апрель, реже на май (рис. 3.50).

Как и в предыдущие годы, максимальную нагрузку от загрязнения испытывают бассейны рек Обь, Волга и Амур, на долю которых приходится свыше 70% всех случаев ВЗ и ЭВЗ (рис. 3.51). На протяжении последних четырех лет на бассейн реки Волга приходилось около 40% количества случаев ВЗ и ЭВЗ. В 2015 году в этом бассейне наблюдается заметное снижение доли количества случаев ВЗ и ЭВЗ (29,6%), чего нельзя сказать о бассейне реки Обь, где случаи ВЗ и ЭВЗ выросли примерно на 5%. В бассейне реки Амур второй год подряд наблюдается увеличение количества случаев ВЗ и ЭВЗ после пятилетней устойчивой динамики снижения загрязнения.

В табл. 3.8 приведено количество случаев ВЗ и ЭВЗ, зарегистрированных в 2015 году в бассейнах рек Российской Федерации.

В 2015 году ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод было зафиксировано в 46 субъектах Российской Федерации. Примерно 65% случаев ВЗ и ЭВЗ пришлось на водные объекты Свердловской (20,9%), Московской (10,9%), Челябинской (5,4%), Мурманской (5,2%), Нижегородской (3,8%) Тюменской (1,9%), Иркутской (1,9%), областей, Хабаровского (6,8), Приморского (5,6%) и Пермского (1,7%) краев (рис. 3.52). За последние пять лет на Свердловскую область приходится наибольшее среди субъектов Российской Федерации количество случаев ВЗ и ЭВЗ. Также за данный период отмечается некоторый спад ВЗ и ЭВЗ в Челябинской области, в отличие от Приморского края, где участились случаи после двухлетнего спада. В Хабаровском крае число ВЗ и ЭВЗ за два года увеличилось с 36 до 206 случаев.

[1] Все данные были скорректированы с учетом взвешенных веществ.

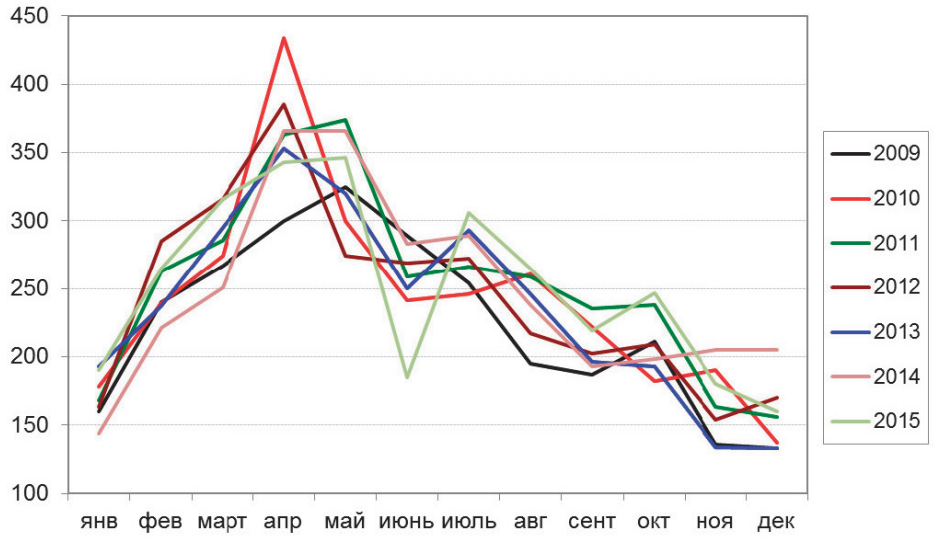


Рис. 3.50. Динамика внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши на территории Российской Федерации за период 2007–2015 гг.

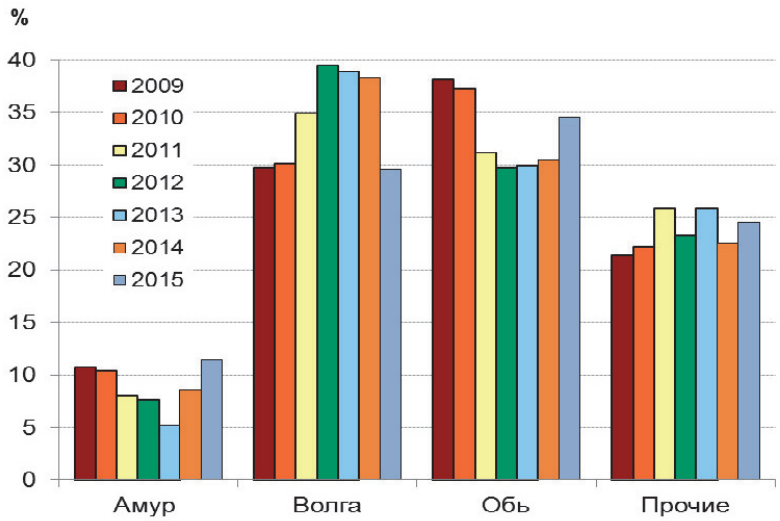


Рис. 3.51. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по бассейнам рек (в % от общего числа случаев на территории Российской Федерации) за период 2009–2015 гг.

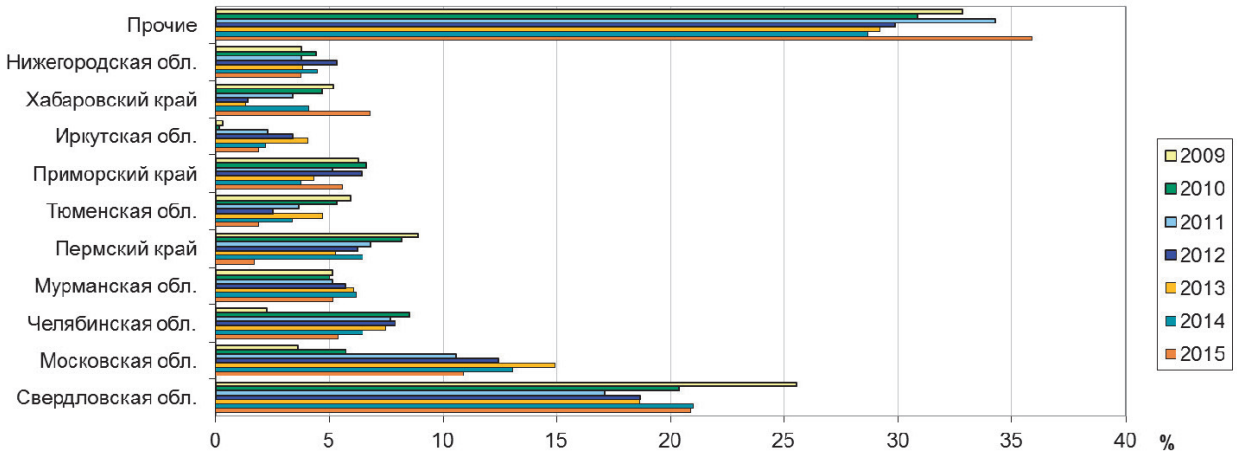


Рис. 3.52. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам Российской Федерации

Таблица 3.8. Экстремально высокое и высокое загрязнение поверхностных вод Российской Федерации в 2015 году

Бассейны рек	Число случаев			Субъекты Российской Федерации*
	ЭВЗ	ВЗ	Сумма	
Волга	82	812	894	Пермский край, Астраханская, Кировская, Московская, Нижегородская, Рязанская, Самарская, Свердловская, Тульская, Челябинская области, Республика Марий Эл, Удмуртская республика
Обь	288	753	1041	Курганская, Новосибирская, Омская, Свердловская, Тюменская, Челябинская области
Амур	73	274	347	Забайкальский, Приморский и Хабаровский края
Енисей	4	31	35	Иркутская область, Красноярский край
Сев Двина	17	26	43	Архангельская и Вологодская области, республика Коми
Урал	6	57	63	Оренбургская и Челябинская области
Дон	3	41	44	Белгородская область
Колыма	7	12	19	Магаданская область
Лена	1	16	17	Иркутская область
Прочие	117	401	518	Камчатский и Приморский края, Ленинградская, Магаданская, Мурманская, Новосибирская, Сахалинская области
Итого	598	2423	3021	

* Приведены субъекты Российской Федерации, для которых число случаев ВЗ и ЭВЗ больше 10.

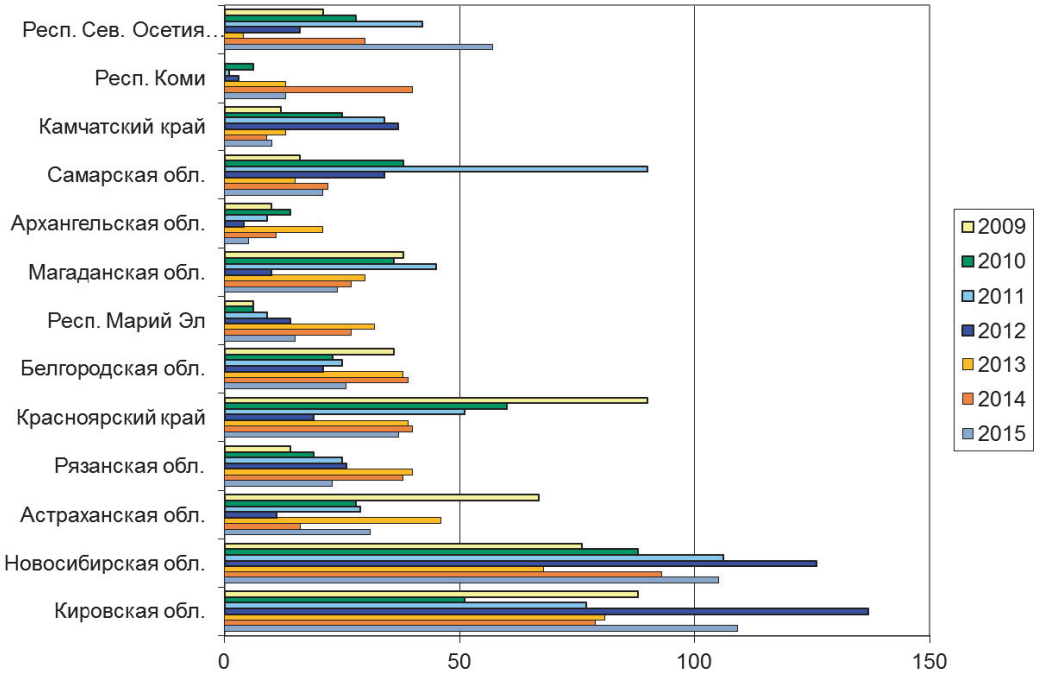


Рис. 3.53. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ в отдельных субъектах Российской Федерации

В 2015 году в Пермском крае и республике Коми отмечено резкое снижение (почти в четыре раза) суммарного количества случаев ВЗ и ЭВЗ по сравнению с предыдущим годом. В Тюменской, Архангельской областях и в республике Марий Эл эти показатели уменьшились вдвое. Однако за этот период участились случаи ВЗ и ЭВЗ в Кировской, Новосибирской, Астраханской областях и в Республике Северная Осетия – Алания (рис. 3.53).

Динамика роста доли количества случаев ВЗ и ЭВЗ, приходящейся на регион, в течение последних пяти лет имеет место в Амурской, Оренбургской, Смоленской области и Ханты-Мансийском АО. Устойчивый тренд снижения доли количества случаев ВЗ и ЭВЗ за этот же период наблюдался в Челябинской и в Иркутской области, а также в Забайкальском крае.

Экстремально высокие и высокие уровни загрязнения зафиксированы в 2015 году по 31 ингредиенту. Более 60% всех случаев связано с загрязнением поверхностных вод взвешенными веществами, марганцем, нитритным и аммонийным азотом (рис. 3.54). Суммарный вклад цинка, железа общего и дефицита растворённого кислорода в загрязнение поверхностных вод

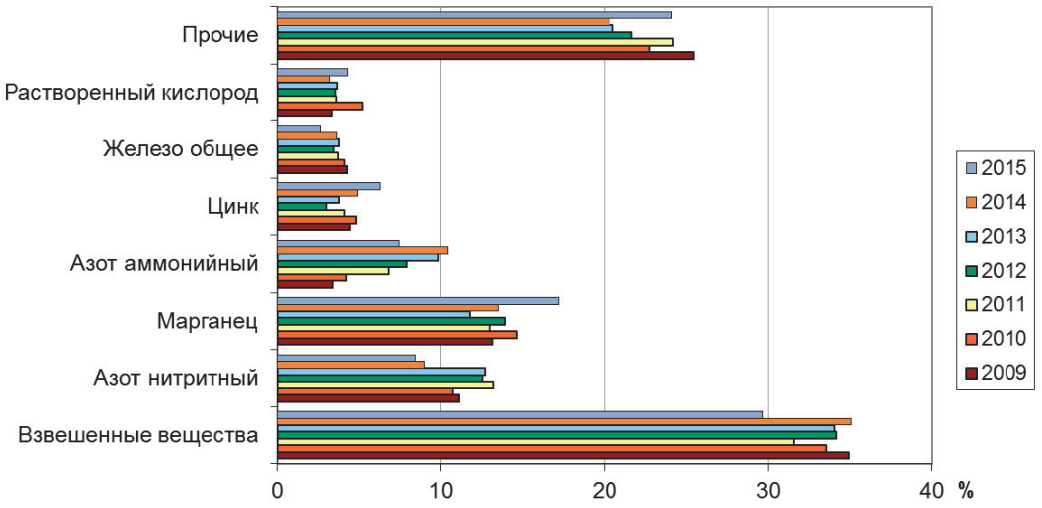


Рис. 3.54. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по ингредиентам (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ)

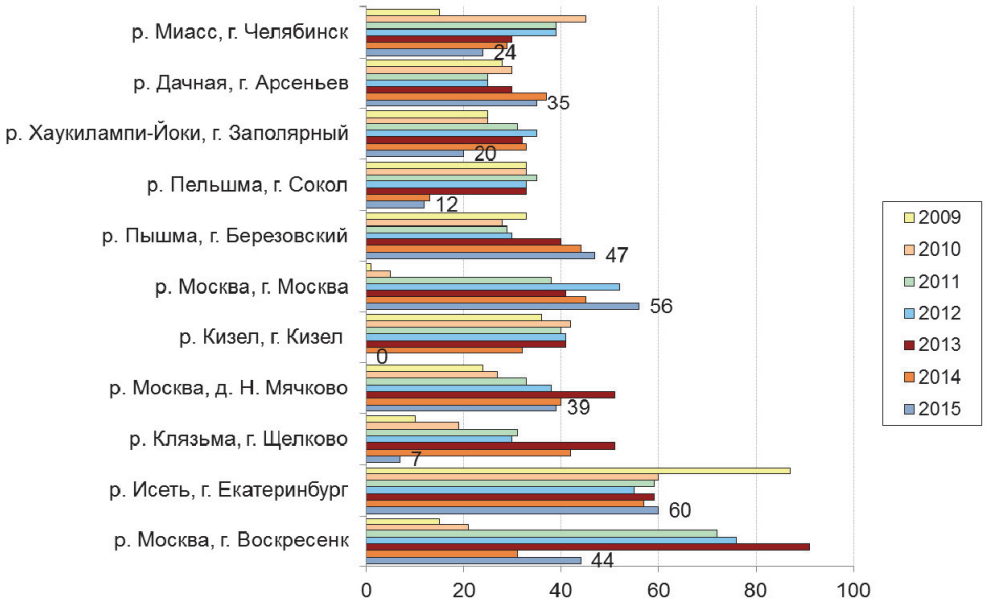


Рис. 3.55. Пункты наблюдения, в которых регистрировалось максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ в течение года

составляет около 10–14% ежегодно. Количество случаев загрязнения поверхностных вод свинцом увеличилось до 18 по сравнению с предыдущими показателями 2011–2014 гг., когда регистрировалось от 3 до 8 случаев в год. Доля загрязнения поверхностных вод тяжелыми металлами (марганец, железо общее, ртуть, никель, медь, молибден, кадмий, свинец) за пятилетний период колебалась в пределах 23–30% от общего числа случаев. В 2015 году по сравнению с предыдущим годом увеличилось количество загрязнения поверхностных вод марганцем, медью и молибденом. Хотя следует отметить, что уменьшилось количество случаев загрязнения поверхностных вод железом общим, никелем и кадмием.

В 97 случаях наблюдалось уменьшение концентрации в воде растворённого кислорода до 3 мг/л и ниже, в 32 случаях из них его содержание было менее 1 мг/л. Увеличение биохимического потребления кислорода ($БПК_5$) свыше 10 мг/л было зарегистрировано 173 раза. Максимальное значение $БПК_5$, 176 мг/л, было зафиксировано в августе 2015 г. в 0,5 км выше устья р. Поцелуйка, приток р. Миасс, (рп. Каргополье, Курганской обл.).

В 2015 г. случаи ЭВЗ были зафиксированы на 171 пункте наблюдения, ВЗ – на 454 пунктах. На 104 пунктах (61%) отмечены два и более случаев ЭВЗ, на 35 пунктах (20%) – более 5 случаев повторения ЭВЗ. На 337 пунктах наблюдения (74%) регистрировались два и более случаев ВЗ, при этом на 144 пунктах (32%) – более 5 случаев ВЗ. Максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ – 60 раз наблюдалось, как и в прошлом году, на пункте р. Исеть, г. Екатеринбург (рис. 3.55).

В 2015 году на территории Российской Федерации было зафиксировано – 13 аварий, из них три в бассейне р. Обь. По сравнению с 2014 годом число аварий уменьшилось почти в 2 раза. Среди наиболее часто повторяющихся случаев являются антропогенные факторы, связанные с несанкционированными сбросами очистных сооружений и работами, проводимыми по добыче полезных ископаемых. Следует отметить, что в 2015 году не было ни одной аварии, связанной с нефтепроводами и с несанкционированными сбросами нефтепродуктов в водные объекты. Количество случаев с образованием нефтяной пленки сократилось до двух, одна из причин аварий: неисправность транспортного судна. Как и в прошлом году, был зафиксирован один случай с массовой гибелью рыбы: на Рыбинском водохранилище (р. Волга) в районе деревни Вичелово Череповецкого района Вологодской области. Полоса мертвой рыбы, в основном мелкого синца, растянулась на два километра. Вероятной причиной замора рыбы является низкий уровень воды на Рыбинском водохранилище в течение всего осенне-зимнего периода. В 2015 году повторных аварий на одном пункте наблюдения зафиксировано не было.

3.3.4. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ

Качество воды трансграничных водных объектов оценивалось по результатам режимных наблюдений, проведенных в 2015 г. на 53 водных объектах (48 рек, 2 протоки, 2 озера, 1 водохранилище) в 69 пунктах, 68 створах, на 73 вертикалях.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в воде водных объектов на границе России с сопредельными государствами являлись: с Норвегией – соединения никеля, меди, марганца, ртути; с Финляндией – трудноокисляемые органические вещества (по ХПК, далее ТОВ), соединения меди, железа, марганца, ртути; с Эстонией – ТОВ, соединения меди; с Литвой – легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$ воды, далее ЛОВ), ТОВ, нитритный азот, соединения железа; с Польшей – ТОВ, ЛОВ, нитритный азот, соединения железа; с Белоруссией – ТОВ, ЛОВ, соединения железа, меди, марганца; с Украиной – ТОВ, ЛОВ, соединения железа, марганца, сульфаты, хлориды, главные ионы (по сумме), нитритный азот; с Азербайджаном – соединения меди, сульфаты; с Казахстаном – ТОВ, соединения меди, цинка, марганца, алюминия, сульфаты; с Монголией – ТОВ, соединения меди, марганца; с Китаем – ТОВ, соединения железа, меди, цинка, марганца, алюминия. Перечисленные показатели превышали ПДК в 40–100% проанализированных проб воды.

Дефицит растворенного в воде кислорода наблюдался на границе с Казахстаном в пунктах р. Уй с. Усть-Уйское (январь, февраль, август) и р. Иртыш с. Татарка (октябрь).

Критические показатели загрязненности трансграничных водных объектов установлены для 19 пунктов наблюдений, расположенных на 17 водных объектах. На границе с Норвегией критическими показателями являлись соединения меди и никеля (1 пункт) и соединения меди, никеля, марганца (1 пункт), с Эстонией и Белоруссией соединения марганца (по 1 пункту), с Украиной сульфаты (3 пункта) сульфаты и нитритный азот (1 пункт), с Казахстаном соединения цинка (1 пункт), меди (1 пункт), меди и марганца (1 пункт), цинка и марганца (1 пункт), соединения марганца и летучие фенолы (1 пункт), нитритный азот (1 пункт), с Китаем соединения алюминия (2 пункта), алюминия и железа (1 пункт), железа (1 пункт), марганца (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.

Степень загрязненности воды рек Патсо-йоки, Лендерка, Вуокса, Нарва, Десна, Сейм, Псёл, Терек и Чикой варьировала от «условно чистой» до «слабо загрязненной», в остальных водных объектах – от «загрязненной» до «грязной».

Наиболее загрязненные участки рек, вода которых характеризовалась как «грязная», отмечены в 2015 г. на границе с Норвегией (р. Колос-йоки); Белоруссией (р. Днепр); Украиной (реки Северский Донец, Кундрючья, Большая Каменка, Миус); Казахстаном (реки Малый Узень, Илек (п. Веселый), Уй (г. Троицк, п. Бобровский), Тобол; Китаем (реки Уссури, Сунгача, Раздольная, Аргунь (п. Молоканка, с. Олочи, с. Кути), протока Прорва, оз. Ханка). Вода р. Уй в районе с. Усть-Уйское характеризовалась как «грязная».

В течение 2011–2015 гг. степень загрязненности трансграничных поверхностных вод характеризовалась от «условно-чистой» до «грязной». В большинстве пунктов наблюдений качество воды характеризовалось как «загрязненная».

Наименее загрязнены в этот период участки рек на западной границе России: с Норвегией (р. Патсо-йоки), с Финляндией (реки Патсо-йоки, Лендерка, Вуокса), с Эстонией (р. Нарва). Качество воды рек оценивалось как «условно чистая» или «слабо загрязненная».

В большей части рек: Колос-йоки (пгт Никель), Северский Донец (х. Поповка), Большая Каменка (граница с Украиной), Кундрючья

(х. Павловка), Миус (с. Куйбышево), Малый Узень (с. Малый Узень), Большой Узень (г. Новоузенск), Уй (г. Троицк, пос. Бобровский, с. Усть-Уйское), Тобол (с. Звериноголовское), р. Илек (пос. Веселый), Аргунь (пос. Молоканка, с. Кути, с. Олочи), Раздольная (с. Новогеоргиевка), протока Прорва (пос. Молоканка) вода постоянно характеризовалась как «грязная».

Расчет переноса химических веществ по результатам наблюдений на 33 реках в районе пересечения границы с Финляндией, Польшей, Республикой Беларусь, Украиной, Грузией, Азербайджаном, Казахстаном, Монголией и Китаем приведен за предыдущий 2014 г., что обусловлено регламентом поступленеия необходимой гидрологической информации.

Наибольшее количество водной массы было внесено на территорию России через границу с Казахстаном и Финляндией (соответственно 41 и 34% из контролируемой), вынесено с территории России в Украину и Республику Беларусь примерно одинаковое количество (соответственно 30,6 и 30,2%).

Максимальное количество главных ионов (по сумме), органических веществ (по ХПК), минеральных форм азота, кремния, общего железа, нефтепродуктов, соединений меди, цинка, ДДТ и ГХЦГ поступило в 2014 г. с речным стоком на территорию России из Казахстана; общего фосфора – из Украины; соединений никеля, шестивалентного хрома и летучих фенолов – из Монголии.

Самое высокое количество главных ионов, минерального азота, кремния, общего фосфора и соединений никеля было вынесено в 2014 г. из России на территорию Украины; органических веществ, общего железа, летучих фенолов, нефтепродуктов – на территорию Республики Беларусь; соединений меди, цинка, общего хрома, хлорорганических пестицидов – на территорию Казахстана.

В 2015 г. максимальные количества переносимых отдельными реками химических веществ уменьшались в следующей последовательности: сумма главных ионов – 5537 тыс. т, органические вещества – 466 тыс. т, биогенные элементы (кремний – 68,3, минеральный азот – 9,58, общее железо – 2,38, общий фосфор – 1,73 тыс. т), соединения цинка – 282 т, нефтепродукты – 159 т, соединения меди – 103 т, летучие фенолы – 25 т, соединения никеля – 11,3 т, шестивалентного хрома – 8,7 т, хлорорганические пестициды (Σ ДДТ – 64 кг, Σ ГХЦГ – 36 кг) (табл. 3.9).

Наибольшее количество большей части перечисленных выше химических веществ поступило в Россию в 2015 г. со стоком наиболее многоводной р. Иртыш (29 км^3); соединений меди – с водой р. Вуокса (20,3 км^3); общего фосфора и нефтепродуктов – с водой р. Северский Донец (2,56 км^3); соединений никеля – с водой р. Селенга (6,72 км^3).

Высокие значения переноса веществ, следующие за максимальными, наблюдались со стоком рек: Вуокса (органические вещества), Северский Донец (главные ионы), Иртыш (общий фосфор, соединения меди и нефтепродукты), Ишим (соединения никеля, ΣДДТ), Тобол (соединения цинка), Селенга (кремний, шестивалентный хром, летучие фенолы), Онон (ΣГХЦГ), Раздольная (минеральный азот и общее железо).

В целом за период 2011–2015 гг. из Казахстана в Россию со стоком р. Иртыш было внесено максимальное количество органических веществ (1,63 млн т), минерального азота (28,0 тыс. т), кремния (302 тыс. т), нефтепродуктов (2,31 тыс. т), соединений меди, цинка, шестивалентного хрома (соответственно 411, 1062 и 90,1 т), летучих фенолов (54,3 т), ΣДДТ (229 кг), ΣГХЦГ (71 кг); из Украины р. Северский Донец – главных ионов (22,7 млн т) и общего фосфора (7,81 тыс. т); из Монголии р. Селенга – общего железа (14,7 тыс. т) и соединений никеля (234 т).

Высокое количество большей части определяемых химических веществ поступило за рассматриваемый пятилетний период с водой рек Селенга и Вуокса. Помимо перечисленных рек, повышенное количество органических веществ, минерального азота, кремния, нефтепродуктов и летучих фенолов перенесено через границу р. Северский Донец; соединений никеля, шестивалентного хрома, хлорорганических пестицидов – р. Ишим; главных ионов, общего фосфора, общего железа – р. Иртыш; главных ионов, минерального азота, общего фосфора, нефтепродуктов, соединений цинка – р. Тобол; кремния, нефтепродуктов, соединений меди, цинка, летучих фенолов, изомеров ГХЦГ – р. Онон; минерального азота, общего железа, соединений цинка, общего хрома – р. Раздольная; соединений меди, цинка, ХОП – р. Патсо-йоки; минерального азота – р. Терек.

Изучение динамики поступления в Россию определяемых химических веществ в 2011–2015 гг. свидетельствует о следующем: со стоком р. Иртыш в 2013 г. наблюдалось существенное увеличение переноса через границу с Казахстаном кремния, общего железа, нефтепродуктов, соединений меди и шестивалентного хрома, в 2015 г. – органических веществ, главных ионов, минерального азота, летучих фенолов, соединений цинка и хлорорганических пестицидов, с 2014 г. с водой этой реки произошло резкое уменьшение поступления нефтепродуктов; в бассейне р. Ишим с 2012 г. наметилась тенден-

Таблица 3.9. Количество химических веществ – тыс. тонн (соединений меди, цинка, фенолов – тонн), перенесенных в Россию отдельными реками через границу с сопредельными государствами в 2015 г.

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 Кайта-коски	5,18	43,8	87,4	0,384	0	14,4	0,230	9,06	26,2	0,085	Нд
Вуокса, пгт Лесогорский	20,3	292	130	2,49	0,162	5,58	1,47	104	Нд	0	1,52
Польша											
Лава, г. Знаменск	0,641	11,0	261	0,828	0,117	2,96	0,08	Нд	Нд	Нд	Нд
Мамоновка, г. Мамоновка	0,049	0,842	16,8	0,099	0,015	0,362	0,007	Нд	Нд	Нд	Нд
Украина											
Миус, с. Куйбышево	0,140	3,23	288	0,068	0,022	0,363	0,045	0	0,575	0,026	0,360
Северский Донец, с. Поповка	2,56	58,5	4473	1,28	1,73	8,62	0,461	0,852	14,8	0,159	2,90
Грузия											
Терек, г. Владикавказ	0,860	3,97	271	0,926	0,025	5,07	0,055	0,586	1,71	0,004	0
Казахстан											
Ишим, с. Ильинка	2,80	43,1	1524	0,848	0,154	7,21	0,198	8,53	8,61	0,070	4,20
Иртыш, с. Татарка	29,0	466	5537	9,58	0,909	68,3	2,38	103	282	0,153	25,0
Тобол с. Звериноголовское	1,12	73,5	1179	2,13	0,235	5,30	0,185	3,29	70,3	0,107	3,36
Монголия											
Селенга, п. Наушки	6,72	91,2	1471	0,833	0,328	30,3	0,478	11,8	63,2	0,114	5,24
Онон с. Верхний Ульхун	1,67	16,0	114	0,115	0,023	7,80	0,129	2,50	13,7	0	1,10
Китай											
Раздольная, с. Новогеоргиевка	2,67	47,6	373	2,67	0,091	16,8	1,51	11,7	43,5	0,045	2,70

Примечание. Нд – нет данных.

ция роста переноса органических веществ и кремния, с 2013 г. – главных ионов, с 2014 г. – минерального азота, общего фосфора, общего железа, летучих фенолов, соединений меди, цинка, никеля и ХОП, поступление нефтепродуктов со стоком р. Ишим в 2012–2015 гг. стабилизировалось; с водой р. Тобол, начиная с 2012 г., отмечено значительное увеличение переноса главных ионов, минерального азота, летучих фенолов, соединений меди и цинка, с 2013 г. – органических веществ и кремния.

Со стоком рек Селенга и Онон максимальное количество большей части веществ поступило из Монголии в самом многоводном 2013 г. В бассейне р. Селенга с 2012 г. наблюдалась тенденция заметного снижения переноса летучих фенолов, с 2013 г. – общего железа, в 2015 г. по сравнению с предшествующим периодом зафиксировано самое низкое поступление кремния, нефтепродуктов и соединений цинка. С водой р. Онон в 2011 г. перенесено через границу минимальное количество биогенных элементов, соединений меди, цинка и ХОП, в 2015 г. – органических веществ, главных ионов, нефтепродуктов и летучих фенолов.

Со стоком р. Северский Донец с 2012 г. отмечена тенденция роста поступления из Украины соединений цинка и снижения поступления минерального азота и соединений меди, а с 2013 г. – органических веществ и летучих фенолов; самое низкое количество кремния, общего железа, нефтепродуктов и соединений меди внесено с водой этой реки в конце рассматриваемого периода.

Максимальное количество большей части определяемых веществ перенесено со стоком р. Миус в многоводном 2011 г. Начиная с 2012 г., произошло уменьшение поступления главных

ионов, минерального азота, общего фосфора, кремния и соединений меди.

С водой р. Раздольная в 2013 г. резко возрос перенос из Китая минерального азота, общего железа, нефтепродуктов, соединений цинка и никеля, в 2015 г. – органических веществ, главных ионов, общего фосфора, кремния, соединений меди; минимальное количество общего фосфора, общего железа и летучих фенолов поступило со стоком реки в Россию в 2014 г.

Со стоком р. Патсо-йоки в 2015 г. по сравнению с предшествующим периодом существенно увеличился перенос из Финляндии органических веществ, общего железа, нефтепродуктов и соединений цинка, р. Вуокса – главных ионов и соединений меди.

В бассейне р. Лава с 2012 г. отмечена тенденция снижения поступления из Польши минерального азота, общего фосфора, кремния и общего железа; в бассейне р. Мамоновка – органических веществ, главных ионов, минерального азота, кремния и общего железа.

С водой р. Терек с 2012 г. наблюдалось уменьшение переноса из Грузии главных ионов, минерального азота, общего фосфора, кремния и соединений меди, с 2013 г. – органических веществ.

Как и в предыдущие годы, наиболее распространенными загрязняющими веществами являлись органические вещества и соединения металлов (железо, медь, марганец), а наиболее загрязненными оставались участки водных объектов на границе с Норвегией, Украиной, Казахстаном и Китаем.

В течение 2011–2015 гг. качество воды в 10 трансграничных пунктах наблюдений большей частью характеризовалось как «условно чистая» и «слабо загрязненная». В 17 пунктах вода, в основном, характеризовалась как «грязная». В остальных 42 пунктах наблюдений качество воды, в основном, характеризовалось как «загрязненная».

Максимальное количество превалирующей части определяемых химических веществ поступило на территорию России в 2011–2015 гг. через границу с Казахстаном со стоком р. Иртыш; главных ионов и общего фосфора – через границу с Украиной со стоком р. Северский Донец; общего железа и соединений никеля – через границу с Монголией со стоком р. Селенга.

3.3.5. Загрязнение морских вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям

Каспийское море

Наблюдения за загрязнением вод Дагестанского взморья Каспия в 2015 г. проводились на станциях прибрежных районов (Лопатин, Махачкала, Каспийск, Избербаш, Дербент), на устьевых взморьях рек Терек, Сулак и Самур, а также на разрезе о. Чечень – полуостров Мангышлак. Исследования вод Северного Каспия проводились на станциях вековых разрезов III и III а.

Северный Каспий. В среднем за год содержание нефтяных углеводородов в водах разреза III составило 0,11 мг/дм^3 (2,1 ПДК) при максимальной концентрации 0,61 мг/дм^3 (12,2 ПДК), отмеченной в ноябре в придонном слое воды. Концентрация фенолов изменялась в пределах от значений ниже предела обнаружения до 4 мкг/дм^3, при средней концентрации 1,6 мкг/дм^3 (менее 2 ПДК). Содержание детергентов варьировало в диапазоне 17–69 мкг/дм^3, при средней величине 30 мкг/дм^3 (0,3 ПДК). Содержание растворенного кислорода в водах северного мелководья находилось в пределах 7,39–12,07 мгO_2/дм^3, при среднегодовом значении 9,90 мгO_2/дм^3, все зарегистрированные значения превышают норматив. Показатель концентрации ионов водорода pH составлял 7,77–8,66. Содержание взвешенных веществ изменялось от 1,0 до 76 мг/дм^3. Значения выше 50 мг/дм^3 были отмечены четыре раза в марте и июне, в основном, в придонном слое.

Среднее содержание соединений железа в 2015 г. составило 145 мкг/дм^3, при максимуме 270 мкг/дм^3 (5,4 ПДК). До некоторой степени воды западного разреза III а более обогащены растворенным железом, чем воды восточнее (табл. 3.10). На всей исследованной акватории средняя и максимальная концентрации железа, меди, цинка, никеля и свинца превышали ПДК. В то же время содержание наиболее токсичных – кадмия и ртути было существенно ниже допустимого предела.

Открытый Каспий. Концентрация нефтяных углеводородов в морских водах Северного мелководья Каспийского моря на разрезе о. Чечень – полуостров Мангышлак изменялась в пределах 0,02–0,06 мг/дм^3 (0,4–1,2 ПДК) при среднем содержании 0,040 мг/дм^3 (0,8 ПДК). Максимум был отмечен трижды в мае-июне на поверхностном горизонте. Содержание фенолов изменялось в пределах 1–4 мкг/дм^3 (1–4 ПДК) при средней величине 2,2 мкг/дм^3. Диапазон содержания аммонийного азота составил 8,0–16,0 мкг/дм^3, в среднем 11,7 мкг/дм^3 (0,03 ПДК); нитритов – 107–267/189 мкг/дм^3, нитратов – 0,49–2,95/1,75 мкг/дм^3; общего азота – 243–356/308 мкг/дм^3; фосфатов – 2,1–10,4/4,9 мкг/дм^3; общего фосфора – 8,3–16,8/13,3 мкг/дм^3; силикатов – 151–876/363 мкг/дм^3. Кислородный режим был в пределах многолетней нормы. Концентрация растворенного кислорода изменялась в пределах 7,25–10,95 мг/л, составив, в среднем,

Таблица 3.10. Концентрация тяжелых металлов (мкг/дм^3) в водах Северного Каспия в 2015 г.

Параметр	Вековой разрез III			Вековой разрез IIIа		
	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.
Fe	121**	50	200	164	90	270
Cu	15,9	2,5	47,3	17,6	1,4	64,6
Zn	129,0	16,3	307,2	100,2	14,7	314,5
Ni	50,7	1,8	186,5	50,3	3,3	234,8
Co	26,1	1,6	98,1	15,4	1,0	126,7
Cd	1,9	0,1	6,8	1,0	0,0	6,1
Pb	25,6	1,8	126,1	18,2	1,3	84,1
Sn*	30,1	2,1	84,6	19,2	1,2	71,8
Cr*	9,3	1,8	24,8	19,4	2,0	97,0
Mo*	3,8	1,0	9,5	4,0	1,0	9,3
Mn	2,4	0,3	8,6	2,7	0,1	6,9
Hg	0,015	0,0	0,03	0,021	0,01	0,04

* ПДК для морских вод не установлена.
** Выделены значения равные или выше ПДК.

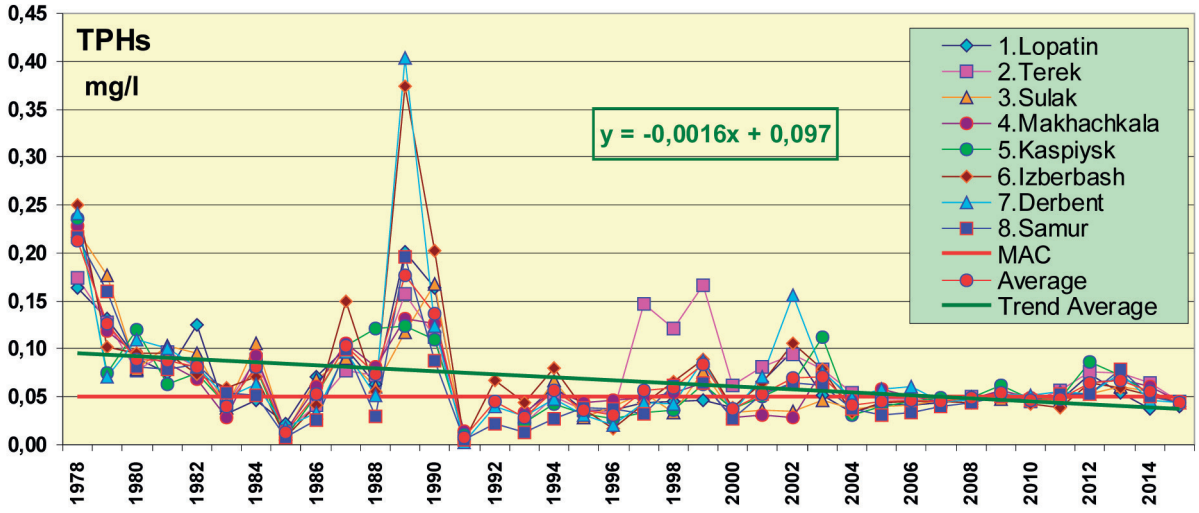


Рис. 3.56. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в прибрежных водах Дагестана в 1978–2015 гг.

8,95 мг/л. Соленость вод в этом районе составила 6,80–12,02‰. Качество вод на границе Северного Каспия оценивается как «загрязненные».

Дагестанское взморье. В водах в районе Лопатин концентрация нефтяных углеводородов изменялась в диапазоне 0,02–0,04 мг/дм^3, составив, в среднем, 0,039 мг/дм^3 (0,8 ПДК). В целом, такие концентрации НУ характерны для всего Дагестанского побережья (рис. 3.56). В последнее десятилетие загрязнение прибрежных вод этого региона НУ стабилизировалось на уровне 1 ПДК. Среднегодовая концентрация фенолов составила 2,3 мкг/дм^3 (2,3 ПДК); аммонийного азота – 119 мкг/дм^3 (0,3 ПДК, средняя соленость вод района составляла 9,19‰); растворенного кислорода – 9,59 мгO_2/дм^3; случаев дефицита кислорода не было отмечено. По сравнению с 2014 г. существенных изменений уровня загрязнения вод данного района не произошло, качество воды оценивается как «умеренно загрязнённые».

На взморье р. Терек содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах 0,02–0,06 мг/дм^3 (0,6–1,2 ПДК), при среднем содержании 0,045 мг/дм^3 (0,9 ПДК). Среднее содержание аммонийного азота составило 117 мкг/дм^3 (0,3 ПДК). Концентрации фенолов находились в диапазоне 1–5 мкг/дм^3, при средней концентрации 3,1 мкг/дм^3. Кислородный режим был пределах нормы, среднее значение концентрации растворенного кислорода составило 9,73 мгO_2/дм^3; все зарегистрированные значения были выше норматива. Качество воды взморья оценивается как «загрязнённые».

В эстуарном районе реки Сулак концентрации загрязняющих веществ составляли: НУ – 0,02–0,07 мг/дм^3 (в среднем 0,044 мг/дм^3;

0,9 ПДК); фенолов – 1–4 мкг/дм^3 (2,7 мкг/дм^3); аммонийного азота – 2,7–195,0 мкг/дм^3 (в среднем 107,3 мг/дм^3; 0,3 ПДК). Средняя концентрация кислорода составила 9,65 мгO_2/дм^3, минимальное значение – 7,53 мгO_2/дм^3. Качество воды эстуария этой реки оценивается как «умеренно загрязнённые».

В районе у Махачкалы содержание загрязняющих веществ находилось в пределах: нефтяных углеводородов – 0,03–0,06 мг/дм^3 (0,6–1,2 ПДК), в среднем 0,045 мг/дм^3 (0,9 ПДК); фенолов 1–4 мкг/дм^3, в среднем 2,6 мкг/дм^3; аммонийного азота – 1,9 – 390 мкг/дм^3, в среднем 171,1 мкг/дм^3. Средняя концентрация кислорода составила 10,12 мгO_2/дм^3, минимальное значение – 8,79 мгO_2/дм^3. Качество воды района характеризуется как «умеренно загрязнённые».

В прибрежном районе у г. Каспийска в морских водах концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 0,02–0,06 мг/дм^3 (0,4–1,2 ПДК), в среднем 0,044 мг/дм^3 (0,9 ПДК). Содержание фенолов составило 1–4 мкг/дм^3 (1–4 ПДК), в среднем 2,5 мкг/дм^3. Среднее содержание аммонийного азота составило 130,3 мкг/дм^3 (0,3 ПДК) при общем содержании в пределах 2,9–292 мкг/дм^3. Средняя концентрация кислорода составила 10,16 мгO_2/дм^3, минимальное значение – 9,42 мгO_2/дм^3. Качество морских вод оценивается как «умеренно загрязненные».

В водах у г. Избербаш концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 0,02–0,06 мг/дм^3 (0,4–1,2 ПДК) при среднем значении 0,044 мг/дм^3 (0,9 ПДК). Содержание фенолов находилось в пределах 1–5 мкг/дм^3 (1–5 ПДК) и в среднем составило 2,7 мкг/дм^3. Концентрация аммонийного азота в водах у Избербаша варьировала в пределах 3,5–330 мкг/дм^3, в среднем 141 мкг/дм^3 (0,4 ПДК). Концентрация растворенного кислорода в водах района варьировала от 8,78 до 11,00 мгO_2/дм^3, в среднем 10,05 мгO_2/дм^3. Воды оцениваются как «умеренно загрязненные».

В водах в районе у г. Дербент концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 0,02–0,06 мг/дм^3 (0,4–1,2 ПДК) при среднем значении 0,043 мг/дм^3. Концентрация фенолов в водах района варьировала в пределах 1–4 мкг/дм^3 при среднем значении 2,5 мкг/дм^3. Содержание аммонийного азота составило 3,7–318/118,9 мг/дм^3. Концентрация растворенного кислорода находилась в пределах 9,12–10,71 мгO_2/дм^3, при этом минимальное значение 9,12 мгO_2/дм^3 было зарегистрировано в придонном слое на глубине 8 м. Воды оцениваются как «умеренно загрязненные».

На взморье реки Самур концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от 0,03 до 0,06 мг/дм^3 (0,6–1,2 ПДК) при среднем содержании 0,043 мг/дм^3. Концентрация фенолов изменялась в пределах 1–4 мкг/дм^3 при среднем значении 2,8 мкг/дм^3; аммонийного азота 4,0–290,0 мкг/дм^3 при среднем содержании 143,9 мкг/дм^3 (0,4 ПДК). Содержание растворенного кислорода в водах эстуария Самура варьировало в пределах 9,07–11,02 мгO_2/дм^3, при среднем значении 10,05 мгO_2/дм^3. Воды района оцениваются как «умеренно загрязненные».

В целом в 2015 г. качество прибрежных вод вдоль всего Дагестанского взморья соответствовало уровню последних лет и оценивалось как «умеренно загрязненные». Содержание нефтяных углеводородов во всех районах наблюдений не превышало 1 ПДК. Среднегодовое содержание фенолов превышало допустимый норматив более чем в 2 раза. Содержание биогенных элементов, включая аммонийный азот, было ниже ПДК. Кислородный режим в пределах нормы, случаев недостатка кислорода не было отмечено.

Азовское море

Устьевая область реки Дон и Таганрогский залив. В 2015 г. по сравнению с 2014 г. состояние вод Таганрогского залива немного улучшилось. Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов составила 0,07 мг/дм^3 (1,4 ПДК). Наибольшие значения (0,31 мг/дм^3, 6,2 ПДК) были отмечены дважды в октябре в восточной кутовой части залива на поверхности и у дна. Среднегодовая концентрация НУ в трех речных водотоках р. Дон составила 0,06 мг/дм^3 (1,2 ПДК), максимальная концентрация 0,18 мг/дм^3 (3,6 ПДК) была зарегистрирована в устье рукава Мертвый Донец. В 19 из 42 отобранных проб концентрация НУ превышала ПДК. Среднее содержание НУ в русловых водотоках и в заливе за последние несколько лет стабилизировалось на уровне 1–2 ПДК (рис. 3.57).

В водах восточной части Таганрогского залива концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) не превышала ПДК и изменялась в пределах от значения ниже пределов определения до 66 мкг/дм^3; средняя концентрация составила 16 мкг/дм^3. В речных водах дельты р. Дон среднегодовое содержание СПАВ составило 1,7 мкг/дм^3, максимальное – 16 мкг/дм^3 (0,2 ПДК). В 25 из 90 отобранных проб в дельте р. Дон и в восточной части Таганрогского залива была обнаружена растворенная ртуть в концентрации 0,01–0,03 мкг/дм^3 (1–3 ПДК для пресных вод). Концентрация растворенного кислорода в водах залива изменялась в диапазоне 5,13–11,17 мгO_2/дм^3, составив

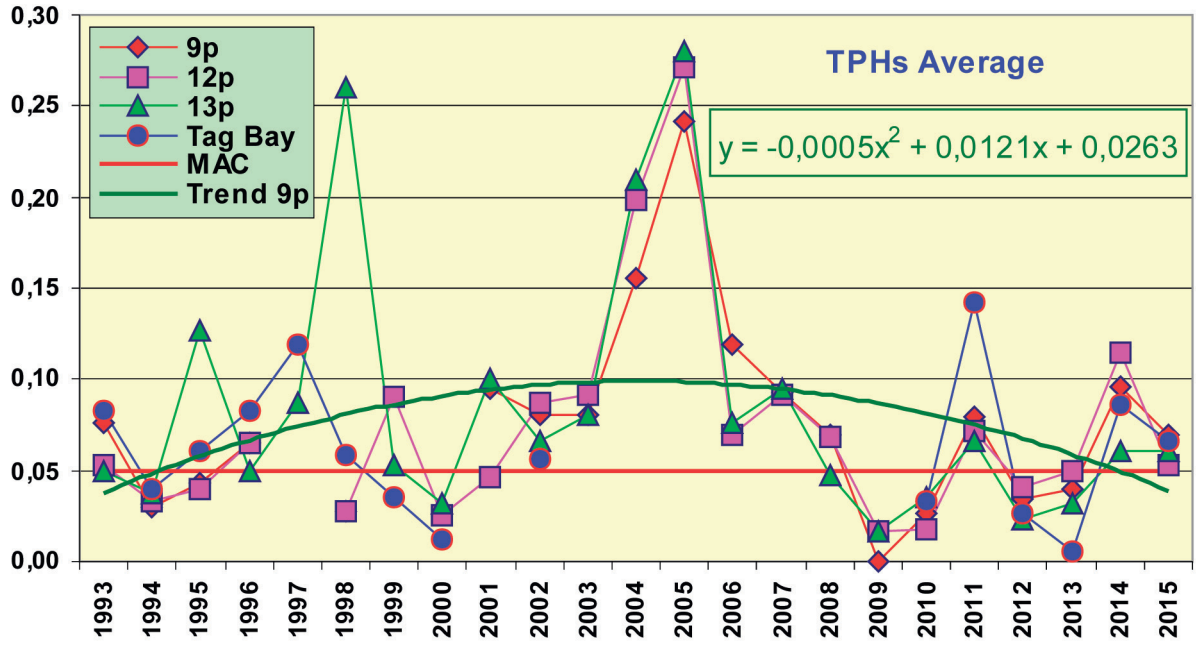


Рис. 3.57. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в протоках дельты реки Дон и Таганрогском заливе в 1993–2015 гг.

в среднем 9,04 мгO_2/дм^3. Минимальное значение было зафиксировано в октябре в придонном слое на глубине 4 м, при этом насыщение воды кислородом составило 55%. В остальной период наблюдений содержание растворенного кислорода не опускалось ниже допустимого предела 6,0 мг/дм^3. В речном стоке р. Дон содержание растворенного кислорода изменялось в пределах 5,93–11,47 мг/дм^3, составив в среднем 8,6 мкг/дм^3, то есть кислородный режим в речных водах был в пределах нормы.

В целом состояние вод в устьевых участках дельтовых протоков реки Дон оценивается в последние годы как стабильное, а уровень загрязнения по нескольким контролируемым параметрам – как незначительный. В 2015 г. максимальная концентрация нефтяных углеводородов достигала 6,2 ПДК. Концентрация ртути варьировала в пределах от 1 до 3 ПДК. Содержание детергентов в дельте Дона составляло доли ПДК, а хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не были обнаружены. Средние и максимальные концентрации биогенных элементов были очень высокими, что свидетельствует о высоком уровне эвтрофикации вод района.

Устьевая область реки Кубань и Темрюкский залив. В 2015 г. наблюдения за качеством вод Темрюкского залива проводились в середине канала порта Темрюк, 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 0,24 мг/дм^3 (4,6 ПДК, придонный слой в октябре); средняя годовая концентрация составила 0,044 мг/дм^3 (0,9 ПДК). Содержание нефтяных углеводородов в устьевой области реки Кубань и прибрежных водах Темрюкского залива в последнее десятилетие стабилизировалось на уровне 1 ПДК. Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в 2015 г. изменялась от значений ниже предела определения (10 мкг/дм^3) до 34 мкг/дм^3 и в среднем составила 9,5 мкг/дм^3. Фосфорорганические и 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. В 5 из 20 отобранных проб была обнаружена ртуть в концентрации 0,01–0,02 мкг/дм^3. Кислородный режим был нарушенным. Средняя годовая концентрация растворенного кислорода составила 9,06 мкг/дм^3, насыщение вод 57–122%. Концентрация кислорода опускалась ниже допустимого предела в период с 16 июня до 26 августа, главным образом, в придонном слое канала. Минимальная концентрация растворенного кислорода составила 4,39 мгO_2/дм^3. Сероводород не был обнаружен.

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 0,23 мг/дм^3 (4,6 ПДК). Максимум был отмечен в апреле в устье гирла Пересыпского Ахтанизовского лимана. Средняя годовая концентрация

НУ составила 0,034 мг/дм^3. Содержание СПАВ было ниже предела обнаружения (10 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 растворенной ртути составило 0,005 и 0,011 мкг/дм^3. Кислородный режим в прибрежных водах Темрюкского залива в целом был относительно благоприятным. Минимальная концентрация растворенного в воде кислорода составляла 3,19 мгO_2/дм^3. Среднегодовое содержание кислорода составило 8,45 мг/дм^3, что немного выше значений, отмеченных в предыдущие годы. Сероводород не был обнаружен.

Черное море

Крым. Севастопольская бухта. Содержание НУ изменялось от значений ниже предела обнаружения (DL=0,01 мг/дм^3) до 0,31 мг/дм^3 (6,2 ПДК) в бухте Голландия на поверхности в марте. Средняя за год концентрация составила 0,084 мг/дм^3 (1,7 ПДК). Концентрация НУ в придонном слое (0,20 мг/дм^3) существенно выше, чем в поверхностном (0,061 мг/дм^3). Загрязнение вод Севастопольской бухты СПАВ было в пределах 25-82 мг/дм^3, в среднем 46 мг/дм^3. Максимум был зафиксирован в бухте Голландия. В поверхностных водах средняя концентрация детергентов была немного выше, чем в придонных водах – 48,8 и 43,2 мкг/дм^3 соответственно. Максимальная концентрация общего фосфора (50 мкг/дм^3) была зафиксирована в бухте Южная; среднее содержание составило 18,1 мг/дм^3. Содержание фосфатного фосфора не превышало 10 мкг/дм^3, среднее содержание составило 6,2 мг/дм^3. Содержание аммонийного азота изменялось от 1,2 до 22,9 мкг/дм^3, составив в среднем 6,1 мкг/дм^3. Наибольшее значение фиксировалось в бухте Южная. Концентрация нитритного азота находилась в пределах 0,2–2,8 мг/дм^3, составив в среднем 1,1 мг/дм^3. Содержание нитратного азота достигало 111 мкг/дм^3, составив в среднем 29,9 мкг/дм^3. Концентрация кремния достигала 85 мкг/дм^3 и в среднем составила 55,3 мкг/дм^3. Мутность вод в бухте изменялась от 3,2 (мол) до 11,0 мг/дм^3 (район ГРЭС), составив в среднем 6,8 мг/дм^3 (0,7 ПДК). Аэрация вод была достаточной в весенний период наблюдений. Содержание растворенного кислорода варьировало от 9,04 до 11,49 мгO_2/дм^3, составив в среднем 10,09 мгO_2/дм^3. Насыщение вод кислородом составляло 99-121%. Качество вод Севастопольской бухты оценивается как «чистые».

Крым. Порт Ялта. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от аналитического нуля до 0,03 мг/дм^3 (0,6 ПДК). Максимум отмечался в июле в придонном слое. Средние за год значения концентрации НУ как в поверхностном, так и придонном горизонте, составили 0,01 мг/дм^3 (0,2 ПДК), что намного меньше зарегистрированных в 2014 г. концентраций на поверхности 0,13 мг/дм^3 (2,6 ПДК) и в придонном горизонте – 0,06 мг/дм^3 (1,2 ПДК), значения которых были наибольшими в течение последних пяти лет наблюдений. Концентрация СПАВ варьировала от нуля до 8 мкг/дм^3 (0,08 ПДК). Максимум был отмечен в июле и августе на поверхности. В придонном горизонте СПАВ в течение 2015 г. не были обнаружены. Среднее за год содержание СПАВ на поверхности составило 3 мкг/дм^3. В период наблюдений 2011–2015 гг. максимальная концентрация СПАВ (26 мкг/дм^3, (0,26 ПДК) была зарегистрирована в 2014 г. в поверхностном слое. В 2015 г. фенолы в водах морского пассажирского порта не были обнаружены. За последние пять лет наблюдений максимальная концентрация фенолов (2,4 мкг/дм^3, 2,4 ПДК) была зафиксирована в 2012 г. в придонном слое.

В 2015 г. концентрация α-ГХЦГ изменялась от аналитического нуля до 16,45 нг/дм^3. Максимум наблюдался в марте в придонном горизонте. Среднегодовое содержание α-ГХЦГ в слое поверхность-дно составило 1,15 нг/дм^3, на верхнем горизонте – 0,66 нг/дм^3, у дна – 1,65 нг/дм^3. Содержание γ-ГХЦГ (линдана) в водах порта изменялось от нуля до 2,03 нг/дм^3. Максимум наблюдался в феврале в придонном слое. В течение года содержание γ-ГХЦГ отмечалось в 25,0% проб. За последние пять лет максимальное содержание γ-ГХЦГ было зарегистрировано в 2014 г. в придонном слое, составившее 6,96 нг/дм^3. Средние за этот период концентрации составили: на поверхности – 0,72 нг/дм^3, в придонном слое – 0,80 нг/дм^3, в слое поверхность-дно – 0,76 нг/дм^3. Концентрация гептахлора изменялась от нуля до 1,42 нг/дм^3. Максимум был отмечен в марте в поверхностном слое. Содержание гептахлора отмечалось в 29,2% проб. Среднегодовая концентрация гептахлора составила: на поверхности – 0,25 нг/дм^3, в придонном слое – 0,36 нг/дм^3, в слое поверхность-дно – 0,31 нг/дм^3. В 2015 г. в водах морского пассажирского порта альдрин, ДДТ, ДДЭ и ПХБ не были обнаружены. Метаболит ДДД был обнаружен в 16,7% проб: в мае и августе на поверхности (0,58 нг/дм^3 и 0,6 нг/дм^3 соответственно), в феврале и июле в придонном слое (2,08 нг/дм^3 и 0,51 нг/дм^3). В остальные периоды года содержание ДДД не было зарегистрировано. Среднегодовое содержание составило 0,16 нг/дм^3.

Значения растворённого в воде кислорода варьировали от 6,42 до 12,25 мгO_2/дм^3 в повер-

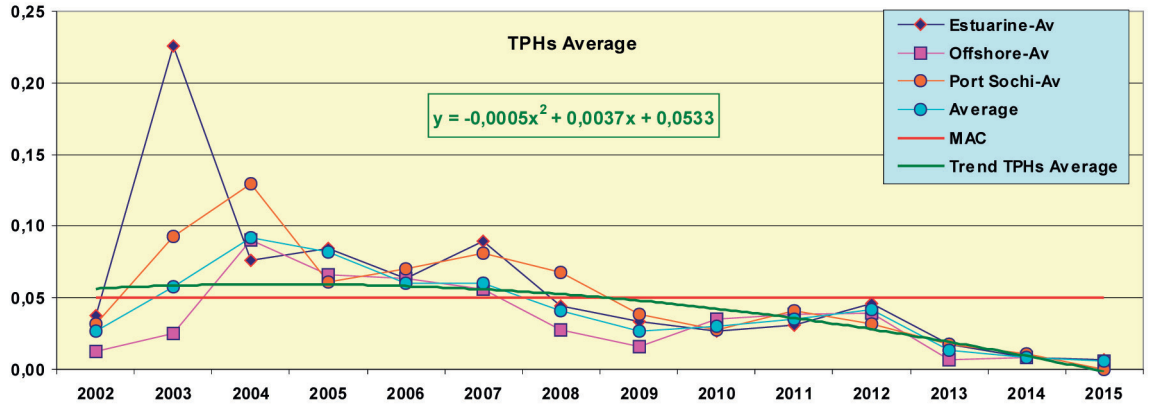


Рис. 3.58. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в прибрежных водах Большого Сочи между эстуариями рек Сочи и Мзымта в 2002–2015 гг.

хностном слое и от 6,96 до 11,37 мгO_2/дм^3 в придонном. Минимум был отмечен на поверхности в октябре. Среднегодовые значения составили: на поверхности – 8,92 мгO_2/дм^3, в придонном слое – 8,60 мгO_2/дм^3 или соответственно по 95% насыщения. Высокое и экстремально высокое загрязнение морской воды на акватории Ялтинского пассажирского порта в течение года не наблюдалось. Отмечалось превышение предельно допустимых концентраций хлорорганических пестицидов. Качество вод порта оценивается как «чистые».

Крым. Керченский пролив. Содержание нефтяных углеводородов в водах Керченского пролива изменялось в пределах от аналитического нуля до 0,12 мг/дм^3 (2,4 ПДК). Максимальная концентрация НУ была зафиксирована в мае у дна. В 29% от общего количества проб содержание нефтяных углеводородов превышало ПДК. Средняя за год величина в столбе воды от поверхности до дна составила 0,06 мг/дм^3 (1,2 ПДК). Содержание детергентов в водах пролива было очень низким и не превышало нижнего предела обнаружения использованного метода химического анализа (менее 10 мкг/л). В водах пролива содержание хлорорганических пестицидов превышало предел обнаружения для ДДД в 20%, ДДЭ – 20%, суммы ПХБ – 5% от общего количества наблюдений. Максимальная концентрация ДДТ (3,78 нг/дм^3), ДДЭ (5,23 нг/дм^3), альдрина (5,23 нг/дм^3) и Σ ПХБ (12,17 нг/дм^3) была зафиксирована в июне на поверхностном горизонте. Другие пестициды (α-, γ-ГХЦГ, ГХЦ, ДДД и ГПХ) обнаружены не были. Концентрация фенолов в морской воде в районе наблюдений изменялась от нуля до 3 мкг/дм^3. Содержание аммонийного азота в водах пролива изменялось от менее 10 до 149 мкг/дм^3. Средняя в слое концентрация аммонийного азота составила 42 мкг/дм^3. Максимальное содержание аммонийного азота было отмечено в июне на придонном горизонте. В 2015 г. по сравнению с 2014 г. содержание аммония увеличилось в 1,4 раза. Качество вод Керченского пролива оценивается как «чистые».

Район Сочи-Адлер. Содержание нефтяных углеводородов изменялось в диапазоне от аналитического нуля до 0,07 мг/дм^3; в среднем составило 0,006 мг/дм^3 (0,11 ПДК). В последние годы общий уровень загрязнения вод района НУ в среднем существенно снизился, хотя максимальная концентрация была немного больше значения 2014 г. (рис. 3.58). Наибольшая концентрация была зафиксирована 1 сентября в устье реки Сочи в придонном слое на глубине 5 м. В поверхностном слое вод содержание нефтяных углеводородов было почти в 2 раза меньше (0,0044 мг/дм^3), чем в придонном слое (0,0075 мг/дм^3).

Содержание СПАВ изменялось в диапазоне 4,1–20,0 мкг/дм^3, составив в среднем 10,3 мкг/дм^3. Максимум был отмечен дважды в поверхностном слое вод в порту Сочи в мае и сентябре. Распределение детергентов было относительно однородным по всей исследованной акватории, поскольку существенных отличий не было между акваторией порта Сочи (средняя 14,3 мг/дм^3), эстуарными (9,4 мг/дм^3) и мористыми (10,1 мг/дм^3) участками исследованной акватории. Концентрация хлорорганических пестицидов и гербицида трифлуралина была ниже предела обнаружения используемого метода химического анализа. Последний раз пестициды группы ДДТ были обнаружены в морских водах района в 2005 г. Концентрация легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$) изменялась в диапазоне 0,37–2,36 мгO_2/дм^3, максимум составлял 0,8 ПДК и был отмечен 1 сентября в устье р. Сочи на глубине 5 м. Среднее содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$) по всему району составило 1,15 мгO_2/дм^3, что соответствует значениям последних лет наблюдений. Кислородный режим вод исследуемого прибрежного района в целом был в пределах обычных сезонных изменений.

Минимальная концентрация (7,24 мгO_2/дм^3, 71% насыщения) была отмечена в конце ноября в устьевом районе ручья Малый в центре Сочи. Вертикальное перемешивание вод верхнего слоя вод до глубины 50 м было достаточным, чтобы различий между поверхностным и подстилающими слоями не наблюдалось: средняя концентрация на поверхности – 8,69 мгO_2/дм^3, а в более глубоких слоях – 8,95 мгO_2/дм^3; средняя в целом – 8,86 мгO_2/дм^3. В среднем насыщение воды кислородом составило 90,4%.

Концентрация растворенной в морской воде ртути была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа (DL=0,01 мкг/дм^3). Среднее содержание свинца в прибрежных водах района Сочи-Адлер составило 14,3 мкг/дм^3; диапазон содержания – 1,6–39,9 мкг/дм^3; максимум (4,0 ПДК) был отмечен в эстуарии реки Сочи в середине марта. Концентрация свинца превышала ПДК в водах эстуарных участков рек Сочи, Хоста и Мзымта, а также в порту города Сочи. Содержание железа в водах района изменялось в диапазоне 7,1–123,0 мкг/дм^3. Высокие значения концентраций железа были отмечены на всех участках акватории. В поверхностном и глубинных слоях воды средние концентрации железа были примерно на одинаковом уровне – 32,7 и 42,4 мкг/дм^3, а среднегодовая составила 36,5 мкг/дм^3.

В целом воды исследуемого района могут оцениваться как «чистые». Среднегодовые концентрации контролируемых загрязняющих веществ были существенно ниже установленных для морских вод нормативов, тогда как максимальные концентрации превышали нормативы для нефтяных углеводородов (1,4 ПДК), железа (2,5 ПДК) и свинца (4,0 ПДК). Наибольшее содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$) не достигало ПДК (0,8 ПДК). Хлорорганические пестициды и гербицид трифлуралин в морской воде не были выявлены. В последние годы существенных изменений качества морских вод не отмечается, общий уровень загрязнения незначительный. Состояние вод района в многолетней динамике оценивается как стабильное.

Балтийское море

Невская губа. В течение всего года максимальное содержание нефтяных углеводородов на акватории открытой части Невской губы достигало 0,04 мг/дм^3 (0,8 ПДК), тогда как в 2014 г. максимальное содержание достигало 0,35 мг/дм^3 (7 ПДК). Средняя концентрация СПАВ составила 8,2 мкг/дм^3, при максимальном значении 32 мкг/дм^3, отмеченном в придонном слое на глубине 10 м в августе. Концентрация фенолов составила 0,5–0,7 мкг/дм^3. Содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) было ниже предела обнаружения. Средняя концентрация легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$) составила 1,51 мгO_2/дм^3, при максимальном значении 3,2 мгO_2/дм^3 (1,1 ПДК, придонный слой в мае). Среднее и максимальное содержание нитритного азота составило 9,05 и 80,5 мкг/дм^3; нитратного азота – 216,25 и 710 мкг/дм^3; аммонийного азота – 71,60 и 580 мкг/дм^3 и общего азота – 612 и 1300 мкг/дм^3 соответственно. Среднее содержание растворенного кислорода составило 10,08 мгO_2/дм^3 при минимальном значении 7,9 мгO_2/дм^3, отмеченным в мае на поверхности.

Максимальная концентрация свинца (4,2 мкг/дм^3) была зафиксирована в придонном слое в феврале при среднем значении на всей акватории Невской Губы 0,66 мкг/дм^3. Средняя концентрация меди составила 3,6 мкг/дм^3, наибольшая концентрация достигала 28 мкг/дм^3, что превышает ПДК почти в 6 раз. Максимальное содержание кадмия составило 1,7 мкг/дм^3 при среднем значении на всей акватории Невской губы 0,19 мкг/дм^3. Максимум концентрации марганца (189 мкг/дм^3) был зафиксирован в мае, что более чем в три раза превышает ПДК (50 мкг/дм^3). Среднее содержание марганца составило 12,32 мкг/дм^3. Среднее содержание цинка составило 11,09 мкг/дм^3, при максимальном зафиксированном в придонном слое в мае значении 65 мкг/дм^3 (больше 1 ПДК).

Копорская губа. В течение 2015 г. концентрация нефтяных углеродов была ниже уровня определения (0,04 мкг/дм^3), также как и фенолов. Средняя концентрация СПАВ составила 0,014 мкг/дм^3, при максимальном значении 0,017 мкг/дм^3, отмеченном в придонном слое в августе. Содержание хлорорганических пестицидов было ниже предела обнаружения. Среднее и максимальное содержание нитритного азота составило 10,53 и 21 мкг/дм^3; нитратного азота – 64,83 и 160 мкг/дм^3, аммонийного азота – 15,33 и 39 мкг/дм^3 и общего азота – 386,66 и 560 мкг/дм^3 соответственно. Кислородный режим губы был в пределах многолетней нормы. Среднее содержание растворенного кислорода составило 7,31 мгO_2/дм^3 при минимальном 3,46 мгO_2/дм^3, отмеченном в придонном слое на глубине 24 м в середине августа. Среднее годовое значение концентрации ионов водорода составило 7,40 pH.

Содержание свинца достигало 2 мкг/дм^3. Максимальная и средняя концентрации составили: меди – 2,4 мкг/дм^3 и 1,85 мкг/дм^3 (0,4 ПДК); кадмия – 0,24 мкг/дм^3 и 0,15 мкг/дм^3; цинка – 7,7 и 6,6 мкг/дм^3 соответственно. Наибольшая концентрация марганца достигала

682 мкг/дм^3 (более 13 ПДК) и была зафиксирована в придонном слое в августе; среднее значение составило 212 мкг/дм^3 (более 4 ПДК); значения, кроме максимума, находились в границах 34–73 мкг/дм^3. Содержание железа находилось в пределах 1–11 мкг/дм^3; алюминия – 2–5 мкг/дм^3. Содержание никеля, хрома и кобальта было ниже предела обнаружения.

Восточная часть Финского залива. Содержание нефтяных углеродов было ниже уровня определения (0,04 мкг/дм^3). Концентрации фенолов находились в пределах 0,5–0,8 мкг/дм^3. Среднее содержание СПАВ составило 8,7 мкг/дм^3 при максимальном значении 21 мкг/дм^3, отмеченном на поверхности в августе. Содержание хлорорганических пестицидов было ниже предела обнаружения. Среднее и максимальное содержание нитритного азота составило 5,81 и 18 мкг/дм^3; нитратного азота – 93,70 и 430 мкг/дм^3; аммонийного азота – 32,14 и 260 мкг/дм^3 и общего азота – 486,38 и 960 мкг/дм^3 соответственно. Концентрация легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$) находилась в пределах 1,2–3,9 мгО$_2$/дм^3, составив в среднем 2,37 мгО$_2$/дм^3. Среднегодовое значение pH составило 7,56. Среднее содержание растворенного кислорода составило 8,48 мгО$_2$/дм^3 при минимальном значении 3,76 мгО$_2$/дм^3. Содержание растворенного кислорода ниже допустимого норматива 6,0 мгО$_2$/дм^3 было зафиксировано в придонном слое (глубины 11–36 м) в августе.

Максимальная и средняя концентрации составили: меди – 8,3 мкг/дм^3 (1,7 ПДК) и 2,82 мкг/дм^3; кадмия – 0,35 мкг/дм^{3}и 0,15 мкг/дм^3; цинка – 19 мкг/дм^3 и 8,17 мкг/дм^3; марганца – 343 мкг/дм^3 (6,9 ПДК) (придонный слой в июле) и 85,60 мкг/дм^3 (1,7 ПДК) соответственно. Концентрация никеля находилась в диапазоне 0–20 мкг/дм^3, составив в среднем 0,24 мкг/дм^3; кобальта – 0–3,9 мкг/дм^3, составив в среднем 0,04 мкг/дм^3; хрома 0–4,0 мкг/дм^3, составив в среднем 0,12 мкг/дм^3; железа 0–460 мкг/дм^3 (9,2 ПДК), составив в среднем 50,5 мкг/дм^3 (1,0 ПДК); алюминия 0–106 мкг/дм^3, составив в среднем 21,5 мкг/дм^3. Концентрация ртути варьировала от величин ниже предела обнаружения (0,05 мкг/дм^3) до 0,26 мкг/дм^3 (2,6 ПДК) в августе в придонном слое на глубине 28 м на самой западной станции выполненного разреза, составив в среднем 0,063 мкг/дм^3. Свинец в водах района не был обнаружен.

Белое море

Двинский залив. Содержание нефтяных углеводородов в воде центральной части залива достигало предела обнаружения 0,01 мг/дм^3. За последние четыре десятилетия уровень загрязненности вод залива НУ существенно снизился, в 2015 г. среднее содержание составило 0,002 мг/дм^3. Содержание хлорорганических пестицидов в водах Двинского залива было незначительным: концентрация ДДТ составила 0,5 нг/дм^3, а его метаболита ДДЭ достигала 0,5 нг/дм^3 только один раз. Линдан (γ-ГХЦГ) и его изомеры обнаружены не были. Содержание аммонийного азота составляло 0,47–4,47 мкг/дм^3, а в центре залива на глубине 20 м достигало 72,63 мкг/дм^3. В целом, в последнее десятилетие содержание аммония в водах залива существенно ниже, чем в 1980–1990-е годы (рис. 3.59). Концентрация нитритного азота находилась в диапазоне 0,62–2,38 мкг/дм^3, составив в среднем 1,25 мкг/дм^3; нитратного азота – 0 – 158 мкг/дм^3, составив в среднем 33,6 мкг/дм^3; фосфатов – 0–20,7 мкг/дм^3, составив в среднем 10,7 мкг/дм^3; общего фосфора – 7,90–59,40 мкг/дм^3, составив в среднем 17,1 мкг/дм^3; силикатов – 78–557мкг/дм^3, составив в среднем 242 мкг/дм^3. Кислородный режим вод Двинского залива был в пре-

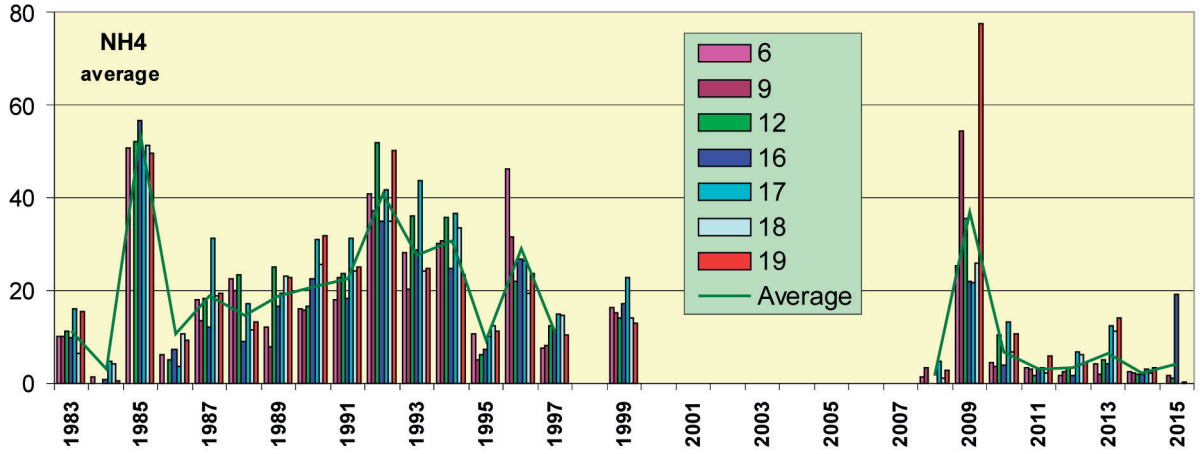


Рис. 3.59. Динамика среднегодовой концентрации аммонийного азота (мкг/дм^3) в водах Двинского залива Белого моря в 1983–2015 гг.

делах среднемноголетней нормы; среднее содержание растворенного кислорода составило 8,31 мгO_2/дм^3 при диапазоне изменений 7,41–9,57 мгO_2/дм^3. По результатам наблюдений в 2015 г. уровень загрязненности вод залива сохраняется умеренно загрязненным.

Баренцево море

Кольский залив. Содержание нефтяных углеводородов в воде в районе торгового порта г. Мурманска в течение года изменялось довольно сильно. В январе концентрация НУ составила 0,168 мг/дм^3 (3,4 ПДК), в марте – 0,544 мг/дм^3 (11 ПДК), в остальной период наблюдений концентрация НУ резко снизилась и изменялась от 0,027 мг/дм^3 до 0,056 мг/дм^3, т.е. были на уровне ПДК или меньше. В течение последних нескольких лет наметилась тенденция уменьшения содержания НУ в Кольском заливе в районе Мурманского порта. Содержание СПАВ в водах водпоста сохранилось на уровне предыдущих лет и в среднем составляло 16 мкг/дм^3, изменяясь в пределах 10–32 мкг/дм^3 (0,1–0,32 ПДК). Прослеживается устойчивое снижение содержания в водах торгового порта хлорорганических пестицидов. В 2015 г концентрация ХОП изменялась от 0 до 2,4 нг/дм^3, не превысив ПДК.-ДДТ не был зафиксирован. Отмечается снижение концентраций тяжелых металлов в воде района порта Мурманска. Только концентрация никеля и кадмия сохранилась на уровне предыдущих лет, составив в среднем 3,3 мкг/дм^3 (0,3 ПДК) и 0,2 мкг/дм^3 (< 0,1 ПДК) соответственно. Содержание остальных определяемых тяжелых металлов значительно уменьшилось. Концентрация меди снизилась с 11,2 мкг/дм^3 до 4,6 мкг/дм^3 (более чем в 2 раза), свинца – с 3,9 мкг/дм^3 до 1,7 мкг/дм^3 (более чем в 2 раза), ртути – с 0,21 мкг/дм^3 до 0, марганца – с 20 мкг/дм^3 до 10 мкг/дм^3 (в 2 раза), железа – с 317 мкг/дм^3 до 60 мкг/дм^3 (более чем в 5 раз). Уровень растворенного в воде кислорода в течение года на водпосту Мурманска изменялся в диапазоне 6,21–11,82 мгO_2/дм^3, составив в среднем 9,42 мгO_2/дм^3 (48,8 – 102% насыщения). Показатели кислородного режима по сравнению с предыдущим годом несколько снизились. Качество вод в районе водпоста существенно улучшилось и оценивается как «загрязненные». При этом приоритетными загрязняющими веществам остаются нефтяные углеводороды, железо и медь.

Тихий океан

Шельф полуострова Камчатка. Авачинская губа. Содержание нефтяных углеводородов в морских водах варьировало от значений ниже предела обнаружения (DL = 0,01 мг/дм^3) до 0,684 мг/дм^3 (13,7 ПДК). Максимальная концентрация была зарегистрирована в конце мая в приустьевой зоне реки Паратунка в поверхностном слое. Среднегодовое содержание НУ по сравнению с 2014 г. немного снизилось и составило 1,3 ПДК (0,067 мг/дм^3; в 2014 г. – 0,078 мг/дм^3). Среднее содержание фенолов по сравнению с 2014 г. (2,6 ПДК) также немного снизилось и составило 2,1 ПДК (2,06 мкг/дм^3). Максимальная разовая концентрация (10 ПДК) была зарегистрирована в октябре в придонном слое в бухте Раковая. Среднее содержание АПАВ составило 77,2 мкг/дм^3 (0,8 ПДК). Максимальная разовая концентрация АПАВ (260 мкг/дм^3, 2,6 ПДК) была зафиксирована в мае в придонном слое на глубине 20 м в приустьевой зоне реки Паратунка. Мутность воды изменялась в широком пределе от 7 до 121 мг/дм^3, составив в среднем 61,1 мг/дм^3. Наибольшие значения – более 80 мг/дм^3 были отмечены в августе и октябре в промежуточных или придонных слоях воды по всей акватории губы. Значительный диапозон концентрации взвешенных веществ определяется речным стоком, существенно влияющим на гидрохимический режим губы. В течение периода наблюдений соленость вод изменялась от 2,04‰ в устье реки Паратунка в конце июня. Все значения ниже 10‰ были отмечены, в основном, в конце июня в поверхностном слое. Кислородный режим в целом был в пределах многолетней нормы. Среднее содержание растворенного кислорода в поверхностном слое составило 11,54 мгO_2/дм^3, в придонном – 7,35 мгO_2/дм^3, в толще вод – 9,81 мгO_2/дм^3. В 2015 г. кислородный минимум отмечался в октябре: как и в 2014 г., в центральном районе Авачинской губы он достигал уровня высокого загрязнения (ВЗ) – 2,96 мгO_2/дм^3. В целом воды Авачинской губы загрязнены фенолами, нефтяными углеводородами и детергентами. Источники поступления в морскую среду загрязняющих веществ и интенсивность стока сохраняются на прежнем уровне. Кислородный режим в целом удовлетворительный и соответствует естественному сезонному ходу. Отмечаемое нарушение кислородного режима и образование дефицита кислорода в придонных водах обусловлено сильной вертикальной летней стратификации. Качество вод Авачинской губы оценивается как «умеренно загрязненные». В целом в последнее десятилетие воды Авачинской губы характеризуются как «умеренно загрязненные» – «загрязненные».

Охотское море

Среднее содержание НУ в районе пос. Стародубское сохранилось на уровне 2014 г. и составило 0,015 мг/дм^3 (0,3 ПДК), максимальное

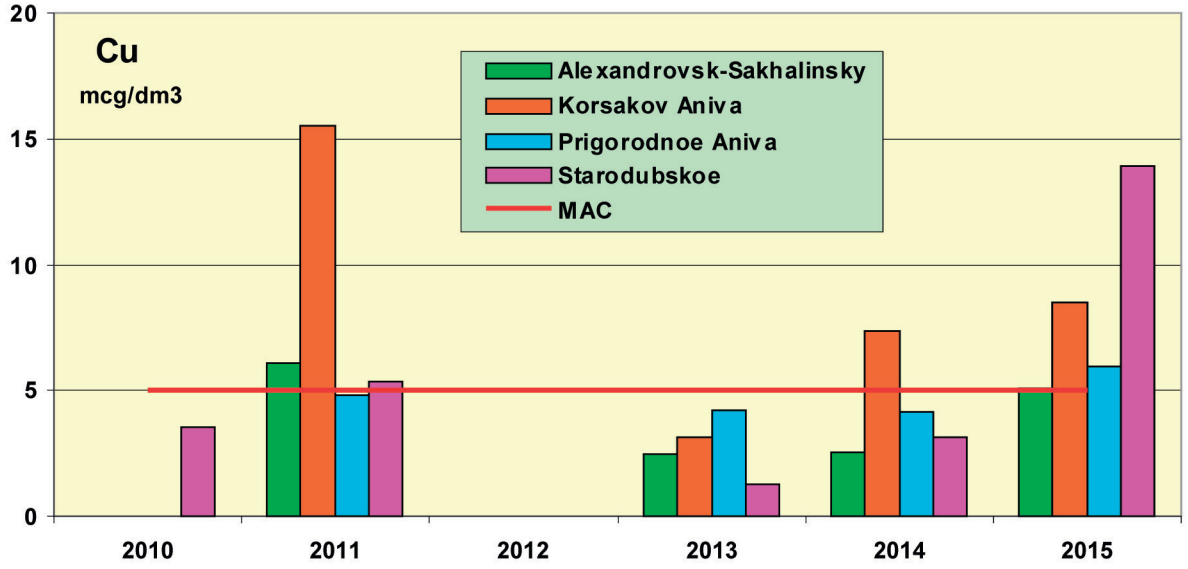


Рис. 3.60. Среднегодовая концентрация меди (мкг/дм^3) в водах различных районов на шельфе о. Сахалин в 2010–2015 гг.

содержание – 0,052 мг/дм^3 (1,0 ПДК). Концентрация фенолов была ниже предела обнаружения 0,5 мг/дм^3, и только один раз достигала 0,6 мкг/дм^3; среднее содержание составило 0,1 мкг/дм^3. Содержание СПАВ в морской воде только один раз за весь период наблюдений достигало 20 мкг/дм^3, (0,2 ПДК). Значения кадмия не достигли предела обнаружения за весь период исследований. Средняя концентрация цинка и свинца в морской воде не превышала норматива, а максимальные значения достигали 32,9 мкг/дм^3 (0,7 ПДК) и 2,3 мкг/дм^3 (0,2 ПДК) соответственно. Среднегодовое содержание меди по сравнению с 2014 г. значительно повысилось и составило 13,9 мкг/дм^3 (2,8 ПДК), максимальное значение – 49,0 мкг/дм^3(9,8 ПДК), что в 8,6 раз превышает значение 2014 г. Во всех районах шельфа, где проводились наблюдения (в промышленных районах в заливе Анива у порта Корсаков и поселка Пригородное, а также у поселка острова средняя концентрация меди превышала норматив (рис. 3.60). Кислородный режим был в пределах нормы: среднее содержание растворенного кислорода составило 9,91 мгO_2/дм^3, минимальное – 8,00 мгO_2/дм^3.

В донных отложениях в районе Стародубского по сравнению с 2014 г. отмечено уменьшение содержания загрязняющих веществ. В 2015 г. содержание НУ составило 49,3 мкг/г (1,0 ДК), максимальное значение достигало 98,0 мкг/г (2,0 ДК, в 2014 г. – 1,2 и 3,1 ДК соответственно). Немного уменьшилось и содержание фенолов: средняя и максимальная концентрация составили 0,42 и 1,1 мкг/г соответственно (в 2014 г. – 0,6 и 1,6 мкг/г соответственно). В 2015 г. отмечено существенное уменьшение содержания меди в донных отложениях: средняя и максимальная концентрации составили 6,1 и 10,2 мкг/г (0,2 и 0,3 ДК соответственно), в 2014 г. – 53,4 и 118,0 мкг/г соответственно; цинка – 5,1 и 7,9 мкг/г (<0,1 ДК); кадмия – 0,01 и 0,05 мкг/г (0,1 и 0,7 ДК), свинца – 4,7 и 11,8 мкг/г (0,05/0,14 ДК). В 2015 г. воды в районе пос. Стародубское оценивались как «умеренно загрязненные».

В заливе Анива в районе пос. Пригородное в 2015 г. среднее и максимальное содержание в морской воде составило: НУ – 0,012 мг/дм^3 (0,2 ПДК) и 0,064 мг/дм^3 (1,3 ПДК); фенолов – 0,2 мкг/дм^3 и 3,1 мкг/дм^3; СПАВ – 15 мкг/дм^3 и 74 мкг/дм^3 соответственно. Среднее содержание тяжелых металлов (кадмий, цинк и свинец) в районе пос. Пригородное было ниже 1 ПДК; максимальное содержание составило 1,0 мкг/дм^3, 41,7 мкг/дм^3 и 2,3 мкг/дм^3 соответственно. Среднее содержание меди составило 6,0 мкг/дм^3 (1,2 ПДК), максимальное – 16,2 мкг/дм^3 (3,2 ПДК). Кислородный режим в районе пос. Пригородное был удовлетворительным: среднее содержание растворенного кислорода составило 8,5 мг/дм^3, минимальное – 6,8 мг/дм^3. Воды в районе пос. Пригородное характеризуются как «умеренно загрязненные». В донных отложениях в районе пос. Пригородное в 2015 г. среднее и максимальное содержание составило: НУ – 21 и 104 мкг/г (0,4 и 2,1 ДК); фенолов – 0,22 и 0,86 мкг/г; меди – 11,8 и 46,9 мкг/г (0,3 и 1,3 ДК); цинка – 7,2 и 28,6 мкг/г; кадмия – 0,03 и 0,32 мкг/г; свинца – 2,9 и 10,4 мкг/г. соответственно.

В морских водах залива Анива в районе пос. Корсаков в 2015 г. среднее и максимальное содержание составило: НУ – 0,024 и 0,085 мг/дм^3 (0,5 и 1,7 ПДК); фенолов – 0,34 и

3,1 мкг/дм^3; СПАВ – 20,5 и 72,0 мкг/дм^3; меди – 8,5 и 28,8 мкг/дм^3 (1,7 и 5,8 ПДК); кадмия – 0,27 и 1,9 мкг/дм^3; цинка – 13,0 и 69,0 мкг/дм^3; свинца – 1,2 и 4,4 мкг/дм^3. Кислородный режим в районе порта г. Корсакова в 2015 г. был удовлетворительным: среднее содержание растворенного кислорода в поверхностном слое вод составило 8,52 мг/дм^3, минимальное – 7,4 мгO_2/дм^3. Воды в районе порта г. Корсакова в 2015 г. оценивались как «умеренно-загрязненные». В донных отложениях среднее и максимальное содержание составило: НУ – 99,6 и 330 мкг/г (2,0 и 6,6 ДК); фенолов – 0,21 и 0,91 мкг/г; меди – 28,7 и 158 мкг/г (0,8 и 4,5 ДК); кадмия – 0,04 и 0,33 мкг/г (0,05 и 0,4 ДК); цинка – 23,2 и 92,0 мкг/г (0,17 и 0,66 ДК); свинца – 23,6 и 110,0 мкг/г (0,3 и 1,3 ДК).

В течение периода наблюдений 2012–2015 гг. доминирующими загрязняющими веществами являлись нефтяные углеводороды (среднегодовая концентрация изменялась в пределах 0,3–1,6 ПДК), фенолы (1,1–2,7 ПДК) и медь (0,3–2,8 ПДК). Существенно ниже в водах шельфа острова содержание детергентов и тяжелых металлов (цинк, свинец и кадмий). Кислородный режим, в целом, был в пределах нормы. Несколько зафиксированных значений ниже норматива 6,0 мгO_2/дм^3 было отмечено на разных участках шельфа в августе – сентябре. В целом состояние прибрежных вод у о. Сахалин оценивается как удовлетворительное. Существенных трендов изменения уровня загрязненности отдельными загрязняющими веществами не отмечается.

Японское море

Залив Петра Великого. Среднегодовая концентрация НУ в морской воде изменялась в пределах 0,4–1,2 ПДК. Абсолютный максимум достигал 5,2 ПДК (0,26 мг/дм^3) в мае на поверхностном горизонте в бухте Золотой Рог. По сравнению с 2014 г. среднегодовое содержание НУ во всех прибрежных районах залива Петра Великого снизилось: в бухте Золотой Рог – с 1,8 до 1,0 ПДК (в 1,8 раза); в бухте Диомид – с 1,4 до 1,2 ПДК; в проливе Босфор Восточный – с 1,2 до 0,6 ПДК (в 2 раза); в Амурском заливе – с 0,7 до 0,4 ПДК (в 1,7 раза); в Уссурийском заливе – с 0,9 до 0,6 ПДК; в заливе Находка – с 0,9 до 0,4 ПДК (в 2,25 раза).

Среднее содержание фенолов в прибрежных водах залива Петра Великого изменялось в диапазоне 0,6–1,1 ПДК, максимум (4,1 ПДК) был отмечен в июле в бухте Новицкого. По сравнению с 2014 г. среднегодовая концентрация фенолов снизилась во всех прибрежных районах: в бухте Золотой Рог – с 2,9 до 0,8 ПДК (в 3,6 раза), в бухте Диомид – с 2,7 до 1,1 ПДК (в 2,5 раза), в проливе Босфор Восточный – с 1,9 до 0,6 ПДК (в 3,2 раза), в Амурском заливе – с 1,8 до 1,0 ПДК (в 1,8 раза), в Уссурийском заливе – с 1,6 до 0,9 ПДК (в 1,8 раза) и в заливе Находка – с 1,6 до 1,0 ПДК (в 1,6 раза). Среднегодовое содержание АПАВ в 2015 г. было в пределах 0,3–0,7 ПДК; максимальное значение (2,3 ПДК) было зарегистрировано в прибрежных водах Амурского залива вблизи Владивостока в сентябре. По сравнению с 2014 г. уровень загрязненности морских вод АПАВ снизился во всех прибрежных районах.

В 2015 г. в прибрежных водах залива Петра Великого среднегодовое содержание металлов (медь, цинк, свинец, марганец, кадмий) было менее 1 ПДК и практически не изменилось по сравнению с 2014 г. В Амурском и Уссурийском заливах среднегодовое содержание железа составило 2,3 ПДК, что в 3,8 раза и 1,9 раза больше, чем в 2014 г.; в заливе Находка среднее содержание железа составило 1 ПДК (уровень 2014 г.); в остальных прибрежных районах среднее содержание железа, также как и в 2014 г., было ниже 1 ПДК. В 2015 г. в прибрежных водах было зарегистрировано 3 случая высокого загрязнения железом: в бухте Врангеля (залив Находка) – 47,6 ПДК, в Амурском заливе – 37,4 и 33,4 ПДК. Зарегистрирован 1 случай высокого загрязнения марганцем в Амурском заливе – 34,8 ПДК. Уровень загрязненности морских вод ртутью почти во всех районах не превышал ПДК. Исключением является залив Находка, где в июле 2015 г. были зафиксированы концентрации 1,3 и 1,5 ПДК в районе мыса Козьмино – пос. Козьмино. Среднегодовое содержание ртути в морской воде во всех прибрежных районах было ниже 1 ПДК. Отмечалось превышение ПДК меди, цинка, марганца, железа и ртути.

В 2015 г. кислородный режим в прибрежных водах был в пределах среднемноголетней нормы. Среднее содержание растворенного кислорода в толще вод находилось в диапазоне 8,59–9,80 мгO_2/дм^3. Минимальные значения были зафиксированы в бухте Золотой Рог в октябре (4,52 мгO_2/дм^3), в проливе Босфор Восточный в июле (5,19 мгO_2/дм^3), в Амурском заливе в сентябре (4,46 мгO_2/дм^3), в Уссурийском заливе в октябре (4,54 мгO_2/дм^3) и в заливе Находка в сентябре (5,83 мгO_2/дм^3).

В Амурском и Уссурийском заливах качество вод, также как и 2014 г., оценивалось как «умеренно загрязненные». В 2015 г. в бухте Золотой Рог и в бухте Диомид качество вод улучшилось и характеризовалось как «умеренно загрязненные» (в 2014 г. – «загрязненные»); в проливе Босфор Восточный и в заливе Находка – как «чи-

стые». Хотя в заливе Находка и на всех его подакваториях качество вод улучшилось до уровня «умеренно загрязненные», непосредственно в бухте Находка качество вод хуже, чем в заливе Находка в целом.

В 2015 г. среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в донных отложениях прибрежных районов залива Петра Великого изменялось в диапазоне 0,08–13,09 мг/г сухого вещества. По-прежнему наиболее загрязнены нефтяными углеводородами донные отложения бухты Золотой Рог и прослеживается тренд к ухудшению ситуации. Так, среднегодовая концентрация НУ в 2013 г. (6,14 мг/г) превысила допустимый уровень концентрации почти в 123 раза, в 2014 г. – в 210 раз; в 2015 г. – среднегодовая концентрация составила 13,09 мг/г, что соответствует 261,8 ДК, (ДК – допустимый уровень концентрации). В 2015 г. среднегодовое содержание фенолов в донных отложениях в прибрежных районах залива Петра Великого изменялось в диапазоне 1,6–5,4 мкг/г. Максимальные значения были отмечены в бухте Золотой Рог и в проливе Босфор Восточный: 13,0 и 5,6 мкг/г соответственно.

В 2015 г. в Амурском, Уссурийском заливах и в заливе Находка среднее содержание определяемых металлов (за исключением кадмия) не превысило ДК. Среднее содержание кадмия в 2015 г. составило в Амурском заливе 2,1 ДК, в Уссурийском заливе – 1,9 ДК, в заливе Находка – 1,6 ДК. В проливе Босфор Восточный среднегодовая концентрация практически всех металлов не превысила 1 ДК; исключение составили кадмий – 2,75 ДК и ртуть – 2,3 ДК. В бухтах Золотой Рог и Диомид среднегодовая концентрация меди, кадмия, свинца, цинка и ртути значительно превысила уровень ДК. По-прежнему в донных отложениях всех прибрежных районов залива Петра Великого отмечаются очень высокие концентрации железа: среднегодовые показатели в 2015 г. были в пределах 14045 – 38839 мкг/г сухого остатка; в 2014 г. – в пределах 16933 – 28869 мкг/г.

В 2015 г. качество вод различных участков залива Петра Великого сильно отличалось. Несмотря на некоторое снижение уровня загрязненности вод, бухта Золотой Рог и бухта Диомид остаются одними из самых загрязненных на всем шельфе РФ. Максимальная концентрация загрязняющих веществ на этих акваториях в 2015 г. достигала: НУ – 5,2 ПДК, фенолов – 2,7 ПДК, ртути – более 0,9 ПДК и железа – 2 ПДК. В бухте Золотой Рог нарушен кислородный режим: в 2015 г. было отмечено 3 случая снижения содержания растворенного кислорода ниже норматива (в 2014 г. – 11 случаев). Состояние донных отложений можно охарактеризовать как кризисное. Максимальная концентрация металлов в 2015 г. достигала: ртути – 17,56 ДК, меди – 19,4 ДК, кадмия – около 8 ДК, свинца – 5,2 ПДК, цинка – около 8 ДК; марганца – 321 мкг/г, железа – 35161 мкг/г. По сравнению с бухтами Золотой Рог и Диомид уровень загрязненности вод других прибрежных районов залива Петра Великого может считаться относительно благополучным, а качество вод оценивается как удовлетворительное. Приоритетными загрязняющими веществами для залива Петра Великого являются нефтяные углеводороды (максимум 5,2 ПДК), фенолы (3 ПДК), детергенты (2,3 ПДК), железо (37 ПДК) и ртуть (1,5 ПДК).

Татарский пролив. В 2015 г. по сравнению с 2014 г. среднегодовое содержание НУ в прибрежных водах несколько повысилось и составило 0,7 ПДК (в 2014 г. – 0,6 ПДК). Максимальная концентрация достигала 2,8 ПДК в сентябре и октябре (в 2014 г. – 2,2 ПДК). Содержание фенолов в районе Александровска практически не изменилось: в 2014 г. среднегодовое составило < 0,1 ПДК, в 2015 г. – 0,1 ПДК. Максимальное содержание – 0,8 ПДК (0,8 мкг/л) было отмечено в июне. Среднегодовое содержание СПАВ снизилось с 0,2 до 0,1 ПДК; максимальное сохранилось на уровне 2014 г. – 0,5 ПДК.

Среднее содержание кадмия и свинца в морских водах по сравнению с 2014 г. практически не изменилось и составило < 0,1 и 0,1 ПДК соответственно. В 2015 г. среднегодовое значение меди и цинка повысилось в 2 раза и составило 1,0 ПДК и 0,2 ПДК соответственно. Повысилась и максимальная концентрация меди и цинка в прибрежных водах пос. Александровск-Сахалинский: меди – до 2,6 ПДК, цинка – до 1,7 ПДК.

Кислородный режим в 2015 г. был в норме: среднее содержание растворенного кислорода составило 7,90 мгO_2/дм^3. Несмотря на то, то качество морских вод в Татарском проливе в районе пос. Александровска оценивается как «чистые», по сравнению с 2014 г. качество вод по значению интегрального показателя в пределах одного класса ухудшилось.

Содержание нефтяных углеводородов в донных отложениях прибрежной зоны района г. Александровска находилось в диапазоне 5–36 мкг/г абсолютно сухого грунта (максимум 0,7 ДК), составив в среднем 18 мкг/г (0,36 ДК). Концентрация фенолов в донных отложениях изменялась в диапазоне 0,35 – 1,29 мкг/г, составив в среднем 0,7 мкг/г. Концентрации тяжелых металлов изменялись в следующих пределах: меди – 0,2–3,1 мкг/г (в среднем 0,9 мкг/г); цинка – 0,74–5,2 мкг/г (в среднем 2,5 мкг/г); свинца – 0,25–3,1 мкг/г (в среднем 0,96 мкг/г); кадмия – 0,01–0,55 мкг/г (в среднем 0,19 мкг/г).

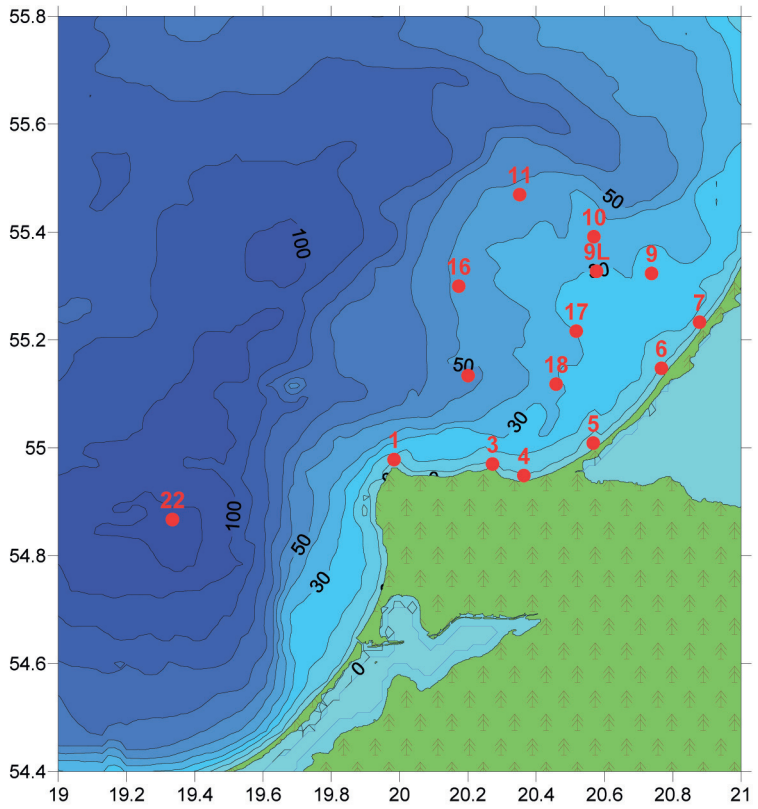


Рис. 3.61. Расположение станций наблюдений ООО «Лукойл» в Балтийском море в 2003–2015 гг.

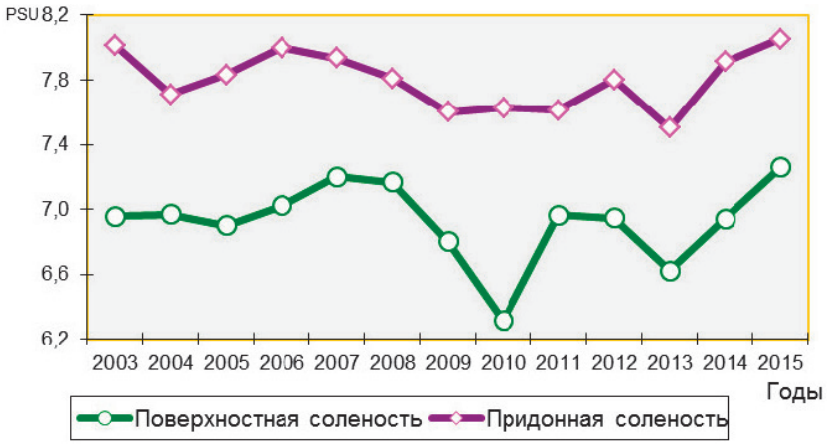


Рис. 3.62. Солёность в районе наблюдений в юго-восточной части Балтийского моря в 2003–2015 гг.

3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских вод

В июле 2015 г. были продолжены гидробиологические наблюдения в юго-восточной части Балтийского моря в рамках программы производственно-экологического контроля «ЛУКойл» на месторождении «Кравцовское».

В число контролируемых параметорв входили наиболее вероятная численность (НВЧ) нефтеокисляющих микроорганизмов (НМ) и структурно-таксономические и количественные характеристики состояния зоопланктона.

Схема расположения станций наблюдений показана на рис. 3.61.

Важно отметить, что исследование планктонных сообществ проводилось после большого зимнего затока североморских вод, влияющего на условия существования всей биоты Балтийского моря. Зимнее поступление солёных, богатых кислородом вод было третьим по мощности за весь период наблюдений с 1880 г. и мощнейший – с 1951 г. (Mohrholz et al., 2015).

После затока обновление вод в Балтийском море происходит постепенно. Поэтому проявление эффектов затока на развитие планктонных сообществ следует ожидать и в дальнейшем.

Повышение солёности в районе наблюдений к июлю 2015 г. в среднем составило 0,1 psu (рис. 3.62). Температура поверхностного слоя

Таблица 3.11. Значения наиболее вероятной численности нефтеокисляющих микроорганизмов (НВЧ НМ), кл/мл, в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2015 гг.

Станция	Горизонт, м	НВЧ НМ, кл/мл, в июле 2015 г.	Средние значения НВЧ НМ, кл/мл, в 2003–2014 гг.	
			Число измерений	НВЧ, кл/мл
1	0	10^2	22	10^2
	18	10^3	22	10^2
3	0	10^3	23	10^3
	13	10^2	23	10^3
4	0	10^2	12	10^3
	11	10^2	12	10^3
5	0	10^4	24	10^2
	11	10^3	24	10^3
6	0	10^2	12	10^3
	10	10^2	12	10^3
7	0	10^3	22	10^2
	10	10^3	22	10^3
9	0	10^3	25	10^2
	10	10^3	25	10^3
	25	10^4	25	10^3
9L	0	10^3	25	10^2
	10	10^3	25	10^2
	29	10^5	25	10^3
11	0	10^3	25	10^2
	10	10^3	25	10^2
	30		11	10^2
	45	10^4	25	10^3
16	0	10^3	22	10^2
	10	10^2	20	10^2
	30		12	10^3
	47	10^2	22	10^3
17	0	10^4	12	10^2
	10	10^3	12	10^2
	27	10^2	12	10^3
18	0	10^3	25	10^2
	10	10^4	25	10^2
	30	10^3	25	10^3
22	0	10^4	24	10^2
	10	10^5	24	10^2
	30	10^4	24	10^2
	50	10^4	12	10^3
	60		6	10^3
	70		12	10^3
	110	10^5	24	10^3
23	0	10^3	12	10^2
	10	10^3	12	10^2
	30		2	10^2
	49	10^3	12	10^3

0,2–0,3 м колебалась от 15,6 до 17,8 °С, солёность – от 7,0 до 7,4 psu.

Нефтеокисляющие микроорганизмы

НМ в районе наблюдений в исследуемый период были распространены повсеместно. НВЧ НМ изменялась от 10^2 до 10^5 кл/л (табл. 3.11). В большей части района НВЧ НМ не превышала 10^3 кл/л. НВЧ НМ достигала более высоких значений – 10^4–10^5 кл/л в 10 локализациях на семи станциях: на поверхностном горизонте в районе г. Зеленоградск (станция 5), на придонных горизонтах в районе нефтяной платформы (станции 9 и 9L), на придонном горизонте станции 11, на поверхностном и промежуточном горизонте станций в районе нефтепровода (станции 17 и 18) и во всей водной толще глубоководной

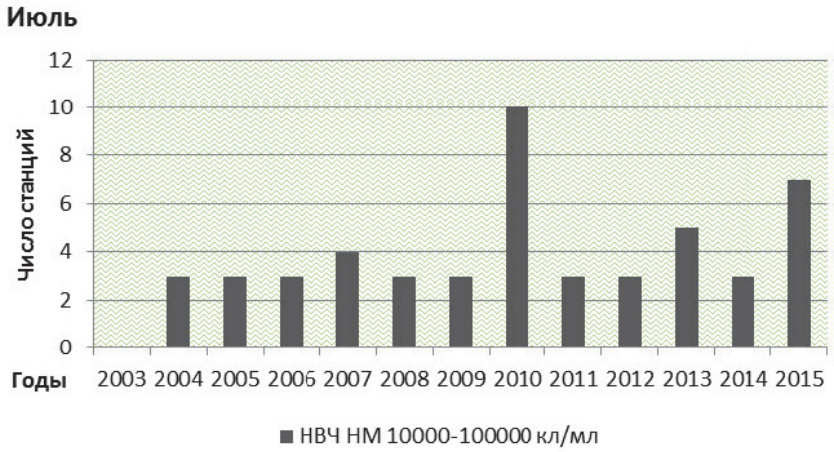


Рис. 3.63. Число станций с НВЧ НМ со значением 10^4–10^5 кл/мл в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2004–2015 гг.

станции 22. Минимальные значения НВЧ НМ во всей водной толще – 10^2 кл/л, были отмечены только на прибрежных станциях 4 и 6.

Межгодовая изменчивость НВЧ НМ. Летом 2003–2014 гг. НВЧ НМ в районе исследований в среднем составляла 10^2–10^3 кл/мл (табл. 3.11). В июле 2015 г. на отдельных горизонтах большинства станций были отмечены значения НВЧ НМ выше средних межгодовых величин. Увеличение НВЧ НМ на один порядок, по сравнению со средними межгодовыми величинами НВЧ, было отмечено для отдельных горизонтов большинства станций. Наиболее значительное увеличение – на два порядка – было отмечено в районе г. Зеленоградска (ст. 5), у нефтяной платформы (ст. 9L), в районе нефтепровода (ст. 17, 18) и почти на всех горизонтах глубоководной станции 22. На мелководных прибрежных станциях 3, 4, 6 и придонном горизонте станции 16 наблюдалось уменьшение НВЧ НМ на один порядок. Обычно характер распределения НВЧ НМ бывает близким обратному. Такое распределение НМ могло быть связано с локальным нефтяным загрязнением и неоднородностью вод, вызванной повышением солёности.

Максимальные величины НВЧ НМ за весь период летних исследований были определены в июле 2010 г., когда число станций, на которых регистрировались НВЧ со значениями 10^4–10^5 кл/мл, достигало 10 (рис. 3.63). В 2007, 2013 и 2015 гг. также отмечалось увеличение числа станций с НВЧ НМ со значениями 10^4–10^5 кл/мл. В 2015 году такие высокие значения НВЧ НМ отмечались на семи станциях. В 2003–2014 гг. было показано, что в среднем уровень НВЧ НМ в районе наблюдений при колебаниях температуры в диапазоне от 15,4 до 23,0 °С оставался примерно на одном уровне с небольшим положительным трендом. За весь период наблюдений вспышку численности организмов этой группы спровоцировал лишь аномально продолжительный подъём температуры летом 2010 г., когда температура в поверхностных водах достигала 25,7 °С. В 2015 г. наблюдения показали, что увеличение НВЧ НМ может быть и при сравнительно низких температурах, характерных для июля этого года.

Характеристика состояния зоопланктона

Таксономический состав и структура зоопланктона. В составе летнего зоопланктона в 2015 г., как и в предыдущие несколько лет, в большинстве районов доминировали веслоногие рачки ***Copepoda***, и это доминирование в холодных погодных условиях только усилилось. Доли численности и биомассы *Copepoda* варьировали соответственно от 39,1 до 90,9% и от 43,3 до 97,4% от суммарных значений. Уровни количественного развития *Copepoda* были невысокими и приближались к экстремальным значениям, определяемым в условиях низких летних температур. Недостаточный прогрев вод замедлил развитие молоди. В среднем численность копепод варьировала от 22,7 до 64,7 тыс.экз./м^3, биомасса – от 117,1 до 1327,4 мг/м^3 (рис. 3.64). Максимальные значения количественных характеристик *Copepoda* были определены в районе нефтяной платформы (ст. 9L). Сравнительно высокие концентрации и биомасса зоопланктона были отмечены на станциях 1, 4, 6, 9 и 16.

В составе копепод в районах с глубинами свыше 20 м доминировал ***Temora longicornis***. В центральной части района (ст. 23) доля биомассы *T. longicornis* достигала 67,8% от всей биомассы зоопланктона. Плотность популяции *T. longicornis* варьировала от 0,9 до 35,5 тыс. экз./м^3, биомасса – от 7,4 до 637,1 мг/м^3 с максимумами в районе нефтяной платформы (ст. 9L). В прибрежном мелководном районе (ст. 3–7) численность этого вида была минимальной – не более 4,0 тыс. экз./м^3.

Рис. 3.64. Численность и биомасса веслоногих ракообразных (*Copepoda*) в юго-восточной части Балтийского в июле 2015 г.

Виды рода ***Acartia*** количественно преобладала в прибрежных водах (ст. 1–7) – *A.bifilosa, A.tonsa,* и в водах с глубинами 50 м (ст. 11, 16) – *A. longiremis*. Содержание трёх видов *Acartia* здесь составляло до 95.3% от численности копепод и до 72.4% численности всего зоопланктона (ст. 4). Численность *Acartia spp.* варьировала от 5,3 до 51,1 тыс. экз./м^3, биомасса – от 59,1 до 233,2 мг/м^3. На станциях с глубинами 50 м значения биомассы *Acartia spp.* были максимальными за счёт высокого содержания в популяциях взрослых особей.

Субдоминирующее положение в составе копепод на большей части района, как обычно, занимал ***Centropages hamatus***. Однако летом 2015 г. в западной части акватории (ст. 1) *C. hamatus* формировал скопление с максимальной биомассой 639,6 мг/м^3, что составило 57.3% суммарной биомассы зоопланктона. В 2014 г. в этом же месте также отмечался максимум для этого вида, но с вдвое меньшей биомассой. Доля численности *C. hamatus* достигала 37.9% от численности копепод и 64,5% от их биомассы. Высокие значения численности *C. hamatus* были также определены на станциях с глубинами 25–50 м – 16, 9L, 11 и 9. Таким образом, значение *C. hamatus* в водах района возросло.

Численность холодолюбивого стеногалинного вида ***Pseudocalanus minutus elongatus*** летом 2015 г. в целом была крайне низкой. На прибрежных станциях 3–7 и 18. живые особи *P. minutus* не были обнаружены. Сравнительно высокие значения численности и биомассы этого вида – соответственно 6,3 тыс. экз./м^3 и 323,7 мг/м^3, были определены только в районе нефтяной платформы (ст. 9L).

Повсеместно встречался малочисленный, чувствительный к изменениям солёности ***Eurytemora hirundoides*** – он составлял не более 3,2% от общей численности зоопланктона. Наибольшие скопления *E. hirundoides* были локализованы в прибрежной зоне Куршской косы, соответственно 1950 и 1717 экз./м^3. Здесь на поверхностных горизонтах была измерена минимальная для района мониторинга солёность – 7,0 psu. На участках с солёностью 7,1 psu – станциях 3 и 4, численность *E. hirundoides* снижалась уже более чем в два раза.

Несколько мёртвых особей морского вида ***Oithona similis*** и фурцилии ***Euphausiacea*** были обнаружены в несвойственных для них водах с глубинами 30 м (ст. 9, 9L, 18). Ранее в отдельные годы *O.similis* встречался в водах района с глубинами 50–110 м. Вероятно, это связано с переносом холодных солёных глубинных вод.

Следует отметить, что летом 2015 г. в исследуемом районе наблюдалось аномально высокое за весь период исследований (2003–2015 гг.) содержание мёртвого и инфицированного рачкового планктона (***Copepoda***). Содержание мёртвых особей достигало 36,6% от общей численности копепод. Доля рачков, заражённых паразитами, составляла до 20,1% (рис. 3.65, 3.66). Вероятно, смешение разнородных вод и низкая температура сформировали крайне неблагоприятные условия для развития балтийских копепод, способствовали развитию паразитических, динофлагеллят и простейших рода *Ellobiopsis,* Несмотря на это, уровень количественного развития зоопланктона находился в пределах межгодовых колебаний.

Летом 2015 г. в планктоне отмечалось сравнительно низкое количество ***Rotatoria***. Численность коловраток варьировала от 0.4 до 49 тыс. экз./м^3, биомасса – от 0,9 до 136,9 мг/м^3 (рис. 3.67). Снижение численности коловраток, очевидно, связано с холодными термическими условиями и увеличением солёности.

Из состава зоопланктона практически полностью исчез ранее самый многочисленный вид местных опресненных вод – *Keratella quadrata*, не были обнаружены пресноводные коловратки

Рис. 3.65. Мёртвый *Centropages hamatus* с паразитом. Юго-восточная часть Балтийского моря, июль

Рис. 3.66. Доля мёртвых и инфицированных *Copepoda*, % от численности *Copepoda*, в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2010, 2014 и 2015 гг.

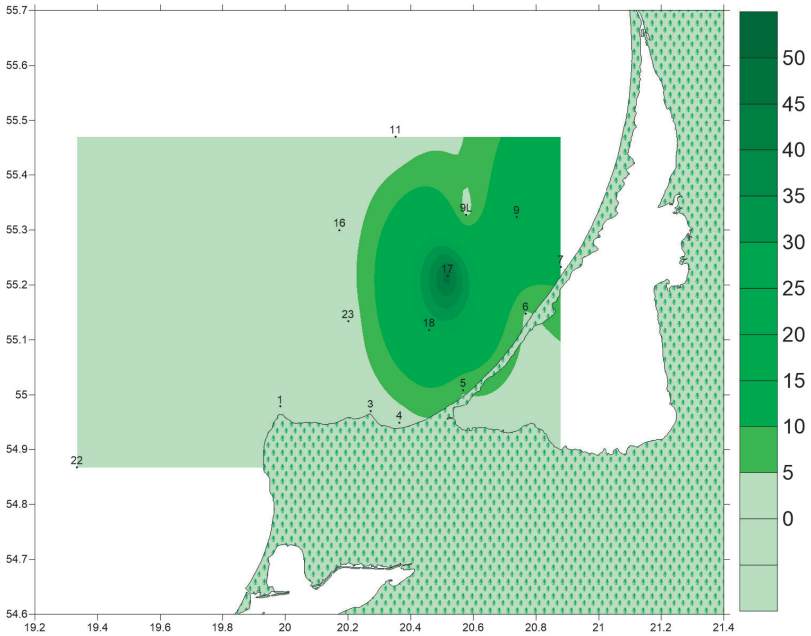


Рис. 3.67. Численность коловраток, тыс. экз./м^3, в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2015 г.

K.cochlearis. Группу коловраток, в основном, составляли *Synchaeta baltica*. Максимум численности и биомассы коловраток находился в районе нефтепровода (ст. 17), где коловратки составляли около половины численности зоопланктона и около трети его биомассы. На соседних станциях (9 и 18) плотность коловраток также была относительно высокой, примерно вдвое ниже

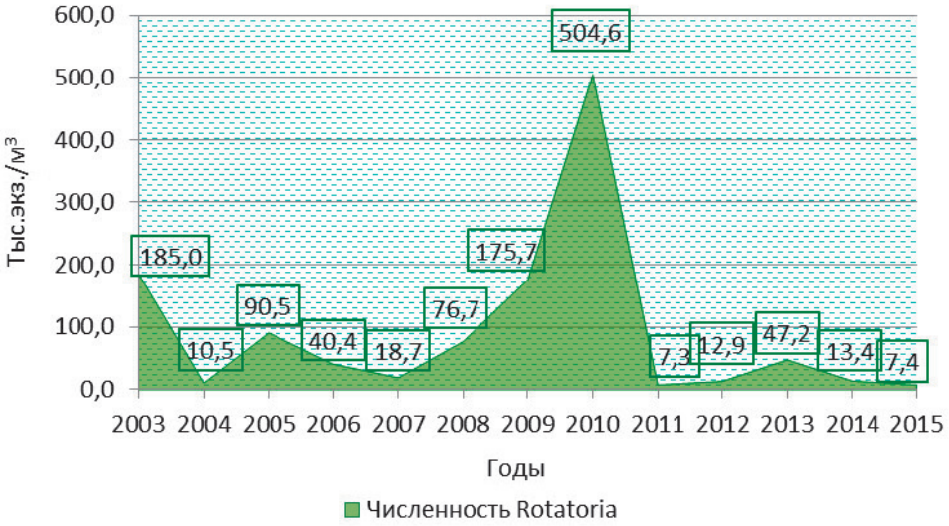


Рис. 3.68. Средняя численность коловраток (*Rotatoria)* на повторяющихся станциях (1, 3, 7, 9, 9L ,11, 16, 18, 22) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2015 гг.

максимальных значений. Характер пространственного распределения коловраток, может быть, связан не только с термохалинными условиями, но и с количеством хищного планктона, например, личинок рыб.

Средние значения численности коловраток в июле 2003-2015 гг. на повторяющихся станциях (1, 3, 7, 9, 9L, 11, 16, 18, 22) варьировали от 7,3 тыс. экз./м^3 в 2011 г. до 504,6 тыс. экз./м^3 в 2010 г. Средняя численность коловраток на этих станциях в 2015 г. была экстремально низкой и составила всего 7,4 тыс. экз./м^3, что связано, прежде всего с термохалинной ситуацией (рис. 3.68).

Среди ветвистоусых рачков ***Cladocera*** наиболее часто встречались *Bosmina coregoni maritima, Podon intermedius, Pleopis polyphemoides* и *Evadne nordmannii*. Теплолюбивый вид-вселенец *Cercopagis pengoi* не был встречен в районе исследований ни на одной станции. Две самки другого вида-вселенеца – *Evadne anonyx* были найдены в местах обычного распространения на станциях 7 и 18.

Суммарная численность кладоцер составляла до 14,9% от общей численности зоопланктона и варьировала от 0,8 до 8,3 тыс. экз./м^3. Биомасса изменялась от 7,5 до 134,4 мг/м^3. Максимальные значения количественных характеристик *Cladocera* были определены, как и в прошлом году, в открытых водах со средними глубинами (ст. 11 и 16) и станции 1. Высокое значение биомассы кладоцер в этих районах определялось массовым развитием здесь крупного рачка *P.intermedius*.

Средние значения численности и биомассы кладоцер в июле 2003–2015 гг. на повторяющихся станциях (1, 3, 7, 9, 9L ,11, 16, 18, 22) изменялись от 0,5 до 24,2 тыс. экз./м^3 и от 11,7 до 156,8 мг/м^3. Минимальные средние количественные показатели для кладоцер были определены в 2007 г., максимальные – в 2014 г. Средние значения численности и биомассы *Cladocera* на этих станциях в 2015 г. составляли соответственно 3,5 тыс. экз./м^3 и 50,8 мг/м^3 и находились в пределах межгодовых колебаний (рис. 3.69).

Планктонная молодь бентосных организмов – **меропланктон**, в водах района был представлен науплиями и циприсами усоногих рачков-обрастателей (*Cirripedia*), личинками двустворчатых моллюсков *(Bivalvia)*, личинками брюхоногих моллюсков (*Gastropoda*) и личинками многощетинковых червей (*Polychaeta*). Наиболее часто встречались науплии ***Cirripedia***. Численность циррипедий была максимальной на мелководной прибрежной материковой полосе (ст. 3–5), где составляла от 24,7 до 44,6 тыс. экз./м^3, с максимумом на станции 5 (рис. 3.70). Здесь эта группа меропланктона преобладала в составе зоопланктона, достигая 44.4% от общей численности и 42,8% от общей биомассы. Севернее, в прибрежных водах вдоль Куршской косы (ст. 6, 7), а также в районе м. Таран (ст. 1) и других районах количественное развитие молоди циррипедий было на порядок ниже. Можно предположить, что развитие личинок *Cirripedia* зависело не только от термохалинной ситуации и содержания кислорода, но и от локального эвтрофирования прибрежных вод с материковым стоком.

Вероятно, вследствие улучшения кислородных условий в придонных слоях в районе исследований относительно многочисленными до – 3600 экз./м^3 были личинки двустворчатых моллюсков (***Bivalvia***). Их относительная численность достигала 6,2%, биомасса – 2,8% (ст. 3).

Рис. 3.69. Средние значения численности и биомассы *Cladocera* на повторяющихся станциях (1, 3, 7, 9, 9L ,11, 16, 18, 22) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2003–2015 гг.

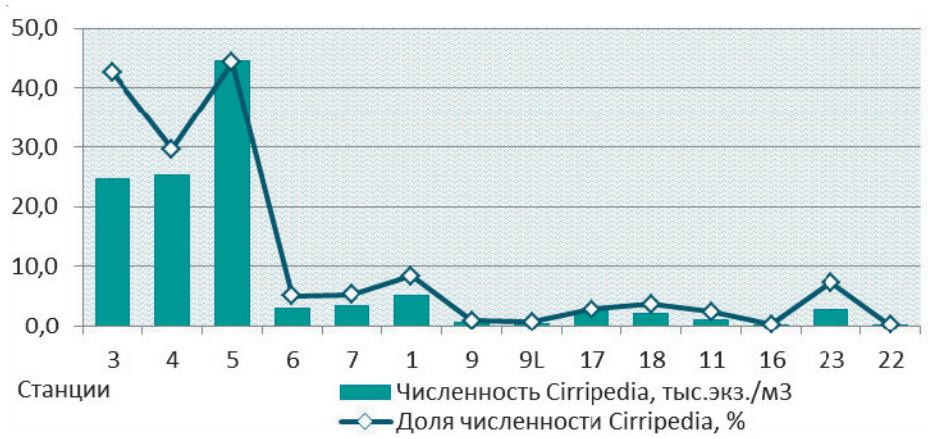


Рис. 3.70. Распределение науплиев и циприсов усоногих рачков *Cirripedia* в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2015 г.

Как и *Cirripedia*, личинки бивальвий наиболее часто встречались в водах станций 3 и 5, а также в западной части района. На станциях 3 и 5 также в незначительных количествах (до 467 экз./м^3) встречались личинки брюхоногих моллюсков (***Gastropoda***). Отдельные велигеры *Gastropoda* обнаруживались повсеместно, кроме станций в районе нефтяной платформы (ст. 9 и 9L). Доля их численности в составе зоопланктона не превышала 0,8% от суммарной численности. Эти значения оказались существенно ниже, чем в постпериод предыдущего большого затока солёных вод (2003 г.), когда численность молоди *Gastropoda* в отдельных слоях достигала 2670 экз./м^3, а количество личинок *Bivalvia* – 54 700 экз./м^3.

Распространение личинок многощетинковых червей (***Polychaeta***) ограничивалось прибрежными водами станций 1, 6 и 7. Было найдено всего семь экземпляров *Polychaeta*, среди них – нектохета, предположительно, вида-вселенца *Marenzellaria sp.*. Скорее всего, развитие этой группы организмов лимитировалось низкой температурой.

Количественные характеристики зоопланктона. Общая численность зоопланктона в июле 2015 г. варьировала в пределах от 29,2 тыс. экз./м^3 в глубоких водах (ст. 22) до 100,4 тыс. экз./м^3 – на мелководье в районе г. Зеленоградска (ст. 5) (рис. 3.71). Как и в прошлом году, высокая численность зоопланктона отмечалась в районе нефтяной платформы, нефтепровода и г. Пионерский (ст. 9L, 17, 4). Самая низкая плотность зоопланктона была определена в открытых водах на станциях 11, 22 и 23. В отсутствии вспышек массового развития теплолюбивого зоопланктона на прибрежном мелководье (в частности, коловраток) величины численности зоопланктона в районах с различными глубинами были одного порядка и различались менее чем в три раза.

Биомасса зоопланктона изменялись от 175,0 до 1362,4 мг/м^3 с максимумом в районе нефтяной платформы (ст. 9L) (рис. 3.72). Высокая общая биомасса зоопланктона также была характерна для открытых вод станций 1 и 16. На остальной акватории – в районах с разными глу-

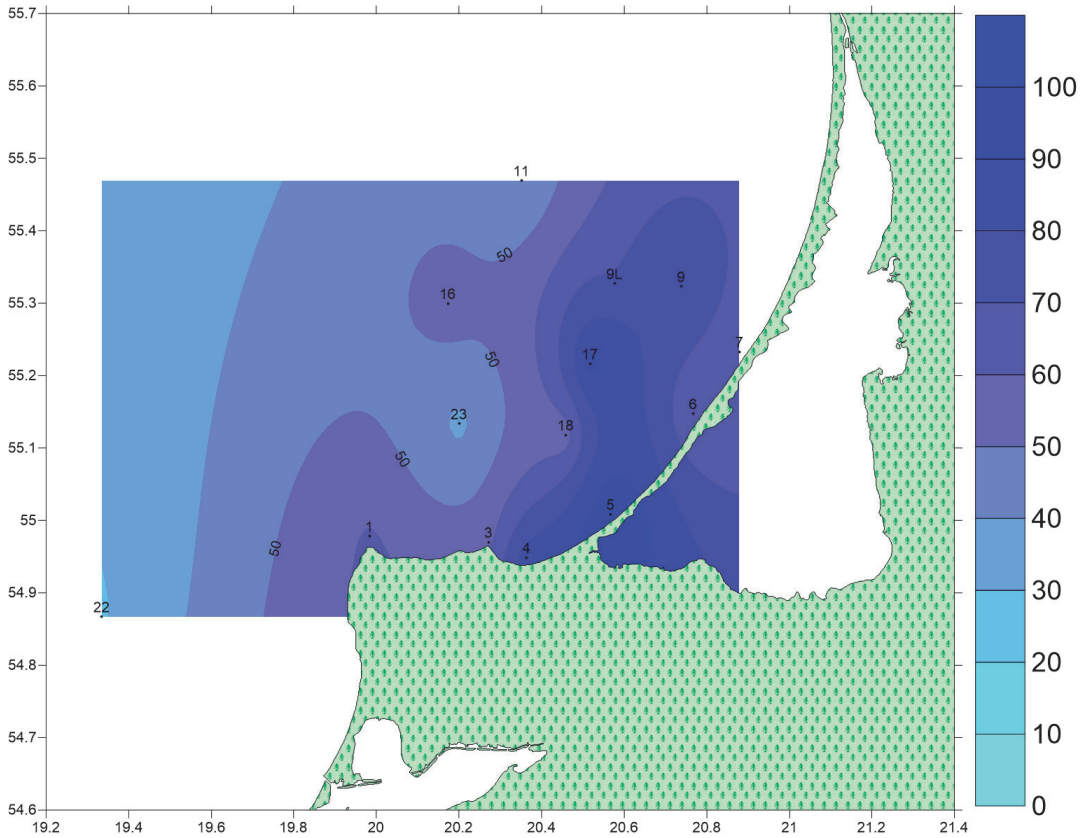


Рис. 3.71. Общая численность зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2015 г.

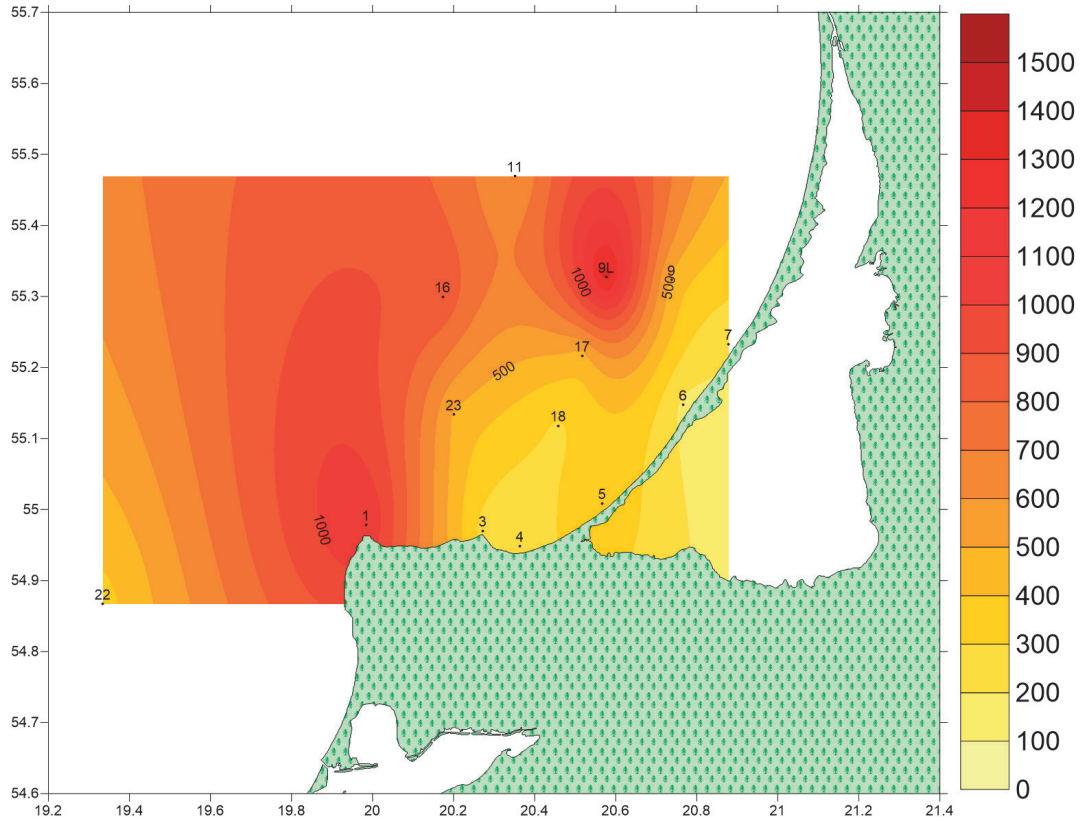


Рис. 3.72. Общая биомасса зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2015 г.

Рис. 3.73. Средние значения численности и биомассы зоопланктона в юго-восточной части Балтийского моря, рассчитанные для повторяющихся станций (1, 3, 7, 9, 9L ,11, 16, 18, 22) в июле 2003–2015 гг.

бинами, уровень биомассы зоопланктона различался не более чем в два-три раза.

Межгодовые колебания количественных характеристик зоопланктона в июле 2003–2015 гг. были очень высокими. Общая численность зоопланктона на станциях 1, 3, 7, 9, 9l, 11, 16, 18 и 22 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. 3.73). Величина средней численности зоопланктона, рассчитанная для этих станций в июле 2015 г. – 57,1 тыс. экз./м^3, была одной из самых низких за всё время наблюдений, как в 2011 и 2012 гг. Среднее значение биомассы зоопланктона в июле 2015 г. – 615,5 мг/м^3, находилось на уровне средних величин и было сопоставимо со значениями биомассы, определенными в 2004, 2012 и 2013 гг. Уровни количественных показателей состояния зоопланктона, определялись, в первую очередь, климатической ситуацией, а в прибрежных районах – условиями эвтрофирования.

4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных территорий

4.1. Московский регион

Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды, осуществляемый в Московском регионе включает:

• наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы, поверхностных вод и радиоактивной обстановкой на государственной наблюдательной сети;

• оценку и анализ уровней загрязнения окружающей среды и их изменений под влиянием хозяйственной деятельности и метеорологических условий;

• прогноз уровней загрязнения окружающей среды на базе анализа данных наблюдений (рис. 4.1, где МЭД – мощность экспозиционной дозы).

4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха

Программой работ предусматривается определение 16 (в Москве – 19) вредных химических веществ и 9 тяжелых металлов. На боль-

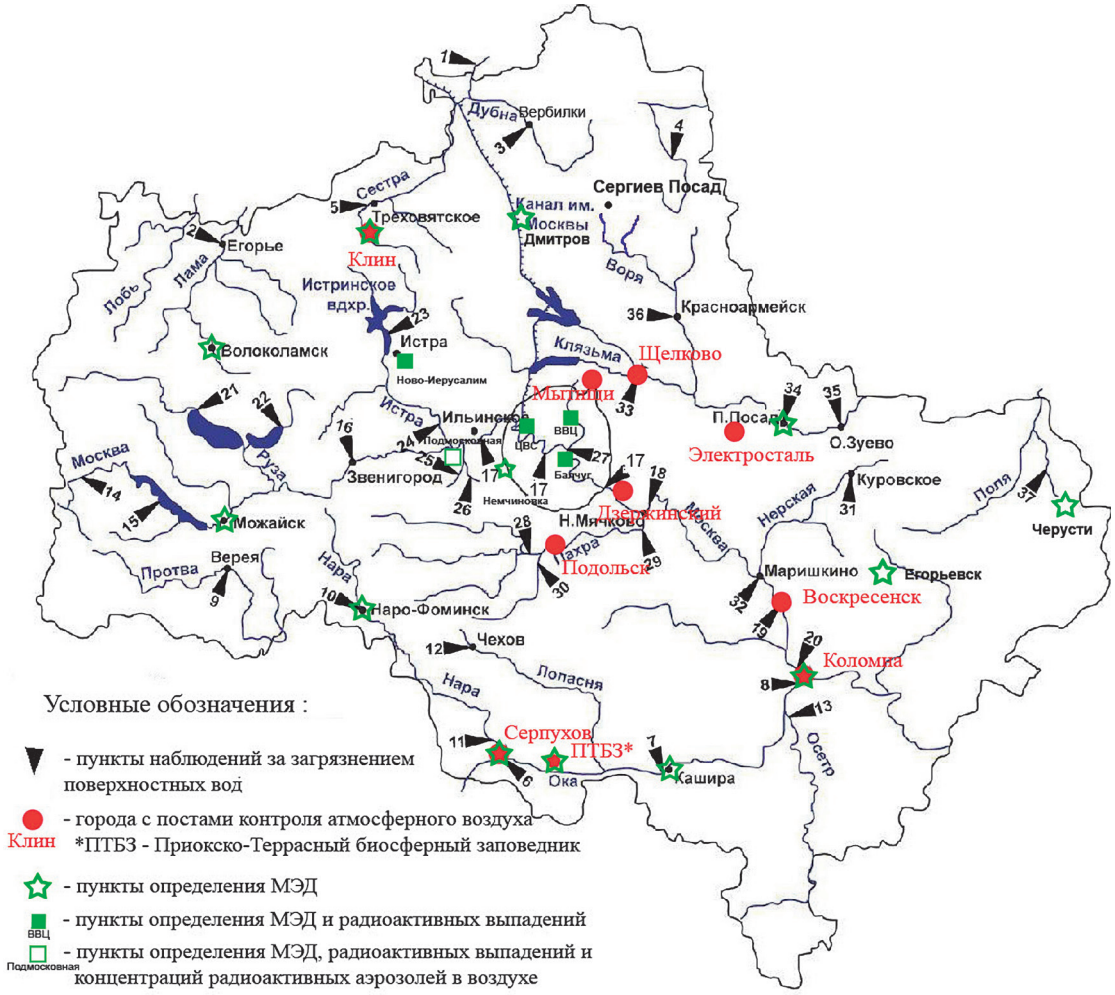


Рис. 4.1. Государственная наблюдательная сеть за загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных вод и радиационного загрязнения на территории Московского региона

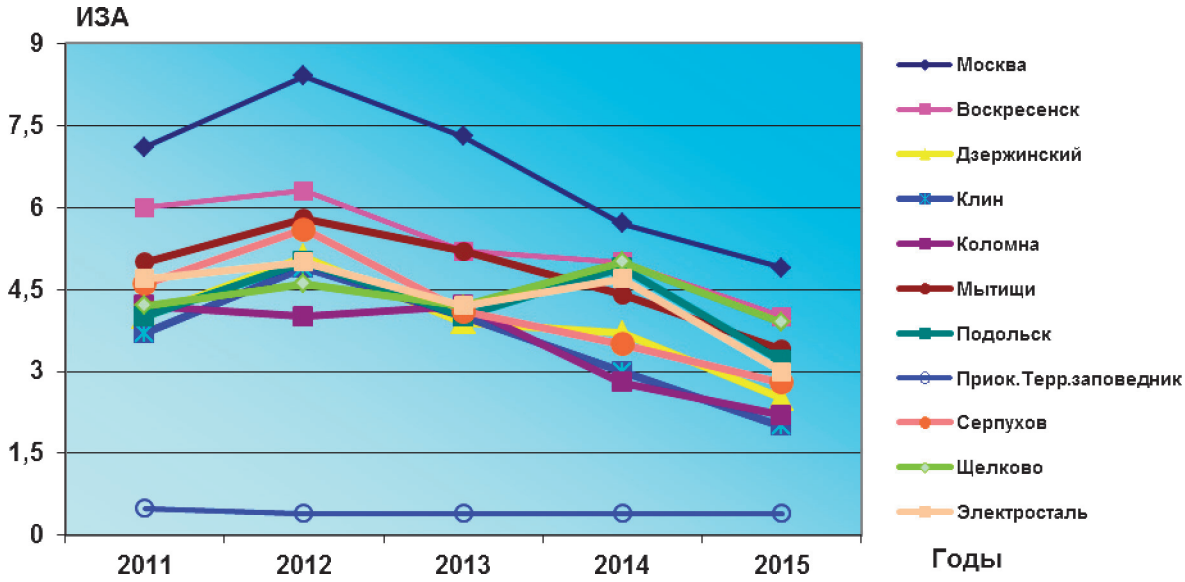


Рис. 4.2. Степень загрязнения атмосферного воздуха в Московском регионе

шинстве постов наблюдения осуществляются за содержанием 5 основных ингредиентов: взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, оксида и диоксида азота. Кроме того производится отбор проб воздуха на специфические ингредиенты: сероводород, фенол, хлорид водорода, аммиак, формальдегид, углеводороды бензиновой фракции, бензол, ксилол, толуол, ацетон, бенз(а)пирен, тяжелые металлы (железо, кадмий, кобальт, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк). Состав специфических ингредиентов определяется с учетом состава выбросов вредных веществ в атмосферу от источников загрязнения.

Стационарные посты наблюдений расположены в жилых районах, вблизи автомагистралей и крупных промышленных объектов. Это деление является условным, так как застройка и размещение предприятий не позволяют сделать четкого деления районов. Отбор проб проводится ежедневно 2–4 раза в сутки в сроки, установленные ГОСТ 17.2.3.01–86.

Согласно Изменению №11 ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» максимальная разовая величина ПДК формальдегида равна 0,050 мг/м^3, среднесуточная – 0,010 мг/м^3, класс опасности – 2. Постановление вступило в силу одновременно на всей территории РФ с 25.07.2014.

Согласно Постановлению Главного государственного санитарного врача РФ №3 от 12 января 2015 г. «О внесении изменения в ГН 2.1.6.1338-03» среднесуточная величина ПДК гидроксибензола (фенола) принимается равной 0,006 мг/м^3, максимальная разовая величина ПДК сохраняется равной 0,01 мг/м^3, класс опасности – второй – остается без изменения. Постановление вступило в силу одновременно на всей территории РФ с 22.02.2015.

По данным наблюдений в 2015 году степень загрязнения атмосферного воздуха в городах Московского региона оценивается как: повышенная – в Москве; низкая – в городах Московской области (Воскресенске, Дзержинском, Клину, Коломне, Мытищах, Серпухове, Подольске, Щелково, Электростали) и в Приокско-Террасном биосферном заповеднике.

В связи с введением в мае 2014 года новых предельно допустимых концентраций формальдегида произошли изменения в оценке категории качества атмосферного воздуха по комплексному индексу загрязнения атмосферы. Снижение степени загрязнения воздуха в городах связано с изменением гигиенических нормативов формальдегида и не имеет отношения к реальному изменению уровня загрязнения воздуха. Степень загрязнения атмосферы, определенная с учетом прежних ПДК формальдегида, была бы в Мытищах и Подольске повышенная, в Москве – высокая.

Средние за год концентрации вредных веществ выше 1 ПДК с.с. (среднесуточная) были зарегистрированы во всех городах региона, кроме Клина и Коломны, а также Приокско-Террасного биосферного заповедника. Концентрации диоксида азота превышали 1 ПДК с.с. в 8 городах из 10, формальдегида – в 1 из 6 (при оценке по прежним ПДК – в 5 из 6), аммиака – в 2 городах из 3.

За последние пять лет, с 2011 по 2015 годы, в большинстве городов отмечается тенденция снижения степени загрязнения воздуха, в основном за счет снижения содержания бенз(а)пирена и формальдегида (рис. 4.2).

По условно выделенным «жилым», «промышленным» и «автомагистральным» постам рассчи-

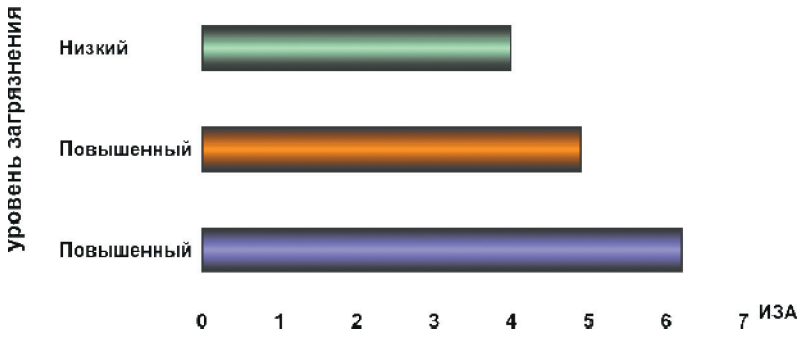


Рис. 4.3. Уровень загрязнения атмосферного воздуха в различных зонах Москвы в 2015 году

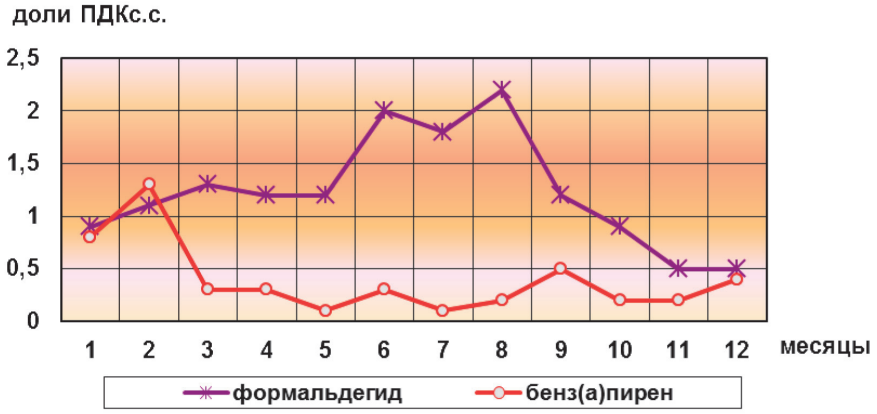


Рис. 4.4. Годовой ход концентраций формальдегида и бенз(а)пирена в атмосферном воздухе г. Москвы в 2015 году

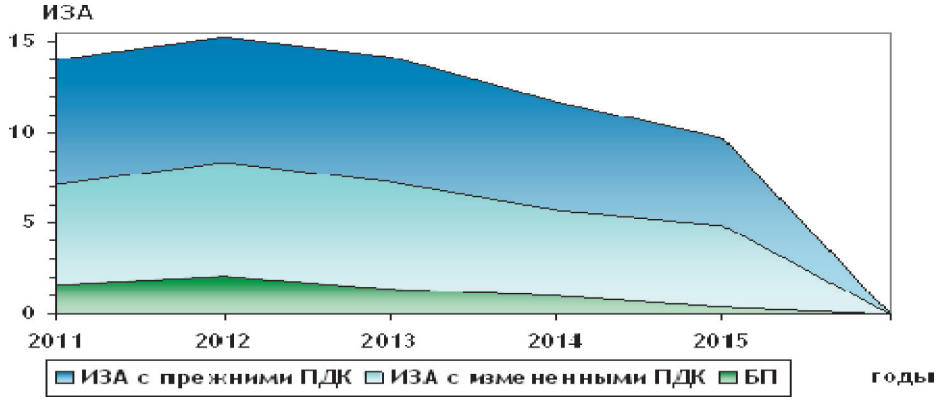


Рис. 4.5. Изменение комплексного ИЗА, рассчитанного с прежними и измененными величинами ПДК с.с. формальдегида, и тенденция загрязнения воздуха бенз(а)пиреном (БП) в г. Москве за 2011–2015 гг.

тан уровень загрязнения атмосферного воздуха для соответствующих зон. Полученные данные показывают (рис. 4.3), что уровень загрязнения воздуха вблизи промышленных зон (коричневый цвет) и вблизи автомагистралей (фиолетовый цвет) повышенный (с учетом прежних ПДК для формальдегида – высокий), в жилых районах города Москвы (зеленый цвет) – низкий.

В годовом ходе среднегодовых концентраций формальдегида отмечается максимум в летние месяцы, так как 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. 4.4). В годовом разрезе наибольшие средние концентрации взвешенных веществ отмечены весной, бенз(а)пирена – в холодный период года, в отопительный сезон. Годовой ход других примесей выражен слабо.

За последние пять лет отмечается снижение уровня загрязнения воздуха в связи со снижением содержания в воздухе бенз(а)пирена (рис. 4.5).

Рис. 4.6. Тенденция изменения концентраций формальдегида с учетом прежних и измененных величин ПДК с.с.

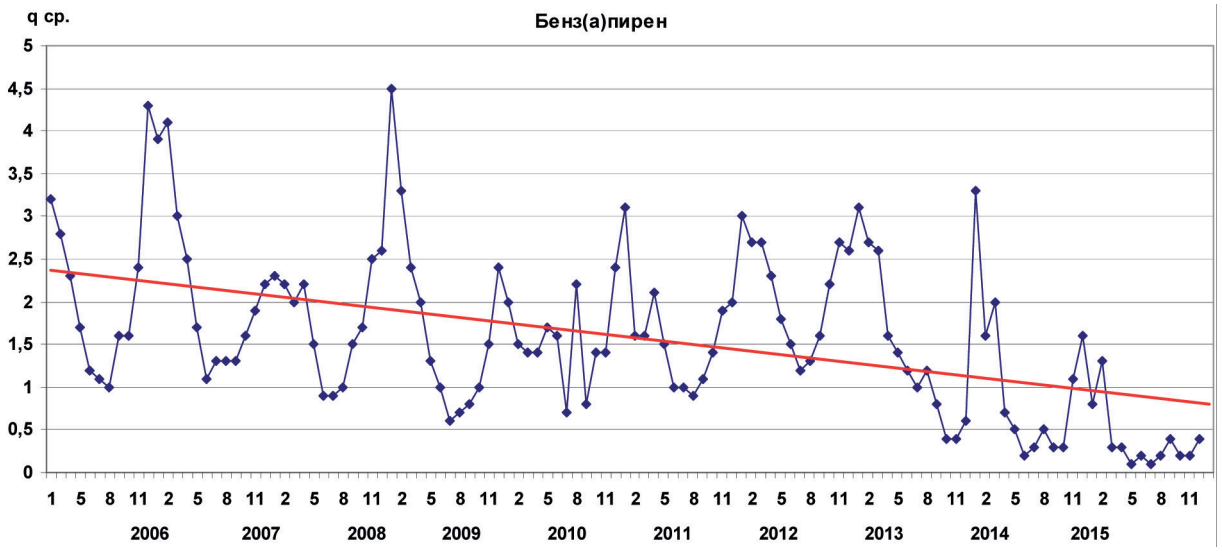


Рис. 4.7. Тенденция изменения концентраций бензапирена (*10^{-6}, мг/м^3) в Москве

С 2011 по 2013 годы концентрации формальдегида находились на одном уровне (рис. 4.6), с 2014 года наблюдается снижение содержания формальдегида, связанное с улучшением метеорологических условий рассеивания в 2014 и 2015 годах. В то же время, резкое снижение значений характеристик связано с изменением санитарно-гигиенических нормативов формальдегида и не имеет отношения к реальному изменению уровня загрязнения воздуха этим загрязняющим веществом. На рис. 4.5 представлены ИЗА по г. Москве с учетом прежних и измененных нормативов по формальдегиду, при этом парциальные значения ИЗА остальных веществ сохраняются прежними. Так, с учетом прежних ПДК для формальдегида, уровень загрязнения в г. Москве был бы высокий.

По данным регулярных наблюдений в Москве за пятилетний период отмечен:

- рост средних концентраций ксилола;
- рост содержания большинства тяжелых металлов, наибольшее увеличение отмечено по оксиду железа и меди;
- снижение концентраций бенз(а)пирена, оксида углерода и формальдегида.

За десятилетний период 2006–2015 годы в Москве отмечается снижение среднегодовых концентраций бенз(а)пирена (рис. 4.7).

4.1.2. Загрязнение поверхностных вод

Основными источниками загрязнения крупных водотоков региона остаются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды городов: Клина, Одинцово, Серпухова, Каширы, Коломны, Москвы, Воскресенска, Подольска, Наро-Фоминска, Щелково, Ногинска, 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, АПАВ, тяжелые металлы.

Температура воды в реках с наименьшей антропогенной нагрузкой: Лама, Дубна, Сестра,

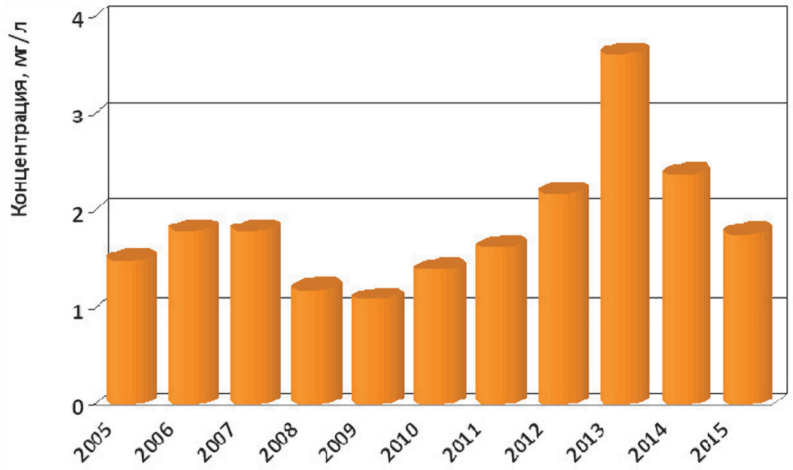


Рис. 4.8. Изменение среднегодовых концентраций аммонийного азота в целом по водным объектам Московского региона

Воря, Москва (верховье), Нерская, Ока, Лопасня, Нара, в зависимости от сезона 2015 года колебалась от минимальных значений 0,1 °С в январе-феврале в верховье р. Москвы от д. Барсуки до г. Звенигород до максимальных –26,4 °С в августе в р. Москве ниже г. Москвы (Бесединский мост МКАД, ниже выпуска Курьяновских очистных сооружений). Средняя величина температуры воды по региону составила 9,8 °С, что на 0,5 °С ниже, чем в 2014 году.

Реакция среды (pH) в среднем была близкая к нейтральной (7,7 ед. pH). Более кислая среда (6,42 ед. pH) была отмечена в воде р. Москвы выше г. Воскресенск в период летней межени (август); более щелочная (9,06 ед. pH) – в Истринском водохранилище – д. Пятница, также в августе.

Кислородный режим на водных объектах в целом был удовлетворительный, среднее содержание растворенного в воде кислорода составило 8,1 мг/л, процент насыщения воды кислородом равнялся 71, что на 1% ниже, чем 2014 году. В 2015 году отмечено 9 случаев дефицита кислорода в воде водотоков, что на 4 случая меньше, чем в 2014 году, но в отличие от прошлого года все случаи зафиксированы в воде только р. Воймега ниже г. Рошаль.

Содержание легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) в водотоках и водоемах Московской области в среднем было невысоким и составило 2,5 ПДК, что соответствует уровню 2011–2014 годов. Наименьшее значение (1,5 мгO_2/л) было отмечено в воде р. Москва у д. Барсуки Можайского района в феврале и выше г. Звенигород в апреле. Максимальная величина (39,2 мгO_2/л) зафиксирована в воде р. Воймега ниже г. Рошаль в октябре.

Количество органических веществ по ХПК изменялось от 0,3 ПДК в р. Ока выше г. Кашира в марте до 21,9 ПДК в р. Воймега ниже г. Рошаль в октябре.

Степень загрязненности рек Московского региона различными формами азота была весьма разнообразной. К наименее загрязненным водным объектам можно отнести: верховье р. Москва до г. Москва, реки: Сестра, Нерская, Ока; Москворецкие водохранилища, в воде которых содержание различных форм азота не превышало десятые доли ПДК, а нитратного азота – сотые доли ПДК. Наибольшая загрязненность нитритным азотом в 2015 году была зафиксирована в воде в устье р. Москва – г. Коломна – 0,982 мг/л (49,1 ПДК); нитратным азотом в р. Нерская – ниже г. Куровское – 30,67 мг/л (3,4 ПДК). В среднем по региону содержание нитритного азота составило 5,1 ПДК, что на 0,4 ПДК меньше, чем в 2014 году; нитратного – 0,2 ПДК, что соответствует уровню прошлых лет. Содержание аммонийного азота в среднем по региону по сравнению с предшествующими годами снизилось с 5,9 ПДК до 4,5 ПДК. Максимальная величина аммонийного азота зафиксирована в воде р. Закза – д. Большое Сареево Одинцовского района – 19,61 мг/л (49,9 ПДК). Содержание фосфатов в воде водотоков Московской области по сравнению с прошлым годом возросло в 2 раза и составило – 2,0 ПДК, однако в воде р. Клязьма ниже г. Щелково в августе содержание фосфатов достигало 15,6 ПДК.

На рис. 4.8–4.10 в сравнении с предыдущими годами ярко выражено снижение в 2015 году содержания аммонийного и нитритного азота и рост содержание фосфатов.

Минерализация воды водотоков и водоемов Московской области в среднем составила 415,5 мг/л, что на 54,5 мг/л ниже, чем в прошлом году. Наибольшая величина (1482,9 мг/л) отмечена в феврале в устье р. Яуза – г. Москва. Наименьшая (62,3 мг/л) минерализация наблюдалась в р. Воймега выше г. Рошаль в апреле. Характер воды во всех водных объектах ги-

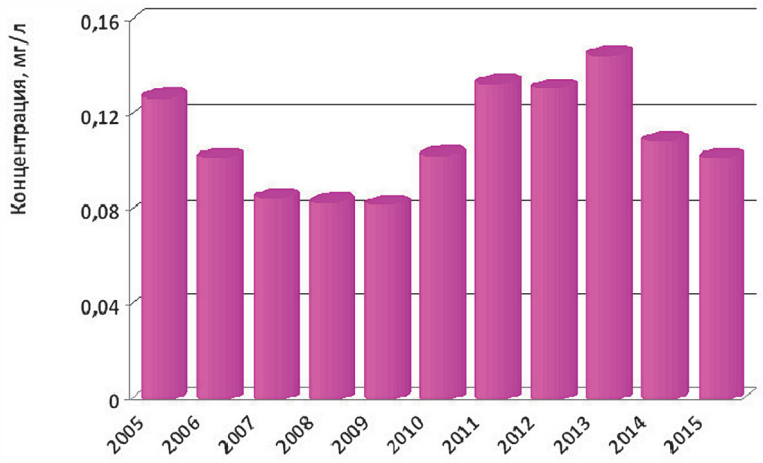


Рис. 4.9. Изменение среднегодовых концентраций нитритного азота в целом по водным объектам Московского региона

Рис. 4.10. Изменение среднегодовых концентраций фосфатов в целом по водным объектам Московского региона

дрокарбонатно-кальциевый, жесткость воды в среднем умеренная (4,11 мг-экв/л). Выщелачивающей агрессией вода не обладает.

Осредненные концентрации хрома шестивалентного, свинца, никеля и цинка были невысокими и составили: 0,2; 0,3; 0,7 и 1,1 ПДК соответственно. Величины меди были значительно выше и в среднем составили 3,0 ПДК, что на 1 ПДК меньше, чем в 2014 году. Наибольшие концентрации меди (до 31,0 ПДК) отмечены в воде р. Пахра – г. Подольск (ниже впадения ручья Черный) в декабре. Величины растворенного железа в среднем составили 2,3 ПДК, что на 1 ПДК ниже, чем в 2014 году. Кроме того, в воде р. Воймега ниже г. Рошаль, как и в предыдущие годы, величины железа в ноябре достигали 48,7 ПДК, что обусловлено природным фактором формирования стока.

Среднее содержание фенолов составило 0,003 мг/л (3,0 ПДК), но в феврале в р. Лама – с. Егорье и в июне в воде р. Пахра – г. Подольск (ниже впадения ручья Черный) достигало 20,0 ПДК. Концентрации нефтепродуктов в среднем были невысокими и составили 1,0 ПДК, и лишь в устье р. Яуза – г. Москва в апреле достигали 26,4 ПДК.

Средние по региону величины АПАВ не превышали 0,5 ПДК (0,048 мг/л), что соответствует уровню 2013-2014 годов. Максимальная величина АПАВ (5,3 ПДК), как и в предыдущем году, зафиксирована в воде р. Воймега ниже г. Рошаль в октябре.

Содержание формальдегида во всех водных объектах было на порядок ниже ПДК и лишь в воде р. Пахра ниже г. Подольск (ниже впадения р. Битца) в марте достигало 9,0 ПДК.

Оценка качества воды водотоков и водоемов по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ) показала, что качественный состав поверхностных вод московского региона в 2015 году представлен тремя классами: от «загрязненных» до «экстремально грязных вод».

К «загрязненным водам» отнесено качество воды Истринского, Озернинского и Рузского водохранилищ, рек Москва (выше г. Звениго-

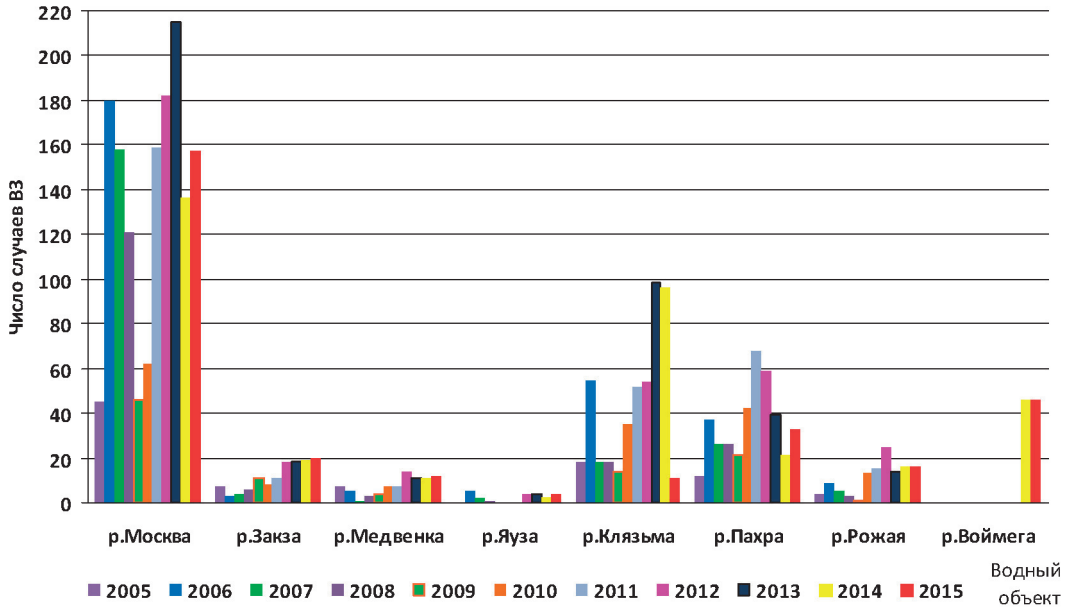


Рис. 4.11. Распределение случаев высокого загрязнения по водотокам Московского региона в 2005–2015 гг.

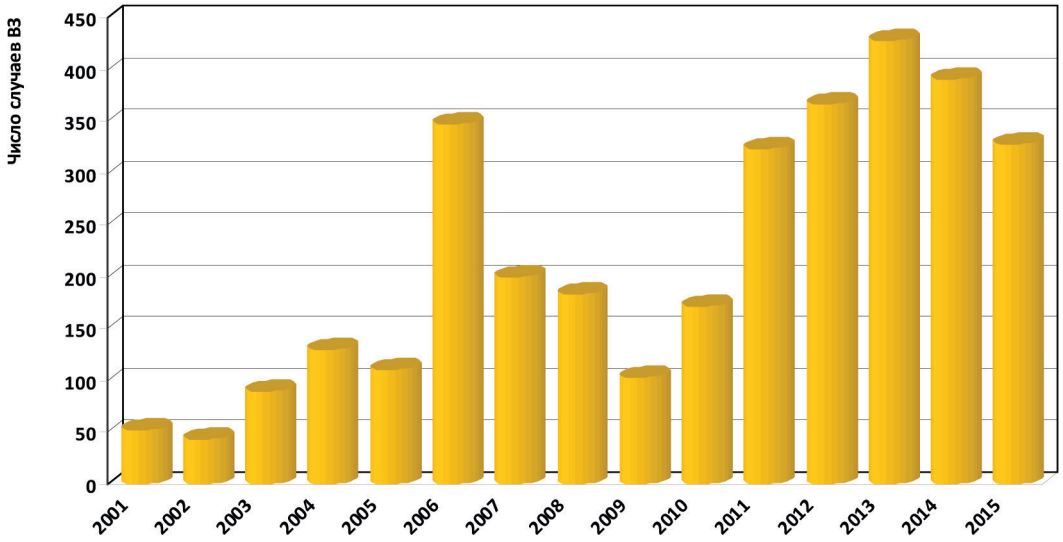


Рис. 4.12. Изменение количества случаев высокого загрязнения водотоков Московского региона в 2001–2015 гг.

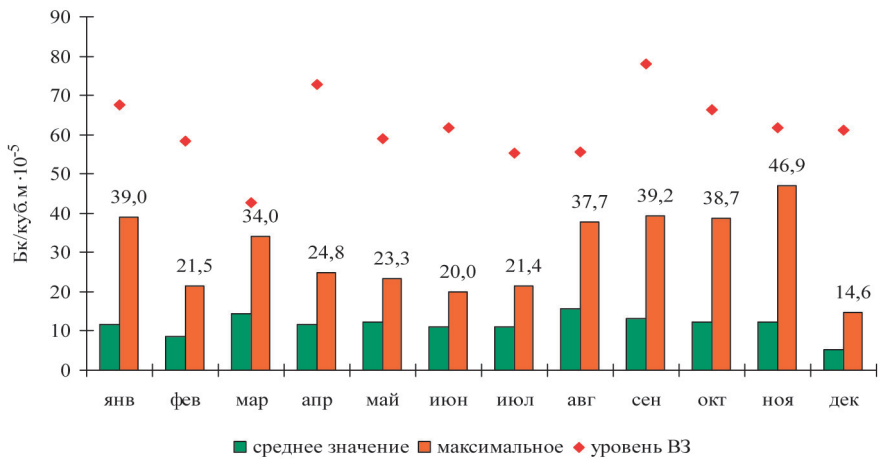
род) и Осетр; к «очень загрязненным водам» – качество воды рек: Кунья (фоновый створ), Ока (г. Кашира), Москва на участке от г. Звенигород до п. Ильинское Красногорского района, Истра, Лама и Можайского водохранилища.

Как «грязные воды» характеризовались следующие водные объекты: Иваньковское водохранилище (г. Дубна), реки Дубна, Сестра, Кунья (ниже г. Краснозаводск), Ока (в г. Серпухов и г. Коломна), Протва, Нара (от г. Наро-Фоминск до устья), Лопасня, Москва (д. Барсуки, от г. Москвы до устья, за исключением створа ниже д. Нижнее Мячково), Медвенка, Нерская (выше г. Куровское и устье), Клязьма (в фоновых створах на всем рассматриваемом участке), Пахра (выше г. Подольск).

К «очень грязным водам» отнесены воды рек: Закза, Яуза, участки рек: Москва (ниже д. Нижнее Мячково), Пахра (от г. Подольск до устья), Нерская (ниже г. Куровское), Клязьма (от замыкающего створа г. Щелково до г. Орехово-Зуево в контрольных створах), а к «экстремально грязным водам» – воды р. Клязьма ниже г. Щелково и р. Воймега в г. Рошаль.

В 2015 году на водных объектах московского региона зафиксировано 327 случаев высокого загрязнения (ВЗ) различными веществами, что на 64 случая меньше, чем в 2014 году и на 100 случаев меньше, чем в 2013 году.

Из общего числа ВЗ отмечено: 10 случаев – органическими веществами по ХПК (в основном р. Воймега); 9 случаев дефицита кислорода



* Уровень ВЗ – расчетный уровень высокого загрязнения

Рис. 4.13. Изменение среднесуточной радиоактивности аэрозолей воздуха в 2015 году

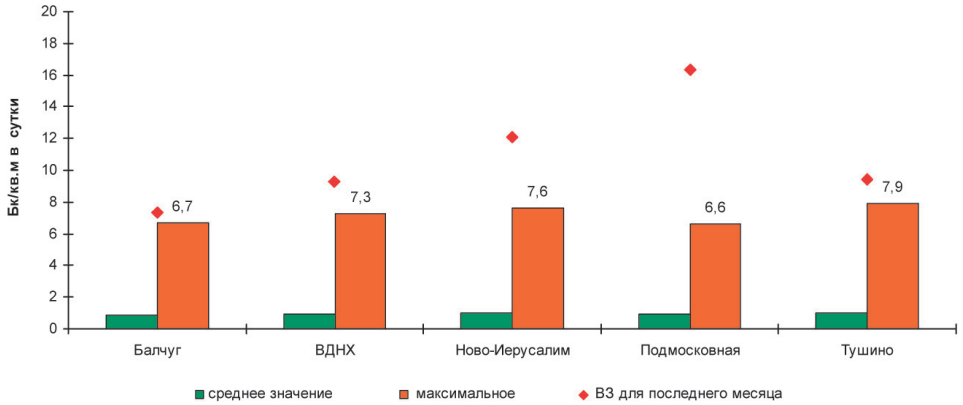


Рис. 4.14. Радиоактивные выпадения (планшет) на станциях Московского региона в 2015 году

и 7 случаев – железом – в р. Воймега, 54 случая – легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК$_5$) – в реках: Москва, Пахра, Нерская, Рожая, Закза, Медвенка, Клязьма, Яуза, Ока, Воймега, в Рузском и Озернинском водохранилищах; 111 случаев – аммонийным азотом – в реках: Москва, Пахра, Нерская, Рожая, Закза, Медвенка, Клязьма, Яуза, Ока, Воймега, Нара; 132 случая – нитритным азотом – в реках: Москва, Пахра, Закза, Медвенка, Клязьма, Ока, Лопасня, Воймега; по 1 случаю – фосфатами и свинцом – в р. Клязьма; 1 случай – медью – в р. Пахра – г. Подольск, ниже впадения ручей Черный; 2 случая – марганцем двухвалентным – в воде рек Воймега и Кунья.

Случаев экстремально-высокого загрязнения (ЭВЗ) в 2015 году не зафиксировано.

На рис. 4.11 представлена диаграмма распределения количества случаев высокого загрязнения по водотокам Московского региона, из которой очевидно, что наибольшая нагрузка в 2015 году падает на р. Москва (157 случаев), после которой следуют реки Воймега (46 случаев), Пахра (33 случаев) и Закза (20 случаев).

Следует отметить, что наметившийся с 2009 года по 2013 год рост общего количества случаев ВЗ, в 2014 и 2015 году сменился спадом, как по отдельно взятым водным объектам, так и в целом по Московскому региону (рис. 4.12). Однако, в 2015 году количество случаев ВЗ в воде р. Воймега резко возросло, в основном за счет дефицита растворенного в воде кислорода, что привело к резкому ухудшению качества воды водотока до экстремально грязного состояния.

4.1.3. Характеристика радиационной обстановки

В 2015 году радиационная обстановка в Московском регионе была стабильно нормальная, превышений допустимых значений не наблюдалось. Максимум радиоактивности аэрозолей воздуха наблюдался 16 ноября, значение не достигало уровня ВЗ (рис. 4.13). Среднее содержание радиоактивных аэрозолей составило $11{,}7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3, по данным спектрометрии квартальных проб искусственные изотопы, кроме ^{137}Cs глобальных выпадений, в аэрозолях отсутствуют.

В среднем за сутки на территории Москвы и Московской области в 2015 году выпадало

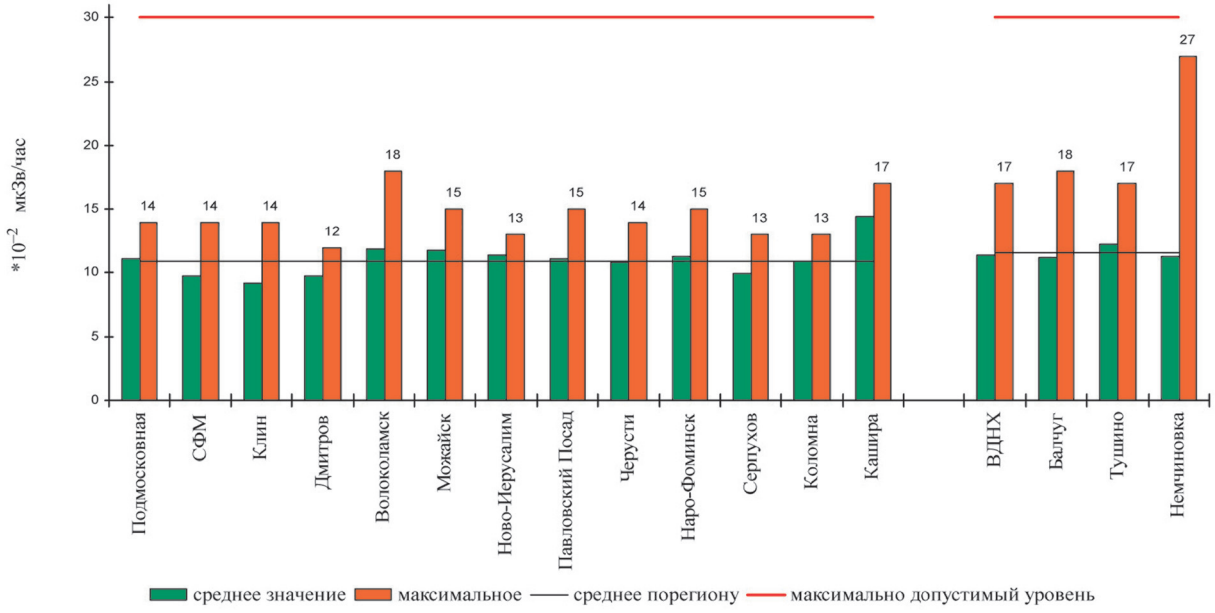


Рис. 4.15. Мощность экспозиционной дозы (МЭД) на станциях Московского региона в 2015 году

0,95 Бк/м^2 с твердыми и жидкими осадками, что приближено к прошлогоднему значению – 1,00 Бк/м^2. Максимальные значения на каждой станции, где проводится данный вид наблюдений, регистрировались в разное время года, но величины были достаточно близкие (рис. 4.14). В целом величины радиоактивности выпадений сопоставимы с порогом чувствительности радиометров, выпадения сверх естественных величин отсутствуют. Повышенная радиоактивность в отдельные дни была связана с естественными изотопами.

Колебания значений мощности экспозиционной дозы (рис. 4.15) находятся в пределах нормального разброса показаний. Наибольшее значение – 0,27 мкЗв/час было однократно зафиксировано на агрометеорологической станции Немчиновка 29 мая. В среднем радиационный фон по Московской области составляет 0,109 мкЗв/час, в Москве – 0,115 мкЗв/час.

4.2.Озеро Байкал

4.2.1. Поступление химических веществ из атмосферы

Наблюдения осуществлялись на пяти станциях (ст.): Байкальск, Хамар-Дабан (южное побережье озера), Исток Ангары, Большое Голоустное (западное побережье южной части Байкала), Хужир (остров Ольхой, средний Байкал).

В 2015 г величины поступления из атмосферы суммы минеральных (М), органических (ОВ) и труднорастворимых веществ (ТРВ) составили: на ст. Байкальск – 52,6; Хамар-Дабан – 103,6; Исток Ангары – 56,3; Большое Голоустное – 53,9; Хужир – 27,2 тонн/км^2 за год.

По сравнению с 2014 г возросли показатели суммы определяемых веществ на трех станциях: Хамар-Дабан в 2,3 раза, в Байкальске на 13% и на острове Ольхон, ст. Хужир на 10%. По отдельным группам веществ наиболее существенный рост произошел на ст. Хамар-Дабан: в 4,7 раза ОВ, 3,3 раза ТРВ и на 30% выросли сульфаты. На некоторых станциях отдельные определяемые показатели изменялись от 5% (М) до 2,4 раз (соединения минерального азота, ст. Хужир).

В 2015 г по сравнению с 2014 г. на станциях Исток Ангары и Большое Голоустное показатели суммы определяемых веществ снизились на 30% и 12%, соответственно.

Внутригодовая динамика поступления веществ из атмосферы с осадками и в сухие периоды соответствовала многолетнему периоду наблюдений. Около 50% поступающих веществ наблюдались за период май-август и до 10% в январе, декабре.

4.2.2. Загрязнение воды и донных отложений озера по гидрохимическим показателям

В 2015 году гидрохимические наблюдения поверхностных вод Байкала проводились с марта по октябрь. На контрольном 100-метровом створе в зоне рассеивающего сброса коммунальных сточных вод г. Байкальска отбор проб

Таблица 4.1. Сведения о нарушениях качества воды озера Байкал на 100-метровом контрольном створе в 2008–2015 гг., мг/л

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.	Max.	Сред.	Max.	Сред.	Max.	Сред.	Max.	Сред.	Max.	Сред.	Max.
2008–2012	7,9	8,4	102	116	7,9	14,2	1,8	4,6	0,7	2,7	0,002	0,005
2014	7,9	8,1	99	105	5,8	9,3	0,9	1,2	0,2	1,1	0,000	0,002
2015	7,9	8,1	96	101	5,8	7,0	0,7	1,5	0,2	2,7	0,001	0,004

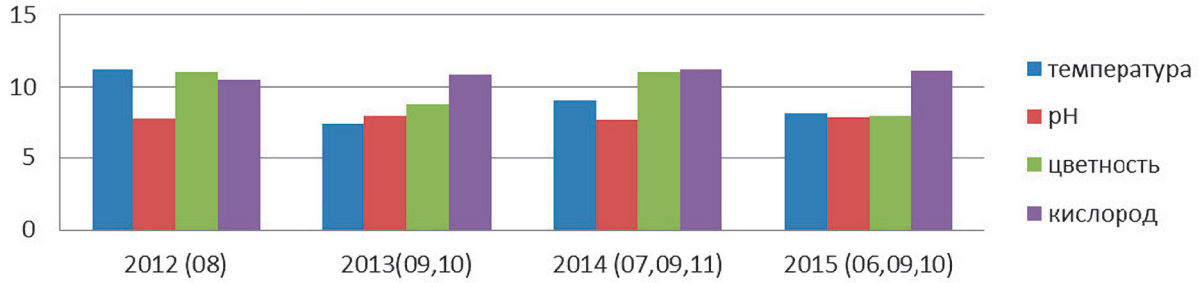


Рис. 4.16. Общая гидрохимическая характеристика воды оз. Байкал, мг/л

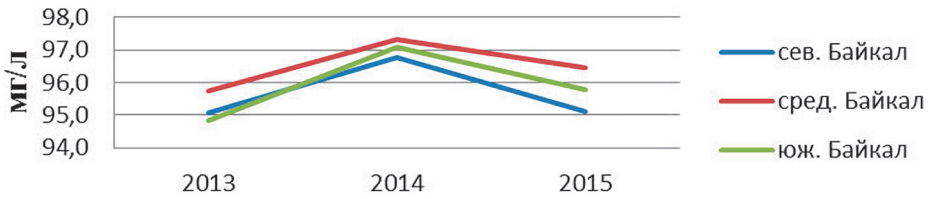


Рис. 4.17. Минерализация воды оз. Байкал

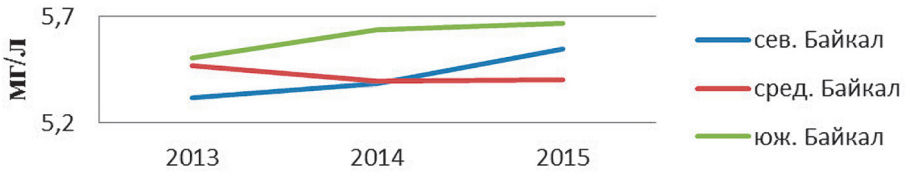


Рис. 4.18. Динамика сульфатных ионов

воды на анализ нормируемых соединений проводился с февраля по октябрь.

В районе глубинного выпуска коммунальных сточных вод г. Байкальска в 2015 г. проведено семь съёмок на пяти вертикалях с отбором проб воды через 10 м по глубине. Данные о качестве воды озера Байкал на контрольном створе в 2015 году в сравнении с 2014 годом и предшествующим пятилетним периодом работы Байкальского комбината приведены в табл. 4.1.

На акватории озера гидрохимические наблюдения по продольному разрезу проводились на всех контролируемых горизонтах (0,5, 25, 50, 100 м и придон) в 2013–2014 гг. и только на 0.5 м в 2012 г. Общая гидрохимическая характеристика воды озера в 2012–2015 гг. приведена на диаграмме (рис. 4.16) и графиках (рис. 4.17 и 4.18).

Так как проведение наблюдений в течение этих лет приходилось на июнь – ноябрь, поэтому наблюдается колебания температуры воды (7,4–11,2 °С) и величины цветности (7,9–11). Значения pH сохранялись в пределах 7,7–7,9, а содержание растворенного кислорода 10,5–11,2 мг/л.

Повышенное содержание общей минерализации отмечалось в 2014 г. во всех котловинах озера – в среднем, южном и северном Байкале (рис. 4.17).

Максимальное содержание сульфатных ионов определялось в южном Байкале. В целом по озеру концентрация сульфатов близка

к среднемноголетнему значению – 5,5 мг/л (рис. 4.18).

Размер зоны загрязнения на полигоне в районе бывшего БЦБК рассчитан по суммарному показателю, как превышение средних содержаний стандартных ингредиентов: 8 гидрохимических показателей грунтовой воды и 7 геохимических показателей донных отложениях на глубинах до 370 м составили: в октябре 2012 г. – 5,5 км^2, в марте 2013 г. – 6,2 км^2, в 2014 г. – 5,1 км^2 (расчет по двум сезонным съемкам), в 2015 г. – 4,5 км^2 (расчет по двум сезонным съемкам), что свидетельствует о некотором снижении антропогенной нагрузки на донные отложения полигона.

Одной из важнейших задач мониторинга загрязнения озера Байкал является определения содержания бенз(а)пирена (БП) в донных отложениях. В донных отложениях на глубинах < 100 м, где развиты песчаные отложения средняя концентрация бенз(а)пирена (БП) составила 9,6 нг/г с.о., (диапазон значений 1,1–26,2 нг/г с.о.), что позволяет отнести эти отложения к сильно загрязненным отложениям. Содержание БП на глубинах > 100 м (илы) полигона можно отнести к умеренно загрязненным – 17,6 нг/г с.о. (диапазон содержаний 7,2–27,4 нг/г с.о. В 2014 г. по содержанию БП в песках – 11,6 нг/г с.о., и илах – 13,7 нг/г с.о., соответственно, эти донные отложения также были отнесены к сильно загрязненным и умеренно загрязненным отложениям. В 2015 г. среднее содержание БП в донных отложениях на полигоне, несмотря на закрытие БЦБК увеличилось по сравнению с 2014 г. и достигло 14,0 нг/г с.о., в 2014 г. оно составляло 12,8 нг/г с.о., в 2012 г. – 10,3 нг/г с.о., в 2011 г. – 8,2 нг/г с.о. Содержание суммы ПАУ в донных отложениях водоемов в пределах до 100 нг/г с.о. считается слабым загрязнением. Поэтому учитывая содержание в донных отложениях на полигоне суммы ПАУ в 2015 г. – 218,9 нг/г с.о. последние можно отнести к сильно загрязненным. В 2014 г. содержание суммы ПАУ было более высоким – 235,2 нг/г с.о., в 2012 г. – 160,9 нг/г с.о., в 2011 г. – 154,8 нг/г с.о.

В 2015 г. продолжилось изучение накопления бенз(а)пирена в макрозообентосе. Среднее содержание БП в биообразцах в районе бывшего БЦБК по сравнению с 2011 г. увеличилось почти в 2 раза (0,40 нг/г с.о.). Последнее от 6 до 8 раз превышает средние значения арена, соответственно, на севере озера и на Селенгинском мелководье.

На полигоне в районе Селенгинского мелководья с 2013 г отмечается определенный рост содержания растворенного кислорода. Если в 2011 г. среднее содержание растворенного кислорода составляло 7,6 мг/л, то в 2013–2014 гг. было в пределах 10,1–10,3 мг/л. В 2015 г. содержание растворенного кислорода снизилось до 9,1 мг/л, что можно связать с увеличением содержаний в донных отложениях полигона в 2015 г. по сравнению с 2014 г. органического азота (рост 0,15% до 0,18%), легкогидролизуемых углеводов (рост с 0,45% до 1,08%), что, как следствие, возможно привело к увеличению содержания серы сульфидной (рост с 0,001% до 0,003%). По данным Лимнологического института СО РАН в 60-х годах 20 века содержание растворенного кислорода в придонном слое воды Южного Байкала не опускалось ниже 9,0 мг/л., а сульфидной серы не превышало 0,005%.

Уровень загрязненности донных отложений на авандельте р. Селенга БП, можно отнести к фоновому (< 5,0 нг/г с.о.), а по сумме ПАУ – к слабо загрязненному (< 100 нг/г с.о.).

В 2015 г. по сравнению с 2014 г. в гидрохимической характеристике грунтовой воды на полигоне в зоне влияния трассы БАМ отмечается увеличение фосфатного фосфора в 2 раза – 0,004 мг/л. Однако в октябре 2013 г. содержание фосфатного фосфора было значительно больше на полигоне – 0,015 мг/л. Среди геохимических показателей отмечен рост содержаний только легкогидролизуемых углеводов (ЛГУ). Содержание ЛГУ на полигоне в 2015 г. увеличилось в 1,3 раза по сравнению с 2014 г. с 0,76% до 0,99%. В 2013 г. содержание в донных отложениях ЛГУ составляло 0,86% (октябрь), в 2007 г. – 0,52%.

Загрязненность донных отложений на полигоне БП, можно отнести к фоновой (< 5,0 нг/г с.о.), а по сумме ПАУ – к слабо загрязненному типу (< 100 нг/г с.о.).

4.2.3. Гидробиологическая оценка воды

По данным наблюдений, проведенным в подледный период 2015 г. в пределах полигона, непосредственно примыкающего к месту выпуска коммунальных сточных вод (КОС) г. Байкальск (район бывшего Байкальского целлюлозно-бумажного комбината), численность гетеротрофных бактерий (показателя загрязнения воды органическим веществом) изменялась от 1 до 620 кл/мл при среднем значении 36 кл/мл. Площадь зоны загрязнения в районе КОС г. Байкальск составила 1,9 км^2, что в 2,7 раза меньше, чем в 2014 г. (5,1 км^2). Среднее значение численности гетеротрофов в зоне наибольшего влияния коммунальных сточных вод составляло 31 кл/мл, что в 4 раза выше, чем на фоновых участках южного прибрежья (в сравнении с 2014 г. 41 против 13 кл/мл соответственно).

Углеводородокисляющие бактерии были обнаружены на 18 из 61 обследованных станций, их численность доходила на отдельных станци-

ях до 100 кл/мл. Целлюлозоразрушающие бактерии были отмечены на 15 из 61 станции.

В весенний период численность гетеротрофных бактерий на полигоне изменялась от 1 до 1658 кл/мл при среднем значении 61 кл/мл. Площадь зоны загрязнения уменьшилась в 1,4 раза в сравнении с 2014 г. и составила 2,7 км^2.

Углеводородокисляющие бактерии отмечались на 23 из 61 станций, их численность на отдельных станциях составляла 100 кл/мл. Целлюлозоразрушающие бактерии обнаруживались на 6 из 61 станций.

Осенью численность гетеротрофов изменялась от 1 до 5132 кл/мл при среднем значении 163 кл/мл. Площадь зоны наибольшего влияния коммунальных сточных вод составила 5,9 км^2, что в 1,8 раз выше значений 2014 г.

Углеводородокисляющие бактерии отмечались на 55 из 61 отобранных станций, их численность на отдельных станциях достигала 10 тыс. кл/мл. Целлюлозоразрушающие бактерии были обнаружены на 40 из 61 станций.

В сравнении с 2013-14 гг. в подледный и весенний периоды наблюдалось уменьшение площади зоны загрязнения, в осенний период произошло увеличение площади зоны загрязнения в 1,8 раз, а численность гетеротрофов в ней сохранялась на уровне значений 2014 г. (169 кл/мл).

По численности фитопланктона в марте 2015 г. площадь зоны загрязнения составила 4,0 км^2 и была ниже в 1,6 раза, чем в 2014 г. (6,3 км^2) при увеличении численности в ней в 2,2 раза (486 против 220 тыс. кл/л – 2014 г.). На фоновых станциях численность фитопланктона была в 3,3 раза ниже, чем в зоне загрязнения.

В весенний период площадь зоны загрязнения сохранилась на уровне значений 2014 г. и составила 8,6 км^2 при численности фитопланктона в ней 1272 тыс. кл/л. На фоновых станциях численность фитопланктона была в 2,1 раза ниже, чем в зоне загрязнения.

Осенью площадь зоны загрязнения составила 2,4 км^2 при численности фитопланктона в ней 84 тыс. кл/л. В сравнении с 2014 г. площадь зоны загрязнения возросла в 1,3 раза, а численность фитопланктона в ней снизилась в 4,6 раза. На фоновых станциях численность фитопланктона была в 2,1 раз ниже, чем в зоне загрязнения.

В сравнении с 2013-2014 гг. в подледный период наблюдалось уменьшение зоны загрязнения, а в осенний период – увеличение зоны загрязнения, при уменьшении численности в ней в 4,6 раза.

По зоопланктону зона загрязнения в сравнении с подледным периодом 2014 г. увеличилась в 1,7 раза (25,3 км^2 в 2015 г., 14,5 км^2 в 2014 г.), биомасса эпишуры в районе коммунальных сточных вод г. Байкальска была в 6 раза ниже, чем в незагрязненной части озера (10 мг/м^3 против 69 мг/м^3).

В весенний период площадь зоны загрязнения уменьшилась в 2,2 раза в сравнении с весной 2014 г. и составила 9,1 км^2 при биомассе зоопланктона в ней 12 мг/м^3. На фоновых станциях биомасса была в 5,3 раза выше, чем в зоне загрязнения.

Осенью площадь зоны загрязнения составила 7,1 км^2 при биомассе эпишуры в ней 80 мг/м^3. На фоновых станциях этот показатель был в 3 раза выше, чем в зоне загрязнения.

В сравнении с 2013–2014 гг. в подледный период наблюдалось увеличение зоны загрязнения, а в весенний и осенний периоды уменьшение площади зоны влияния КОС.

Площадь зоны загрязнения донных отложений по бактериобентосу в подледный и осенний периоды 2015 г. сохранилась на уровне значений 2014 г. Численность гетеротрофной микрофлоры в зоне загрязнения в оба сезона увеличилась и превысила фоновые характеристики в подледный период в 4,5, в осенний – в 10 раз.

Анализ гидробиологических характеристик 2015 г. свидетельствует о некотором снижении антропогенной нагрузки в районе выпуска коммунальных стоков в подледный и весенний периоды.

Результаты гидробиологических наблюдений, проведенных в районе выхода трассы БАМ показали, что в июле численность гетеротрофов (458 кл/мл) была наиболее высокой в западной, а фитопланктона (2574 тыс. кл/л) – в восточной прибрежных зонах. Наименьшие значения численности гетеротрофов (72 кл/мл) и фитопланктона (1035 тыс. кл/л) были отмечены на центральных (реперных) станциях озера.

В сентябре численность гетеротрофов (124 кл/мл) была наиболее высокой в центральной части озера, а фитопланктона (215 тыс. кл/л) на станциях, расположенных у западного берега. Наименьшие значения численности гетеротрофов (36 кл/мл) были отмечены в восточной прибрежной зоне, а численности фитопланктона (144 тыс. кл/л) в центральной части озера.

Средняя численность бактериопланктона была в 3,5 раза, а фитопланктона в 8 раз выше в июле, чем в сентябре.

Биомасса зоопланктона осенью была выше, чем весной. Максимальное значение биомассы – 252 мг/м^3 отмечалось в восточной прибрежной зоне, а минимальное в западной – 156 мг/м^3.

Наиболее загрязненными были приустьевые участки озера в районе рек Тыя, Кичера, численность бактериопланктона в которых составляла 407 – 827 кл/мл.

Таблица 4.2. Поступления веществ с водным стоком притоков оз. Байкал в 2014 г. (числитель) и 2015 г. (знаменатель)

Ингредиенты	Притоки озера			
	р. Селенга с. Кабанск	р. Баргузин п. Баргузин	р. Турка с. Соболиха	р. В. Ангара с. В. Заимка
Взвешенные вещества, тыс. т	953 / 150	123 / 23,9	21,8 / 3,60	159 / 53,7
Органические вещества, тыс. т	182 / 157	24,3 / 24,6	12,7 / 8,90	61,4 / 58,2
Легко-окисляемые органические вещества, тыс. т	33,7 / 27,0	2,76 / 2,10	1,86 / 1,73	6,42 / 8,65
Нефтяные углеводороды, тыс. т	0,45 / 0,30	0,062 / 0,041	0,018 / 0,013	0,220 / 0,148
Смолы+асфальтены, тыс. т	0,15 / 0,15	0,025 / 0,018	0,008 / 0,006	0,062 / 0,072
СПАВ, тыс. т	0,08 / 0,04	0,012 / 0,008	0,005 / 0,003	0,013 / 0,027
Летучие фенолы, т	12 / 11	1,4 / 1,4	0,4 / 0,6	1,8 / 4,0
Водный сток, км^3	19,2 / 14,9	2,82 / 2,13	1,07 / 0,76	6,77 / 6,95

Анализ состояния гидробионтов в северной части озера свидетельствует о сохранении антропогенной нагрузки в этом районе. Наиболее загрязненными являются воды рек Тыя, Кичера, Верхняя Ангара и их приустьевые участки.

4.2.4. Загрязнение воды основных притоков озера

В настоящем разделе дана оценка выноса веществ, в том числе загрязняющих, с водным стоком притоков оз. Байкал – рек Селенга, Верхняя Ангара, Баргузин, Турка, малого северного притока – р. Тыя и ещё 23 изученных малых притоков озера в сравнении с пятилетним периодом 2009–2013 гг.

Водный сток в замыкающих створах указанных крупных притоков озера за 2014–2015 гг. оценен по откорректированным среднемесячным расходам воды.

Величины поступлений веществ через замыкающие створы рек Селенга, Баргузин, Турка, Верхняя Ангара в 2014 и 2015 годах представлены в табл. 4.2.

Река Селенга. В 2015 г. водный сток главного притока оз. Байкал снизился до 14,9 км^3 в 1,3 раза по сравнению с 2014 г. и был в 1,5 раза ниже среднегодового пятилетнего значения – 22,7 км^3 (2009-2013 гг.).

В 2015 г. по сравнению с 2014 г. примерно пропорционально снижению водного стока в замыкающем створе реки снизились величины выноса трудно- и легко-окисляемых органических веществ, нефтепродуктов (по сумме нефтяных углеводородов и смолистых компонентов), вынос СПАВ снизился в 2 раза, жиров – в 2,5 раза до 0,04 тыс. т от 0,10 тыс. т (2014 г.).

В 2015 г. через замыкающий створ поступило соединений меди 33 т (29 т в 2014 г.), цинка – 132 т (182 т), свинца – 19 т (7,7 т), кадмия – 1,5 т. (не выявлен в 2014 г.).

За период 2009-2013 гг. среднегодовые величины выноса соединений металловсоставили: 49 т меди (средневзвешенная концентрация – 2,2 мкг/л), 279 т цинка (12,3 мкг/л), 34 т свинца (1,5 мкг/л), 0,41 т кадмия (0,02 мкг/л).

В 2015 г. по сравнению с 2014 г. вынос соединений свинца повысился в 2,5 раза, но был ниже среднего значения, отмечена тенденция снижения выноса соединений цинка, вынос соединений кадмия возрос почти в 4 раза относительно среднего за период 2009–2013 гг.

Другие реки. По сравнению с периодом 2009–2013 гг. в 2014–2015 гг. на притоках среднего Байкала отмечено снижение водного стока. В 2015 г. водный сток р. Баргузин снизился до 2,13 км^3 от 3,70 км^3 (среднегодовое значение 2009–2013 гг.), р. Турка – до 0,76 км^3 от 1,36 км^3, соответственно, в 1,7 и 2,1 раза. Водный сток р. Верхняя Ангара в 2014-2015 гг. сохранялся примерно на одном уровне – 6,8-6,9 км^3, но был в 1,3 раза ниже среднегодового, равного 9,06 км^3.

В 2015 г. по сравнению с 2014 г. в замыкающих створах рек Баргузин, Турка, Верхняя Ангара (второй по водности приток Байкала) отмечена тенденция снижения величин выноса взвешенных, трудно-окисляемых органических веществ и нефтепродуктов. В 2015 г. в замыкающем створе р. Верхняя Ангара снизились величины выноса – СПАВ до 0,03 тыс. т от 0,07 тыс. т (среднегодовое значение 2009–2013 гг.), летучих фенолов, соответственно до 4 т от 8,2 т, примерно в 2 раза.

Таблица 4.3. Поступления веществ через створ р. Тыя – г. Северобайкальск, 1 км ниже города в 2009–2013 гг. (среднегодовые) и в 2014 г.

Ингредиенты	Годы наблюдений	
	2009–2013 гг.	2014 г.
Взвешенные вещества, тыс. т	4,82	10,4
Трудно-окисляемые органические вещества, тыс. т (ОВ в пересчете с ХПК)	9,95	10,6
Легко-окисляемые органические вещества, тыс. т (по $БПК_5$)	1,72	1,36
Нефтепродукты, т	42	63
в том числе		
нефтяные углеводороды, т	34	51
смолы + асфальтены, т	8	12
СПАВ, т	10	2,0
Летучие фенолы т	1,1	1,2
Водный сток, $км^3$	1,21	1,13

Таблица 4.4. Поступления веществ с водным стоком малых притоков оз. Байкал по данным 2009–2013 гг. (среднегодовые) и в 2014 г.

Год	Водный сток, $км^3$	Взвешенные вещества, тыс. т	Органические вещества, тыс. т	Легко-окисляемые органические вещества, тыс. т	Нефтяные углеводороды, т	СПАВ, т	Летучие фенолы, т
Притоки, впадающие в озеро с территории Иркутской области (13 рек)							
Средний пятилетний	2,31	3,00	18,7	1,78	25,6	0,62	1,73
2014	1,90	2,37	16,5	1,58	24,7	1,82	2,15
Притоки, впадающие с территории Республики Бурятия (10 рек)							
Средний пятилетний	4,30	9,60	32,2	4,25	67,9	9,87	5,12
2014	4,22	12,9	18,9	3,61	50,3	2,04	2,65

Величины поступлений веществ с водным стоком изученных малых притоков рассчитаны по расходам воды, представленных в Государственном водном кадастре и по этой причине представлены в табл. 4.3 и 4.4 с шагом запаздывания в 1 год по сравнению притоками, рассмотренными выше.

В перечень малых притоков, кроме р. Тыя (север) входят ещё 10 рек, впадающих в озеро с территории Республики Бурятия, – Максимиха, Кика, Большая Сухая (средний Байкал), Большая Речка, Мантуриха, Мысовка, Мишиха, Переемная, Выдринная, Снежная (южный Байкал). С территории Иркутской области в озеро впадает 13 рек – Култучная, Похабиха, Слюдянка, Безымянная, Утулик, Харлахта, Солзан, Большая Осиновка, Хара-Мурин, Голоустная, Бугульдейка (южный Байкал), Анга и Сарма (средний Байкал).

4.3. Арктическая зона Российской Федерации

Арктическая зона простирается от западной границы на Кольском п-ве до мыса Дежнева на Чукотском п-ве, на востоке страны и представлена разнообразными природными условиями. Сухопутная Арктическая территория охватывает Кольский п-ов, север – Восточно-Европейской равнины, Урала, Западно-Сибирской равнины, Средней Сибири и Северо-Восток Сибири. В нее входят зоны – арктических пустынь, тундры, лесотундры и частично подзона северной тайги, отсутствующая на севере Уральского и Западносибирского регионов, а также северные части горных областей Северовосточной Сибири (Верхоянский хр., хр. Черского и др.) с горными тундрами и северотаежными лесами. В пределах северного полярного круга формируются арктические, тундровые и мерзлотно-таежные почвы в арктическом, субарктическом и частично умеренном климатических поясах. На основании Указа Президента РФ от 2 мая 2014 г. № 296 “О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации” к сухопутным территориям Арктической зоны Российской Федерации относятся: 1. территория Мурманской области; 2. территория Ненецкого автономного округа; 3. территория Чукотского автономного округа; 4. территория Ямало-Ненецкого автономного округа; 5. территория муниципального образо-

вания городского округа «Воркута» (Республика Коми); 6. территории Аллаиховского улуса (района), Анабарского национального (Долгано-Эвенкийского) улуса (района), Булунского улуса (района), Нижнеколымского района, Усть-Янского улуса (района) (Республика Саха (Якутия); 7. территории городского округа города Норильска, Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района, Туруханского района (Красноярский край); 8. территории муниципальных образований «Город Архангельск», «Мезенский муниципальный район», «Новая Земля», «Город Новодвинск», «Онежский муниципальный район», «Приморский муниципальный район», «Северодвинск» (Архангельская область); 9. Земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане.

Арктика характеризуется суровым климатом с экстремальными колебаниями освещенности (полярная ночь и полярный день) и температуры, коротким летом, снежной и ледовой зимой, сплошным распространением многолетней мерзлоты. Трещиноватая структура поверхности многолетнемерзлых грунтов приводит к широкому развитию болот в Арктике. Арктическая зона имеет холодный слабовлажный климат. Годовое количество осадков 130–200 мм, но основная их часть выпадает в виде снега, даже в теплый период, продолжающийся около двух месяцев. Мощные системы высокого давления в Арктике зачастую обусловливают ясную, холодную погоду в конце зимы и весной. Барометрический максимум формируется зимой над материком, летом над северными полярными морями, поэтому лето сырое и туманное. Облачность составляет 70–90%. Зимой и весной сибирский арктический фронт смещается далеко на юг, захватывая крупные загрязненные районы Евразии.

4.3.1. Особенности климатического режима года

Мониторинг климата приземной атмосферы Северной полярной области (СПО) осуществляется как для области в целом, так и для отдельных ее частей (рис. 4.19) на основе постоянно пополняемой базы приземных метеорологических данных для полярных районов (http://www.aari.nw.ru). Исходными данными послужили данные наблюдений 250 стационарных метеорологических станций, а также данные, поступающие с дрейфующих буев.

Температура воздуха

Для расчета аномалий температуры воздуха, осредненных по территории СПО и территориям климатических районов использован метод оптимального осреднения. Оценки аномалий получены относительно рекомендованного ВМО стандартного базового периода 1961-1990 гг. В качестве сезонов рассматривались: зима (декабрь-февраль), весна (март-май), лето (июнь-август) и осень (сентябрь-ноябрь). За год принимался период с декабря предыдущего года по ноябрь рассматриваемого (среднее за 4 рассмотренных сезона).

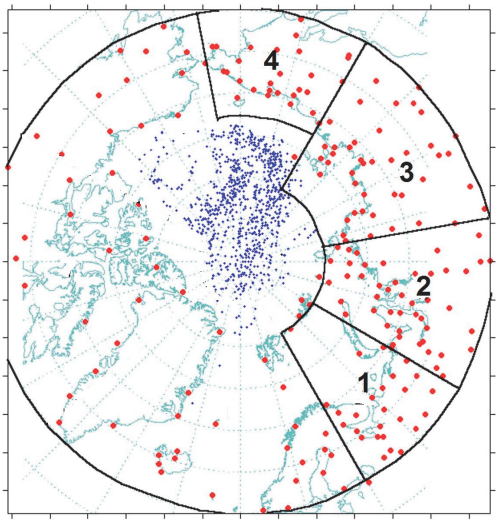


Рис. 4.19. Положение метеорологических станций (красные точки), дрейфующих станций и буев (синие точки) в СПО и границы рассматриваемых районов:
1 – Североевропейский; *2* – Западносибирский; *3* – Восточносибирский; *4* – Чукотский

Значение осредненной по СПО аномалии среднегодовой температуры воздуха в 2015 г. составило 2,2 °С: четвертый из самых теплых лет за период с 1936 г. Наиболее теплым был 2011 г. с аномалией температуры 2,3 °С. Аномалия среднегодовой температуры в широтной зоне 60–70°с.ш., куда в основном входит суша СПО, составила 1,9 °С: максимальная величина в ряду.

Числовые значения регионально осредненных аномалий температуры, наблюдавшихся в 2015 году, по отдельным климатическим районам СПО приведены в табл. 4.5. Более подробные данные для северных и южных частей районов размещены на сайте http://www.aari.ru/main.php.

В 2015 г. году наиболее крупная положительная аномалия температуры в евразийском секторе наблюдалась на территории Западносибирского района (за год, зиму и весну). Летом почти такая же, как в Восточносибирском районе, а осенью распределение аномалий было однородным.

Временные ряды пространственно осредненных аномалий среднегодовой температуры

Таблица 4.5. Аномалии температуры воздуха в 2015 г. (отклонение от нормы за 1961–1990 гг.) для отдельных районов СПО (в среднем за год и сезоны), Δ*T*, °С; *R* – ранг в ряду аномалий за 1936–2015 гг.

Климатический район СПО	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	Δ*T*	*R*	Δ*T*	*R*	Δ*T*	*R*	Δ*T*	*R*	Δ*T*	*R*
Североевропейский	2,4	5	3,0	22	4,1	1	0,2	45	2,2	10
Западносибирский	3,2	3	3,4	15	5,5	2	1,7	3	2,4	18
Восточносибирский	2,4	3	3,2	6	2,7	7	1,1	20	2,8	7
Чукотский	2,0	4	2,8	5	0,7	33	1,8	4	2,7	11

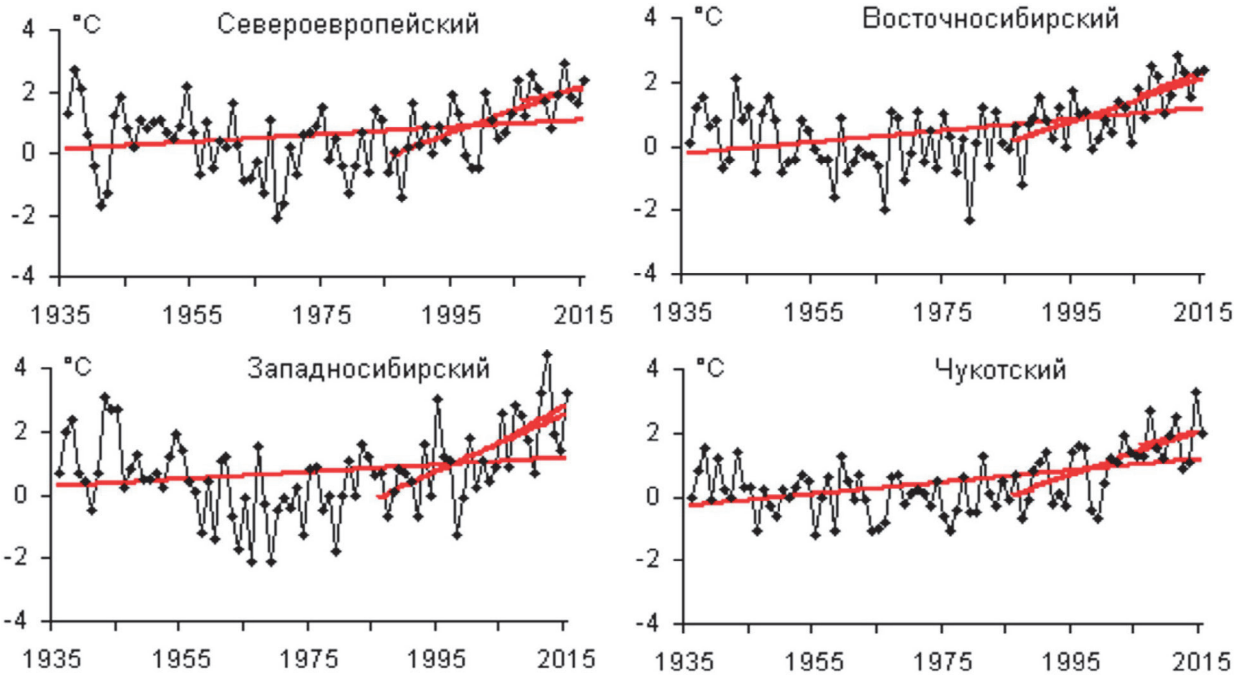


Рис. 4.20. Временные ряды аномалий среднегодовой температуры воздуха для отдельных районов широтной зоны 60–85° с.ш. и районов арктических морей (70–85° с.ш.)

Таблица 4.6. Коэффициенты линейного тренда средней за сезон и за год (декабрь-ноябрь) температуры воздуха за период 1936–2015 гг. по регионам СПО *b*, °С/10 лет – коэффициент линейного тренда, *D*% – вклад тренда в дисперсию

Район, широтная зона	Зима		Весна		Лето		Осень		Год	
	b	***D*%**	***b***	***D*%**	***b***	***D*%**	***b***	***D*%**	***b***	***D*%**
Районы СПО:										
Североевропейский	0,06	5,9	**0,28**	40,9	**0,08**	20,0	0,07	12,2	**0,12**	25,1
Западносибирский	0,00	0,4	**0,30**	32,6	**0,09**	25,9	0,06	8,2	0,11	20,2
Восточносибирский	0,19	23,7	**0,29**	39,2	**0,12**	35,1	0,12	17,2	**0,18**	39,9
Чукотский	0,09	12,1	**0,25**	35,6	**0,18**	52,2	**0,24**	36,7	**0,19**	46,1

Примечание. Жирным шрифтом выделены значения, статистически значимые на уровне значимости 5%.

воздуха для климатических районов СПО, их линейные тренды за весь период с 1936 года, за последние тридцать и десять лет, представлены на рис. 4.20. Характеристики линейного тренда, оцененные по этим рядам за 1936–2015 гг., приведены в табл. 4.6.

В течение 1936–2015 гг. наблюдается статистически значимый (на 5% уровне) положительный линейный тренд среднегодовой температуры в целом для СПО и для отдельных широтных зон (60–70 и 70–85° с.ш.). Линейное (по тренду) повышение температуры воздуха за 80 лет в этих широтных зонах составило 1,20, 1,28 и 1,20 °С соответственно. Значимый годовой тренд потепления прослеживается во всех районах, за исключением Западносибирского. Потепление за 80 лет составляет в районах от 0,88 до 1,92 °С. Для СПО в целом значимый тренд прослеживается во все сезоны года (линейное повышение температуры составило, соответственно, около 1,12, 1,76, 0,96 и 0,96 °С за 80 лет).

В течение последних тридцати лет (1986–

Таблица 4.7. Оценки линейного тренда регионально осредненных сезонных и годовых сумм осадков за период 1936–2014 гг., *b*, мм/10 лет – коэффициент линейного тренда, *D,%* – вклад тренда в полную дисперсию

Район, широтная зона	Холодный период		Теплый период		Год	
	b	***D%***	***b***	***D%***	***b***	D%
Североевропейский (южная часть)	**15,29**	70,6	2,72	18,7	**18,01**	64,6
Западносибирский (южная часть)	**9,03**	59,8	–2,47	17,1	**6,56**	28,0
Восточносибирский (южная часть)	**2,44**	35,2	0,42	4,7	**2,86**	24,0
Чукотский (южная часть)	-0,92	6,1	–0,27	2,1	–1,19	7,8

Примечание. Жирным шрифтом выделены значения, статистически значимые на уровне значимости 5%.

2015 гг.) наблюдался рост температуры во всех регионах СПО. В целом для СПО и во всех районах евразийского сектора линейный рост среднегодовой температуры составил около 2,0 °С за 30 лет (или 0,68 °С/10 лет). В Западно- и Восточносибирском районах с конца 1990-х гг. наблюдалось значительное ускорение потепления.

Атмосферные осадки

Оценка многолетних изменений количества осадков в СПО проводится по тем же климатическим районам, что и для температуры воздуха, но лишь по южным их частям (60–70° с.ш.) (табл. 4.7). За холодный сезон принимается период с октября по май, а за теплый – с июня по сентябрь.

В многолетних изменениях годовых сумм осадков за период 1936–2014 гг. в СПО наблюдается тенденция статистически значимого их увеличения со средней скоростью около 3 мм/10 лет. При этом рост осадков преимущественно отмечается в холодный период года. Наиболее выражен рост осадков в южной части Североевропейского района (15.3 мм/10 лет для осадков холодного периода и 18.0 мм/10 лет для годовых сумм).

Тенденция к убыванию осадков наблюдается в Чукотском районе в течение всего года, хотя вклад ее в общую изменчивость осадков региона невелик.

Оценка отклика древостоев сосны на воздействие метеорологических факторов для Арктического побережья Европейской территории России

Мониторинг отклика древостоев российской Арктики на воздействие метеорологических факторов осуществляется 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. Многолетние ряды наблюдений получены по адаптированной к условиям Российской Федерации методике данной программы, на экополигоне побережья Белого моря – в Комплексном заказнике «Полярный круг» (66°34′ N, 33°08′ E). Кроме того, для получения более полной характеристики трендов состояния лесных экосистем проводились исследования на особо охраняемых природных территориях (ООПТ) севера Европейской территории России (ЕТР): на территории Государственного природного заповедника «Кивач» (62°16′ N, 33°58′ E) и Печоро-Илычского государственного природного заповедника (61°43′–61°53′ N; 56°52′–57°07′ E). Все три ООПТ характеризуются доминированием бореальной флоры, наличием сходных, типичных для севера ЕТР ландшафтов, а также специфически арктической функциональной структурой биогеоценозов.

В рамках указанных работ решался ряд задач МСП КМ – выявление откликов древостоев на воздействие метеорологических факторов, а также обнаружение общих трендов состояния лесных экосистем различных территорий российского севера в современных условиях изменения климата. Объектом измерений служила сосна болотная *Pinus sylvestris L. Var. Nana Pall.*, произрастающая на сфагновых верховых болотах трёх указанных экополигонов в типологически сходных влажных биотопах, характерных для севера ЕТР. Ряды измерений приростов достигали 30 лет.

С целью выявления отклика древостоев на воздействие метеорологических факторов измерялись и затем индексировались линейные годичные приросты сосны. Были использованы ряды метеоданных режимной метеостанции Росгидромета «Кандалакша», а также режимных метеостанций заповедника «Кивач» и Печоро-Илычского заповедника. Показателем отклика сосняков на воздействие метеорологических факторов – осадков и температур – является степень изменчивости годичных линейных приростов (хода роста) и ее связь с вариабельностью указанных метеорологических параметров. Ме-

тодологически исследование проводилось с использованием корреляционного и кластерного анализа.

Величиной, характеризующей отклик сосны северной части ЕТР на воздействие климатических факторов, является амплитуда годичной вариабельности многолетних рядов прироста, характеризуемая стандартным отклонением изучаемой величины. Полученные в ходе анализа стандартные отклонения сходны, амплитуды вариабельности индексов приростов колеблются около одних и тех же значений (табл. 4.8). Диапазон вариации данных практически не различается, что свидетельствует о единообразии количественных параметров изменчивости древостоев сосны.

Таблица 4.8. Показатели изменчивости прироста сосны для влажных биотопов рассматриваемых ООПТ

ООПТ	Стандартное отклонение
Печоро-Илычский заповедник	0,17
Заповедник «Кивач»	0,14
Заказник «Полярный Круг»	0,12

В ходе кластерного анализа (рис. 4.21) выявлено, что ряды приростов сосны заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг» не образуют самостоятельных кластеров, при этом ряды приростов Печоро-Илычского заповедника выделены в отдельный кластер.

Объединение рядов индексов приростов сосны заказника «Полярный круг» и заповедника «Кивач», а также выделение популяций Печоро-Илычского заповедника в отдельный кластер с климатическими условиями трёх рассматриваемых ООПТ. Так, заповедник «Кивач» расположен на границе западной подобласти Атлантико-арктической области и северо-западной подобласти Атлантико-континентальной лесной области умеренного пояса; заказник «Полярный круг» — в западной подобласти Атлантико-арктической области умеренного пояса, а Печоро-Илычский заповедник находится в северо-восточной подобласти Атлантико-континентальной лесной области умеренного пояса. Таким образом, ООПТ «Кивач» и «Полярный круг» расположены в практически одинаковых климатических условиях, в Атлантико-арктической области, и произрастающие там популяции сосны демонстрируют сходные отклики на воздействие климатических факторов. При этом древостои сосны болотной Печоро-Илычского заповедника, который располагается в Атлантико-континентальной лесной области, характеризуются несходной с древостоями других ООПТ реакцией на влияние атмосферных явлений.

Данный вывод подтверждается результатами корреляционного анализа степени сопряженности осредненных по каждой ООПТ рядов индексированных приростов (табл. 4.9).

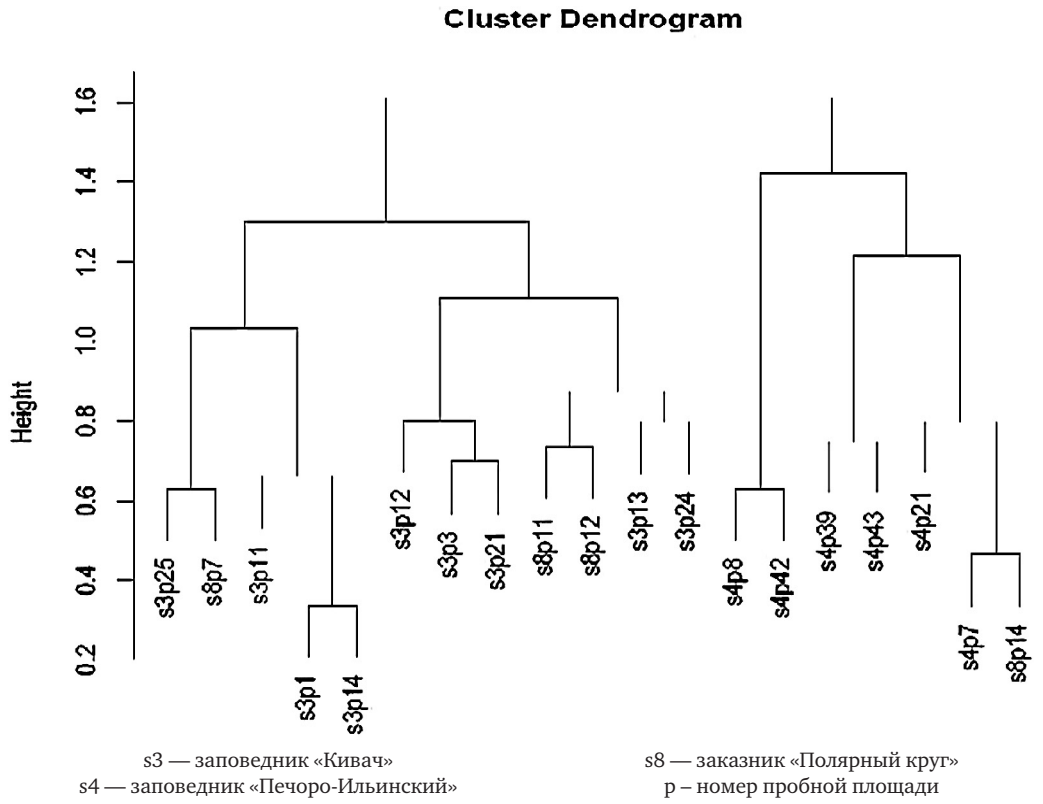


Рис. 4.21. Различие ходов роста сосны болотной изучаемых ООПТ Севера Европейской территории России

Таблица 4.9. Степень сходства индексированных рядов линейного прироста подроста сосны на изучаемых ООПТ

ООПТ	Коэффициент корреляции (доверительные интервалы для $P = 0{,}90$)
Заказник «Полярный круг» – Печоро-Илычский заповедник	0,1
Заказник «Полярный круг» – заповедник «Кивач»	0,26
Печоро-Илычский заповедник – заповедник «Кивач»	–0,39

Полученный отрицательный значимый коэффициент корреляции для пары «Печоро-Илычский заповедник — заповедник «Кивач» ($R = -39$) соответствует результатам кластерного анализа (рис. 4.21). Причиной этого явления, как было указано выше, является расположение Печоро–Илычского заповедника в Атлантико-континентальной лесной области (в то время как ООПТ «Кивач» и «Полярный круг» находятся в иной — Атлантико-арктической области). Следовательно, климатические условия произрастания сосны в Печоро–Илычском заповеднике отличны от метеоусловий в двух других ООПТ.

Результаты ранее проведенных исследований позволили сделать выводы о лимитирующей роли осадков предыдущего года (по отношению к году измерения) для линейного прироста сосны. На основании результатов указанных исследований в качестве показателя сходства или различия откликов сосны трех изучаемых ООПТ на воздействие метеоусловий была рассмотрена степень зависимости рядов приростов от рядов сумм осадков вегетационного сезона (апрель-сентябрь) предыдущего года. Результаты корреляционного анализа представлены в табл. 4.10.

Древостои не показывают сходной сопряженности с количеством осадков. Общеизвестно, что положительные аномалии количества осадков снижают численные значения приростов, произрастающих в условиях избыточного увлажнения. Значимая отрицательная зависимость получена лишь для рядов приростов Печоро-Илычского заповедника ($R = -0{,}54$). Данная корреляция в рассматриваемом регионе объясняется особенностями развития древостоев влажных биотопов.

Результаты выполненных ранее исследований показывают, что коэффициенты корреляции рядов приростов и рядов значений аномалий метеопараметров на территории России могут достигать 0,8. Однако для арктических древостоев сосны болотной подобных тесных связей не выявлено. Воздействие климатических факторов объясняет лишь часть вариабельности характеристик линейных приростов; не менее значимой причиной изменчивости являются локальные факторы, включающие биотические связи, а также геоморфологические и эдафические условия, что иллюстрирует отсутствие корреляции между параметрами изменчивости рядов приростов заповедника «Кивач» и заказника «Полярный круг». Климатические и локальные причины (формирующие т.н. «шум») изменчивости выступают по отношению друг к другу как маскирующие факторы, затрудняющий выделение искомых взаимосвязей.

Подобные закономерности следует учитывать при оценке и выявлении трендов состояния лесных экосистем Севера Европейской части РФ в рамках Международной совместной программы комплексного мониторинга (МСП КМ), что позволит точнее прогнозировать изменения состояния биогеоценозов региона в соответствии с вероятными сценариями изменения климата, разработанными специалистами Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК).

Водные ресурсы

Водные ресурсы бассейнов репрезентативных рек Арктической зоны Российской Федерации (наблюдённый годовой сток рек) в 2015 году в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений 2014 года (табл. 4.11).

В Арктической зоне Кольского полуострова, в бассейнах относительно крупных рек – Туломы, Поноя и Варзуги, в 2015 году характер водности изменился по сравнению с 2014 годом. При этом сток Варзуги (южный склон) и Туломы

Таблица 4.10. Зависимость рядов прироста трёх исследуемых ООПТ от сумм осадков вегетационного сезона предыдущего года

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

Таблица 4.11. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2015 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Тулома	21,5	7,11	7,57	6,5
Поной	15,5	5,31	5,02	–5,5
Варзуга	9,84	3,06	3,70	20,9
Северная Двина	357	101,0	86,1	–14,8
Мезень	78	27,2	19,8	–27,2
Печора	322	129,0	179,6	39,2
Обь	2990	405,0	539,3	33,2
Енисей	2580	635,0	686,1	8,0
Хатанга	364	109	135,7	24,5
Анабар	100	16,3	19,6	20,2
Оленёк	219	34,4	38,6	12,2
Лена	2490	537,0	577,7	7,6
Яна	238	30,8	35,0	13,6
Индигирка	360	54,7	35,6	–34,9
Колыма	647	131,0	116,9	–10,8
Анадырь	191	59,7	58,7	–1,7

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

(северный склон) превысил норму, соответственно, на 20,9% и 6,5% (против 2,1%, и 11,5% в 2014 году). В противоположность этому, сток Поноя (восточный склон) снизился от значения, превышающего норму на 6,0%, до значения ниже нормы на 5,5%.

В бассейнах крупнейших рек европейской части Арктической зоны Российской Федерации – Северной Двины, Мезени и Печоры характер водности и её изменения также различались. В бассейнах Северной Двины и Мезени продолжилось снижение водности, начавшееся в 2013 году. Водность этих рек в 2015 году была ниже нормы, соответственно, на 14,8% и 27,2%. На крупнейшей реке Севера Европы – Печоре – превышение нормы, наблюдавшееся с 2014 года, достигло аномально высокого значения 39,2%.

В бассейнах крупнейших рек азиатской части Арктической зоны Российской Федерации – Оби, Енисея, Лены, Хатанги, Анабара, Оленёка, Яны, Индигирки, Колымы и Анадыря – характер водности и её изменения были весьма разнообразными.

В бассейне р. Оби, одной из крупнейших рек Сибири, продолжалась фаза повышенной водности, начавшаяся в 2014 году. В 2015 году сток Оби превысил норму на 33,2%.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек – Енисея и Лены наблюдались противоположно направленные изменения водности – снижение и рост. Если в бассейне Енисея снижение было незначительным (8,0% против 10,3%) и повышенная водность сохранилась, то в бассейне Лены рост водности был более существенным, что привело к изменению её характера: пониженная водность, близкая к норме (3,1%), наблюдавшаяся в 2014 году, превысила норму на 7,6%.

В бассейнах Хатанги, Анабара и Оленёка сохранилось состояние высокой водности, сформировавшееся в 2014 году. Превышения нормы для этих рек составили, соответственно, 24,5%, 20,2% и 12,2%, что несколько ниже показателей 2014 года (32,4%, 28,4% и 34,0%).

В бассейне Яны произошло изменение характера водности: она возросла до значения, превышающего норму на 13,6%, от значения ниже нормы на 9,8% в 2014 году.

В бассейне Индигирки продолжалась фаза низкой водности, начавшаяся в 2007 году. При этом сток Индигирки дополнительно снизился до значения ниже нормы на 34,9% против 27,7% в 2014 году.

В бассейне Колымы сток реки, аномально высокий в 2014 году (с превышением нормы 50,9%), резко понизился до 10,8% ниже нормы, положив конец фазе высокой водности, начавшейся в 2010 году.

В бассейне Анадыря – крупнейшей реки Чукотского автономного округа, сток, начиная с 2011 года, превышал норму. Тем не менее, в 2015 году он приблизился к норме в результате снижения, начавшегося в 2014 г.

Таблица 4.12. Среднемесячные значения ОСО над Арктикой в 2015 г.

Станция	Месяц							
	2	3	4	5	6	7	8	9
Мурманск	377	380	427	388	370	342	391	284
Тикси	423	413	478	416	370	326	298	292
Оленек	415	403	456	414	355	321	312	297
о. Котельный	-	411	476	411	357	319	301	275

Таблица 4.13. Среднемесячные значения ОСО на ст. Тикси в 2013–2015 гг.

Год	Месяц								
	2	3	4	5	6	7	8	9	10
2015	423	413	478	416	370	326	298	292	-
2014	388	384	417	398	337	313	296	311	309
2013	435	440	442	379	358	315	312	291	330

4.3.2. Комплексная оценка состояния и загрязнения окружающей среды в Арктической зоне Российской Федерации

Состояние озонового слоя над Арктическими районами РФ в 2015 г.

В 2015 году наблюдения за общим содержанием озона (ОСО) над арктическими районами осуществлялись на четырех озонометрических станциях, расположенных севернее полярного круга: Мурманск (68°58′ с.ш.), Тикси (71°35′ с.ш.), Оленек (68°30′ с.ш.), о. Котельный, (76°00′ с.ш).

Как и остальные озонометрические станции Росгидромета, арктические станции входят в озонную сеть ГСА ВМО. Результаты измерений ОСО передаются в Мировой центр данных по озону и ультрафиолетовой радиации (WOUDC).

Среднемесячные значения общего содержания озона (ОСО) в 2015 году приведены в табл. 4.12. Ввиду того, что измерения ОСО выполняются при высоте Солнца над горизонтом выше 5°, приведены данные ОСО на этих станциях с февраля по сентябрь.

Для оценки межгодовых изменений ОСО в Арктике в последние 3 года приведены результаты измерений ОСО на ст. Тикси (табл. 4.13).

Следует отметить, что поле озона в Арктике характерно значительными меридиональными различиями. На станциях Восточной Арктики, как правило, содержание озона значительно выше чем на станциях Западной Арктики.

Ионный состав атмосферных осадков в Заполярье

По климатическим особенностям регион Заполярья разделяют на три сектора:

- Атлантический (от западной границы до предгорий Полярного Урала), на территории которого расположены станции Зареченск, Падун, Мурманск, Краснощелье, Мудьюг, Архангельск, Северодвинск, Онега, Сура, Ухта и Нарьян-Мар;
- Сибирский (восточнее Полярного Урала до северной части бассейна реки Лены) с пунктами Уренгой, Диксон, Туруханск, Норильск, Полярный, Жиганск, Кюсюр, Тикси и Туруханск;
- Тихоокеанский с пунктами Депутатский, Усть-Мома и Палатка.

Туруханск с 1962 года был выбран в качестве фоновой станции BAPMoN WMO, в дальнейшем Глобальная служба атмосферы (ГСА) ВМО.

2015 год, как и прошлые годы, характеризуется постепенным уменьшением с запада на восток годовой суммы осадков, что само по себе приводит к росту минерализации и колебаниям величины pH. За период 2009–2015 гг. максимальные годовые значения суммы осадков составляли 627 мм в Атлантическом, 475 и 380 мм в Сибирском и Тихоокеанском секторах соответственно.

Обобщённые характеристики ионного состава осадков (удельная электропроводность k и величина pH), а также средневзвешенные годовые концентрации ионов по ежемесячным данным 2015 г. представлены в табл. 4.14.

Средняя за год сумма ионов в секторах с запада на восток колеблется в интервалах 4,2–18 мг/л; 5,5–121 мг/л и 9,5–15 мг/л. Повсюду в Заполярье резко преобладают сульфаты и гидрокарбонаты, составляя от 50% (Атлантический сектор) до 65% суммы ионов (Сибирский сектор). Повышенное содержание хлоридов обусловлено близостью моря, наличие которых указывает на бóльшую или меньшую континентальность станции. Из катионов превалируют кальций и натрий, однако на отдельных станциях заметно более высокое содержание магния.

Величина pH изменяется от 5,1 (Атлантический сектор) до 6,6 (Сибирский сектор) с абсолютно максимальной кислотностью осадков 63,1 мкг/л (pH = 4,2) в Атлантическом секторе. На Кольском полуострове за 10 лет максимальная кислотность осадков уменьшилась примерно в 5 раз (величина pH возросла с 3,5 до 4,2).

Таблица 4.14. Средняя за год концентрация ионов по секторам и в наиболее загрязнённых пунктах Заполярья, 2015 г.

Сектор и станции	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	$NH4^+$	Na^+	K^+	Ca^+	Mg^+	M	pH	*k*, мкСм/см
	мг/л											
Атлантический сектор	2,8	1,8	0,9	2,1	0,2	0,9	0,6	1,2	0,3	10,8	5,8	25,2
Сибирский сектор	13,4	2,6	0,7	7,1	0,6	1,7	1,0	2,0	2,5	31,6	6,1	70,7
Тихоокеанский сектор	3,6	0,7	0,8	2,7	0,4	0,5	0,4	0,9	0,3	10,3	5,8	24,6
Мурманск	4,7	4,1	0,3	1,4	0,5	1,5	0,6	2,0	0,3	15,4	5,5	35
Диксон	7,5	9,4	1,6	8,7	0,3	5,8	1,3	2,3	1,4	38,3	6,5	132,1
Норильск	77	2,7	0,8	12,0	2,5	3,3	3,7	8,3	10,6	121	6,6	248,9
Кюсюр	7,8	3,8	0,3	16,5	1,1	1,0	1,1	1,2	3,6	36,4	6,5	65,9
Усть-Мома	4,3	0,8	0,7	2,8	0,5	0,5	0,5	1,0	0,2	11,3	6,2	29,6

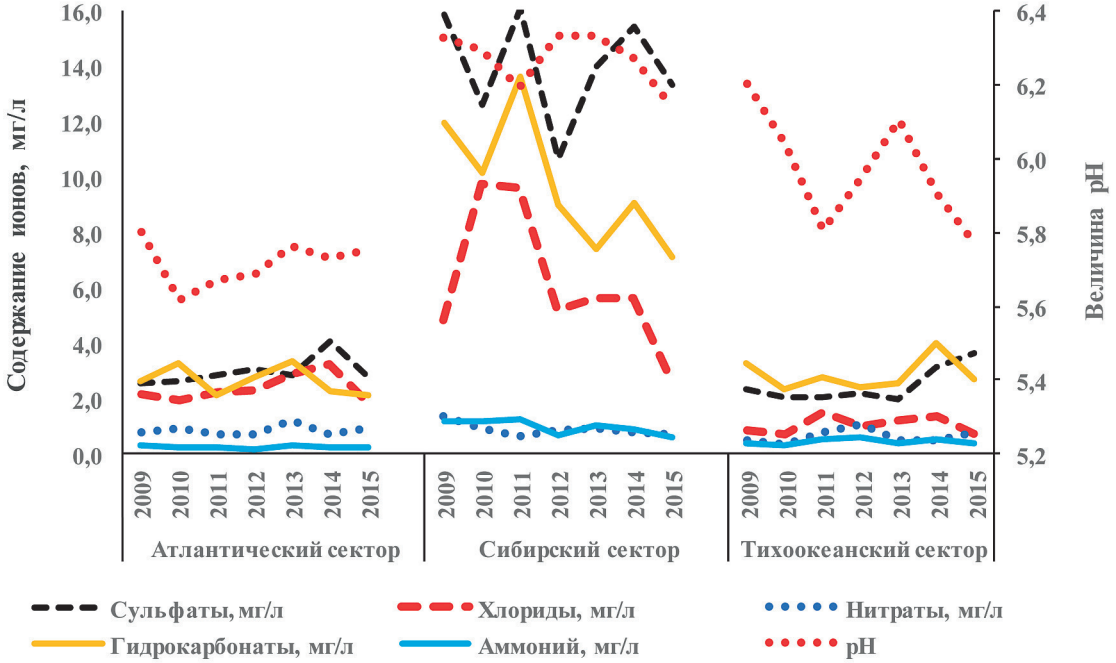


Рис. 4.22. Ход изменения со временем концентрации ионов и величины pH в осадках по секторам Заполярья, 2009–2015 гг.

Представленный на рис. 4.22 временной ход концентрации ионов в Заполярье указывает на сравнительно небольшие различия их качественного и количественного состава в Атлантическом и Тихоокеанском секторах. В тоже время в Атлантическом секторе все годы устойчиво преобладают нитраты над аммонийным азотом. Сибирский сектор выделяется не только повышенным содержанием сульфатов, гидрокарбонатов и хлоридов, но и заметной временно́й тенденцией к снижению загрязнения осадков.

В табл. 4.15 приводится величина влажных выпадений ($P = Cq$, где C–концентрация в мг/л, q–сумма осадков в мм) серы, хлоридов, азота и суммы ионов. Несмотря на небольшое количество осадков, влажные выпадения в Сибирском секторе могут достигать заметной величины, до 2 т/км^2 серы и 14 т/км^2 суммы ионов P (M). В Норильске выпадение серы (S) с осадками почти в 5 раз превышает предельно допустимую норму (2 т/км^2). В Заполярье всюду, за исключением ЕТР, серы выпадает в 2–6 раз больше чем суммарного азота ($\sum$N), а нитратного азота (N(O)) меньше чем аммиачного (N(H)).

Больше всего с осадками в Заполярье выпадает хлоридов, затем серы и суммарного азота. Сибирский сектор, выделяясь бо́льшим количеством выпадающих веществ, имеет однако более слабую тенденцию (по сравнению с концентрацией ионов) к уменьшению их со временем. Суммарные выпадения всюду следуют за ходом преобладающего иона и на них меньшее влияние оказывает сумма осадков (рис. 4.23).

Влияние загрязненных воздушных масс Норильска распространяется на большие расстояния. На рис. 4.24 приводится годовой ход концентрации сульфатов в осадках Норильска и Туруханска. Использованы среднемесячные данные за 2011–2015 гг. Станция фонового мониторинга Туруханск расположена примерно

Таблица 4.15. Выпадения ионов с осадками в Заполярье, 2015 г.

Сектор и станция	S	Cl	N(O)	N(H)	∑N	P(M)
	т/км^2					
Атлантический сектор	0,52	1,04	0,12	0,11	0,22	6,0
Сибирский сектор	1,93	1,14	0,07	0,21	0,28	13,7
Тихоокеанский сектор	0,42	0,25	0,06	0,11	0,17	3,6
Норильск	9,95	1,05	0,07	0,76	0,83	47,1

Таблица 4.16. Химический состав атмосферных осадков в Арктическом бассейне по средним за год значениям, 2006–2015 гг.

Компонент	Заполярье							СП-35
	Атлантический		Сибирский			Тихоокеанский		
	сектор	Падун	сектор	Норильск	Туруханск	сектор	Палатка	
q, мм	618	530	485	470	640	310,2	462	200
SO_4^{2-}, мг/л	2,7	2,0	12,1	90	2,2	1,5	2,1	1,2
Cl^-, мг/л	3,4	1,1	10,8	5,1	0,8	0,8	0,7	14,8
HCO_3^-, мг/л	2,4	0,1	8,4	23,4	3,6	3,3	2,7	0,9
Na^+, мг/л	1,7	0,4	4,8	1,0	0,8	0,6	0,4	5,3
Ca^+, мг/л	1,2	0,4	2,2	7,6	0,5	0,7	1,1	1,6
M, мг/л	11,4	4,0	38,3	127	7,9	6,9	7,0	23,8
k, мкСм/см	28	15	103	301	19	19	13	55
$pH_{ср}$	5,5	4,7	6,3	7,3	6,2	6,1	5,7	5,6
$pH_{мин}$	3,2	3,3	4,0	4,1	3,9	4,0	3,5	4,7

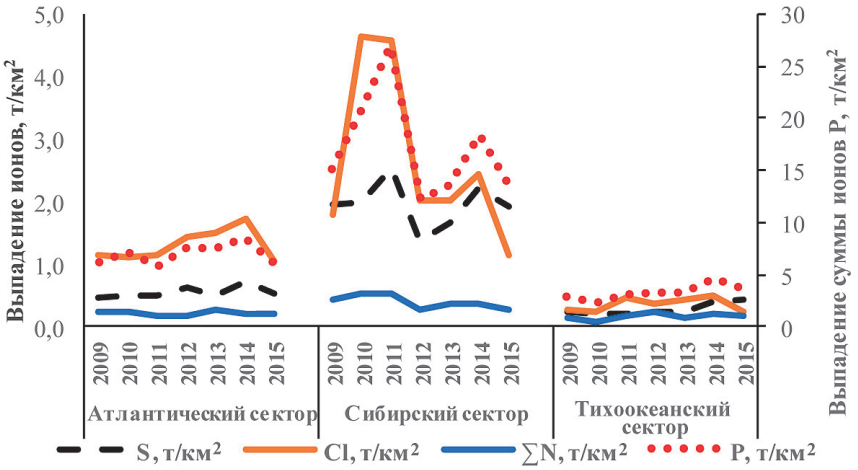


Рис. 4.23. Временной ход выпадений с осадками серы, хлоридов, азота и суммы ионов по секторам Заполярья, 2009–2015 гг.

в 500 км южнее Норильска, в районе которого преобладающие направления переноса воздушных масс западное — зимой и северо-западное — летом. В среднем же перенос воздуха носит муссонный характер: с моря на сушу в летний период и с континента в Центральную Арктику в зимний период. В этих условиях наибольшее влияние загрязненных воздушных масс Норильска отмечается весной, то есть в период перестройки циркуляции воздуха. В холодный период взаимосвязь выпадений сульфатов с осадками на станциях Норильск и Туруханск значительно слабее или полностью отсутствует.

Обобщенная характеристика основных показателей ионного состава атмосферных осадков Заполярья приводится в табл. 4.16. Для сравнения представлены также результаты измерений состава осадков в Центральной Арктике на дрейфующей льдине СП-35 (2007 и 2008 годы). В таблице рядом с данными по секторам размещены средние значения ближайших условно фоновых станций.

Результаты наблюдений свидетельствуют об устойчивом снижении содержания сульфатов, на 30–40% по секторам. Содержание гидрокарбонатов уменьшилось в 1,2 раза в Атлантическом секторе, на 20% в Тихоокеанском

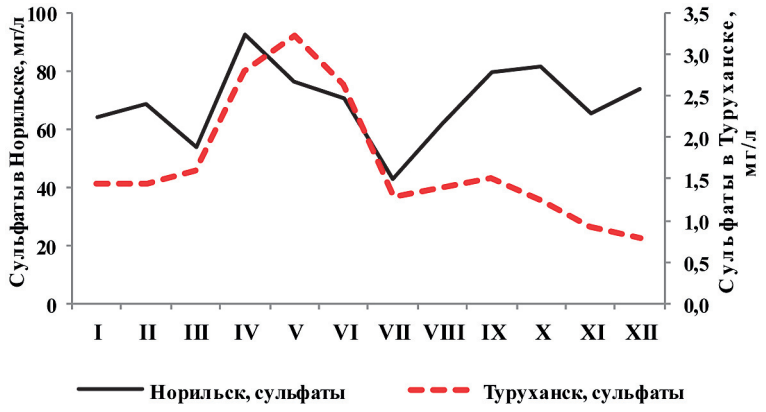


Рис. 4.24. Годовой ход концентрации сульфатов в Норильске и Туруханске, 2011–2015 гг.

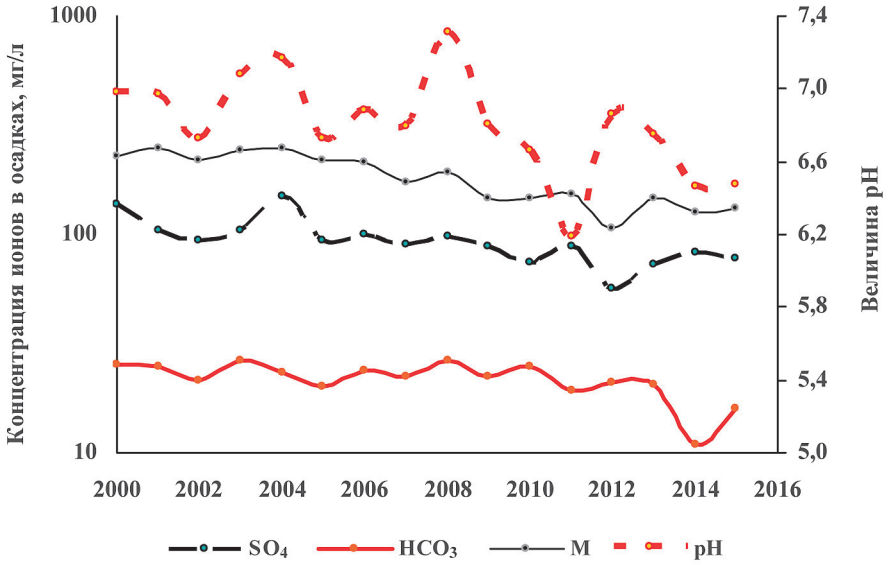


Рис. 4.25. Ход изменений со временем концентрации сульфатов, гидрокарбонатов, суммы ионов и величины pH в Норильске, 2000–2015 гг.

секторе и почти на 15% – в Сибирском секторе. Изменение содержания нитратных и аммиачных соединений азота происходит синхронно во всех секторах и количественно практически не отличаются от средних значений по Российской Федерации. Таким образом, в среднем, загазованность и запыленность в Атлантическом, Сибирском и Тихоокеанском секторах Арктики стала меньше, а в Сибирском секторе проявляется устойчивая тенденция к уменьшению со временем.

Все приведенные показатели (табл. 4.16, рис. 4.25) ионного состава осадков в Норильске имеют значимую тенденцию к уменьшению своей величины со временем. Для сульфатов, гидрокарбонатов и суммы ионов — это снижение составляет около 50% за 16 лет. Отмечается редкое явление когда, в общем-то, нейтральные или слегка щелочные осадки (максимальное значение pH = 7,3) перешли в подкисленные. Такое состояние, по-видимому, могло возникнуть при уменьшении запылённости воздуха (карбонаты, гидрокарбонаты и оксиды металлов) по сравнению с его загазованностью (оксиды серы и азота).

Средние концентрации основных ионов осадков Центральной Арктики приведены в табл. 4.16 (СП-35), из которой следует, что уровни качественного и количественного состава осадков в Центральной Арктике сравнимы с данными континентального Заполярья. Величину минерализации определяют осадки, собранные за месяц в холодный период. Отобранные в тёплый период пробы представляют собой по основным компонентам дистиллированную воду при сумме ионов 1,2–3,0 мг/л. Однако по содержанию микроэлементов эти осадки относятся к глубоко урбанизированным и сопоставимы с осадками в районе Норильска. Сумма концентраций железа, цинка и меди близка к 50 мкг/л, свинца и кадмия превышает ПДК. Особенно высокое содержание в осадках никеля – 140 мкг/л, что в 5 раз превышает ПДК. Содержание никеля составляет примерно 7–10% суммы ионов.

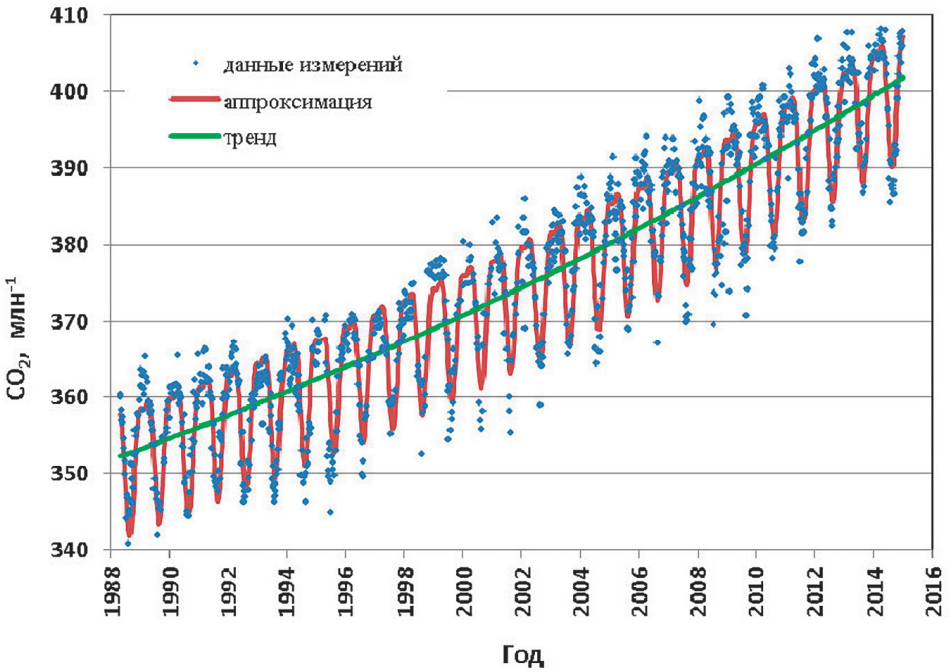


Рис. 4.26. Результаты измерений на станции Териберка

Содержание CO_2 и CH_4 в Арктической зоне РФ

Как показывают результаты измерений, представленные в Мировой центр данных по парниковым газам (http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdcgg/) различными национальными программами, фоновая концентрация CO_2 и CH_4 в широтном поясе от 60° с.ш. до 90° с.ш. практически не меняется с широтой.

Концентрации парниковых газов в этом поясе, в том числе в Арктической зоне РФ, обусловлены наличием крупномасштабных источников, что отражают данные измерений, выполняемые на отдельных станциях. В Арктической зоне РФ наблюдения за содержанием парниковых газов проводятся на трех станциях – Териберка, Новый порт и Тикси. Их характеристики и тенденции изменения концентрации парниковых газов, получаемые на этих станциях, представлены в разделе 2.2.2 Обзора. Наиболее длительный ряд наблюдений получен на станции Териберка (рис. 4.26).

Значения концентраций CO_2 и CH_4, получаемых на станциях РФ, представлены в табл. 4.17 и на рис. 4.27 в сравнении с данными станции Барроу (71,32° с.ш., 156,6° з.д.) Национальной Администрации по Океану и Атмосфере США (НОАА, США). Данные этой станции доступны для общего пользования только по 2014 г., поэтому сравнения ограничиваются указанным годом.

Как следует из табл. 4.26, концентрации CO_2 и CH_4, регистрируемые на станции Териберка, незначительно отличаются от данных станции Барроу. На станции Тикси наблюдается значительное превышение концентрации метана, в основном, в периоды наиболее интенсивной природной эмиссии метана от увлажненной территории (июль-сентябрь) (см. раздел 2.2.2 Обзора). Месторождения природного газа, расположенные в окрестностях станции Новый

Таблица 4.17. Сравнение концентрации парниковых газов для российских станций и станции Барроу (НОАА, США)

Период осреднения	Среднегодовые значения концентрации				Среднее превышение относительно станции Барроу	
	2014	2015	2014	2015	Весь период измерений	
	CO_2, млн$^{-1}$	CO_2, млн$^{-1}$	CH_4, млрд$^{-1}$	CH_4, млрд$^{-1}$	CO_2, %	CH_4, %
Териберка	400,4	401,8	1914,1	1923,8	0,1	0,4
Тикси	400,6	403,0	1931,4	1941,8	0,2	0,8
Новый Порт	403,9	408,5	1971,1	2017,7	1,3	4,4
Барроу	400,0		1914,9			

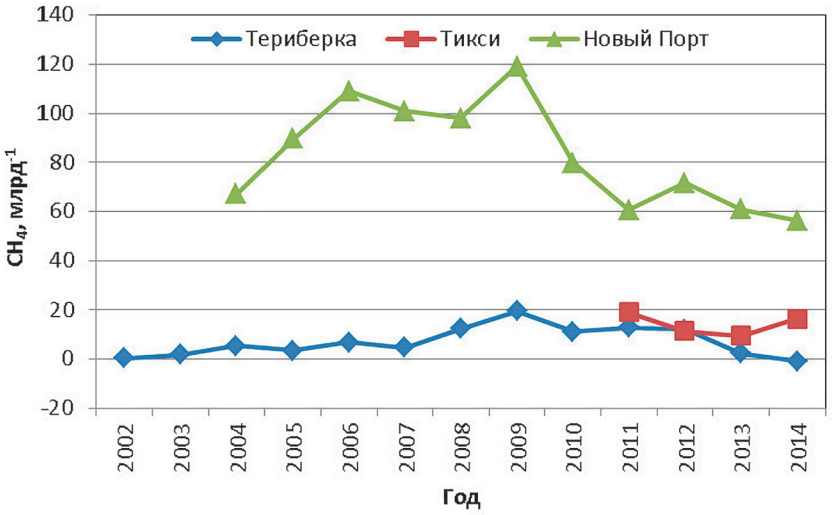


Рис. 4.27. Превышение концентрации метана на станциях Арк тической зоны РФ по отношению к станции Барроу (НОАА, США)

Порт (расстояние 80–250 км), влияют на рост концентрации CH_4, достигающий в зимний период 150 млрд$^{-1}$, а также CO_2 (до 10 млн$^{-1}$). Рис. 4.27 демонстрирует изменение со временем превышения концентрации метана на станциях Арктической зоны РФ по отношению к станции Барроу (НОАА, США).

Таким образом, концентрации CO_2 и CH_4, регистрируемые на станциях в Арктической зоне РФ, обусловлены наличием крупномасштабных источников парниковых газов. Увлажненные территории в окрестностях станции Тикси, а также возможное высвобождение метана из других природных источников приводит к повышенному в среднем на 0,8% уровню концентрации метана по отношению к данным станции Барроу. Рост по сравнению с фоновым уровнем значений концентраций CH_4 (на 4,4%) и CO_2 (на 1,3%) на станции Новый Порт обусловлен, главным образом, влиянием техногенной эмиссии парниковых газов с территории основных газовых месторождений Западной Сибири. Данные станции Териберка представляют фоновые значения, близкие к данным станции Барроу.

Загрязнение атмосферного воздуха арктических территорий России стойкими органическими загрязняющими веществами (СОЗ)

С 2014 г. возобновлен мониторинг СОЗ в атмосферном воздухе на Арктическом побережье РФ – п. Амдерма и Тикси. Перечень определяемых веществ включает все соединения, внесенные в ограничительный список Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, в том числе пестициды, полихлорированные бифенилы, токсафены, бромированные антипирены и т.д.

Результаты наблюдений показывают, что с 2010 г. заметного снижения концентраций токсикантов не произошло. Так, уровни суммарного содержания конгенеров ПХБ в атмосфере на станции Амдерма составляли от 30 до 180 пг/м^3. Снижение концентраций наблюдается в зимний период при сплошном снежном покрове.

В атмосферном воздухе идентифицируются все виды пестицидов, внесенных в Стокгольмский список, в том числе, не применяемые и не производимые не территории РФ или СССР. При этом максимальные концентрации, не смотря на запрет применения, наблюдаются для пестицидов группы ГХЦГ (от 10 до 45 пг/м^3), ДДТ и его метаболитов (от 10 до 40 пг/м^3). Концентрации *цис*- и *транс*-Хлорданов были зафиксированы на уровнях 0,8–3 пг/м^3, *цис*- и *транс*-Нонахлоров – 0,3–3,5 пг/м^3, Оксихлордан – от 0,2 до 3 пг/м^3. Следует отметить, что в воздухе были зарегистрированы галогенированные токсичные соединения, наблюдения за содержанием которых ранее не проводилось, например, Октахлорстирол (от 2 до 10 пг/м^3), Пентахлоранизол (от 0,5 до 4 пг/м^3), Терахлорвератрол (от 0,2 до 3 пг/м^3). Данные вещества являются потенциальными кандидатами для внесения в расширенный перечень списка Стокгольмской конвенции.

Токсичные конгенеры пестицида Токсафен (Полихлорпинен), широко применявшегося в СССР в 60-80 годы прошлого века, регистрировались на уровнях 0,007 – 0,1 пг/м^3.

Суммарное содержание полибромированных дифениловых эфиров (ПБДЭ), внесенных в Стокгольмский список, было отмечено во все сезоны года на уровне 0,02 – 0,35 пг/м^3.

Содержание в атмосфере полиароматических углеводородов (ПАУ) зависит от времени года, температуры и наличия снежного покро-

ва. Так, содержание бенз(а)пирена колебалось от 0,01 до 0,9 пг/м^3. Концентрации менее конденсированных ПАУ, содержание которых в атмосферном воздухе не нормируется в РФ (Фенанатрен, Флюорантен, Пирен, Хризен и т.д), колебались в разные сезоны года на уровнях от 0,3 до 1200 пг/м^3

Кислотность атмосферных осадков и атмосферные выпадения серы и азота в Арктической зоне Российской Федерации по данным сети наблюдений за загрязнением снежного покрова в 1990–2015 гг.

Мониторинг химического состава снежного покрова (ХССП) в пределах материковой части Арктической зоны (АЗ) РФ (рис. 4.28) осуществлялся в рамках общей системы наблюдений за загрязнением снежного покрова с начала 1980-х гг. В 2015 г. в пределах Северного полярного круга наблюдения осуществлялись на 71 пункте (ПН). В настоящем разделе рассматриваются результаты мониторинга ХССП, полученные за период 1990–2015 гг. на 78 ПН, расположенных в границах АЗ (рис 4.28). Показателями ХССП, характеризующими антропогенное загрязнение атмосферных осадков являются кислотность (pH) и интенсивность выпадений серы P_S и азота P_N (кг/км^2 мес.) на площадь АЗ. Методология систематизации, обработки и представления результатов мониторинга ХССП на всей территории России была достаточно детально изложена в Обзорах за 2013 и 2014 гг.

Распределение показателей pH, P_S и P_N в пределах АЗ по данным наблюдений в 2015 г. на всей территории РФ и Мурманской обл. представлено на рис. 4.29, 4.30, 4.31, 4.33. Динамика во времени (тренды) показателей загрязнения снежного покрова pH, P_S и P_N на площади материковой части АЗ РФ была получена с помощью регрессионного анализа временных рядов этих показателей за период наблюдений 1990–2015 гг.

Для выполнения регрессионного анализа из полной базы данных мониторинга ХССП за период 1990–2015 гг. были отобраны ПН, в которых число n наблюдений за этот период хотя бы одного из трех рассматриваемых показателей pH, P_S и P_N (далее для простоты – показателя P) удовлетворяло условию $n > 5$. Для каждого ПН$_j$ из этой выборки для оценки временного тренда изменения показателя P строилась линейная регрессия:

$$P_j(t) = b_j t + a_j, \qquad (1)$$

где $P_j(t)$ – расчетное значение показателя P по наблюдениям на ПН$_j$; t – время в пределах рассматриваемого периода наблюдений, лет; b_j и a_j – коэффициенты линейной регрессии, определяемые по методу наименьших квадратов.

Таким образом, скорость изменения показателя P_j во времени по наблюдениям в j-м ПН характеризуется коэффициентом линейного тренда b_j в уравнении (1).

Расчеты линейных трендов b_j были выполнены для всех ПН в пределах материковой части

Рис. 4.28. Арктическая зона Российской Федерации

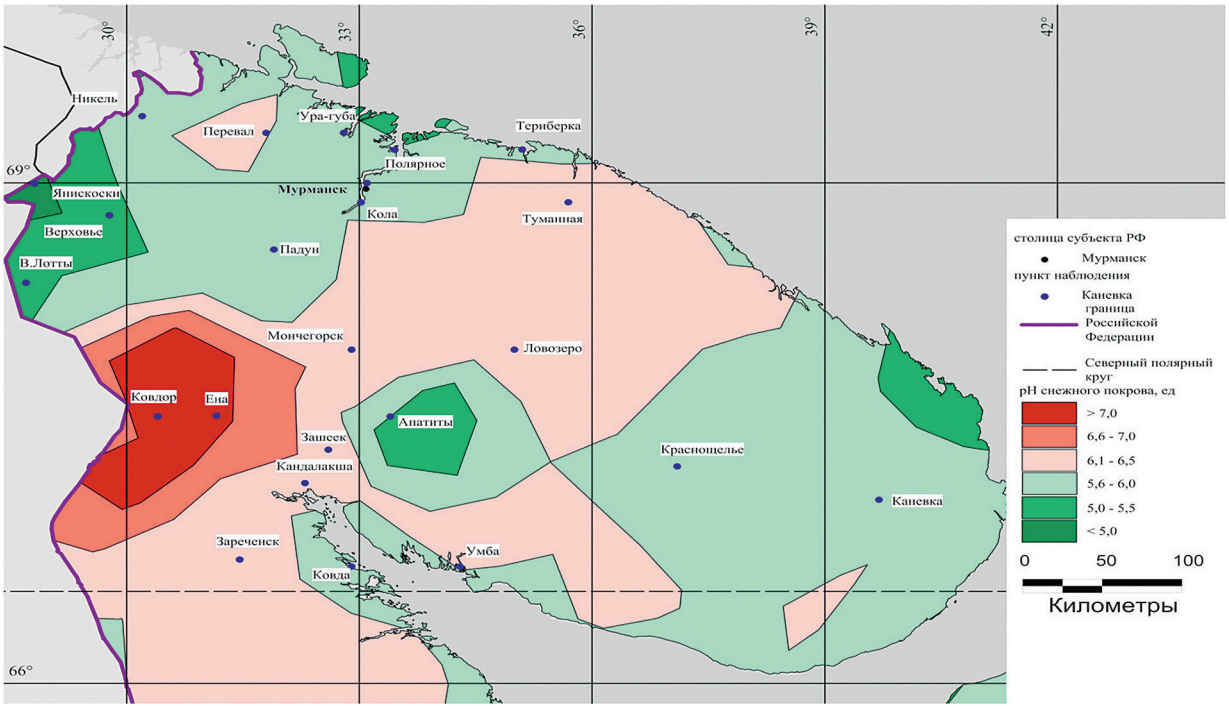


Рис. 4.29. Распределение кислотности (pH) снежного покрова в Мурманской области в конце зимнего периода 2014–2015 гг.

АЗ в период 1990–2015 гг. и удовлетворяющих условию $n>5$. Для построения карт-схем распределения коэффициентов b_j на всей территории страны из всех результатов расчетов (529 ПН для pH, 506 ПН для P_S и 479 ПН для P_N)были отобраны только те ПН, для которых значение b_j удовлетворяло критерию Стьюдента при уровне значимости 0,7.

Кислотность pH снежного покрова в Арктической зоне РФ в 1990–2015 гг.

На материковой территории Российской Арктики в конце зимнего периода 2014–2015 гг. наблюдались зоны с разной степенью отклонения pH снежного покрова относительно нормы для незагрязненных атмосферных осадков – pH≈5,6. При том, что на большей части материковой площади АЗ кислотность снежного покрова варьировала в умеренных пределах – 5,0<pH<6,5, на этом фоне выделяются несколько ПН с экстремальными отклонениями pH от нормы: «Янискоски» (31,5° в.д.) pH<5,0; «Ковдор» (30,4° в.д.) pH<5,0 (рис. 4.29); «Кресты Таймырские» (90° в.д.) pH>7,0; «Депутатский» (140° в.д.) pH<5,0 (рис. 4.3). Эти аномалии могут быть связаны с загрязнением атмосферного воздуха выбросами загрязняющих веществ из близких крупных (Мончегорск, Норильск) и локальных промышленных районов.

На рис. 4.30 показана карта-схема распределения коэффициента линейного тренда b, рассчитанного для pH снежного покрова по данным наблюдений в 1990–2015 гг. на 401 ПН на территории России (включая 56 ПН в границах АЗ), отобранных по уровню значимости 0,7. Положительные тренды b за указанный период свидетельствуют о росте pH (т.н. «защелачивании») снежного покрова со временем, а отрицательные – о его снижении («закислении»). Как видно на рис. 4.3, на территории России значительные тренды «защелачивания» снежного покрова со временем (более 1 ед. pH за 10 лет) наблюдаются в районах севернее Архангельска и Благовещенска, а области локального «закисления» расположены по всей российской части побережья Северного Ледовитого океана. В целом, за последние 25 лет на территории АЗ не наблюдаются значительные изменения кислотности снежного покрова: коэффициент b практически на всей территории АЗ не выходит за пределы ±0,4 ед. pH за 10 лет.

Таким образом, с 1990 г. основной тенденцией изменения pH снежного покрова на материковой площади АЗ России стало его уменьшение по большей части до нормальных значений в пределах 5,0 <pH< 6,5 (рис. 4.30).

Выпадение серы P_S в Арктической зоне РФ в 1990–2015 гг.

Большая часть материковой территории Российской Арктики в зимний период 2014–2015 гг. была подвержена воздействию фоновых и близких к фоновым потоков серы с атмосферными осадками: P_S варьирует в пределах от (<10)

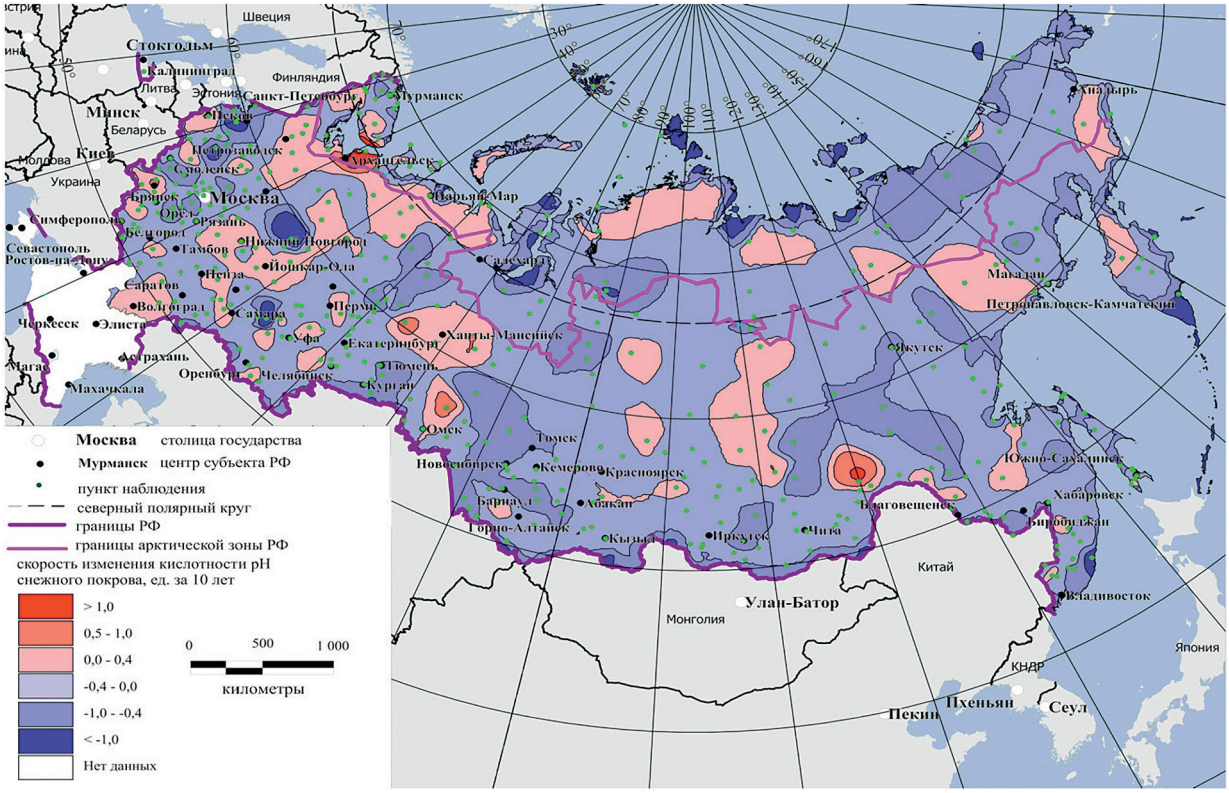


Рис. 4.30. Распределение коэффициента линейного тренда *b* на территории России, рассчитанного для pH снежного покрова по данным мониторинга ХССП в 1990–2015 гг.

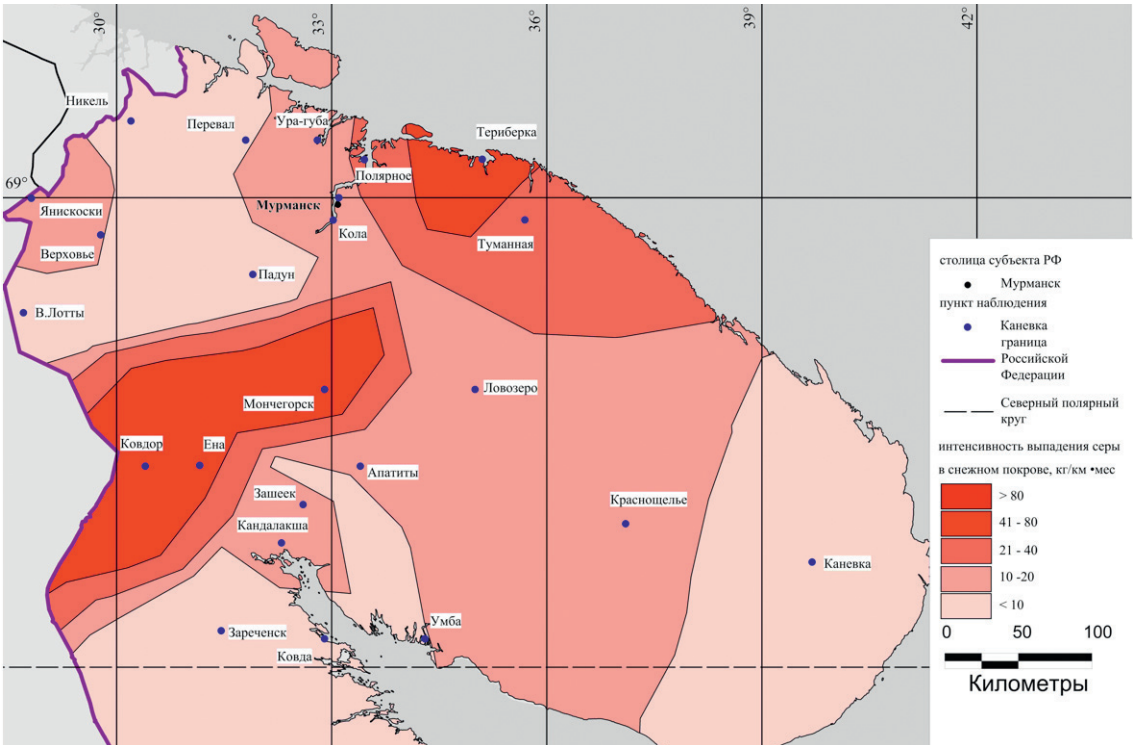


Рис. 4.31. Распределение интенсивности выпадений серы P_S (кг/км^2·мес.) в Мурманской обл. по данным мониторинга ХССП в конце зимнего периода 2014–2015 гг.

до 20 кг/км^2·мес. При этом в АЗ выделяются несколько районов с высокими уровнями выпадений серы: в Мурманской обл. (рис. 4.31) на ПН «Ковдор», «Мончегорск», «Териберка» P_S= 40–80 кг/км^2·мес.; в азиатском секторе АЗ на ПН «Кресты Таймырские» (90^0 в.д.) P_S>80 кг/км^2·мес., на ПН «Депутатский», «Чокурдах» (140, 148^0 в.д.) P_S= 20–40 кг/км^2·мес.

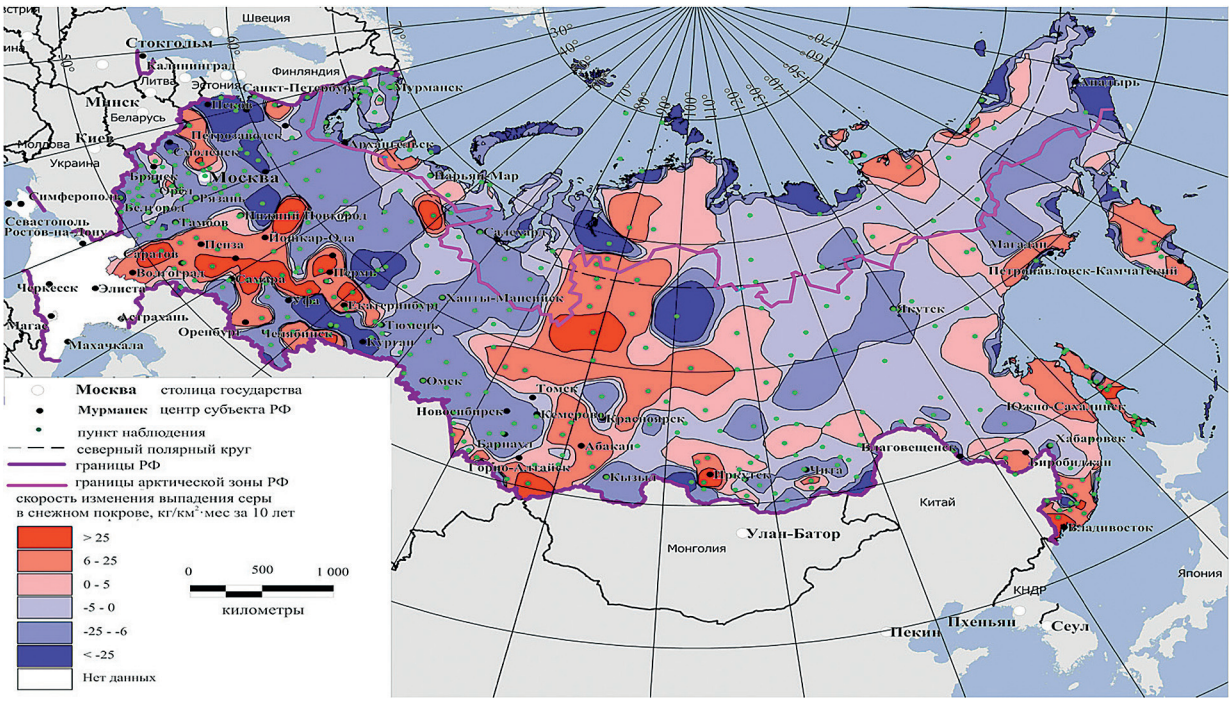


Рис. 4.32. Распределение коэффициента линейного тренда *b*, рассчитанного для интенсивности выпадений серы P_S по данным мониторинга ХССП в 1990–2015 гг.

Эти аномалии могут быть связаны с загрязнением атмосферного воздуха выбросами загрязняющих веществ из близких промышленных районов (Мончегорск, Норильск и др.) или от локальных источников.

На рис. 4.32 приведена карта-схема распределения коэффициента линейного тренда *b*, рассчитанного для P_S по данным наблюдений в 1990–2015 гг. на 371 ПН на территории России (включая 62 ПН в границах АЗ), отобранных по уровне значимости 0,7 определения *b*. Как видно на рис. 4.32, в границах материковой части Российской Арктики значительные положительные тренды P_S в пределах +(6–25) кг/км^2·мес. за 10 лет наблюдаются к востоку от Архангельска (45° в.д.) и в трех районах азиатского сектора АЗ: к северо-востоку от Норильска (ПН «Кресты Таймырские», 90° в.д.), в районе ПН «Чокурдах» (148° в.д.) и в районе ПН «Амбарчик» (162° в.д.).

В целом, за последние 25 лет на территории АЗ преобладает тенденция к снижению потоков серы в зимний период до уровня регионального фона – ниже 10 кг/км^2·мес. в 2015 г. На большей части территории АЗ линейный тренд *b* находится в отрицательной области в пределах [0 – (–25)] кг/км^2·мес. за 10 лет (рис. 4.32).

Выпадение азота P_N в Арктической зоне РФ в 1990–2015 гг.

На рис. 4.33 приведена карта-схема распределения интенсивности выпадений азота P_N (кг/км^2·мес.) на территории России и Мурманской обл., рассчитанной по данным наблюдений ХССП в конце зимнего периода 2014–2015 гг. На этих картах-схемах видно, что практически вся материковая территория АЗ в зимний период 2014–2015 гг. была подвержена воздействию фоновых и близких к фоновым потоков азота с атмосферными осадками: P_N варьирует, в основном, в пределах от (<7) до 14 кг/км^2·мес. При этом в АЗ выделяются несколько районов с высокими уровнями выпадений азота: в Мурманской обл. в районе ПН «Кандалакша», «Зашеек», «Апатиты» P_N>28 кг/км^2·мес. (рис. 4.6); к западу от ПН «Нарьян-Мар» и в азиатском секторе АЗ в районе ПН «Кюсюр» и «Тюмети» (120°, 130° в.д.) P_N>28 кг/км^2·мес.

На рис. 4.34 приведена карта-схема распределения коэффициента линейного тренда *b*, рассчитанного для P_N по данным наблюдений в 1990–2015 гг. на 405 ПН на территории России (включая 57 ПН в границах АЗ), отобранных по уровне значимости 0,7 определения *b*. Как видно на рис. 4.34, на материковой части Российской Арктики значительные положительные тренды P_N (до 25 кг/км^2·мес. за 10 лет и выше) наблюдаются в районе ПН «Мончегорск» – «Апатиты» (Мурманская обл.), к западу от Нарьян-Мара («м. Микулкин», 45° в.д.) и в двух районах азиатского сектора АЗ: к северо-западу от Норильска (ПН «Гыдояма», 78° в.д.) и в районе ПН «Кюсюр» и «Тюмети» (120–130° в.д.). В целом, за последние 25 лет на территории АЗ преобладает тенденция к снижению потоков азота в зимний период: линейный тренд *b* для P_N на

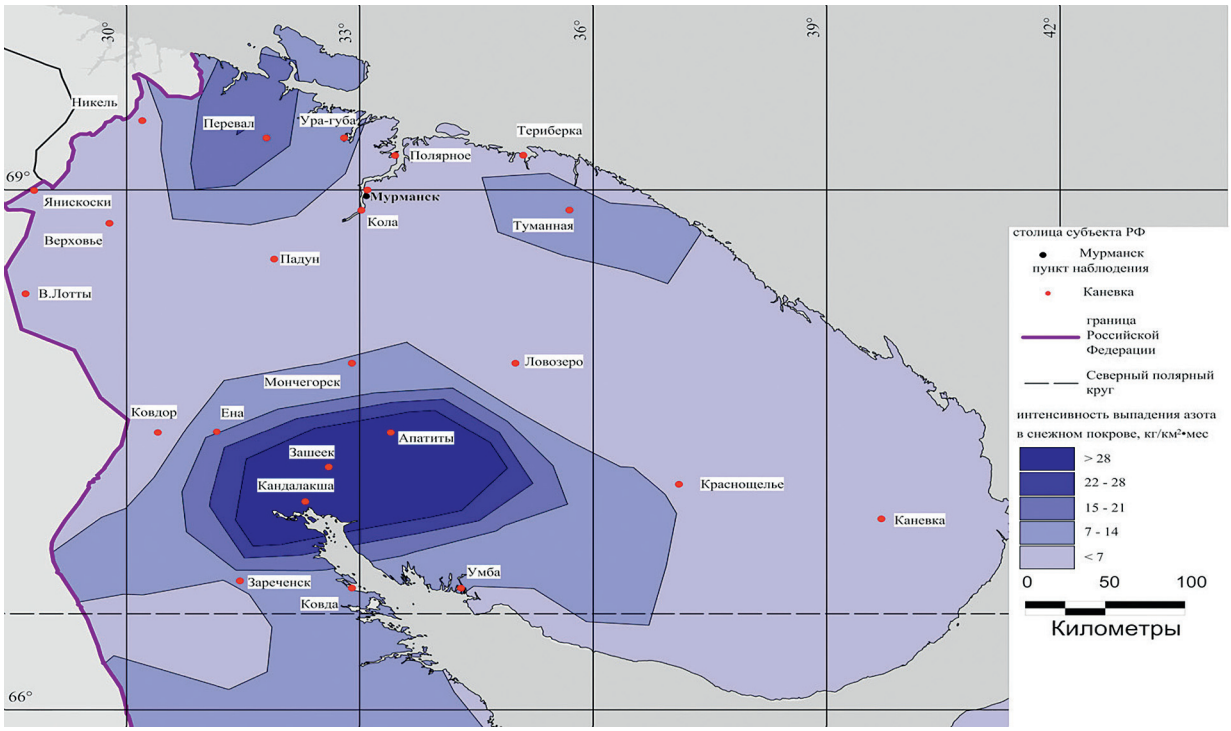


Рис. 4.33. Распределение интенсивности выпадений азота P_N (кг/км^2·мес.) в Мурманской обл. по данным мониторинга ХССП в конце зимнего периода 2014–2015 гг.

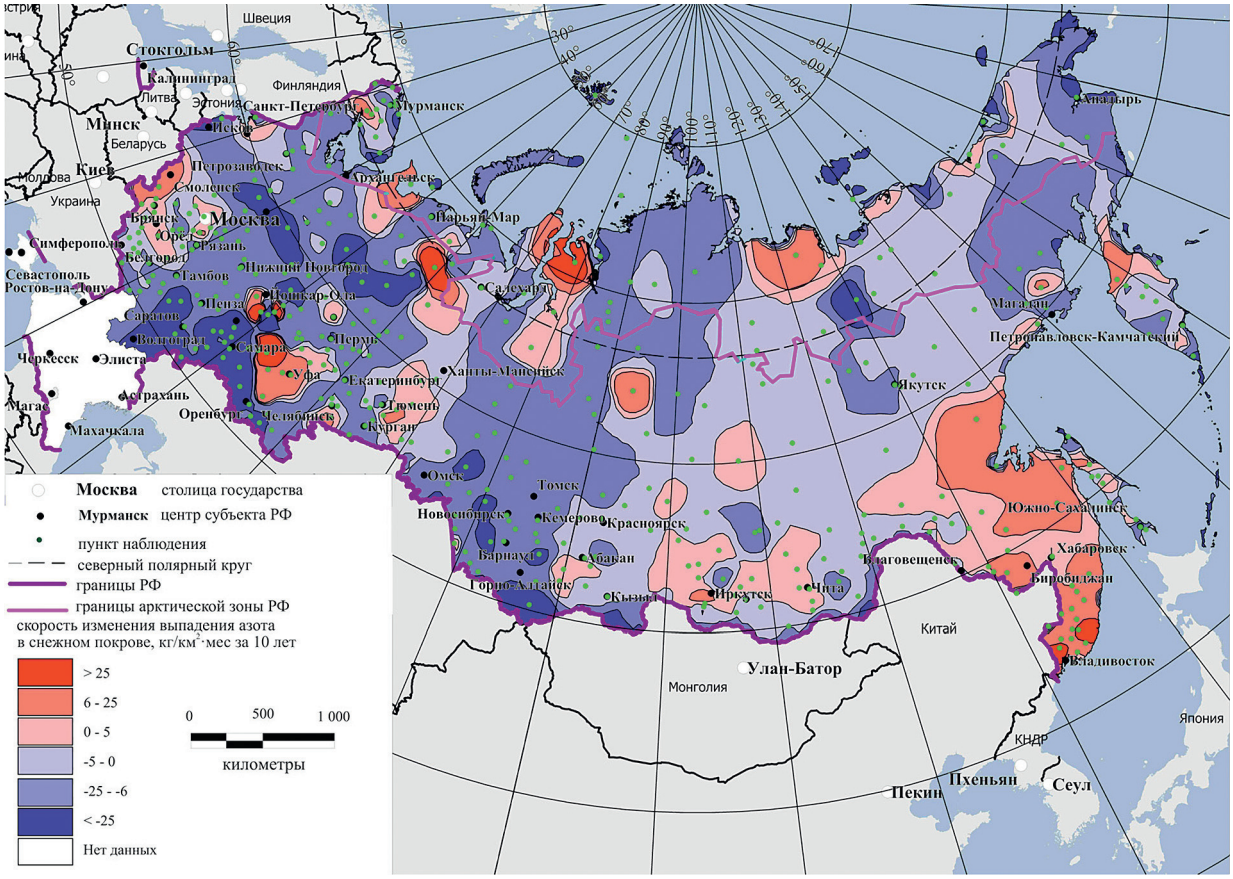


Рис. 4.34. Распределение коэффициента линейного тренда b, рассчитанного для интенсивности выпадений азота P_N по данным мониторинга ХССП в 1990–2015 гг.

большей части материковой территории АЗ находится в отрицательной области в пределах [0 – (–25)] кг/км^2·мес. за 10 лет (рис. 4.34).

Таким образом, с 1990 г. основной тенденцией изменения интенсивности потока азота P_N со снежными осадками в АЗ России стало его снижение, по большей части до уровня регионального фона – ниже 7–10кг/км^2·мес. в 2015 г.

Комплексная оценка состояния и загрязнения поверхностных вод в Арктической зоне Российской Федерации

Арктическая зона отличается высокой уязвимостью природной среды к антропогенным воздействиям и замедленной скоростью восстановления нарушенного состояния поверхностных вод как составляющей части окружающей среды. В настоящее время Арктическая зона РФ находится под мощным антропогенным и техногенным воздействием в районах освоения запасов важнейших полезных ископаемых, прежде всего газа и нефти, и формирования территориально-производственных комплексов. Влияние антропогенных нагрузок на изменение состояния поверхностных вод наиболее проявляется в районах добычи минерального и углеводородного сырья, деятельности предприятий черной и цветной металлургии, горнодобывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, теплоэнергетики, жилищно-коммунального хозяйства, транспорта и др. Сложившаяся система природопользования в отдельных районах Российской Арктики привела к появлению сильно измененных в результате хозяйственной деятельности территорий, так называемых импактных районов, где нарушение сложившегося динамического равновесия природной среды привело к изменению естественного геохимического фона, обеднению биоразнообразия, деградации почв и растительности, развитию эрозионных процессов, загрязнению окружающей среды, в том числе поверхностных вод.

В 2015 году наблюдения за загрязнением поверхностных вод по гидрохимическим показателям в Арктической зоне проводились на 109 водотоках, на которых расположено 164 пункта, 181 створ.

Мурманская область

В **Мурманской области** основными потребителями водных ресурсов являются предприятия энергетики и горнодобывающей промышленности. Основными источниками загрязнения окружающей среды Кольского полуострова являются предприятия горно-перерабатывающей промышленности, деятельность которых связана с огромным объемом переработки горных пород и отсутствием их комплексного использования, малым процентом извлекаемых ценных продуктов, использованием устаревших технологий обогащения, использующих большие объемы воды, применением пирометаллургических процессов извлечения металлов, образованием громадных объемов обводненных мелкодисперсных отходов и размещением их непосредственно в акваториях озер или руслах рек, сбросом сточных вод в водоемы, а также способствующая аэротехногенному загрязнению водосборов.

По **реке Патсо-йоки** проходит большая часть границы между Россией и Норвегией. Вся территория бассейна расположена севернее Полярного круга, мало населена и находится на территории заповедника «Пасвик».

На р. Патсо-йоки расположено 5 пунктов наблюдений – ГЭС Борисоглебская, ГЭС Хеваскоски, ГЭС Раякоски, ГЭС Янискоски и ГЭС Катайоски. Вода реки во всех створах оценивалась «слабо загрязненной», в отдельные годы -«условно чистой». Характерными загрязняющими веществами реки являются соединения меди, ртути и марганца, содержание которых в среднем за год, в течение 2011-2015 гг. варьировало в пределах 2 – 5 ПДК, 1 – 5 и 1 – 2 ПДК соответственно.

Река **Кола** впадает в Кольский залив Баренцева моря. На качество вод в нижнем течении реки Кола и ее притоков влияют загрязненные сточные, ливневые и фильтрационные воды сельскохозяйственных предприятий, расположенных по ее берегам. Антропогенная нагрузка на устьевой участок реки Колы возрастает в период активного снеготаяния при смыве загрязняющих веществ с водосборной территории. Из-за небольшой протяженности устьевого участка и большой скорости течения, загрязняющие вещества не накапливаются в реке, а поступают в Кольский залив Баренцева моря, вследствие чего вода реки в устье (г. Кола) в 2011–2015 гг. оценивалась «слабо загрязненной», характерными загрязняющими веществами воды реки являлись соединения железа и меди, среднегодовые концентрации которых находились на уровне 1 – 2 и 2 – 4 ПДК.

Река **Печенга** впадает в Печенгскую губу Баренцева моря. Водоемы бассейна находятся в зоне деятельности ОА «Кольская ГМК» РАО «Норильский никель». Вода реки в устьевом створе ст. Печенга, в основном, оценивалась «загрязненной», в отдельные годы – «очень загрязненной». Характерными загрязняющими веществами воды реки являлись соединения железа, марганца, никеля, меди и дитиофосфат крезиловый, среднегодовое содержание которых в период 2011–2015 гг. находилось на уровне 1–2 ПДК,

1,5–2 ПДК, 4–5 ПДК, 5–7 ПДК и 7–8 ПДК соответственно.

Река Поной впадает в Белое море. Бассейн реки протянулся более чем на 200 километров и занимает центральную часть восточной половины Кольского полуострова. Створ у с. Поной относится к району верхнего течения реки, представляющий собой заболоченную, покрытую редким лесом равнину. Для воды реки характерна загрязненность органическими веществами (по ХПК), соединениями меди, марганца и железа, содержание которых из года в год колеблется в пределах 1–1,5 ПДК, 1–2 ПДК, 2–5 ПДК и 11–13 ПДК соответственно.

Река Роста единственная река в черте г. Мурманск, которая впадает в Кольский залив Баренцева моря. Частично река протекает по промышленной зоне города, в основном в бетонных трубах. Основными загрязнителями вод реки Роста являются ОАО «Мурманский комбинат хлебопродуктов», ОАО «Завод ТО ТБО», Мурманская ТЭЦ и другие предприятия города.

Вода реки характеризовалась, в основом, «очень грязной», в 2012 и 2015 гг. «экстремально грязной». Критическими показателями загрязненности воды реки являлись легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), аммонийный азот, соединения марганца, в отдельные годы – соединения меди, железа и нефтепродукты.

Река Териберка, впадающая в Терибергскую губу Баренцева моря, испытывает постоянное воздействие транспорта с автомагистрали Мурманск-Туманный. Вода реки в последние годы стабильно оценивается как «загрязненная». Для реки характерна загрязненность воды соединениями железа, меди, цинка и марганца, концентрации которых в среднем находятся в пределах 1,5–2 ПДК, 3–4 ПДК, 1–3 ПДК и 2–4 ПДК соответственно.

Река Ура впадает в губу Ура Баренцева море. Вода реки, в основном, оценивалась «загрязненной», в отдельные годы – «слабо загрязненной». Для реки характерно содержание в воде соединений железа и меди, в среднем, на уровне 3–4 ПДК и 2–5 ПДК соответственно.

Река Умба впадает в Кандалакшский залив Белого моря, организованный сброс сточных вод в реку отсутствует. Река в период 2011–2015 гг. стабильно оценивается «загрязненной». Для реки характерна загрязненность воды соединениями железа, меди и марганца, концентрации которых, в среднем, варьируют в пределах 1–3 ПДК, 2–2,5 ПДК и 2–4 ПДК.

Река Нива впадает в Кандалакшский залив Белого моря. В реку и устьевой участок Отводного канала поступают сточные воды от предприятий ЖКХ г. Кандалакша и нормативно чистые воды Каскада Нивских ГЭС и рыбоводного завода. Вода реки и канала в многолетнем плане стабильно оценивается «слабо загрязненной», наблюдались превышения ПДК только соединений меди в пределах 2-4,5 ПДК.

Архангельская область

Устьевая область р. Онега слабо освоена. Современное хозяйство связано с освоением лесов, рек и полезных ископаемых. Более всего развита лесная промышленность, включающая лесозаготовку, лесопиление, деревообработку.

В створе у с. Порог вода реки **Онега** в 2011 и 2013 гг. оценивалась «очень загрязненной», в 2012, 2014 и 2015 гг. – «грязной». Для реки характерна загрязненность воды органическими веществами (по ХПК), соединениями железа, меди, цинка, алюминия и марганца.

В многолетнем плане загрязненность воды реки органическими веществами (по ХПК) сохраняется на уровне 2–3 ПДК, соединений железа – 2–5 ПДК, меди – 2–7 ПДК, цинка – 2–3 ПДК, алюминия и марганца – 1–4 ПДК и 6–12,5 ПДК соответственно.

Вода **р. Северная Двина** в створе с. Усть-Пинега, выше и ниже г. Новодвинск, а также в черте г. Архангельск последние пять лет стабильно оценивается «очень загрязненной». Характерными загрязняющими веществами нижнего течения и устьевого участка реки являлись органические вещества (по ХПК), соединения железа, меди, цинка, алюминия и марганца, среднегодовые концентрации которых в 2011–2015 гг. находились в пределах 2–3 ПДК, 2–5 ПДК, 2–7 ПДК, 1–4 ПДК, 1–2 ПДК и 2–5 ПДК соответственно.

Город Архангельск расположен в устье Северной Двины в 30–35 км от впадения ее в Белое море. Основными источниками загрязнения воды реки являются сточные воды лесной и деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной, а также машиностроительной, добывающей промышленности, энергетики г. Архангельска. На территории порта г. Архангельска находятся 3 грузовых района: два морских торговых порта и один морской речной порт (пассажирский) – льяльные воды судов речного и морского флота которых также загрязняют дельту реки.

Дельта Северной Двины (г. Архангельск) в рукавах Никольский и Мурманский характеризуется водой удовлетворительного качества («очень загрязненная»), Корабельном – переходом от «загрязненной» (2011 г.) до «очень загрязненной» (2012 г.), и до уровня «грязная» в 2013–2014 гг. Вода протоки Маймакса стабильно оценивается «грязной»; протоки Кузнечиха, в створе 3 км выше устья, в отдельные годы характеризовалась «очень загрязненной» с переходом

до «грязной», в створе г. Архангельск стабильно оценивается «грязной». В 2011, 2013–2014 гг. критическими показателями загрязненности воды в протоках Маймакса и Кузнечиха являлись сульфаты и хлориды, содержание которых было обусловлено проникновением морских вод в дельту реки, вследствие чего минерализация воды в эти периоды повышалась до 15848 мг/л.

Характерными загрязняющими веществами дельты Северной Двины являлись органические вещества (по ХПК), соединения железа, меди, цинка, алюминия и марганца.

Содержание органических веществ (по ХПК) в дельте находилось на уровне 2–3 ПДК, соединений железа – 2–5 ПДК, меди – 1–6 ПДК, цинка – 1–3 ПДК, алюминия и марганца – 1–2 ПДК и 3–7 ПДК.

Река **Юрас**, впадающая в прот. Кузнечиха и принимающая сточные воды предприятий г. Архангельска, в том числе и предприятий ЖКХ, является наиболее загрязненным притоком р. Северная Двина. В многолетнем плане река по качеству воды оценивается как «грязная». Для реки характерна загрязненность воды органическими веществами (по ХПК), соединениями железа, меди и цинка, среднее за год содержание которых варьирует в диапазоне 3–4 ПДК, 3–6 ПДК, 2–6 ПДК и 1–3 ПДК соответственно.

В низовье **реки Мезень** наблюдаются самые высокие приливы в Европейской части России, их влияние распространяется вверх по течению реки на расстояние около 50–60 км. При этом загрязненность воды реки имеет, в основном, природное происхождение, антропогенный фактор практически отсутствует.

Вода р. Мезень выше с. Дорогорское в 2011, 2014–2015 гг. оценивалась как «очень загрязненная», несколько ухудшившись в 2012–2013 гг. до уровня «грязная». Содержание в воде реки легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$), в основном, находилось на уровне ПДК, органических веществ (по ХПК) – 2–3 ПДК, соединений железа – 8–11,5 ПДК, цинка и меди — 2-3 и 3–5,5 ПДК соответственно.

Ненецкий Автономный Округ

Ненецкий автономный округ (в составе Архангельской области) полностью входит в Арктическую зону РФ.

В экономике округа определяющим является минерально-сырьевой комплекс. В общем объеме промышленной продукции 90% составляет продукция нефтедобывающего комплекса. На территории округа сосредоточены значительные запасы углеводородного сырья.

Город **Нарьян-Мар** находится за полярным кругом, в нижнем течении р. Печора, в 110 км от Баренцева моря. Крупнейшими загрязнителями воды р. Печора являются сточные воды добывающей промышленности (нефтедобыча, угледобыча, газодобыча) и лесной отрасли (лесозаготовка и деревообработка), а также предприятий энергетики г. Нарьян-Мар.

Вода **р. Печора** выше и ниже г. Нарьян-Мар за период 2011–2015 гг. стабильно оценивалась низким качеством – «грязная». Для реки характерно содержание в воде органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК) на уровне ПДК, нефтепродуктов – 1–2,5 ПДК, соединений алюминия – 1-3 ПДК, цинка – 2–3 ПДК, меди – 2–5 ПДК, железа – 5–8 ПДК, марганца – 4–9 ПДК (выше г. Нарьян-Мар).

Неудовлетворительным качеством – «грязная» характеризуется вода **протоки Городецкий Шар** в черте г. Нарьян-Мар. Среднее содержание характерных загрязняющих веществ воды протоки за период 2011–2015 гг. составляло: органических веществ (по ХПК и $БПК_5$) – 1–2 ПДК, нефтепродуктов – 1–6 ПДК, соединений железа – 7–10 ПДК, цинка и алюминия – 2–3 ПДК, меди – 3–5 ПДК, марганца – 4–5,5 ПДК.

Практически каждый год в протоке отмечался дефицит растворенного кислорода (2,25–2,55 мг/л), вследствие чего данный показатель являлся критическим при определении качества воды.

Республика Коми

Река Воркута протекает в центральной части Воркутинского промышленного района. Основными источниками загрязнения поверхностных вод реки выше и ниже г. Воркута являются сточные воды предприятий ТЭЦ, ЖКХ и шахт. На качество воды реки влияют не только сточные воды промышленных предприятий и канализационных очистных сооружений, а также паводок, обуславливающий изменение расхода воды и соответственно содержание в воде реки загрязняющих веществ в основные гидрологические фазы года (не исключена возможность влияния подземных залежей полезных ископаемых, например, соединений железа и марганца).

Вода р. **Воркута** выше г. Воркута в отдельные годы наблюдений характеризовалась «слабо загрязненной» (2012, 2014 г.), «загрязненной» в 2011 г. и «очень загрязненной» в 2013 и 2015 гг.; ниже г. Воркута стабильно оценивалась «очень загрязненной». Загрязненность воды органическими веществами (по ХПК), нитритным азотом, соединениями железа и меди не превышала 1–2 ПДК, марганца (с 2014–2015 гг.) 2–4 ПДК.

Ямало-Ненецкий автономный округ

Полностью входит в состав Арктической зоны Российской Федерации, в материковой части охватывает низовье р. Обь с притоками, бассейны рек Надым, Пур и Таз. Площадь округа составляет 750,3 тыс. км^2. Округ находится на одном из ведущих мест в России по запасам углеводородов, особенно природного газа и нефти.

Разведанные на территории запасы нефти составляют более 250 млн т, газа – более 7 трлн м^3. Разрабатываются 9 месторождений газа, в том числе крупнейшие из них – Уренгойское (с 1978 г.) и Ямбургское (с 1986 г.). По территории района проходят основные транспортные потоки газа на Урал и в центральные районы России, в Восточную и Западную Европу.

Бассейн р. Обь

На территории нижнего течения **р. Обь** на участке п. Горки – г. Салехард в период с 2006 по 2015 гг. качество воды варьировало между «грязная» и «очень грязная» и «экстремально грязная». В створах п. Горки, с. Мужи практически ежегодно критического уровня загрязненности достигали соединения железа, марганца, цинка, нефтепродукты, изредка – соединения меди. В фоновом и контрольном створах г. Салехард, кроме вышеперечисленных ингредиентов и показателей качества, критического уровня загрязненности воды достигал растворенный в воде кислород, минимальное содержание которого снижалось менее 4,00 мг/л.

На участке п. Горки – г. Салехард среднегодовые концентрации наиболее характерных загрязняющих веществ за период 2006–2015 гг. составляли: органических веществ (по ХПК), легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$), аммонийного и нитритного азота – ниже 1–4 ПДК; соединений железа – 5,5–21 ПДК, меди – 1–13 ПДК, нефтепродуктов – 1–29 ПДК, соединений марганца – 3–57 ПДК, соединений цинка – 2–12 ПДК, фенолов – 1–8 ПДК.

Максимальные концентрации достигали: аммонийного азота – 1–6 ПДК, нитритного азота – 1–11 ПДК, соединений железа – 11–66 ПДК (66 ПДК – 2010 г., ниже г. Салехард), соединений меди – 3–100 ПДК (100 ПДК – 2006 г., п. Горки), фенолов – 2–29 ПДК (29 ПДК – 2007 г., п. Горки), нефтепродуктов – 3–57 ПДК (57 ПДК – 2006 г., ниже г. Салехард), соединений марганца – 21–180 ПДК (180 ПДК – 2008 г., п. Горки), цинка – 3–46,5 ПДК (46,5 ПДК – 2015 г., выше г. Салехард).

Притоки р. Обь (рр. Сыня, Собь), расположенные на территории Ямало-Ненецкого автономного округа в течение 2006–2015 гг. оценивались исключительно как «грязная» и «очень грязная» вода. Количество критических показателей колебалось от 2 до 4, в основном, это были соединения железа, цинка, нефтепродукты, реже – органические вещества (по ХПК), соединения марганца. Качество воды ***р. Полуй*** в фоновом и контрольном створах г. Салехард крайне низкое, но наблюдается незначительная тенденция снижения загрязненности воды реки: в 2006–2007 гг. вода характеризовалась как «экстремально грязная», в 2008–2010 гг. – как «очень грязная», в 2011–2015 гг. – как «грязная». В воде р. Полуй, кроме вышеперечисленных ингредиентов и показателей качества, критического уровня достигало содержание растворенного в воде кислорода.

В воде рек Сыня, Собь, Полуй среднегодовые концентрации наиболее характерных загрязняющих веществ за период 2006–2015 гг. составляли: органических веществ (по ХПК), легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$), аммонийного азота – ниже 1–4 ПДК; соединений железа – 4–21 ПДК, меди – 1–11 ПДК, нефтепродуктов – 1–23 ПДК, соединений марганца – 4–25 ПДК, соединений цинка – 2–17 ПДК, фенолов – 1–4 ПДК.

Максимальные концентрации достигали: аммонийного азота 1–7 ПДК, соединений железа 6–39,5 ПДК (39,5 ПДК – 2012 г., р. Полуй), соединений меди 2–75 ПДК (75 ПДК – 2015 г., р. Полуй), фенолов 2–19 ПДК (19 ПДК – 2015 г., р. Собь), нефтепродуктов 3–57 ПДК (57 ПДК – 2006 г., р. Полуй), соединений марганца 6–96 ПДК (96 ПДК – 2009 г., р. Полуй), цинка 3–38 ПДК (38 ПДК – 2008 г., р. Сыня).

Бассейн р. Надым

Качество поверхностных вод бассейна р. Надым в течение 2006–2015 гг. характеризовалось как «грязная» и «очень грязная» вода; в 2006-2007 гг., 2009 г., 2013 г. в створе р. Надым, выше промзоны – 5 м классом как «экстремально грязная» вода.

Количество критических показателей в воде водных объектов колебалось от 2 до 4, в основном, это были соединения железа, марганца, нефтепродукты, иногда добавлялись соединения цинка и растворенный в воде кислород. Имели место случаи нарушения режима растворенного в воде кислорода, концентрация которого снижалась до 4,00 мг/л и ниже. В 2006–2015 г. характерными загрязняющими веществами рассматриваемых водных объектов являлись соединения марганца, железа, цинка, нефтепродукты, органические вещества (по ХПК).

На территории бассейна р. Надым среднегодовые концентрации в воде наиболее харак-

терных загрязняющих веществ за период 2006-2015 гг. находились в диапазоне: фенолов – ниже 1–5 ПДК; соединений цинка – 1–20 ПДК; железа – 10–37,5 ПДК; марганца – 7–24 ПДК, нефтепродуктов – 3–25 ПДК, органических веществ (по ХПК) – 1–2 ПДК. Максимальные концентрации достигали: фенолов – 2–25 ПДК (25 ПДК – 2015 г., р. Правая Хетта в черте пгт Пангоды); соединений цинка – 1–90,5 ПДК (90,5 ПДК – 2010 г., р. Правая Хетта ниже пгт Пангоды); железа – 17,5 – 90 ПДК (90 ПДК – 2009 г., р. Правая Хетта в черте пгт Пангоды); марганца – 16 – 79 ПДК (79 ПДК – 2012 г., р. Хейги-Яха); нефтепродуктов – 5 – 50 ПДК (50 ПДК – 2008, 2010 гг., р. Правая Хетта); органических веществ (по ХПК) – 1 – 6 ПДК.

Бассейн р. Пур

Вода на территории бассейна р. Пур в течение 2006-2015 гг., в основном, характеризовалась как «грязная» и «очень грязная». В 2006 г. в створе р. Пур п. Самбург, в 2007 г. в створе р. Седэ-Яха г. Н.Уренгой оценивалась как «экстремально грязная» вода. С 2006 по 2015 гг. количество критических показателей загрязненности воды варьировало от 2 до 6; наиболее распространенными были соединения железа, марганца, цинка, нефтепродукты; в единичных случаях – соединения меди, аммонийный азот, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$).

На территории бассейна р. Пур среднегодовые концентрации наиболее характерных загрязняющих веществ за период 2006 – 2015 гг. находились в широком интервале: фенолов – 1–7,5 ПДК, соединений цинка – 1–13 ПДК, железа – 5,5–37 ПДК, марганца – 3 – 47 ПДК, нефтепродуктов – 2 – 26 ПДК, аммонийного азота и органических веществ (по ХПК) – 1 – 4 ПДК; максимальные достигали: фенолов – 2–25 ПДК (25 ПДК – 2007 г., р. Пур п. Самбург), соединений цинка – 1,5 – 20 ПДК (20 ПДК – 2015 г., р. Пяку-Пур), железа – 8,5 – 176 ПДК (176 ПДК – 2010 г., р. Пур п. Самбург), марганца – 6 – 102,5 ПДК (102,5 ПДК – 2010 г., р. Пур пгт. Уренгой), нефтепродуктов – 5 – 61 ПДК (61 ПДК – 2006 г., р. Пур пгт. Уренгой), аммонийного азота – 1–19 ПДК (19 ПДК – 2008 г., р. Пур п. Самбург), органических веществ (по ХПК) – 1,5 – 8 ПДК (8 ПДК – 2013 г., р. Пур пгт. Уренгой).

Бассейн р. Таз

На территории бассейна р. Таз в течение 2006-2015 гг. вода характеризовалась как «грязная» и «очень грязная»; в 2007 г. в створе р. Таз, п. Красноселькуп как «экстремально грязная». Количество критических показателей в воде р. Таз колебалось от 3 до 5, в основном, это были соединения железа, марганца, нефтепродукты, реже соединения цинка, органические вещества (по ХПК) и растворенный в воде кислород. Вода Тазовской Губы с 2006 по 2012 гг. оценивалась как «очень грязная», с 2013 по 2015 гг. – как «грязная». Количество критических показателей в воде колебалось от 3 до 5. К ним относились соединения железа, марганца, нефтепродукты, реже – соединения цинка, фенолы и растворенный в воде кислород.

На территории бассейна р. Таз среднегодовые концентрации наиболее характерных загрязняющих веществ за период 2006 – 2015 гг. изменялись в широком интервале: фенолов – 1–9 ПДК; соединений цинка – 1–18 ПДК; железа 7–31 ПДК; марганца – 7 – 63 ПДК; нефтепродуктов – 1–32 ПДК. Максимальные концентрации достигали: фенолов – 1–38 ПДК (38 ПДК – 2010 Губа); соединений цинка – 3 – 33 ПДК (33 ПДК – 2008 г., Тазовская Губа); железа 9 – 71 ПДК (71 ПДК – 2011 г., п. Красноселькуп); марганца – 15 – 192 ПДК (192 ПДК – 2010 г., Тазовская Губа); нефтепродуктов – 4 – 49 ПДК (49 ПДК – 2009 г., п. Красноселькуп).

Бассейн р. Енисей

Качество воды ***р. Енисей*** в пункте г. Игарка, расположенном на территории Туруханского района Красноярского края) с 2006 по 2013 гг. оценивалось как «грязная» вода; лишь в 2014-2015 гг. незначительно улучшилось «очень загрязненная» вода. В створе г. Игарка к критическим загрязняющим веществам относились: соединения меди – 2006 – 2008 гг., 2012 г., цинка – 2006 – 2007 гг., 2010-2011 гг., нефтепродукты – 2012–2015 гг.

Среднегодовые концентрации наиболее характерных загрязняющих веществ за период 2006–2015 гг. составляли: фенолов 1–6 ПДК, соединений меди – 1,5 – 17 ПДК, цинка – ниже 1–5 ПДК, железа, марганца – 1–3 ПДК, нефтепродуктов – 2–14 ПДК. Максимальные концентрации достигали: фенолов – 4 – 15 ПДК (2007 г.), соединений меди – 5–29 ПДК (2007 г.), цинка – 2–18,5 ПДК (2010 г.), железа – 2–8,5 ПДК, марганца – 2–18 ПДК (2011 г.), нефтепродуктов – 6 – 49,5 ПДК (2012 г.).

Вода ***притоков р. Енисей – рр. Елогуй, Турухан, Советская Речка*** – расположенных на территории Туруханского района, также характеризовалась низким качеством как «грязная»; в 2015 г. рр. Елогуй, Турухан – как «очень загрязненная». В отдельные годы в рассматриваемых водных объектах критического уровня загрязненности воды достигали соединения меди,

цинка, изредка – соединения марганца, нефтепродукты.

Республика Саха (Якутия)

В Республике Саха (Якутия) в состав Арктической зоны Российской Федерации входят Анабарский, Аллаиховский, Булунский, Нижнеколымский, Усть-Янский улусы (районы).

Республика – самый крупный регион России с высоким уровнем природно-ресурсного экономического потенциала. На ее территории открыты крупные месторождения алмазов, золота, слюды-флогопита, каменного и бурого угля, железной руды, природного газа, олова, вольфрама, полиметаллических руд, пьезокварца, сурьмы, ртути, апатитов, урана, алмазов, золота, крупнейшее в стране Эльконское урановое месторождение.

Вода реки **Лена**, в створах 0,5 км выше с. Жиганск, в черте с. Кюсюр, п.ст Хабарова на протяжении последних пяти лет (2011–2015 гг.) оценивалась как «загрязненная» и «очень загрязненная». Основными загрязняющими веществами являлись органические вещества (по $БПК_5$ и по ХПК), соединения железа, меди, цинка, марганца, фенолы, нефтепродукты, среднегодовые концентрации которых не превышали 1–6 ПДК.

Качество воды **залива Неелова** от «загрязненной» (в 2012–2014 гг.) ухудшилось до «грязной» (2015 г.). Характерными загрязняющими веществами являлись органические вещества (по ХПК), соединения железа, меди, марганца, фенолы, нефтепродукты, частота случаев превышения ПДК которыми составляла 25–100%.

Качество воды **оз. Мелкое (п. Тикси)** изменялось от «загрязненной» (2011 г., 2013 г.) до «слабо загрязненной» (2012 г., 2014–2015 гг.). Загрязняющими веществами являлись органические вещества (по ХПК), сульфаты, (2011–2014 гг.), соединения меди, железа, марганца (2011–2015 гг.), среднегодовые концентрации, которых находились в пределах 1–3 ПДК.

Бассейн рек между р. Лена и р. Яна

Качество воды **р. Копчик-Юрэгэ (п. Полярка)** оценивалась как «загрязненная», лишь в 2012–2013 гг. – как «слабо загрязненная». Загрязняющими веществами являлись соединения железа, меди и марганца, органические вещества (по ХПК).

Вода **р. Яна**, в створе 2,15 км выше п.ст. Юбилейная оценивалась как «очень загрязненная». В качестве характерных загрязняющих веществ отмечались органические вещества (по $БПК_5$ и по ХПК), соединения железа, меди, марганца, фенолы и нефтепродукты, с повторяемостью случаев превышения ПДК 17–100 %. В створе в черте п. Нижнеянск качество воды оценивалось от «загрязненная» (2012 г.) и «очень загрязненная» (2013–2014 гг.) до «грязная» вода (2015 г.). Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ находились в пределах 1–3 ПДК, максимальные – 1–8 ПДК, с различной повторяемостью от 14 до 100%. Вода р. Бытантай, с. Асар оценивалась «загрязненная», в отдельные годы (2012–2013 гг.) – как «слабо загрязненная». Характерными загрязняющими веществами являлись органические вещества (по ХПК), фенолы, в отдельные годы к ним добавлялись соединения железа, меди, цинка. Среднегодовые (максимальные) концентрации этих веществ составляли 1–2 ПДК (1-4 ПДК), лишь фенолов 2–4,5 ПДК (3–9 ПДК).

Качество воды **р. Индигирка, в черте п. Чокурдах** на протяжении последних пяти лет характеризовалось как «очень загрязненная». Характерными загрязняющими веществами являлись органические вещества (по $БПК_5$ и по ХПК), соединения железа, меди, цинка, марганца, фенолы, нитритный азот, среднегодовые концентрации которых составили 1–5 ПДК, максимальные не превышали 1–15 ПДК.

Бассейн р. Анабар и р. Оленек

Качество воды **р. Анабар** у **с. Саскылах** оценивалось как «очень загрязненная». Характерными загрязняющими веществами воды реки являлись органические вещества (по ХПК), легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), фенолы, соединения железа, меди, цинка, марганца, ртути. Режим растворенного в воде кислорода был удовлетворительным, минимальная концентрация которого не снижалась менее 7,93 мг/л.

Вода **р. Оленек** у **с. Оленек** характеризовалась как «загрязненная». Характерными загрязняющими веществами являлись органические вещества (по ХПК) и легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), фенолы, соединения железа и меди.

Вода **р. Оленек** в нижнем течении у **п.ст. Тюмети** относилась к категории «очень загрязненных», Для этого участка реки характерна загрязненность воды соединениями железа, меди, марганца, фенолами, нефтепродуктами и органическими веществами (по $БПК_5$ и по ХПК), с повторяемостью случаев превышения ПДК 27–100%.

Среднегодовые концентрации в воде р. Оленек составляли: органических веществ (по $БПК_5$ и по ХПК), нефтепродуктов, соединений марганца – 1–3 ПДК, соединений меди, железа –

1–6 ПДК; фенолов – 2–5 ПДК. Максимальные концентрации достигали: фенолов – 3–10 ПДК, соединений железа и меди – 1–10 ПДК. Режим растворенного в воде кислорода был удовлетворительным.

Бассейн р. Алазея

Качество воды **р Алазея в черте п. Андрюшкино** улучшилась от «грязной» до «очень загрязненной» в 2015 г. Характерными загрязняющими веществами являлись фенолы, органические вещества (по ХПК), соединения железа и меди – с повторяемостью случаев превышения ПДК 86%, соединения цинка – 43%. Среднегодовые и максимальные концентрации фенолов изменялись от 2 и 3 ПДК до 8 и 25 ПДК соответственно, среднегодовые концентрации остальных загрязняющих веществ находились в пределах 1–6 ПДК; диапазон максимальных концентраций составлял 1–10 ПДК.

Качество воды **р. Колыма**, в черте п. Черский и 0,3 км выше с. Колымское в течение последних пяти лет оценивалось как «загрязненная» и «очень загрязненная» вода. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в воде р. Колыма составляли: органических веществ (по $БПК_5$ и по ХПК), соединений меди, цинка – 1–2 ПДК; железа, фенолов – 1–5 ПДК. Максимальные концентрации достигали: соединений железа, фенолов – 2–10 ПДК, соединений меди, цинка, органических веществ (по $БПК_5$ и по ХПК) – 1–4 ПДК.

В процессе хозяйственного освоения Арктики возрастает техногенная нагрузка на все составляющие окружающей среды, что обуславливает глубокую деформацию арктических экосистем в местах расположения промышленных предприятий и наносит значительно больший урон, чем при равных условиях в южных зонах.

Суммарная нагрузка поступающих загрязняющих веществ со сточными водами предприятий различной направленности, сосредоточенных в Арктическом бассейне, наносит значительный ущерб не только речным бассейнам, но и представляет серьезную угрозу хронического загрязнения северных морей, что с течением времени может привести к дестабилизации ледового покрова Арктики и тяжелым экологическим последствиям.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах Арктической зоны Российской Федерации

Арктическая зона Российской Федерации имеет площадь около 9 млн км^2, здесь проживает более 2,5 млн человек, что составляет менее 2% населения страны и около 40% населения всей Арктики. Для Арктики в целом характерны предельно низкая плотность населения и высокая дисперсность расселения. Однако Арктическая зона России отличается самой высокой урбанизированностью: более 80% населения проживает здесь в городах и поселках с населением свыше пяти тысяч человек.

Климат в АЗРФ арктический и субарктический характеризуется низким радиационным балансом, близкой к 0°С средней температурой воздуха летних месяцев при отрицательной среднегодовой температуре.

Основными источниками загрязнения атмосферы в населенных пунктах АЗРФ являются предприятия газо- и нефтедобывающей промышленности, по добыче и переработке полезных ископаемых, крупнейшие предприятия черной и цветной металлургии, предприятия топливно-энергетического комплекса, химическая промышленность, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность, железнодорожный и морской транспорт.

Сведения о сети мониторинга

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха на территории АЗРФ осуществляется в 18 городах и поселках (табл. 4.18) на 21 станции. В Певеке и Анадыре на 2 станциях проводятся наблюдения по сокращенной программе. В Тикси проводятся наблюдения за содержанием в воздухе загрязняющих веществ на фоновом уровне. В целом, в населенных пунктах проводятся наблюдения за содержанием в атмосферном воздухе 26 загрязняющих веществ, включая газовые и аэрозольные примеси, в том числе тяжелые металлы.

По состоянию на 2015 год в городах и населенных пунктах, где проводятся наблюдения, проживает 1,43 млн человек.

В городах АЗРФ за последние пять лет наблюдается тенденция к уменьшению уровня загрязнения атмосферного воздуха. Резкое изменение оценки уровня загрязнения воздуха в городе Салехард с ОВ на Н произошло за счет изменения ПДК формальдегида.

По результатам анализа показателей загрязнения воздуха в городах АЗРФ в 2015 году, 10 городов характеризуются низким уровнем, 2 — повышенным, Норильск — очень высоким. Норильск ежегодно включается в Приоритетный список городов России с наибольшим уровнем загрязнения. Формирование очень высокого уровня загрязнения воздуха г. Норильска обусловлено значительными выбросами диоксида серы, составляющими около 1,9 млн тонн в год. Это подтверждается данными наблюдений

Таблица 4.18. Категории качества воздуха в населенных пунктах АЗРФ в 2011–2015 гг.

Населенный пункт	Категория качества воздуха				
	2011	2012	2013	2014	2015
Анадырь, Чукотский АО	но	но	но	но	но
Апатиты, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
Архангельск, Архангельская. обл.	В	В	В	П	П
Воркута, Республика Коми	П	В	В	Н	Н
Заполярный, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
Кандалакша, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
Кировск, Мурманская обл.	но	но	но	но	но
Кола, Мурманская обл.	Н	Н	Н	но	но
Мончегорск, Мурманская обл.	П	П	П	П	Н
Мурманск, Мурманская обл.	П	Н	Н	Н	Н
Никель, Мурманская обл.	П	П	П	П	П
Новодвинск, Архангельская обл.	П	В	В	Н	Н
Норильск, МО, Красноярский край	ОВ	ОВ	ОВ	ОВ	ОВ
Оленегорск, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
Певек, Чукотский АО	но	но	но	но	но
Салехард, Ямало-Ненецкий АО	В	ОВ	ОВ	Н	Н
Северодвинск, Архангельская обл.	Н	П	П	Н	Н
Тикси, респ. Саха (Якутия)	но	но	но	но	но

Уровень загрязнения атмосферного воздуха: Н — низкий, П — повышенный, В — высокий, ОВ — очень высокий, но — не определен.

за химическим составом и кислотностью осадков. Самые загрязненные атмосферные осадки в Российской Федерации сульфатами отмечаются в Норильске (77 мг/л).

Сравнительный анализ средних за год концентраций загрязняющих веществ в городах России и на территории АЗРФ за 2015 год представлен на рис. 4.35.

В рассматриваемых городах среднегодовые концентрации взвешенных веществ ниже ПДК (рис. 4.35,*а*). Наибольший уровень загрязнения взвешенными веществами был отмечен в Северодвинске, Воркуте и Анадыре. В этих городах средняя концентрация выше, чем среднее значение по городам России. Максимальные разовые концентрации взвешенных веществ превышают ПДКм.р. в 5 городах, с максимумом в Архангельске (2,6 $ПДК_{м.р}$).

В 8 городах на АЗРФ среднегодовые концентрации диоксида серы превышают среднее значение по России, наибольшие концентрации, превышающие ПДК на 13–14%, были отмечены в Заполярном и Певеке (рис. 4.35,*б*). Максимальные разовые концентрации диоксида серы превышали ПДК в 4 городах, в Заполярном и Никеле – 5,5 и 13,8 $ПДК_{м.р.}$ соответственно. В Заполярном и Никеле повышенные концентрации диоксида серы связаны с выбросами от комбината «Печенганикель» АО «Кольская ГМК».

Во всех городах среднегодовые концентрации оксида углерода ниже ПДК (рис. 4.35 в). В Новодвинске, Архангельске и Салехарде концентрации оксида углерода превышали среднюю по городам России, что обусловлено влиянием выбросов промышленных предприятий и автотранспорта. Максимальные разовые концентрации оксида углерода превышали $ПДК_{м.р.}$ в 3 городах, с максимумом в Мурманске — 1,8 $ПДК_{м.р.}$

В 2 городах — Мончегорске и Салехарде среднегодовые концентрации формальдегида выше средней по России и превышали $ПДК_{с.с.}$ (рис. 4.35,*г*). Учитывая прежнюю $ПДК_{с.с.}$ формальдегида, во всех городах, где проводятся измерения, концентрации превышали санитарно-гигиенический норматив. Максимальные разовые концентрации формальдегида превышали $ПДК_{м.р.}$ в Новодвинске (1,5 $ПДК_{м.р.}$) и Салехарде (2,0 $ПДК_{м.р.}$). Повышенные концентрации формальдегида формируются за счет вклада выбросов промышленных предприятий.

Во всех городах концентрации диоксида и оксида азота низкие (рис. 4.35,*д*). Наибольший уровень загрязнения оксидом азота был отмечен в Воркуте и Архангельске, где концентрации превышали среднее значение в целом по России. В Воркуте, Мурманске и Оленегорске максимальные разовые концентрации диоксида азота превышали 1 $ПДК_{м.р.}$ Превышения максимальных разовых концентраций оксида азота были зафиксированы в Архангельске и Никеле.

Во всех городах, где проводятся наблюдения, средние за год концентрации бенз(а)пирена ниже среднего значения по городам России

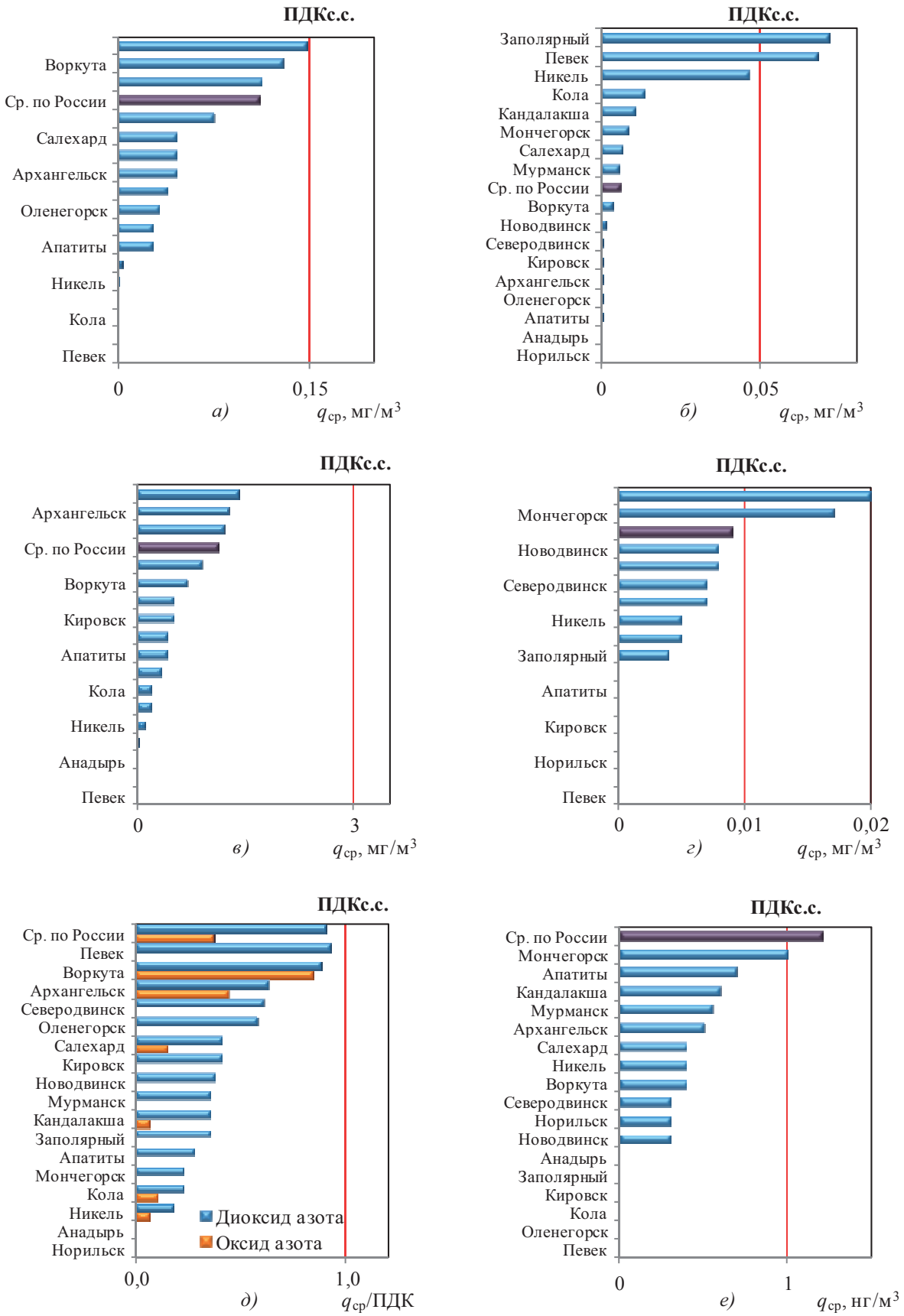


Рис. 4.35. Средние за год концентрации:
а – взвешенных веществ; *б* – диоксида серы; *в* – оксида углерода; *г* – формальдегида; $q_{ср}$, мг/м^3; *д* – диоксида и оксида азота; *е* – $q_{ср}$, ПДК, бенз(а)пирена; $q_{ср}$, нг/м^3, в городах АЗРФ и в целом по России

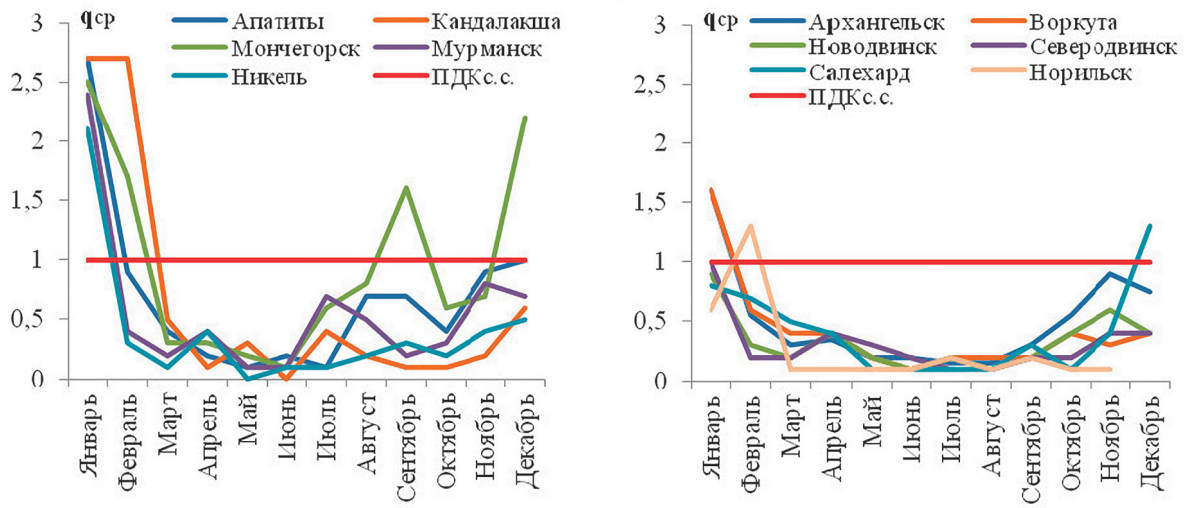


Рис. 4.36. Годовой ход бенз(а)пирена в городах АЗРФ в 2015 году, $q_{ср}$, нг/м^3

(рис. 4.35,*е*). Наибольшая концентрация достигает 1 ПДК в Мончегорске. В Архангельске наибольшая среднесуточная концентрация бенз(а)пирена достигает 10 ПДК. В 9 городах наибольшие среднемесячные концентрации превышают ПДК. Максимальная среднемесячная концентрация была зафиксирована в Мурманске (2,8 ПДК).

На рис. 4.36 отображен годовой ход бенз(а)пирена в городах Мурманской области и других городах АЗРФ. В городах Мурманской области концентрации бенз(а)пирена выше, чем в остальных городах, особенно в зимний период.

В Архангельске, Воркуте и Новодвинске проводятся измерения содержания в воздухе сероводорода. Среднегодовые концентрации сероводорода в Архангельске и Новодвинске соответствовали средней концентрации по России, а в Воркуте превышали ее в два раза. Во всех городах максимальная разовая концентрация превышала ПДК.

В Архангельске проводятся наблюдения за бензолом, ксилолом, толуолом, этилбензолом и метилмеркаптаном. В Мурманске проводятся наблюдения за бензолом, ксилолом, толуолом и этилбензолом. В Новодвинске проводятся наблюдения за метилмеркаптаном. Превышений ПДК по указанным веществам не было зарегистрировано.

В Кандалакше концентрации фтористого водорода и плохо растворимых неорганических фторидов (твердые фториды), поступающих с выбросами Кандалакшского алюминиевого завода, не превышали ПДК.

В 10 городах АЗРФ проводятся наблюдения за концентрациями тяжелых металлов. Превышена ПДК железа были зарегистрированы в Никеле и Северодвинске.

Радиационная обстановка на Сухопутных территориях Арктики и прибрежных водах Белого и Баренцева морей

Начавшееся освоение Северного морского пути и развитие арктических территорий с широким использованием атомного ледокольного флота и атомных электростанций, в том числе плавучих, делает актуальной систематическую оценку радиационной обстановки арктического региона.

Радиометрическая сеть на территории Российской Арктики включает 94 пункта наблюдения за мощностью экспозиционной дозы, 43 пункта наблюдений за радиоактивными выпадениями, 9 пунктов наблюдений за радиоактивными аэрозолями воздуха, 5 пунктов наблюдений за объемной активностью ^{90}Sr в Белом море и 1 пункт – в Баренцевом море.

На стационарных пунктах проводятся наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха ^{137}Cs и ^{90}Sr, прибрежных вод Белого и Баренцева морей – ^{90}Sr. Регулярно выполняются также экспедиционные исследования арктических морей.

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы полярных областей в настоящее время на семь-восемь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99/2009.

Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в воздухе сухопутных территорий Арктики в 2005–2010 и 2012–2015 годах колебалась в интервале $(0{,}2–2{,}0)\cdot10^{-7}$ Бк/м^3, за исключением Нарьян-Мара, где в отдельные годы (2007, 2015 годы), среднее значение превышало $4{,}0\cdot10^{-7}$ Бк/м^3. В 2011 году значения объемной активности ^{137}Cs в Арктике, как и по всей территории России, увеличились за счет аварийных выбросов с АЭС «Фукусима-1» (рис. 4.37).

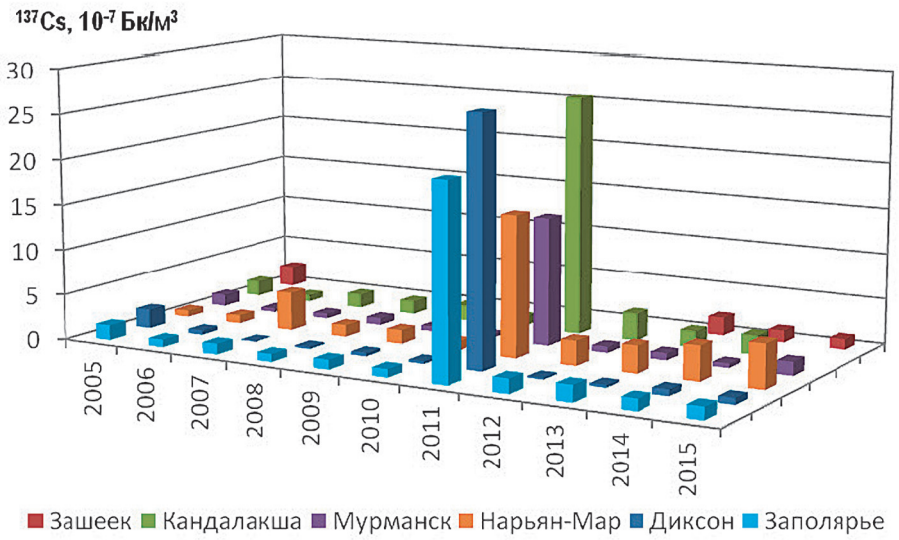


Рис. 4.37. Объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере в пунктах наблюдения Сухопутных территорий Арктики и в среднем по Заполярью в 2005–2015 годах, 10^{-7} Бк/м^3

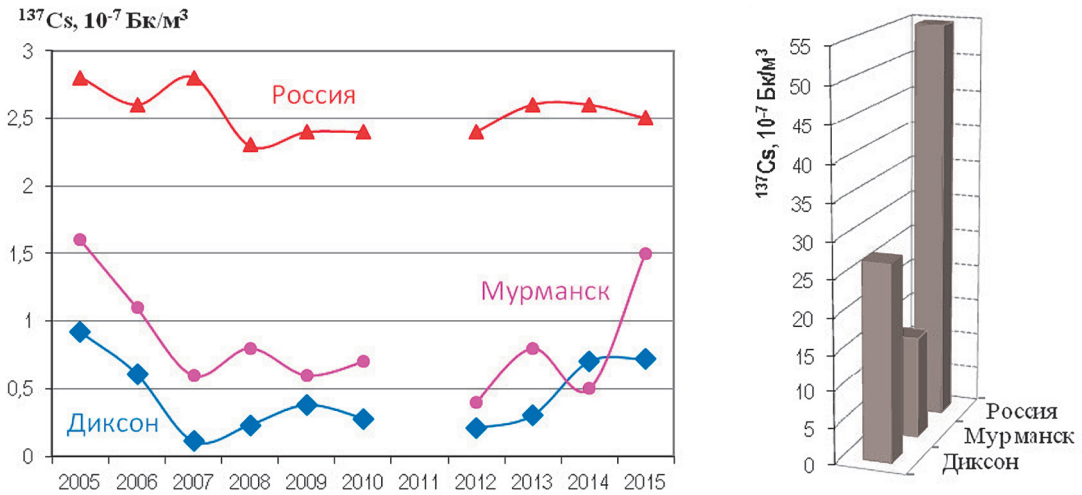


Рис. 4.38. Динамика объемной активности ^{137}Cs в воздухе на о. Диксоне, в Мурманске и средневзвешенной по России в 2005–2010 и 2012–2015 годах (*а*) и ее значения в 2011 году (*б*)

Объемная активность ^{137}Cs в воздухе сухопутных территорий Арктики значительно ниже средневзвешенного значения по территории РФ. Так, в пунктах наблюдения на о. Диксон и Мурманске значения объемной активности ^{137}Cs ниже в 2–5 раз. В 2011 г. объемная активность ^{137}Cs по всей европейской территории России увеличилась на один–два порядка, но в арктической зоне была существенно меньше, чем в среднем по России (рис. 4.38,*а*,*б*).

Наиболее низкие величины объемной активности ^{137}Cs характерны для самого северного пункта наблюдения на о. Диксон в Карском море. С 2006 г. они колеблются в пределах $(0{,}2–0{,}7)\cdot10^{-7}$ Бк/м^3 (исключая 2011 г.). Данные этого пункта наблюдения наиболее достоверно отражают состояние приземной атмосферы арктического бассейна.

Объемная активность ^{90}Sr в воздухе Арктической зоны России (Диксон и Мурманск) ниже средневзвешенных по территории России примерно в 10 раз и колеблется в пределах от $0{,}02\cdot10^{-7}$ до $0{,}2\cdot10^{-7}$ Бк/м^3 (рис. 4.39). Аварийные выбросы АЭС «Фукусима-1» практически не содержали стронция и не отразились на величине объемной активности ^{90}Sr в 2011 г.

За период с 2001 по 2015 годы объемная активность ^{90}Sr в прибрежных водах Белого и Баренцева морей колебалась в пределах 1,7–4,4 мБк/л. Эти уровни занимают среднее положение по величине активности ^{90}Sr, между наиболее низкими значениями в Тихом океане, у восточного побережья Камчатки, и водами Каспийского моря (рис. 4.40). При этом почти всегда концентрация ^{90}Sr в Белом море выше, чем в Баренцевом море. Однако в обоих случаях, как и

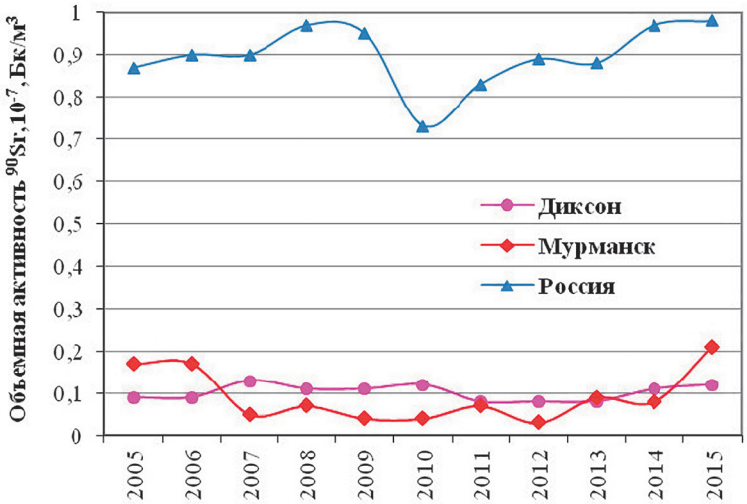


Рис. 4.39. Динамика объемной активности ^{90}Sr в воздухе на о. Диксоне, в Мурманске и средневзвешенной по России в 2005–2015 годах

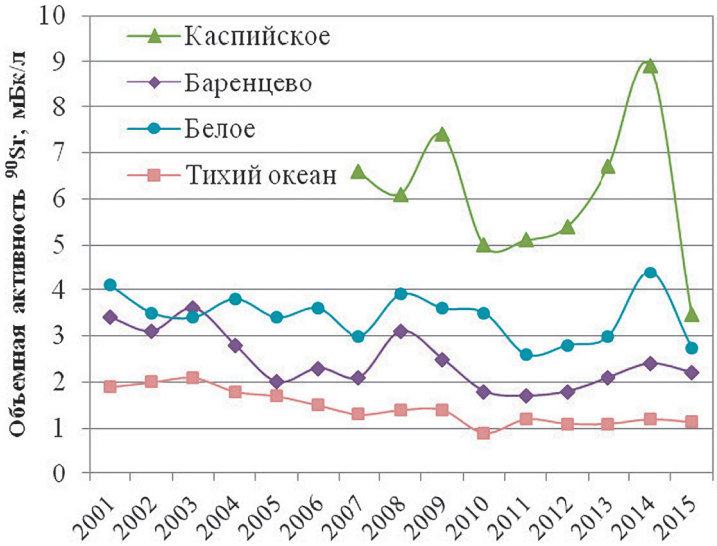


Рис. 4.40. Динамика объемной активности ^{90}Sr в прибрежных водах Белого и Баренцева морей в сравнении с водами Каспийского моря и Тихого океана вблизи восточного побережья Камчатки в 2001–2015 годах

в Тихом океане, в целом наблюдается тенденция к снижению концентрации ^{90}Sr в воде.

Колебания среднегодовых значений концентрации ^{90}Sr в Белом море обусловлены, в основном, меняющимися условиями выноса реками и затрудненным водообменом с открытыми морями.

В Баренцевом море, как показали совместные российско-норвежские исследования, проводимые с 1962 г., существенное влияние на содержание ^{90}Sr оказывает трансграничный перенос морскими течениями радионуклидов, удалявшихся в Ирландское море и пролив Ла-Манш с заводов по переработке облученного ядерного топлива в Англии и Франции.

Потенциальными источниками поступления в воды Баренцева моря техногенных радионуклидов являются затонувшие вследствие аварий атомные подводные лодки: «Комсомолец», затонувшая в Норвежском море, воды которого обмениваются с водами Баренцева моря, и «К-159», затонувшая в Баренцевом море.

В районах их нахождения проводятся периодические (последние в 2014 г.) комплексные обследования морской среды: воды, донных отложений и морских организмов. В результате этих экспедиционных исследований установлено, что утечек радиоактивных материалов с затонувших подводных лодок не происходит.

Таким образом, радиационное загрязнение воздушной и водной среды Арктики находится на низком уровне.

4.4. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в районе пос. Баренцбург и прилегающих территорий

В 2015 году было выполнено обследование района расположения пос. Баренцбург, прилегающих территорий, акватории и побережья залива Гренфьорд.

Наблюдения проводились в мае (весенний период) и августе (осенний период) и включали: отбор проб атмосферного воздуха и атмосферного аэрозоля, снежного покрова, 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.

Атмосферный воздух

Основными веществами, загрязняющими атмосферный воздух поселка, являются пыль, диоксид серы, оксиды азота и углерода, сероводород, соединения ПАУ и ЛАУ, ТМ. Максимальные концентрации пыли (до 9,12 мкг/м^3), диоксида серы (до 3,04 мкг/м^3), оксида углерода (до 634 мкг/м^3) и диоксида азота (до 1,67 мкг/м^3) были отмечены в летне-осенний период.

Из хлорорганических соединений (ХОС) в воздухе были обнаружены полихлорбензолы, пестициды группы ГХЦГ и ДДТ, а также полихлорбифенилы (ПХБ), при этом концентрация полихлорциклодиеновых пестицидов не достигала предела чувствительности метода определения. В весенний период максимальные концентрации хлорбензолов достигали 0,1 нг/м^3; в летне-осенний период – 0,19 нг/м^3. Максимальные концентрации пестицидов группы ГХЦГ и ДДТ весной достигали: для суммы ГХЦГ – 0,1 нг/м^3, для суммы ДДТ – 0,08 нг/м^3. В летне-осенний период максимальное содержание пестицидов группы ГХЦГ было выше весенних значений и достигло 0,29 нг/м^3, содержание пестицидов группы ДДТ было также выше весенних значений и достигало 0,24 нг/м^3. Содержание суммы 15 конгенеров ПХБ в атмосферном воздухе в весенний период достигало в максимуме 0,41 нг/м^3, при среднем значении 0,31 нг/м^3, в летне-осенний период концентрация ПХБ достигала значений 0,62 нг/м^3, при среднем значении 0,38 нг/м^3.

По сравнению со средними концентрациями ХОС за период (2011–2014 гг.) в 2015 г. отмечено снижение средней концентрации ПХБ с 1.10 нг/м^3 до 0.35 нг/м^3, ДДТ с 0.34 нг/м^{3}до 0.16 нг/м^3.

Концентрация соединений группы ПАУ в атмосферном воздухе в 2015 г. находилась ниже предела обнаружения.

Из списка тяжелых металлов в атмосферном воздухе обнаружены значимые концентрации железа, цинка, никеля, хрома. Наиболее высокое содержание металлов в атмосферном воздухе было отмечено в летне-осенний период. Максимальная концентрация железа осенью достигала 0.24 мкг/м^3, цинка – 0.07 мкг/м^3, никеля – 0.09 мкг/м^3, хрома – 0.07 мкг/м^3. Загрязненность атмосферного воздуха ТМ в 2015 году по сравнению со средними уровнями (2011-2014 гг.) уменьшилась.

Полученные в 2015 году данные о содержании загрязняющих веществ в атмосферном воздухе в районе пос. Баренцбург 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

Водородный показатель (pH) снежного покрова в районе работ находился в пределах от 5,60 до 6,22 ед. pH. Наиболее высокие значения pH отмечены в снежном покрове в долине Сахариассендален, минимальные значения pH фиксировались в районе оз. Биенда-Стемме.

Концентрации главных ионов в снежном покрове обследованной территории изменялись в следующих пределах: хлориды – от 2,90 до 9,99 мг/л талой воды; сульфаты – от <0,50 до 2,31 мг/л; натрий – от 1,98 до 7,00 мг/л; калий – от <0,50 до 1,96 мг/л; кальций – от <0,50 до 0,79 мг/л; магний – <0,25 до 0,54 мг/л талой воды.

Концентрации минеральных форм азота в снежном покрове изменялись следующим образом: содержание нитритного азота было ниже предела обнаружения (<15 мкг/л); содержание аммонийного азота – <20 мкг/л. Содержание нитратного азота варьировалось от 20,0 до 36,0 мкг/л при среднем содержании 26,0 мкг/л, а содержание общего азота было в пределах от <200 мкг/л до 250 мкг/л при среднем значении 235 мкг/л.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега изменялось от <40 мкг/л до 110 мкг/л

талой воды, максимальная концентрация НУ была обнаружена в пробах снега, отобранных в районе оз. Биенда-Стемме.

Концентрации фенолов находились ниже предела обнаружения используемого аналитического метода (<0,5 мкг/л).

Из 16 определяемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в снежном покрове были обнаружены: нафталин, антрацен, фенантрен, флуорантен, бенз/а/антрацен, пирен, хризен, бенз/b/флуорантен, бенз/к/флуорантен, бенз/а/пирен, бенз/ghi/перилен. Среднее суммарное содержание ПАУ в талых водах проб снежного покрова составило 75,0 нг/л при максимальной концентрации 287 нг/л, зафиксированной в районе вертолетной площадки.

Из определяемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах снега было зафиксировано наличие хлорбензолов, пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ и ПХБ. Соединения группы полихлорциклодиенов не были отмечены. Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС составляли: хлорбензолов (гексахлорбензол) – 0,36 нг/л; для суммы ГХЦГ – 0,44 нг/л, суммы ДДТ – 37,2 нг/л (в районе вертолетной площадки). Из 15 определяемых индивидуальных конгенеров ПХБ в снежном покрове были обнаружены все эти соединения, но с различной частотой обнаружения.

Среднее содержание определяемых тяжелых металлов в талых водах проб снега составило: железа – 5,19 мкг/л; марганца – 1,07 мкг/л; цинка – 3,36 мкг/л; меди 1,28 мкг/л; никеля – 0,87 мкг/л; кадмия – 0,04 мкг/л.

Таким образом, снежный покров территории поселка и его окрестностей в 2015 г. характеризуется относительно повышенными концентрациями пестицидов группы ДДТ, ПХБ и отдельных ПАУ по сравнению с фоновыми районами Российской и Канадской Арктики (Карское море и ледник Агассиз на о. Элсмир). Загрязнение снежного покрова хлорорганическими пестицидами связано, в основном, с их глобальным дальним переносом от источников поступления, тогда как в формирование полей концентраций ПАУ, НУ, ТМ и ПХБ значительный вклад вносят региональные и локальные источники.

Морские воды

Отбор проб морских вод производился в восточной части акватории залива Гренфьорд, прилегающей к территории пос. Баренцбург.

Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) морских вод обследованной акватории находился в пределах от 131 до 219 мВ и составлял 195 мВ в среднем, электропроводность морской воды восточной части залива Гренфьорд изменялась от 40,6 до 52,2 мС/см при средней величине 51,2 мС/см.

Щелочность морских вод в весенний период наблюдений изменялась от 1,69 до 2,13 мг-экв/л (среднее – 1,93 мг-экв/л), а в период летне-осенних наблюдений – от 1,39 до 2,04 мг-экв/л (среднее – 1,70 мкг-экв/л).

Водородный показатель (pH) морских вод в период весенних наблюдений находился в пределах от 8,1 до 8,2 ед. pH, а в период летне-осенней съемки – от 7,98 до 8,11 ед. pH.

Содержание растворенного кислорода в водах обследованной акватории весной 2015 года находилось в пределах от 8,90 до 9,60 мг/л (80,7–95,4% насыщения); в летне-осенний период – от 10,8 до 13,0 мг/л (90,0–100,8% насыщения). Минимальное содержание кислорода было зафиксировано весной в придонном горизонте глубоководной части залива в районе водозабора.

Значения биохимического потребления кислорода ($БПК_5$) морских вод повсеместно как весной, так и в период летне-осенней съемки находились ниже нижнего предела обнаружения используемого метода анализа <0.5 мг/л.

Значения концентраций минеральных форм азота в водах обследованной акватории изменялись следующим образом: для нитритного азота весной от 0,52 мкг/л до 0,88 мкг/л. летом-осенью – от <0,5 до 2,65 мкг/л; для нитратного азота весной – ниже <5,0 мкг/л, летом-осенью – от 119 до 914 мкг/л; для аммонийного азота весной – от 16,1 до 27,6 мкг/л, летом-осенью – <5,0 мкг/л; для общего азота в период весенней съемки – <30 мкг/л и во время летне-осенней съемки – от 348 до 1542 мкг/л.

Концентрации минерального фосфора в водах района исследований весной находились в пределах от 5,1 до 8,1 мкг/л , а в летне-осенний период находились в пределах от 2,4 до 4,4 мкг/л; содержание общего фосфора колебалось весной в пределах 6,7–13,7 мкг/л и в летне-осенний период в диапазоне 8,70–24,1 мкг/л.

Концентрации кремния силикатного в водах обследованной акватории изменялись весной от 79,5 до 129 мкг/л, а летом-осенью – от 63,8 до 118 мкг/л.

Концентрации взвешенного вещества в морских водах находились в пределах от 6,0 до 10,0 мг/л в весенний период и от 5,52 до 9,70 мг/л в летне-осенний период наблюдений.

Содержание фенолов в водах обследованной акватории за периоды наблюдений было ниже предела чувствительности используемого метода анализа (<0,5 мкг/л), что не позволяло их идентифицировать.

Из загрязняющих веществ в водах обследованной акватории в 2015 году были выявлены нефтяные углеводороды, ПАУ, ТМ и ХОС.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в водах обследованной акватории находилось в следующих пределах: весной – от <40,0 до 46,0 мкг/л, а в летне-осенний период концентрация НУ была ниже предела обнаружения <40,0 мкг/л.

Соединения летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) были обнаружены в пробах морских вод исключительно в летне-осенний период 2015 года. Из всех представителей летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) были обнаружены значимые концентрации бензола. Максимальные концентрации бензола достигали – 1,20 мкг/л.

Из 16 определяемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в морских водах обследованной акватории были обнаружены только нафталин и фенантрен. Остальные соединения находились ниже пределов обнаружения. Максимальные концентрации идентифицированных ПАУ были обнаружены в прибрежных районах, сопряженных с объектами потенциального загрязнения (порт и ТЭЦ) и достигали: для нафталина – 41,5 нг/л; для фенантрена – 39,9 нг/л. В летне-осенний период в морских водах обнаружены 4 соединения из группы ПАУ. Максимальные концентрации отдельных выявленных ПАУ были обнаружены в пределах акватории морского порта Баренцбурга и составили: нафталина – 79,0 нг/л, аценафтена – 6,5 нг/л, фенантрена – 12,4 нг/л, антрацена – 4,1 нг/л. Концентрации остальных соединений группы ПАУ в летне-осенний период находились ниже пределов обнаружения. Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах восточной акватории залива Гренфьорд в весенний период наблюдений составило 71,8 нг/л, в летне-осенний период – 53,4 нг/л. В пробах морской взвеси сумма идентифицированных ПАУ в период летне-осенней съемки находилась в пределах от 31,7 до 97,5 нг/мг взвеси.

Из определяемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах морской воды за периоды наблюдений 2015 года зафиксировано наличие ПХБ, полихлорбензолов, ГХЦГ и пестицидов группы ДДТ. Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС составляли: для суммы полихлорбензолов – 0.30 нг/л в морской воде; для суммы ГХЦГ – 0.16 нг/л в морской воде и во взвеси – 238 нг/мг (осенью); для суммы ДДТ – 0,70 нг/л в морской воде и 142 нг/мг во взвеси; для суммы ПХБ – 7,10 нг/л весной морской воде и 991 нг/мг в морской взвеси. Повышенные значения концентраций контролируемых ХОС наблюдались преимущественно в поверхностном горизонте в районе порта и в прибрежной части залива, севернее поселка Баренцбург.

Максимальное содержание контролируемых тяжелых металлов в пробах морской воды составило: железа – до 1,40 мкг/л, марганца – до 14,6 мкг/л, цинка – до 4,70 мкг/л , меди – до 0,55 мкг/л, никеля – до 2,90 мкг/л, кобальта – до 0,44 мкг/л, ртути – до 0,02 мкг/л; кадмия – до 0,16 мкг/л. Концентрации хрома, олова и мышьяка находились ниже пределов обнаружения.

Максимальное содержание определявшихся тяжелых металлов в пробах морской взвесисоставило: железа – 658 мкг/мг, марганца – 10,0 мкг/мг, цинка – 0,21 мкг/мг. Содержание остальных ТМ в пробах морской взвеси было ниже пределов обнаружения.

Концентрации большей части загрязняющих веществ в морских водах залива Гренфьорд имели значения, характерные для прибрежных районов Норвежского и Северного морей и характеризующие незначительный уровень воздействия береговых источников загрязнения на морскую акваторию.

Оценка качества морских вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать большую часть вод залива Гренфьерд в зимне-весенний и летне-осенний периоды как «чистые».

На акватории залива Гренфьорд значения большинства основных гидрохимических показателей, а также концентраций загрязняющих веществ в морских водах находились в пределах установленных ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов. Исключения составили содержание марганца, достигающее до 16 ПДК в летне-осенний период в районе порта, а также содержание ртути.

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.

Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) в водах озера Биенда-Стемме изменялся в весенний период от 209 до 213 мВ; в речных водах в летне-осенний период – от 224 до 247 мВ.

Водородный показатель (pH) в озерных водах в весенний период работ находился в преде-

лах 6,54–6,60 ед. pH, в летне-осенний – от 7,45 до 7,55 ед. pH, в водах реки Грендалсэльва pH находился в диапазоне от 6,12 до 6,23 ед. pH.

Содержание растворенного кислорода в водах озера Биенда-Стемме весной находилось в пределах от 8,38 до 9,00 мг/л (насыщение кислородом составляло от 80,2 до 90,1%); в летне-осенний период содержание растворенного кислорода составляло 12,7 мг/л (насыщение – от 95,6 до 97,8%). В речных водах концентрации кислорода находились в пределах от 12,1 до 12,2 мг/л при интервале процентного насыщения от 94,2 до 95,6%.

Щелочность озерных вод весной изменялась в пределах от 0,68 до 0,73 мг-экв/л, а летом-осенью – от 0,49 до 0,51 мг-экв/л. В речных водах щелочность имела значения от 0,20 до 0,22 мг-экв/л.

Биохимическое потребление кислорода ($БПК_5$) в водах озера Биенда-Стемме в летне-осенний период находилось в пределах от 1,20 до 1,25 мг/л O_2. В весенний период в озерных водах, а также в речных водах в летне-осенний период года значение $БПК_5$ 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 летне-осенний период варьировалось в пределах от 6,8 до 6,9 мг/л. В реке Грендалсэльва в летне-осенний период величина ХПК находилась в пределах от 18,4 до 31,0 мг/л.

В водах озера Биенда-Стемме концентрации нитритного азота находились в следующих пределах: весной – от 0,9 до 1,0 мкг/л, в летне-осенний период – от 32,0 до 33,0 мкг/л. В речных водах концентрация нитритного азота находилась ниже предела обнаружения (<0,5 мкг/л.

Концентрации нитратного азота в озерных водах весной находились в пределах от 275 до 300 мкг/л, в летне-осенний период содержание нитратного азота изменялось от 130 до 132 мкг/л. В речных водах концентрация нитратного азота находилась в интервале от 461 до 488 мкг/л при среднем содержании 474 мкг/л.

Содержание аммонийного азота в водах озера Биенда-Стемме в весенний период находилось в интервале от <5,0 до 19 мкг/л. В речных водах и в озерных водах в летне-осенний период содержание аммонийного азота было ниже предела обнаружения <5,0 мкг/л.

Концентрации общего азота в озерных водах в весенний период находились в пределах от 559 до 580 мкг/л, а в летне-осенний период – от 390 до 410 мкг/л. В водах реки Грендалсэльва содержание общего азота варьировалось от 1440 до 1570 мкг/л.

Концентрации фосфатного фосфора в озерной воде в весенний период находились в пределах от 10,0 до 10,2 мкг/л, а в летне-осенний период, содержание фосфатного фосфора было ниже <5,0 мкг/л. В речных водах содержание фосфатного фосфора изменялось от 17,0 до 21,0 мкг/л.

Содержание общего фосфора в поверхностных водах озера Биенда-Стемме весной находилось в пределах 10,9–11,0 мкг/л, а в летне-осенний период – от 24,0 до 25,0 мкг/л. В реке Грендалсэльва концентрации общего фосфора составили 82,0–92,0 мкг/л при среднем значении 87,0 мкг/л.

Содержание кремния силикатного в водах озера весной находилось в интервале от 716 до 730 мкг/л, в летне-осенний период концентрации не превышали предела обнаружения <500 мкг/л. Концентрации кремния силикатного в водах реки Грендалсэльва составили от 1400 до 1580 мкг/л при среднем значении 1483 мкг/л.

Содержание взвешенного вещества в озерных водах в весенний период колебалось от 4,4 до 4,8 мг/л. В речных водах концентрации взвешенного вещества находились в пределах от 392 до 405 мг/л.

Из загрязняющих веществ в озерных водах в 2015 году были выявлены нефтяные углеводороды, тяжелые металлы, соединения групп ПАУ, ЛАУ и ХОС; в водах реки Грендалсэльва также были обнаружены все вышеперечисленные группы ЗВ, за исключением нефтяных углеводородов.

Содержание синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и индивидуальных фенолов в поверхностных водах озера Биенда-Стемме и реки Грендалсэльва за периоды наблюдений были ниже пределов чувствительности методик анализа.

Среди соединений группы летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), обнаруженных в речных и озерных водах в летне-осенний период, были отмечены значимые концентрации бензола. Концентрации остальных соединений ЛАУ находились ниже предела обнаружения (<0,1 мкг/л). Среднее содержание бензола в водах озера составляло 1,20 мкг/л, а в водах реки Грендалсэльва – 6,98 мкг/л.

Из 16 определяемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в озерных водах в весенний период не были обнаружены аценафтилен, аценафтен, дибенз/ah/антрацен и бенз/ghi/перилен. Максимальные концентрации индивидуальных соединений из группы ПАУ в озерных водах в весенний период составили: нафталина – 77,8 нг/л, флуорена – 2,0 нг/л,

фенантрена – 46,8 нг/л, антрацена – 1,5 нг/л, пирена – 2,1 нг/л, бенз/а/антрацена – 1,4 нг/л, бенз/b/флуорантена+перилена – 1,7 нг/л, хризена – 1,1 нг/л, бенз/k/флуорантена – 0,5 нг/л, индено/123 cd/пирена – 1,7 нг/л, бенз/а/пирена – 0,7 нг/л. В летне-осенний период концентрации большей части соединений ПАУ в водах озера находились ниже соответствующих пределов обнаружения. Значимые концентрации наблюдались только для фенантрена и антрацена, максимальные значения их содержания составляли 17,0 нг/л и 6,0 нг/л соответственно). Таким образом, среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах озера Биенда-Стемме в весенний период составило 152 нг/л, в летне-осенний период – 22,2 нг/л.

В водах реки Грендалсэльва из 16 определяемых соединений группы ПАУ были обнаружены только 4: нафталин, флуорен, фенантрен и бенз/а/пирен. Максимальные концентрации соединений из группы ПАУ в речных водах составили: нафталина – 50,0 нг/л, флуорена – 11,0 нг/л, фенантрена – 109 нг/л, бенз/а/пирена – 1,0 нг/л. Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в речных водах составило 159 нг/л.

Из определяемых хлорорганических соединений (ХОС) в водах озера Биенда-Стемме и реки Грендалсэльва были зафиксированы соединения групп полихлорбензолов, ДДТ, ГХЦГ и ПХБ. Максимальные концентрации идентифицированных ХОС были отмечены в водах озера в весенний период и составляли: сумма полихлорбензолов – 0,10 нг/л; сумма ГХЦГ – 0,45 нг/л; сумма ДДТ – 0,96 нг/л; сумма ПХБ – 21,6 нг/л. Максимальные концентрации ХОС в речных водах составляли: сумма полихлорбензолов – 0,16 нг/л, сумма ГХЦГ – 0,28 нг/л, сумма ДДТ – 0,41 нг/л, сумма ПХБ – 3,16 нг/л.

Максимальные концентрации тяжелых металлов (ТМ) в озерных водах составили: железа 1,6 мкг/л, марганца – 234 мкг/л, цинка – 0,62 мкг/л, меди – 1,23 мкг/л, никеля – 3,23 мкг/л, кобальта – 2,22 мкг/л, кадмия – 0,12 мкг/л. Концентрации свинца, хрома, ртути, мышьяка и олова не достигали уровня чувствительности используемого метода анализа.

В пробах речных вод максимальное содержание тяжелых металлов составило: для железа – 11,1 мкг/л, для марганца – 1542 мкг/л, для цинка – 15,0 мкг/л, для меди – 3,11 мкг/л, для никеля – 98,0 мкг/л, для кобальта – 78,0 мкг/л, для кадмия – 1,4 мкг/л, для хрома – 0,36 мкг/л, для мышьяка – 0,45 мкг/л.

В поверхностных водах озера Биенда-Стемме в весенний и летний периоды наблюдений в 2015 г. не было выявлено превышения российских гигиенических нормативов и ПДК, а также нормативов качества воды, установленных в странах ЕС.

В водах реки Грендалсэльва были отмечены превышения ПДК марганца (до 15 ПДК) и кадмия (до 1.4 ПДК). Содержание остальных нормируемых показателей составляло десятые, сотые и тысячные доли установленных ПДК.

Таким образом, с точки зрения санитарно-химических требований по результатам обследования 2015 года вода озера Биенда-Стемме может использоваться для целей хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования без дополнительной водоподготовки.

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.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах от 73 до 187 мкг/г для морских донных отложений; от 37 до 54 мкг/г для речных донных отложений и составило 46 мкг/г для донных отложений озера.

Содержание фенолов в морских отложениях и в донных отложениях суши не превышало предела обнаружения (< 10 мкг/кг).

Из 16 определяемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в донных отложениях прибрежной части залива Гренфьорд, были обнаружены все соединения. Максимальное содержание нафталина в морских донных отложениях достигало 1700 нг/г, аценафтилена – 14,1 нг/г, аценафтена – 65,5 нг/г, флуорена – 60,5 нг/г, фенантрена – 983 нг/г, антрацена – 84,0 нг/г, флуорантена – 75,3 нг/г, пирена – 242,0 нг/г, бенз/а/антрацена – 223 нг/г, хризена – 40,5 нг/г, бенз/b/флуорантена+перилена – 98,2 нг/г, бенз/k/флуорантена – 27,1 нг/г, бенз/а/пирена – 49,5 нг/г, дибенз/ah/антрацена – 51,7 нг/г, бенз/ghi/перилена – 89,7 нг/г, индено/123-cd/пирена – 29,9 нг/г.

В донных отложениях р. Грендалсэльва из 16 определяемых ПАУ были обнаружены 9 соединений. Максимальное содержание нафталина в речных донных отложениях достигало 101 нг/г, фенантрена – 185 нг/г, пирена – 21,8 нг/г, бенз/а/антрацена – 38,2 нг/г, хризена – 14,3 нг/г, бенз/b/флуорантена – 64,6 нг/г, бенз/а/пирена – 10,2 нг/г, бенз/ghi/перилена – 37,9 нг/г, индено/123-cd/пирена – 14,3 нг/г.

В донных отложениях оз. Биенда-Стемме обнаружены все 16 соединений группы ПАУ. Концентрация нафталина в донных от-

ложениях озера Биенда-Стемме составляла 173 нг/г, аценафтилена – 5,43 нг/г, аценафтена – 23,1 флуорена – 3,23 нг/г, фенантрена – 184 нг/г, антрацена – 6,33 нг/г, флуорантена – 2,76 нг/г, пирена – 65,7 нг/г, бенз/а/антрацена – 42,5 нг/г, хризена – 32,1 нг/г, бенз/b/флуорантена+перилена – 87,6 нг/г, бенз/k/флуорантена – 25,8 нг/г, бенз/а/пирена – 43,2 нг/г, дибенз/ah/антрацена – 20,1 нг/г, бенз/ghi/перилена – 54,3 нг/г, индено/123-cd/пирена – 16,7 нг/г.

Суммарное содержание соединений группы ПАУ достигало в донных отложениях оз. Биенда-Стемме 786 нг/г, р. Грендалсэльва – 488 нг/г, в донных отложениях залива Гренфьорд – 2791 нг/г.

Из определяемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах донных отложений зафиксировано наличие полихлорбензолов, пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ и ПХБ. Из 15 определяемых индивидуальных ПХБ в морских донных отложениях было зарегистрировано 13 конгенеров, в речных – 6, в озерных – 14. В речных донных отложениях концентрации полихлорбенлов и всех групп хлорорганических пестицидов находились ниже предела обнаружения (<0,1 нг/г).

Максимальные концентрации суммы полихлорбензолов достигали: в морских донных отложениях – 0,64 нг/г, в донных отложениях озера Биенда-Стемме – 0,56 нг/г.

Для суммы ГХЦГ максимальные концентрации составляли: в донных отложениях залива Гренфьорд – 0,18 нг/г, в озерных донных отложениях – 0,26 нг/г;

Для суммы ДДТ максимальные концентрации составляли: в морских донных отложениях – 14,4 нг/г, в донных отложениях озера Биенда-Стемме – 8,64 нг/г.

Для суммы ПХБ максимальные концентрации составляли: в донных отложениях залива Гренфьорд – 30,8 нг/г, в донных отложениях р. Грендалсэльва – 1,10 нг/г, в донных отложениях озера Биенда-Стемме – 169 нг/г.

Содержание полихлорциклодиенов в морских и пресноводных донных отложениях не превышало предела обнаружения (<0,05 нг/г).

В донных отложениях залива Гренфьорд превышение ДК было отмечено для суммарных нефтеуглеводородов (НУ) до 3,7 ДК; суммы ПАУ – до 2,8 ДК; суммы ДДТ – до 5,8 ДК и суммы ПХБ – до 1,5 ДК, остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК.

В донных отложениях реки Грендалсэльва превышения ДК были зафиксированы для содержания НУ до 1,1 ДК. Остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК. В донных отложениях оз. Биенда-Стемме превышение содержания ЗВ было отмечено для суммы ДДТ до 3,5 ДК и суммы ПХБ до 8,5 ДК, цинка до 1,7 ДК и никеля до 1,2 ДК. По остальным показателям превышений не было зафиксировано. Во всех случаях зафиксированные превышения ДК в донных отложениях водоемов суши были значительно ниже уровней вмешательства.

Речные донные отложения 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), с максимальным содержанием до 43,2 нг/г.

В целом, вклад техногенной составляющей в формирование уровней содержания 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 поверхностных вод суши в районе расположения пос. Баренцбург соответствует уровню 2011-2014 годов.

Почвы

В почвах территории поселка Баренцбург и его окрестностей проводилось определение содержания нефтяных углеводородов, неполярных алифатических углеводородов (НАУ), летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), тяжелых металлов и хлорорганических соединений (ХОС). Интервалы и средние значения концентраций загрязняющих веществ приведены в табл. 4.19.

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 0–5 см севернее п. Баренцбург, район расположения склада стройматериалов, составляет 130 нг/г (6,52 ПДК), в районе вертолетной площадки составляет 117 нг/г (5,87 ПДК), следовательно, они классифицируются как «очень сильно загрязненные», в нижнем слое почвы

Таблица 4.19. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в пробах почвы в 2015 году

Показатель	Интервал	Среднее
Суммарные НУ, мкг/г	<50 – 1233	139
Сумма НАУ (C_{15}–C_{31}), мкг/г	<0,1 – 0,25	<0,1
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нг/г		
Нафталин	0,5 – 5823	675
Аценафтилен	<1,2 – 8,3	0,32
Аценафтен	<1,2 – 606	30,3
Флуорен	<1,2 – 375	21,3
Фенантрен	27,4 – 4489	563
Антрацен	<1,2 – 68,8	8,8
Флуорантен	<1,2 – 962	106
Пирен	<1,2 – 549	71,8
Бенз(а)антрацен	<1,2 – 761	94,4
Хризен	2,34 – 482	73,4
Бенз(b)флуорантен+перилен	5,87 – 287	66,5
Бенз(k)флуорантен	<1,2 – 6,4	1,0
Бенз(а)пирен	0,01 – 208	37,8
Дибенз/ah/антрацен	<1,2 – 30,7	3,0
Бенз(g, h, i)перилен	<1,2 – 127	33,1
Индено(1,2,3- cd)пирен	0,06 – 308	44,5
Сумма ПАУ	97,1 – 12512	1831
Тяжелые металлы, мкг/г		
Железо	19000 – 36000	27808
Марганец	120 – 2500	386
Цинк	39,0 – 96,0	60,1
Медь	15,0 – 57,0	24,5
Никель	13,0 – 31,0	20,2
Кобальт	6,6 – 23,0	10,8
Свинец	8,2 – 33,0	15,6
Кадмий	<0,05 – 0,32	0,13
Хром	16,0 – 30,0	22,2
Мышьяк	6,0 – 26,0	11,5
Хлорорганические соединения, нг/г		
Сумма полихлорбензолов*	<0,1 – 4,48	1,03
Сумма ГХЦГ*	<0,1 – 5,06	5,06
Сумма ДДТ*	<0,1 – 146	8,72
Сумма ПХЦД	<0,1	<0,1
Сумма ПХБ*	0,79 – 1980	111

севернее п. Баренцбург, район расположения склада стройматериалов, составляет 208 нг/г (10,4 ПДК), на территории п. Баренцбург, район расположения консульства, 200 нг/г (10.0 ПДК), что позволяет отнести их к категории «очень сильно загрязненные».

Для отобранных проб почвы были рассчитаны суммарные показатели химического загрязнения Zc по тем загрязняющим веществам, концентрации которых превышали установленные ПДК.

Проведенный анализ показал, что основной вклад в загрязнение почв исследуемого района вносят мышьяк, нефтяные углеводороды, пестициды ДДТ, ПХБ, суммарные ПАУ, бенз/а/пирен, медь, марганец, кобальт. Максимальная величина суммарного показателя степени химического загрязнения почв была отмечена для проб почвы на двух горизонтах, отобранных в районе расположения вертолетной площадки ($Z_c = 27{,}9$ и 175 соответственно), что свидетельствует о чрезвычайно опасной степени загрязнения нижнего слоя почвы в этом районе. Севернее пос. Баренцбург, в районе склада стройматериалов, величина суммарного показателя степени химического загрязнения почв на двух горизонтах составила $Z_c = 35{,}3$ и 55,3, что свидетельствует об опасной степени загрязнения всего слоя почвы в этом районе. 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 3,3 до 23,9, при средней величине 8,9, что свидетельствует о допустимой и умеренно опасной степени загрязнения почв на всей остальной территории поселка Баренцбург и его окрестностей. Распределение величины суммарного показателя степени химического загрязнения почв в окрестностях пос. Баренцбург представлено на рис. 4.41.

Для проб почв, отобранных на территории фонового мониторинга, величины суммарного показателя химического загрязнения Z_c не превышали 13,0, и в среднем составляли 6,7, что свидетельствует о допустимой степени загрязненности фоновых районов.

На основании комплексной оценки степени загрязненности почв по суммарному показате-

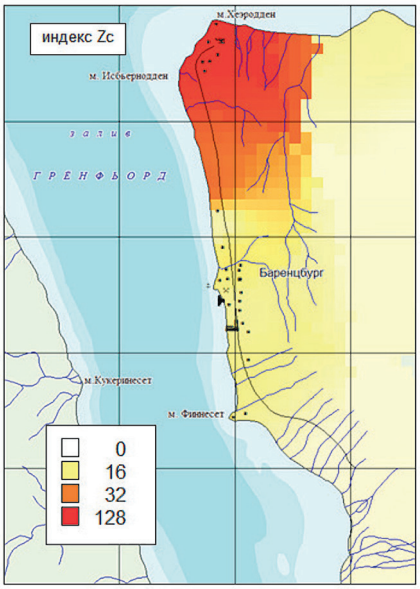


Рис. 4.41. Распределение величины суммарного показателя степени химического загрязнения почв в окрестностях пос. Баренцбург

лю химического загрязнения (Z_c) на территории поселка и его окрестностей выявлены районы с различным уровнем загрязнения:

• в районе вертолетной площадки – чрезвычайно опасным уровнем загрязнения почв по содержанию нефтяных углеводородов, суммарному содержанию полихлорированных бифенилов, суммарному содержанию ПАУ и ДДТ, по концентрации мышьяка и бенз/а/пирена;

• в районе расположения склада стройматериалов – опасным уровнем загрязнения почв по содержанию нефтяных углеводородов, суммарному содержанию полихлорированных бифенилов, суммарному содержанию ПАУ и ДДТ, по концентрации мышьяка и бенз/а/пирена;

• на территории п. Баренцбург, в районе расположения ЗГМО и консульства – умеренно опасным уровнем загрязнения почв по содержанию нефтяных углеводородов, суммарному содержанию полихлорированных бифенилов, суммарному содержанию ПАУ и ДДТ, по концентрации мышьяка и бенз/а/пирена;

• на остальной территории – допустимой степенью загрязнения по содержанию нефтяных углеводородов, суммарному содержанию ДДТ, суммарному содержанию полихлорированных бифенилов, концентрации бенз/а/пирена, кобальта, меди, марганца и по концентрации мышьяка.

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

Интервалы и средние значения концентраций загрязняющих веществ в почвенных водах приведены в табл. 4.20.

Таблица 4.20. Диапазон и средние значения гидрохимических параметров и концентраций загрязняющих веществ в почвенных водах в 2015 году

Показатель	Интервал	Среднее
Компоненты минерального состава		
Водородный показатель (pH), ед. pH	4,58–6,83	5,71
Окислительно-восстановительный потенциал, мВ	30,0–151	70,2
Щелочность, мг-экв/л	0,33–6,80	1,92
Биохимическое потребление кислорода, мг/л	<0,5	<0,5
Химическое потребление кислорода, мг/л	7,40–39,1	21,2
Нитритный азот, мкг/л	<10	<10

Окончание табл. 4.20

Показатель	Интервал	Среднее
Нитратный азот, мкг/л	131–692	332
Аммонийный азот, мкг/л	131–883	480
Общий азот, мкг/л	649–1632	1220
Фосфор фосфатный, мкг/л	2,00–13,0	5,40
Общий фосфор, мкг/л	3,00–27,0	15,7
Сероводород и сульфиды, мкг/л	<50	<50
Кремний силикатный, мкг/л	1200–2700	1870
СПАВ, мкг/л	<15,0	<15,0
Суммарные НУ, мкг/л	<40,0	<40,0
Полициклические ароматические углеводороды, нг/л		
Нафталин	<20,0–100	67,5
Аценафтилен	<50,0	<50,0
Флуорен	<6,0–14,0	10,2
Аценафтен	<6,0	<6,0
Фенантрен	11,0–79,0	34,5
Антрацен	<1,0–5,0	3,0
Флуорантен	<20,0	<20,0
Пирен	<20,0	<20,0
Бенз/а/антрацен	<6,0	<6,0
Хризен	<3,0	<3,0
Бенз/b/флуорантен+перилен	<6,0	<6,0
Бенз/k/флуорантен	<1,0	<1,0
Бенз/а/пирен	<1,0	<1,0
Дибенз/ah /антрацен	<6,0	<6,0
Индено/ 123cd /пирен	<20,0	<20,0
Бенз/ ghi /перилен	<6,0	<6,0
Сумма ПАУ*	11,0–193	83,2
Тяжелые металлы, мкг/л		
Железо	1,33–35,0	7,0
Марганец	<0,6–204	48,6
Цинк	<0,5–157	22,8
Медь	<0,5–7,5	2,4
Никель	<0,6–23,2	9,0
Кобальт	<0,1–2,12	0,70
Свинец	<1,0	<1,0
Кадмий	0,03–0,50	0,18
Хром	<0,3–0,35	0,33
Ртуть	<0,05	<0,05
Мышьяк	<0,5	<0,5
Хлорорганические соединения, нг/л		
Сумма полихлорбензолов*	<0.05	0.08
Сумма ГХЦГ*	<0.05	0.20
Сумма ДДТ*	0.08	0.21
Сумма ПХЦД	<0.05	<0.05
Сумма ПХБ*	2.80	3.24

Из 16 определяемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в почвенных водах были обнаружены 4 индивидуальных ПАУ: нафталин, флуорен, фенантрен и антрацен. Содержание нафталина в среднем составляло 67,5 нг/л при размахе колебаний от <20 нг/л до 100 нг/л; флуорена – в пределах от <6,0 до 14,0 нг/л при среднем значении 10,2 нг/л; фенантрена – в среднем 34,5 нг/л при диапазоне

изменений от 11,0 нг/л до 79,0 нг/л; антрацена – от <1,0 до 5,0 при среднем содержании 3,0 нг/л. Концентрации остальных 12 ПАУ находились ниже уровня обнаружения.

Суммарное содержание соединений группы ПАУ изменялось от 11,0 до 193 нг/л при среднем значении 83,2 нг/л. Наибольшие значения суммы ПАУ в почвенных водах были отмечены на берегах реки Грендалсэльва (148 и 193 нг/л).

Из определяемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах почвенных вод в период наблюдений было зафиксировано наличие соединений всех групп загрязняющих веществ, за исключением полихлорциклодиенов. Гексахлорбензол был зафиксирован в 80% проб; изомеры ГХЦГ были обнаружены: a_ГХЦГ – в 90% проб, b_ГХЦГ – в 50% проб; 4,4 ДДТ и 2,4 ДДЕ были зафиксированы в 10–30% проб, 4,4 ДДД и 4,4 ДДЕ были отмечены в 90–100% проб.

Наибольшие зафиксированные концентрации индивидуальных конгенеров ПХБ составили: для #118 – 1,18 нг/л, для #52 – 0,87 нг/л. Суммарное содержание ПХБ находилось в пределах от 2,80 до 4,14 нг/л при среднем значении 3,24 нг/л. Максимальная суммарная концентрация ПХБ в почвенных водах была отмечена в пробах, отобранных на берегу реки Грендалсэльва.

Наиболее сильное загрязнение тяжелыми металлами было выявлено на территории вертолетной площадки (по содержанию в почвенных водах марганца, цинка, меди, никеля и кобальта). 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 допустимых концентраций (ДК), установленных «Neue Niederlandische Liste», отмечено для фенантрена до 3,9 ДК; нафталина до 1,0 ДК. Также в районе вертолетной площадки были зафиксированы превышения содержания цинка до 2,4 ДК. По остальным нормируемым показателям превышений не установлено. Содержание остальных ТМ составляло десятые и сотые доли ДК.

В остальных районах поселка Баренцбург превышений ПДК и ОДК в почвенных водах не было зафиксировано. Выполненная оценка состояния загрязнения почвенных вод, отобранных в бассейне озера Биенда-Стемме, водами которого осуществляется водоснабжение поселка, указывает на допустимые уровни загрязнения 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.

В целом химический состав почвенных вод является характерным для верхнего деятельного слоя вод урбанизированных районов, одним из основных источников питания которых являются атмосферные осадки с заметным содержанием загрязняющих веществ.

Растительный покров

В растительном покрове территории поселка и его окрестностей 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. 4.21).

Уровни загрязнения растительного покрова изучаемого региона обусловлены несколькими факторами. Из-за отсутствия развитой корневой системы содержание ЗВ во мхах в значительной степени зависит от химического состава атмосферных осадков. В силу своего приземного расположения, а также благодаря большой поверхности, мхи способны аккумулировать большое количество пыли и атмосферных аэрозолей. Таким образом, загрязнение мхов в большей степени зависит от загрязнения атмосферного воздуха. В то же время содержание загрязняющих веществ в сосудистых растениях, прежде всего, определяется их концентрациями в почве и почвенных водах.

Наибольшие суммарные концентрации ХОС для мхов были отмечены в образцах, отобранных в районе вертолетной площадки и в районе устья р. Грендалсэльва, для сосудистых растений – в образцах, отобранных в окрестностях пос. Баренцбург и возле вертолетной площадки.

В образцах растительности были зафиксированы все определяемые тяжелые металлы, кроме олова, концентрации которого не превышали предела обнаружения (<0,5).

Уровни содержания ХОС в растительности исследуемого района были выше, чем в растительности фоновых арктических регионов. Так, максимальная концентрация SПХБ во мху превышала фоновое значение в 67,0 раз, среднее в 9,3 раза; SДДТ – в 24,9 раза, среднее – в 3,9 раза; суммы полихлорбензолов – в 6,2 раза (среднее в 2,7 раза). Схожие превышения были отмечены и для образцов сосудистых растений: максимальные для SПХБ – в 6.6 раза (среднее в 2,2 раза); для SДДТ – в 3,8 раза; суммы полихлорбензолов – в 3,8 раза (среднее в 1,9 раза).

Таблица 4.21. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в растительности в 2015 году

Показатель	Сосудистые растения		Мхи	
	Интервал	Среднее	Интервал	Среднее
Полициклические ароматические углеводороды, нг/г				
Нафталин	<0.1 – 173	51.7	19.3 – 775	234
Аценафтилен	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Флуорен	<0.1 – 15.8	6.67	11.3 – 74.4	28.7
Аценафтен	<0.1 – 6.09	3.17	<0.1	<0.1
Фенантрен	<0.1 – 582	118	100 – 645	248
Антрацен	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Флуорантен	<0.1 – 46.6	25.8	<0.1 – 212	84.1
Пирен	<0.1 – 25.0	9.14	5.34 – 67.5	19.0
Бенз(а)антрацен	0.69 – 7.00	3.09	<0.1 – 42.1	16.0
Хризен	0.97 – 7.43	3.40	3.20 – 47.4	16.2
Бенз(b)флуорантен+перилен	0.43 – 10.7	3.15	<0.1 – 19	9.76
Бенз(k)флуорантен	0.01 – 0.96	0.34	1.21 – 13.7	3.88
Бенз(а)пирен	0.05 – 3.86	0.95	2.09 – 47.2	13.9
Дибенз/ah/антрацен	<0.1 – 2.37	0.74	<0.1 – 2.70	1.35
Индено(1,2,3- cd)пирен	<0.1	<0.1	<0.1	<0.1
Бенз(g, h, i)перилен	0.26 – 3.88	1.81	<0.1 – 48.4	12.1
Сумма ПАУ	14.5 – 702	205	201 – 1557	658
Тяжелые металлы, мкг/г				
Железо, мг/г	26.0 – 240	133	590 – 12300	4569
Марганец	18.0 – 440	118	41.0 – 170	79.4
Цинк	12.0 – 39.0	24.3	18.0 – 57.0	31.5
Медь	2.0 – 10.0	3.9	3.0 – 115	13.8
Никель	0.55 – 3.40	1.83	2.60 – 22.0	11.0
Кобальт	<0.25 – 0.31	0.27	0.50 – 5.10	2.34
Свинец	<0.25 – 1.40	0.55	2.15 – 24.0	5.62
Кадмий	<0.05 – 0.13	0.10	0.12 – 0.80	0.33
Хром	<0.25 – 0.80	0.43	0.70 – 12.0	5.19
Ртуть	0.01 – 0.03	0.01	0.02 – 0.14	0.08
Мышьяк	<0.5 – 1.30	0.72	1.20 – 10.0	2.80
Олово	<0.5	<0.5	<0.5	<0.5
Хлорорганические соединения (ХОС), нг/г				
Сумма ХБ	0.27 – 1.14	0.57	0.57 – 4.62	2.05
Сумма ГХЦГ	<0.05 – 7.53	1.27	<0.05 – 0.87	0.26
Сумма ДДТ	0.38 – 1.85	1.02	0.59 – 33.15	5.18
Сумма ПХБ	2.60 – 30.6	10.3	4.80 – 478	65.9

Уровни содержания полициклических ароматических углеводородов, а также тяжелых металлов (свинца, кадмия и ртути) в образцах растительности обследованной территории были выше фоновых значений, характерных для других районов Арктики. В пробах растительного покрова, отобранных в районе расположения консульства, были отмечены повышенные концентрации ПАУ, превышающие фоновые в 8,7 раза для мхов, и в районе расположения отвалов горных пород и шлака от ТЭЦ в 7,9 раза для сосудистых, в районе вертолетной площадки содержание свинца превышало фоновые значения в 5,5 раза для мхов, в районе расположения отвалов горных пород и шлака от ТЭЦ в 70 раз для сосудистых растений; в районе вертолетной площадки были отмечены концентрации кадмия, превышающие фоновые в 4,7 раза для мхов, и в районе р. Грендальсэльва в 13 раз для сосудистых растений, в районе м. Дрессельхус содержание ртути превышало фоновые значения в 1,6 раза для мхов, что свидетельствует о существующем локальном загрязнении в этих районах.

Таким образом, можно отметить, что доминирующими группами загрязняющих веществ в растительном покрове исследуемого района являются хлорорганические соединения, из которых следует особо выделить ПХБ и пестициды группы ДДТ, концентрации которых в наибольшей степени превосходят известные фоновые уровни содержания данных веществ в растительном покрове. В отдельных районах были отмечены также значительные превышения фоновых уровней содержания суммы ПАУ и свинца.

Заключение

Подразделениями Росгидромета в 2015 году, также как и на протяжении ряда десятилетий, проведены регулярные наблюдения за параметрами абиотической составляющей природной среды и радиационной обстановкой, работы по оперативному выявлению последствий техногенных аварий, а также высоких уровней загрязнения, обусловленных другими причинами.

Анализ данных мониторинга загрязнения окружающей среды проводится с учетом климатических особенностей и антропогенной нагрузки на территории России.

В 2015 году на территории России отмечено 973 опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), включая агрометеорологические и гидрологические. По сравнению с 2014 годом в 2015 году произошло увеличение числа опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), нанесших значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения, на 11% и достигло 412 явлений (в 2014 г. было 368). Из ОЯ, нанесших ущерб, наибольший процент пришелся на очень сильный ветер (в том числе шквал) – 20,6% от общего числа и очень сильный дождь (в том числе ливень) – 8,7%. Как и в предыдущий год, наибольшее количество (40%) метеорологических ОЯ было зарегистрировано на территории Сибирского и Дальневосточного федеральных округов. По сравнению с 2014 годом увеличилось количество ОЯ на 12–23% в Южном, Центральном и Дальневосточном федеральных округах, снизилось на 14–27% – в Северо-Западном, Северо-Кавказском и Уральском федеральных округах. На территории России отмечено большое количество гидрологических ОЯ – подъем уровня воды в результате весеннего половодья и дождевых паводков, сход селевых потоков, низкая межень. На эти явления приходится более 19% от общего числа ОЯ.

2015 год на территории Российской Федерации стал самым теплым с 1936 года. В целом на территории России температурный режим был на 2,2 °С выше нормы. Положительные аномалии отмечены во все месяцы, а наибольшая – в феврале (среднемесячная температура на 5,1 °С выше нормы). Очагами тепла (температура на 7–8 °С выше нормы) были: в ноябре – Таймыр, в феврале – Республика Карелия, Свердловская и Омская области; в декабре – Кемеровская область, Алтайский и Красноярский края.

Годовая сумма осадков по России в 2015 г. составила 106% нормы. Рекордная сумма осадков выпала в Уральском федеральном округе: 124% нормы, а дефицит был отмечен в Забайкалье и на Чукотке. Следует отметить экстремальные осадки зимой в Приамурье и Приморье (179% нормы – исторический максимум). Летом сильный дефицит осадков наблюдался на юге Сибирского федерального округа: осредненные по Прибайкалью и Забайкалью летние осадки 76% нормы – исторический минимум. В целом на территории России преобладает тенденция к росту годовых сумм осадков.

Зимой 2014–2015 гг. установление снежного покрова на большей части страны началось раньше обычных сроков: на юге Европейской части – на 20–30 дней, а на Азиатской – на 10–15 дней.

На Европейской территории преобладал дефицит запаса воды в снеге по бассейнам рек центра и юга, на реках северо-запада – Нарвы и Волхова. В начале марта снегозапасы бассейна Дона, в отличие от прошлой зимы, оказались выше нормы. На северных реках Европейской части РФ снегозапасы на 8–40% превысили норму. На крупнейших реках Сибири снегозапасы были близки к норме (93–110%), но при этом в бассейнах всех рек, за исключением Верхней Оби, они были меньше, чем зимой 2013–2014 гг.

Водные ресурсы Российской Федерации в 2015 году составили 4647,9 км^3, превысив среднее многолетнее значение на 9,1%.

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 сохраняется существенно ниже установленных нормативов.

В течение последних 10 лет радиационная обстановка на территории Российской Федера-

ции сохраняется спокойной. Следует отметить, что все значения объемной активности ^{137}Cs на шесть-семь порядков ниже допустимой среднегодовой объемной активности ^{137}Cs по НРБ 99-2009. Атмосферные выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории большинства федеральных округов в 2015 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения (<0,2 Бк/м^2 год).

Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха городов сохраняется по-прежнему неудовлетворительным:

• В 44 городах (20% городов) наблюдается высокий и очень высокий уровень загрязнения.

• В 34 городах с населением 11,7 млн человек отмечены максимальные концентрации примесей выше 10 ПДК, за год отмечено 107 случаев превышения 10 ПДК максимальными концентрациями загрязняющих веществ.

• В 147 городах (59% городов, где проводятся регулярные наблюдения) с населением 50,7 млн жителей средняя за год концентрация какой-либо примеси превышала 1 ПДК.

• В 23% городов России, где проводятся наблюдения, воздух загрязнен бенз(а)пиреном, поступающим в атмосферу при сгорании топлива, средние за год концентрации примеси превышают 1 ПДК.

Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения в 2015 году включает 11 городов с населением 1,5 млн жителей. В него вошли по 2 города с предприятиями цветной металлургии и целлюлозно-бумажной промышленности и 1 город с предприятиями химической промышленности, в 6 городах определяющий вклад в загрязнение воздуха вносят предприятия топливно-энергетического комплекса. И, несмотря на снижение уровня загрязнения воздуха формальдегидом, реальных изменений его содержания в воздухе не происходит, воздух не становится чище. Продолжается рост количества городов, в которых среднегодовая концентрация формальдегида превышает 1 ПДК;

• в городах Красноярского и Забайкальского края, республик Бурятия и Тывы за десятилетний период, а также за последние пять лет, отмечается рост уровня загрязнения атмосферного воздуха в 2–3 раза, а в Кызыле — в 4 раза, происходящего за счет существенного роста концентраций бенз(а)пирена (БП).

Атмосферные выбросы загрязняющих веществ в городах и на дорогах федерального значения приводят к образованию вокруг них ареалов с загрязнением почв токсикантами промышленного и транспортного происхождения.

К опасной категории относятся обследованные почвы вокруг городов Свердловской области (Уральский Федеральный округ): Кировград (кадмий, медь, свинец, цинк), Реж (кадмий, никель), Ревда (медь, свинец, кадмий, цинк), Асбест (никель), Первоуральск (медь, свинец), Верхняя Пышма (медь), Нижний Тагил, Полевской (медь), Берёзовский (свинец) и Невьянск (цинк). Выявлена тенденция к накоплению свинца и хрома в почвах г. Первоуральск и меди, цинка и свинца в почвах г. Ревда.

В Сибирском федеральном округе в последние годы отмечается тенденция к накоплению в почвах фтора в районе городов Братск и Шелехов. В Дальневосточном федеральном округе опасная категория загрязнения почв в 2015 году была зарегистрирована возле пос. Рудная Пристань (свинец, цинк, кадмий), а также пос. Славянка (цинк). Почвы, обследованные в других федеральных округах, относятся к категории умеренно опасной или ТПП не были обнаружены.

В 2015 г. участки, почва которых загрязнена пестицидами (выше установленных гигиенических нормативов), обнаружены на территории 9 субъектов Российской Федерации. Несмотря на запрет применения препаратов ДДТ в 70-х годах, до сих пор загрязнение почв этим персистентным инсектицидом на территории России отмечается наиболее часто. Также на отдельных участках отмечено загрязнение почв ГХЦГ, ГХБ, трифлуралином, метафосом, 2,4-Д, далапоном, ТХАН. В 2015 г. не было выявлено превышения норматива содержания триазиновых гербицидов в почве. Загрязненные участки выявляются на территории Российской Федерации ежегодно, при этом наблюдается тенденция снижения доли загрязненных почв.

Максимальное содержание ДДТ в обследованных почвах наблюдалось в Центральном, Приволжском, Уральском и Сибирском федеральных округах.

Анализ динамики качества поверхностных вод за 2013–2015 гг. показал, что в 2015 г. качество воды на водных объектах с высоким уровнем загрязненности улучшилось. Число створов на водных объектах Российской Федерации, в воде которых содержание одного или более ингредиентов превышало 10 ПДК в 2015 году, составляло 518 створов. Однако в каждом федеральном округе продолжают оставаться наиболее загрязненными водные объекты, характеризуемые в течение десятилетий как «грязные» или «экстремально грязные»; число таких створов в 2015 г. составило 77.

В Центральном федеральном округе средоточие на территории округа многочисленных предприятий различной хозяйственной направленности продолжало оказывать значительное антропогенное влияние на качество повер-

хностных вод. В 2015 г. по сравнению с 2014 г. продолжало увеличиваться число створов на водных объектах, вода которых характеризовалась, как «загрязненная» на территории областей: Белгородской, Владимирской и Тульской. Наметилось незначительное уменьшение числа створов, вода которых характеризовалась, как «грязная» и «экстремально грязная» на водных объектах Московской и Орловской областей.

В Северо-Западном федеральном округе наиболее загрязнены малые реки Мурманской области и реки бассейна Северной Двины на территории Архангельской области, вода которых традиционно характеризуется высоким уровнем загрязненности – «грязная».

В Южном федеральном округе природно-ресурсный потенциал отличается большим разнообразием и широким использованием многочисленными отраслями промышленности. Низким качеством воды – «грязная» за многолетний период характеризуются водные объекты Ростовской и Астраханской областей.

В Северо-Кавказском федеральном округе вода большинства водных объектов характеризуется как «загрязненная», некоторые водные объекты Ставропольского края - как «слабо загрязненные» и «условно-чистые». Большинство водных объектов Республики Северная Осетия – Алания оцениваются как «слабо загрязненные».

Водные объекты республик: Башкортостан, Мордовия, Удмуртия, Чувашия и Нижегородской области характеризуются как «грязные».

В Уральском федеральном округе наличие большого количества промышленных предприятий, не имеющих в достаточной степени эффективных очистных сооружений, обуславливает высокий уровень загрязненности поверхностных вод округа в многолетнем плане. Ямало-Ненецкий и Ханты-Мансийский АО, входящие в состав Уральского федерального округа, являются основными нефтегазоносными районами Российской Федерации, эксплуатация которых способствует загрязнению поверхностных вод. Грязными водами характеризуются водные объекты Свердловской, Курганской, Тюменской областей.

В Сибирском федеральном округе продолжает увеличиваться число створов в Новосибирской и Омской областях, оцениваемых как «грязная» вода.

В Дальневосточном федеральном округе, богатейшем природными ресурсами, разработка и эксплуатация которых без должных природоохранных мер отрицательно сказывается на качестве поверхностных вод Хабаровского и Приморского краев: большая часть створов на водных объектах характеризуется как «грязная» вода.

В Крымском федеральном округе вода более половины водных объектов оценивается как «условно чистая» и «слабо загрязненная».

Водные объекты Черноморского побережья: р. Бельбек, р. Биюк-Узенбаш, р. Черная, р. Дерекойка, р. Ускут, вдхр. Партизанское, вдхр. Счастливое, вдхр. Чернореченское, вдхр. Феодосийское и – Азовского побережья: вдхр. Аянское, вдхр. Симферопольское, р. Биюк-Карасу, оцениваются как «слабо загрязненные».

В 2015 году состояние наблюдаемых экосистем рек, озер и водохранилищ по гидробиологическим показателям в России сохраняется на стабильном уровне, кардинальных изменений в таксономическом составе и структуре сообществ по сравнению с предыдущими годами наблюдений не выявлено. Отмечается тенденция улучшения экосистем водных объектов в городах Казань, Благовещенск, Красноярск, в реках верхнего и среднего течения Амура и его притоках, в том числе р. Зея (включая Зейское водохранилище). Однако, поверхностные воды в г. Чита по-прежнему характеризуются как «загрязненные».

Наблюдения за загрязнением морской среды и донных отложений в прибрежных районах Российской Федерации проводились на участках акваторий вблизи основных источников поступления загрязняющих веществ (устья рек, крупные города, порты или перевалочные пункты сырья и нефтепродуктов, транспортные узлы и т.д.).

В целом в 2015 году в прибрежных морских районах качество морской воды изменялось от: «чистая» до «умеренно-загрязненная». Отмечено практически повсеместное снижение нефтяных углеводородов и пестицидов. Приоритетными загрязняющими веществами в придонных поверхностных слоях являются биогенные вещества и тяжелые металлы (ниже 1 ПДК, на уровне ПДК).

Однако, в открытом море Северного Каспия на разрезе о. Чечень – полуостров Мангышлак и в Мурманском заливе, несмотря на некоторое улучшение, вода остается самой грязной.

В 2015 г. по сравнению с 2014 г. в бассейне оз. Байкал: на станциях Исток Ангары и Большое Голоустное показатели суммы определяемых загрязняющих веществ из атмосферы снизились на 30% и 12%, соответственно.

Повышенное содержание общей минерализации отмечалось во всех котловинах озера – в среднем, южном и северном Байкале. Максимальное содержание сульфатных ионов определялось в южном Байкале. В целом по озеру концентрация сульфатов близка к среднемноголетнему значению – 5,5 мг/л.

Результаты наблюдений за загрязнением донных отложений на полигоне в районе быв-

шего БЦБК свидетельствует о некотором снижении антропогенной нагрузки на донные отложения полигона. В 2015 г. среднее содержание бенз(а)пирена (БП) в донных отложениях на полигоне, несмотря на закрытие БЦБК, увеличилось по сравнению с 2014 г. и достигло 14,0 нг/г с.о. Содержание суммы ПАУ в донных отложениях водоемов в пределах до 100 нг/г с.о. считается слабым загрязнением. Поэтому учитывая содержание в донных отложениях на полигоне суммы ПАУ в 2015 г. – 218,9 нг/г с.о. последние можно отнести к сильно загрязненным. Уровень загрязненности донных отложений на авандельте р. Селенга БП, можно отнести к фоновому (< 5,0 нг/г с.о.), а по сумме ПАУ к слабо загрязненному (< 100 нг/г с.о.). Загрязненность донных отложений на полигоне в зоне влияния трассы БАМ бенз(а)пиреном, можно отнести к фоновой (< 5,0 нг/г с.о.), а по сумме ПАУ, как слабо загрязненному типу (< 100 нг/г с.о.).

Площадь зоны загрязнения в районе коммунальных сточных вод г. Байкальск составила 1,9 км^2, что в 2,7 раза меньше, чем в 2014 г. (5,1 км^2). Площадь зоны загрязнения донных отложений в подледный и осенний периоды 2015 г. сохранилась на уровне значений 2014 г.

Анализ гидробиологических характеристик за 2015 г. свидетельствует о некотором снижении антропогенной нагрузки в районе выпуска коммунальных стоков в районе г. Байкальск в подледный и весенний период.

Основная масса загрязняющих веществ поступает с главным притоком оз. Байкал. По среднемноголетней оценке, с водным стоком р. Селенга в озеро поступило до 83% взвешенных веществ, по 60% трудно- и легко-окисляемых органических веществ, до 70% СПАВ и по 50% нефтяных углеводородов и летучих фенолов от величин выноса этих веществ с изученным речным стоком. Поступления загрязняющих веществ с водным стоком малых притоков составляли – 19% от выноса летучих фенолов, 14% – нефтяных углеводородов, 13% легко-окисляемых органических веществ и 5,1% – СПАВ.

Комплексный мониторинг загрязнения окружающей среды на протяжении ряда лет проводится и в других регионах.

Так, в заливе Гренфьорд и на его восточном побережье (пос. Баренцбург и его окрестности) мониторинг компонентов природной среды проводится с целью анализа глобального, фонового и локального уровней загрязнения, которые сравнивались с фоновыми данными и норвежскими стандартами.

Загрязненность атмосферного воздуха тяжелыми металлами (ТМ) в 2015 году по сравнению со средними уровнями предыдущих лет уменьшилась.

Загрязнение снежного покрова хлорорганическими пестицидами связано в основном с их глобальным дальним переносом.

Концентрации практически всех определяемых загрязняющих веществ в почвах, отобранных на территории фонового мониторинга, соответствовали уровням их содержания в других фоновых районах Арктики по данным опубликованных зарубежных исследований.

Из загрязняющих веществ в озерных водах Биенда-Стемме в 2015 году были выявлены нефтяные углеводороды, тяжелые металлы, соединения групп ПАУ, ЛАУ и ХОС; в водах реки Грендалсэльва также были обнаружены все вышеперечисленные группы загрязняющих веществ за исключением нефтяных углеводородов. С точки зрения санитарно-химических требований по результатам обследования 2015 года вода озера Биенда-Стемме может использоваться для целей хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования без дополнительной водоподготовки.

Концентрации большей части загрязняющих веществ в морских водах залива Гренфьорд имели значения, характерные для прибрежных районов Норвежского и Северного морей со средним или незначительным уровнем воздействия береговых источников загрязнения на морскую акваторию. Локальное загрязнение вод залива Гренфьорд связано с поступлением неочищенных коммунально-бытовых сточных вод поселка. Однако это не оказывает существенного влияния на качество вод залива в целом.

Российская сухопутная арктическая зона простирается от западной границы на Кольском п-ве до мыса Дежнева на Чукотском п-ве на востоке страны и представлена разнообразными природными условиями.

В многолетних изменениях годовых сумм осадков за период 1936–2015 гг. наблюдается тенденция статистически значимого их увеличения со средней скоростью около 3 мм/10 лет. При этом рост осадков преимущественно отмечается в холодный период года. Наиболее выражен рост осадков в южной части Североевропейского района (15,3 мм/10 лет для осадков холодного периода и 18,0 мм/10 лет для годовых сумм). Тенденция к убыванию осадков наблюдается в Чукотском районе в течение всего года, хотя вклад ее в общую изменчивость осадков региона невелик.

В течение последних тридцати лет (1986–2015 гг.) наблюдался рост температуры во всех регионах Арктической зоны . В целом во всех районах евразийского сектора линейный рост среднегодовой температуры составил около 2,0 °С за 30 лет (или 0,68 °С/10 лет). В Западно- и Восточносибирском районах с конца 1990-х гг. наблюдалось значительное ускорение потепления.

Как показывают результаты измерений, представленные в Мировой центр данных по парниковым газам (http://ds.data.jma.go.jp/gmd/wdcgg/) различными национальными программами, фоновая концентрация CO_2 и CH_4 в широтном поясе от 60° с.ш. до 90° с.ш. практически не меняется с широтой. Концентрации парниковых газов в этом поясе, в том числе в Арктической зоне РФ, обусловлены наличием крупномасштабных источников, что отражают данные измерений, выполняемые на отдельных станциях.

С 1990 г. основной тенденцией изменения pH снежного покрова на материковой площади Арктической зоны России стало его уменьшение по большей части до нормальных значений. Большая часть материковой территории Российской Арктики в зимний период 2014–2015 гг. была подвержена воздействию фоновых и близких к фоновым потоков серы с атмосферными осадками.

Качество вод в замыкающих, находящихся вне морского влияния створах малых, средних и больших рек Арктической зоны независимо от меридиональной привязки изменяется от «слабо-загрязненных» до «грязных». К «экстремально грязным» относятся только две реки: р. Роста – единственная река в черте г. Мурманск, которая впадает в Кольский залив Баренцева моря и река Пур, которая впадает в Тазовскую губу Карского моря.

В Арктической зоне Российской Федерации проживает более 2,5 млн человек, что составляет менее 2% населения страны. Для Арктики в целом характерны предельно низкая плотность населения и высокая дисперсность расселения. Однако Арктическая зона России отличается самым высоким уровнем урбанизации: более 80% населения проживает здесь в городах и поселках с населением свыше пяти тысяч человек. Основными источниками загрязнения атмосферы в населенных пунктах Арктической зоны РФ являются предприятия газо- и нефтедобывающей промышленности, по добыче и переработке полезных ископаемых, крупнейшие предприятия черной и цветной металлургии, предприятия топливно-энергетического комплекса, химическая промышленность, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность, железнодорожный и морской транспорт. По результатам мониторинга загрязнения воздуха в городах Арктической зоны РФ в 2015 году 10 городов характеризуются низким уровнем, 2 — повышенным (г. Архангельск, г. Никель), Норильск, который ежегодно включается в Приоритетный список городов России с наибольшим уровнем загрязнения, — очень высоким.

Таким образом, анализ всего массива данных мониторинга загрязнения окружающей среды в 2015 году на территории Российской Федерации показывает, что в местах проживания основной части городского населения и расположения промышленных предприятий, также как и в предыдущие годы, неблагоприятным остается качество окружающей среды, прежде всего, атмосферного воздуха, поверхностных вод, а также почв в радиусе 1–5 км вокруг крупных промышленных предприятий Урала и Сибири.

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.
	УНСГ Росгидромета	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»	Борщ С.В., Сидоренков Н.С.
1.6.	ФГБУ «ГГИ»	Гусев С.И., Куприёнок Е.И.

РАЗДЕЛ 2

2.1.	УМЗА Росгидромета	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.
2.2.2.	ФГБУ «ГГО»	Парамонова Н.Н., Привалов В.И., Ивахов В.М.
2.3.1.	ФГБУ «ГГО»	Русина Е.Н., Боброва В.К.
2.3.2.	ФГБУ «ГГО»	Соколенко Л.Г., Попов И.Б., Зайнетдинов Б.Г.
2.3.3.	ФГБУ «ЦАО»	Звягинцев А.М., Иванова Н.С.
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., Пастухов Б.В., Латышев Б.А.
2.3.5.-2.3.6.	ФГБУ «ГГО»	Свистов П.Ф., Павлова М.Т., Першина Н.А., Полищук А.И., Семенец Е.С.
2.3.6.1.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Ветров В.А., Манзон Д.А., Кузовкин В.В.
2.3.7.		Парамонов С.Г., Конькова Е.С., Латышев Б.А.
2.3.8.		Рябошапко А.Г., Брускина И.М., Громов С.А.
2.3.9.		Громов С.А, Трифонова-Яковлева А.М., Бунина Н.А.
	ФГБУ «ЛИН СО РАН»	Ходжер Т.В., Голобокова Л.П., Нецветаева О.Г.
2.4.1.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Позднякова Е.А., Парамонова Т.А., Парамонов С.Г., Бурцева Л.В., Афанасьев М.И., Пастухов Б.В.
2.4.2.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Сатаева Л.В., Подвязникова Г.Е.
2.5.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонов С.Г., Латышев Б.А.
2.6.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Гниломедов В.Д., Каткова М.Н.
2.6.1.		Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Гниломедов В.Д., Волокитин А.А., Полянская О.Н.
2.6.2.		Петренко Г.И., Каширцева И.В., Филатова А.Н.
2.6.3.		Булгаков В.Г., Гниломедов В.Д., Каткова М.Н.

РАЗДЕЛ 3

3.1.	ФГБУ «ГГО»	Безуглая Э.Ю., Ануфриева А.Ф., Загайнова М.С., Ивлева Т.П., Любушкина Т.Н., Симоненкова К.С., Смирнова И.В.

3.2.1.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Сатаева Л.В., Подвязникова Г.Е.
3.2.2.		Лукьянова Н.Н., Юлдашева А.Ю.
3.3.1.	ФГБУ «ГХИ»	Минина Л.И., Лобченко Е.Е., Ничипорова И.П., Емельянова В.П., Лямперт Н.А., Первышева О.А., Лавренко Н.Ю., Чернова Т.В., Листопадова Н.Н.
3.3.2.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Буйволов Ю.А., Лазарева Г.А., Быкова И.В., Уваров А.Г., Потютко О.М.
3.3.3.		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., Матвейчук И.Г., Погожева М.П., Косевич Н.И., Крутов А.Н., Аляутдинов А.Р., Иванов Д.Б.
3.3.6.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Щука Т.А., Щука С.А.

РАЗДЕЛ 4

4.1.1.–4.1.3.	ФГБУ «Центральное УГМС»	Трухин В.М., Плешакова Г.В., Горохова Е.С., Маркина О.Д., Попова Е.И., Кузеев В.П., Терешонок Н.А.
	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Малеванов Ю.А.
4.2.1.	ФГБУ «ГХИ»	Матвеев А.А.
4.2.2.		Аниканова М.Н, Аджиев Р.А.
4.2.3.		Резников С.А., Богуш И.В.
4.2.4.		Якунина О.В.
4.2.5.		Тезикова Н.Б., Пономаренко Л.М
4.3.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Безделова А.П.
4.3.1.	ФГБУ «ААНИИ»	Алексеев Г.В., Радионов В.Ф.
	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Позднякова Е.А., Волкова Г.Л.. Волков А.А., Кухта А.Е.
	ФГБУ «ГГИ»	Гусев С.И., Куприёнок Е.И.
4.3.2.	ФГБУ «ГГО»	Шаламянский А.М., Ромашкина К.И.
		Свистов П.Ф., Павлова М.Т., Першина Н.А., Полищук А.И., Семенец Е.С.
		Парамонова Н.Н., Привалов В.И., Ивахов В.М.
	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Самсонов Д.П., Кочетков А.И., Пасынкова Е.М., Пантюхина А.Г., Степанова Н.В.
		Георгиевский В.Д., Рычков А.М., Гусаров А.С.
		Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Гниломедов В.Д.
	ФГБУ «ГХИ»	Лобченко Е.Е., Минина Л.И.. Лавренко Н.Ю., Листопадова Н.Н., Чернова Т.В.
	ФГБУ «ГГО»	Симоненкова К.С., Ануфриева А.Ф., Загайнова М.С., Ивлева Т.П., Любушкина Т.Н., Смирнова И.В.
4.4.	Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун»	Демин Б.Н., Демешкин А.С., Власов С.В., Бажуков К.А.

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 2015 ГОД

© Росгидромет, 2016 г.

Подписано в печать 15.07.2016 г.
Формат 60x90/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 28,75. Тираж 450 экз. Заказ № 1192.

Отпечатано: ИП Чувашова Наталья Владимировна
125635, г. Москва, ул. Новая, д. 3
тел. +7 (903) 511-04-26
E-mail: rostest-iv@inbox.ru

ISBN 978-5-906644-57-2