ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

2018

ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ 2018

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ
ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

Обзор

состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации

2018

Москва 2019

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)

О Б З О Р

СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2018 ГОД

МОСКВА
2019

УДК 504.5:502.2(470+571)(058)«2018»
ISBN

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

Редакционная комиссия: Г.М. Черногаева, С.А. Громов, Л.Р. Журавлева, Ю.А. Малеванов, Ю.В. Пешков, М.Г. Котлякова, Т.А. Красильникова

В Обзоре рассматриваются состояние и загрязнение окружающей среды на территории Российской Федерации за 2018 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 имени академика Ю.А. Израэля», 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 имени академика Ю.А. Израэля» и Управлением мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды 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 имени академика Ю.А. Израэля»
http://downloads.igce.ru/publications/reviews/review2018.pdf.

© Росгидромет, 2019 г.
© Перепечатка любых материалов из Обзора только со ссылкой на Росгидромет

Содержание

Предисловие 5

Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности года 6
1.1. Гелиогеофизическая обстановка 6
1.2. Опасные гидрометеорологические явления 9
1.3. Температура воздуха 12
1.4. Атмосферные осадки 16
1.5. Снежный покров 19
1.6. Водные ресурсы 21

2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему и состояние окружающей среды 28
2.1. Характеристика государственной сети наблюдений за состояниеми загрязнением окружающей среды 28
2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему 29
2.2.1. Эмиссия парниковых газов 30
2.2.2. Содержание CO_2 и CH_4 в атмосфере 31
2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферы 33
2.3.1. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы 33
2.3.2. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы 37
2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями 40
2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ 42
2.3.4. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по данным сети СКФМ) 44
2.3.5. Ионный состав атмосферных осадков на российских станциях, входящих в систему Глобальной Службы Атмосферы ВМО 47
2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков 51
2.3.6.1. Загрязнение и закисление снежного покрова в регионах Российской Федерации ... 56
2.3.7. Фоновое загрязнение атмосферных осадков (по данным сети СКФМ) 60
2.3.8. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ (ЕМЕП) 63
2.3.9. Региональное загрязнение воздуха и осадков по данным станций мониторинга ЕАНЕТ .. 65
2.3.10. Оценка отклика древостоев сосны обыкновенной на воздействие 66
климатических факторов (МСП КМ) 66
2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности 68
2.4.1. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности (по данным сети СКФМ) 68
2.4.2. Фоновые массовые доли химических веществ в почвах в региональном аспекте 72
2.5. Загрязнение поверхностных вод 75
2.5.1. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным 75
сети гидрохимического мониторинга 75
2.5.2. 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 87
2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов 87

3. Загрязнение окружающей среды регионов России 92
3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов 92
3.1.1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха 92

3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха 93
3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах 96
3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации 100
3.2. Загрязнение почвенного покрова 102
3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения 102
3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов 107
3.3. Загрязнение поверхностных вод 113
3.3.1. Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям 113
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 136
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 156

4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных территорий 161
4.1. Московский регион 161
4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха 161
4.1.2. Загрязнение почвенного покрова 164
4.1.3. Загрязнение поверхностных вод 166
4.1.4. Характеристика радиационной обстановки 169
4.2.Озеро Байкал 171
4.2.1. Поступление химических веществ из атмосферы 171
4.2.2. Гидрохимические наблюдения за качеством поверхностных вод 172
4.2.3. Донные отложения 174
4.2.4. Гидробиологические наблюдения на озере 175
4.2.5. Характеристика выноса загрязняющих веществ с водным стоком р. Селенга 177
4.3. Арктическая зона Российской Федерации 178
4.3.1. Особенности климатического режима года 179
4.3.2. Комплексная оценка состояния и загрязнения окружающей среды в Арктической зоне Российской Федерации 187
4.4. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в районе пос. Баренцбург и прилегающих территорий 209

Заключение 219

Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета 223

Список авторов 224

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 М.Е. Яковенко

Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности года

1.1. Гелиогеофизическая обстановка

По характеру изменения основных индексов солнечной активности 2018 г. относится к ветви спада солнечной активности, 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 рисунке 1.1. имеет двухвершинную структуру.

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

Первая вершина наблюдалась в 2012 г., вторая в 2014 г. Это иллюстрирует рисунок 1.2, где приведены более подробные данные (среднемесячные значения чисел Вольфа) за последние 13 лет (с 2005 года по 2017 гг.) и прогноз на 2019-2020 гг.

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.

Однако, если сравнивать 24-й солнечный цикл с более ранними солнечными циклами, то можно заметить его сходство, например, с 14 или 12 солнечными циклами, что видно из рисунка 1.3.

Рис. 1.2. График изменения среднемесячных значений чисел Вольфа

Рис. 1.3. Гистограмма солнечных циклов с 18 по 21 век

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 четыре года.

В столбцах этой таблицы указаны:

2 - среднегодовые числа Вольфа W, по данным оперативного центра в Боулдере (они примерно в 1,4 раза больше значений R - международного ряда этого индекса, приведенных на рисунках 1.1, 1.2;

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

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 Ep>25 МэВ и максимальной интенсивностью > 100 $см^{-2}с^{-1}$ по данным КА серии «Метеор», «Ресурс», «Электро Л», «Goes», (с 2001 г. по 2010 г. только по данным КА серии «GOES», с 2011 г. по данным КА «Метеор-М» №1, «GOES» №№ 13,15, российского геостационарного КА «Электро-Л» №1, с июля 2014 г. по данным КА «Метеор-М» №2, с июня 2016 г. по данным российского геостационарного КА «Электро-Л» №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).

Таблица 1.1. Основные индексы, характеризующие солнечную активность

Годы	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
2016	37	89	660	2	16	0	0	28	4	0
2017	19,5	77,3	669	11	39	4	2	24	6	1
2018	6,6	70,0	95	0	0	0	0	16	1	0

Из данных таблицы 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 2018 г., 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 ($W \leq 100$; $F_{10,7} \leq 100$);
- умеренная ($100 < W \leq 200$; $100 < F_{10,7} \leq 200$);
- высокая ($W > 200$; $F_{10,7} > 200$)

В 2018 г. интегральная солнечная активность в течение всего периода соответствовала «низкому» уровню.

В 2018 г. на видимом диске Солнца ««долгоживущих» активных областей не наблюдалось. Для сравнения в 2017 г. (июль-август, сентябрь-октябрь) на видимом диске Солнца наблюдались две «долгоживущие» активные области (в течение пяти солнечных оборотов).

В последние годы вспышечная активность продолжала уменьшаться. В 2016 г. рентгеновских вспышечных событий класса X не было зарегистрировано, а количество рентгеновских вспышечных событий класса M уменьшилось почти на порядок по сравнению с 2015 г.

Состояние магнитного поля Земли

По данным среднеширотных станций Российской Федерации геомагнитное поле было умеренно возмущенное в течение одних суток (26 августа), слабо возмущенное в течение восьми суток (18 марта, 20 апреля, 6 мая, 27 августа, 11 сентября, 7 октября, 5 ноября и 28 декабря), в течение 18 суток - неустойчивое, в остальное время геомагнитное поле менялось от спокойного до очень спокойного (оценка по ApMos). Суммарное возмущение геомагнитного поля в 2018 г. было несколько меньше и слабее, чем в 2017 г.

Данные о состоянии магнитного поля в высоких широтах в 2018 г. поступали в Гелиогеофизическую Службу с семи магнитных обсерваторий:

- Баренцбург, остров Визе, расположенных в зоне Полярная шапка(φ=80°);
- Мурманск, Амдерма, Диксон, Тикси и Певек, расположенных в авроральной зоне и / или вблизи границы авроральная зона — Полярная шапка (от φ = 68° до φ = 74°).

Умеренное возмущение магнитного поля наблюдалось станциями Баренцбург и остров Визе соответственно в течение 17 и 5 суток (в 2017 г. в течение 53 и 31 суток), слабое возмущение магнитного поля соответственно в течение 45 и 37 суток, в остальное время состояние магнитного поля было от неустойчивого до очень спокойного.

Сильное возмущение магнитного поля наблюдалось на большей части станций авроральной зоны от 13 до 21 суток (в 2017 году от 25 до 64 суток), умеренное возмущение - от 39 до 61 суток (в 2017 г. от 33 до 84 суток), слабое возмущение - от 30 до 63 суток, в остальное время состояние магнитного поля было от неустойчивого до очень спокойного (таблица 1.2.).

Таблица 1.2. Количество и характеристика возмущенных дней по станциям авроральной зоны в 2018 г.

Станция	Мурманск	Амдерма	Диксон	Тикси
Магнитное поле	сутки	сутки	сутки	сутки
Сильно возмущенное	17	21	13	18
Умеренно возмущенное	39	51	49	61
Слабо возмущенное	30	41	50	63

Повышение магнитной активности, связанное с магнитной бурей, привело к нарушению радиосвязи, проявлению полярных сияний не только в авроральной зоне, но и на средних и более низких широтах. В высоких широтах наблюдались полярные сияния, некоторые из которых приведены на рисунке 1.4.

а)

б)

в)

г)

Рис. 1.4. Примеры наблюдения полярных сияний в разных регионах арктической зоны в период с 22 по 28 августа
Источник данных: http://www.spaceweather.com/archive.php

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 94 суток (26% времени) слабыми отрицательными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 6 суток (2%) - умеренными отрицательными отклонениями;
- в течение 92 суток (25% времени) - слабыми положительными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 4 суток (4% времени) - умеренными положительными отклонениями;
- сильные положительные отклонения не регистрировались.

По сведениям, полученным от постоянных потребителей радиопрогнозов Мурманского региона, практическое ухудшение условий радиосвязи в КВ-диапазоне из-за магнитных возмущений отмечено в течение 126 суток (35% времени), из них более всего в марте.

Гелиогеофизическая служба в 2018 г. выпустила 54 предупреждения о неблагоприятных гелиогеофизических условиях (PRESTO), все предупреждения о возмущениях магнитного поля Земли.

Из данных, приведенных в этом разделе Обзора, видно, что по различным характеристикам солнечной активности, весь период с 2007 г. 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

По данным Росгидромета в 2018 г. в целом на территории РФ было отмечено 1040 опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), включая агрометеорологические и гидрологические. Это на 133 явления больше, чем в 2017 г., когда их было 907. Из всех в 2018 г. ОЯ 465 нанесли значительный ущерб экономике страны и жизнедеятельности населения.

На рис. 1.5. приведены данные Росгидромета о динамике количества гидрометеорологических ОЯ за 1996–2018 гг., относящихся лишь к опасным явлениям и комплексам гидрометеорологических явлений (КМЯ), включая

гидрологические и агрометеорологические явления, которые нанесли значительный ущерб секторам экономики и жизнедеятельности населения (общее количество и количество непредусмотренных ОЯ). Прошедший год стал третьим по количеству ОЯ, нанесших ущерб. Количество непредусмотренных ОЯ в 2018 г. составило 20.

Рис. 1.5. Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (черный) и количество непредусмотренных ОЯ (красный)

Из наиболее значительных по нанесенному ущербу были:

аномально холодная погода и сильные морозы на юге Западной Сибири (с 18 по 29 января), в Красноярском крае (с 15 по 27 января), в Иркутской области (с 19 по 27 января), в Челябинской и Курганской областях (с 22 по 27 января), отмечались нарушения в тепло- и газоснабжении объектов ЖКХ и ТЭК, перерасход топлива в котельных, аварии на теплотрассах, перемерзание водонапорных башен, локальные отключения электроэнергии, увеличение бытовых пожаров, затруднения в работе автотранспорта (отмена и задержка автобусных рейсов);

сильные метели и снегопады на Сахалине 9-11 января, были заметены дороги (в Долинском районе застряли 50 автомобилей), закрывался аэропорт Южно-Сахалинск, не работала паромная переправа Ванино – Холмск, отключалась электроэнергия (более 4000 человек оставались без электричества); 24-25 января местами отключалась электроэнергия, затруднялось движение автотранспорта, отменялись пригородные поезда;

очень сильный снег в Ханты-Мансийском автономном округе 19 марта стал причиной увеличения числа дорожно-транспортных происшествий, при которых 5 человек погибли и 12 человек были ранены;

очень сильные дожди, прошедшие в Краснодарском крае 24-25 октября, и вызванные ими дождевые паводки привели к затоплению ж/д станции Гойтх, станции Пшиш, перегона Туапсе–Пшиш, вследствие чего было приостановлено ж/д сообщение; были частично затоплены несколько населенных пунктов, произошло затопление придомовых территорий в станице Куринская; на территории города-курорта Сочи отмечались затопления придомовых территорий, в Адлере затоплены микрорайоны Кудепста и Хоста, на участке краевой автомобильной дороги к аулу Наджиго смыто 300 м дорожного покрытия; на автодорогу А-149 Адлер – Красная Поляна произошёл вынос грунта склоновым стоком, паводком был разрушен мост через р. Макопсе, размыта грунтовая дорога, разрушено береговое укрепление, повреждены водо- и газопроводы, электроподстанции; в 29-ти населенных пунктах Туапсинского, Апшеронского районов и муниципального образования «Город-курорт Сочи» было затоплено 2545 домовладений, 5748 приусадебных участков, погибли 6 человек; водами рек Лаба и Малая Лаба повреждены берегоукрепительные сооружения в Мостовском и Лабинском районах, уникальные паводки, прошедшие 24-27 октября на реках Туапсе и Пшиш, превышали опасные отметки на 1,7-3,2 м впервые за весь период наблюдений.

На рис. 1.6 представлена информация о гидрометеорологических ОЯ в 2018 г., детализированная по месяцам. Наибольшая активность возникновения опасных явлений на территории Российской Федерации наблюдалась в период с мая по сентябрь. В таблицах 1.3 и 1.4 показано распределение метеорологических ОЯ и комплексов метеорологических явлений (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 таблицах 1.3 и 1.4 может не совпадать, т.к. ОЯ часто охватывают большие территории и одновременно наблюдаются в 2-х и более округах.

Рис. 1.6. Распределение гидрометеорологических ОЯ, нанесших ущерб, по месяцам в 2018 г.

В 2018 г. на территории России было зарегистрировано 580 случаев возникновения метеорологических (ОЯ) и комплексов метеорологических явлений (КМЯ). Это второй из 21 года год по количеству ОЯ и КМЯ.

Таблица 1.3. Распределение метеорологических ОЯ по месяцам в 2018 г.

Явления	Месяцы 2018 г.												За год	
	1	*2*	*3*	*4*	*5*	*6*	*7*	*8*	*9*	*10*	*11*	*12*	2018	2017
Сильный ветер	5	5	15	4	19	19	13	10	9	12	11	7	129	108
Сильные осадки	1	2	1	2	9	21	54	25	12	5	4	1	137	118
Метель и снег	6	3	11	1						1	3	3	28	32
Смешанные осадки	1	-	1	1	1	-	-	-	1	-	1	1	7	6
Смерч	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	1	1
Сильный мороз	2	-	2	-	-	-	-	-	-	-	2	3	9	11
Аномально холодная погода	3	4	3	-	-	-	-	-	-	-	-	4	14	15
Сильная жара	-	-	-	-	-	6	11	4	1	-	-	-	22	20
Аномально жаркая погода	-	-	-	-	4	2	4	-	1	-	-	-	11	9
Град	-	-	-	-	1	7	8	2	1	1	-	-	20	25
Гололедно-изморозные отложения	4	1	3	3	-	-	-	-	-	-	3	6	20	22
Заморозки	-	-	1	7	19	17	-	12	26	6	-	-	88	81
Туман	-	-	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	1	7
КМЯ	3	5	8	3	13	12	14	8	6	8	10	3	93	98
Итого	25	20	45	21	66	84	105	62	57	33	34	28	580	553

По сравнению с 2017 г. количество зарегистрированных метеорологических ОЯ в 2018 г. увеличилось на 27 случаев. Высокой была повторяемость сильных осадков, сильного ветра, КМЯ и заморозков (137, 129, 93 и 88 случаев соответственно). Это составляет 77% 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.

Таблица 1.4. Распределение метеорологических ОЯ в 2018 г. по федеральным округам

№	Явления	Федеральные округа								Всего
		СЗФО	ЦФО	ПФО	ЮФО	СКФО	УФО	СФО	ДФО	
1	Сильный ветер	5	3	18	11	7	13	55	17	**129**
2	Сильные осадки	1	11	8	38	24	11	21	23	**137**
3	Метель и снег	1	3	2	-	1	2	6	13	**28**
4	Смешанные осадки	-	-	-	2	1	-	1	3	**7**
5	Смерч	-	-	-	1	-	-	-	-	**1**
6	Сильный мороз	-	-	1	-	-	3	5	-	**9**
7	Аномально холодная погода	3	1	2	-	-	4	4	-	**14**
8	Сильная жара	-	9	2	4	4	-	3	-	**22**
9	Аномально жаркая погода	2	2	-	2	-	1	3	1	**11**
10	Град	-	-	4	7	5	1	3	-	**20**
11	Гололедные явления	1	1	3	4	3	3	1	4	**20**
12	Заморозки	9	19	15	11	3	17	10	4	**88**
13	Туман	-	-	-	-	-	-	-	1	**1**
14	КМЯ	1	6	6	16	12	-	39	13	**93**
Всего - 2018		**23**	**38**	**61**	**96**	**60**	**55**	**151**	**79**	**580**
Всего - 2017		**30**	**38**	**67**	**91**	**50**	**42**	**146**	**89**	**553**

Наибольшую повторяемость метеорологические ОЯ и КМЯ имели в теплый период года (с мая по сентябрь) – 374 случая (64 %). Это связано с тем, что в этот период возрастает количество ОЯ, обусловленных активной конвекцией, которая наблюдается по всей территории России. Периоды сильных морозов и аномально холодной погоды в 2018 г. отмечались в 23 случаях, на 12 % меньше, чем в 2017 г.

Периодов с сильной жарой и аномально жаркой погодой в 2018 г. было 33, что на 14% больше, чем в 2017 г. Жаркие периоды отмечались только с июня по август. В вегетационный период в 2018 г. наблюдалось 88 заморозков, что на 9% больше, чем в 2017 г.

Из таблицы 1.4 следует, что на территориях Сибирского, Южного и Дальневосточного федеральных округов в сумме было зарегистрировано 56% всех ОЯ и КМЯ (326 случаев). Это связано с тем, что территории этих округов обладают наибольшими размерами и характеризуются очень активными атмосферными процессами. По сравнению с 2017 г. в 2018 г. количество ОЯ и КМЯ в Уральском, Северо-Кавказском, Южном и Сибирском федеральных округах увеличилось на 4%-31%, в Центральном округе не изменилось, а в остальных федеральных округах снижение не превысило 23%.

Динамика количества всех зарегистрированных метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2018 гг. приведена с месячной дискретностью в табл. 1.5. (Следует заметить, что анализируемый ряд не однороден, так как, начиная с 2015 г., в состав Южного федерального округа включена Республика Крым).

Таблица 1.5. Динамика количества всех метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2018 гг.

Годы	Месяцы												Всего за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1998	19	15	12	12	14	17	28	16	19	19	20	15	206
1999	20	10	9	9	14	10	15	15	16	8	14	12	152
2000	9	2	6	10	15	17	18	17	20	7	8	12	141
2001	12	12	4	5	27	30	30	25	17	14	16	19	211
2002	16	15	17	11	24	27	41	35	28	17	16	29	276
2003	21	17	13	14	16	35	41	36	27	17	18	17	272
2004	23	29	27	21	23	54	49	61	26	20	28	28	389
2005	19	19	49	31	28	52	48	38	21	24	14	21	364
2006	27	20	29	21	39	64	49	56	26	22	30	24	407
2007	39	40	21	9	56	61	56	52	38	25	28	20	445
2008	29	25	18	19	28	47	83	45	27	12	30	41	404
2009	26	30	24	24	31	64	57	42	26	22	16	28	390
2010	39	23	33	28	31	68	73	64	35	16	35	66	511
2011	28	53	23	29	33	39	71	46	23	16	23	17	401
2012	24	14	18	22	53	71	82	89	32	37	28	66	536
2013	47	36	63	23	51	71	61	56	43	38	33	23	545
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
2016	46	14	36	34	64	84	80	104	34	17	28	49	590
2017	49	22	12	35	69	77	104	63	40	30	20	32	553
2018	**25**	**20**	**45**	**21**	**66**	**84**	**105**	**62**	**57**	**33**	**34**	**28**	**580**

1.3. Температура воздуха

2018 г. стал девятым среди самых теплых с 1936 г. (далее везде ранги приводятся для ряда с 1936 г.): осредненная по территории России среднегодовая аномалия температуры воздуха (отклонение от среднего за 1961-1990 гг.) составила +1.58°С. Положительные аномалии отмечены всюду, кроме Южного Урала и юга Западной Сибири (аномалии до -0.7°С). Очень тепло в ДФО (2.16°С – ранг 3), особенно в северной части, на юге европейской территории России (ЕТР): в СКФО (среднегодовая аномалия 2.04°С – ранг 2) и ЮФО (1.65°С – ранг 5); а также на севере СЗФО. Из сезонов особо выделяется очень теплая осень (осредненная по РФ среднегодовая аномалия 2.32°С - ранг 2), особенно в ДФО (аномалия 3.05°С – максимальная величина в ряду).

Ход средних годовых и сезонных аномалий температуры, осредненных по территории России, приведен на рис. 1.7. Географические распределения средних годовых и сезонных аномалий температуры 2018 г. представлены на рис. 1.8. Регионально-осредненные аномалии приведены в таблице 1.6.

Зима 2017-2018 гг. Средняя по России аномалия составила +2.50°С. Тепло на большей части страны (за исключением южных пограничных с Казахстаном районов и отдельных районов ДФО). Экстремально тепло в Восточной Сибири: повсеместно фиксировались 95%-е экстремумы, аномалии на станциях арктического побережья более +8°С. Очень тепло на Северном Урале, на Ямале, на юге ЮФО и в СКФО. В **декабре 2017 г.** осредненная по территории РФ аномалия температуры 3.19°С (ранг 6). Особенно тепло на северо-востоке ЕТР и севере Западной Сибири: в Ямало-Ненецком АО аномалии температуры на станциях превышали 10°С. Очень тепло в центральных и южных областях ЕТР, на арктическом побережье Восточной Сибири. Холодно (аномалии до -3°С) в бассейне р. Лены и ее притоков, в Приморье. В **январе** на большей части России тепло, экстремально тепло (повсеместно отмечались 95%-е экстремумы, аномалии на станциях до 12°С) на севере ЕТР (осредненная по СЗФО аномалия температуры 7.10°С – ранг 3) и севере Западной Сибири. Холодно (до -7°С) на юге страны от Южного Урала до Байкала. В ***феврале*** экстремально тепло в Восточной Сибири (на большей части территории аномалии превышают 6°С). Тепло (аномалии выше 2°С) в ЮФО и СКФО, на Северном Урале, на севере и в центре Красноярского края. Температуры ниже климатической нормы наблюдались в ЦФО (-0.57°С), в южных районах СЗФО, в Приамурье и Приморье.

Весна. Осредненная по территории России сезонная аномалия +0.81°С. Тепло (аномалии до 3°С) на западе и юге ЕТР (особенно тепло в СКФО: 1.93°С – ранг 4), а также в АТР восточнее ~90° в. д. (аномалии на Чукотке до 6°С, в Саянах до 4°С). Холодно в центре и на востоке ЕТР, на Урале и в Западной Сибири; аномалии температуры составили в ПФО -1.17°С, в УФО -1.44°С. Под экстремальными отрицательными аномалиями (ниже -2σ) весной было занято 12% площади страны. **В марте** средняя по РФ аномалия -0.49°С. Холодно (до -6°С) на ЕТР во всех федеральных округах, кроме СКФО; в Западной Сибири, на севере Средней Сибири, на западе Якутии, в Хабаровском крае. Тепло (аномалии до 8°-9°С) на юге АТР, на северо-востоке страны, в Предгорьях Кавказа. В **апреле** тепло всюду, кроме ПФО и юга Западной Сибири. Очень тепло (аномалии до 8°С, повсеместно отмечались 95%-е экстремумы) на северо-востоке РФ. **Май**. Средняя по РФ аномалия 0.81°С. Тепло на западе ЕТР, особенно в западных областях, в ЮФО (3.07°С – ранг 4) и СКФО (2.60°С – ранг 3). Тепло также на востоке Среднесибирского плоскогорья. Очень тепло (повсеместно отмечались 95%-е экстремумы, аномалии 3°С-4°С) на юге ДФО (средняя по региону Приамурье и Приморье аномалия 2.24°С – ранг 4). Холодно (до -4°С) на востоке ЕТР, в Западной Сибири (май здесь среди трех самых холодных в ряду) и на западе Среднесибирского плоскогорья - в верхнем течении Оби и в верхнем и среднем течении Енисея повсеместно отмечались 5%-е экстремумы.

Рис. 1.7. Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°C), осредненные по территории РФ, 1936-2018 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Показаны также 11- летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2018 гг. с 95%-й доверительной полосой; b - коэффициент тренда (°C/10 лет), D - вклад в суммарную дисперсию (%).

Рис. 1.8. Аномалии средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории России в 2018 г. (*отклонения от средних за 1961-1990 гг.)* с указанием локализации экстремальных аномалий. Кружками белого и желтого цвета показаны станции, на которых наблюденная температура оказалась ниже 5-го или выше 95-го процентиля.

Таблица 1.6. Средние годовые (январь - декабрь) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха для физико-географических регионов и федеральных округов России в 2018 году: ***vT*** - отклонения от средних за 1961-1990 гг.; ***s*** – среднее квадратическое отклонение за 1961-1990 гг. Красным выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранг 1, 2 или 3), желтым – имеющие ранг 4 или 5

Территории	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	vT, °C	*s, °C*	*vT, °C*	*s, °C*	*vT, °C*	s, °C	*vT, °C*	*s, °C*	*vT, °C*	*s, °C*
Россия	1.58	*0.77*	2.50	*1.80*	0.81	*1.80*	1.28	*0.34*	**2.32**	*0.90*
ЕТР	1.34	*0.94*	3.30	*2.35*	-0.16	*2.35*	1.52	*1.01*	1.92	*1.04*
АТР*	1.67	*0.80*	2.19	*1.86*	1.19	*1.86*	1.19	*0.34*	**2.48**	1.09
Федеральные округа										
Северо-Западный	1.64	*1.14*	4.52	*2.82*	-0.36	*2.82*	1.53	*1.22*	**2.41**	***1.24***
Центральный	1.44	*1.10*	3.31	*2.72*	0.41	*2.72*	1.68	*1.21*	1.86	*1.13*
Приволжский	0.66	*1.05*	2.21	*2.57*	-1.17	*2.57*	1.01	*1.18*	1.62	*1.25*
Южный	**1.65**	*0.96*	2.61	*2.08*	1.15	*2.08*	2.22	*1.04*	1.34	*1.05*
Северо-Кавказский	**2.04**	*0.73*	2.65	*1.64*	**1.93**	*1.64*	**2.30**	*0.78*	1.57	*0.85*
Уральский	0.88	*1.18*	3.80	*3.09*	-1.44	*3.09*	0.99	*1.02*	2.02	*1.64*
Сибирский	1.30	*0.93*	1.26	*2.53*	1.15	*2.53*	1.37	*0.46*	1.87	*1.49*
Дальневосточный	**2.16**	*0.69*	2.40	*1.43*	1.90	*1.43*	1.09	*0.46*	**3.05**	*1.01*

**- азиатская территория России*

Лето в целом по РФ было теплое: аномалия +1.28°С (ранг 6), но в июне и августе отмечены крупные области отрицательных аномалий. В среднем за сезон положительные аномалии наблюдались практически всюду. Экстремально тепло в СКФО (2.30°С – ранг 2); очень тепло (аномалии выше 2°С, повсеместно отмечались 95%-е экстремумы) на Кольском полуострове, на юге ЮФО и на севере Средней Сибири, на Алтае и в Саянах. Следует упомянуть прохладное лето на Сахалине (все три месяца) **Июнь.** Средняя по РФ аномалия температуры: 1.53°С. Экстремально тепло (всюду отмечались 95%-е экстремумы, аномалии на станциях до 9°С) в междуречье Оби и Лены, в Крыму, в Предгорьях Кавказа (аномалии до 4°С). Холодно (аномалии до -2..5°С) в центральных и юго-восточных районах ЕТР, на юго-западе Западной Сибири, в ряде областей ДФО. В **июле** средняя по РФ аномалия 1.01°С. Тепло на ЕТР, особенно в СКФО (аномалия 3.36°С – исторический максимум) и на Кольском полуострове (аномалии до 4°-5°С), на большей части Западной Сибири (кроме восточных районов), восточнее р. Лены (аномалии до 2.5°С). Холодно (аномалии до -3°С) в бассейне Енисея, на Среднесибирском плоскогорье, на Таймыре; на Сахалине. **Август.** Средняя по РФ аномалия температуры 1.30°С – ранг 7. Тепло на большей части страны (кроме среднего течения Оби и Енисея, Магаданской области, Камчатки, Сахалина). Очень тепло (аномалии температуры выше 2°С, на многих станциях 95%-е экстремумы) в Средней Сибири, в Прибайкалье и Забайкалье.

Осень – самый теплый сезон в году: средняя по России аномалия составила 2.32°С (ранг 2). Всюду на территории страны средние сезонные аномалии были положительными. Наиболее теплые условия (на многих станциях фиксировались 95%-е экстремумы) наблюдались в ДФО (аномалия 3.05°С – максимальная величина в ряду) и в СЗФО (2.41°С – ранг 2). **Сентябрь.** Осредненная по РФ аномалия температуры 1.80°С – ранг 2. Тепло практически всюду (кроме небольших областей на севере Якутии и на Алтае). Экстремально тепло (аномалии выше 2°С, на многих станциях отмечались 95%-е экстремумы) на большей части ЕТР (2.70°С – ранг 2,) и на северо-западе Западной Сибири; а также в Восточной Сибири (2.47°С – ранг 2). **Октябрь.** Исключительно теплый месяц, осредненная по РФ аномалия температуры 3.90°С – максимальная величина в ряду, экстремально тепло на АТР (4.51°С – исторический максимум; почти повсеместно отмечались 95%-е экстремумы), аномалии на севере до 9°С. В **ноябре** средняя по РФ аномалия 1.29°С. Очень тепло (аномалии 3°С-9°С) на юге Якутии, в Приморье; а также в Карелии и в Мурманской области. Холодно (аномалии до -3°С) в центре и на юге ЕТР, в центральных районах Западной и Средней Сибири.

Декабрь 2018 г. Осредненная по территории РФ аномалия температуры 0.44°С. Очень тепло (аномалии выше 3°С) на севере ЕТР, севере Западной и Средней Сибири; а также на юге Якутии, в Хабаровском крае, в Приамурье и Приморье. Очень холодно (аномалии -3°С - -7°С) на юге УФО и в центре и юге СФО, на Чукотке.

На рис. 1.9 представлено географическое распределение коэффициентов линейных трендов температуры воздуха на территории России за 1976-2018 гг. Оценки получены по станционным временным рядам средних годовых и сезонных аномалий температуры методом наименьших квадратов и выражены в градусах за десятилетие (°С/10 лет). В таблице 1.7 приведены тренды регионально-осредненной температуры; значимость оценивалась с использованием Т-статистики Стьюдента $\mathbf{T^2=(n-2)R^2/(1-R^2)}$, где $\mathbf{R^2}$ – доля суммарной дисперсии, учтенная трендом; **n** - длина ряда. Коэффициент тренда является характеристикой средней скорости изменения температуры на рассматриваемом отрезке времени. 1976 год выбран в качестве условного начала современного потепления.

Рост осредненной по России среднегодовой температуры (линейный тренд) составил 0.47°С/10 лет (вклад в общую изменчивость 50%). Наиболее быстрый рост наблюдается весной (0.61°С/10 лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (0.41°С/10 лет: описывает 64% 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 на АТР (+0.8°С/10 лет - +1.2°С/10 лет на Таймыре и на побережье Восточно-Сибирского моря). Весной и осенью максимум потепления – на побережье Восточно-Сибирского моря, а зимой – на северо-западе ЕТР.

Рис. 1.9. Распределение коэффициентов линейного тренда среднегодовой и средних сезонных значений температуры приземного воздуха на территории России за период 1976-2018 гг. (в °С/10 лет)

Летом самое быстрое потепление происходит на ЕТР южнее 55°с. ш. Кроме того, стоит отметить следующие особенности. Весной интенсивное потепление наблюдается в Западной (+0.65°С/10 лет) и Средней Сибири (+0.79°С/10 лет), а также в Восточной Сибири весной (+0.77°С/10 лет) и осенью +0.80°С/10 лет; летом в ЮФО и ЦФО (+0.74°С/10 лет и +0.61°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 потепление существенно слабее.

Для зимы, в целом по РФ, тренд за 1976-2018 гг. положительный (0.39°С/10 лет). Однако и в целом по России, и для всех регионов (кроме Приамурья и Приморья) зимние тренды температуры незначимы (на 1% уровне). Осенью незначимые тренды (даже на 5% уровне) отмечаются в Западной и Средней Сибири, в Прибайкалье и Забайкалье.

Таблица 1.7. Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха, осредненной за год и по сезонам по территории России, её регионов и федеральных округов за 1976-2018 гг.:
b – коэффициент линейного тренда (°С/10 лет), *D* - вклад тренда в дисперсию (%); выделены тренды, ***незначимые*** на 1%-м уровне

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	*D*	*b*	*D*	*b*	*D*	*b*	*D*	*b*	*D*
Россия										
Россия	0.47	50	0.39	*9*	0.61	*39*	0.41	*64*	0.46	*27*
ЕТР	0.52	46	0.58	*11*	0.42	*20*	0.52	*38*	0.54	*28*
АТР	0.45	45	0.31	*6*	0.68	*38*	0.37	*63*	0.43	*21*
Федеральные округа										
Северо-Западный	0.55	38	0.74	*11*	0.43	*14*	0.45	*31*	0.55	*22*
Центральный	0.57	45	0.68	*13*	0.45	*18*	0.61	*33*	0.53	*24*
Приволжский	0.47	35	0.41	*5*	0.40	*13*	0.46	*19*	0.58	*23*
Южный	0.55	45	0.49	*11*	0.48	*22*	0.74	*48*	0.49	*21*
Северо-Кавказский	0.46	47	0.41	*14*	0.39	*24*	0.60	*48*	0.42	*20*
Уральский	0.40	22	0.32	*2*	0.62	*18*	0.31	*11*	0.34	*6*
Сибирский	0.37	26	0.24	*2*	0.71	*34*	0.35	*43*	0.19	*3*
Дальневосточный	0.52	57	0.37	*14*	0.67	*37*	0.40	*57*	0.63	*44*

В Сибири зимой наблюдается область похолодания, впервые проявившаяся в период 1976-2010 гг. и достигшая максимума в период 1976-2014 гг., когда похолодание охватывало большую часть Западной и юг Средней Сибири и достигало в центре -0.54°С/10 лет; в настоящее время похолодание менее выражено (-0.3°С/10 лет на юге Западной Сибири). Рост зимней температуры для России в целом прекратился в середине 1990-х гг., после чего до 2010 г. наблюдалось ее убывание. По-видимому, такие вариации связаны с наблюдавшимися в то время изменениями в основных циркуляционных системах Северного полушария. До середины 1990-х гг. почти вся территория России, в особенности запад ЕТР, испытывала зимой избыточное потепление из-за переноса теплого воздуха из Северной Атлантики. В период 1994-2010 гг. потепление зим наблюдалось в основном в арктической зоне России; на остальной территории зимние температуры убывали, слабо на ЕТР (до -0.2°С/10 лет) и значительно на АТР, до -2°С/10 лет на юге Сибири. Возможно, тенденция похолодания прекратилась после 2010 г. и в последние пять-шесть лет вновь наметилась тенденция к росту (отметим экстремально теплые зимы 2014-2015 гг. и 2015-2016 гг.). Оцененный за период 1976-2014 гг. зимний тренд по РФ был +0.15°С/10 лет, а для 1976-2018 гг. увеличился до +0.39°С/10 лет.

В последние годы для РФ в целом намечалась тенденция к убыванию осенней температуры. Однако исключительно теплая осень 2018 г. возможно свидетельствует об окончании этого эпизода похолодания, продлившегося около десятилетия.

1.4. Атмосферные осадки

Ход средних годовых и сезонных аномалий осадков, осредненных по территории России, приведен на рис. 1.10. На всех временных рядах показаны: 11- летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2018 гг. с 95%-й доверительной полосой. Географические распределения годовых и сезонных аномалий осадков в 2018 г. представлены на рис. 1.11 в процентах от соответствующих норм. Регионально осредненные величины приведены в таблице 1.8.

В **2018 г.** средняя по России годовая сумма осадков составила 104% нормы. Это 7-я сумма за последнее десятилетие, так что на фоне общего роста осадков с 1970-х годов 2018-й год был скорее сухим. На ЕТР выпало 96% годовой нормы осадков. Сильный дефицит осадков (менее 80%, на ряде станций фиксировались 5%-е экстремумы) наблюдался в ПФО (88%), вдоль побережья Восточно-Сибирского моря. Значительный избыток осадков (более 120% нормы, 95%-е экстремумы на станциях) наблюдался в верхнем и среднем течении Оби и ее притоков, в Забайкалье, в Магаданской области.

Рис. 1.10. Средние годовые и сезонные аномалии осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ, 1936-2018 гг.
Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг.
Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением.
Линейный тренд проведен по данным за 1976-2018 гг.;
b - коэффициент тренда (мм/мес/10 лет), D - вклад в суммарную дисперсию (%).

Таблица 1.8. Годовые и сезонные суммы осадков (в % от нормы 1961-1990 гг.) для регионов России в 2018 г.

Регион	Год	Зима	Весна	Лето	Осень
Россия	104	113	113	97	108
ЕТР	96	115	105	90	95
АТР	107	111	**118**	100	**115**
Федеральные округа					
Северо-Западный	102	118	97	101	108
Центральный	94	144	107	85	78
Приволжский	88	98	117	82	77
Южный	98	104	100	81	111
Северо-Кавказский	100	116	98	85	107
Уральский	104	78	130	103	104
Сибирский	111	115	**134**	104	**116**
Дальневосточный	105	119	100	95	118

Примечание: Зеленым цветом выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранг 1- 3),голубым - в число пяти наибольших (ранг 4 - 5) с 1936 г.

Географические распределения годовых и сезонных аномалий осадков в 2018 г. представлены на рис. 1.11 в процентах от соответствующих норм, на фоне сезонных и годовых аномалий показано местоположение станций с 5%- и 95%-экстремумами - значения осадков на этих станциях попали в 5%-ые хвосты соответствующих распределений (ниже 5-го или выше 95-го процентилей), рассчитанных по периоду 1936-2017 гг.

Рис. 1.11. Аномалии годовых и сезонных сумм осадков на территории России в 2018 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.

Зима 2017-2018 гг. В целом по РФ выпало 104% нормы. Аномальное количество осадков выпало на западе и в центре ЕТР (в ЦФО 144% нормы – ранг 3), в Прибайкалье и Забайкалье, а также в Магаданской области и на Камчатке. Сильный дефицит осадков (60%-80%, на ряде станций отмечались 5%-е экстремумы) наблюдался на юге Урала и Западной Сибири. Из месяцев сезона выделяется декабрь 2017 г.: осредненные по РФ осадки составили 124% нормы – ранг 3; особенно много осадков выпало в ЕТР (128% - ранг 2), в Прибайкалье и Забайкалье, в Средней Сибири. В январе значительный избыток осадков наблюдался в ДФО (129%); в феврале – в бассейне Лены, в Магаданской области. Сильный дефицит осадков (60%-80%) наблюдался в январе в ПФО (78%) и УФО (66%), в феврале - в Приамурье и Приморье.

Весной в целом по РФ выпало 113% нормы осадков. Избыток осадков отмечен в АЧР (118% - ранг 5), особенно в Западной Сибири, где на юге на большинстве станций отмечались 95%-е экстремумы. Из месяцев сезона выделяется **март** (рис. 1.12): в среднем по РФ выпало 159% нормы осадков (ранг 3). Экстремально влажно на большей части АТР (в целом на АТР выпало 168% нормы – ранг 2), а также в ЮФО (215% - максимальная величина в ряду). В **апреле**

значительный избыток осадков наблюдался в ЦФО (141%). В **мае** избыток осадков отмечен в СФО (138%- ранг 4). В **апреле** экстремально сухо в Прибайкалье и Забайкалье, где в среднем выпало 50% месячной нормы, и на северо-востоке страны; в **мае** дефицит осадков (местами сильный) наблюдался во всех федеральных округах на ЕТР, в Приамурье и Приморье, на Чукотке.

Лето было сухим: в целом по России выпало 97% нормы осадков. На ЕТР дефицит осадков (60%-80%) наблюдался в ЦФО (85%) и в ПФО (82%); а на АТР – в Восточной Сибири (83%), на Алтае, в центре Красноярского края. Значительный избыток осадков (более 120%) отмечен в среднем и верхнем течении Оби и Енисея; на Таймыре, в районе Байкала. Дефицит осадков наблюдался во все месяцы сезона. В **июне** на большей части страны было сухо (рис. 1.12). Экстремальный дефицит осадков отмечался на ЕТР в ЮФО (22% нормы – исторический минимум), в СКФО (50% - среди трех наименьших), в ЦФО (58%); в Средней Сибири (72% - среди трех самых «сухих»). В **июле** дефицит осадков отмечен в УФО (67% - среди пяти наименьших), в Средней Сибири, на Чукотке, на Камчатке, в Хабаровском крае. В **августе** осредненные по РФ осадки составили 91% (среди пяти минимальных), особенно сильный дефицит отмечен в ЮФО (25% - исторический минимум), в ЦФО (44%), в Восточной Сибири (73%), на Алтае, на юге ДФО.

Рис. 1.12. Аномалии сумм осадков в марте и в июне 2018 г.

Осенью осредненные по РФ осадки составили 108% нормы, а осредненные по АТР - 115% (ранг 4). Значительный избыток осадков (более 120% нормы, на ряде станций 95%-е экстремумы) наблюдался на северо-востоке ЕТР и на большей части АТР.

Сильный дефицит осадков (60%-80%) наблюдался в центральных областях ЕТР, особенно в ЦФО (78%) и ПФО (77%). Значительный избыток осадков (более 180% нормы, на многих станциях 95%-е экстремумы) наблюдался в **сентябре** - восточнее течения Лены и в районе Байкала, на западе СЗФО; в **октябре** - на северо-востоке ЕТР, на севере Западной и Средней Сибири; в **ноябре** - в Сибирском ФО (131% - ранг 4), в Хабаровском крае.

Сильный дефицит осадков (60%-80%, на многих станциях фиксировались 5%-е экстремумы) наблюдался в **сентябре** - на востоке ЕТР, и, далее, на АТР до р. Лены (кроме юга Красноярского края), особенно сильный дефицит наблюдался в Западной Сибири; в **ноябре** – на большей части ЕТР (69%), особенно в ЦФО (36% - среди четырех самых «сухих»), на севере АТР восточнее Таймыра.

Декабрь 2018 г. был в целом малоснежным. Осредненные по РФ осадки составили 95% нормы. Сильный дефицит осадков (30%-80% нормы, на ряде станций отмечены 5%-е экстремумы) наблюдался на ЕТР: в СЗФО (69%) и ПФО (87%); а также на юге и северо-востоке АТР. Значительный избыток осадков (120%-200%) на юге ЕТР в нижнем Поволжье, на Ямале и на севере Западной Сибири, в Хабаровском крае, на Камчатке.

На рис. 1.13 представлено пространственное распределение коэффициентов линейных трендов атмосферных осадков на территории России для 2018 г. в целом и для сезонов года. Оценки получены по станционным временным рядам годовых и сезонных аномалий осадков за 1976-2018 гг. в точках расположения станций. В таблице 1.9 приведены оценки трендов регионально-осредненных осадков; значимость оценивалась с использованием Т-статистики Стьюдента.

На территории России в целом преобладает тенденция к увеличению годовых сумм осадков. Тренд годовых осадков по территории России в целом, составляет 2.2% /10 лет, вклад в дисперсию 34% - тренд статистически значим на уровне 1%. Тренд превышает 5%/10 лет в ряде областей Сибири и Дальнего Востока и в СКФО. Убывают осадки на севере Чукотского АО. Незначительное убывание годовых сумм наблюдается в центре ЕТР.

Выраженный рост годовых осадков наблюдается со второй половины 1980-х гг. Наиболее значительные тренды наблюдаются в СФО (2.3%/10 лет, вклад в изменчивость 26%) и ДФО (3.0%/10 лет, 24%).

Отрицательный, очень малый тренд, статистически незначимый на 5%-уровне, наблюдается в ЦФО и ПФО.

Наиболее значительный рост сезонных сумм осадков в целом по территории России наблюдается **весной** (5.9%/10 лет, вклад в дисперсию 36%): увеличение осадков происходит практически всюду, особенно в ДФО (до 15-20%/10 лет на севере).

Статистически значимый на 1%-ном уровне положительный тренд весной отмечается в целом для РФ, ЕТР и АТР; на 5%-м уровне тренд значим во всех федеральных округах РФ, кроме ЦФО. **Зимой** рост осадков происходит в основном на севере и юге страны. **Летом** и **осенью** значимый на 5%-м уровне рост осадков наблюдается на АТР. Осадки уменьшаются з**имой** на северо-востоке страны и в центральных районах Сибири. **Летом** осадки убывают на ЕТР: отрицательные тренды наблюдаются как для ЕТР в целом, кроме СЗФО; в ЦФО и ПФО тренд осадков около -4%/10 лет, а в ЮФО -4.9%/10 лет; а также на арктическом побережье от Ямала до Чукотки, и на Камчатке.

Рис 1.13. Пространственные распределения локальных коэффициентов линейных трендов годовых и сезонных сумм атмосферных осадков за 1976-2018 гг. на территории России (% от нормы за 10 лет).

Таблица 1.9. Оценки линейного тренда осредненных за год (январь - декабрь) и по сезонам месячных сумм атмосферных осадков для регионов России за 1976-2018 гг. **b, %/10 лет** – коэффициент линейного тренда, **D%** - вклад тренда в дисперсию. Выделены значения тренда, значимые на 1%-м уровне

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	B	*D%*	*b*	*D%*	*b*	*D%*	*b*	*D%*	*b*	*D%*
Россия	***2.2***	***34***	2.6	12	***5.9***	***36***	0.7	*3*	1.4	5
ЕТР	0.9	3	2.6	7	***4.7***	***16***	-1.9	4	0.5	0
АТР	***2.6***	***42***	2.5	9	***6.4***	***38***	1.5	12	1.9	10
Федеральные округа										
Северо-Западный	2.3	13	4.9	14	3.5	*9*	1.7	1	0.3	0
Центральный	-0.1	0	3.2	4	4.1	*6*	-4.2	7	0.5	0
Приволжский	-0.6	1	0.7	0	5.7	*9*	-4.3	7	-0.6	0
Южный	0.1	0	0.0	0	5.1	*9*	-4.9	6	1.8	1
Северо-Кавказский	2.3	7	3.1	4	5.0	*9*	-1.5	1	2.9	2
Уральский	2.1	8	0.7	*0*	***8.3***	***27***	0.8	1	0.6	0
Сибирский	***2.3***	***26***	2.8	*7*	***6.2***	***23***	1.4	5	1.3	2
Дальневосточный	***3.0***	***24***	2.7	*7*	***6.0***	***31***	1.7	4	2.7	14

1.5. Снежный покров

Первый снег зимой 2017-2018 гг. на ЕТР выпал позже среднеклиматических сроков на 5-10 дней в северных и северо-восточных районах, в Прикамье, а также на большей части ЮФО и СКФО. В Поволжье снег появился на 10-20 дней раньше.

На АТР раньше обычных сроков снежный покров выпал на большей части Западной Сибири, Красноярского края, в Иркутской и Амурской областях, в южных районах Якутии и на севере Камчатского края. В Омской области первый снег лег уже 4-6 октября, что на 12-20 дней раньше климатических сроков. На арктическом побережье Ямала и Таймыра, севере Якутии, в Чукотском АО и Магаданской области из-за очень теплой погоды в октябре-ноябре снежный покров появился гораздо позже климатических сроков.

Раньше обычного сошел снег на севере и юго-западе Якутии, в Иркутской и Амурской областях, Забайкальском крае.

Накопленные к началу марта запасы воды в снежном покрове на ЕТР в бассейне Волги в целом были на 47 мм меньше, чем в 2017 г., и составили 81% нормы. Больше нормы на 26% были накоплены запасы воды в снеге в бассейнах Костромы, Унжи и Ветлуги. В бассейнах Рыбинского, Куйбышевского, Волгоградского водохранилищ, реки Вятки снегозапасы были близки к норме. В остальных речных бассейнах в пределах бассейнов Волги и Камы накопленные запасы воды в снеге были на 15 – 47% меньше нормы. В бассейнах Дона выше Цимлянского водохранилища и Хопра запасы воды в снеге в начале марта были близкими к норме, но на 25-30% меньше, чем в 2017 г. На северо-западе страны снегозапасы в бассейнах Нарвы и Волхова составили 92% нормы. На севере ЕТР в бассейнах Северной Двины, Вычегды, Сухоны и Онеги снегозапасы в начале марта оказались меньше прошлогодних на 6 – 27 мм и составили 90 – 110%, в бассейне р. Уса и на востоке Ненецкого автономного округа – до 140% нормы.

В бассейнах рек и водохранилищ Сибири запасы воды в снеге в начале марта преимущественно составляли 113 – 152% нормы, лишь в бассейнах Верхней Оби и Тобола 66% и 68% нормы соответственно. К началу марта значительные запасы воды в снеге были накоплены на северо-востоке, западе и юго-западе Якутии (110 – 200% нормы). В низовьях Индигирки и Колымы запасы воды в снеге были экстремально высокими - более 200% нормы. В центральных районах Красноярского края запасы воды в снежном покрове были близки к наибольшим за период наблюдений и составляли 150 – 220% нормы. Высокие снегозапасы наблюдались на юге Таймыра (110–150% нормы), а в районе г. Норильска они были наибольшие за период наблюдений и составляли 300% нормы.

В сводной табл. 1.10 приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ (по состоянию на 31 марта 2018 г.).

Таблица 1.10. Сведения о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ Российской Федерации по состоянию на 31 марта 2018* г. (в сравнении с нормой и с влагозапасами 2017 г.): ***w2017, w2018*** - запасы воды в снеге в 2017 и 2018 гг.

№ п/п	Бассейны рек		Запасы воды в снеге на 31 марта 2018 г.				
			норма	*w2017*	*w2018*		
			мм	мм	мм	% от нормы	% от *w2017*
1	**ВОЛГА, в т.ч.**		109	105	118	108	112
2	до Рыбинского водохр.		89	46	99	111	215
3	р. Кострома и Унжа		116	85	158	136	186
4	р. Москва		74	1	98	132	-
5	р. Ока, включая бассейн р. Москвы		54	8	92	170	-
6	р. Сура		75	45	94	125	209
7	р. Ветлуга		130	159	171	132	108
8	Чебоксарское водохранилище		69	36	103	149	286
9	р. Вятка		139	185	158	114	85
10	Куйбышевское водохранилище		119	152	146	123	96
11	Саратовское водохранилище		64	84	95	148	113
12	Волгоградское водохранилище		37	20	103	278	-
13	р. Кама		183	217	141	77	65
14	р. Белая		127	170	102	80	60
15	**ДОН, в т.ч.**		22	с/нет	70	318	-
16	Хопер		28	с/нет	83	296	-
17	Медведица		27	с/нет	85	315	-
Реки Севера							
18	Северная Двина		118	155	184	156	119
19	Сухона		120	137	156	130	114
20	Вага		123	134	154	125	115
21	Юг		112	147	185	165	126
22	Пинега		100	146	179	179	123
23	Вычегда		135	180	201	149	112
24	Мезень		140	185	178	127	96
25	Нарва (28 февраля)		54	17	49	91	288
26	Волхов (28 февраля)		63	71	58	92	82
Реки и водохранилища Сибири весной 2018 г.							
27	Верхняя Обь		85	97	60	71	62
28	Тобол		50	81	52	104	64
29	Енисей	(Саяно-Шушенское водохранилище)	116	146	204	176	140
30	Енисей	(Красноярское водохранилище)	132	157	154	117	98
31	Ангара	(оз. Байкал)	82	88	103	126	117
32	Ангара	(Братское водохранилище)	71	70	112	158	160
33	Ангара	(Усть-Илимское водохранилище)	120	101	138	115	137

Примечание: на ЕТР весна запоздала почти на месяц, на АТР, наоборот, немного опередила многолетние сроки. Поэтому повсеместно анализировались сведения о снежном покрове на 31 марта 2018 г.

1.6. Водные ресурсы

Водные ресурсы Российской Федерации в 2018 г. составили 4622,6 км^3, превысив среднее многолетнее значение на 8,8%. Большая часть этого объёма – 4403,8 км^3 - сформировалась в пределах России, и 218,8 км^3 воды поступило с территорий сопредельных государств.

На реках Северо-Западного, Центрального, Приволжского, Уральского и Дальневосточного федеральных округов (табл. 1.11) наблюдалась повышенная водность, в Южном, Северо-Кавказском и Сибирском федеральных округах – близкая к норме.

Таблица 1.11. Ресурсы речного стока по федеральным округам

Федеральные округа	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км^3/год	Водные ресурсы 2018 г., км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северо-Западный	1687,0	600,4	658,9	9,7
Центральный	650,2	126,1	136,3	8,1
Приволжский	1037,0	271,3	311,9	15,0
Южный	447,9	288,2	312,1	2,5
Северо-Кавказский	170,4	28,0	28,7	1,4
Уральский	1818,5	597,3	649,5	8,7
Сибирский	4361,8	1303,2	1267,0	-2,8
Дальневосточный	6952,5	1960,3	2241,4	14,3
Российская Федерация в целом	17125,3	4250,1	4622,6	8,8

1. Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930-1980 гг. для европейской и за период 1936-1980 гг. для азиатской территории России. Подчёркнуты значения, уточнённые в 2018 г.

2. Сведения по Сибирскому и Дальневосточному федеральным округам приведены с учётом изменения их границ, произведённого в 2018 г.

Водные ресурсы бассейнов крупнейших рек России (наблюдённый годовой сток рек) в 2018 г. в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений, имевших место в 2017 г. (табл. 1.12).

В бассейнах крупнейших рек Севера Европы – Северной Двины и Печоры - продолжилась фаза повышенной водности, начавшаяся для Северной Двины в 2017 г., а для Печоры - в 2014 г.. Однако сток этих рек, оставаясь значительно выше нормы, несколько снизился по сравнению с 2017 г. Превышение нормы для них составило 16,8% и 20,2% против 37,6% и 23,3% в 2017 г.

В бассейне Волги продолжилась фаза повышенной водности, начавшаяся в 2016 г. Однако, в 2018 г. после максимальной водности, наблюдавшейся годом раньше (20,6% над нормой), произошло её резкое падение: превышение нормы составило всего 4,6%.

Таблица 1.12. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2018 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северная Двина	357	101,0	118,0	16,8
Печора	322	129,0	155,0	20,2
Волга	1360	238,0	249,0	4,6
Дон	422	25,5	24,5	-3,9
Кубань	57,9	13,9	13,2	-5,0
Терек	43,2	10,5	10,8	2,9
Обь	2990	405,0	432,0	6,7
Енисей	2580	635,0	595,0	-6,3
Лена	2490	537,0	681,0	26,8
Колыма	647	131,0	227,0	73,3
Амур	1855	378,0	380,0	0,5

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

В бассейнах Дона и Кубани продолжился рост водности, начавшийся в 2016 г. Наиболее резкий рост в бассейне Дона наблюдался в 2018 г., а в бассейне Кубани в 2016 г. Тем не менее, фаза низкой водности, начавшаяся ещё в 2007 г. в этих двух бассейнах, пока не завершилась. Сток Дона и Кубани, приблизившись к норме, оставался ниже её, соответственно, на 3,9% и 5,0%. Отклонения от нормы в меньшую сторону в 2017 г. составили 37,3% и 5,0%, в 2016 г. - 45,7% и 7,2%, а в 2015 г. - 52,5% и 29,2%.

Водность в бассейне Терека, плавно снижавшаяся с 2010 по 2015 гг., в последующие годы оставалась близкой к норме, отклоняясь от неё в большую или меньшую сторону. В 2018 г. она превысила норму на 2,9%, в 2017 г. отклонялась от неё на такую же величину в меньшую сторону.

В бассейне одной из крупнейших рек Сибири – Оби – продолжилась фаза повышенной водности, начавшаяся в 2014 г., хотя и с заметным снижением стока по сравнению с 2017 г. В 2018 г. сток Оби превышал норму на 6,7% против 12,1% в 2017 г.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек - Енисея и Лены - имели место противоположно направленные изменения водности – соответственно, рост и снижение в период с 2014 по 2016 гг., сменившиеся снижением и ростом в 2017 и в 2018 гг. При этом характер водности в этих бассейнах в 2018 г. не изменился по сравнению с 2017 г.: сток Енисея был ниже нормы на 6,3% против 4,1%, а сток Лены выше нормы на 26,8% против 8,2%.

В бассейне Колымы в 2018 г. была превышена аномально высокая водность 2017 г. Сток Колымы, превысивший норму на 57,3% в 2017 г., продолжил свой рост и в 2018 г. превысил норму на 73,3%. При этом в 2016 г. превышение нормы составило всего 3,7%, а в 2015 г. после длительной фазы высокой водности наблюдалось интенсивное снижение стока до значения ниже нормы на 10,8%.

В бассейне крупнейшей реки Дальнего Востока - Амура - произошёл незначительный рост водности по сравнению с 2017 г., когда она была ниже нормы на 3,4%. В результате она практически сравнялась с нормой. Двухлетний период водности, близкой к норме, пришёл на смену столь же короткому периоду высокой водности с превышением нормы на 9,0% в 2015 г. и на 12,6% в 2016 г.

Водные ресурсы субъектов Российской Федерации в 2018 г. (табл. 1.13) также в большинстве случаев существенно отличались от средних многолетних значений и от значений, имевших место в 2017 г.

Таблица 1.13. Ресурсы речного стока по субъектам Российской Федерации

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км^3/год	Водные ресурсы 2018 г., км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северо-Западный федеральный округ				
Республики				
Карелия	180,5	56,2	60,7	8,0
Коми	416,8	164,8	199,5	21,1
Области				
Архангельская, в том числе	589,9	387,2	433,9	12,1
Ненецкий АО	176,8	212,1	237,0	11,7
Вологодская	144,5	47,7	55,3	15,9
Калининградская	15,1	22,4	21,1	-5,8
Ленинградская	83,9	82,1	101,9	24,1
Мурманская	144,9	65,7	63,1	-4,0
Новгородская	54,5	21,7	23,0	6,0
Псковская	55,4	12,1	10,7	-11,6
Центральный федеральный округ				
Области				
Белгородская	27,1	2,7	3,0	11,1
Брянская	34,9	7,3	6,1	-16,4
Владимирская	29,1	35,2	38,9	10,5
Воронежская	52,2	13,7	16,8	22,6
Ивановская	21,4	57,3	67,1	17,1
Калужская	29,8	11,3	9,3	-17,7
Костромская	60,2	53,4	62,6	17,2
Курская	30,0	3,9	3,1	-20,5
Липецкая	24,0	6,3	7,1	12,7
Московская	45,8	18,0	19,4	7,8
Орловская	24,7	4,1	4,3	4,9
Рязанская	39,6	25,7	28,5	10,9
Смоленская	49,8	13,7	11,5	-16,1
Тамбовская	34,5	4,1	4,9	19,5
Тверская	84,2	21,1	18,0	-14,7
Тульская	25,7	10,6	8,6	-18,9
Ярославская	36,2	35,8	45,3	26,5

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км^3/год	Водные ресурсы 2018 г., км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Приволжский федеральный округ				
Республики				
Башкортостан	142,9	34,2	33,1	-3,2
Марий Эл	23,4	110,4	127,8	15,8
Мордовия	26,1	4,9	7,2	46,9
Татарстан	67,8	229,6	258,2	12,5
Удмуртская	42,1	63,3	72,5	14,5
Чувашская	18,3	119,0	134,0	12,6
Края				
Пермский	160,2	56,0	63,2	12,9
Области				
Кировская	120,4	40,0	54,8	37,0
Нижегородская	76,6	105,8	122,7	16,0
Оренбургская	123,7	12,7	7,8	-38,1
Пензенская	43,4	5,6	8,7	55,4
Самарская	53,6	236,8	271,2	14,5
Саратовская	101,2	241,5	277,8	15,0
Ульяновская	37,2	231,2	266,4	15,2
Южный федеральный округ				
Республики				
Адыгея	7,8	14,1	13,2	-6,4
Калмыкия	74,7	1,1	3,1	181,8
Крым	27,0	1,0	1,1	10,0
Края				
Краснодарский	75,5	23,0	25,7	11,7
Области				
Астраханская	49,0	237,7	248,8	4,7
Волгоградская	112,9	258,6	275,5	6,5
Ростовская	101,0	26,1	24,1	-7,7
Северо-Кавказский федеральный округ				
Республики				
Дагестан	50,3	20,7	20,4	-1,4
Ингушетия	3,6	1,7	1,7	0,0
Кабардино-Балкария	12,5	7,5	8,0	6,7
Карачаево-Черкесская	14,3	6,1	6,9	13,1
Северная Осетия – Алания	8,0	8,0	8,1	1,3
Чеченская	15,6	11,6	12,2	5,2
Края				
Ставропольский	66,2	6,0	6,4	6,7
Уральский федеральный округ				
Области				
Курганская	71,5	4,3	2,3	-46,5
Свердловская	194,3	30,2	34,4	13,9
Тюменская, в том числе	1464,2	583,7	637,4	9,2
Ханты-Мансийский АО	534,8	380,8	406,1	6,6
Ямало-Ненецкий АО	769,3	581,3	634,3	9,1
Челябинская	88,5	7,4	6,6	-10,8
Сибирский федеральный округ				
Республики				
Алтай	92,9	34,0	35,6	4,7

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км^3/год	Водные ресурсы 2018 г., км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Тыва	168,6	45,5	82,7	81,8
Хакасия	61,6	97,7	109,1	11,7
Края				
Алтайский	168,0	55,1	56,6	2,7
Красноярский	2366,8	930,2	860,3	-7,5
Области				
Иркутская	774,8	309,5	319,1	3,1
Кемеровская	95,7	43,2	39,5	-8,6
Новосибирская	177,8	64,3	68,2	6,1
Омская	141,1	41,3	48,5	17,4
Томская	314,4	182,3	176,3	-3,3
Дальневосточный федеральный округ				
Республики				
Бурятия	351,3	97,1	111,3	14,6
Саха (Якутия)	3083,5	881,1	1134,8	28,8
Края				
Забайкальский	431,9	75,6	104,2	37,8
Камчатский	464,3	275,2	257,3	-6,5
Приморский	164,7	46,3	59,6	28,7
Хабаровский	787,6	491,2	496,8	1,1
Области				
Амурская	361,9	170,6	173,9	1,9
Магаданская	462,5	124,9	159,5	27,7
Сахалинская	87,1	57,3	66,9	16,8
Автономные области				
Еврейская	36,3	217,7	210,1	-3,5
Автономные округа				
Чукотский АО	721,5	194,6	210,3	8,1

Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930-1980 гг. для европейской и за период 1936-1980 гг. для азиатской территории России. Подчёркнуты значения, уточнённые в 2018 г.

В 2018 г. во всех субъектах федерации Северо-Западного федерального округа водность рек снизилась после резкого роста, наблюдавшегося в 2017 г. Несмотря на это, в большинстве субъектов федерации, входящих в состав округа, высокая водность сохранилась. Наиболее высокими показателями водности среди них отличались Ленинградская область (24,1%) и Республика Коми (21,1%), наименее высокими - Новгородская область (6,0%) и Республика Карелия (8,0%). Пониженная водность пришла на смену весьма высокой только в Калининградской, Мурманской и Псковской областях. При этом в Псковской области она была наиболее низкой с отклонением от нормы в меньшую сторону на 11,6%.

В основе описанной картины водности и её изменения на территории округа лежало снижение стока большинства его рек от весьма высоких значений, имевших место в 2017 г. Сток Немана, ряда наиболее крупных рек Кольского полуострова, Северной Карелии и юго-западной части округа снизился наиболее сильно и достиг значений ниже нормы, что обусловило изменение характера водности в трёх областях. Наиболее высокую водность Ленинградской области и Республики Коми обеспечили рост стока Невы и Вуоксы, компенсировавший снижение стока остальных рек, протекающих по территории области, и слабое снижение стока Печоры - главной реки республики.

В целом по округу, несмотря на значительное снижение, сохранилась повышенная водность (9,7% над нормой против 24,8% в 2017 г., когда водность превзошла многолетний максимум 709,7 км^3/год, наблюдавшийся в 1958 г.). Зона пониженной водности охватила лишь сравнительно небольшие территории, расположенные в северо-западной, западной и юго-западной частях округа.

Запасы воды в Ладожском озере уменьшились в 2018 г. на 14,20 км^3, а в Онежском - на 3,60 км^3 (табл. 1.14).

В Центральном федеральном округе наблюдалась более разнообразная картина водности рек. В большинстве областей на территории округа - Белгородской, Владимирской, Воронежской, Ивановской, Костромской, Липецкой, Московской, Орловской, Рязанской, Тамбовской и Ярославской имела место повышенная водность. Наиболее высокой водностью отличались Ярославская и Воронежская области. Превышение нормы в них составило, соответственно, 26,5% и 22,6%. Менее других отличались от нормы Орловская и Московская области (соответственно, на 4,9% и 7,8%). Показатель водности остальных областей заключался между 10,5% и 19,5% (соответственно, для областей Владимирской и Тамбовской). В других областях - Брянской, Калужской, Курской,

Тульской, Смоленской и Тверской наблюдалась довольно низкая водность с отклонением от нормы в меньшую сторону от 14,7% в Тверской до 20,5% в Курской области.

Картина водности на территории округа, сформировавшаяся в 2018 г., радикально отличается от картины 2017 г. Если в 2017 г. зона высокой водности охватывала северную и центральную части округа, то в 2018 г. она охватила его центральную и восточную части.

В целом по округу сохранилась повышенная водность рек, несмотря на её существенное снижение по сравнению с 2017 г. Превышение нормы составило 8,1% против 13,6% в 2017 г.

Таблица 1.14. Изменение запасов воды крупнейших озёр Российской Федерации

Озеро	Средний многолетний запас воды, км^3	Средний многолетний уровень воды, м	Запасы воды, км^3		
			на 01.01.18	на 01.01.19	годовое изменение
Ладожское	911,00	5,10	912,20	898,20	-14,20
Онежское	292,00	33,00	296,14	292,54	-3,60
Байкал*	23000,00	455,00			20,48
Ханка	18,30	68,90	20,02	21,34	1,32

* *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.*

Описанная ситуация определилась резким снижением стока в большей части бассейна Волги (в верхнем течении - до значений ниже нормы), обвалом стока в бассейне Западной Двины, а также резким ростом стока в бассейне Дона и сохранением низководной фазы в бассейне Днепра в пределах территории округа несмотря на некоторый рост стока. Исключением для бассейна Волги стал бассейн Оки (в среднем и нижнем течении) и, в частности, бассейн реки Мокши, в которых сток, низкий в 2017 г., повысился до значений выше нормы, что в значительной мере определило высокую водность Тамбовской, Рязанской и Владимирской областей.

Запасы воды в волжских водохранилищах округа - Иваньковском, Угличском и Рыбинском - уменьшились в 2018 г. на 6,78 км^3, в основном за счёт Рыбинского водохранилища, где они понизились на 6,70 км^3, а уровень понизился на 1,67 м.

В подавляющем большинстве субъектов федерации Приволжского федерального округа – в республиках Марий Эл, Мордовии, Татарстан, Удмуртской, Чувашской, в Пермском крае, в Кировской, Нижегородской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областях - наблюдалась высокая водность. Наибольшие превышения нормы наблюдались в Пензенской области (55,4%), в Республике Мордовии (46,9%) и в Кировской области (37,0%). В остальных субъектах федерации с высокой водностью этот показатель находился в довольно узких пределах от 12,5% в Республике Татарстан до 16,0% в Нижегородской области. При этом в Республике Мордовии, в Пензенской области, а также в Чувашской Республике имел место резкий рост водности по сравнению с 2017 г. В остальных перечисленных субъектах федерации, наоборот, произошло существенное её снижение по сравнению с весьма высокими показателями 2017 г. (от 16,0% в Республике Татарстан до 60,0% в Кировской области).

В остальной части территории округа - в Республике Башкортостан и Оренбургской области произошло падение водности по сравнению с 2017 г. с отклонениями от нормы, соответственно, -3,2% и -38,1% в 2018 г. против 24,9% и -2,4% в 2017 г.

По округу в целом водность рек в 2018 г. была выше нормы на 15,0% против 28,6% в 2017 г., когда водность была наибольшей за последние 24 года.

Распределение водных ресурсов по субъектам федерации Приволжского федерального округа и направления его изменения определились действием четырёх факторов. Первый из них - некоторое снижение водности в большей части бассейна Волги в пределах округа с сохранением значительного превышения нормы всюду, кроме бассейна главной реки Башкортостана – Белой, сток которой снизился до значения ниже нормы. Второй фактор, оказавший решающее влияние на водность Пензенской области, Республики Мордовии и Чувашской Республики - значительный рост стока рек правобережной части бассейна Волги на территории округа. Третий фактор, дополнительно повлиявший на водность Кировской области, - сохранение высокой водности рек бассейна Северной Двины на её территории, несмотря на некоторое её снижение. Наконец, четвёртым фактором было снижение водности в бассейне Урала в пределах Оренбургской области до значений значительно ниже нормы.

Запасы воды в водохранилищах Волжско-Камского каскада (Иваньковском, Угличском, Рыбинском, Горьковском, Чебоксарском, Куйбышевском, Камском, Воткинском, Саратовском, Волгоградском), расположенных в трёх федеральных округах, уменьшились в 2018 г. на 20,29 км^3. Запасы воды в Ириклинском водохранилище на реке Урал в 2018 г. уменьшились на 0,14 км^3, а его уровень понизился на 0,59 м.

В Южном федеральном округе водность в Республике Адыгее и в Ростовской области в 2018 г. оставалась ниже нормы, несмотря на её рост по сравнению с 2017 г. Отклонение от нормы в меньшую сторону для этих субъектов федерации составило, соответственно, 6,4% и 7,7% против 12,8% и 41,0% в 2017 г. В остальных субъектах федерации водность превышала норму, несмотря на её снижение. Если в Республике Калмыкии превышение было весьма значительным (181,8%), то в Республике Крым, Краснодарском крае, Астраханской и Волгоградской областях превышение составило от 4,7% в Астраханской области, до 11,7% в Краснодарском крае.

Сложившаяся картина водности приволжских областей округа была обусловлена резким снижением стока Волги до значения, превышающего норму всего на 4,6%. В Ростовской области она определилась резким ростом стока Дона от весьма низких значений до значения ниже нормы всего на 3,9%. В Краснодарском крае сток Кубани, сохранившийся на прежнем уровне, сочетался с продолжающимся ростом стока многих других, менее крупных рек края. Ситуацию в Республике Адыгее обусловило продолжение низководной фазы местных рек, начавшейся в 2015 г. Сохранение весьма высокой водности в Республике Калмыкии при значительном её снижении по сравнению с 2017 г., определялось соответствующим снижением стока рек Калауса и Кумы, вызванным, как это было и прежде, не только естественными факторами, но и снижением объёмов переброски стока в эти реки. Наконец,

снижение стока подавляющего большинства рек Крымского полуострова стало причиной существенного снижения водности в Республике Крым по сравнению с 2017 г.

В целом по округу отклонение водных ресурсов от среднего многолетнего значения составило 2,5% против 17,5% в 2017 г.

Запасы воды в Краснодарском водохранилище увеличились на 0,03 км^3, что привело к повышению уровня этого водоёма на 0,09 м. В Цимлянском водохранилище запасы воды в 2018 г. уменьшились на 0,02 км^3, а его уровень понизился на 0,01 м.

Во всех субъектах федерации Северо-Кавказского федерального округа водность рек была выше нормы или близкой к ней. Существенно повышенная водность наблюдалась в республиках Кабардино-Балкарии (6,7%), Карачаево-Черкесской (13,1%) и Чеченской (5,2%), а также в Ставропольском крае (6,7%). В республиках Дагестан и Северная Осетия – Алания она мало отличалась от нормы, а в Республике Ингушетия равнялась ей. Такая картина сформировалась в результате роста водности или её сохранения на прежнем уровне во всех субъектах федерации округа по сравнению с 2017 г. Наиболее значительный рост, отмеченный в Кабардино-Балкарии и Северной Осетии – Алании, изменил характер водности в этих республиках: пониженная водность рек сменилась повышенной.

В целом по округу водность осталась близкой к норме, отличаясь от неё на 1,4%.

Картину водности рек Северо-Кавказского федерального округа сформировали несколько факторов. Первый фактор - сток Кубани и Терека в верхнем течении, а также Сулака, повысившийся по сравнению с 2017 г. Второй фактор - продолжение фазы высокой водности основных притоков Терека, а также Кумы в верхнем течении и Калауса. Наконец, третий фактор - продолжение снижения стока Самура от значения ниже нормы в 2017 г. и продолжение низководной фазы других рек, стекающих с восточного склона Кавказских гор. При этом, как и прежде, естественная картина распределения водных ресурсов в немалой степени нарушалась масштабной межбассейновой и внутрибассейновой переброской стока.

В Уральском федеральном округе водность рек во всех субъектах федерации, кроме Курганской и Челябинской областей, превышала норму. Наиболее значительное превышение 13,9% имело место в Свердловской области. В Тюменской области с её автономными округами оно составило 9,2%. На этих территориях продолжилась фаза высокой водности, начавшаяся в 2014 г., хотя и со снижением стока рек по сравнению с 2017 г., когда норма была превышена на 36,8% в Свердловской и на 13,8% в Тюменской области. На крайнем юге округа, в Курганской и Челябинской областях продолжилось падение водности, наблюдавшееся в 2017 г. Отклонения от нормы на этих территориях составили, соответственно, -46,5% и -10,8% против 2,9% и -1,4% в 2017 г. и 102,9% и 24,3% в 2016 г.

Решающую роль в формировании описанной ситуации в Тюменской области и автономных округах сыграл сток главной реки области и всего федерального округа – Оби с её главным притоком Иртышом и сток других рек бассейна Обской губы, сохранившийся на достаточно высоком уровне, несмотря на снижение. В Свердловской области ситуация определилась сохранившимся высоким стоком реки Тавды, притока Тобола, а в южных областях – Челябинской и Курганской – значительным снижением стока в верхнем течении рек Урал и Тобол до значений намного ниже нормы.

В целом по округу сохранилось существенное превышение водности над нормой, составившее 8,7%, что несколько меньше, чем в 2017 г., когда оно составило 13,4%.

В Сибирском федеральном округе, изменившем свои границы в 2018 г. в связи с исключением из его состава Республики Бурятии и Забайкальского края, по-прежнему имело место наибольшее различие субъектов федерации по водности рек и направлению её изменения. В республиках Алтай, Хакасия, Тыва, в Алтайском крае, в Иркутской, Новосибирской и Омской областях водность превышала норму (от 2,7% в Алтайском крае до 17,4% в Омской области и 81,8% в Республике Тыва). В Красноярском крае, в Кемеровской и Томской областях она была ниже нормы, отличаясь от неё, соответственно на 7,5%, 8,6% и 3,3%.

Рост водности от значений выше нормы отмечался в республиках Тыва и Хакасия, в Новосибирской области, а от значений существенно ниже нормы – в Иркутской области. Снижение водности с сохранением её повышенного характера наблюдалось в Республике Алтай, Алтайском крае, Омской области, а с его изменением – в Красноярском крае и в Кемеровской области. Наиболее значительные изменения показателя водности в сторону увеличения произошли в Республике Тыва (от 24,8% до 81,8%) и в Иркутской области (от -9,8% до 3,1%), а в сторону уменьшения – в Красноярском крае (от 1,2% до -7,5%) и в Кемеровской области (от 3,5% до -8,6%). Почти не изменилась водность Томской области (-3,3% против -2,0% в 2017 г.).

В целом по округу водность рек в 2018 г. была ниже нормы на 2,8%.

Распределение водных ресурсов Сибирского федерального округа по субъектам федерации определилось водностью в бассейнах Оби в верхнем и среднем течении, Иртыша в среднем течении, Енисея (без бассейна озера Байкал), Хатанги, а также Лены в верхнем течении. В бассейне Оби высокая водность, отмеченная в верхнем течении, снижалась в направлении границы территории округа до значений, близких к норме. Причиной этого был довольно низкий сток основных правых притоков Оби ниже Новосибирской ГЭС, сохранившийся с 2017 г. или дополнительно снизившийся в 2018 г. В бассейне Иртыша в пределах округа водность повсеместно значительно превышала норму. При этом водность Оби в верхнем течении и водность Иртыша были несколько ниже показателей 2017 г. В бассейне Енисея водность, весьма значительно превысившая норму в верхнем течении (в пределах территорий республик Тыва и Хакасия) была несколько ниже нормы в остальной части бассейна. Причиной этого был весьма низкий сток основных притоков ниже Красноярской ГЭС, в том числе сток крупнейшего из притоков – Ангары, хотя и несколько повысившийся по сравнению с 2017 г., но оставшийся значительно ниже нормы (на 23,7%).

Сток Хатанги был значительно ниже нормы, что означало завершение фазы высокой водности в бассейне этой реки, продолжавшейся с 2014 по 2017 г. В бассейне Лены в пределах территории округа сток, низкий в 2017 г. (ниже нормы на 8,8%), в 2018 г. резко возрос и весьма значительно (на 22,5%) превысил норму.

Годовое уменьшение запасов воды в Новосибирском водохранилище составило 0,35 км^3. Запасы воды в озере Байкал повысились на 20,48 км^3. Суммарное увеличение запасов воды в водохранилищах Ангаро-Енисейского каскада составило 8,04 км^3, в основном за счёт Братского водохранилища, запасы которого повысились на 5,62 км^3, что вызвало повышение уровня в этом водохранилище на 1,16 м. Запасы Красноярского водохранилища повысились

на 0,46 км^3, а уровень - на 0,26 м. Запасы Саяно-Шушенского водохранилища повысились на 0,04 км^3, что вызвало повышение уровня на 0,09 м.

В Дальневосточном федеральном округе, изменившим свои границы в 2018 г. в связи с включением в его состав Республики Бурятии и Забайкальского края, превышение нормы водности, причём весьма значительное, наблюдалось в республиках Бурятия и Саха (Якутия), в краях Забайкальском и Приморском, в областях Магаданской и Сахалинской. Лидировал по этому показателю со значением 37,8% Забайкальский край. Для остальных перечисленных субъектов федерации превышение заключалось в пределах от 14,6% в Республике Бурятия до 28,8% в Республике Саха (Якутия). Норма водности была превышена также в Чукотском автономном округе, в Амурской области и Хабаровском крае. Лишь в Камчатском крае и в Еврейской автономной области водность была ниже нормы, причём отклонение от неё было незначительным и составило, соответственно, -6,5% и -3,5%.

Во всех субъектах федерации округа, кроме Камчатского края и Чукотского автономного округа, имел место рост водности по сравнению с 2017 г. Рост водности с переходом через норму произошёл в Республике Бурятия, Забайкальском, Приморском и Хабаровском краях, Сахалинской и Амурской областях. Наиболее впечатляющим он был в Республике Бурятия (от -26,4% до 14.6%), Забайкальском крае (от -2,8% до 37,8%), Приморском крае (от -7,1% до 28,7%). Наиболее слабый рост от - 2,9% до 1,1%, сохранивший близость к норме, был отмечен в Хабаровском крае. Примечательно, что в 2017 г. в этих субъектах федерации отмечалось снижение водности, причём в Республике Бурятия наиболее мощное. В Республике Саха (Якутия) и Магаданской области рост водности продолжился от высоких значений 2017 г., превышавших норму, соответственно, на 17,0% и 19,9%. В Камчатском крае произошло незначительное снижение водности, а в Чукотском автономном округе повышенная водность осталась на прежнем уровне. В целом по округу водность рек превысила норму на 14,9%.

Распределение водности в Дальневосточном федеральном округе и его годовое изменение складывались под влиянием многих факторов. Первый из них – продолжение фазы высокой водности Лены с резким ростом стока по сравнению с 2017 г. Второй фактор – продолжение фазы аномально высокой водности Колымы и Алазеи при сохранении фазы умеренно высокой водности рек, протекающих в пределах Чукотского автономного округа. Третий фактор – продолжение фазы низкой водности основной части рек полуострова Камчатка, начавшейся в 2014 г. Четвёртый фактор – резкий рост стока рек бассейна озера Байкал, положивший конец длительной маловодной фазе, продолжавшейся четыре года. Пятый фактор – повышение стока Амура до значений несколько превышающих норму, обусловленное резким ростом стока его правых притоков, прежде всего, Уссури, что компенсировало снижение стока левых притоков до значений ниже нормы. Шестой фактор – резкий рост стока рек бассейна Японского моря до значений намного выше нормы после резкого его снижения в 2017 г. Наконец, седьмой фактор – рост стока и начало фазы высокой водности большинства рек острова Сахалин.

Запасы воды в озере Ханка повысились на 1,32 км^3, а в Зейском водохранилище, наоборот, понизились на 3,10 км^3. Уровень воды в этом водохранилище понизился на 1,36 м.

В 2018 г. водность рек на территории Российской Федерации, превысила норму на 8,8%, продолжив период повышенной водности, начавшийся в 2013 г. с превышения 8,3%.

Количество субъектов федерации с повышенной водностью рек составило 60 единиц против 54 единиц в 2017 г. Общая площадь территории этих субъектов России увеличилась и составила приблизительно 14,3 млн. км^2 против 14,1 млн. км^2 в 2017 г.

Низкая водность сохранилась, дополнительно снизилась или пришла на смену высокой водности на Кольском полуострове, на Крайнем Западе России, на западном склоне Валдайской и Среднерусской возвышенностей, на Нижнем Дону, в некоторых горных и предгорных районах Северного Кавказа, на Среднем и Южном Урале, на западном склоне Кузнецкого Алатау и Абаканского хребта, в бассейне Енисея, кроме участка выше Красноярской ГЭС, на северном склоне Среднесибирского плоскогорья, в бассейне Индигирки, в Среднем Приамурье и на полуострове Камчатка.

На остальных территориях России наблюдалась высокая или средняя водность, сохранившаяся или пришедшая на смену низкой водности, наблюдавшейся в 2017 г.

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

2.1. Характеристика государственной сети наблюдений за состояниеми загрязнением окружающей среды

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

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

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.

— 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.

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.

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.

В 2018 г. количественный состав государственной сети наблюдений следующий:

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились в 246 городах Российской Федерации, на 667 станциях, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 221 городе на 611 станциях. Измеряются концентрации до 54 загрязняющих веществ.

Наблюдениями за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям охвачены 1 880 водных объекта, (из них 1 026 водотоков и 154 водоема), на которых находится 1 813 пунктов, 2 485 створов, 2808 вертикаль, 3224 горизонтов). Измеряются 105 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 121 водных объектах России на 175 гидробиологических пунктах и 274 створах. Программа наблюдений включает от 2 до 6 показателей.

Наблюдения за загрязнением морской среды в 2018 г. проводились на 284 гидрохимического и 62 станциях гидробилогического мониторинга в шельфовых районах морей, омывающих территорию Российской Федерации.

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 38 субъектов РФ в 447 пунктах. В отобранных пробах определяется 20 наименований пестицидов и их метаболитов.

Для оценки загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения в 2018 г. проведён отбор проб в районах 37 населенных пунктов (809 проб). В отобранных пробах определяется до 25 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 221 станции. В пробах определяется до 12 компонентов.

Наблюдения за загрязнением снежного покрова на территории России в 2018 г. осуществлялись на 541 пунктах. В пробах определяются от 6 основных ионов и значения pH.

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

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

Наблюдения за радиационной обстановкой окружающей среды на стационарной сети осуществлялись на 1 274 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 получены методами расчетного мониторинга.

Методической основой выполнения оценок служили руководящие документы Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) по проведению национальных инвентаризаций выбросов и поглощения парниковых газов, одобренные Совещанием Сторон Рамочной Конвенции 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 абсорбции ПГ. Основной объем исходной информации для выполнения расчетов был получен из материалов экономической, земельной, лесной и других видов статистики. В настоящий Обзор включены впервые полученные оценки за 2017 г.; впервые, а также ранее выполненные оценки за период 2012–2016 гг., которые были подвергнуты частичному пересмотру и уточнению согласно требованиям РКИК ООН и МГЭИК. Практику ретроспективного пересмотра всего ряда оценок планируется продолжать и в дальнейшем.

Выбросы и поглощение парниковых газов по секторам МГЭИК[1] и по России в целом представлены в табл. 2.1 (значения в таблице приводятся с округлением). Основными драйверами изменения выбросов в Российской Федерации являются общие тенденции развития национальной экономики (интегральным показателем которых является динамика ВВП) изменение общей эффективности экономики и, главным образом, ее энергоэффективности, изменения в структуре ВВП и в структуре топливного баланса РФ. Определенный вклад в изменение выбросов вносят общий тренд и межгодовые колебания температуры воздуха на территории РФ и связанные с этими факторами изменения потребления топливно-энергетических ресурсов. По сравнению с 1990 г. - базовым годом РКИК ООН, совокупные выбросы парниковых газов значительно снизились (на 49,3% в 2017 г. с учетом сектора землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ), и на 32,4% - без учета этого сектора).

В 2017 г. совокупный выброс без учета сектора ЗИЗЛХ сохранился практически неизменным по отношению к предыдущему году (увеличился на 2,7% на фоне повышения ВВП в Российской Федерации на 1,5%). Сектор ЗИЗЛХ, в котором поглощение парниковых газов из атмосферы (происходящее в форме поглощения CO_2 растениями) превалирует над выбросами, остается значительным нетто-поглотителем парниковых газов, компенсируя около 26,8% выбросов, происходящих в остальных секторах.

Таблица 2.1. Выбросы парниковых газов по секторам МГЭИК

Секторы	Выбросы, млн. т CO_2 экв.				
	2013	2014	2015	2016	2017
Энергетика	1665,3	1659,1	1661,5	1661,5	1699,9
Промышленные процессы и использование продукции	220,9	221,1	219,1	219,1	233,2
Сельское хозяйство	120,5	121,9	123,0	124,4	127,9
ЗИЗЛХ*	-656,4	-623,4	-601,0	-616,6	-577,7
Отходы	84,0	87,3	90,0	92,5	94,5
Всего, без учета ЗИЗЛХ	2090,7	2089,5	2093,7	2097,5	2155,5
Всего, с учетом ЗИЗЛХ	1434,3	1466,0	1492,6	1480,9	1577,8

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

В табл. 2.2 представлены данные по вкладу секторов МГЭИК в совокупный выброс парниковых газов. Распределение выбросов по секторам за период с 2013 г. не претерпело существенных изменений. Доминирующую роль продолжает играть энергетический сектор. Практически не изменились вклады промышленности и сельского хозяйства. Выбросы, связанные с обращением с отходами производства и потребления, демонстрируют непрерывный рост, вследствие чего доля сектора «Отходы» в совокупном выбросе увеличилась.

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

Годы	Всего	По секторам			
		Энергетика	Промышленные процессы и использование продукции	Сельское хозяйство	Отходы
2013	100,0	79,6	10,6	5,8	4,0
2017	100,0	78,9	10,8	5,9	4,4

[1] Группировка выбросов по секторам выполнялась в соответствии с методологией МГЭИК. Следует иметь в виду, что определения секторов МГЭИК не соответствуют секторам (отраслям) экономики в традиционном отечественном понимании. В частности, МГЭИК относит к энергетическому сектору выбросы от сжигания всех видов ископаемого топлива, независимо от того в каких отраслях экономики и в каких процессах это сжигание происходит. К энергетике также относятся летучие (фугитивные) выбросы, включающие в себя технологические выбросы, потери в атмосферу топливных продуктов в газообразной форме и сжигание топлива без получения полезной энергии (в том числе сжигание на факельных установках).

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 содержанием парниковых газов. 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 (71,3° 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), где используются при проведении глобального анализа полей указанных газов.

Таблица 2.3. Станции наблюдений за парниковыми газами ГГО

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

Результаты измерений на двух фоновых станциях (Териберка и Тикси) за последние 11 лет приведены в таблице 2.4. Изменения концентрации парниковых газов для рассматриваемых станций от года к году показаны на рис. 2.1 и 2.2 в сравнении с данными станции Барроу.

Рост концентрации CO_2 в атмосфере продолжается. В 2018 г. среднегодовое значение CO_2 на фоновых станциях РФ превысило 410 млн$^{-1}$, а среднемесячные значения в период сезонного максимума были более 415 млн$^{-1}$. Вместе с тем, рост концентрации CO_2 за период 2017-2018 гг. снизился по сравнению с периодом 2015-2016 гг. и приблизился к средней за десятилетний период скорости роста (2,2 млн$^{-1}$/год - согласно Бюллетеню ВМО по парниковым газам от 30 октября 2017 г. №13).

Среднегодовые концентрации CO_2 на двух рассматриваемых станциях близки, их небольшие расхождения связаны с особенностями, как естественных, так и антропогенных источников, определяющих региональные эмиссии/стоки диоксида углерода.

Характеристики долговременной изменчивости (тренд и сезонный ход), оцененные по данным станции Териберка, имеющей самый длинный ряд наблюдений (30 лет), изменились мало. За период с 2008 по 2018 гг. концентрация CO_2 увеличилась на 5,6% (23 млн$^{-1}$).

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$^{-1}$
2008	1894,3	17,6	388,1	3,1				
2009	1904,4	10,1	390,1	2,1				
2010	1905,5	1,1	392,3	2,1				
2011	1906,2	0,8	394,1	1,8	1913,2		394,2	
2012	1910,2	4,0	396,4	2,4	1910,2	-3,0	396,1	1,9
2013	1907,8	-2,4	398,6	2,2	1915,1	4,9	399,1	3,0
2014	1913,5	5,7	400,5	1,9	1930,8	15,7	400,7	1,6
2015	1924,4	10,9	402,0	1,5	1940,1	9,3	403,2	2,5
2016	1946,7	22,3	405,5	3,5	1946,4	6,3	406,1	2,9
2017	1947,1	0,4	409,0	3,5	1956,7	10,3	408,7	2,6
2018	1950,4	3,3	411,1	2,1	1960,4	3,7	411,3	2,6

За период с 2008 по 2018 гг. концентрация CH_4 увеличилась на 3% (56 млрд$^{-1}$). Ее возрастание в 2018 г. на станции Териберка составило 3,3 млрд$^{-1}$ и 3,7 млрд$^{-1}$ на станции Тикси.

В 2018 г. на станции Тикси были зафиксированы аномально высокие значения концентрации метана в августе месяце, превышающие характерный региональный фоновый уровень примерно на 60 млрд$^{-1}$. Такие высокие значения по существующим критериям были отбракованы, как не представляющие региональный фоновый уровень, при этом, как показывают результаты непрерывных измерений, в течение месяца более низкие значения концентрации не наблюдались. Насколько велики наблюдавшиеся аномалии демонстрирует рис. 2.3, где кривая «Тикси-2018 а» показывает сезонный ход с учетом высоких значений концентрации CH_4 в августе. Включение указанных аномальных значений в расчет среднегодового значения приводит к его увеличению на 8 млрд$^{-1}$. Время наблюдаемой аномалии свидетельствует о влиянии природных источников метана. Выяснение конкретных причин возрастания концентрации метана требует дополнительного анализа. За период наблюдений в Тикси похожая

ситуация возникала под влиянием крупномасштабных пожаров, когда увеличивалась, прежде всего, концентрация углекислого газа.

Рис. 2.1. Межгодовые изменения концентрации CO_2

Рис. 2.2. Межгодовые изменения концентрации CH_4

Рис. 2.3. Сезонный ход концентрации CH_4 на станции Тикси

Рассмотрение влияния источников парниковых газов, действующих в районах расположения станций, на основе определения превышения концентрации над фоновым уровнем, представлено для станций Новый Порт, Воейково и Санкт-Петербург на рис. 2.4 и в табл. 2.5. При определении превышения в качестве фонового уровня использованы данные (средние за месяц) станции Териберка.

Рис. 2.4. Среднегодовые превышения концентраций CH_4 над фоновым уровнем

Таблица 2.5. Превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем

	Превышения концентрации CH_4				Превышения концентрации CO_2			
	млрд$^{-1}$	%	млрд$^{-1}$	%	млн$^{-1}$	%	млн$^{-1}$	%
	Новый порт				Новый порт			
Период осреднения	2004-2018		2018		2004-2018		2018	
	75,6	4,0	68,3	3,5	4,5	1,1	3,0	0,7
	Воейково							
Период осреднения	1996-2018		2018					
	77,0	4,1	93,2	4,8				
	Санкт-Петербург							
Период осреднения	2000-2018		2018					
	165,9	8,7	223,7	11,5				

Станция Новый Порт расположена на побережье Обской губы на расстоянии 80-250 км от крупнейших в РФ месторождений природного газа и в 20 км от нефтяного месторождения «Новопортовское». Данные измерений на этой станции подвержены влиянию техногенных выбросов ПГ на месторождениях природного газа и нефти в Западной Сибири и приводят к заметному превышению концентрации метана над фоновым уровнем, а также к повышенному относительно фоновых значений содержанию CO_2. Максимальные значения превышения CO_2, достигающие 10 млн$^{-1}$, наблюдаются в зимний период в основном за счет снижения высоты слоя перемешивания атмосферы и увеличения антропогенных выбросов. Для метана аналогичный показатель достигает 150 млрд$^{-1}$.

Как видно из представленных данных, превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем в 2018 г. на станциях Новый порт и Воейково не выходит за пределы наблюдаемых за многолетний период вариаций. В 2018 г. наблюдались максимальные значения концентрации CH_4 в Санкт-Петербурге за последние два года наблюдений.

2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферы

2.3.1. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы

Интегральная оптическая плотность атмосферы (ОПА) связана с интегральной прозрачностью атмосферы (P_2) соотношением:

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

Здесь $S_{\rho,30}$ – 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.

Параметр ОПА представляет собой оптическую плотность атмосферы для прямой солнечной радиации в диапазоне длин волн Δλ = 0,3 – 4 мкм при оптической массе m = 2 (т.е. при высоте солнца 30°). ОПА дает возможность получить косвенную оценку аэрозольного ослабления в атмосфере, поскольку, в указанном диапазоне λ вариации ОПА 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 таблице 2.6 представлены районы расположения и координаты станций фонового мониторинга, на которых проводятся наблюдения за ОПА и прозрачностью атмосферы.

Таблица 2.6. Координаты региональных станций фонового мониторинга, ведущих наблюдения за оптической плотностью и интегральной прозрачностью атмосферы

Станция	Район расположения	Широта в град. с.ш.	Долгота в 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 (Арктика)	73,5	80,3

Примечания к табл. 2.6, 2.7
** Городские станции, являющиеся парными фоновым, указанным на строку выше*
*** станция Диксон начала присылать свою информацию с 2014 г.*

Средние за 2018 г. значения P_2 и ОПА для региональных станций фонового мониторинга и трех парных им городов в сравнении со значениями 2017 года приводятся в таблице 2.7.

Таблица 2.7. Среднегодовые значения ОПА и P_2, их стандартные отклонения (±σ) средних месячных значений от среднего за год на станциях фонового мониторинга в 2017 и 2018 гг.

Станция	ОПА±σ 2017 г.	ОПА±σ 2018 г.	P_2±σ 2017 г.	P_2±σ 2018 г.
Туруханск	0,216±0,015	0,218±0,017	0,806±0,012	0,804±0,014
Усть-Вымь	0,256±0,046	0,284±0,054	0,775±0,034	0,754±0,040
Сыктывкар*	-	-	-	-
Воейково	0,245±0,040	0,266±0,036	0,783±0,031	0,767±0,028
Памятное	0,247±0,023	0,222±0,043	0,782±0,018	0,802±0,034
Курган*	0,274±0,035	0,258±0,040	0,761±0,026	0,774±0,031
Хужир	0,224±0,035	0,231±0,041	0,800±0,028	0,795±0,032
Иркутск*	0,241±0,043	0,253±0,061	0,787±0,034	0,779±0,046
Шаджатмаз	0,177±0,035	0,181±0,032	0,838±0,029	0,835±0,027
о-в Диксон	0,316±0,024	0,342±0,039	0,718±0,017	0,711±0,028

На рис. 2.5 показаны внутригодовые изменения среднемесячных значений ОПА в 2018 г. на станциях фонового мониторинга.

Максимально высокое замутнение атмосферы и, соответственно, наименьшая прозрачность наблюдается в летние месяцы, что обусловлено усилением турбулентного перемешивания и открытой подстилающей поверхностью. Как правило, на городских станциях степень замутнения выше, чем на парных им фоновых региональных станциях. Максимальные среднемесячные значения в городах Кургане* и Иркутске* были зафиксированы в июле и составили 0,325 и 0,382 соответственно (рис. 2.5 а, б).

В 2018 г. горная станция Шаджатмаз (Северный Кавказ, 2070 м над уровнем моря) по-прежнему является наиболее чистой (рис. 2.5 в). В июне среднемесячное значение ОПА на ней не превышает 0,236, а минимальное среднемесячное значение было зарегистрировано в марте 2018 г. - (0,139). Из равнинных региональных станций наименьшая замутненность атмосферы характерна для станции Туруханск (Красноярский край) (рис. 2.5 в).

Самой чистой станцией с наименьшими значениями ОПА и максимальной прозрачностью атмосферы остается горная станция Шаджатмаз на Северном Кавказе (рис. 2.5 в). Даже летом, в июне, среднемесячное значение ОПА на ней не превышает 0,236, а минимальное среднемесячное значение было зарегистрировано в марте в 2018 г. (0,139). Из равнинных станций по величине ОПА к ней приближалась сибирская станция Туруханск (рис. 2.5 в).

Сильнее загрязнена атмосфера на станциях Воейково и Усть-Вымь (рис. 2.5 в). На этих станциях среднемесячные значения ОПА варьировали в интервале от 0,216 (Воейково, март) до 0,363 (Усть-Вымь, август). Отсутствие среднемесячных значений ОПА на станции Усть-Вымь с октября по декабрь обусловлены невозможностью проведения наблюдений из-за погодных условий.

Рис. 2.5. Годовой ход ОПА на станциях фонового мониторинга атмосферы в 2018 г.

Самой проблемной станцией является арктическая станция о-в Диксон. Она присоединилась к этой программе наблюдений в 2014 г., и с этого года ОПА на ней неуклонно возрастает. В 2014 г. среднее за наблюдательный сезон значение ОПА составляло 0,214, в 2015 г. - 0,250, в 2016 г. - 0,267, в 2017 г. - 0,333, в 2018 г. - 0,342. В настоящее время о-в Диксон является станцией с самым высоким среднегодовым значением оптической плотности атмосферы (табл. 2.7). Среднемесячное значение ОПА в июле на ней практически такое же, как в городе Иркутск*. Причину столь стремительного роста ОПА на станции о-в Диксон пока не установлено, можно предположить наличие влияния локальных источников загрязнения.

Сравнение осредненных за 2018 г. значений ОПА с 30-летней нормой ОПА приведены на рис. 2.6.

Рис. 2.6. Нормированные аномалии ОПА в 2018 г. относительно многолетней нормы

За нормы ОПА принимались средние значения ОПА за период с 1979 по 2012 г. 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. 2.6, средние годовые значения ОПА в 2018 г. по сравнению с 30-летней нормой были понижены на большинстве станций. Единственная станция, на которой в 2018 г. ОПА существенно превзошла норму (+13,1%), это станция Усть-Вымь. Максимальное отрицательное отклонение по сравнению с нормой отмечено в 2018 г. на станции Памятное (- 12,9%).

Многолетная изменчивость оптической плотности атмосферы на станциях фонового мониторинга позволяет судить рис. 2.7. На нём показано изменение в процентах нормированных аномалий ОПА на всех фоновых станциях с начала 1970-х годов и по 2018 г. включительно.

Рис. 2.7. Межгодовая изменчивость нормированных аномалий ОПА (%) на станциях фонового мониторинга атмосферы

Наиболее продолжительный период с положительными нормативными аномалиями ОПА был связан с крупными вулканическими извержениями - Фуэго (1974), Эль-Чичон (1982) и Пинатубо и Хадсон (1991). Самым сильным был отклик атмосферы на извержения вулканов Пинатубо и Хадсон, произошедших в июне и августе 1991 г. После этих извержений значения положительных нормированных аномалий ОПА достигали 40–50%.

В середине 1990 гг. в результате самоочищения атмосферы начался рост прозрачности, падение ОПА и постепенный переход нормированных аномалий ОПА в область отрицательных значений, чему способствовало и сокращение промышленной активности в постперестроечные годы. С 2000-ого года характер колебаний нормированных аномалий неодинаков. На непарных станциях они находятся в основном ниже нормы (рис. 2.7).

На рис. 2.8 представлено изменение абсолютных среднегодовых значений ОПА, характеризующих среднегодовой уровень оптического загрязнения атмосферы на станциях фонового мониторинга.

Рис. 2.8. Изменчивость среднегодовых значений ОПА за период 2000-2018 гг.

Наиболее чистой станцией является горная станция Шаджатмаз, со среднегодовыми значениями ОПА (0,15 - 0,20) (рис. 2.8 а). Из равнинных станций к наименее загрязненным относятся сибирские станции Хужир и Туруханск со среднегодовыми значениями ОПА (0,20 - 0,25) (рис. 2.8 а, г). На станции Памятное (Западная Сибирь, Курганская обл.) общий уровень замутнения несколько выше из-за ее степного расположения (рис. 2.8 в).

Более высокий уровень оптического загрязнения атмосферы имеет место на станции Воейково (13 км к востоку от границы Санкт-Петербурга) и станции Усть-Вымь, находящейся в Республике Коми (рис. 2.8 а, б). В городах Курган* и Иркутск* на протяжении 2000-2018 гг. уровни оптического загрязнения атмосферы более высокие, чем на парных им региональных фоновых станциях Памятное и Хужир. Среднегодовые значения ОПА в них варьируют в пределах от 0,22 до 0,30. Исключение составляет станция Сыктывкар*, парная станции Усть-Вымь. На ней в отдельные годы среднегодовые значения ОПА были ниже, чем на парной региональной фоновой станции (рис. 2.8 б).

Лишь на арктической станции о-в Диксон, как уже упоминалось, с 2014 г. наблюдается непрерывный аномальный рост ОПА (рис. 2.8 а). В 2017 и 2018 гг. среднегодовые значения ОПА здесь существенно превзошли аналогичные значения не только на среднеширотных фоновых региональных станциях, но и в парных им городах.

За исключением арктической станции о-в Диксон за период с 2000 по 2018 г. значимых трендов на исследуемых станциях фонового мониторинга не было зарегистрировано.

2.3.2. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы

Рассмотрены данные совместных измерений градиента потенциала электрического поля атмосферы V' и удельных полярных электрических проводимостей воздуха L+ и L-, выполненных на станции Воейково (В), 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 69 лет, в Иркутске – 59 лет, в Верхнем Дуброво - 60 лет, в Южно-Сахалинске - 49 лет. Датчики измерителей V', L+ и L- установлены в пределах одного-трех метров от земли. На станциях Верхнее Дуброво и Южно-Сахалинск

измерения L+ и L- были восстановлены с 2015 г. после длительного перерыва. Наблюдения в Воейково, Иркутске и Верхнем Дуброво включены в программу комплексного фонового мониторинга атмосферы с 1980 г.

Обобщенные по сезонам результаты измерений V'c за 2010–2018 гг. приведены в таблице 2.8. В таблице 2.9 приведены обобщенные по сезонам результаты измерений удельной суммарной электрической проводимости воздуха L_S на станциях Воейково и Иркутск за 2010–2018 гг., на станциях Верхнее Дуброво и Южно-Сахалинск за 2015–2018 гг.

В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

Таблица 2.8. Сезонные (V'_c), среднегодовые ($V'_г$) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения V' (даВ/м) за 2010–2018 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	2018	18 (16, 19)	15 (11, 20)	9 (9, 9) Н	-	14 (9, 20) С
	2017	16 (14, 17)	13 (9, 18)	11 (10,12)	12 (11, 13)	13 (9, 18)
	2016	16 (14, 19)	12 (9, 18)	9 (7, 10)	11 (10, 12)	12 (7, 19)
	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	2018	13 (9, 17)	11 (10, 12)	7 (7, 7)	8 (7, 9)	10 (7, 17)
	2017	12 (10, 14)	13 (11, 15)	11 (8, 12)	10 (10, 10)	11 (8, 15)
	2016	12 (10, 17)	9 (8, 12)	9 (9, 10)	6 (5, 10)	10 (5, 17)
	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	2018	11(10, 12)	9 (6, 11)	6 (5, 6)	7 (7, 7)	8 (5, 12)
	2017	11 (10, 12)	10 (8, 12)	9 (7, 11)	9 (9, 10)	10 (7, 12)
	2016	9 (8, 10)	9 (8, 10)	7 (6, 9)	9 (9, 10)	9 (6, 10)
	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	2018	34 (29, 38)	13 (6, 25)	6 (5, 7)	-	18 (5, 38) С
	2017	30 (27, 34)	14 (7, 21)	7 (5, 10)	19 (14, 22)	18 (5, 34)
	2016	31 (27, 33)	20 (11, 29)	11 (9, 12)	17 (14, 21)	21 (9, 33)
	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.
Средние за сезон значения, полученные по данным за 2 месяца, отмечены буквой «Н» (неполные), средние значения за год, вычисленные по данным трех сезонов отмечены символом «С».

Из представленных в таблице 2.8 данных наблюдений следует, что существенных изменений V' в 2018 г. по сравнению с периодом (2010–2017 гг.) не произошло, хотя на станциях Иркутск и Южно-Сахалинск отмечается некоторое снижение сезонных (лето и осень) и годовых значений V' в 2018 г.

Таблица 2.9. Сезонные (L_C) и среднегодовые ($L_Г$) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха (фСм/м), минимальные и максимальные среднемесячные значения суммарной электрической проводимости L_S (в скобках) на станциях Воейково (В), Иркутск (И) (2010–2018 гг.), Верхнее Дуброво (ВД) и Южно-Сахалинск (ЮС) (2015–2018 гг.)

Станция	Год	L_C, (L_S)				$L_Г$, (L_S)
		Зима	Весна	Лето	Осень	
В	2018	16 (16, 18)	18 (14, 20)	20 (19, 22)	19 (18, 19)	18 (14, 22)
	2017	16 (16, 17)	18 (15, 21)	19 (16, 21)	18 (16, 20)	18 (15, 21)
	2016	14 (11, 18)	17 (15, 19)	16 (14, 18)	18 (17, 20)	16 (11, 20)
	2015	16 (12, 18)	18 (16, 20)	18 (16, 20)	20 (18, 20)	18 (12, 20)
	2014	20 (19, 21)	22 (22, 23)	24 (22, 26)	19 (16, 22)	21 (16, 26)
	2013	18 (18, 19)	20 (19, 21)	24 (22, 26)	22 (20, 24)	21 (18, 26)
	2012	21 (17, 23)	21 (19, 23)	22 (19, 25)	21 (20, 22)	21 (17, 25)
	2011	18 (14, 23)	20 (15, 24)	24 (23, 24) Н	23 (22, 23) Н	21 (14, 24)
	2010	18 (16, 22)	18 (15, 22)	21(20, 21) Н	25 (22, 28)	21 (15, 28)

И	2018	19 (18, 20)	24 (23, 25)	22 (19, 15)	25 (24, 27)	23 (15, 27)
	2017	20 (19, 21)	23 (23, 24)	22 (20, 23)	25 (23, 27)	23 (19, 27)
	2016	15 (13, 17)	20 (19, 22)	18 (17, 21)	19 (19, 21)	18 (13, 22)
	2015	25 (22, 27)	24 (22, 27)	16 (14, 19)	22 (18, 26)	22 (14, 27)
	2014	17 (15, 20)	18 (18, 19)	26 (26, 27)	23 (21, 26)	21 (15, 27)
	2013	16 (14, 18)	19 (18, 22)	21 (20, 21)	23 (23, 24)	20 (14, 24)
	2012	14 (14, 14)	16 (14, 17)	17 (15, 20)	18 (16, 20)	16 (14, 20)
	2011	16 (16, 17)	17 (15, 19)	18 (13, 24)	19 (17, 21)	18 (13, 24)
	2010	20 (15, 23)	18 (15, 20)	23 (22, 24)	22 (21, 23)	21 (15, 24)
ВД	2018	14 (12, 16)	13 (12, 14)	15 (15, 16)	13 (14, 10)	14 (10, 16)
	2017	13 (13, 14)	13 (12, 15)	14 (14, 15)	17 (16, 17)	14 (12, 17)
	2016	19 (Н)	17 (Н)	16 (16, 16)	18 (14, 19)	17 (14, 19)
	2015	17 (17, 17)	16 (15, 17)	17 (16, 18)	17 (14, 19)	17 (14, 19)
ЮС	2018	6 (5, 7)	7 (6, 9)	11 (8, 12)	9 (7, 11)	8 (5, 12)
	2017	7 (6, 9)	8 (6, 10) Н	8 (8, 9)	8 (7, 9)	8 (6, 10)
	2016	11 (Н)	9 (9, 10)	10 (9, 12)	-	10 (9, 12) С
	2015	7 (7, 8)	9 (7, 12)	14 (12, 16)	15 (12, 17)	11 (7, 17)

Как следует из таблицы 2.9, в 2018 г. по сравнению с периодом 2010–2017 гг. отмечается незначительное увеличение L_S в Иркутске и также незначительное уменьшение L_S в Верхнем Дуброво и Южно-Сахалинске на фоне периода 2015-2017 гг., хотя конкретно по сравнению с 2017 г. значения L_S в 2018 г. на всех станциях остались без изменений.

На рис. 2.9 представлен годовой ход V' по всем станциям сети за 2018 г. на фоне осредненного годового хода V' за предшествующий пятилетний период (2013–2017 гг.). На рис. 2.10 в такой же форме показан годовой ход L_S по всем станциям.

Рис. 2.9. Годовой ход V' по станциям атмосферно-электрической сети (а) Воейково, (б) Иркутск, (в) Верхнее Дуброво и (г) Южно-Сахалинск в 2018 г. на фоне осредненного годового хода V' за период 2013–2017 гг. Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения ±σ от среднего значения за 2013–2017 гг.

Из рис. 2.9 следует, что на станциях Воейково, Верхнее Дуброво и Южно-Сахалинск в 2018 г. сезонный ход V' практически совпадает с аналогичными средними значениями за 2013–2017 гг. На станции Иркутск существенное уменьшение V' в 2018 г. отмечено с апреля по ноябрь относительно средних значений за 2013–2017 гг.

На станциях Воейково и Иркутск в 2018 г. (рис. 2.10) среднемесячные значения L_S в основном были выше по сравнению с соответствующими значениями для осредненного годового хода этого параметра за предшествующий период. При этом в апреле, мае и с августа по ноябрь повышение L_S в Иркутске было наиболее заметным. В Верхнем Дуброво и Южно-Сахалинске наблюдалось незначительное уменьшение L_S относительно соответствующих средних значений за предшествующий период.

Рис. 2.10. Годовой ход Ls по станциям (а) Воейково и (б) Иркутск в 2018 г. на фоне осредненного годового хода Ls за период 2013-2017 гг., на станциях Верхнее Дуброво и Южно-Сахалинск на фоне 2015-2017 гг. Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения ±σ от среднего значения

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, поступающих в Мировой центр данных ВМО по озону и ультрафиолетовой радиации (WOUDC) в Канаде, а также данных спутниковой аппаратуры OMI (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 весь содержащийся в атмосфере озон привести к нормальному давлению и температуре 0° С. В среднем по земному шару она равна 3 мм, но может изменяться от 1 мм (в Антарктиде в период весенней озоновой аномалии) до 6 мм (в конце зимы - начале весны над Дальним Востоком). ОСО измеряют в так называемых единицах Добсона (ед.Д.); приведенная толщина слоя озона 3 мм соответствует 300 е.Д.

Проведён анализ среднемесячных значений отклонений ОСО от нормы по данным реанализа ERA INTERIM. Многолетние среднемесячные значения (нормы) рассчитаны за период 1979-1999 гг. на глобальной сетке $0{,}75^0$x$0{,}75^0$.

Отклонения среднемесячных значений ОСО над территорией России от нормы находятся в интервале от –11% до +26%.

Над территорией России наибольший дефицит среднемесячного значения ОСО (11%) был зарегистрирован в марте (рис. 2.11) область около 67^0 с.ш. и 99^0 в.д. Максимальное превышение среднемесячного значения ОСО над нормой (26%) было зарегистрировано в феврале (рис. 2.12) в районе 73^0 с.ш. и 105^0 - 110^0 в.д.

Рис. 2.11. Поле отклонений (%) общего содержания озона в марте 2018 г. от среднемесячных многолетних значений (1979-1999 гг.)

Рис. 2.12. Поле отклонений (%) общего содержания озона в феврале 2018 г. от среднемесячных многолетних значений (1979-1999 гг.).

Дефицит среднемесячного значения ОСО на 9% в январе и 11% в марте составляют только 0,85 от стандартного отклонения в наблюдаемых районах для данных месяцев. Превышение среднемесячного значения ОСО над нормой 26% зарегистрированное в феврале составляет 1,7 стандартных отклонений. Дефицит 8% в августе составил - 3,3 стандартных отклонения и является самой значительной аномалией ОСО над территорией России в 2018 г.

Особенности зимнего сезона 2017-2018 гг.

Основным событием зимнего сезона 2017-2018 гг., которое определило состояние озонового слоя в 2018 г. стало главное внезапное стратосферное потепление (ВСП), когда 11 февраля 2018 г зональный ветер впервые изменил своё направление на 60° с.ш. и 10 гПа. ВСП сопровождалось ростом температуры стратосферы Арктики более чем на 20°, резким замедлением скорости зонального ветра и изменением его направления: от ~40 м/с до ~ -20 м/с, а также разделением стратосферного полярного вихря (СПВ) на две части. Отрицательные значения скорости зонального ветра наблюдались на уровне давления 10 гПа и 60° с.ш. до начала марта, а позже в течение марта, хотя и изменили свое направление на западное, но не превышали 10 м/с, т.е. восстановления СПВ в средней стратосфере не произошло.

Как следствие ВСП, произошло резкое снижение объема полярных стратосферных облаков (ПСО). По данным реанализа MERRA-2 это произошло 4-8 февраля: от ~100 млн. км^3 до 10 млн. км^3. До завершения зимнего сезона 2017-2018 гг. какого-либо увеличения объема ПСО не произошло. Таким образом, главное ВСП в феврале предотвратило сильное разрушение стратосферного озона в Арктике весной 2018 г.

Изменчивость общего содержания озона над территорией РФ в течение зимнего сезона 2017-2018 гг.

В течение 2018 г. отмечались отдельные существенные отклонения ОСО от нормы:

с 22 по 30 января пониженные на 20-30% значения ОСО над районами Западной Сибири и Северного Урала, 26.01 (до 260 е.Д);

с 4 по 10 февраля пониженные на 24-32% значения ОСО над Западной Сибирью и Уралом, 8.02 - (до 250 е.Д). Во второй половине февраля стабильное повышение на 30-40% значений ОСО над северными районами Урала и Сибири, 24.02 - (до 660 е.Д);

с 5 по 10 марта пониженные на 24-36% значения ОСО над Северным Уралом, с 11 по 23 и с 27 по 31 марта над Западной Сибирью; с 23 по 26 марта над Восточной Сибирью - (до 290 е.Д);

с 1 по 12 апреля и с 29 по 30 апреля понижение на 22-24% значений ОСО над Западной Сибирью, 5.04 - (до 320 е.Д). С 26 по 29 апреля понижение на 18-22% над Иркутской областью, Бурятией и Забайкальем, 26.04 - (до 310 е.Д);

с 6 по 9 мая понижение на 18% значений ОСО над Хабаровским краем (до 350 е.Д) и в конце мая на 17% - (320 е.Д) над Бурятией и Забайкальским краем;

23 июня понижение на 14% значений ОСО над Центральным районом ЕТР - (до 305 е.Д);

с 24 по 28 июля понижение на 18-22% значений ОСО над Чукоткой - (до 260 е.Д);

с 1 по 5 августа понижение на 14-20% значений ОСО над Бурятией и Забайкальем - (до 270 е.Д); с 14 по 16 и с 25 по 30 августа понижение на 16-19% над южными районами Якутии, Иркутской области и Забайкальем;

с 7 по 20 сентября понижение на 18-26% значений ОСО над Чукоткой - (до 235 е.Д); с 11 по 13 сентября понижение на 16% над северными и центральными районами ЕТР и Уралом - (255 е.Д), с 26 по 30 сентября понижение на 20% над Якутией, Бурятией и Забайкальем - (265 е.Д);

с 26 по 31 октября понижение на 16-22% значений ОСО над Якутией и Чукоткой - (295 е.Д); 1 октября, с 30 по 31 октября повышение на 18% над Уралом и Западной Сибирью - (355 е.Д);

с 1 по 3 ноября понижение на 24% значений ОСО над Магаданской областью, Хабаровским краем, Сахалином - (280 е.Д); с 5 по 7 ноября понижение на 16-24% над ЕТР и Уралом - (ниже 220 е.Д); с 11 по 12 ноября повышение на 20% над Западной Сибирью - (390 е.Д); с 29 по 30 ноября повышение на 24% над Уралом - (370 е.Д);

с 1 по 3 декабря повышение на 24% значений ОСО над Иркутской областью - (440 е.Д); 3 декабря понижение на 20% над Уралом - (250 е.Д).

2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ

Измерения ОСО на территории РФ

Анализ полученных результатов измерений ОСО на озонометрических станциях России в 2018 г., так же, как и в предыдущие годы, был произведен на основе разделения поля ОСО над территорией РФ на регионы со сравнительно однородным содержанием озона: Север Европейской территории России (Север ЕТР), Юг Европейской территории России (ЮГ ЕТР), Западная Сибирь (ЗС), Восточная Сибирь (ВС) и Дальний Восток (ДВ).

Использование на сети фильтровых озонометров М-124 с единой методикой измерений, постоянный контроль и отбор достоверной информации позволяют получать данные ОСО с высокой степенью надежности. ГСА ВМО признала данные сети фильтровых озонометров, наряду с данными спектральных озонных спектрофотометров Добсона и Бруера, пригодными для оценки трендов и тенденций состояния озонового слоя над Северным полушарием.

В настоящем обзоре использованы данные озонометрических станций, которые соответствуют нормам качества, удовлетворяющим требованиям ВМО. Продолжительность наблюдений ОСО, выполненных по одной методике, составляет 45 лет. Многолетние ряды наблюдений отчетливо проявили существенные и преимущественно меридиональные различия сезонного хода ОСО на протяженной территории РФ. Полученные ряды наблюдений позволили рассчитать климатические нормы, за которые приняты средние многолетние значения ОСО за 1973–2002 гг. для регионов РФ (табл. 2.10).

Таблица 2.10. Общее содержание озона в различных регионах России в 2018 г., норма** и отклонения от нормы(%)

Месяцы / Регионы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Общее содержание озона в 2018 г., е.Д.*													
Север ЕТР	291	426	432	395	362	362	316	310	308	293	265	295	338
Юг ЕТР	368	406	411	382	354	353	332	320	306	294	312	352	349
ЗС	325	429	397	402	400	364	325	323	304	287	296	316	347
ВС	396	490	417	420	400	352	329	300	307	297	316	380	367
ДВ	435	441	471	436	401	365	331	311	304	315	367	414	383
Отклонения ОСО в 2018 г. от нормы, %													
Север ЕТР	-14	13	10,7	-0.9	-4.4	2.9	-4.7	-1.7	2.6	1.1	-7.9	-5.3	-0.8
Юг ЕТР	6.1	9.3	8.1	0.9	-3.5	0.6	-0.2	-0.2	-0.9	-1.0	3.8	10.2	2.8
ЗС	-9.9	11.9	1	2.5	5.0	2.9	-2.4	0.6	-1.8	-3.6	-1.5	-2.0	0.2
ВС	2	18	-3	-2.0	-0.4	-1.7	0.7	-4.9	-2.1	-5.3	-2.2	11.7	0.9
ДВ	2	-1	4	1	1	1.3	0.1	-0.3	-4.1	-4.9	1.1	5.3	0.4
Норма, е.Д. 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 52.13	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
ЗС	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
ВС	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
ДВ	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

Примечание:
** 1 е.Д. = 0.001 атм.-см;*
***норма - средние многолетние значения и средние квадратичные отклонения (нижняя строка) за 1973–2002 гг.*

Многолетние вариации ОСО над территорией РФ

Наличие норм позволяет объективно оценить долговременные изменения толщины защитного озонового слоя, тренды и тенденции в содержании озона за 45-летний период.

Среднегодовые значения ОСО над территорией РФ в целом за период 1973–2018 гг. представлены на рис. 2.13. Весь 45-летний ряд значений ОСО может быть разделен на четыре периода, для которых тренд межгодовых изменений ОСО был различен:

- 1973–1993 гг. - значительное уменьшение ОСО (- 1,5 е.Д./год);
- 1992–1995 гг. - минимальная толщина озонового слоя;
- 1993–1999 гг. - значительный рост ОСО (более 3,0 е.Д./год);
- 1996–2018 гг. - значительные межгодовые колебания, средний уровень содержания озона (349 е.Д.) несколько ниже нормы, падение ОСО (- 0,4 е.Д./год).

В течение 1973–2018 гг. толщина озонового слоя ниже нормы (353 е.Д.) более чем на 5% наблюдалась в 1992 г. (-5,4%), 1993 г. (-7,1%), 1995 г. (-5,9%), 2008 г. (-5,4%), 2011 г. (-5,8%).

В течение 45 лет наблюдений ОСО над РФ совершенно отчетливо проявилось чередование максимумов и минимумов среднегодовых значений ОСО с периодом 2,4 года с «квазидвухлетней» цикличностью.

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

Рис. 2.13. Среднегодовые значения ОСО над территорией РФ в период 1973–2018 гг.

Вариации поля ОСО над регионами РФ в 2018 г.

Результаты расчета среднемесячных значений ОСО над регионами РФ в 2018 г. и их отклонения от нормы приведены в таблице 2.10 и представлены на рис. 2.14.

На Севере ЕТР среднегодовой уровень ОСО в 2018 г. был немного ниже нормы (-0,8%). В то же время отмечены резкие колебания ОСО в начале и конце года. В январе наблюдалось аномально низкое содержание озона - на14% ниже нормы, а в феврале-марте - аномально высокое содержание озона - на 13% выше нормы. В конце года наблюдались устойчиво-низкие значения - на 5-8% ниже нормы.

На Юге ЕТР среднегодовой уровень ОСО был выше нормы (+2,8%). Высокие для региона значения ОСО наблюдались в начале и конце года, а в остальное время значения были умеренно понижены или близки к норме. В феврале-марте содержание озона превышало норму на 9%, а в декабре на 10%.

Над Западной Сибирью в течение 2018 г. среднегодовой уровень ОСО был близок к норме (+0,2%). Максимальное превышение нормы наблюдалось в феврале (+11,9%), а наиболее низкие значения ОСО отмечены в январе (-9,9%).

Над Восточной Сибирью среднее за год содержание озона было немного выше нормы (+0,9%). Аномально высокими относительно нормы значения ОСО были в феврале (+18%) и в декабре (+11%). Наиболее низкие значения ОСО наблюдались в августе (-4.9%) и в октябре (-5,3%). В остальные месяцы значения были преимущественно несколько ниже нормы.

На Дальнем Востоке в течение 2018 г. не наблюдалось столь значительных, как в остальных регионах, отклонений от нормы. Превышение нормы наблюдалось в марте (+4%) и декабре (+5,3%), а низкие значения в октябре (-4,1%) и ноябре (-4,9%).Среднее же за год значение оказалось близким к норме (+0.4%).

Над всей территорией РФ в 2018 г. средняя за год толщина озонового слоя составила 357 е.Д. и оказалась выше нормы (353 е.Д.) всего на 1,1%, хотя во всех регионах наблюдались значительные периоды с аномально низкими и аномально высокими значениями ОСО.

Рис. 2.14. Отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы в регионах РФ в 2018 г. (СЗ - Север Европейской территории России, ЮЗ - Юг Европейской территории России, ЗС - Западная Сибирь, ВС - Восточная Сибирь, ДВ - Дальний восток.)

Поле ОСО и особенности циркуляции 2018 г.

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

В большинстве случаев, 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.

Распределение ОСО над территорией РФ и его вариации в 2018 г. имели ряд особенностей. В январе сохранялись аномально низкие значения озона на севере ЕТР и в западной Сибири. С конца января началось раннее образование области повышенных значений ОСО (так называемый весенний максимум) на Дальнем Востоке. Значения ОСО сначала составляли около 500 е.Д., но наблюдалось постепенное увеличение количества озона до значений в 600 е.Д. и более на некоторых станциях в отдельные дни. Данная область до середины февраля размещалась, в основном, над Дальним Востоком. С 12 февраля началось расширение и перемещение области с повышенными значениями ОСО до 550-575 е.Д. на запад, вплоть до Скандинавии и Балтийского моря. Такое расширение области весеннего максимума, а также сами высокие значения ОСО аномальны и их связь с высотными барическими образованиями подлежит более глубокому анализу. Необходимо также отметить, что области повышенных значений стратосферного озона соответствовала область низких (местами до экстремальных) значений в поле приземной температуры.

К особенностям 2018 г. следует также отнести наблюдаемые в третьей декаде июля и начале августа несколько заниженные значения ОСО на европейской территории РФ. Пониженные значения ОСО (290-298 е.Д.) изначально наблюдались на арктических станциях (Мурманск, Архангельск, Печора), а после 25 июля область с пониженными значениями постепенно распространилась на юг - через Санкт-Петербург и Москву вплоть до Воронежа и Цимлянска, и сохранялась до 4 августа. Области пониженных значений ОСО соответствовала область повышенных значений в поле приземной температуры. Также низкие значения озона характеризуют поле озона над Восточной Сибирью (280-300 е.Д.) в течение августа и сентября и над севером ЕТР в октябре-декабре (до 220 (е.Д.)

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 2018 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 загрязнения атмосферного воздуха подготовлен с использованием осредненных значений концентраций, измеряемых на СКФМ веществ в воздухе за месяцы, сезоны и год, рассчитанных из рядов годового цикла наблюдений с октября 2017 г. по сентябрь 2018 г.

Тяжелые металлы. Среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 1,1–4,44 нг/м^3. Значимых изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий по сравнению с 2017 г. не произошло (рис. 2.15). Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР сохранились на уровне, наблюдавшемся в последние годы, и не превышали 0,2 нг/м^3. На юге ЕТР, в Астраханском БЗ продолжают регистрироваться повышенные уровни кадмия, характерные для наблюдений во всех средах на протяжении десятилетия (табл. 2.11).

При отсутствии выраженных сезонных изменений содержания в воздухе свинца и кадмия в отдельные дни измерялись максимальные среднесуточные концентрации на уровнях, существенно выше среднегодовых – до 92 нг/м^3 для свинца и 20 нг/м^3 для кадмия.

Фоновое содержание ртути в атмосферном воздухе, определяемое только в центральном районе ЕТР, сохраняется стабильно низким: в 2018 г. среднегодовая концентрация составила 2,6 нг/м^3 (табл. 2.11).

Хлорорганические пестициды. В 2018 г. на ЕТР среднегодовые значения фоновых концентраций сумм изомеров ГХЦГ и ДДТ в воздухе сохранились низкими, на уровне, близком к пределу обнаружения аналитическими методами (как и прошлые годы измерения от 30 до 50% проб были ниже предела обнаружения). В целом в 2018 г. содержание пестицидов в воздухе находилось в пределах изменений уровней их концентраций за последние 10 лет.

Взвешенные частицы. В 2018 г. среднегодовые концентрации взвешенных частиц в воздухе на ЕТР изменялись в пределах 9–24 мкг/м^3, что на уровне значений последних 10 лет (табл. 2.11, рис. 2.15). Эпизодическое повышение концентраций взвешенных частиц наблюдалось в теплый период года: отдельные максимальные среднесуточные концентрации превышали 300 и 100 мкг/м^3 (Астраханский и Приокско-Террасный БЗ, соответственно) (табл. 2.11). Сезонные изменения содержания взвешенных частиц в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в летний период, что обусловлено влиянием природных факторов.

Диоксид серы. В 2018 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на станциях ЕТР сохранились на низком уровне – около 0,09–0,45 мкг/м^3 (рис. 2.16). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы, увеличиваясь в отдельные сутки до 2,5–6,6 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, что связано с отопительным сезоном.

Диоксид азота. В 2018 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на европейской территории сохранились на уровне прошлых лет, изменяясь от 0,63 до 4,11 мкг/м^3 (рис. 2.16). Сезонные изменения

фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный период в центре ЕТР наблюдаются максимальные значения и повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций (табл. 2.11).

Сульфаты. В 2018 г. среднегодовая фоновая концентрация сульфатов в центре ЕТР составила 1,26 мкг/м^3, при этом значения меньше 3 мкг/м^3 были зарегистрированы в 95% измерений. В южных районах ЕТР среднегодовая концентрация была такой же, как и в центре ЕТР - около 1,2 мкг/м^3 (рис. 2.16). 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 содержания сульфатов в центре ЕТР за последние 10 лет после их уменьшения в предыдущие годы.

Метан. По данным измерений на СКФМ в Приокско-Террасном биосферном заповеднике наиболее высокие концентрации метана были зарегистрированы в зимние месяцы года, среднее значение в зимний период не превышало 2050 млрд$^{-1}$. Изменения средних зимних (декабрь-февраль) и средних летних (июнь-август) концентраций метана представлены на рис. 2.17. Средние летние концентрации метана с 2008 г. составили 1998 млрд$^{-1}$, среднемноголетняя разница межсезонных концентраций получилась около 65 млрд$^{-1}$. Изменения средних зимних (декабрь-февраль) и средних летних (июнь-август) концентраций метана за последние 3-4 года являются наименьшими за весь период наблюдений

Таблица 2.11. Результаты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на станциях комплексного фонового мониторинга в 2018 г. (числитель – среднегодовое значение, знаменатель – интервал изменений суточных концентраций)

Загрязняющие вещества	Приокско-Террасный БЗ	Воронежский БЗ	Астраханский БЗ	Кавказский БЗ
Pb, нг/м^3	2,71 0,18-92,0	4,44 0,40-25,0	2,71 0,18-31,3	1,10 0,02-12,5
Cd, нг/м^3	0,098 0,001-1,3	0,181 0,017-1,6	1,465 0,050-20,0	0,043 0,001-1,00
Hg, нг/м^3	2,61 0,13-53,8	- *)	-	-
SO_2, мкг/м^3	0,445 0,1-6,60	0,332 0,02-3,47	0,089 0,010-0,53	0,088 0,010-2,53
NO_2, мкг/м^3	4,11 0,20-24,1	3,92 1,33-26,16	0,63 0,05-4,02	-
SO_4, мкг/м^3	1,26 0,02-6,41	-	1,22 0,01-11,7	-
Взвешенные частицы, мкг/м^3	21,0 1,0-132,0	15,1 8,0-31,0	23,9 2,0-341,8	9,0 1,6-21,5
BP, нг/м^3	-	-	-	-
BPL, нг/м^3	-	-	-	-

*) - *Измерения в 2018 г. не проводились.*

Рис. 2.15. Изменение среднегодового содержания свинца (нг/м^3) и взвешенных частиц (мкг/м^3) в атмосферном воздухе фоновых районов

Рис. 2.16. Изменение фонового содержания диоксида серы, сульфатов и диоксида азота в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3)

Рис. 2.17. Многолетние изменения средних сезонных концентраций CH_4 в приземном слое атмосферы на СКФМ в Приокско-Террасном биосферном заповеднике

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

В систему Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО входит 11 станций, распределенных на: равнинные станции, расположенные на Европейской территории России (ЕТР) - Усть-Вымь, Воронежский и Приокско-Террасный биосферные заповедники (БЗ); равнинные станции Азиатской территории России (АТР) – Туруханск, Хужир, Памятная; горные станции – Кавказский БЗ, Шаджатмаз и прибрежные — Тикси, Терней (Сихотэ-Алинский БЗ) и Приморская. В соответствии с рекомендациями ВМО на большинстве станций отбирались недельные пробы осадков, на станции Приморская отбор проб производился ежесуточно.

Основные характеристики химического состава осадков (ХСО) фоновых станций представлены в табл. 2.12 и 2.13.

Таблица 2.12. Средневзвешенные концентрации ионов и величины pH и удельной электропроводности (k) в осадках на станциях фонового мониторинга, 2018 г.

Станция	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	M	$pH_{ср.}$	k, мкСм/см
	мг/л											
Усть-Вымь	1,13	0,47	0,82	1,75	0,52	0,36	0,24	0,46	0,05	5,82	5,9	12,1
Приокско-Террасный БЗ	1,09	0,46	1,17	0,18	0,26	0,16	0,16	0,38	0,05	3,94	5,3	12,4
Воронежский БЗ	1,96	0,68	1,73	0,91	0,44	0,44	0,43	0,52	0,07	7,22	5,4	17,9
Кавказский БЗ	1,31	0,37	0,76	2,01	0,17	0,16	0,11	1,01	0,06	5,99	5,7	18,1
Шаджатмаз	1,64	0,49	1,41	4,72	0,52	0,26	0,23	1,77	0,16	11,22	6,2	20,6
Памятная	1,87	1,57	0,94	1,39	0,31	0,97	0,44	0,59	0,20	8,32	5,8	23,1
Туруханск	1,80	0,65	0,70	2,84	0,20	0,43	0,30	0,82	0,40	8,14	6,2	17,3
Хужир	0,95	0,33	0,45	1,99	0,17	0,21	0,23	0,41	0,27	5,00	6,3	16,8
Приморская	3,88	0,92	1,77	1,49	0,98	0,70	0,50	0,83	0,29	11,38	6,2	27,9
Терней	2,05	1,15	1,39	0,33	0,23	0,86	0,18	0,56	0,23	7,01	5,7	16,1
Тикси	1,14	1,19	0,15	1,01	0,17	0,63	0,17	0,43	0,11	5,27	5,8	11,7

Максимальные значения минерализации (М) наблюдались в осадках станций Шаджатмаз и Приморская и составили соответственно 11,2 и 11,4 мг/л, что примерно на 25% ниже принятого верхнего уровня регионального фона (15 мг/л). В среднем минерализация, удельная электропроводность и содержание основных ионов выше в осадках АТР, чем на ЕТР. Диапазон изменения средневзвешенной суммы ионов составил 3,9-7,2 мг/л в осадках равнинных станций ЕТР, 6,0-11,2 мг/л - в осадках горных станций ЕТР, 5,0-11,4 мг/л - в осадках равнинных станций АТР и 5,3-7,0 мг/л - в осадках прибрежных станций АТР.

Таблица 2.13. Средневзвешенные концентрации ионов и величины pH и удельной электропроводности (k) осадков станций фонового мониторинга, 2014-2018 гг.

Станция	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	M	$pH_{ср.}$	k, мкСм/см
	мг/л											
Усть-Вымь	1,2	0,5	0,9	3,1	0,6	0,4	0,2	0,8	0,1	7,8	6,1	15,9
Приокско-Террасный БЗ	1,0	0,5	1,1	0,9	0,3	0,2	0,1	0,5	0,1	4,8	5,6	12,4
Воронежский БЗ	1,8	0,7	1,6	1,2	0,3	0,4	0,3	0,7	0,2	7,1	5,6	18,1
Кавказский БЗ	1,2	0,5	0,7	2,4	0,3	0,2	0,1	1,0	0,2	6,6	6,0	16,2
Шаджатмаз	1,6	0,6	1,9	5,5	0,7	0,4	0,3	1,6	0,3	12,8	6,3	21,9
Памятная	2,2	1,2	1,2	2,0	0,4	0,7	0,4	0,8	0,3	9,3	5,9	22,2
Туруханск	1,6	0,7	0,5	1,7	0,2	0,5	0,3	0,5	0,3	6,2	5,9	15,3
Хужир	1,1	0,4	0,5	2,0	0,3	0,3	0,3	0,5	0,2	5,6	6,1	14,6
Приморская	3,4	1,2	1,6	1,2	0,8	0,7	0,5	0,9	0,2	10,8	5,9	30,2
Терней	2,1	1,4	1,2	0,3	0,4	0,9	0,2	0,6	0,2	7,2	5,4	16,6
Тикси*	4,9	3,0	0,5	3,5	0,3	1,4	0,6	0,7	0,3	16,4	6,0	24,6

**Примечание: данные по Тикси указаны за период 2016-2018 гг.*

Осадки большинства станций характеризуются практически неизменной величиной минерализации в пределах 10-15% от среднего значения за 2014-2018 гг. (рис. 2.18 а). Средневзвешенная за 2018 г. величина суммы ионов в сравнении с периодом 2014-2018 гг. существенно увеличилась в осадках ст. Туруханск и снизилась на ст. Тикси (рис. 2.18 б).

Для осадков большинства станций преобладающими примесями являлись: из анионов - сульфат- или гидрокарбонат-ион, из катионов - кальций или натрий. Диапазон изменения среднемесячных концентраций сульфат-ионов в осадках составил 0,3-12,2 мг/л. Максимальные концентрации гидрокарбонатов были характерны для осадков горных станций, которые в недельных пробах достигали порядка 40,0 мг/л и связаны, скорее всего, с переносом пыли со стороны Северной Африки, где периодически происходят песчаные бури.

Рис. 2.18. Отклонение (%): (а) - величины минерализации; (б) – концентраций основных ионов в атмосферных осадках станций ГСА ВМО в 2018 г. от среднего значения за 2014-2018 гг.

В морских условиях в ионном балансе осадков преобладают хлориды и сульфаты. Более высокое содержание хлоридов наблюдается в химическом составе осадков равнинных и прибрежных станций АТР с диапазоном среднемесячных концентраций 0,2-6,6 мг/л. Для осадков равнинных и горных станций ЕТР характерно повышенное содержание азотосодержащих соединений (NO_3^-+NH_4^+). Для осадков равнинных станций и прибрежных станций АТР характерно повышенное содержание магния. Содержание калия в осадках всех станций не превышало 5%.

Во внутригодовом ходе наиболее низкие значения концентраций ионов (SO_4^{2-}, NO_3^-, NH_4^+) в осадках равнинных станций ЕТР и АТР, а также в осадках прибрежных станций приходятся на теплый период, что согласуется с максимальным количеством выпадающих осадков и минимальной минерализацией в этот период.

На территории Кавказского БЗ усиление циклонической деятельности в холодное время года обуславливает зимний максимум осадков и минимальные концентрации ионов.

Диапазон изменения кислотности (pH) осадков фоновых станций в 2018 г. составил: 4,5-6,6 (ЕТР), 5,0-7,0 (АТР), 4,8-6,4 (прибрежные станции), 4,7-7,0 ед.pH (горные станции). Повторяемость выпадения осадков с pH <5,0 была наибольшая на ЕТР и составила около 30% (рис. 2.19).

Выпадение веществ с осадками. Значения выпадений основных кислотообразующих соединений (серы и азота) и суммарные влажные выпадения (P) за 2018 г., а также средние за период 2014-2018 гг. значения выпадений этих веществ с атмосферными осадками представлены в таблицах 2.14 и 2.15.

Величина суммарных влажных выпадений загрязняющих компонентов на большинстве станций в значительной степени определялась суммой осадков. В Кавказском БЗ при средневзвешенной минерализации 7,2 мг/л суммарные выпадения в 2018 г. составили 11,8 т/км^2/год, при годовой сумме осадков 1978,2 мм; на ст. Приморская - 11,6 т/км^2/год, при годовой сумме осадков - 1023,2 мм.

Рис. 2.19. Временной ход распределения повторяемости величины pH атмосферных осадков по ETP (а) и ATP (б), 2014-2018 гг.

Таблица 2.14. Выпадение серы, азота и суммы ионов с осадками, 2018 г.

Станция	q, мм	$S(SO_4)$	$N(NO_3)$	$N(NH_4)$	ΣN	P	N(H)/N(O)	S / Σ N
		т/км^2/год						
Усть-Вымь	598,9	0,22	0,11	0,24	0,35	3,47	2,19	0,63
Приокско-Террасный БЗ	506,2	0,18	0,13	0,10	0,23	1,97	0,75	0,79
Воронежский БЗ	536,0	0,35	0,21	0,18	0,39	3,82	0,87	0,89
Кавказский БЗ	1978,2	0,86	0,34	0,27	0,61	11,8	0,79	1,43
Шаджатмаз	601,9	0,33	0,19	0,24	0,43	6,38	1,27	0,76
Памятная	430,8	0,27	0,09	0,10	0,19	3,57	1,13	1,37
Туруханск	623,9	0,37	0,10	0,10	0,20	5,08	1,00	1,89
Хужир	205,9	0,07	0,02	0,03	0,05	1,03	1,29	1,36
Приморская	1023,2	1,32	0,41	0,78	1,19	11,6	1,91	1,11
Терней	783,0	0,53	0,25	0,14	0,39	5,47	0,57	1,38
Тикси	198,4	0,08	0,01	0,03	0,04	0,96	3,74	2,31

Основной вклад в массу влажных выпадений вносили гидрокарбонаты и сульфаты, на долю которых в среднем приходится от 35% (прибрежные станции ATP) до 65% (равнинные станции ATP). Вклад азотосодержащих соединений в общую массу выпадений был максимальным в осадках ETP и составил в среднем около 30%.

Таблица 2.15. Среднее выпадение за период серы, азота и суммы ионов с осадками, 2014-2018 гг.

Станция	q, мм	$S(SO_4)$	$N(NO_3)$	$N(NH_4)$	ΣN	P	N(H)/N(O)	S / Σ N
		т/км²/год						
Усть-Вымь	596,0	0,24	0,12	0,26	0,38	4,59	2,14	0,63
Приокско-Террасный БЗ	557,8	0,18	0,14	0,14	0,28	2,52	1,02	0,69
Воронежский БЗ	573,3	0,34	0,20	0,15	0,35	4,00	0,75	0,97
Кавказский БЗ	1979,1	0,75	0,32	0,41	0,73	11,8	1,35	1,08
Шаджатмаз	649,3	0,33	0,23	0,30	0,53	7,64	1,37	0,64
Памятная	428,0	0,30	0,12	0,13	0,25	3,76	1,14	1,24
Туруханск	650,8	0,33	0,08	0,09	0,17	3,94	1,19	2,03
Хужир	163,5	0,09	0,02	0,04	0,06	0,98	1,83	1,85
Приморская	876,3	0,98	0,33	0,55	0,88	9,25	2,16	1,17
Терней	832,9	0,58	0,20	0,23	0,43	5,77	1,38	1,51
Тикси*	232,6	0,17	0,02	0,05	0,07	2,86	3,55	2,39

** Данные по Тикси представлены за 2016-2018 гг.*

Для большинства станций отмечено снижение величины суммарных влажных выпадений в 2018 г. по сравнению с периодом 2014-2018 гг., что связано с уменьшением содержания ионов в осадках (рис. 2.20).

Рис. 2.20. Отклонение величины выпадения серы (S(SO4)), азота нитратного (N(NO3)), азота аммонийного (N(NH4), суммы ионов P и суммы осадков q от их среднего значения за 2014-2018 гг:
а) - ЕТР, б) - АТР
Станции: 1 - Приокско-Террасный БЗ; 2 - Усть-Вымь; 3 - Воронежский БЗ; 4 - Кавказский БЗ; 5 - Шаджатмаз; 6 - Памятная; 7 - Туруханск; 8 - Хужир; 9 - Приморская; 10 - Сихотэ-Алинский БЗ (Терней); 11 - Тикси

Отношение азота аммиачного к нитратному снизилось в 2-2,5 раза в Кавказском и Сихотэ-Алинском БЗ.

По данным 2014-2018 гг. выпадение серы и суммарного азота с осадками на фоновых станциях находится в пределах 0,2 – 1,3 т/км²/год и 0,2 – 1,0 т/км²/год соответственно.

В целом за последние 5 лет (2014-2018 гг.) на ЕТР (за исключением Кавказского БЗ) потоки суммарного азота были выше выпадения серы. На АТР осадки характеризовались преобладанием выпадения серы над суммарным азотом.

2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков

Минерализация, химический состав и кислотность осадков. Сумма ионов и средневзвешенная концентрация компонентов по ФО в 2018 г. представлены в таблице 2.16, а средние величины за предыдущее пятилетие (2014–2018 гг.) - в таблице 2.17.

Таблица 2.16. Средневзвешенные концентрации ионов в осадках по федеральным округам, 2018 г.

ФО	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	M	pH			k, мкСм/см
	мг/л										ср	макс	мин	
СЗФО	2,0	2,3	1,3	2,8	0,4	1,4	0,5	0,9	0,2	12,3	5,9	6,9	5,1	27
ЦФО	3,1	1,7	2,3	12,4	0,6	1,1	0,8	3,2	1,2	26,7	6,3	7,0	5,3	46
ПФО	4,8	2,1	2,6	7,1	0,7	1,5	0,8	4,4	0,8	27,0	6,4	6,9	6,0	47
ЮФО	5,3	4,1	2,2	4,2	0,3	1,7	1,7	2,6	0,4	22,7	6,0	6,6	5,7	47
СКФО	1,5	0,4	1,1	3,4	0,4	0,2	0,2	1,4	0,1	8,6	6,0	7,1	5,5	19
УФО	3,5	1,2	1,8	5,1	0,4	1,0	0,5	2,5	0,3	16,3	6,0	6,7	5,6	36
СФО	5,4	1,7	1,6	8,1	0,4	1,4	0,7	1,9	1,5	22,7	6,4	7,0	5,9	45
ДВФО	3,3	1,8	1,1	5,6	0,5	1,1	0,5	1,2	0,9	17,0	6,2	6,9	5,5	37

Из сравнения данных таблиц следует, что уменьшились крайние значения минерализации осадков с 13,3 до 8,6 мг/л (СКФО) - нижний предел и с 34,0 до 26,7 мг/л (ЦФО) - верхние значения. Снизилась минерализация также в ПФО с 31,2 до 27,0 мг/л и СЗФО - с 16,6 до 12,3 мг/л. В осадках этих округов произошло снижение минерализации в основном гидрокарбонатов. В остальных округах изменения не превышают 1-2%.

Изменения концентрации основной суммы ионов зависит непосредственно от сульфатов, гидрокарбонатов и кальция. Их вклад в минерализацию осадков в среднем составляет от 40 до 60%. В большинстве федеральных округов кроме ЮФО концентрация сульфатов в 2018 г. снизилась или осталась на прежнем уровне. В осадках ЮФО содержание сульфатов увеличилось с 4,3 до 5,3 мг/л.

Преобладание содержания гидрокарбонатов над содержанием сульфатов, а также их максимальные значения сохраняются в СКФО.

На территории Урала, Сибири, Дальнего Востока, а также в ЮФО сульфаты почти в 2 раза преобладают над нитратами. Содержание хлоридов в 2018 г. в среднем снизилось на 15%. Максимальное снижение для хлоридов проявилось в осадках СЗФО - с 3,6 до 2,3 мг/л и ЦФО - с 3,1 до 1,7 мг/л.

Таблица 2.17. Средние за период 2014–2018 гг. концентрации ионов в осадках по федеральным округам

ФО	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	M	pH			k, мкСм/см
	мг/л										ср	макс	мин	
СЗФО	2,5	3,6	1,1	4,3	0,4	2,0	0,7	1,4	0,5	16,6	6,0	7,4	4,5	35
ЦФО	3,4	3,1	2,4	16,2	0,6	1,4	1,9	4,2	1,4	34,0	6,3	7,1	5,2	51
ПФО	5,4	2,1	3,4	9,8	0,9	1,5	0,9	3,9	0,6	31,2	6,3	7,0	5,6	50
ЮФО	4,3	3,7	2,2	4,5	0,4	1,7	1,3	2,0	0,4	20,8	5,9	6,7	5,0	37
СКФО	1,4	0,6	1,3	3,9	0,5	0,3	0,2	1,3	0,2	9,7	6,2	7,1	5,2	19
УФО	3,2	1,0	2,0	5,9	0,6	0,9	0,5	2,2	0,3	16,3	6,0	6,7	5,3	32
СФО	6,3	1,3	1,6	6,4	0,5	1,0	0,7	1,7	1,5	21,1	6,2	7,0	5,9	45
ДВФО	3,5	2,1	1,3	5,0	0,5	1,4	0,6	1,2	0,9	16,7	5,9	6,9	4,6	36

В осадках ПФО и ЦФО преобладают гидрокарбонаты, что, скорее всего, связано с локальным влиянием континентального происхождения. Близость моря сказывается на увеличении хлоридов в осадках ЮФО, где их содержание по сравнению с остальными округами повышено в среднем на 40%.

Ход изменения повторяемости (%) минерализации (М) осадков по интервалам в 2018 г. и за период 2014-2018 гг. приводится на рис. 2.21.

Рис. 2.21. Повторяемость (%) минерализации осадков (М, мг/л) по диапазонам в период с 2014 по 2018 гг.

В 2018 г. по сравнению с периодом 2014–2018 гг. повторяемость осадков с минерализацией (М) ≤ 15 мг/л увеличилась во всех округах кроме ДВФО и СКФО. Если в целом по России частота выпадения осадков с М ≤ 15 мг/л за период 2014–2018 гг. составляла 46%, то в 2018 г. она увеличилась до 50%. Рост повторяемости минерализации осадков регионального фона связан с уменьшением повторяемости выпадения проб осадков с минерализацией 15<М≤30 мг/л. Отметим, что только в УФО повторяемость сильнозагрязненных осадков (М>30 мг/л) увеличилась с 3 до 17% и в СФО – с 22 до 28%. В остальных ФО частота выпадения осадков с М>30 мг/л заметно снизилась.

Изменение концентрации основных анионов (сульфатов, гидрокарбонатов, хлоридов и нитратов) за период 2014-2018 гг. представлено на рис. 2.22. Наибольшим колебаниям подвержены концентрации гидрокарбонатов в осадках ПФО, ЮФО и СКФО. В остальных федеральных округах для большинства компонентов в период 2014–2018 гг. характерны незначительные изменения концентраций (УФО, СФО и ДВФО).

В осадках СЗФО и ЦФО отмечается тенденция к постепенному снижению концентрации гидрокарбонатов.

Рис. 2.22 (начало). Изменения средневзвешенной концентрации ионов в осадках по федеральным округам, 2014–2018 гг.

Рис. 2.22 (окончание). Изменения средневзвешенной концентрации ионов в осадках по федеральным округам, 2014–2018 гг.

В большинстве округов гидрокарбонаты преобладают над сульфатами и только в осадках ЮФО и СФО содержание сульфатов на 30% выше гидрокарбонатов. В течение всего периода максимальные значения гидрокарбонатов характерны для осадков ЦФО, где наблюдается преобладание их концентрации над содержанием сульфатов в 3 – 4 раза. В осадках ПФО и СКФО, а также в отдельные годы в СЗФО содержание гидрокарбонатов приблизительно в 1,5 – 2 раза выше сульфатов.

Содержание хлоридов меньше или около 1,0 мг/л свойственно только осадкам СКФО и УФО. В большинстве случаев интервал концентрации хлоридов в осадках составляет 1,5 – 2,5 мг/л. В отдельных случаях на прибрежных станциях СЗФО и ЮФО средняя за год концентрация хлоридов может превышать 4,0 мг/л.

Катионная часть осадков составляет около 30%. В химическом составе осадков преобладает кальций, далее в порядке снижения концентрации следуют натрий или магний и калий. Содержание аммония в осадках, в основном, не достигает 1,0 мг/л.

Осреднённые по площадям данные практически всегда сглаживают детали химического состава осадков, характерные для отдельных пунктов. В таблице 2.18 представлены результаты измерения ХСО на станциях, где средняя за год минерализация осадков около или превышает 50 мг/л, а проводимость близка или выше 100 мкСм/см. Третий критерий — выпадение серы равно или больше 2,0 т/км^2/год. Общее число таких станций в 2018 г. осталось неизменным. На всех станциях гидрокарбонаты являются либо основным загрязнителем, либо вторым по величине, уступая сульфатам (Норильск) или хлоридам (Диксон, Нижнегорский).

В список загрязненных станций СЗФО не включен Никель, так как минерализация осадков на станции Никель в 2018 г. снизилась до регионального уровня и составила 15,5 мг/л. Интенсивность выпадения серы также снизилась до 1,12 т/км^2·год.

В ЦФО количество станций с наиболее загрязненным ионным составом осталось неизменным, но вместо Калуги вошла Тула. Минерализация осадков в Калуге снизилась в 2018 г. практически до регионального уровня с 26,4 до 16,1 мг/л вследствие снижения концентраций гидрокарбонатов и сульфатов. В осадках ЦФО преобладают в основном гидрокарбонаты более 20,0 мг/л и сульфаты, интенсивность выпадения которых в пересчете на серу не превышает 2,0 т/км^2/год.

В ПФО по сравнению с 2017 г. не приведена станция Вязовые, но добавлены станции Азнакаево и Акташ. В 2018 г. минерализация осадков на станции Вязовые снизилась практически в 3 раза с 38,4 до 11,5 мг/л, так как заметно снизилось содержание гидрокарбонатов и сульфатов. Выпадения серы также уменьшились с 2,8 до 1,4 т/км^2/год, что связано с сокращением годовой суммы осадков практически в 2 раза.

В 2018 г. в список наиболее загрязненных станций в СФО вошли станции Балахта и Шарыпово, а исключены станции Искитим и Могоча. Искитим исключен по причине снижения минерализации практически в 3 раза и выпадения серы не превысили 0,7 т/км^2/год. Могоча во исполнение Указа Президента РФ № 632 от 03.11.2018 г. была переведена в ДВФО и исключена из списка также из-за снижения минерализации с 16,0 до 13,0 мг/л.

По количеству и преобладанию сульфатов абсолютный приоритет в РФ по-прежнему принадлежит Норильску. В 2018 г. интенсивность выпадения серы увеличились практически в 1,5 раза по сравнению с 2017 г., что связано с увеличением на 35% годовой суммы осадков.

Содержание хлоридов свыше 40% характерное для осадков Диксона очевидно обусловлено регулярным выносом морских солей.

Высокие содержания сульфатов, хлоридов и гидрокарбонатов в атмосферных осадках Нижнегорского (ЮФО), скорее всего, локального происхождения, как следствие сельскохозяйственной деятельности (внесением удобрений).

В осадках Южно-Сахалинска (ДВФО) в 2018 г. по-прежнему преобладают сульфаты и гидрокарбонаты.

Таблица 2.18. Средневзвешенные за год значения компонентов в наиболее загрязнённых по ионному составу осадков населённых пунктах РФ по федеральным округам, 2018 г.

Станция	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	M	pH среднее	k, мкСм/см	Выпадения серы, т/км²·год
	мг/л												
ЦФО													
Тула	4,30	5,83	5,31	18,97	1,01	1,95	4,44	5,18	0,50	47,50	6,8	92	0,8
Белгород	3,41	1,72	1,64	26,93	0,71	1,53	0,77	4,70	2,94	44,36	6,6	77	0,8
Ст. Оскол	6,99	2,07	2,22	27,70	0,90	1,54	0,89	6,24	2,79	51,34	6,6	85	1,2
ЮФО													
Нижнегорский	14,47	17,63	4,22	16,51	0,48	5,77	8,35	8,62	1,61	78,33	6,6	150	2,4
ПФО													
Пенза	8,21	5,53	3,76	23,39	0,75	5,63	1,02	8,72	0,87	57,88	6,8	91	1,2
Азнакаево	8,07	2,81	4,63	28,97	0,57	2,95	2,03	10,95	0,92	61,91	6,7	95	1,0
Акташ	9,12	4,82	5,47	11,77	0,03	3,12	0,62	7,43	1,26	43,64	6,6	74	1,3
СФО													
Диксон	3,83	16,58	1,52	4,37	0,50	9,56	1,04	1,05	1,17	41,00	6,0	71	0,8
Мариинск	8,35	1,88	2,98	21,43	0,22	4,69	1,04	1,85	3,53	45,97	6,7	75	1,9
Балахта	7,29	1,17	1,58	25,74	0,72	2,46	0,64	5,24	2,68	47,53	6,9	95	1,2
Ермаковское	6,81	2,43	1,91	18,74	0,73	1,77	1,64	3,30	2,62	39,95	6,9	74	1,6
Норильск	54,76	3,15	0,91	28,71	1,72	1,89	4,36	8,63	11,96	116,09	7,0	221	10,4
Шарыпово	6,73	2,46	2,75	13,27	0,27	2,52	2,56	2,35	2,04	34,95	6,8	101	1,1
ДВФО													
Южно-Сахалинск	7,31	4,95	0,98	10,73	1,02	3,16	0,23	3,40	1,52	33,30	6,7	66	2,1

Общая картина распределения средних значений pH - показателя кислотности атмосферных осадков в регионах РФ в 2014–2018 гг. указывает на отсутствие масштабных процессов закисления атмосферных осадков. Все значения pH осадков, осреднённые по округам, находятся, в основном, в интервале от 5,6 до 6,5 ед. pH, составляя от 60 до 80% во всех округах кроме ПФО и ЦФО. В ПФО и ЦФО, частота осадков в этом интервале не превышала 50%. Повторяемость осадков с величиной pH>6,5 в 2018 г. в большинстве округов снизилась до 20%, но оставалась достаточно высокой в ЦФО и ПФО - до 30 - 35%. Осадки с величиной pH менее 5,6 выпадали в 10% от общего числа случаев. Для всех ФО (кроме ПФО и ЦФО) рост частоты выпадений осадков в интервале pH от 5,6 до 6,5, скорее всего, связан с «подщелачивающим» свойством гидрокарбонатов.

Влажные выпадения серы, азота и суммы ионов. Выпадения серы, азота и суммы ионов (P) с осадками в 2018 г., а также средние характеристики за период 2014-2018 гг. представлены в табл. 2.19 и 2.20.

Таблица 2.19. Средние за год выпадения серы, азота и суммы ионов, 2018 г.

ФО	q, мм	$S(SO_4)$	$N(NO_3)$	$N(NH_4)$	∑ N	P	N(H)/N(O)	S/∑ N
		т/км²·год						
СЗФО	596,4	0,39	0,17	0,20	0,37	6,75	1,20	1,06
ЦФО	516,0	0,51	0,26	0,22	0,48	13,1	0,85	1,06
ПФО	426,5	0,64	0,24	0,22	0,46	6,69	0,92	1,41
ЮФО	749,0	0,97	0,29	0,15	0,44	12,67	0,50	2,22
СКФО	1288,8	0,60	0,26	0,25	0,52	9,10	0,96	1,15
УФО	453,7	0,51	0,18	0,14	0,32	7,07	0,77	1,59
СФО	529,9	0,90	0,17	0,19	0,37	11,7	1,13	2,47
ДВФО	564,0	0,55	0,17	0,18	0,36	7,27	1,07	1,54

В 2018 г. годовая сумма осадков (q, мм) по сравнению с пятилетней средней возросла только в ЮФО, СФО и ДВФО на 2, 7, и 3% соответственно. На территории других округов годовая сумма осадков в основном снизилась в пределах 8–16%.

В 2014-2018 гг. средняя интенсивность потоков серы с атмосферными осадками в большинстве регионов ЕТР и Уральского округа находилась в пределах 0,5 - 0,9 т/км^2/год, а на территории Сибири и Дальнего Востока в интервале от 0,6 до 1,1 т/км^2·год.

Рост интенсивности выпадения серы в СКФО и УФО на 10% и ЮФО - до 40% связан, в первую очередь, с ростом концентрации сульфатов и влиянием годовой суммы осадков. В других ФО выпадения серы снизились в среднем на 5 - 10%.

Таблица 2.20. Средние за период выпадения серы, азота и суммы ионов с осадками по федеральным округам, 2014-2018 гг.

ФО	q, мм	$S(SO_4)$	$N(NO_3)$	N(NH4)	∑ N	P	N(H)/N(O)	S/∑ N
		т/км^2·год						
СЗФО	649,1	0,46	0,16	0,18	0,34	8,50	1,12	1,37
ЦФО	596,0	0,62	0,30	0,25	0,55	16,3	0,85	1,13
ПФО	509,9	0,84	0,36	0,34	0,70	7,69	0,95	1,20
ЮФО	730,8	0,69	0,26	0,21	0,47	10,0	0,79	1,47
СКФО	1310,4	0,57	0,30	0,38	0,68	10,5	1,27	0,83
УФО	479,5	0,46	0,19	0,23	0,43	7,62	1,20	1,08
СФО	495,6	1,11	0,17	0,19	0,37	10,4	1,11	3,00
ДВФО	546,2	0,60	0,16	0,19	0,35	8,08	1,20	1,72

В настоящее время большая часть соединений азота, поступающих в наземные системы с атмосферными осадками, имеет техногенное происхождение и связана с эмиссией соединений азота промышленными предприятиями и автотранспортом. Вследствие полифункциональности азота его воздействие на экосистемы неоднозначно, так как он является одновременно и элементом питания растений и поллютантом. Максимальный уровень поступления суммарного азота с атмосферными осадками в среднем за пятилетний период 0,7 т/км^2·год характерен для ПФО и СКФО.

За период 2014-2018 гг. суммарного азота выпадало больше, чем серы только в СКФО (рис. 2.23, табл. 2.20). Интенсивность потоков суммарного азота в остальных регионах находилась в интервале 0,4 - 0,5 т/км^2/год.

В 2018 г. в большинстве округов средняя интенсивность выпадения суммарного азота снизилась и не превышала 0,5 т/км^2/год.

Рис. 2.23. Временной ход средних за год выпадений с осадками серы (S), суммарного азота (ΣN) и суммы ионов (P) по федеральным округам, 2014-2018 гг.

Годовое поступление компонентов с атмосферными осадками P в 2018 г. снизилось в большинстве округов от 10 до 26%. Максимум выпадения компонентов был отмечен в ЦФО - 13,09 т/км^2/год, что на 20% меньше среднего пятилетнего значения. В ЮФО величина суммарных выпадений увеличилась до уровня 2014 г. и составила 12,7 т/км^2/год при росте минерализации и годовой суммы осадков. В СФО на 11% увеличилось годовое поступление компонентов.

В СЗФО, СКФО, УФО и ДВФО в период с 2014 по 2018 гг. изменения суммарных за год влажных выпадений в основном не превышали 10 т/км^2/год. В ЦФО и ПФО в последние 2-3 года наметился тренд снижения суммарных выпадений практически в 1,5 - 2 раза.

2.3.6.1. Загрязнение и закисление снежного покрова в регионах Российской Федерации

Мониторинг химического состава снежного покрова (ХССП) осуществлялся по данным 541 пункта наблюдений (ПН), расположенных в 72 субъектах РФ (таблица 2.21).

В снежном покрове определялись кислотность (водородный показатель pH) и концентрации основных ионов, из которых в Обзоре представлены сульфат-ион, нитрат-ион, ион аммония, а также значения общей минерализации.

Минерализация

По данным наблюдений на 292 ПН, где был проведён анализ всех основных ионов, минерализация (М) меньше или равная 15 мг/л (региональный фон) была зафиксирована на 121 ПН, 15<М≤30 мг/л - 115 ПН, М>30 мг/л) – 54 ПН (сильнозагрязнённые пункты) . Кроме того, в 25 ПН, при неполном количестве основных ионов, общая минерализация превысила 30 мг/л.

Таблица 2.21. Среднемесячное содержание серы, азота и pH в снежном покрове в зимний период 2017-2018 гг. по субъектам РФ.

Субъект РФ	Площадь субъекта, км^2	Среднемесячное содержание серы, кг/км^2·мес.	Среднемесячное содержание азота, кг/км^2·мес.	pH
Алтайский край	167 996	59	24	6,4
Амурская область	361 908	7	7	5,9
Архангельская область	413 103	18	21	5,5
Белгородская область	27 134	30	25	6,3
Брянская область	34 857	27	32	5,7
Владимирская область	29 084	9	8	5,4
Вологодская область	144 527	15	19	5,8
Воронежская область	52 216	29	23	5,8
Еврейская АО	36 271	26	15	6,2
Забайкальский край	431 892	9	3	5,9
Ивановская область	21 437	7	9	5,5
Иркутская область	774 846	21	12	6,2
Калининградская область	15 125	23	17	5,4
Калужская область	29 777	26	24	5,6
Камчатский край	464 275	31	13	5,7
Кемеровская область	95 725	70	19	6,4
Кировская область	120 374	18	19	5,8
Костромская область	60 211	8	18	6,1
Красноярский край - север	851 324	15	6	5,7
Красноярский край - центр	984 344	38	12	5,9
Красноярский край - юг	531 132	44	11	6,2
Курганская область	71 488	19	7	5,6
Курская область	29 997	23	22	5,8
Ленинградская область	85 311	6	7	5,0
Липецкая область	24 047	31	29	6,1
Магаданская область	462 464	21	12	5,8
Московская область	46 890	9	10	5,7
Мурманская область	144 902	17	14	5,6
Ненецкий АО	176 810	17	23	5,6
Нижегородская область	76 624	17	11	5,8
Новгородская область	54 501	8	23	5,0
Новосибирская область	177 756	56	18	6,4

Муниципальное образование город Норильск	30	50	13	5,8
Омская область	141 140	19	9	5,3
Оренбургская область	123 702	23	12	6,1
Орловская область	24 652	26	28	6,0
Пензенская область	43 352	35	14	5,7
Пермский край	160 236	60	18	5,8
Приморский край	164 673	28	16	5,9
Псковская область	55 399	7	7	5,5
Республика Алтай	92 903	23	6	5,9
Республика Башкортостан	142 947	39	12	6,4
Республика Бурятия	351 334	17	9	6,0
Республика Карелия	180 520	8	11	5,2
Республика Коми	416 774	22	31	5,5
Республика Марий Эл	23 375	29	21	6,4
Республика Мордовия	26 128	16	10	6,0
Республика Саха (Якутия) -север	1 387 584	12	3	5,3
Республика Саха (Якутия) -юг	1 695 936	10	4	5,6
Республика Татарстан	67 847	29	19	6,2
Республика Тыва	168 604	41	15	6,0
Республика Хакасия	61 569	41	9	6,2
Рязанская область	39 605	24	15	5,8
Самарская область	53 565	25	14	6,0
Саратовская область	101 240	28	17	5,3
Сахалинская область	87 101	47	18	6,0
Свердловская область	194 307	27	8	5,5
Смоленская область	49 779	11	15	5,6
Тамбовская область	34 462	21	19	5,4
Тверская область	84 201	14	20	5,4
Томская область	314 391	82	18	6,0
Тульская область	25 679	41	27	5,9
Тюменская область	160 122	10	8	5,1
Удмуртская Республика	42 061	30	14	6,0
Ульяновская область	37 181	80	15	6,1
Хабаровский край	787 633	11	17	5,7
Ханты-Мансийский АО - Югра	534 801	17	13	5,2
Челябинская область	88 529	30	9	5,9
Чувашская Республика	18 343	27	17	6,0
Чукотский АО	721 481	17	8	5,9
Ямало-Ненецкий АО	769 250	14	14	5,4
Ярославская область	36 177	16	9	5,4

Распределение среднемесячного содержания серы в снежном покрове в зимний период 2017-2018 гг. по субъектам РФ.

На рис. 2.24 показана карта-схема плотности среднемесячного содержания серы (ССС) в снежном покрове в регионах РФ, построенная по данным наблюдений сети ХССП в 2018 г. с использованием боксовой модели, официально применяемой в «Методике мониторинга климата на территории РФ: температура приземного воздуха, атмосферные осадки» с 2016 г.

На рис. 2.24-2.26 для объективного анализа среднего содержания серы, азота и показателя pH в снежном покрове субъектов РФ с большой площадью, в составе Республики Саха (Якутия) были выделены 2 области: северная и южная, а в Красноярском крае - 3: северная, центральная и южная. Также отдельно рассматривается муниципальное образование город Норильск (далее - Норильск).

В зимний период 2017-2018 гг. примерно 2/3 территории страны были подвержены воздействию фоновых и близких к фоновым потокам серы с атмосферными осадками - менее 20 кг/км^2·мес. На 27 % территории РФ наблюдалось загрязнение сульфатами в диапазоне от 20 до 40 кг/км^2·мес.

Рис. 2.24. Плотность содержания серы в снежном покрове в 2018 г.

Области со средним содержанием серы в 40 – 80 кг/км^2·мес. приходились на относительно небольшие (менее 10 % территории РФ) участки юга Европейской территории России (ЕТР), Урала и большую часть юга Западной и Восточной Сибири. К наиболее загрязнённым относятся: Тульская область (41 кг/км^2·мес.) и Пермский край (60 кг/км^2·мес.) на ЕТР; Южная часть Красноярского края (44 кг/км^2·мес.), Норильск (50 кг/км^2·мес.) и Новосибирская область (56 кг/км^2·мес.) в Восточной Сибири и Кемеровская область (70 кг/км^2·мес.) в Западной Сибири.

На Дальнем Востоке самые высокие значения содержания серы в снежном покрове зафиксированы на о. Сахалин (47 кг/км^2·мес.), где, помимо выпадений серы от промышленных источников, существенный вклад в её содержание в атмосферных осадках вносит морской перенос.

Максимальные значения ССС в снежном покрове в РФ, более 80 кг/км^2·мес. отмечены на территории Ульяновской области (80 кг/км^2·мес.) и Томской области (82 кг/км^2·мес.).

Высокое содержание серы в снежном покрове Ульяновской области объясняется сосредоточением на её территории производственных комплексов отраслей гражданской авиации и автомобильной промышленности. Также область занимает 2-е место в России по доле продукции машиностроения в общем объеме производства.

Томская область располагается в центре промышленной зоны юга Сибири. Таким образом, при любом направлении ветра на концентрации загрязняющих веществ (в частности, соединений серы) в любой точке Томской области влияют как собственные источники загрязнения атмосферы, так и источники соседних областей.

Перенос примесей происходит, в основном, из индустриальных Новосибирской и Кемеровской областей. При северо-западном ветре загрязняющие вещества переносятся со стороны промышленной зоны Нижневартовска. При восточном и юго-восточном ветре перенос серы может происходить со стороны промышленного района Красноярского края.

Также ПН с самым высоким ССС в снежном покрове Томской области, Колпашево -расположен в районе, богатом термальными источниками, в том числе сероводородными.

Таким образом, общая картина содержания серы в снежном покрове РФ совпадает с расположением основных промышленных регионов страны в Восточной Сибири, на Урале и юге ЕТР.

Распределение среднемесячного содержания азота в снежном покрове в зимний период 2017-2018 гг. по субъектам РФ.

Показатели плотности среднемесячного содержания азота (ССА) были рассчитаны для суммы ионов нитрата и аммония. ССА в снежном покрове в РФ менее 7 кг/км^2·мес. характерно для большей части континентальной территории Дальнего Востока и п-ова Таймыр. На Азиатской территории России (АТР) минимальное содержание азота в СП наблюдается также в Республике Алтай и в Кемеровской области.

Рис. 2.25. Плотность содержания азота в снежном покрове в 2018 г.

На 38 % территории РФ ССА находится в пределах 7 – 14 кг/км^2·мес. Эти регионы расположены, в основном, в континентальной части ЕТР и АТР, на Кольском п-ове, вдоль северо-западной границы России и в северо-восточной части страны.

Территории с ССА 14 – 21 кг/км^2·мес. и общей площадью в 23 % РФ занимают большую часть ЕТР, Западной Сибири и юго-восточную прибрежную часть ДВ.

Показатель ССА выше 21 кг/км^2·мес. на АТР был отмечен только в Алтайском крае (24 кг/км^2·мес.). На ЕТР такие области занимают юго-западную и северо-восточную части, располагаясь вокруг регионов с максимальным содержанием азота в СП (больше 28 кг/км^2·мес.). К ним относится Республика Коми (31 кг/км^2·мес.), где за счет межрегионального переноса загрязняющих веществ в зимний период, имеющего преимущественное направление с юга, на ССА в СП, помимо собственной промышленности, оказывается влияние со стороны Пермской и Кировской областей.

На юго-западе ЕТР промышленная Брянская область (32 кг/км^2·мес.), и Липецкая область (29 кг/км^2·мес.), где одним из основных секторов в общем объеме производства, помимо чёрной металлургии, является нефтехимическая продукция, в условиях преимущественно западного переноса оказывают взаимное влияние друг на друга и на расположенную между ними Орловскую область (28 кг/км^2·мес.).

Анализ рис. 2.25 позволяет утверждать, что величина содержания азота в снежном покрове регионов РФ зависит от наличия на их территории промышленных комплексов, а также от заселённости территории и, как следствие, от количества автомобильных дорог, имеющих значительно большую плотность на ЕТР, чем на АТР.

Распределение среднемесячного показателя pH снежного покрова в зимний период 2017-2018 гг. по субъектам РФ.

На более чем 80 % территории РФ среднемесячный показатель pH по регионам в зимний период 2017–2018 гг. находился в пределах 5,0 – 6,0 единиц, то есть в близких к фоновым значениям (рис. 2.26).

Регионы с показателем pH 5,0 – 5,5 расположены, в основном, на побережье Северного Ледовитого Океана, и занимают практически всю территорию Западной Сибири и северо-запада ЕТР. Значения pH в диапазоне 5,5 – 6,0 характерны для центральных и южных регионов на ЕТР и АТР.

Рис. 2.26. pH снежного покрова в 2018 г.

Значения pH выше 6,0 отмечаются только в регионах юга ЕТР, АТР и в Еврейской АО на Дальнем Востоке.

Максимальные показатели pH – 6,4 на ЕТР были отмечены в Республиках Башкортостан и Марий Эл, а на АТР – в Кемеровской и Новосибирской областях.

Практически на всей территории РФ прослеживается прямая зависимость увеличения показателя pH в снежном покрове при движении с севера на юг.

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

Тяжелые металлы

Для оценки характеристик загрязнения осадков сезонов, представленных в виде непрерывных периодов, были использованы ряды наблюдений с октября 2017 г. по сентябрь 2018 г.

Средневзвешенные годовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ - около 1,8 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ - около 5,8 мкг/л, Астраханского БЗ - около 3,0 мкг/л, Воронежского БЗ - около 2,9 мкг/л, Алтайского БЗ - 5,0 мкг/л. Средневзвешенная годовая фоновая концентрация свинца в атмосферных осадках на территории почти всех заповедников в рассматриваемый период была значительно выше, чем в предыдущий период (табл. 2.22, рис. 2.27).

Максимальная среднемесячная концентрация свинца в осадках на территории Кавказского БЗ в исследуемый период была отмечена в мае 2018 г. - 6,0 мкг/л, относительно высокое значение наблюдалось в апреле - 4,5 мкг/л. Среднемесячные концентрации свинца на территории Астраханского БЗ сильно разнилась в большинстве случаев концентрации были выше 2 мкг/л, кроме октября и ноября 2017 г. и июля 2018 г., когда концентрации свинца были ниже 1 мгк/л. Среднемесячные концентрации свинца в осадках на территории Алтайского БЗ так же сильно отличались в течение года. В летне-осенний период (с июня по октябрь) концентрации были на уровне или ниже 1 мкг/л. В ноябре 2017 г. и апреле 2018 г. содержание свинца было максимальным - 13,6 и 12,1 мгк/л соответственно. В Воронежском БЗ максимальные концентрации свинца были зафиксированы в феврале 2018 г. - 15 мкг/л и в августе - 3,5 мкг/л, а минимальные – менеее 4,5 мкг/л в период с апреля по июнь 2018 г. В Приокско-Террасном повышенное содержание свинца было зафиксировано в период с июня по август 2018 г. - 10, 15,5 и 23 мкг/л соответственно, а минимальное - менее 1,0 мкг/л в октябре 2017 г.

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения свинца в 2017-2018 гг. составили около 3 мг/м^2, на территории Астраханского БЗ - около 0,3 мг/м^2, Воронежского БЗ - около 2 мг/м^2, Кавказского БЗ - выпадения кадмия составило менее 3 мг/м^2.

В 2017-2018 гг. средневзвешенные годовые фоновые концентрации кадмия в атмосферных осадках соответствовали предыдущим значениям и составили: на территории Кавказского БЗ - 0,06 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ - около 0,20 мкг/л, Воронежского БЗ - 0,07 мкг/л, Алтайского БЗ - 0,10 мкг/л (табл. 2.22, рис. 2.27).

Максимальные концентрации кадмия в атмосферных осадках на территории Приокско-Террасного БЗ были зафиксированы в ноябре 2017 г. и в период июль-август 2018 г. - 0,34, 0,35 и 0,46 мкг/л соответственно, с минимумом в октябре 2017 г. - 0,05 мкг/л. На территории Кавказского БЗ максимальная концентрация кадмия была

зафиксирована в сентябре 2018 г. - 0,16 мкг/л, также высоким было содержания кадмия в апреле 2018 г. - 0,12 мкг/л. В остальные месяцы концентрации не превышали 0,1 мкг/л с минимумом в октябре 2017 г.

На территории Воронежского заповедника максимальная концентрация кадмия была зафиксирована в феврале 2018 г. - 0,11 мкг/л. Во все остальные месяцы концентрация кадмия была ниже 0,1 мкг/л с минимумом в июне - около 0,03 мгк/л. На территории Алтайского заповедника максимальная концентрация была зафиксирована в мае 2018 г. - 0,21 мкг/л, также высокой была концентрация кадмия в апреле - около 0,17 мкг/л. В остальные месяцы концентрации были ниже или близки к 0,1 мкг/л с минимумом в сентябре 2018 г. - ниже предела обнаружения. На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения кадмия в 2017-2018 гг. составили около 0,1 мг/м^2, Воронежского БЗ - около 0,05 мг/м^2, Кавказского БЗ - менее 0,1 мг/м^2.

В 2017-2018 гг. средневзвешенные годовые фоновые концентрации ртути в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ - 0,43 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ – 0,28 мкг/л, Воронежского БЗ – 0,05 мкг/л, Алтайского БЗ - около 0,08 мкг/л, Астраханского БЗ- 0,97 мкг/л (табл. 2.22, рис. 2.27).

Максимальная среднемесячная концентрация ртути в осадках на территории Кавказского БЗ в исследуемый период была отмечена в январе 2018 г. - 1,1 мкг/л. В остальные месяцы концентрации были ниже максимального значения в два и более раз с минимумом в феврале 2018 г. - 0,16 мкг/л.

Максимальная среднемесячная концентрация ртути в осадках на территории Приокско-Террасного БЗ была зафиксирована в январе 2018 г. - около 1,0 мкг/л, также повышенные значения отмечались в феврале и марте 2018 г. - около 0,9 мкг/л и 0,5 мкг/л соответственно. В остальные месяцы концентрации были на уровне 0,2 мкг/л или ниже с минимумом - менее 0,06 мкг/л в декабре 2017 г. и сентябре 2018 г.

Среднемесячные концентрации ртути за рассматриваемый период на территории Астраханского БЗ были значительно выше чем на других территориях наблюдений и варьировались в диапазоне от 0,75 до 1,5 мкг/л. Максимальная концентрация была отмечена в августе 2018 г. - 1,5 мкг/л, а минимальная в декабре - 0,75 мкг/л.

Максимальная среднемесячная концентрация ртути в осадках на территории Алтайского БЗ была зафиксирована июне 2018 г. - 0,2 мкг/л, что примерно в два раза выше чем в другие месяцы. В основном концентрация ртути варьировала в диапазоне от менее чем 0,03 до 0,14 мкг/л с декабря 2017 г. по февраль 2018 г. - менее 0,03 мкг/л.

В Воронежском БЗ содержание ртути в атмосферных осадках, в основном, находилось ниже 0,05 мкг/л, за исключением концентраций, отмеченных в июле 2018 г. - 0,18 мкг/л с минимумом в августе 2018 г. - ниже предела обнаружения.

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения ртути в 2017-2018 гг. составили более 0,15 мг/м^2, Воронежского БЗ - около 0,037 мг/м^2, Кавказского БЗ - около 0,9 мг/м^2, Астраханского БЗ - около 0,11 мг/м^2.

В 2017-2018 гг. средневзвешенные годовые фоновые концентрации меди в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ - 9,8 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ - 6,5 мкг/л, Воронежского БЗ - 10,0 мкг/л, Алтайского БЗ - 5,7 мкг/л, Астраханского БЗ – 33 мкг/л (рис. 2.22). Значения, отмеченные для Кавказского БЗ, Воронежского БЗ и Астраханского БЗ завышены из-за присутствия в временном ряду единичного максимального значения. Скорректированные (без учета аутлаера) значения соответствуют: для Кавказского БЗ - 3,5 мкг/л, Воронежского БЗ - 6,5 мкг/л, Астраханского БЗ - 4,8 мкг/л.

Среднемесячные концентрации меди на территории Приокско-Террасного БЗ находились, в основном в диапазоне от значений около 3 мкг/л до 13 мкг/л с минимумом в сентябре 2018 г. Максимальные значения наблюдались в июне-июле 2018 г.

На территории Кавказского БЗ концентрации меди варьировались от значений ниже 1 мкг/л до 79 мкг/л с максимумом в сентябре, что является нехарактерным значением для данной станции, как отмечалось выше и может быть исключено из анализа. Вторая по значению концентрация составила всего около 9,3 мкг/л и была зафиксирована в мае 2018 г.

На территории Воронежского БЗ концентрации меди в атмосферных осадках не опускались ниже значения 1,5 мкг/л с минимумом в августе 2018 г. - 1,6 мкг/л. Максимальное значение было зафиксировано в феврале - около 17 мкг/л. На территории Астраханского БЗ минимальное концентрация меди в атмосферных осадках составила около 2 мкг/л, а максимальная в феврале 2018 г. - около 11 мкг/л.

Максимальные концентрации меди на территории Алтайского БЗ были зафиксированы в октябре и ноябре 2017 г. - 13,8 и 12,8 мкг/л соответственно. Минимальное значение было зафиксировано в сентябре 2018 г. - ниже 1 мкг/л. На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения меди в рассматриваемый период составили менее 3,5 мг/м^2, на территории Воронежского БЗ - 9 мг/м^2, Кавказского БЗ - более 20 мг/м^2, Астраханского БЗ - около 10 мг/м^2.

Хлорорганические пестициды

В 2017-2018 гг. среднемесячная концентрация суммы изомеров ГХЦГ в осадках на территории Кавказского БЗ варьировала в диапазоне от ниже предела обнаружения (май, июль и сентябрь 2018 г для α- изомера, октябрь и декабрь для γ- изомера) до значений в несколько сотен нг/л. Максимальное содержания α- изомера было отмечено в декабре 2017 г. - около 300 нг/л, а γ -изомера - в мае 2018 г. - около 240 нг/л. Зафиксированные концентрации, превышающие предел обнаружения, находились в диапазоне примерно 4-300 нг/л для α-ГХЦГ и примерно 0,7-240 нг/л для γ -ГХЦГ (табл. 2.22).

На территории Приокско-Террасного БЗ в исследуемый период в осадках не было обнаружено альфа-ГХЦГ, все значения были ниже предела обнаружения. γ -ГХЦГ было обнаружено в ноябре и декабре 2017 г. и в феврале и марте 2018 г. с концентрациями от 1,2 нг/л (февраль 2018 г.) до 5,3 нг/л (март 2018 г.).

Среднемесячная концентрация суммы изомеров ГХЦГ в осадках на территории Астраханского БЗ в исследуемый период колебалась в диапазоне от концентраций ниже предела обнаружения (для α- изомера –октябрь и декабрь 2017 г. и февраль 2018 г.; для γ -изомера – февраль и август 2018 г.). Максимальное содержание α -изомера было зафиксировано в сентябре 2018 г. и превысило концентрацию 350 нг/л. Максимальное содержание γ -изомера было зафиксировано в марте 2018 г. и превысило концентрацию 400 нг/л.

Зафиксированные концентрации, превышающие предел обнаружения, находились в диапазоне примерно 0,1-350 нг/л для α -ГХЦГ и примерно 0,2-400 нг/л для γ -ГХЦГ.

Среднемесячная концентрация α - ГХЦГ в осадках на территории Воронежского БЗ в исследуемый период в основном были ниже предела обнаружения. Зафиксированные концентрации, превышающие предел обнаружения, находились в диапазоне примерно 1-800 нг/л (декабрь 2017 г., январь, июнь, июль 2018 г.). Среднемесячные концентрации γ - ГХЦГ, превышающие предел обнаружения, находились в диапазоне примерно 2,3-60 нг/л. Концентрация γ - ГХЦГ в марте, апреле и июне была ниже предела обнаружения.

Среднемесячная концентрация α - ГХЦГ в осадках на территории Алтайского БЗ в исследуемый период в основном была ниже предела обнаружения. Только в декабре 2017 г. и сентябре 2018 г., содержание составило 0,13 и 0,55 нг/л соответственно. Содержание γ - ГХЦГ колебалось от значений 0,25 нг/л (сентябрь 2018 г.) до 56 нг/л (июль 2018 г.).

Среднемесячная концентрация ДДТ и его метаболитов в осадках на территории Кавказского БЗ в исследуемый период варьировалась в широком диапазоне. Причем преобладал метаболит ДДД.

Среднемесячная концентрация ДДТ и его метаболитов в осадках на территории Приокско-Террасного БЗ в исследуемый период варьировалась от значений ниже предела обнаружения до значений выше предела обнаружения. Во всех случаях фиксировался ДДД, во многих образцах был обнаружен ДДТ, метаболит ДДЕ в концентрациях, выше предела обнаружения фиксировался трижды.

Таблица 2.22. Уровни содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов по результатам наблюдений СКФМ и среднегодовые концентрации за 2018 г.

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2018 г	Диапазон	2018 г	Диапазон	2018 г
Кавказский БЗ	1982-2018	0,19 – 69,0	1,8	0,020-49,0	0,06	0,001-22,4	0,43
Приокско-Террасный БЗ	1983-2018	0,2 - 696,0	5,8	0,009-20,0	0,20	0,01-80,0	0,28
Астраханский БЗ	1987-2018	0,05 – 91,0	3,0			0,02-376,0	0,97
Воронежский БЗ	1989-2018	0,18 - 44,2	2,9	0,025-19,0	0,07	0,001-311,0	0,05
Яйлю	1998-2018	0,25 – 48,0	5,0	0,011-12,5	0,10	0,001-0,97	0,08

Заповедник	Период наблюдений	Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		γ-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2018 г	Диапазон	2018 г	Диапазон	2018 г
Кавказский БЗ	1982-2018	0,05-61,0	1,12*	1,01 – 1811	135	0,25 - 240	52,5
Приокско-Террасный БЗ	1983-2018	0,05-28,0	1,47*	1,5 – 1729	89,9	0,25 – 12960	0,82
Астраханский БЗ	1987-2018	0,05-22,72	1,08*	1,5 – 994	56,3	0,3 – 1397	84,5
Воронежский БЗ	1989-2018	0,05-10,4	1,28*	1,0 – 71748	1378,1	0,23 – 48,9	14,0
Яйлю	1998-2018	0,1-14,0	1,05*	0,4-350	158,4	0,1 – 398	29,1

** - данные 2017 г.*

Рис. 2.27. Изменение среднего содержания тяжелых металлов в атмосферных осадках фоновых районов в 2009-2018 гг.

В осадках на территории Астраханского БЗ в исследуемый период содержание ДДТ и его метаболитов выше предела обнаружения фиксировалось несколько раз: ДДЕ в одном случае, ДДД - в четырех, а ДДТ - в шести случаях. В остальных образцах среднемесячные концентрации исследуемых поллютантов были ниже предела обнаружения.

В осадках на территории Воронежского БЗ в исследуемый период среднемесячная концентрация ДДТ и его метаболитов в большинстве образцов была ниже предела обнаружения. Метаболит ДДЕ был обнаружен в трех случаях, в то время как метаболит был обнаружен в семи случаях.

В осадках на территории Алтайского БЗ в исследуемый период содержание метаболитов ДДТ в большинстве проб было выше предела обнаружения. Данные метаболиты были обнаружены более чем в половине случаев.

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

Главную роль в формировании трансграничного загрязнения воздуха и осадков играет перенос выбросов кислотообразующих соединений, главным образом, газообразных оксидов серы и азота. В ходе дальнего переноса в атмосфере происходит их химическая трансформация до кислотных ионов и формируются выпадения на территории соседних стран в виде кислотных осадков и сухого осаждения аэрозолей (трансграничное загрязнение). 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 2018 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 наблюдений ЕМЕП представляют собой регулярный анализ содержания в воздухе и атмосферных осадках основных химических соединений, определяющих кислотно-щелочной баланс. По результатам обработки годовых массивов, полученных данных в районах размещения станций оценены реальные величины атмосферных выпадений на земную поверхность (нагрузок) серы и азота, образующих приоритетные кислотообразующие соединения.

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. 2.23, из которой видно, что в 2018 г. кислые осадки (pH < 4) не наблюдались. В северо-западной части ЕТР атмосферные выпадения в целом нейтральные, с наибольшей вероятностью значений pH от 6 до 7, в то время как в Центральной части ЕТР около 70% осадков имеет значения pH от 5 до 6.

Таблица 2.23. Распределение измеренных значений показателя кислотности (ед. pH) по диапазонам характера закисления атмосферных осадков в районах расположения российских станций ЕМЕП в 2018 г.

Станция (широта, гр. с.ш.)	pH, среднее	Доля проб в диапазоне pH, %				
		< 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	> 7
Янискоски, 69	5,46	0	9	41	48	2
Пинега, 65	5,77	0	0	47	52	1
Лесной, 56	5,48	0	14	73	13	0
Данки, 55	5,55	0	9	68	23	0

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 для всех станций ЕМЕП доминирующим кислотным анионом является сульфат-ион, 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 2018 г. составляла 0,44 мг S /л на станции Янискоски, 0,68 мг S/л - на станции Пинега, 0,73 мг S/л - на станции Лесной заповедник, 0,85 мг S/л - на станции Данки (в районе Приокско-Террасного биосферного заповедника). Характер пространственного распределения содержания нитратов в осадках практически совпадал с наблюдающимся в 2018 г. для сульфатов: наименьшее значение среднегодовой концентрации составило 0,09 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)- 0,13 - 0,26 мг N/л, на станции Данки - 0,29 мг N/л. Диапазон варьирования концентраций ионов аммония в осадках составлял 0,29 - 0,39 мг N/л. Во внутригодовом ходе максимальные концентрации сульфатов в районах станций ЕМЕП наблюдались в весенний и осенний периоды, при превышении значений в холодный период более чем в 3 раза по сравнению с теплым. Наиболее высокая концентрация нитратов и ионов аммония в осадках также наблюдается в холодный период года, отражая важную

роль переноса выбросов 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 2018 г.: серы 0,35 - 0,55 г/м^2 в год и азота 0,16 - 0,48 г/м^2 в год. Для всех станций ЕМЕП потоки 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, результаты которого признаются подтверждением эффективности предпринятых согласованных природоохранных мер в странах-участницах Конвенции и в Европе в целом для улучшения состояния окружающей среды. Изменение значений годовых выпадений серы из атмосферы с осадками на российских станциях ЕМЕП представлено на рис. 2.28. При относительно большой вариации годовых значений можно отметить практически отсутствие выраженного уменьшения сумм влажных выпадений за период действия Гетеборгского протокола (подписан в 1999 г.) с незначимыми характеристиками линейного тренда. По результатам расчета многолетних выпадений суммы нитратных и аммонийных соединений с осадками, представленным на рис. 2.29, отмечается в целом рост выпадений азота на некоторых российских станциях ЕМЕП. Темпы этого роста различны от станции к станции, что может быть связано с высокой межгодовой вариабельностью значений.

Рис. 2.28. Многолетние выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г S/м^2/год)

Рис. 2.29. Многолетние выпадения суммарного азота (нитратного и аммонийного) из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г N/м^2/год)

Для характеристики степени экологической опасности, вызываемой поступлением избыточного содержания кислотообразующих веществ из атмосферы, в программах Конвенции ЕЭК ООН (включая ЕМЕП) используется сравнение атмосферных выпадений 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 общих (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 наблюдений 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 2018 г. и значений критических нагрузок по этим элементам для районов расположения станций, представленных в табл. 2.24, позволяет сделать вывод, что выпадения серы существенно ниже уровня критических нагрузок. Для азота суммарные выпадения близки к критическим значениям, что является тревожным сигналом с учетом существующих тенденций изменения выпадений азота с осадками к росту год от года на северных станциях ЕМЕП.

Таблица 2.24. Сравнение суммарных влажных выпадений в 2018 г. и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП

Станция	Суммарные выпадения и критические нагрузки для серы, г S/м^2/год		Суммарные выпадения и критические нагрузки для азота, г N/м^2/год	
	Выпадения	Нагрузки	Выпадения	Нагрузки
Янискоски	0,24	0,32-0,64	0,23	<0,28
Пинега	0,29	0,32-0,64	0,31	<0,28
Лесной	0,28	1,6-2,4	0,41	0,56-0,98
Данки	0,23	1,6-2,4	0,35	0,56-0,98

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

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

По данным измерений в 2018 г. уменьшилось среднегодовое содержание газовых примесей в воздухе на всех фоновых и региональных станциях. Исключение составляет содержание аммиака на станции Приморская, где его среднегодовая концентрация оказалась выше по сравнению с предыдущим годом, однако его содержание не превысило уровень среднего многолетнего за последние 10 лет. Содержание SO_2 на станции Листвянка в несколько раз превышает уровни, отмеченные на других станциях ЕАНЕТ.

В 2018 г. продолжало наблюдаться снижение содержания азот- и серосодержащих аэрозолей в целом на всех станциях, однако на станции Монды концентрации продолжают оставаться выше среднего многолетнего, а на станции Листвянка содержание сульфатов и нитратов в воздухе даже несколько повысилось. В общем составе взвешенных частиц наибольшие концентрации за весь период наблюдения на всех станциях ЕАНЕТ характерны для сульфатов – от 40 до 60% состава атмосферных аэрозолей по массе. При этом наиболее высокие значения практически всех ионов характерны для аэрозолей в Приморском крае (рис. 2.30). В Байкальском регионе за девятнадцать лет наблюдений содержание практически всех основных ионов в аэрозолях воздуха уменьшилось вдвое.

Рис. 2.30. Изменение среднего химического состава аэрозолей (мкг/м^3) на станциях ЕАНЕТ в холодный (слева) и теплый (справа) периоды по наблюдениям в 2000-2018 г.

В годовом ходе аэрозолей сульфатов и нитратов на региональных станциях хорошо прослеживается максимум в зимний период. Для Листвянки и Приморской среднесезонные концентрации продолжают снижаться по сравнению с периодом 2007-2011 годов, и в целом уровень концентраций стал ниже значений в начале периода многолетних измерений.

В многолетнем ходе средних концентраций серо- и азотсодержащих веществ в воздухе отмечаются более низкие среднегодовые значения на станциях в регионе оз. Байкал по сравнению с 2010-2012 гг. (рис. 2.31). В Приморском крае в 2018 г. содержание в атмосфере аэрозолей серо- и азотсодержащих веществ значительно понизилось в сравнении с 2013 г.

В целом, по данным наблюдений за загрязнением осадков на региональном уровне для Дальнего Востока характерно более высокое содержание сульфатов в осадках в течение всего года, однако в теплые месяцы 2018 г. концентрации нитратов имели сравнимые значения. Сезонные изменения выпадений веществ определяются, в основном, годовым ходом осадков, поэтому максимальные потоки этих двух ионов в 2018 г. были отмечены в Приморье в теплый сезон (NO_3^- около 0,43 г/м^2 в августе, и SO_4^{2-} 0,37-0,42 г/м^2 в мае-августе), а за все месяцы холодного периода их влажные выпадения в целом не превысили 0,18 г/м^2 для NO_3^- и 0,36 г/м^2 для SO_4^{2-}, несмотря на то, что среднемесячные концентрации их в осадках выше или близки к среднегодовым (рис. 2.32).

Рис. 2.31. Изменения средних годовых концентрации соединений серы (слева) и азота (справа) в воздухе на станциях EANET (мкг/м^3)

Рис. 2.32. Годовой ход концентраций (слева) и выпадений (справа) основных кислотообразующих ионов с осадками на Дальнем Востоке (ст. Приморская) в 2018 г.

2.3.10. Оценка отклика древостоев сосны обыкновенной на воздействие климатических факторов (МСП КМ)

Мониторинг отклика древостоев на изменения климатической ситуации в Российской Федерации выполняется с 1992 г. в рамках Международной совместной программы по комплексному мониторингу влияния загрязнения воздуха на экосистемы (МСП КМ) Европейской экономической комиссии ООН, осуществляемой в рамках Конвенции о трансграничном загрязнении воздуха на большие расстояния в Европе сотрудниками Национального научно-координационного центра (ННКЦ) данной программы. Целью МСП КМ является оценка отклика биогеоценозов Северного полушария на изменение климата и загрязнение окружающей среды. Исследования в рамках данной программы проводятся с учетом сценариев изменений климата Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК). Для более коротких временных периодов (до 30 лет) методом дендрохронологических исследований является оценка отклика деревьев на внешние воздействия по параметрам приростов в высоту.

Объектом изучения служила сосна обыкновенная болотного экотипа (Pinus sylvestris L. var. nana Pall.). Изучались сосняки сфагновые, характеризуемые сомкнутостью 0,1-0,2, V-Va бонитета. В травяно-кустарничковом ярусе обычны карликовая береза (*Betula nana* L.), кассандра (*Chamaedaphne calyculata* (L.) Moench), багульник (*Ledum*

palustre L.), голубика (*Vaccinium uliginosum* L.), подбел (*Andromeda polifolia* L.), пушица (*Eriophorum vaginatum* L.), брусника (*Vaccinium vitis-idaea* L.), клюква (*Oxycoccus quadripetalus* Gilib).

Объектом анализа послужили ряды измерений линейных приростов, полученные за 30 лет на трёх особо охраняемых природных территориях (ООПТ), расположенных на севере ЕЧР, в зоне средней и северной тайги: в Комплексном заказнике «Полярный круг» (66°34' N, 33°08'E), 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 расположены в сходных, типичных для севера ЕЧР экосистемах и характеризуются доминированием бореальной флоры в составе биогеоценозов.

Для выявления зависимости приростов от метеорологических факторов использовались метеоданные режимных метеостанций Государственного природного заповедника «Кивач», Печоро-Илычского государственного природного заповедника, а также режимной метеостанции Росгидромета «Кандалакша». Были дифференцированно рассмотрены ряды аномалий среднемесячных температур и месячных сумм осадков за вегетационные сезоны (апрель – сентябрь) текущего (года проведения измерений) и предыдущего годов для всего периода наблюдений. Степень различия или сходства приростов болотной формы сосны трех изучаемых ООПТ оценивалась методами кластерного и корреляционного анализа Пирсона (с вероятностью 90 %).

В качестве показателя сходства или различия откликов сосны трех изучаемых ООПТ на климатические условия была рассмотрена степень зависимости рядов приростов от рядов среднемесячных температур и месячных сумм осадков вегетационного сезона за весь период наблюдений. Результаты корреляционного анализа рядов индексов прироста и температур и сумм осадков представлены в табл. 2.25 и 2.26.

Таблица 2.25. Корреляции между рядами приростов сосны и среднемесячными температурами текущего вегетационного сезона (значимые коэффициенты корреляции выделены жирным шрифтом)

	текущий год			предыдущий год		
	Заповедник «Кивач»	Печоро-Илычский заповедник	Заказник «Полярный круг»	Заповедник «Кивач»	Печоро-Илычский заповедник	Заказник «Полярный круг»
апрель	0,08	0,28	-0,27	0,19	-0,01	0,13
май	0,30	-0,04	-0,14	-0,13	-0,30	0,07
июнь	-0,39	0,03	0,22	**0,61**	0,17	**0,35**
июль	-0,20	-0,17	-0,23	0,04	**0,57**	-0,11
август				0,34	**0,63**	0,28
сентябрь				0,10	-0,25	0,02

Как видно по результатам корреляционного анализа, представленного в таблице 2.25, приросты деревьев на трех северных ООПТ показывают значимые положительные зависимости от температур предыдущего вегетационного сезона. Отсутствие значимых зависимостей от температур текущего сезона объясняется тем, что данный метеорологический фактор в рассматриваемом регионе является лимитирующим для развития почек возобновления, из которых будет сформирован прирост следующего года. Указанные значимые корреляции на всех изучаемых территориях при сходстве знака коэффициента приходятся на разные временны́е периоды вегетационного сезона, т.е. на различные фенофазы развития сосняков, что объясняется высоким уровнем мозаичности микро- и мезорельефа, являющейся причиной пространственной вариабельности локальных фитоценотических условий. Тем не менее, можно сделать вывод о сходных откликах древостоев сосны на воздействие сумм температур предыдущего вегетационного сезона, что свидетельствует об относительной однородности локальных значений данного фактора.

Таблица 2.26. Корреляции между рядами приростов сосны и месячными суммами осадков текущего вегетационного сезона (значимые коэффициенты корреляции выделены жирным шрифтом)

	текущий год			предыдущий год		
	Заповедник «Кивач»	Печоро-Илычский заповедник	Заказник «Полярный круг»	Заповедник «Кивач»	Печоро-Илычский заповедник	Заказник «Полярный круг»
апрель	-0,08	-0,21	0,03	0,17	0,17	-0,02
май	0,07	0,11	0,14	-0,20	0,06	**-0,44**
июнь	-0,02	0,13	**-0,45**	**-0,47**	0,22	-0,33
июль	0,38	0,09	-0,31	**-0,53**	-0,09	0,06
август				-0,21	**0,46**	-0,05
сентябрь				-0,08	-0,06	0,03

При определении зависимостей приростов древостоев сосны на рассматриваемых ООПТ от сумм осадков текущего и предыдущего вегетационных сезонов получены разные знаки коэффициентов корреляции. В сфагновых местообитаниях избыток осадков ведет к водному стрессу у растительности, на что указывают отрицательные коэффициенты корреляций; однако недостаток осадков также лимитирует рост сосны из-за повышенной кислотности и низкой температуры корнеобитаемого слоя. В сухих же местообитаниях рост растительности

лимитирует недостаток осадков. Ранее проведенные нами исследования показывают, что оптимальными биотопами для сосны являются свежие местообитания.

Таким образом, температуры, в отличие от осадков, не являются для данной породы в рассматриваемых широтах лимитирующим фактором. Лимитирующей для сосняков является степень влагообеспеченности, определяемая осадками, а в свежих биотопах на изучаемых ООПТ осадков для роста древостоев достаточно. Лимитирующий фактор (количество осадков) воздействует не только на формирование почки возобновления, но и прирост текущего года.

Анализ данных (до 30 лет) отклика бореальных древостоев на климатические изменения показал, что приросты в высоту сосны обыкновенной на верховых болотах в значительной степени зависят от межгодовых вариаций температуры и осадков. Среди измеряемых метеопараметров наибольшая зависимость степени вариабельности приростов связана с осадками вегетационного периода предыдущего года.

2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности

2.4.1. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности (по данным сети СКФМ)

Станции комплексного фонового мониторинга (СКФМ) организованы в пределах особо охраняемых природных территорий федерального значения - в биосферных заповедниках и национальных парках, которые приурочены к основным биоклиматическим зонам европейской и азиатской части России, а также к областям высотной поясности (рис. 2.33). Все эти территории, за исключением Алтайского БЗ (Яйлю), включены во Всемирную сеть биосферных резерватов ЮНЕСКО. Удаленность от источников загрязнения, ограничение антропогенной нагрузки, максимальная сохраняемость наземных и водных экосистем в их естественном состоянии позволяют считать поступление загрязняющих веществ на подобных территориях фоновым и оценивать на этой основе параметры глобального рассеивания поллютантов в биосфере.

На протяжении более 25 лет на постоянных пробных площадках СКФМ, выбранных в наиболее представительных биогеоценозах, с периодичностью 1 раз в 3-5 лет проводятся регулярные наблюдения за содержанием загрязняющих веществ в почвах и растительности.

Рис. 2.33. Местоположение опорных площадок пробоотбора почв и растительности на СКФМ: 1 – НП Смоленское Поозерье, 2 – Приокско-Террасный БЗ, 3 – Воронежский БЗ, 4 – Кавказский БЗ, 5 – Астраханский БЗ, 6 – Волжско-Камский БЗ, 7 – Алтайский БЗ (Яйлю), 8 – Баргузинский БЗ, 9 – Командорский БР

Отбор проб компонентов системы «почва-растение» на СКФМ осуществляется по унифицированной схеме. Смешанные образцы почв отбираются методом конверта: в травянистых экосистемах с площади 100 м^2 из верхнего минерального слоя профиля на глубину 10 см, а в лесных экосистемах - с площади 2500 м^2 из горизонта лесной подстилки и из нижележащих минеральных горизонтов на глубину 10 см. Средние пробы растительности отбираются из их фотосинтезирующих частей по фракциям: листва и хвоя древостоев, надземная часть разнотравья, гаметофиты мохового яруса.

Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах

За период 2014-2018 гг. средние величины содержания в почвах СКФМ валовых форм соединений свинца, кадмия и меди хорошо согласуются со значениями их мировых кларков и не превышает величин, установленных А.П.Виноградовым и Д.П.Малюгой во второй половине XX века (табл. 2.27). Исключение составляет характеристики содержания соединений свинца в горных бурых лесных почвах Кавказского БЗ. Так как почвы гранито-гнейсовых

материнских пород Альпийско-Гималайского складчатого пояса отличаются повышенным содержанием свинца, то фиксируемые уровни содержания его соединений в почвах соответствуют литогенному региональному кларку. Диапозон варьирования содержания тяжелых металлов в почвах СКФМ за период 2008-2018 гг. не изменился по сравнению с предыдущими сроками наблюдений и, по-видимому, определяется, прежде всего, пространственными изменениями свойств почв на площадках пробоотбора без четкого временного тренда увеличения или снижения контролируемых показателей.

Таблица 2.27. Средние величины содержания тяжелых металлов в почвах СКФМ за период 2014-2018 гг. и диапазоны значений показателей за период 2008-2018 гг.

СКФМ	Опробованные почвы	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг	
		Диапазон за декаду	2014 г./ 2018 г.	Диапазон за декаду	2014 г./ 2018 г.	Диапазон за декаду	2014 г./ 2018 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	4,6	0,02-0,66	0,64	0,53-58,0	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 суглинистые	6,3-25,0	19,3	0,05-0,32	0,18	7,8-27,6	18,0
Астраханский БЗ	Аллювиальные луговые и лугово-болотные суглинистые	1,5-6,6	2,1	0,07-0,30	0,14	9,7-14,0	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 суглинистые	3,7-12,5	10,8	0,05-0,80	0,22	6,10-57,0	8,5
Баргузинский БЗ	Горные мерзлотно-таежные суглинистые	2,4-8,2	4,9	0,04-2,80	0,23	3,1-12,0	6,1
Дальневосточный федеральный округ							
Командорский БР	Подзолы песчаные	5,2	5,2	0,17	0,17	10,4	10,4
$ОДК_{вал}$ *		*32 / 65 / 130*		*0,5 / 1 / 2*		*33 / 66 / 132*	
*Кларк почв***		*10*		*0,5*		*20*	

* *$ОДК_{вал}$ по ГН 2.1.7.2042-06 «Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) химических веществ в почве» для песчаных и супесчаных почв / кислых почв суглинистого и глинистого состава с pH_{KCl} < 5,5 / близких к нейтральным и нейтральным почвам суглинистого и глинистого состава с pH_{KCl} > 5,5 соответственно*

** *Кларки почв по А.П.Виноградову (1962) и Д.П.Малюга (1963)*

В целом, максимальные уровни содержания в почвах СКФМ соединений свинца, кадмия и меди находятся в пределах допустимых величин естественного варьирования содержания тяжелых металлов в почвах и не превышают ориентировочно-допустимых концентраций (ОДК) тяжелых металлов, установленных санитарно-гигиеническими требованиями. Вместе с тем, концентрации загрязнителей, численно превышающее величину 0,5 ОДК, единично регистрируются в последнее десятилетие в дерново-подзолистых почвах Приокско-Террасного БЗ (валовые формы соединений свинца, кадмия и меди) и Воронежского БЗ (соединения свинца), а также в горных бурых лесных почвах Кавказского БЗ (соединения свинца) и горно-луговых почвах Алтайского БЗ (соединения кадмия). В целом же, в почвах СКФМ, расположенных в Европейской части России, по сравнению с почвами станций фонового мониторинга, приуроченных к Азиатской территории России, отмечаются относительно повышенные концентрации тяжелых металлов в поверхностных горизонтах почв по отношению к общемировому кларку почв. Это может свидетельствовать, прежде всего, о значимом антропогенном прессинге на природные экосистемы Центрального федерального округа - промышленно развитого региона с повышенной плотностью населения.

Содержание в почвах СКФМ приоритетных загрязнителей органической природы характеризует их экологическое состояние, в основном, как благополучное. Как правило, фиксируются лишь следовые количества поллютантов, поступивших в наземные экосистемы заповедников и национальных парков вследствие глобального рассеяния в атмосфере (табл. 2.28). Так, содержание в почвах СКФМ наиболее значимого химического канцерогена органической природы – бенз(а)пирена – на один-два порядка меньше, чем величина его ПДК. Лишь единично за 10-летний период наблюдений в 2009 г. в дерново-подзолистых почвах Воронежского БЗ было отмечено содержание бенз(а)пирена на уровне 0,9 ПДК, однако согласно последнему сроку опробования почв концентрация поллютанта близка к пределу его обнаружения.

В отношении стойкого в природной среде пестицида ДДТ и его метаболитов в почвах СКФМ в последние годы регистрируются концентрации, которые в 3-5 раз ниже установленного ПДК. Однако в ряде почв станций фонового мониторинга с суглинистым составом единично отмечаются достаточно высокие остаточные концентрации пестицида, поступившего ранее из атмосферы. Так, суммарное содержание ДДТ и его метаболитов, численно превышающее величину 0,5 ПДК, было зарегистрировано в дерново-подзолистых почвах Приокско-Террасного БЗ, Воронежского БЗ и Волжско-Камского БЗ, а также в горных мерзлотно-таежных почвах Баргузинского БЗ.

По данным наблюдений за остаточным количеством инсектицида γ-гексахлорциклогексана (γ-ГХЦГ), который был официально запрещен к применению в России в 1990 г., в почвах СКФМ регистрируются значения, которые близки к пределу обнаружения и в 50 и более раз ниже установленных ПДК. Это позволяет говорить о фактическом отсутствии загрязнения почв фоновых территорий γ-ГХЦГ в настоящее время.

Таблица 2.28. Средние величины содержания органических загрязняющих веществ в почвах СКФМ за период 2014-2018 гг. и диапазоны значений показателей за период 2008-2018 гг.

СКФМ	Опробованные почвы	Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		γ-ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон за декаду	2014 г./ 2018 г.	Диапазон за декаду	2014 г./ 2018г.	Диапазон за декаду	2014 г./ 2018 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	0,6	0,5-70,8	4,5	≤0,05-6,0	0,3
Воронежский БЗ	Дерново-подзолистые песчаные	0,1-18,1	0,9	0,5-77,9	21,7	≤0,05-10,2	10,2
Южный федеральный округ							
Кавказский БЗ	Горные бурые лесные суглинистые	0,08-1,4	0,2	0,5-41,1	18,5	≤0,05-5,6	0,7
Астраханский БЗ	Аллювиальные луговые и лугово-болотные суглинистые	0,08-0,45	0,1	0,3-25,1	2,9	≤0,05-13,2	1,3
Приволжский федеральный округ							
Волжско-Камский БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	0,1-0,3	0,2	0,5-71,4	35,6	≤0,2-4,5	1,0
Сибирский федеральный округ							
Алтайский БЗ (Яйлю)	Горно-луговые суглинистые	0,1-3,7	0,5	0,5-52,6	4,8	≤0,05-2,2	0,25
Баргузинский БЗ	Горные мерзлотно-таежные суглинистые	0,3-1,6	0,5	0,5-98,6	15,5	≤0,05-3,4	1,7
Дальневосточный федеральный округ							
Командорский БР	Подзолы песчаные	0,3/ - *	0,3	36,0	36,0	1,1	1,1
ПДК		*20*		*100*		*100*	

* *- нет данных*

Фоновое содержание загрязняющих веществ в растительности

Растительный покров является первым ярусом наземных экосистем, который взаимодействует с аэрогенными поллютантами. Помимо непосредственного фолиарного взаимодействия растительности с загрязняющими веществами при их сухом осаждении и мокром выпадении из атмосферы растения инкорпорируют экотоксиканты из почв в процессе корневого питания. Таким образом, содержание загрязняющих веществ в растительности служит важным индикаторным показателем общего экологического состояния наземных экосистем.

По данным последнего срока опробования, а также за период наблюдений 2008-2018 гг. визуальное обследование состояния растительности СКФМ не выявляло видимых признаков нарушений роста и развития фитоценозов, которые могли бы определяться загрязнением окружающей среды. Содержание определяемых тяжелых металлов и органических загрязнителей в зеленых частях доминантных видов растений древесного и травянистого ярусов СКФМ в целом находилось в пределах колебаний характеристик природного фона, а в отношении соединений свинца и меди нередко было ниже среднемировых кларков, установленных Д.П. Малюгой для растений суши (табл. 2.29).

Существенное превышение на всех СКФМ измеренных величин содержания кадмия в растениях над его кларковым значением, установленным в 60-е годы XX века, может свидетельствовать об общем расширении техногенного потока элемента, произошедшем с того времени.

Концентрации бенз(а)пирена в зеленых частях растений СКФМ в значительной степени отражают региональный уровень рассеяния поллютанта в атмосфере и в меньшей мере зависят от жизненной формы растения и/или его видовой принадлежности. Согласно последним наблюдениям относительно повышенные концентрации бенз(а)пирена отмечаются в растительности Приокско-Террасного БЗ и Кавказского БЗ, наименьшие значения данного показателя характерны для НП Смоленское Поозерье (табл. 2.30).

Анализ содержания в растительности хлорорганических пестицидов выявил стабильно низкие концентрации γ-ГХГЦ, но единичные высокие значения ДДТ и его метаболитов, отмечаемые как в листьях деревьев, так и в зеленых органах напочвенного покрова, включая моховый. Поскольку применение хлорсодержащих органических инсектицидов групп ДДТ и ГХГЦ для борьбы с насекомыми было, в основном, прекращено после 1990-х гг., то рост их остаточных количеств в растительности фоновых территорий может определяться спецификой биоклиматических особенностей вегетации в годы наблюдений, а также пространственной неоднородностью распределения поллютантов в растительном покрове.

В последний срок наблюдений на СКФМ в отношении ряда определяемых показателей были отмечены максимальные значения за прошедшую декаду. В частности, в Приокско-Террасном БЗ в листве березы наблюдались наивысшие для многолетней динамики показатели содержания соединений свинца, а в разнотравье напочвенного покрова - как соединений кадмия, так и бенз(а)пирена и суммы метаболитов ДДТ; в Астраханском БЗ были отмечены максимумы содержания соединений кадмия, бенз(а)пирена и суммы метаболитов ДДТ в листьях и стеблях тростника и ежевики; в Воронежском БЗ - свинца в моховом покрове, а также суммы ДДТ и его метаболитов в хвое сосны. В Кавказском БЗ последнее наблюдение выявило максимальные значения содержания всех тяжелых металлов - свинца, кадмия и меди - в листьях травянистого покрова.

Таблица 2.29. Средние концентрации тяжелых металлов в растительности СКФМ в 2014-2018 гг. и диапазоны значений показателей за период 2008-2018 гг.

Станция КФМ	Проба	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг	
		Диапазон за декаду	2014 г./ 2018 г.	Диапазон за декаду	2014 г./ 2018 г.	Диапазон за декаду	2014 г./ 2018 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	0,05-7,3 0,51-1,5	7,3 1,0	0,15-3,50 0,16-0,71	0,46 0,32	0,7-20,0 1,9-9,0	2,8 5,0
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	0,9 2,7 3,3 2,1	0,30-5,30 0,40-17,90	1,10 3,50 0,81 17,90	9,5-107,0 3,3-98,0	3,2 5,6 4,1 5,5
Кавказский БЗ	Разнотравье	0,54-2,6	2,6	0,10-2,50	2,50	2,8-24,6	24,6
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	3,2
Дальневосточный федеральный округ							
Командорский БР	Рододендрон	-	0,5	-	0,10	-	4,0
*Кларки растений***		*10*		*0,01*		*20*	

** - нет данных*
*** Кларки элементов в золе растений по Д.П.Малюге (1963)*

Таблица 2.30. Средние концентрации органических загрязняющих веществ в растительности СКФМ в 2014-2018 гг. и диапазоны значений показателей за период 2008-2018 гг.

Станция КФМ	Проба	Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		γ-ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон за декаду	2014 г./ 2018 г.	Диапазон за декаду	2014 г./ 2018 г.	Диапазон за декаду	2014г./ 2018 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 0,16-0,58	0,36 0,58	0,5-58,7 0,5-54,4	3,7 54,4	≤0,05-3,2 ≤0,05-3,8	1,7 2,4
Воронежский БЗ	Хвоя сосны	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 0,18-0,37 0,12-0,27	0,20 0,18 0,37 0,19	0,77-78,7 ≤0,2-18,0 ≤0,5-28,2	118,3 4,4 18,0 28,2	0,3-2,6 нпо-0,3 нпо-4,5	0,7 0,5 нпо нпо
Кавказский БЗ	Разнотравье	0,15-0,54	0,54	≤0,5-44,2	24,8	≤0,05-4,2	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 46,0-220,0	12,0 3,0 122,0	2,7-5,4 2,0 0,5-5,0	4,0 2,0 2,5
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 -

В целом, для отдельных показателей фонового загрязнения компонентов растительного покрова СКФМ веществами глобального рассеяния, согласно результатам последнего опробования, максимальные уровни содержания соединений свинца (37,0 мг/кг) были отмечены в моховом покрове Волжско-Камского БЗ; кадмия (17,9 мг/кг) - в травостое ежевики Астраханского БЗ; меди (59,5 мг/кг) - в листве липы НП Смоленское Поозерье; бенз(а)пирена (0,5-0,6 мкг/кг) - в разнотравье напочвенного покрова Приокско-Террасный БЗ и Кавказского БЗ;

остаточных количеств ДДТ и его метаболитов (122 мкг/кг) - в растительности мохового яруса Волжско-Камского БЗ; а остаточных количеств ɣ-ГХГЦ (4,0 мкг/кг) - в хвое сосны Волжско-Камского БЗ.

Среди отдельных ярусов фитоценозов моховый покров лесных экосистем только Воронежского БЗ и Волжско-Камского БЗ характеризовался стабильно высокими значениями содержания свинца (а в Волжско-Камском БЗ еще и существенно повышенными значениями концентрации группы суммации ДДТ и его метаболитов). Поскольку отдел мохообразных более других групп растений способен к накоплению выпадений из атмосферы, то отмеченный аномальный рост показателей может свидетельствовать о значительной аэрогенной нагрузке на экосистемы регионов.

2.4.2. Фоновые массовые доли химических веществ в почвах в 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, бенз(а)пирена (БП).

В табл. 2.31 представлены значения массовых долей нитратов и водорастворимого фтора в почвах фоновых площадок на территории Новосибирской, Кемеровской, Томской, Иркутской, Самарской и Свердловской областей.

Таблица 2.31. Массовые доли нитратов и водорастворимого фтора, мг/кг, в почвах фоновых площадок на территории Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Нитраты	Фтор
Сибирский федеральный округ				
Западная Сибирь Новосибирск с. Прокудское	Подзолистые	1995-2018	2,0-36,5	0,3-3,5
Кемерово, д. Калинкино ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Выщелоченный чернозём	1995-2018	6,2-87,5	0,2-4,3
г. Новокузнецк, пос. Сарбала ЮЮВ 32 км от ГРЭС	Подзолистые	1995-2018	3,8-24,6	0,2-9,5
г. Томск, с. Ярское Ю 43 км от ГРЭС-2		2001-2018	1,5-49,0	0,3-3,8
Иркутская область г. Братск 34 км СВ от ПАО «РУСАЛ Братск»	Серые лесные, дерново-карбонатные и дерново-насыпные	2008, 2018	-	3,1-10,2
г. Усть-Илимск 28 км от ОАО «Группа Илим»	Серые лесные	2008, 2018	-	0,8-1,2
Приволжский федеральный округ				
Самарская область Волжский район НПП «Самарская Лука» З 30 км от г. Самара	Чернозёмы	2006-2018	1-47	0,2-2,0
Волжский район АГМС п. Аглос ЮЗ 20 км от г. Самара		2006-2018	3-36	0,8-2,3
Уральский федеральный округ				
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 54 км от г. Екатеринбург	Подзолистые	1999-2018	0,2-13,2	-

За рассматриваемый период наблюдалось варьирование содержания в почвах нитратов и фтора. Значений, превышающих допустимые гигиенические нормативы, не было выявлено.

В 2018 г. плотность выпадений соединений фтора в Братском районе Иркутской области уменьшилась в 1,2 раза по сравнению с предыдущими измерениями и составила 5,2 кг/км^2·мес. По данным многолетних наблюдений (2012-2018 гг.) плотность атмосферных выпадений фторидов на фоновой площадке п. Листвянка Иркутской области по валовому содержанию варьировала в диапазоне 0,62-0,88 кг/км^2·мес.

Результаты многолетних наблюдений за фоновыми валовыми и/или кислоторастворимыми (сравнимыми с валовыми) формами массовых долей кобальта, марганца, никеля, ртути в почвах отдельных регионов РФ представлены в табл. 2.32.

Фоновые значения массовых долей кислоторастворимых форм никеля в подзолистых почвах для городов Новосибирск и Томск, исследованных в 1995–2018 гг., изменялись соответственно от 5,5 до 32 мг/кг и от 0,45 до 25 мг/кг. В почвах этих городов в 2018 г. фоновые значения содержания марганца составили 524 и 821 мг/кг

соответственно. В фоновых пробах почв, обследованных в 2013 и 2018 гг. в 99 км на север от Екатеринбурга, массовые доли кислоторастворимых форм хрома изменялись в диапазоне 35-49 мг/кг.

Таблица 2.32. Массовые доли валовых (или кислоторастворимых) форм кобальта, марганца, никеля и ртути, мг/кг, в почвах фоновых площадок на территории Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Co	Mn	Ni	Hg
Центральный федеральный округ						
Московская область Талдомский район Государственный заказник «Журавлиная родина»	Дерново-подзолистые	2018	0,6	429	7,6	-
Сибирский федеральный округ						
Иркутская область г. Братск 34 км СВ от ПАО «РУСАЛ Братск»	Серые лесные, дерново-карбонатные и дерново-насыпные	2008, 2018	15-33,2	414-521	12-46	<0,02
г. Усть-Илимск 28 км от ОАО «Группа Илим»	Серые лесные	2008, 2018	16,6-25	603-651	7,5-67	0,01-0,02
Дальневосточный федеральный округ						
Приморский край г. Находка СЗ 30 км	Лесная буроподзолистая	2000, 2012, 2018	3,5-11	280-798	3-12,7	0,05-0,24
г. Партизанск С 30 км	Остаточно-пойменная	2002, 2011, 2018	10-14	655-989	7-25	0,07-0,08
Уральский федеральный округ						
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 54 км от г. Екатеринбург	Подзолистые	1999-2018	4-44	77-3110	1,5-181	0,01-0,20
Приволжский федеральный округ						
Нижегородская область 20 км от г. Бор	Дерново-подзолистые	2018	<8	338	<20	<0,02
г. Выкса Навашинский заказник, 20 км от г. Выкса		1990, 2018	1,9-8	931-1621	<10-12	0,02-0,03
г. Дзержинск территория городского округа г. Дзержинска		2013, 2018	1-8	77-224	10-12	0,02-0,04
Самарская область НПП «Самарская Лука» З 30 км от г. Самара	Черноземы	2006-2018	-	43-515	11-87	-
АГМС п. Аглос ЮЗ 20 км от г. Самара			-	175-778	9-103	-
Удмуртская Республика В 20 км от г. Ижевск	Дерново-подзолистые	2006-2018	4-14	673-1450	21-64	0,02-0,05
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км	Дерново-подзолистые	2008-2018	2-8	250-600	2-36	0,01-0,04
г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»			3-9	223-390	12-29	0,01-0,05
Кировская область г. Кирово-Чепецк СЗ 20 км, ЮВ 27 км от АО «ОХК Уралхим» и ООО «ГалоПолимер»	Дерново-подзолистые	2008, 2018	7,8-11	579-1007	47-48	<0,02-0,03

Фоновые массовые доли кислоторастворимых (сравнимых с валовыми) форм кадмия, меди, свинца и цинка, а также НП и БП в почвах фоновых площадок на территории отдельных регионов Российской Федерации представлены в табл. 2.33.

Результаты наблюдений, проведенные с 1999 по 2018 гг. в районе п. Мариинск Свердловской области, показали, что в подзолистых почвах фоновые массовые доли подвижных форм хрома изменялись от 0,6 до 1,1 мг/кг (кислоторастворимых форм хрома - от 18 до 110 мг/кг), свинца - от 1,0 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 137 мг/кг, меди - от 0,5 до 25 мг/кг, кобальта - от < 0,01 до 2,5 мг/кг, кадмия - от < 0,01 до 1,12 мг/кг.

Таблица 2.33. Массовые доли кадмия, меди, свинца, цинка, НП и БП, мг/кг, в почвах фоновых площадок на территории Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Cd	Cu	Pb	Zn	НП
Центральный федеральный округ							
Московская область Талдомский район Государственный заказник «Журавлиная родина»	Дерново-подзолистые	2018	0,6	4,4	21	25,4	-
Сибирский федеральный округ							
Западная Сибирь г. Новосибирск с. Прокудское	Подзолистые	1998-2018	0,4-3,0	3-30	1,6-40	5-47	9-264
г. Кемерово д. Калинкино ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Серые лесные	1995-2018	0,2-6,3	4-41	5-31	18-169	6-110
г. Новокузнецк пос. Сарбала ЮЮВ 32 км от ГРЭС	Подзолистые	1995-2018	<0,1-1,3	<0,1-27	13,2-25	<0,1-133	105-510
г. Томск, с. Ярское Ю 43 км от ГРЭС-2	Подзолистые	2001-2018	<0,1-0,5	2-20	4,1-27	22-200	20-296
Иркутская область г. Братск 34 км СВ от ПАО «РУСАЛ Братск»	Серые лесные, дерново-карбонатные	2008, 2018	0,3-0,8	15-28,7	3,4-19	52-76,7	–
г. Усть-Илимск 28 км от ОАО «Группа Илим»	Серые лесные	2008, 2018	0,3-2,2	70,8-84	3-16	76,8-131	–
Дальневосточный федеральный округ							
Приморский край г. Находка СЗ 30 км	Лесная буроподзолистая	2000, 2012, 2018	0,3-0,4	3-10	4-24	18-69	–
г. Партизанск С 30 км	Остаточно-пойменная	2002, 2011, 2018	0,1-0,3	8,3-16	12-23,7	58-65	
Уральский федеральный округ							
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 54 км от г. Екатеринбург	Подзолистые	1999-2018	0,5-2,2	13-368	7,0-137	44-201	–
Приволжский федеральный округ							
Нижегородская область 20 км от г. Бор	Дерново-подзолистые	2018	<1,2	<7	<10	14	138
г. Выкса Навашинский заказник, 20 км от г. Выкса		1990, 2018	1-1,2	5-9	10-11	5-12	69-188
г.Дзержинск территория городского округа г. Дзержинска		2013, 2018	0,5-4,0	5-12	<9-10	20-32	32-79
Самарская область НПП «Самарская Лука» З 30 км от г. Самара	Черноземы	2006-2018	0,2-2,8	7-118	8-88	35-219	9-175
АГМС п. Аглос ЮЗ 20 км от г. Самара			0,1-2,5	8-55	1-21	31-271	2,4-9,8
Удмуртская Республика В 20 км от г. Ижевск	Дерново-подзолистые	2006-2018	0,5-4,0	18-48	10-130	39-191	26-73
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км	Дерново-подзолистые	2008-2018	0,2-0,5	2,5-11	4-18	10-180	50-96
г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»		2008-2018	0,6-1,0	5-28	4-22	17-70	36-150
Кировская область г. Кирово-Чепецк СЗ 20 км, ЮВ 27 км от АО «ОХК Уралхим» и ООО «ГалоПолимер»	Дерново-подзолистые	2008, 2018	<0,5	18-24	<10-32	40-355	69-129

На расстоянии 99 км в северном направлении и на расстоянии 80 км в северо-восточном направлении от г. Екатеринбурга содержание подвижных форм свинца в подзолистых почвах составило соответственно 14 и 3,9 мг/кг, хрома - 1,1 и 1,0 мг/кг, марганца - 166 и 147 мг/кг, никеля - 1,4 и 5,1 мг/кг, цинка - 51 и 6,5 мг/кг, меди - 17 и 1,4 мг/кг, кобальта - 1,5 и 0,6 мг/кг, кадмия - 0,6 и 0,3 мг/кг.

В городах Находка и Партизанск Приморского края фоновые значения содержания подвижных форм свинца составляли 4,13 и 3,7 мг/кг соответственно, меди - <0,5 и 1,1 мг/кг, кадмия – 0,36 и <0,05 мг/кг, никеля – <0,5 и <0,5 мг/кг, цинка - 8,0 и 10,1 мг/кг, марганца – 111,5 и 44,9 мг/кг. В городах Бор, Выкса, Дзержинск

Нижегородской содержание подвижных форм ТМ было ниже предела обнаружения: меди – < 0,3 мг/кг, никеля – < 1 мг/кг, свинца – ≤1,8 мг/кг, цинка – ≤ 2,9 мг/кг, кадмия – < 0,2 мг/кг. В почвах фоновой площадки в районе г. Ижевск Удмуртской Республики содержание меди составило 0,3 мг/кг, никеля – < 1,2 мг/кг, свинца – < 0,4 мг/кг, цинка – < 1,0 мг/кг, кадмия – < 0,1 мг/кг.

В 2018 г. было выявлено содержание сульфатов в почвах фоновых площадок в городах Находка (3,3 мг/кг) и Партизанск (35 мг/кг) Приморского края, г. Самара НПП «Самарская Лука» (70 мг/кг) и АГМС п. Аглос (173 мг/кг), г. Сызрань (35 мг/кг) Самарской области, городах Братск (245 мг/кг) и Усть-Илимск (286 мг/кг) Иркутской области.

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 фиксируются редко. За многолетний период наблюдений превышение предельно допустимых и ориентировочно допустимых концентраций химических веществ в почвах наблюдалось в единичных случаях.

Анализ значений фоновых массовых долей ТПП в почвах Российской Федерации позволяет оценить состояние почв фоновых площадок как благополучное.

2.5. Загрязнение поверхностных вод

2.5.1. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети гидрохимического мониторинга

Бассейн Азовского моря

На протяжении многолетнего периода качество воды р. Ворона в черте г. Уварово характеризовалось как «слабо загрязненная»; в отдельные годы - «условно чистая». В 2018 г. качество воды ухудшилось до уровня «загрязненная» в результате увеличения количества загрязняющих веществ от 2-х до 7-ми, и повторяемости случаев превышения ПДК – аммонийным азотом от 0 до 29%, органическими веществами (по ХПК) от 57 до 100 %. Среднегодовые концентрации мало изменились и были ниже или в пределах ПДК, максимальные - соединений железа, нитритного и аммонийного азота, органических веществ и нефтепродуктов регистрировались на уровне 1,5-3 ПДК (в 2017 г. - в пределах 1 ПДК) (рис. 2.34).

Рис. 2.34 (начало). Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качество воды р. Ворона в черте г. Уварово в многолетнем плане

Рис. 2.34 (окончание). Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качество воды р. Ворона в черте г. Уварово в многолетнем плане

Качество воды р. Лесной Воронеж, выше г. Мичуринск в многолетнем плане характеризовалось как «слабо загрязненная», в отдельные годы - как «условно чистая». В 2018 г. возросло количество загрязняющих веществ от 2-х до 4-х из 13, учтенных в комплексной оценке качества воды. В единичном случае концентрация соединений железа достигала 2 ПДК, большинства загрязняющих веществ - ниже ПДК. В 2018 г. качество воды характеризовалось как «слабо загрязненная» (2017 г. - «условно чистая») (рис. 2.35).

Рис. 2.35 (начало). Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качество воды р. Лесной Воронеж выше г. Мичуринск в многолетнем плане

Рис. 2.35 (окончание). Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качество воды р. Лесной Воронеж выше г. Мичуринск в многолетнем плане

Бассейн Карского моря

Притоки озера Байкал. В 2018 г. гидрохимические наблюдения проводились на устьевых участках 10 рек, выбранных в качестве фоновых.

Вода рек **Голоустная, Бугульдейка, Сарма, Мантуриха, Мысовка, Снежная, Выдриная, Хара-Мурин, Утулик** в 2018 г. как и предыдущие годы, характеризовалась как «условно чистая», **р. Б. Сухая** - как «слабо загрязненная» (рис. 2.36).

а) р. Голоустная

б) р. Бугульдейка

в) р. Сарма

г) р. Мантуриха

д) р. Мысовка

Рис. 2.36. Изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды притоков Байкала в многолетнем плане

Иркутское водохранилище

В 2018 г. вода Иркутского водохранилища в большинстве пунктов наблюдений в многолетнем плане характеризуется как «условно чистая». Сохранился высоким уровень качества воды - «условно чистая» Иркутского водохранилища на участке п. Патроны – г. Иркутск центр водозабора, снизилось до «слабо загрязненная» качество воды Иркутского водохранилища в районе ОГП-1 Исток Ангары (рис. 2.37).

Рис. 2.37. Изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища, ОГП-1 Исток Ангары в многолетнем плане

Бассейн Восточно-Сибирского моря

Река Лена. В 2018 г. вода р. Лена в верхнем створе р.п. Качуг по-прежнему оценивалась как «слабо загрязненная». Хорошее качество воды р. Лена в створе р.п. Качуг обусловлено низким содержанием среднегодовых концентраций соединений металлов, нефтепродуктов, аммонийного и нитритного азота не превышающих 1 ПДК (рис. 2.38).

Рис. 2.38. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, р.п. Качуг в многолетнем плане

В створе г. Усть-Кут качество воды в течение 2014-2018 гг. сохранилось неизменным и характеризуется как «слабо загрязненная» вода. В 2017 г. среднегодовые концентрации соединений железа, меди, никеля, аммонийного азота, в воде реки не превышали 1 ПДК, среднегодовое содержание нитритного азота и нефтепродуктов превысило 1 ПДК. (рис. 2.39).

Рис. 2.39. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, г. Усть-Кут

Бассейн Тихого океана

Реки о. Сахалин. В 2018 г. наблюдения проводились на участках р. Рогатка в створе выше плотины водопровода г. Южно-Сахалинск, р. Правда, 0,5 км выше п. Правда. Организованный сброс сточных вод, как и в прежние годы, в эти реки отсутствовал.

Река Рогатка, левый приток р. Красносельская, в течение длительного периода наблюдений вода оценивается как «слабо загрязненная». В 2018 г. содержание взвешенных веществ не превышало 17,0 мг/л, минерализация в среднем составляла 58,6 мг/л. Содержание в воде реки соединений железа, цинка, свинца, кадмия, соединений азота, органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК), фосфатов практически не изменилось и колебалось в пределах невысоких значений (рис. 2.40).

При этом практически ежегодно отмечается повышенное содержание соединений меди, составившее в 2018 г. в среднем 6 ПДК.

Рис. 2.40. Изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Рогатка в створе выше г. Южно-Сахалинск в многолетнем плане

Качество воды **реки Правда** в течение восьми последних лет характеризовалось как «слабо загрязненная». В 2018 г., как и в предыдущие годы, в воде не было зафиксировано содержание фенолов, фосфатов, АСПАВ, соединений никеля, свинца, кадмия, цинка. В последние годы отмечается тенденция снижения концентраций в воде соединений железа (рис. 2.41). В то же время сохраняется неизменной тенденция некоторого роста загрязненности воды соединениями меди, среднегодовая концентрация которых в 2018 г. составила 6 ПДК.

Полуостров Камчатка. В 2018 г. наблюдения проводились в фоновых створах р. Камчатка, 0,8 км к северу от с. Пущино; р. Берш, 2,5 км к западу от с. Пущино; р. Большая (Быстрая) выше с. Малки, где организованный сброс сточных вод в реки отсутствует. По качеству вода этих рек в течение последних 15 лет оценивалась как «загрязненная» или «слабо загрязненная».

Рис. 2.41. Изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Правда в створе выше п. Правда в многолетнем плане

Река Камчатка в 2018 г., как и в предыдущие годы, характеризовалась как «слабо загрязненная». Из 21 ингредиента и показателя качества воды лишь по двум-трем эпизодически наблюдалось незначительное нарушение нормативных требований к их содержанию в поверхностных водах.

В течение года в отдельных пробах наблюдалось невысокое загрязнение воды реки соединениями металлов, что характерно для поверхностных вод полуострова и обусловлено, в основном, природными факторами химического состава поверхностных вод суши. Так, в единичных случаях в воде наблюдалось незначительное превышение ПДК соединений цинка при среднегодовых значениях, соответствующих пределам нормы. В 50% наблюдалось повышенное, в среднем до 2 ПДК, содержание в воде р. Камчатка в пункте с. Пущино соединений меди. Концентрации соединений азота, органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК), железа, свинца, кадмия, фосфатов, АСПАВ в течение года не превышали 1 ПДК. По сранению с двумя предыдущими годами в 2 раза, в среднем до 2 ПДК, снизилась загрязненность воды р. Камчатка в пункте 0,8 км к северу от с. Пущино нефтепродуктами.

Река Берш к западу от с. Пущино на фоновом участке 0,2 км выше впадения р. Кашкан по содержанию в воде комплекса загрязняющих веществ в 2018 г. по-прежнему характеризовалась как «загрязненная» (рис. 2.42).

Рис. 2.42. Изменение класса качества и среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Берш в пункте с. Пущино в многолетнем плане

В 2018 г. существенно, более чем в 3 раза - до 2,7 ПДК (в 2017 г. - 7 ПДК) уменьшился уровень концентраций в воде нефтепродуктов, в 2 раза - до 2 ПДК соединений меди. Частота обнаружения концентраций выше 1 ПДК нефтепродуктов сохранилась при этом высокой, соединений меди существенно снизилась. Сохранилось низким, как и в предыдущие годы, содержание в воде реки аммонийного и нитритного азота, фосфатов, органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК), соединений железа и цинка.

Река Большая (Быстрая) в фоновом створе выше с. Малки отличалась в 2018 г. отсутствием загрязненности воды соединениями азота, фосфатов, органическими веществами (по $БПК_5$ и ХПК), АСПАВ. Минерализация воды варьировала в течение года в диапазоне 47,0-86,1 мг/л. Несколько снизились и в среднем не превышали 2 ПДК концентрации в воде реки соединений меди и нефтепродуктов. Заметно возросло содержание фенолов, особенно

на пике половодья. По качеству вода р. Большая (Быстрая), 0,5 км выше с. Малки в течение 2015-2018 гг. характеризовалась как «загрязненная».

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

Тяжелые металлы

В 2018 г. фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства фоновых районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы, и составило для ртути 0,04–0,34 мкг/л, свинца 1,3–3,1 мкг/л, кадмия 0,02–0,5 мкг/л. На Азиатской территории России фоновые концентрации тяжелых металлов, как правило, ниже, чем на ЕТР (табл. 2.34).

Пестициды и ПАУ

В 2018 г. концентрации суммы изомеров ДДТ в поверхностных водах большинства фоновых территорий (за исключением Воронежского БЗ) колебались от 38 до 318 нг/л. В поверхностных водах р. Усмань (Воронежский БЗ) на протяжении трех последних лет наблюдаются концентрации ДДТ, превышающие 3000 нг/л. Анализ возможных причин резкого роста концентраций позволяет предположить, что возможно несанкционированное использование ДДТ в борьбе с вредителями садов, занимающих значительные площади вокруг территории Воронежского БЗ. Концентрации γ -ГХЦГ в большей части проб не превысили предела обнаружения.

Содержание бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах заповедников, как и в предыдущие годы, составило от 0,9 до 1,3 нг/л (табл. 2.34).

По данным сети СКФМ в течение последних 10-лет сохраняется тенденция стабилизации фонового содержания тяжелых металлов, пестицидов, ПАУ в поверхностных водах.

Таблица 2.34. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети КФМ

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2018 г	Диапазон	2018 г	Диапазон	2018 г
Кавказский БЗ	1982-2018	0,2-16,0	1,572	0,01-2.5	0,034	0,03-1,4	0,34
Приокско-Террасный БЗ	1987-2018	нпо-39,4	3,026	0,03-3,5	0,067	0,03-8,7	0,167
Баргузинский БЗ	1982-2008	0,2-7,4	1,7*	0,01-1,5	0,09*	0,01-9,7	1,03*
Астраханский БЗ	1988-2018	0,16-128,0	1,310	0,1-413	0,476	0,022-74	0,193
Воронежский БЗ	1990-2018	0,34-50	2,453	0,01-4,6	0,018	0,003-1,0	0,076
Яйлю	2002-2018	0,01-3,6	2,223	0,01-0,7	0,047	0,01-0,097	0,048
Смоленское поозерье	2009-2016	0,15-6,0	2,058*	0,03-0,67	0,054*	0,01-3,5	0,208*
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	2018 г	Диапазон	2018 г	Диапазон	2018 г
Кавказский БЗ	1982-2018	0,05-8,9	1,255*	нпо-370	38,162	нпо-188,4	16,968
Приокско-Террасный БЗ	1987-2018	0,05-12,9	0,927	нпо-215,2	116,7	нпо-129,3	1,44
Баргузинский БЗ	1982-2008	0,05-16,3	1,0*	1,6-112,5	17,57*	нпо-86,6	38,74*
Астраханский БЗ	1988-2018	нпо-11,7	1,264	нпо-328	318,580	нпо-92	13,867
Воронежский БЗ	1990-2018	0,05-5,6	0,943	нпо-14830	683,06	нпо-151,6	11,00
Яйлю	2002-2018	0,2-3,6	0,926	нпо-311,24	85,08	нпо-258,8	13,29
Смоленское поозерье	2009-2016	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*

2.6. Радиационная обстановка на территории России

Наиболее сильное загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами территории РФ и всего мира происходило в 1954-1980 гг. 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 2018 г. наблюдения за мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения проводились на 1 274 пунктах и дополнительно измерения выполнялись на 30 постах в крупных городах. Величина экспозиционной дозы указывается в величинах амбиентного эквивалента мощности экспозиционной дозы гамма-излучения (МАЭД).

Наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями проводились на 356 пунктах, за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы - на 53 пунктах, 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 10 станциях и в 10 пунктах - за содержанием гамма-излучающих радионуклидов в морском грунте.

Результаты мониторинга радиоактивного загрязнения компонентов природной среды техногенными радионуклидами в 2017-2018 гг. на территории России за пределами отдельных территорий, загрязненных в результате аварийных ситуаций, приведены в таблице 2.35.

Анализ всей совокупности данных наблюдений показал, что в последние 10 лет радиационная обстановка на территории Российской Федерации была спокойной и в 2018 г. по сравнению с 2017 г. существенно не изменилась.

В 2018 г. по сравнению с 2017 г. среднемесячная объемная активность $^{239+240}Pu$ в воздухе, измеряемая в г. Обнинске Калужской обл., уменьшилась в 2,7 раза и составила $3{,}5 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3 (в 2017 г. - $9{,}45 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3).

Таблица 2.35. Радиоактивность компонентов природной среды на территории России в 2017-2018 гг.

Радионуклид, параметр	Единицы измерений	Диапазон среднемесячных значений (минимальное – максимальное)		Допустимые уровни
		2017 г.	2018 г.	
Воздух				ДОА$_{НАС}$, Бк/м^3
Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере				
ΣβΣβ	10^{-5} Бк/м^3	12,84 – 22,15	13,48 – 29,11	-
^{137}Cs	10^{-7} Бк/м^3	1,21 – 1,72	1,01 -2,14	27
^{90}Sr	10^{-7} Бк/м^3	0,10 – 9,10	0,07 – 7,30	2,7
$^{239+240}Pu$ (Обнинск)	10^{-9} Бк/м^3	1,4 – 23,7	1,0 – 8,7	$2{,}5 \cdot 10^{-3}$
Радиоактивные атмосферные выпадения				
ΣβΣβ	Бк/м^2·сутки	0,10 – 6,68	0,06 – 8,74	-
^{137}Cs	Бк/м2·квартал	0,018 – 0,027	0,022 - 0,039	-
^{3}H	Бк/м^2·мес.	38 – 155	34 -122	-
Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках				
^{3}H	Бк/л	1,08 –2,39*	1,13 - 2,13	-
Вода				УВ, Бк/л
Объемная активность радионуклидов в речной воде				
^{90}Sr	мБк/л	1,4 – 13,4	1,5 – 11,0	4,9
^{3}H	Бк/л	1,1 – 2,2	1,2 - 2,3	7 600
Объемная активность радионуклидов в морской воде				
^{90}Sr	мБк/л	1,6 – 3,9**	1,2 – 4,8**	-

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
** - уточненные данные*
*** - без Таганрогского залива Азовского моря*

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 2018 г. наблюдалось значительное уменьшение среднегодовых значений объемной ΣβΣβ в приземном слое атмосферы в пос. Новогорный (Челябинская обл.) до $19{,}8\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в 2017 гг. – $93{,}4\cdot10^{-5}$ Бк/м^3) и на юге ЕТР до $14{,}16\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в 2017 гг. - $28{,}14\cdot10^{-5}$ Бк/м^3).

Некоторое увеличение объемной ΣβΣβ произошло на юге Восточной Сибири - до $48{,}88\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в 2017 г. - $37{,}10\cdot10^{-5}$ Бк/м^3) и в центре ЕТР - до $19{,}55\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в 2017 г. - $14{,}56\cdot10^{-5}$ Бк/м^3). Однако в среднем по России увеличение было незначительным - до $18{,}73\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в 2017 г. - $16{,}71\cdot10^{-5}$ Бк/м^3). Следует отметить, что некоторое снижение произошло в Заполярье - до $4{,}23\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в 2017 г. - $6{,}22\cdot10^{-5}$ Бк/м^3), что можно рассматривать как небольшое снижение глобального техногенного фона (рис. 2.43).

По данным наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферы в 2018 г. на территории России было зафиксировано 86 случаев кратковременного превышения над фоновыми уровнями объемной ΣβΣβ радионуклидов в аэрозолях (в 2017 г. - 60 случаев). Большинство их было зафиксировано в пунктах наблюдения северной части ЕТР в январе-феврале и на территории средней Сибири в декабре.

В январе 2018 года наблюдались высокие значения объемной ΣβΣβ в пунктах Благовещенске ($745{,}4\cdot10^{-5}$ Бк/м^3, при среднемесячном $263{,}3\cdot10^{-5}$ Бк/м^3), Хабаровске ($399{,}3\cdot10^{-5}$ Бк/м^3, при среднемесячном $192{,}4\cdot10^{-5}$ Бк/м^3), в декабре в Сухобузимском (Красноярский край) ($388{,}8\cdot10^{-5}$ Бк/м^3, при среднемесячном $88{,}0\cdot10^{-5}$ Бк/м^3) и Обнинске ($253{,}6\cdot10^{-5}$ Бк/м^3, при среднемесячном $44{,}6\cdot10^{-5}$ Бк/м^3).

Повышенные максимальные величины объемной ΣβΣβ в 2018 г. были зафиксированы также в пунктах наблюдения в городах Барнаул (Алтайский край) - $217{,}0\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в феврале), Томске - $211{,}4\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в феврале), Владивостоке - $210{,}8\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в феврале), Казани $152{,}4\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в июле), Петрозаводске - $141{,}8\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в феврале), Курске - $117{,}3\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в сентябре), Курчатове (Курская обл.) - $114{,}1\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в декабре), Иркутске - $107{,}2\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в октябре), Якутске - $106{,}8\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в феврале), пос. Верхнее Дуброво (Свердловская обл.) - $114{,}0\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в феврале), пос. Подмосковная (Московская обл.) - $111{,}4\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в феврале).

Кратковременное превышение над фоновыми значениями объемной ΣβΣβ в 2018 г. наблюдалось: г. Нарьян-Мар (Ненецкий АО) - 15 случаев, г. Вологда - 12 случаев, г. Уяр (Красноярский край) - 8 случаев, г. Самара - 7 случаев, с. Сухобузимское (Красноярский край) - 6 случаев, г. Красноярск (опытное поле) и г. Барнаул (Алтайский край) - по 4 случая, пос. Большая Мурта (Красноярский край) - 3 случая, г. Цимлянск (Ростовская обл.) и ОГМС Диксон - по 2 случая и по 1 случаю в г. Ухта (Республика Коми), г. Туруханск (Красноярский край), г. Сыктывкар (Республика Коми), г. Томск, г. Колпашево (Томская обл.), г. Астрахань и г. Обнинск (Калужская обл.).

Повышенные среднемесячные величины объемной ΣβΣβ в 2018 г. были зафиксированы также в пунктах наблюдения в городах Благовещенске (Амурская обл.) - $263{,}3\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в январе), Хабаровске – $192{,}4\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в январе), Владивостоке - $107{,}3\cdot10^{-5}$ Бк/м^3 (в феврале).

В 2018 г. на территории России был зафиксирован 41 случай высоких значений ΣβΣβ атмосферных выпадений (в 2017 г. - 37 случаев). Повышенные среднемесячные величины ΣβΣβ атмосферных выпадений наблюдались в пунктах: г. Астрахань - 7 случаев, пос. Большая Мурта (Красноярский край) - 6 случаев, г. Онега (Архангельская обл.) - 4 случая, зональная гидрометеорологическая обсерватория (ЗГМО) Бор (Красноярский край), пос. Амдерма (Ненецкий АО), г. Красноярск (опытное поле), г. Туруханск (Красноярский край), г. Цимлянск (Ростовская обл.) - по 2 случая и еще в 14 пунктах по одному случаю.

Среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная активность ^{137}Cs в воздухе в 2018 г. не изменилась по сравнению с 2017 г. и составила $1{,}6\cdot10^{-7}$ Бк/м^3. Максимальная среднемесячная активность ^{137}Cs в воздухе вне загрязненных зон наблюдалась в октябре в г. Курчатове (Курская обл.) - $31\cdot10^{-7}$ Бк/м^3. Повышенные относительно фоновых значения наблюдались в г. Нововоронеже - $20{,}6\cdot10^{-7}$ Бк/м^3 в августе, г. Петрозаводске - $15{,}0\cdot10^{-7}$ Бк/м^3 в мае.

Рис. 2.43. Средние значения объемной Σβ в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2017–2018 гг., 10^{-5} Бк/м^3

В целом, наблюдавшиеся 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 2018 г. изменялась от 1,0·10^{-9} Бк/м^3 в августе до 8,7·10^{-9} Бк/м^3 в мае. Средняя объемная активность этих изотопов в воздухе г. Обнинска составила 3,5·10^{-9} Бк/м^3 (в 2017 г. – 9,4·10^{-9} Бк/м^3). Все зафиксированные величины на шесть порядков ниже допустимой объемной активности во вдыхаемом воздухе для населения по НРБ-99/2009 (2,5·10^{-3} Бк/м^3).

Средняя по РФ плотность выпадения ^{137}Cs из атмосферы на подстилающую поверхность в 2018 г. составила 0,12 Бк/м^2·год (в 2017 году - 0,08 Бк/м^2·год).

Выпадения ^{90}Sr глобального происхождения на большей части территории РФ 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 2018 г. в разных пунктах наблюдения изменялись в диапазоне (0,04 - 4,60) Бк/л и (0,8 - 524,5) Бк/м^2·месяц соответственно. Среднее содержание трития в осадках по РФ в 2018 г. незначительно снизилось относительно 2017 г. (1,75 Бк/л) и составило 1,64 Бк/л. Выпадение трития с осадками в 2018 г. - 0,79 кБк/м^2, в 2017 г. - 0,87 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 2018 г. его объемная активность в воздухе составила 4,3·10^{-7} Бк/м^3. (в 2017 г. - 5,3·10^{-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 (44·10^{-7} Бк/м^3) наблюдалась в сентябре 2018 г., а среднемесячная за 2018 г. составила 18,4·10^{-7} Бк/м^3 (в 2017 г. - 16,4·10^{-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 2018 г. выпадения ^{137}Cs в загрязненной после аварии на ЧАЭС зоне, усредненные по 10 пунктам незначительно выросли по сравнению с 2017 г. и составили 0,74 Бк/м^2·год (в 2017 г. - 0,69 Бк/м^2·год).

В отдельных населенных пунктах загрязненных территорий выпадения ^{137}Cs были выше. Максимальные выпадения ^{137}Cs в 2018 году наблюдались в п. Красная Гора Брянской области - 4,2 Бк/м^2·год (в 2017 г. - 5,2 Бк/м^2·год). В п. Новогорный (ПО «Маяк») годовые выпадения ^{137}Cs в 2018 г. снизились - 13,0 Бк/м^2·год (в 2017 г. - 16,3 Бк/м^2·год), что ниже уровней вмешательства для населения.

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 2018 г. по сравнению с 2017 г. в воде рек России средняя объемная активность ^{90}Sr заметно снизилась и составила 3,5 мБк/л (2017 г. - 5,3 мБк/л), что на три порядка ниже уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л). В 2018 г. в осреднение по РФ не включались результаты измерений ^{90}Sr в воде рек Колва (п. Чердынь), Вишера (п. Рябинино), Кама (п. Тюлькино) Пермского края, 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. Повышенная активность ^{90}Sr в воде р. Невы (п. Новосаратовка Ленинградской обл.), которая в 2014-2016 гг. в теплый период года составила 9,6 мБк/л, 8,8 мБк/л и 8,7 мБк/л соответственно, в 2017-2018 гг. составила 4,4 и 4,8 мБк/л соответственно и незначительно отличается от средних значений для рек РФ (5,3 и 3,5 мБк/л соответственно).

Объемная активность трития в водах рек в 2018 г., осредненная по всем пунктам наблюдения на реках, составила, как и в 2017 г., в среднем 1,7 Бк/л. Средняя удельная активность ^{3}H в обследованных реках РФ в 2018 г. колебалась в пределах 1,2 - 2,3 Бк/л. Меньшее из этих значений было зафиксировано в Печере (в. п. Городецкий Шар), а большее - в Амуре (г. Благовещенск).

Среднегодовое значение объемной активности трития в атмосферных осадках в 2018 г. составило 1,65 Бк/л (в 2017 г. - 1,75 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 сохраняется достаточно высоким. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Першинское Курганской обл.) в 2018 г. по сравнению с 2017 г. (4,51 Бк/л) незначительно уменьшилась и составила 4,36 Бк/л. Приведенные значения уровня загрязнения ^{90}Sr реки Теча находятся ниже уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009.

В воде р. Исети (пункты Мехонское, Шадринск, Красноисетское Курганской обл.), после впадения в нее рек Течи и Миасса, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2018 г. составляла 0,25 Бк/л, 0,37 Бк/л и 1,15 Бк/л, что в 4,3-19,6 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 2018 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 1,24 мБк/л в Охотском море до 2,30 мБк/л в Белом море. Объемная активность ^{90}Sr в Каспийском море заметно повысилась и составила в среднем 4,80 мБк/л (в 2017 г. - 3,88 мБк/л).

Максимальное содержание ^{90}Sr в 2018 г., так же, как и в 2017 г., было зафиксировано в Азовском море (Таганрогский залив) - 5,5 мБк/л, и практически не изменилось по сравнению с 2017 г. (5,6 мБк/л).

2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов

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

Повышенные значения МАЭД были зафиксированы на территории СФО. Наибольшие среднесуточные значения МАЭД наблюдались в Иркутске и Омске (0,24 мкЗв/ч и 0,19 мкЗв/ч). Повышенные значения также наблюдались в ЦФО - в диапазоне 0,10 - 0,21 мкЗв/ч и в ЮФО - в диапазоне 0,12 - 0,17 мкЗв/ч. На загрязненных территориях ЦФО значения МАЭД не превышают фоновых уровней.

Таблица 2.36. Радиационная обстановка на территории федеральных округов РФ в 2018 г.

Федеральный округ	МАЭД, 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	0,11 (0,08-0,17)*	1,4 (0,4-4,0)	1,8 (0,5-6,2)	< 0,01	611,9 (103,8-1100,7)
Приволжский	0,12 (0,10-0,16)	1,9 (0,5-2,9)	0,6 (0,2-0,9)	0,24 (0,13-0,72)	756,2 (452,1-946,0)
Северо-Западный	0,12 (0,10-0,17)	2,7 (0,6-6,7)	0,5 (0,1-1,7)	0,27 (0,05-0,48)	604,0 (155,3-1195,7)
Сибирский	0,13 (0,9 – 0,24)	1,6 (0,1-4,7)	1,6 (0,15-7,3)	0,08	1122,2 (466,4-1738,2)
Уральский	0,11 (0,10-0,14)	8,7 (3,1-18,4)	0,35** (0,2-0,5)	0,72	878,6
Центральный	0,12 (0,10-0,21)	6,7 (2,7-13,7)	0,8 (0,3-1,0)	0,23 (0,13-0,69)	425,9 (317,6-534,1)
Южный	0,13 (0,12-0,17)	2,7 (2,3-3,3)	1,1 (0,7-1,4)	0,21	451,7 (303,3-600,0)

** - в скобках даны минимальные и максимальные средние значения по субъектам федерации, входящим в федеральный округ.*
*** - без данных наблюдений в пункте В. Дуброво*

Даже в районах расположения радиоактивных объектов (РОО) среднегодовое значение МАЭД в 2018 г. не выходило за пределы колебания фонового уровня, например, в 100-км зоне Ленинградской АЭС изменялось от 0,11 до 0,16 мкЗв/ч, Кольской АЭС - от 0,12 до 0,19 мкЗв/ч. На территории субъектов федерации СЗФО средние величины МАЭД изменялись от 0,10 до 0,17 мкЗв/ч, а в целом по СЗФО среднегодовое значение МАЭД составило 0,12 мкЗв/ч.

В 2018 г. на ЕТР наиболее высокое значение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы наблюдалось в Новогорном - $18{,}4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Наименьшее среднегодовое значение объемной активности ^{137}Cs отмечалось в Казани - $0{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3.

После зарегистрированного в 2013 г. роста среднегодового значения объемной активности ^{137}Cs в СЗФО до $5{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, обусловленного радиационным инцидентом в г. Электросталь Московской обл., в 2017-2018 гг. ее значение снизилось до характерных для округа значений - $2{,}9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 и $2{,}7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 соответственно. В ряде пунктов СЗФО наблюдается значительный рост объемной активности ^{137}Cs (рис. 2.44). На порядок выросла активность в Сыктывкаре (с $0{,}5 \cdot 10^{-7}$ до $3{,}3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3), в 3,3 раза в Северодвинске (с $2{,}0 \cdot 10^{-7}$ до $6{,}7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3), в 1,5 раза в Ухте (с $2{,}2 \cdot 10^{-7}$ до $3{,}3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). Незначительное увеличение активности произошло в Вологде (с $4{,}5 \cdot 10^{-7}$ до $5{,}9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). Значительное снижение произошло в Мурманске (с $5{,}4 \cdot 10^{-7}$ до $1{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) и Нарьян-Маре (с $2{,}2 \cdot 10^{-7}$ до $0{,}7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Рис. 2.44. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в населенных пунктах СЗФО в 2017-2018 гг., 10^{-7} Бк/м^3

Среднегодовое значение объемной активности ^{137}Cs в ПФО составило $1{,}9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 (в 2017 г. - $1{,}6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). За исключением 2011 г. (авария на АЭС "Фукусима-1"), значения среднегодовых объемных активностей ^{137}Cs по ПФО за 2007-2016 гг. находились в пределах $(2{,}5\text{-}5{,}0) \cdot 10^{-7}$ 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 (Красноярский край), Огурцово (г. Новосибирск), Колпашево (Томская обл.) - находятся вблизи РОО (рис. 2.45). Тем не менее, среднее по округу значение объемной активности ^{137}Cs составило $1{,}6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 (в 2017 году - $1{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). Средневзвешенное значение по РФ в 2018 г. составило $1{,}7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, что выше значения 2017 г. - $1{,}6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3.

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 2018 г. уменьшилась и составила $1{,}07 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 (в 2017 г. - $1{,}23 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3), а по федеральным округам колеблется в пределах $(0{,}4 - 1{,}8) \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3. Наименьшие

значения (без учета районов расположения радиохимических предприятий) были зафиксированы в УФО (без В. Дуброво) и СЗФО, наибольшие - в ДВФО и СФО (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. 2.46).

Рис. 2.45. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в населенных пунктах СФО в 2017-2018 гг., 10^{-7} Бк/м^3

В некоторых городах ДВФО в 2018 году объемная активность ^{90}Sr уменьшилась по сравнению с 2017 г. (рис. 2.46). Особенно заметное уменьшение произошло в Благовещенске (с $8{,}85 \cdot 10^{-7}$ до $6{,}15 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) и Владивостоке (с $2{,}65 \cdot 10^{-7}$ до $1{,}80 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3). Средняя объемная активность ^{90}Sr по ДВФО составила в 2018 г. $1{,}9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 (в 2017 г. - $2{,}5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3).

Все приведенные выше значения среднегодовой объемной активности ^{90}Sr в приземном 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 2018 г. были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения (<0,2 Бк/м^2 год).

Диапазон средних величин плотности атмосферных выпадений ^{137}Cs по федеральным округам в 2018 г. сравнительно небольшой (табл. 2.36). Наименьшая измеренная плотность выпадений ^{137}Cs отмечалась в СФО - 0,08 Бк/м^2·год, наибольшая в УФО - 0,72 Бк/м^2·год. В ДВФО во всех субъектах федерации плотности атмосферных выпадений ^{137}Cs были ниже порога обнаружения (<0,01 Бк/м^2·год).

Высокие годовые выпадения ^{137}Cs регистрировались, как и ранее, на загрязненных территориях ЦФО: п. Красная Гора Брянской обл. - 4,2 Бк/м^2·год (в 2017 г. - 5,2 Бк/м^2), г. Плавск Тульской обл. - 1,3 Бк/м^2 (в 2017 г. - 2,0 Бк/м^2). Самые высокие годовые выпадения ^{137}Cs наблюдались в районе расположения ПО «Маяк» в п. Новогорном 13,0 Бк/м^2·год (в 2017 г. - 16,3 Бк/м^2).

На рис. 2.47 приведены среднегодовые объемные активности трития в атмосферных осадках на территории федеральных округов в 2017-2018 гг., кроме Северо-Кавказского федерального округа, где наблюдения за тритием не проводятся.

Наименьшие значения объемной активности трития в атмосферных осадках в 2018 г., составившие 1,19 Бк/л, отмечались в СЗФО (в 2017 г. было 1,23 Бк/л), наибольшее - в СФО и УФО, составившее 2,22 Бк/л и 2,03 Бк/л соответственно (в 2017 г. - 2,2 Бк/л и 1,72 Бк/л соответственно). Диапазон значений по отдельным пунктам наблюдения незначительно изменился - от 0,95 Бк/л в Холмске (Сахалинская обл.) до 2,28 Бк/л в Туре (Красноярский край) и 2,44 Бк/л в Иркутске. Среднегодовая активность трития в осадках для всей территории РФ в 2018 г. составила 1,64 Бк/л (в 2017 г. - 1,8 Бк/л).

Рис. 2.46. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в населенных пунктах ДВФО в 2017-2018 гг., 10^{-7} Бк/м^3

Рис. 2.47. Среднегодовая объемная активность ^{3}H в атмосферных осадках на территории федеральных округов РФ в 2017-2018 гг., 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) в 2018 г. составило 1,70 Бк/л (в 2017 г. - 1,72 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 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 2016 г. содержание ^{90}Sr в воде этих рек существенно увеличилось, а 2017 г. - произошло снижение. В 2018 г. в Каме (п. Тюлькино) содержание ^{90}Sr составило 7,0 мБк/л (в 2017 г. - 12,5 мБк/л). В Колве (п. Чердынь) и Вишере (п. Рябинино) произошло увеличение до 11,0 мБк/л и 7,0 мБк/л соответственно (в 2017 г - по 6,3 мБк/л).

В поверхностных водах СЗФО в 2018 г. среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Нева (Новосаратовка) несколько увеличилась и составила 4,8 мБк/л (в 2017 г. - 4,4 мБк/л). В воде Онежского озера (Петрозаводская губа) объемная активность ^{90}Sr составила 2,5 мБк/л (в 2017 г. - 3,3 мБк/л), а в оз. Имандра – 4,4 мБк/л (в 2017 г. - 1,7 мБк/л).

В ЮФО объемная активность ^{90}Sr в воде рек Кубань, Волга и Дон составляла 2,6 мБк/л, 1,4 мБк/л и 3,0 мБк/л соответственно (в 2017 г. - 3,5 мБк/л, 7,4 мБк/л и 4,3 мБк/л).

В УФО в 2018 г. содержание ^{90}Sr в водах рек Обь (г. Салехард) и Пур (г. Уренгой) за пределами загрязненных территорий было сопоставимо со средним значением для рек АТР (3,9 мБк/л против 6,9 мБк/л в 2017 г.) и составило 6,5 мБк/л и 3,8 мБк/л соответственно (в 2017 г. - 9,5 мБк/л и 8,0 мБк/л).

Объемная активность ^{90}Sr в водах реках СФО изменялась от 6,5 мБк/л в р. Оби (Салехард) (в 2017 г. - 10,2 мБк/л) до 2,3 мБк/л в р. Лене (п. Кюсюр) (в 2017 г. - 3,7 мБк/л) при среднем значении по округу 3,9 мБк/л (в 2017 г. - 8,6 мБк/л), что несколько ниже среднего значения по рекам РФ (4,2 мБк/л).

В 2018 г. средняя объемная активность ^{90}Sr в водах рек и озер ДВФО составила 4,6 мБк/л (в 2017 г. - 4,7 мБк/л). Значительное снижение содержания ^{90}Sr было зарегистрировано в р. Оленек (Якутия) - 4,5 мБк/л (в 2017 г. - 9,2 мБк/л).

Содержание ^{90}Sr в оз. Ханка Приморского края, загрязненном во время проведения ядерных взрывов в Китае, продолжило снижаться и в 2018 г. составило 5,9 мБк/л (в 2017 г. - 7,2 мБк/л; в 2016 г. - 7,3 мБк/л; в 2015 г. - 11,8 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 246 городах на 667 станциях, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 221 городе на 611 станциях (рис. 3.1–3.2).

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)

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 ($q_м$).

Уровень загрязнения атмосферного воздуха оценивается при сравнении фактических концентраций с санитарно-гигиеническими нормативами — ПДК.

ПДК — предельно допустимая концентрация примеси для населенных мест, устанавливаемая Главным санитарным врачом Российской Федерации[2].

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. 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. одной из примесей по данным наблюдений на всех станциях города за год.

В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения атмосферного воздуха считается низким при ИЗА менее 5, 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%.

[2]Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений» (ГН 2.1.6.3492-17).

3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха

По данным регулярных наблюдений за период 2014–2018 гг. средние за год концентрации взвешенных веществ не изменились, диоксида серы, диоксида азота, оксида азота и оксида углерода снизились на 3–16%, бенз(а)пирена и формальдегида увеличились на 4-9% (табл. 3.1, рис. 3.9–3.14).

Таблица 3.1. Тенденция изменений средних за год концентраций примесей в городах РФ за период 2014–2018 гг.

Примесь	Количество городов	Тенденция средних за год концентраций, %
Взвешенные вещества	208	0
Диоксид азота	226	–14
Оксид азота	133	–13
Диоксид серы	224	–3
Оксид углерода	195	–16
Бенз(а)пирен	176	+9
Формальдегид	152	+4

За пять лет количество городов, где средние за год концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, снизилось на 31 (рис. 3.3), что обусловлено повышением в 2014 году по сравнению с прежним значением 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 2018 г. составило бы 192 вместо 143, т.е. уменьшилось только на 7 городов за последние пять лет (рис. 3.3).

Рис. 3.3. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации одного или нескольких веществ превышали 1 ПДК, с учетом прежней (1) и новой (2) ПДК формальдегида, отмечались значения СИ больше 10 (3)

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

Количество городов, в которых максимальные концентрации превышают 10 ПДК, за пять лет уменьшилось на 7 городов (рис. 3.3).

Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю ИЗА) как высокий и очень высокий, за пять лет снизилось на 5 городов (рис. 3.4).

Уменьшение количества городов не связано с улучшением состояния загрязнения атмосферного воздуха в этих городах, а явилось результатом изменения ПДКс.с. формальдегида, что приводит к занижению оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом и, соответственно, комплексного ИЗА. При использовании для оценки прежней ПДКс.с. формальдегида количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю ИЗА) как высокий и очень высокий, составило бы 101 город.

В список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в России в 2018 г. (Приоритетный список) включены 22 города (рис. 3.4, табл. 3.4). С учетом прежних ПДКс.с. формальдегида в Приоритетный список в 2018 г. были бы включены 34 города. За пять лет количество городов в Приоритетном списке увеличилось на 3 города, а с учетом прежней ПДКс.с. формальдегида — увеличилось бы на 15 городов.

Тенденция изменений загрязнения атмосферного воздуха отдельными веществами

Количество городов, где средние за год концентрации *взвешенных веществ* превышали 1 ПДК, за 5 лет увеличилось на 1 город, *диоксида азота* — уменьшилось на 42 города, *бенз(а)пирена* — уменьшилось на 27 городов (рис. 3.5–3.7).

Количество городов, где среднегодовые концентрации *формальдегида* превышают 1 ПДК, за пять лет снизилось со 141 до 46, что обусловлено изменением ПДКс.с. (рис. 3.8). Если учитывать прежние ПДКс.с., то количество городов, где среднегодовые концентрации формальдегида превышают 1 ПДК, в 2018 г. составило бы 152, то есть увеличилось за пять лет на 11 городов, а если учитывать новую ПДК — увеличилось на 2 города (рис. 3.8).

Количество городов, где максимальные разовые концентрации взвешенных веществ превышали 10 ПДК, за пять лет снизилось на 3 города, диоксида азота — на 1 город, формальдегида — на 2 города (рис. 3.5, 3.6, 3.8). Таким образом, в 2018 г. не было отмечено случаев высокого загрязнения воздуха взвешенными веществами и

формальдегидом. Вместе с тем количество городов, где максимальные концентрации бенз(а)пирена превышали 10 ПДК, увеличилось на 4 города (рис. 3.7).

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

Рис. 3.6. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации диоксида азота превышали 1 ПДК (1), СИ диоксида азота 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. 3.8. 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)

Общий характер тенденции изменения среднегодовых концентраций взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, оксидов азота, бенз(а)пирена и формальдегида и выбросов за последние пять лет представлен на рис. 3.9–3.14.

Сведения о выбросах загрязняющих веществ от стационарных источников приводятся по данным Росстата[3], от передвижных источчиков — Росприроднадзора[4].

За период 2014–2018 гг. среднегодовые концентрации взвешенных веществ существенно не изменились, выбросы от стационарных источников твердых веществ за период 2013-2017 гг. снизились на 15% (рис. 3.9).

Среднегодовые концентрации диоксида серы за последние пять лет снизились только на 3%, суммарные выбросы от стационарных и передвижных источников за период 2013-2017 гг. снизились — на 12% (рис. 3.10).

Среднегодовые концентрации оксида углерода снизились на 16%, а суммарные выбросы от стационарных и передвижных источников существенно не изменились (рис. 3.11).

Среднегодовые концентрации диоксида азота снизились на 14%, оксида азота — на 13%. Суммарные выбросы от стационарных и передвижных источников существенно не изменились (рис. 3.12).

Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена повысились на 9%. Выбросы от стационарных источников за период 2013-2017 гг. снизились на 6% (рис. 3.13).

[3]Официальный сайт Федеральной службы государственной статистики (www.gks.ru, обновление по состоянию на 20.04.2018 г.)
[4] Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (www.rpn.gov.ru, обновление по состоянию на 17.04.2018 г.)

Рис. 3.9. Среднегодовые концентрации (q, мкг/м^3) взвешенных веществ и выбросы от стационарных источников (М, млн. т) твердых веществ

Рис. 3.10. Среднегодовые концентрации (q, мкг/м^3) и суммарные выбросы (М, млн. т) диоксида серы

Рис. 3.11. Среднегодовые концентрации (q, мкг/м^3) и суммарные выбросы (М, млн. т) оксида углерода

Рис. 3.12. Среднегодовые концентрации диоксида (qNO_2, мкг/м^3) и оксида азота (qNO, мкг/м^3) и суммарные выбросы (М, млн. т) NOx (в пересчете на NO_2)

Рис. 3.13. Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена (q, нг/м^3) и выбросы от стационарных источников (М, тонн)

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

Среднегодовые концентрации формальдегида за пятилетний период изменились незначительно, рост составил 4%. При этом количество выбросов формальдегида от стационарных источников за период 2013-2017 гг. увеличилось почти на 50% (рис. 3.14).

3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах

Средние за год (qср) и средние из максимальных концентраций (qм) основных загрязняющих веществ, а также бенз(а)пирена и формальдегида, полученные по данным регулярных наблюдений в 2018 г. в городах России, представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Средние концентрации примесей в атмосферном воздухе городов России по данным регулярных наблюдений в 2018 г.

Примесь	Число городов	Средние концентрации (мкг/м^3)	
		$q_{ср}$	$q_м$
Взвешенные вещества	223	118	861
Диоксид азота	240	32	229
Оксид азота	168	18	194
Диоксид серы	237	7	186
Оксид углерода	226	1043	1338
Бенз(а)пирен (нг/м^3)	180	1,9	8,2
Формальдегид	161	9	79

В **46** городах (21% городов) уровень загрязнения воздуха оценивается как очень высокий и высокий (рис. 3.15), в 60% городов— как низкий.
В городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха проживает 13,4 млн. человек, что составляет 12% городского населения России (рис. 3.16, табл. 3.5).

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)

На рис. 3.17 показаны средние концентрации наиболее распространённых примесей в целом по городам России. Средняя за год концентрация бенз(а)пирена выше ПДК в 1,9 раз, концентрации других веществ не превышают 1 ПДК. Средняя концентрация формальдегида в 2018 году составила 0,9 ПДКс.с, что в пересчете на прежний норматив составляет 3,0 ПДКс.с. Средняя концентрация фенола в 2018 г. составила 0,3 ПДКс.с.[5], что в пересчете на прежний норматив составляет 0,7 ПДКс.с. 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 рассматриваемых примесей, кроме диоксида серы и оксида азота, превышают 1 ПДК. Средние из максимальных концентраций аммиака, диоксида азота, оксида углерода, фенола, формальдегида, фторида водорода, взвешенных веществ и сероуглерода, составили 1,2-1,7 ПДК, сероводорода и хлорида водорода были выше ПДК в 2-2,4 раза, этилбензола — в 4,3 раза и бенз(а)пирена — в 8,2 раза (рис. 3.18).

[5] Постановление 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», ГН 2.1.6.3492-17 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений».

Рис. 3.17. Средние концентрации примесей в городах России
1 - взвешенные вещества (223), 2 - диоксид серы (237), 3 - оксид углерода (226), 4 - диоксид азота (240), 5 - оксид азота (168), 6 - сероуглерод (4), 7 - фенол с учетом прежней и новой ПДКс.с. (99), 8 - фторид водорода (31), 9 - хлорид водорода (35), 10 - аммиак (78), 11 - формальдегид с учетом прежней и новой ПДКс.с. (161), 12 - бенз(а)пирен (180). Цифры в скобках указывают количество городов, в которых проводились регулярные 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

В **143** городах (**58**% городов, где проводятся наблюдения) средние за год концентрации какого-либо вещества превышают 1 ПДК. В этих городах проживает 56,0 млн. чел. (рис. 3.19).

Средние за год концентрации взвешенных веществ превышают 1 ПДК в 52 городах, бенз(а)пирена — в 56 городах, диоксида азота — в 50 городах.

С учетом новой ПДКс.с. сверхнормативному загрязнению воздуха формальдегидом подвержено 30,3 млн. чел. в 46 городах, с учетом прежней ПДКс.с. — 65,4 млн. чел. в 152 городах (рис. 3.19).

Максимальные концентрации загрязняющих веществ превышают 10 ПДК в 37 городах (табл. 3.3). В них проживает 12,6 млн. чел. (рис. 3.20). Концентрации бенз(а)пирена превышают 10 ПДК в 32 городах с населением 8,6 млн. чел., 5 ПДК — в 49 городах с населением 13,3 млн. чел. Максимальные концентрации превышают 10 ПДК сероводорода в 4 городах, диоксида азота, свинца, ксилола и этилбензола — в 1 городе. Всего за год отмечено 219 случаев превышения 10 ПДК различных загрязняющих веществ.

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

Таблица 3.3. Перечень городов Российской Федерации, в которых были зарегистрированы случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха (максимальные разовые концентрации отдельных примесей более 10 ПДК$_{м.р.}$) в 2018 г.

Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК[1]	Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК[1]
Абакан	бенз(а)пирен[3]	4	29,2	Новокузнецк	бенз(а)пирен[3]	8	30,0
Ангарск	бенз(а)пирен[3]	7	55,6	Новосибирск	бенз(а)пирен[3]	8	20,8
Архангельск	бенз(а)пирен[2]	2	13,9	Оренбург	сероводород	20	22,6

Ачинск	бенз(а)пирен[3]	2	13,4	Петровск-Забайкальский	бенз(а)пирен[3]	2	22,6
Барнаул	бенз(а)пирен[3]	6	52,2	Рязань	сероводород	2	18,8
Бийск	бенз(а)пирен[3]	1	13,3	Самара	ксилол	1	20,5
Благовещенск А.	бенз(а)пирен[3]	1	11,8		этилбензол	1	20,0
Братск	бенз(а)пирен[3]	8	35,6	Свирск	бенз(а)пирен[3]	5	43,8
Зима	бенз(а)пирен[3]	8	111,0	Селенгинск	бенз(а)пирен[3]	3	22,4
Иркутск	бенз(а)пирен[3]	5	25,3	Тулун	бенз(а)пирен[3]	1	11,3
Искитим	бенз(а)пирен[3]	2	19,7	Улан-Удэ	бенз(а)пирен[3]	20	36,9
Казань	диоксид азота	2	14,4	Усолье-Сибирское	бенз(а)пирен[3]	8	49,4
	сероводород	2	14,9				
Кемерово	бенз(а)пирен[3]	3	20,5	Уссурийск	бенз(а)пирен[3]	1	11,9
Красноярск	бенз(а)пирен[3]	23	30,6	Чегдомын	бенз(а)пирен[3]	3	14,1
Курск	свинец[3]	1	13,0	Черемхово	бенз(а)пирен[3]	7	33,5
Кызыл	бенз(а)пирен[3]	7	116,1	Черногорск	бенз(а)пирен[3]	4	36,7
Лесосибирск	бенз(а)пирен[3]	8	59,5	Чита	бенз(а)пирен[3]	14	56,8
Магнитогорск	бенз(а)пирен[3]	2	11,2		сероводород	2	12,3
Минусинск	бенз(а)пирен[3]	5	89,9	Шелехов	бенз(а)пирен[3]	7	43,2
Назарово	бенз(а)пирен[3]	3	17,3				

[1] Приведены наибольшие разовые концентрации примесей, деленные на максимальную разовую ПДК$_{м.р.}$
[2] Приведены среднесуточные концентрации, деленные на ПДК$_{с.с.}$
[3] Приведены среднемесячные концентрации, деленные на ПДК$_{с.с.}$

Кроме случаев, приведенных в табл. 3.3, отмечены максимальные разовые концентрации этилбензола в Омске, Салавате и Стерлитамаке, оксида углерода — в Новочеркасске, формальдегида — в Белоярском, сероводорода — в Норильске и хлорида водорода — в Саратове, достигающие почти 10 ПДКм.р.

Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения в 2018 г. (табл. 3.4) включает 22 города с общим числом жителей в них 5,1 млн. человек. В этот список включены города с очень высоким уровнем загрязнения воздуха, для которых комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА$_5$) равен или выше 14.

Таблица 3.4. Города с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы (ЗА) и вещества, его определяющие, в 2018 г.

Город	Вещества, определяющие уровень ЗА	Город	Вещества, определяющие уровень ЗА
Абакан	**БП**, Ф, NO_2, CO, ВВ	Новокузнецк	**БП**, ВВ, HF, NO_2, CO
Ангарск	**БП, NO_2, O_3,** PM10, Ф	Норильск*	**NO_2, SO_2, NO,**ВВ, БП
Барнаул	**БП**, **ВВ**, NO_2, Ф, CO	Петровск-Забайкальский	**БП**, ВВ, SO_2, NO_2,CO
Братск	**БП**, **CS_2**, **Ф**, **ВВ**, HF	Свирск	**БП**,ВВ, NO_2, SO_2, CO
Зима	**БП**, NO_2, Ф, HCl, CO	Селенгинск	**БП**, **O_3**, **Ф**, **ВВ**, PM10
Иркутск	**БП**, **ВВ, PM10,** O_3, SO_2	Улан-Удэ	**БП**, **PM2.5**, **ВВ, PM10**, **Ф**
Искитим	**БП, ВВ, NO_2, CO,** сажа	Усолье-Сибирское	**БП**, ВВ, Ф, NO_2, SO_2
Красноярск	**БП**, **Ф**, NO_2, NH_3, ВВ	Черемхово	**БП, NO_2,** ВВ, SO_2, CO
Кызыл	**БП**, ВВ, сажа, Ф, NO_2	Черногорск	**БП**, Ф, NO_2, ВВ, CO
Лесосибирск	**БП**, **ВВ**, **Ф**, NO_2, CO	Чита	**БП**, **ВВ**, Ф, NO_2, фенол
Минусинск	**БП**, NO_2, Ф, ВВ, CO	Шелехов	**БП, HF, O_3, PM10, ВВ**

БП — бенз(а)пирен, ВВ — взвешенные вещества, PM — взвешенные частицы фракций PM10 и PM2.5, Ф — формальдегид, CO — оксид углерода, CS_2 — сероуглерод, HCl — хлорид водорода, HF — фторид водорода, NH_3 — аммиак, NO_2 — диоксид азота, NO — оксид азота, O_3 — приземный озон, SO_2 — диоксид серы.
Выделены вещества с наибольшим вкладом в уровень ЗА.
** С учетом данных о выбросах диоксида серы за 2018 г. и данных наблюдений за химическим составом осадков*
Города Приоритетного списка не ранжируются по уровню загрязнения воздуха

При использовании для оценки уровня загрязнения воздуха прежних ПДКс.с. формальдегида[5], количество городов Приоритетного списка в 2018 г. составило бы 34 вместо 22.

По сравнению с 2017 г. в связи со снижением уровня загрязнения воздуха в Приоритетный список не включены 2 города: на территории Дальневосточного федерального округа - Чегдомын (Хабаровский край) и на территории Уральского федерального округа - Магнитогорск (Челябинская обл.).

В Чегдомыне по сравнению с предыдущим годом снизились концентрации формальдегида, диоксида азота и бенз(а)пирена. Необходимо отметить, что поскольку поступление бенз(а)пирена в атмосферный воздух происходит, в основном, в результате сгорания топлива, наибольшие концентрации данного загрязняющего вещества в городах России отмечаются в холодный период с началом отопительного сезона. Однако в Дальневосточном федеральном округе 2018 г. оказался самым теплым за всю историю метеонаблюдений. В конце 2018 г. аномально тепло было в Хабаровском крае, регистрировались новые рекорды температуры воздуха, декадные аномалии достигали +8…12°, а месячные — +2…7°. За этот период заметно уменьшилась повторяемость застоев воздуха (10%). Установившаяся теплая погода позволила топливно-энергетическим предприятиям работать не в полную мощность, что способствовало снижению загрязнения воздуха бенз(а)пиреном и другими загрязняющими веществами. При определенно сложившихся погодных условиях можно ожидать, что в дальнейшем город снова будет включен в Приоритетный список.

В Магнитогорске по сравнению с предыдущим годом уменьшились концентрации бенз(а)пирена более чем в 2 раза, что способствовало снижению уровня загрязнения воздуха с «очень высокого» до «высокого». На юге Урала температура была близка к средним многолетним значениям, а в декабре местами существенно превышала норму. Несмотря на прохладную сухую зиму, в отдельные периоды большое количество осадков отмечалось на юге Урала в Курганской области и в соседних областях Западной Сибири, что способствовало очищению атмосферного воздуха.

Впервые в Приоритетный список включены Искитим (Новосибирская обл.) и Абакан (Республика Хакасия), а также после длительного перерыва (2005 г.) Ангарск (Иркутская обл.). Эти города расположены на территории Сибирского федерального округа, в зоне высокого потенциала загрязнения атмосферы (ПЗА), когда неблагоприятные метеорологические условия (высокая повторяемость приземных инверсий, застойных ситуаций, слабых ветров, туманов и др.) приводят к накоплению вредных примесей в приземном слое воздуха.

В Искитиме за последние 5 лет наблюдается рост концентраций всех основных загрязняющих веществ. Концентрации бенз(а)пирена по сравнению с 2017 годом увеличились в 3 раза. В городах Абакан и Ангарск по сравнению с предыдущим годом увеличились среднегодовые концентрации оксидов азота, формальдегида и в 1,5 раза бенз(а)пирена. Этому способствовали метеорологические условия - сильные морозы (-40 — -49°С) и дефицит осадков (менее 80%), увеличение по сравнению с предыдущим годом повторяемости (до 20%) слабых ветров.

Остальные города, составляющие Приоритетный список в 2017 г., сохранились в нем и в 2018 г. в том числе г. Норильск, где наибольшие в России объемы выбросов диоксида серы.

Очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха г.Норильска подтверждается данными наблюдений за химическим составом атмосферных осадков. Как и в предыдущие годы, в 2018 г. на территории Российской Федерации самые загрязненные атмосферные осадки сульфатами, составившими 54,8 мг/л (47% от суммарного состава ионов осадков) были зарегистрированы в Норильске. 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 (10,4 т/км^2 год) превысили критическое значение нагрузки в 5,2 раза, что является наибольшим значением среди загрязненных населенных пунктов Российской Федерации.

В Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха вошли: 7 городов - с предприятиями черной, цветной и алюминиевой промышленности, 7 городов — с предприятиями машиностроения, 9 городов — с предприятиями лесной и деревообрабатывающей промышленности, 4 города — с предприятиями угольной и горнодобывающей промышленности, 7 городов — с предприятиями химической и нефтеперерабатывающей промышленности, 3 города — с предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности, а также 5 городов, где основными источниками выбросов являются предприятия топливно-энергетического комплекса.

Все города Приоритетного списка расположены на территории Азиатской части России, которая характеризуется особо неблагоприятными для рассеивания примесей метеорологическими условиями, что приводит к росту уровней загрязнения воздуха городов.

В Улан-Удэ и Шелехове превышали ПДК среднегодовые концентрации пяти, в Братске, Искитиме и Селенгинске четырех загрязняющих веществ. Также в Улан-Удэ среднегодовая концентрация приземного озона превысила ПДКс.с. Во всех городах Приоритетного списка вклад в очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха вносят концентрации бенз(а)пирена, в наибольших количествах, поступающих в воздух в результате сжигания твердого топлива.

Существенный вклад в уровень загрязнения воздуха в 9 городах вносят также сверхнормативные среднегодовые концентрации взвешенных веществ, в 5 городах — формальдегида, в 4 городах — диоксида азота, в 3 городах — приземного озона, в 3 городах — взвешенных частиц PM10.

2018 г. в России вошел в первую десятку самых теплых лет за всю историю регулярных метеонаблюдений в стране (с 1891 г.). Почти на всей территории страны средняя за год температура воздуха была выше нормы. Только на юго-западе Сибири (Новосибирская обл., Алтайский край, Республика Алтай) зима была холоднее обычной, местами на 1-3°. В Омской и Новосибирской областях, в Алтайском крае, центральных и южных районах Красноярского края, в Иркутской области, Республике Бурятия и Забайкальском крае морозы достигали –49°С. На юге региона и в Забайкальском крае в феврале не выпало и половины нормы суммы осадков, а местами они полностью отсутствовали. Сформировавшиеся неблагоприятные метеорологические условия в холодный период года, сопровождавшиеся мощными приземными инверсиями, застоями воздуха и туманами, привели к накоплению загрязняющих веществ у поверхности земли и, в первую очередь, бенз(а)пирена. В этих районах можно выделить города, в которых концентрации бенз(а)пирена значительно превышали 10 ПДК на протяжении 6–7 месяцев в году. Например, в Кызыле (Республика Хакасия) в холодный период наибольшая средняя за месяц концентрация бенз(а)пирена достигала 116 ПДК.

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

Количество городов и станций в каждом из 77 субъектов Российской Федерации, где проводятся наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы, 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 приведены в таблице 3.5.

В 46 городах РФ (21% городов) уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий (ИЗА>7). В среднем по стране 12% городского населения испытывают воздействие высокого и очень высокого уровня загрязнения воздуха.

Сравнение уровней загрязнения воздуха в городах на территориях федеральных округов показывает, что около 60% (26 из 46) городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения расположены в Сибирском федеральном округе.

На территории Республики Бурятия, Кемеровской и Ростовской областей имеется по 3 города с высоким и очень высоким уровнем загрязнения, в Красноярском крае — 5 таких городов, в Иркутской области — 10. В 10 субъектах РФ уровень загрязнения воздуха высокий и очень высокий во всех городах, где проводятся наблюдения.

В 20 субъектах РФ 12% и более городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения воздуха, в Астраханской и Новосибирской областях, Республике Бурятия и Таймырском АО — более 75% городского населения.

В 56 субъектах РФ высокий и очень высокий уровень загрязнения воздуха городов не отмечен.

В 143 городах РФ средняя за год концентрация одного или нескольких веществ превышает ПДК (Q>1 ПДК). На территориях Дальневосточного, Сибирского и Уральского федеральных округов в большинстве городов концентрации загрязняющих веществ превышают ПДК. В Республике Крым и Оренбургской области имеется по 4 таких города, в Московской, Сахалинской и Свердловской областях (и Екатеринбург) — 5 городов, в Красноярском крае — 6, в Ростовской области — 9, в Иркутской области — 15.

В городах 19 субъектов Российской Федерации максимальная концентрация какого-либо вещества превышала 10 ПДК (СИ>10). В республиках Бурятия и Хакасия, в Алтайском и Забайкальском краях, Кемеровской и Новосибирской областях имеется по 2 таких города, в Красноярском крае — 5, в Иркутской области — 9 городов.

Таблица 3.5. Характеристики уровня загрязнения воздуха на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации в 2018 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 >20	с В и ОВ уровнем ЗВ
Центральный федеральный округ							
г. Москва	1	18	0	1	0	0	0
Белгородская обл.	3	8	0	1	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	66
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	1	1	1	0	59
Липецкая обл.	1	6	0	0	0	0	0
Московская обл.	10	20	0	5	0	0	0
Орловская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Рязанская обл.	1	4	0	0	1	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	1	0	0	0
Тульская обл.	3	10	0	3	0	0	0
Ярославская обл.	3	8	0	1	0	0	0
Всего по округу	35	115	2	20	2	1	5
Северо-Западный федеральный округ							
г. Санкт-Петербург	1	20	0	1	0	0	0
Карелия респ.	3	3	0	0	0	0	0
Коми респ.	4	8	0	1	0	0	0
Архангельская обл.	4	8	0	0	1	0	0
Вологодская обл.	2	6	0	0	0	0	0
Калининградская обл.	1	5	0	1	0	0	0
Ленинградская обл.	9	10	0	0	0	0	0
Мурманская обл.	9	20	0	2	0	0	0
Новгородская обл.	3	5	0	0	0	0	0
Псковская обл.	2	2	0	1	0	0	0
Ненецкий авт. округ	-	-	-	-	-	-	-
Всего по округу	38	87	0	6	1	0	0

Субъект РФ	Количество						Население (%)
	городов	станций	городов, в которых				в городах
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА>7	Q > ПДК	СИ >10	НП >20	с В и ОВ уровнем ЗВ
Южный федеральный округ							
г. Севастополь	1	1	0	0	0	0	0
Адыгея респ.	-	-	-	-	-	-	-
Калмыкия респ.	-	-	-	-	-	-	-
Крым респ.	5	11	0	4	0	0	0
Астраханская обл.	7	12	1	1	0	0	78
Волгоградская обл.	3	6	0	1	0	0	0
Ростовская обл.	11	20	3	9	0	5	49
Краснодарский край	3	8	0	2	0	0	0
Всего по округу	30	58	4	17	0	5	19
Северо-Кавказский федеральный округ							
Дагестан респ.	1	3	1	1	0	1	43
Ингушетия респ.	-	-	-	-	-	-	-
Кабардино-Балкарская респ.	-	-	-	-	-	-	-
Карачаево-Черкесская респ.	1	1	0	0	0	0	0
Респ. Северная Осетия - Алания	1	2	1	1	0	0	68
Чеченская респ.	-	-	-	-	-	-	-
Ставропольский край	5	9	0	1	0	0	0
Всего по округу	8	15	2	3	0	1	19
Уральский федеральный округ							
Курганская обл.	1	5	0	1	0	0	0
Свердловская обл.	5	18	0	5	0	1	0
Тюменская обл.	2	8	0	2	0	0	0
Челябинская обл.	3	16	2	3	1	0	20
Ханты-Мансийский авт. округ — Югра	7	8	0	3	0	0	0
Ямало-Ненецкий авт. округ	1	1	0	0	0	0	0
Всего по округу	19	56	2	14	1	1	6
Приволжский федеральный округ							
Башкортостан респ.	5	20	0	3	0	2	0
Марий Эл респ.	-	-	-	-	-	-	-
Мордовия респ.	1	4	0	1	0	0	0
Татарстан респ.	3	18	0	3	1	0	0
Удмуртская респ.	1	6	0	1	0	0	0
Чувашская респ.	2	4	0	1	0	0	0
Пермский край	4	14	0	3	0	0	0
Кировская обл.	2	6	0	0	0	0	0
Нижегородская обл.	5	17	0	0	0	0	0
Оренбургская обл.	5	13	0	4	1	0	0
Пензенская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Самарская обл.	9	32	0	3	1	0	0
Саратовская обл.	2	9	0	2	0	0	0
Ульяновская обл.	3	6	0	3	0	0	0
Всего по округу	43	153	0	25	3	2	0
Сибирский федеральный округ							
Алтай респ.	-	-	-	-	-	-	-
Тыва респ.	1	3	1	1	1	0	68
Хакасия респ.	3	4	2	3	2	0	69
Алтайский край	2	8	2	2	2	0	63
Красноярский край	6	18	5	6	5	0	61
Таймырский АО (в сост. Красноярского края)	1	2	1	1	0	0	99
Иркутская обл.	18	38	10	15	9	0	71
Кемеровская обл.	3	18	3	3	2	0	56
Новосибирская обл.	3	13	2	3	2	0	75
Омская обл.	1	8	0	0	0	0	0
Томская обл.	1	7	0	0	0	0	0
Всего по округу	39	119	26	34	23	0	55
Дальневосточный федеральный округ							
Бурятия респ.	3	6	3	3	2	0	81
Саха респ. (Якутия)	4	7	0	2	0	0	0
Забайкальский край	3	7	2	2	2	0	49
Камчатский край	2	6	0	1	0	0	0
Приморский край	5	10	1	3	1	0	11
Хабаровский край	4	10	1	3	1	0	1
Амурская обл.	3	3	1	3	1	0	41
Магаданская обл.	1	3	0	0	0	0	0

Субъект РФ	Количество						Население (%)
	городов	станций	городов, в которых				в городах
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА>7	Q > ПДК	СИ >10	НП >20	с В и ОВ уровнем ЗВ
Сахалинская обл.	6	9	1	5	0	4	49
Еврейская авт. обл.	1	1	1	1	0	0	65
Чукотский авт. округ	2	2	0	1	0	0	0
Всего по округу	34	64	10	24	7	4	25
Всего по РФ	246	667	46	143	37	14	12

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.

3.2. Загрязнение почвенного покрова

3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения

В 2010-2018 гг. наблюдения за уровнем загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) - тяжёлыми металлами (ТМ), фтором, нефтью и нефтепродуктами (НП), сульфатами, нитратами, бенз(а)пиреном (БП) и другими - проводились на территориях Республики Башкортостан, Республики Марий Эл, Республики Мордовия, Республики Северная Осетия-Алания, Республики Татарстан, Удмуртской Республики, Чувашской Республики, Краснодарского края, Приморского края, Иркутской, Кемеровской, Кировской, Московской, Нижегородской, Новосибирской, Омской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Свердловской, Томской и Ульяновской областей. Для каждой территории определён свой перечень ТПП, измеряемых в почве. В 2018 году наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились в районе 37 населённых пунктов. Для определения в почвах содержания массовых долей ТМ, мышьяка, НП, фтора, сульфатов, БП, полихлорбифенилов (ПХБ) и нитратов было обследовано 36, 3, 17, 8, 9, 3, 1 и 10 населённых пунктов соответственно.

Загрязнение почв металлами и мышьяком

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.

Высокая неоднородность (пятнистость) загрязнения почв ТМ вблизи источников промышленных выбросов, медленный процесс самоочищения, консервативность почв и другие факторы в большинстве случаев позволяют лишь с определенной степенью вероятности утверждать об изменениях содержания массовых долей ТМ в почвах за пятилетний или даже за более продолжительный период наблюдений. В целом почвы территорий промышленных центров и районов, к ним прилегающих, загрязнены ТМ, которые могут накапливаться при постоянном техногенном воздействии загрязняющих веществ, поступающих из атмосферы и другими путями.

В 2018 г. в почвах измерялись массовые доли алюминия, железа, кадмия, кобальта, магния, марганца, меди, мышьяка, никеля, свинца, ртути, олова, 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, предприятия по производству стройматериалов, строительной промышленности.

Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом ТМ проводится по показателям загрязнения Zф (с учётом фонов) и/или Zк (с учётом кларков), являющимися индикаторами неблагоприятного воздействия на здоровье человека. Динамика усреднённых за несколько лет приоритетных показателей загрязнения почв (Zф, Zк) вокруг предприятий различных отраслей промышленности представлена на рис. 3.21.

Согласно показателю загрязнения Zф, к опасной категории загрязнения почв ТМ относится 1,7% обследованных за последние девять лет (2010-2018 гг.) 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% населенных пунктов.

Почвы 90,5% населённых пунктов (в среднем) по показателю загрязнения Zф относятся к допустимой категории загрязнения ТМ, хотя отдельные участки почв 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.

Результаты наблюдений с 2010 по 2018 гг. показали, что к опасной категории загрязнения почв металлами (приоритетные ТМ указаны в скобках), согласно Zф ($32 \leq Zф < 128$), относятся почвы УМН-1 г. Свирск (свинец, медь, цинк, кадмий) Иркутской области; почвы однокилометровой зоны от ОАО «СУМЗ» в г. Ревда (медь, свинец, кадмий, цинк), почвы городов Кировград (цинк, свинец, медь, кадмий) и Реж (никель, кадмий, хром, кобальт) Свердловской области. Перечень населённых пунктов с умеренно опасной категорией загрязнения почв ТМ представлен в табл. 3.6.

Рис. 3.21. Динамика усреднённых за несколько лет приоритетных показателей загрязнения почв комплексом ТМ ($Z_ф$, $Z_к$) вокруг предприятий черной металлургии (1), цветной металлургии (2), машиностроения и металлообработки (3), топливной и энергетической промышленности (4), химической и нефтехимической промышленности (5), строительной промышленности и производства стройматериалов (6)

Таблица 3.6. Перечень населённых пунктов РФ с умеренно опасной и опасной категорией загрязнения почв металлами (2010 по 2018 гг.)

Республика, край, область, населённый пункт	Год наблюдений	Зона обследования радиусом, км, вокруг источника	Приоритетные техногенные металлы
Опасная категория загрязнения почв 32≤ Zф<128			
Иркутская область г. Свирск	2016	УМН-1; 0,5*	Свинец, медь, цинк, кадмий
Свердловская область г. Кировград	2013 2018	От 0 до 5	Свинец, медь, цинк, кадмий
г. Ревда	2014	От 0 до 1*	Медь, свинец, кадмий, цинк
г. Реж	2013 2018	От 0 до 5	Никель, кадмий, хром, кобальт, цинк
Умеренно опасная категория загрязнения, 16≤ Zф<32 и 13≤ Zф≤ 15 при Zк≥20			
Иркутская область г. Свирск	2014	Территория города*	Свинец, кобальт, кадмий
	2016	УМН-1*, 5	Свинец, медь, кадмий
г. Слюдянка	2013	Территория города	Никель, кобальт, свинец
г. Черемхово	2014	Территория города	Свинец, медь, цинк
Кировская область г. Кирово-Чепецк	2018	От 0,5 до 3	Свинец, кадмий
Нижегородская область г. Дзержинск	2011, 2013	Территория городского округа	Свинец, цинк
г. Нижний Новгород	2014	Заречная часть	Цинк, медь, железо
Оренбургская область			
г. Орск	2016	Территория города	Медь, свинец, кадмий
Приморский край г. Дальнегорск	2016	От 0 до 20 от города*	Цинк, свинец, кадмий
с. Рудная Пристань	2016	От 0 до 1 от села*	Свинец, кадмий, цинк
п. 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. Кумертау	2018	От 0 до 5	Медь, кадмий, цинк, свинец, никель
г. Учалы	2011	От 0 до 1	Цинк, медь, кадмий, свинец
Республика Северная Осетия-Алания г Владикавказ	2015	От 0,2 до 2*	Свинец, кадмий, цинк, ртуть, медь
Свердловская область г. Асбест	2014	Территория города	Никель, хром, кадмий
г. Верхняя Пышма	2017	От 0 до 1*	Медь, никель, свинец
г. Ревда	2014 2016	0 до 5 * УМН*	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 Zк почвы относятся к опасной категории загрязнения*

Динамика изменений показателей загрязнения почв Zф и Zк комплексом ТМ в период 1993-2018 гг. по результатам обследований населенных пунктов Свердловской области (г. Кировград, г. Реж), почвы которых относятся к опасной категории загрязнения, представлена на рис. 3.22. В г. Кировград с 2008 по 2018 гг. наблюдается снижение индекса загрязнения почв Zф в 1,7 раза по сравнению с уровнем загрязнения 2003 г. (рис. 3.22 а). Данные обследования почв г. Реж на содержание ТМ в 1990-2018 гг. не позволяют выявить какую-либо тенденцию изменений, поскольку за период наблюдения 1993-2018 гг. значение индекса загрязнения почв Zф варьирует в диапазоне от 24 до 69. Однако следует отметить, что значение Zф в 1998-2018 гг. увеличилось более чем в 2 раза по сравнению с 1993 г., в котором загрязнение почв г. Реж можно было отнести к умеренно опасной категории.

Рис. 3.22. Динамика изменений показателей загрязнения почв Zф и Zк комплексом тяжелых металлов г. Кировград (а) и г. Реж (б) в 1993-2018 гг.

В основном, с 2010 г. явного увеличения общего содержания ТМ в обследованных в 2018 г. почвах городов и их окрестностей не наблюдается (табл. 3.7).

Показатель загрязнения почв Zф 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 содержания 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.

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 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 2014 по 2018 гг. выявлено загрязнение почв кадмием - в городах Белебей (к 4,5 и 16 ОДК) и Давлеканово (к 8 и 51 ОДК) Республики Башкортостан, Владикавказ (в 94 и 324 ОДК), Кировград Свердловской области ((к 4 и 9 ОДК, п 10 и 28 Ф), Ревда (однокилометровая зона вокруг источника к 8 и 12 ОДК, п 5 и 11 Ф), Ревда (ПМН к 6 и 10 ОДК, п 8 и 18 Ф), Реж (к 7 и 49 ОДК, п 24 и 135 Ф), Кумертау (к 11 и 108 Ф); марганцем - в г. Нижний Тагил (п 3 и 6 ПДК); медью - в городах Верхняя Пышма (однокилометровая зона вокруг источника к 3 и 8 ОДК, п 32 и 109 ПДК), и территория города (п 24 и 115 ПДК), Владикавказ (в 7 и 33 ОДК),в пгт. Кавалерово Приморского края (вод 17 и 64 Ф), в городах Кировград (к 7 и 24 ОДК, п 61 и 287 ПДК), Невьянск Свердловской области (п 3 и 7 ПДК), Первоуральск (п 14 и 55 ПДК), Полевской (пятикилометровая зона вокруг ОАО «СТЗ» п 3 и 11 ПДК), Ревда (к 3 и 34 ОДК, п 19 и 100 ПДК), Ревда (ПМН к 14 и 28 ОДК, п 105 и 245 ПДК); никелем - в городах Асбест (к 6 и 34 ОДК, п 3 и 13 ПДК), Верхняя Пышма (п 3 и 8 ПДК), Владикавказ (в 3 и 4 ОДК), Полевской (пятикилометровая зона вокруг ОАО «СТЗ» п 3 и 11 ПДК), Реж (к 10 и 51 ОДК, п 9 и 38 ПДК); свинцом - в городах Берёзовский Свердловской области (к 3 и 20 ПДК, п 7 и 30 ПДК), Верхняя Пышма (п 4 и 17 ПДК), Владикавказ (в 64 и 294 ПДК), Дальнегорск (30-километровая зона к 7 и 52 ПДК, п 7 и 20 ПДК), Зима Иркутской области (к 3 и 6 ПДК), Иркутск (пятикилометровая зона вокруг города к 5 и 9 ПДК), Каменск-Уральский (п 4 и 10 ПДК), Кировград (к 11 Ф, п 18 и 65 ПДК), Ижевск (п 9 и 46 Ф), Невьянск (п 4 и 6 ПДК), Первоуральск (к 4 и 16 ПДК), Ревда (к 4 и 27 ПДК, п 3,5 и 21 ПДК), Ревда (ПМН к 8 и 18 ПДК, п 10 и 21 ПДК), Саянск Иркутской области (к 3 и 6 ПДК), Свирск (к 9 и 63 ПДК), Свирск (УМН-1 к 36 и 46 ПДК, УМН-3 к 11 и 18 ПДК), с. Рудная Пристань (к 23 и 80 ПДК, п 155 и 254 ПДК); в п. Хрустальный Приморского края (к 4 и 6 ПДК); цинком - в городах Верхняя Пышма (однокилометровая зона вокруг источника п 3 и 7 ПДК), Владикавказ (в 27 и 40 ОДК), Дальнегорск (к 3 и 7 ОДК, п 3 и 6 ПДК), Кировград (к 6 и 20 ОДК, п 19 и 88 ПДК), Невьянск (п 3 и 5 ПДК), Ревда (однокилометровая зона вокруг источника к 7 и 8 ОДК, п 12 и 14 ПДК), Ревда (ПМН к 3 и 7 ОДК, п 6 и 12 ПДК), Бор Нижегородской области (п 11 и 16 Ф), Ижевск (п 10 и 21 Ф), в п. Хрустальный (к 3 и 6 ОДК) в пгт. Кавалерово (п 6 и 26 ПДК, вод 23 и 62 Ф).

В 2018 г. наблюдения за загрязнением почв мышьяком проводились в г. Сызрань Самарской области, в городах Новосибирске и Томске, а также в населенных пунктах Новосибирской области. Среднее и максимальное содержание токсиканта на обследованной территории г. Сызрань составило 0,7 и 1,4 ОДК соответственно, в г. Новосибирске - 1 и 3,8 ОДК. Ряд городов и поселков Новосибирской области загрязнены мышьяком (1,1-3,1 ПДК). В г. Томске содержание мышьяка в почвах находится в пределах нормы.

Таблица 3.7. Динамика средних значений массовых долей металлов, мг/кг, в почвах территорий или пунктов многолетних наблюдений отдельных городов

Наименование города, субъекта РФ	Год наблюдений	Измеряемая форма	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Cd
Партизанск, Приморский край зона радиусом от 0 до 5 км от города	1994	в	24	833	12,8	89	19	0,2
	2002	в	27,2	709,0	22,7	83,2	16,7	0,3
	2011	в	14,9	561,7	10,3	60	10,8	<0,3
	2018	в	18	1052,5	11,8	84,4	16,2	0,18
Полевской, Свердловская обл.	1998	к	42	1145	134	168	107	1,7
	2003	к	49	1978	187	250	106	1,8
	2008	к	46	1289	165	277	106	1,4
	2013	к	39	1149	180	159	93	1,3
	2018	к	43	1474	162	195	151	1,8
	1998	п	9,3	258	11	46	6,8	0,5
	2003	п	26	695	27	81	11	1,2
	2008	п	11	294	10	64	6	0,6
	2013	п	6,6	126	7,7	20	6,8	0,8
	2018	п	7,5	258	11	40	7,5	0,6
Кумертау, Республика Башкортостан	2010	к	29	584	154	86	28	0,7
	2018	к	17	-	107	85	43	1,1
Набережные Челны Республика Татарстан ПМН	2009	к	37	290	22	66	41	0,34
	2010	к	25	-	48	63	17	0,74
	2011	к	10	-	45	61	23	0,57
	2012	к	16	-	58	83	70	0,64
	2013	к	30	420	46	67	32	0,59
	2014	к	24	425	48	77	41	0,61
	2015	к	15	511	42	70	31	1,1

	2016	к	16	481	56	80	27	1,15
	2017	к	17	403	40	61	32	1,06
	2018	к	17,2	348	37,4	67,4	30	1,02
Братск, Иркутская область	2008	в	4,3	538,7	55,9	74,4	13,6	-
	2018	к	17,52	458,45	4,59	78,61	44,31	1,21
Самара, Самарская обл. ПМН (5 км от ЗАО «Алкоа СМЗ»)	2007	к	43	130	33	180	33	0,5
	2018	к	13,3	305	24,2	56	17,2	0,2
Дзержинск, Нижегородская обл.	2003	в	27	180	10	160	13	-
	2005	в	76	670	7	350	17	-
	2013	в	45	162	<14	133	17	<4
	2018	в	<16	283	<20	47	17	<0,5
Кирово-Чепецк, Кировская область	1994	в	13	270	24	38	29	-
	2008	в	59	503	58	569	<40	-
	2018	в	14	697	38	50	26	1,4

Загрязнение почв фтором

Наблюдения за загрязнением почв водорастворимыми формами фтора в 2018 г. проводились в Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Самарской и Томской областях, за загрязнением атмосферных выпадений фтористыми соединениями - в Иркутской области.

Загрязнение почв водорастворимыми соединениями фтора на уровне 2 ПДК выявлено только в почвах ПМН г. Новокузнецк. Среднее содержание фторидов в почвах обследованной территории в районе г. Братска соответствовало 1,6 ПДК.

За последние пять лет (2014-2018 гг.) зафиксировано загрязнение водорастворимыми формами фтора выше 1 ПДК отдельных участков почв в районе и/или на территории городов Новокузнецк, Братск, Свирск и п. Листвянка Иркутской области. Тенденция к накоплению водорастворимых соединений фтора в почвах не выявлена.

В 2018 г. в Иркутской области в зоне влияния выбросов ПАО «РУСАЛ Братск» и его филиала продолжились наблюдения за атмосферными выпадениями фтористых соединений в городах Братск, Иркутск, Шелехов и п. Листвянка. Среднегодовое значение плотности выпадений фторидов (0,62 кг/км^2·месяц), зарегистрированное в районе п. Листвянка, принято за фоновое. Средняя плотность выпадений фторидов в городах Братск, Иркутск и Шелехов составила соответственно 85,9 Ф, 9,3 Ф и 92,9 Ф, максимальная 227 Ф (в декабре), 23,7 Ф (в июле) и 175 Ф (в ноябре). Максимальное среднегодовое значение плотности выпадений фтористых соединений в районе расположения ПАО «РУСАЛ Братск» отмечено в п. Чекановский (среднее значение 118 Ф, максимальное - 227 Ф).

В г. Братске и его окрестностях в 2018 г. продолжены наблюдения за загрязнением снежного покрова соединениями фтора. Результаты обследования снежного покрова в районе п. Чекановский (3,5 км от ПАО «РУСАЛ Братск») за 2015-2018 гг. представлены на рис. 3.23.

Рис. 3.23. Динамика среднегодовых значений плотности атмосферных выпадений соединений фтора (Р, кг/км^2·мес) по данным анализа снежного покрова в п. Чекановский (3,5 км от ПАО «РУСАЛ Братск»)

По данным анализа снежного покрова за пятилетний период (2014–2018 гг.) в районе г. Братска наблюдаются значительные колебания плотности атмосферных выпадений соединений фтора, как в фоновом районе, так и на пробных площадках в зоне влияния выбросов ПАО «РУСАЛ Братск».

Загрязнение почв нефтепродуктами и бенз(а)пиреном

В 2018 г. наблюдения за массовой долей нефтепродуктов (НП) в почвах проводились на территориях Западной Сибири, Республики Татарстан, Иркутской, Нижегородской и Самарской областей. Почвы обследовались как вблизи наиболее вероятных мест импактного загрязнения (вблизи объектов добычи, транспортировки, переработки и распределения НП), так и в районах населённых пунктов и за их пределами.

Наблюдения за загрязнением почв бенз(а)пиреном (БП) в 2018 г. осуществлялись в районе г. Находка и г. Партизанска Приморского края, на территории г. Сызрань Самарской области.

В результате обследования было выявлено превышение допустимых гигиенических нормативов содержания БП в 2-х пробах почв г. Находка (2 и 6 ПДК), в 3-х пробах почв г. Партизанска (2,6, 3,5 и 46 ПДК). Средняя и максимальная концентрация БП в почвах г. Сызрань составили 0,9 и 2 ПДК соответственно, ПХБ – 0,5 и 1,4 ОДК.

По результатам наблюдений 2018 г. загрязнение почв НП (средняя массовая доля НП выше 500 мг/кг) было выявлено в г. Казань Республики Татарстан (721 и 1864 мг/кг или 11 и 30 Ф, Ф 63 мг/кг), в Октябрьском административном округе г. Омска (1744,4 мг/кг или 44 Ф, Ф 40 мг/кг).

В 2018 г. продолжились наблюдения за загрязнением почв НП в районе Жилкинской нефтебазы г. Иркутска. По сравнению с результатами предыдущих обследований, проведенных в 2012 и 2015 гг., в почвах зоны, прилегающей к территории нефтебазы, и береговой зоны р. Ангары наблюдаются значительные снижения концентрации НП (в 2 и 6 раз соответственно). Динамика изменения содержания НП в почвах в районе Жилкинской нефтебазы г. Иркутска приведена на рис. 3.24.

Рис. 3.24. Динамика изменения содержания нефтепродуктов (Ср, мг/кг) в почвах за пределами Жилкинской нефтебазы г. Иркутска и береговой зоны р. Ангары

Загрязнение почв нитратами и сульфатами

В результате обследования почв на территориях Западной Сибири, Самарской и Свердловской областей был выявлен только один случай превышения ПДК нитратов в почве в г. Новосибирске (2 ПДК). В целом наблюдается тенденция к снижению содержания нитратов в почвах или сохранению их на уровне содержания за последние пять лет.

Мониторинг загрязнения почв сульфатами осуществлялся на территориях Приморского края, Иркутской и Самарской областей. В г. Партизанск было зарегистировано содержание сульфатов в почве в одной пробе на уровне 1 ПДК, в г. Находка содержание обменных сульфатов ниже ПДК по всей территории обследования. На отдельных участках почв в г. Сызрань было выявлено содержание сульфатов в пределах 1-2 ПДК, в одной пробе почвы ПМН, отобранной в Волжском районе Самарской области (НПП «Самарская Лука») - 2 ПДК, в 2-х пробах в районе АГМС «АГЛОС» - 1 и 3 ПДК. Среднее содержание обменных сульфатов в почвах обследованной территории в районе г. Братска соответствовало 1,2 ПДК, г. Усть-Илимска - 1,6 ПДК. В фоновом районе Иркутской области отмечалось повышенное содержание сульфатов в почвах, что свидетельствует о наметившейся тенденции к их накоплению.

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 2018 г. среди применяемых средств защиты растений по-прежнему лидируют гербициды, в первую очередь, на основе глифосата, 2,4-Д, МЦПА.

В 2018 г. были выборочно обследованы почвы различного типа на территории 38 субъектов Российской Федерации, общая обследованная площадь составила 31,5 тыс. га. Обследовались сельскохозяйственные угодья, отдельные лесные массивы, зоны отдыха на территории 119 районов, в 166 хозяйствах. На территории 8 субъектов Российской Федерации были обследованы почвы вокруг 8 складов и мест захоронения пестицидов, непригодных или запрещенных к применению.

В 2018 г. участки, почва которых загрязнена пестицидами выше установленных гигиенических нормативов, были обнаружены на территории 8 субъектов Российской Федерации (в 2017 г. - на территории 10 субъектов). В четырех из них, а именно в Курской, Оренбургской, Пензенской, Самарской областях, отмечалось загрязнение по 2 и более видам пестицидов. При сравнении данных наблюдений за предыдущие годы отмечается уменьшение как количества субъектов с загрязненными территориями, так и видов пестицидов, вносящих вклад в загрязнение (табл. 3.8).

Таблица 3.8. Количество субъектов Российской Федерации, на территориях которых выявлены загрязненные пестицидами участки

Год	Всего обследовано	Выявлено загрязнение		Количество пестицидов, превышающих нормативы содержания
		Количество субъектов	Доля от обследованных, %	
2014	36	9	25%	7
2015	33	9	27%	8
2016	38	14	37%	7
2017	39	11	28%	7
2018	38	8	21%	4

Наиболее распространено загрязнение пестицидом ДДТ, общая площадь которого составила весной 194 га и осенью - 90 га (по 1,4% и 0,6% от всей обследованной площади соответственно). Стоит отметить, что максимальное содержание хлорорганических пестицидов, так же, как и в предыдущие годы, наблюдалось на территориях садов и зон отдыха, почва которых не подвергается механической обработке (табл. 3.9).

Таблица 3.9. Соотношение территорий, загрязненных стойкими хлорорганическими пестицидами, в 2016-2018 гг.

	ДДТ				ГХЦГ				ГХБ			
	Загрязнено, га		Доля от обследованной, %		Загрязнено, га		Доля от обследованной, %		Загрязнено, га		Доля от обследованной, %	
	Весна	Осень	Весна	Осень	Весна	Осень	Весна	Осень	Весна	Осень	Весна	Осень
2016	1083	487	7,9	3,2	218	28	1,6	0,2	52,1	84,2	0,7	1,2
2017	543	399	3,8	2,5	172	63	1,4	0,4	42,3	63,4	0,6	0,8
2018	194	90	1,4	0,6	0	0	0	0	0	20	0	0,3

В 2018 г. выявлены единичные участки, загрязненные 2,4-Д, ТХАН, ГХБ (рис. 3.25). Превышений нормативов содержания в почве таких пестицидов как ГХЦГ, метафос, симазин, прометрин, трифлуралин, далапон, фозалон, пиклорам не было зарегистрировано.

Рис. 3.25. Доля площади, загрязненной различными пестицидами

На рис. 3.26 представлено максимальное содержание в почвах ДДТ, 2,4-Д и ТХАН, зарегистрированное в почвах субъектов РФ в 2016-2018 гг.

Центральный федеральный округ. В 2018 г. на территории ЦФО были обследованы почвы Белгородской, Брянской, Владимирской, Воронежской, Костромской, Курской, Липецкой, Московской, Рязанской, Тамбовской, Тульской и Ярославской областей общей площадью 4122 га. В почвах определялось содержание хлорорганических инсектицидов, 2,4-Д, триазиновых гербицидов и трифлуралина.

В 2018 г. на территории ЦФО 4,2% обследованных почв были загрязнены суммарным ДДТ (в 2017 г. - 8,3 %), максимальное содержание которого составило 2,2 ПДК в яблоневых садах Курской области. Среднее содержание ДДТ в почве регионов весной и осенью находилось в диапазоне от 0,002 мг/кг (Владимирская область) до 0,119 (Курская область).

Наличие широко применяемого гербицида 2,4-Д определялось в почвах, отобранных на территории Воронежской, Курской, Липецкой и Тамбовской областей (всего по 486 га за сезон). Остаточные количества 2,4-Д, превышающие допустимое содержание, были зарегистрированы осенью под бобовыми в Липецкой области (максимальное - 3,2 ПДК) и под корнеплодами в Курской области (максимальное - 1,4 ПДК). Превышение норматива зафиксировано в 14% обследованной осенью площади.

Загрязнения почв другими определяемыми пестицидами на обследованной в 2018 г. территории выявлено не было. Содержание суммарного ГХЦГ в почвах не превышало 0,15 ПДК, что соответствует значениям, наблюдавшимся в последние годы. Наличие остаточного количества разрешенного к применению гербицида трифлуралина наблюдалось в почвах на всех обследованных областях. При этом его содержание гербицидов не превышало установленных гигиенических нормативов, максимальные уровни соответствовали 0,45 ОДК. Триазиновые гербициды прометрин и симазин в почвах на территории ЦФО не были обнаружены.

Южный федеральный округ. В 2018 г. на территории ЮФО проводились наблюдения за загрязнением почв остаточным количеством (ОК) пестицидов в Астраханской, Волгоградской, Ростовской областях и Краснодарском крае. Всего весной и осенью было обследовано 4762 га сельскохозяйственных угодий. Так же, как и в предыдущие годы, содержание ни одного из 13 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.

Средняя концентрация суммарного ДДТ и его метаболитов на обследованной территории составила 0,002 мг/кг, максимальная - 0,05 ПДК. ГХЦГ в обследованных почвах присутствовал в следовых количествах, его среднее содержание составило 0,002 мг/кг. Остаточные количества хлорорганических пестицидов в почвах, используемых для выращивания различных культур (овощей, зерновых, бобовых и масличных), и в садах были сопоставимы.

Содержание других пестицидов в почве было низким, оно соответствовало для ТХАН - 0,02 ОДК, трифлуралина - 0,05 ОДК, 2,4-Д и метафоса - 0,05 ПДК. В целом по региону остаточное количество определяемых пестицидов сохранилось на прежнем уровне.

Северо-Кавказский федеральный округ. В 2018 г. на территории СКФО были обследованы почвы Ставропольского края и Карачаево-Черкесской Республики по 132 га весной и осенью на содержание 13 действующих веществ пестицидов. На обследованной территории, загрязненные ядохимикатами почвы, не были выявлены. Средние ОК суммарного ДДТ и ГХЦГ соответствовали 0,02 ПДК. Максимальное содержание в почве трифлуралина соответствовало 0,04 ОДК, ТХАН - 0,03 ОДК, 2,4-Д - 0,04 ПДК и метафоса - 0,05 ПДК. ОК триазиновых гербицидов и фозалона в почве не было обнаружено. Содержание определяемых пестицидов в почве в течение последних семи лет практически не изменяется.

Приволжский федеральный округ. В 2018 г. в ПФО были выборочно обследованы почвы Республики Башкортостан, Республики Марий Эл, Республики Мордовии, Удмуртской Республики, Чувашской Республики. Почвы на территории Кировской, Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областей общей площадью 7272 га обследовались на содержание 14 действующих веществ пестицидов, а также полихлорированных бифенилов (ПХБ). Также в 2018 г. было продолжено обследование почв в местах складирования и захоронения пестицидов.

На территории ПФО регулярно фиксируется загрязнение почв ДДТ и его метаболитами. В 2018 г. превышение ПДК наблюдалось в Кировской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Ульяновской областях. Максимальное содержание ДДТ - 5,0 ПДК было зарегистрировано осенью в Ульяновской области под парами. Доля выявленных загрязненных ДДТ почв на территории ПФО в 2018 г. существенно снизилась по сравнению с 2015 г. (рис. 3.27). В обследованных хозяйствах республик: Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Удмуртской, в Саратовской и Нижегородской областях ОК суммарного ДДТ в почве весной и осенью отмечалось на уровне десятых долей ПДК (максимальное содержание составило 0,8 ПДК в Нижегородской области). На территории Чувашской Республики суммарного ДДТ в почве не было обнаружено.

В республиках: Марий Эл, Мордовии, Удмуртской, Чувашской и в Нижегородской области изомеры ГХЦГ и ГХБ в почвах не были обнаружены. Однако следовые остаточные количества этих стойких хлорорганических пестицидов в почве были выявлены в Республике Башкортостан, Кировской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областях. Один участок площадью 20 га в Акбулакском районе Оренбургской области был загрязнен ГХБ до уровня 1,1 ОДК. В 2018 г. на территории ПФО превышений ПДК ГХЦГ в почве не было зарегистрировано. Максимальное содержание в почве суммы изомеров ГХЦГ не превышало 0,2 ПДК (Кильмезский район Кировской области и Базарно-Карабулакский район Саратовской области). Одновременно с обследованием почв на содержание хлорорганических пестицидов в части проб было оценено содержание в почвах полихлорированных бифенилов (ПХБ), которые включены в список стойких загрязняющих веществ Стокгольмской конвенции. ПХБ были обнаружены в почве отдельных участков сельхозугодий в Котельническом районе Кировской области (не более 0,02 мг/кг).

В 2018 г. на выборочно обследованной территории ПФО в почвах отдельных угодий было выявлено загрязнение остаточным количеством паратион-метила (метафоса), который разрешен к применению и используется в сельскохозяйственном производстве. Загрязнение почв метафосом не превышало установленных нормативов, максимальное содержание - 0,4 ПДК было зафиксировано в Самарской области.

Гербицид 2,4-Д является одним из наиболее широко применяемых средств защиты растений. Остаточные количества этого действующего вещества наблюдались в почвах сельскохозяйственных угодий в Республике Башкортостан, Нижегородской Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Ульяновской областей. Среднее содержание гербицида 2,4-Д в почвах этих областей находилось в диапазоне от 0,003 до 0,113 мг/кг. Превышение ПДК было зафиксировано на участке площадью 4,5 га под зерновыми в Ермекеевском районе Республики Башкортостан. На остальной обследованной площади (2524 га) содержание 2,4-Д в почве не превышало норматива, что свидетельствует о соблюдении регламентов применения этого гербицида на этой территории. В 2018 г. по сравнению с прошлым годом наблюдалось снижение загрязнения почв гербицидом ТХАН весной - с 55,5% до 2,1%, а осенью площадь загрязнения составила 5,7%. Максимальное содержание ТХАН 1,6 ОДК было зафиксировано в Новосергиевском районе Оренбургской области.

В 2018 г. на территории ПФО загрязнения почв гербицидами: трифлуралин, прометрин, симазин, далапон не было выявлено. Остаточные количества симазина и далапона периодически регистрируются в почве полей, несмотря на то, что в настоящее время они не входят в перечень разрешенных к использованию пестицидов. Максимальное содержание остаточного количества трифлуралина - 0,2 ПДК было зафиксировано в Пензенской и Саратовской областях, прометрина - 0,1 ПДК в Самарской области. В Республиках Мордовия и Удмуртской, в Кировской и Нижегородской областях эти гербициды в почве не были обнаружены даже в следовых количествах.

Рис. 3.26. Максимальное содержание в почвах ДДТ, 2,4-Д и ТХАН, зарегистрированное в почвах субъектов РФ в 2016-2018 гг.

Рис. 3.27. Доля загрязненных ДДТ почв на территории ПФО, выявленная при обследованиях разных лет

Уральский федеральный округ. В 2018 г. на территории Уральского федерального округа наблюдения за содержанием пестицидов в почве проводились в Курганской области в Белозерском, Куртамышском, Лебяжьевском, Половинском районах. Для расширения охвата территории наблюдениями обследуемые районы были изменены по сравнению с предыдущим годом. Весной и осенью было обследовано 2812 га сельскохозяйственных угодий, что составляет 0,2% от общей посевной площади Курганской области. Кроме того, были продолжены наблюдения за почвами в с. Хутора Лебяжьевского района на расстоянии от 10 до 200 метров от места захоронения 127 тонн пестицидов, а также были обследованы почвы в пункте многолетних наблюдений на территории детского оздоровительного лагеря им. Коли Мяготина в Белозерском районе (6 га). В почве определялось содержание ДДТ и его метаболита ДДЕ, изомеров ГХЦГ и гербицида 2,4-Д. На обследованных сельхозугодьях превышений ПДК в почве по определяемым пестицидам зафиксировано не было. Так же, как и в предыдущие годы, в почвах обследованных территорий Курганской области остаточные количества 2,4-Д не превышали гигиенического норматива, кроме почв, находящихся под зерновыми культурами полей Лебяжьевского, Куртамышского и Половинского районов. Максимальное содержание этого гербицида весной составило 0,8 ПДК, осенью - 0,30 ПДК, а средние уровни весной находились в пределах от 0,2 до 0,18 ПДК, осенью - не превышали 0,08 ПДК. Среднее содержание остаточного количества 2,4-Д составило 0,09 мг/кг и весной и осенью, максимальное содержание - 0,81 ПДК осенью и 0,3 ПДК весной. Хлорорганические пестициды на обследуемых участках обнаружены не были.

Многолетние наблюдения за динамикой содержания ДДТ в загрязненной почве на территории детского оздоровительного лагеря им. Коли Мяготина показывают, что самоочищение не подвергающейся вспашке серой лесной почвы в климатических условиях Кургана происходит медленно. После последней санкционированной обработки территории лагеря препаратом ДДТ в 1997 г. до настоящего времени содержание ДДТ в почве превышает ПДК. В 2018 году среднее содержание суммарного ДДТ в почве участка многолетних наблюдений в лесу на территории лагеря на площади в 6 га составило: весной - 0,097 мг/кг при максимальном уровне 5,7 ПДК (в 2017 г. - 12,9 ПДК), осенью - 0,090 мг/кг при максимальном уровне 3,52 ПДК (в 2017 г. - 19,1 ПДК). В почвенном профиле разреза, заложенного на загрязненном участке, наблюдалась миграция ДДТ на всю исследованную глубину - до 150 см, до глинистого водоупорного горизонта. Содержание метаболита ДДЭ превышало содержание исходного ДДТ, что свидетельствует о «старом» загрязнении.

Сибирский федеральный округ. В 2018 г. на территории СФО были обследованы почвы Алтайского края, Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областей общей площадью 10457 га на содержание 10 действующих веществ пестицидов, а также pH и содержание нитратов. Также были обследованы территории, прилегающие к 4 складам устаревших пестицидов, и территория оздоровительного лагеря «Лесная сказка» в Новосибирской области (пункт многолетних наблюдений), а также водные объекты на участках комплексных наблюдений (Новосибирское водохранилище, река Бердь).

На территории округа загрязненных территорий ни одним из пестицидов не было выявлено. Максимальные концентрации составили: ДДТ - 0,4 ПДК, ГХЦГ - 0,38 ПДК, трифлуралина - 0,6 ОДК. Пестициды 2,4-Д и ГХБ были зарегистрированы в следовых количествах (0,02 и 0,04 ПДК соответственно). Метафос и пиклорам обнаружены не были.

В Омской области почвы обследовались в пяти районах: Называевском, Саргатинском, Седельниковском, Черлакском, Щербакульском. Как и в предыдущем году, в 2018 г. произошла ротация обследуемых районов. Обследовались почвы под парами, стерней, зябью. Всего весной и осенью было обследовано 1868 га. Почвы данных территорий соответствуют гигиеническим нормативам. На обследованных участках были зарегистрированы следовые количества хлорорганических пестицидов ДДТ, ГХЦГ, а также трифлуралина, не превышающие тысячные доли, ГХБ обнаружено не было. Максимальное содержание суммы ДДТ выявлено осенью в Щербакульском районе и составило 0,07 ПДК. Среднее содержание ДДТ на обследованной территории Омской области составило 0,002 мг/кг весной и 0,003 мг/кг осенью, что соответствует уровню предыдущего года. Трефлан в обследованных почвах присутствовал в следовых количествах, среднее содержание составило 0,002 мг/кг и 0,003 мг/кг весной и осенью соответственно.

В Иркутской области для определения пестицидов были исследованы почвы на сельскохозяйственных угодьях в Балаганском, Братском, Иркутском, Кайтунском, Киренском и Тулунском районах, а также вблизи одного склада пестицидов. Помимо пестицидов, определяемых во всех субъектах, входящих в округ, дополнительно почвы исследовались на содержание 2,4-Д, метафоса и пиклорама. В 2018 г. почв, загрязненных пестицидами, выявлено не было.

В 2018 г. в Алтайском крае обследование почв проводилось осенью на территории г. Барнаула, в Заринском, Зональном, Змеиногородском, Славгородском, Поспелихинском и Рубцовском районах под зерновыми, масличными, зернобобовыми, картофелем, стерней, на площади в 391 га. Следовые количества ДДТ были выявлены во всех районах, кроме г. Барнаула. Среднее содержание данного пестицида не превышало 0,001 мг/кг, а максимальное остаточное количество было зарегистрировано в Зональном районе на участке 20 га, засеянном пшеницей, и составляло 0,02 ПДК. ГХЦГ и трифлуралин в 2018 г. обнаружены не были. Помимо ДДТ в почвах присутствовали ОК широко применяющегося гербицида 2,4-Д. Наибольшее содержание 0,02 ПДК было зафиксировано в Рубцовском, Зональном районах и в г. Барнаул на почвах, засеянных зерновыми.

В Кемеровской области были продолжены исследования почв двух хозяйств в Крапивинском и Мариинском районах на площади 118 га. В почвах присутствовали ОК как суммарного ДДТ, так и ГХЦГ. Среднее содержание ДДТ варьировало от 0,012 мг/кг до 0,015 мг/кг, а ГХЦГ - от 0,003 до 0,017 мг/кг (максимальное содержание - 0,18 ПДК и 0,38 ПДК соответственно). Содержание трифлуралина было зарегистрировано в Мариинском районе на уровне 0,01 ПДК.

В Новосибирской области были обследованы почвы в Баганском, Здвинском, Искитимском, Коченевском, Карагатском, Карасукском, Маслянинском, Новосибирском и Ордынском районах, на площади в 2066 га. Превышений содержания суммарного ДДТ в почвах Новосибирской области не было выявлено. Максимальное значение 0,68 ПДК было зарегистрировано весной под парами на площади 2,7 га на территории поселка Маслянино (Госсортучасток) Маслянинского района и 0,32 ПДК - под овсом (20,0 га) на территории ЗАО «Маяк» в Карасукском районе. В 2018 г. продолжились многолетние наблюдения на территории детского оздоровительного центра «Лесная сказка» в Искитимском районе. Содержание ДДТ не превышало ПДК, максимальное значение - 0,06 ПДК было зафиксировано осенью. При этом в 2016 г. на территории центра были зафиксированы значения до 4,3 ПДК, что свидетельствует о неравномерности загрязнения почвы, которая не подвергается механической обработке. В почвах на территории Новосибирской области были обнаружены изомеры ГХЦГ. Наибольшие количества (0,26 ПДК) отмечались осенью на территории оздоровительного центра в Искитимском районе (1 га) и под зябью на территории ЗАО «Птицефабрика» Карагатского района (0,22 ПДК). Следует отметить, что в 2017 г. максимальные значения фиксировались в этих же районах. Пробы воды зоны потенциального смыва с загрязненных участков в Искитимском районе (р. Бердь, Бердский залив Новосибирского водохранилища) не были загрязнены пестицидами. Остаточные количества трифлуралина в почвах Новосибирской области наблюдались во всех обследованных районах, кроме Коченевского. Весенний максимум был зафиксирован в Карасукском и Масляниском районах на участках общей площадью 22,7 га и соответствовал 0,6 ОДК, осенью 0,3 ОДК отмечались в Баганском и Искитимском районах. 2,4-Д в почвах не было обнаружено.

В Томской области наблюдения проводились на площади 142 га в трех хозяйствах на территории 3 районов и вблизи 1 склада пестицидов. Превышений гигиенических нормативов содержания пестицидов в почве не было зарегистрировано. Наблюдалось остаточное количество ДДТ, суммарное содержание которого находилось на уровне 0,01 ПДК лишь на одном участке площадью 20 га под пшеницей в Кожевниковском районе. Среднее содержание ГХЦГ по районам области не превышало 0,004 мг/кг (Томский район). Максимальное содержание ГХЦГ составило 0,08 ПДК. Трифлуралин обнаружен в почвах во всех районах, кроме Бокчаровского, среднее содержание по области - 0,003 мг/кг при максимальном значении - 0,45 ОДК.

Дальневосточный федеральный округ. В 2018 г на территории ДФО обследование почвы проводилось осенью на территории Приморского края в 6 районах (Уссурийский, Октябрьский, Ханкайский, Черниговский, Кировский, Лесозаводский) на землях сельхозназначения общей площадью 807 га, что составило 0,23% от общей посевной площади Приморского края (348,9 тыс. га). В почвах определялись галоидорганические пестициды - ДДТ и его метаболиты; изомеры ГХЦГ и гербицид трифлуралин.

Среднее содержание суммарного ДДТ по Приморскому краю под всеми видами культур (зернобовыми, зерновыми, корнеплодами и овощами) составило 0,016 мг/кг (0,16 ПДК), что в два раза меньше значений предыдущего года. В 2017 г. было зафиксировано превышение норматива содержания суммарного ДДТ в Ханкайском и Кировском районах, в 2018 г. максимальное значение не превышало 0,8 ПДК. Многолетние наблюдения за содержанием пестицидов в почве пункта в с. Халкидон Черниговского района показали, что содержание суммарного количества ДДТ в 2018 г. по сравнению с предыдущим годом снизилось в 3,1 раза и составило 0,25 ПДК (в 2017 г. - 0,78 ПДК); содержание суммы ГХЦГ сохранилось на прежнем уровне; остаточное количество трефлана в почвах снизилось в 5 раз и составило до 0,002 мг/кг (0,02 ОДК). В 2018 г. по содержанию суммы ДДТ, суммы ГХЦГ и трифлуралина почвы хозяйства «Путиенко» могут быть отнесены к категории чистых.

Остаточные количества ГХЦГ были обнаружены в почвах Уссурийского района, исключительно под соей (общая площадь поля 140 га) и единично в остальных районах. Опасного загрязнения не было выявлено, максимальное содержание - 0,1 ПДК. Также в обследованных почвах всех районах присутствовали остаточные количества трифлуралина, среднее содержание которого составило 0,006 мг/кг, а максимальное - 0,26 ПДК.

Состояние участков, прилегающих к местам хранения пестицидов. В 2018 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. В местах хранения и захоронения пестицидов также могут находиться препараты на основе других действующих веществ. Наибольшую опасность с точки зрения возможного распространения загрязнения представляют водорастворимые пестициды, способные мигрировать с водными потоками. К таким относятся, в том числе, ТХАН, 2,4-Д, триазиновые гербициды. Для оценки возможного распространения пестицидов от мест хранения в 2018 г. было проведено обследование вокруг 8 складов неликвидных пестицидов в 8 субъектах Российской Федерации.

В Костромской области на полях, расположенных рядом с заброшенными складами хранения удобрений и пестицидов на территории ОПХ «Минское», загрязнений почвы хлорорганическими пестицидами не было выявлено. Максимальный уровень суммарного ДДТ соответствовал 0,09 ПДК, суммарного ГХЦГ - 0,12 ПДК, трифлуралина -

0,4 ОДК. Обследование состояния почв рядом с этими складами проводилось и ранее, распространения загрязнения не было зафиксировано. Содержание определявшихся пестицидов несколько снизилось по сравнению с предыдущим годом.

В Удмуртской Республике продолжалось обследование почв в местах складирования и захоронения пестицидов в с. Дебессы Дебесского района. Результаты анализа показали, что содержание п,п`-ДДТ, п,п`-ДДЭ, альфа- и гамма-ГХЦГ, ГХБ, симазина, прометрина, 2,4-Д кислоты, и ПХБ в почве было ниже пределов обнаружения. Трифлуралин был выявлен в количестве 0,1 ОДК.

В Самарской области были обследованы почвы вокруг склада пестицидов в с. Михайло-Овсянка Пестравского района по четырем основным румбам на расстоянии 10 , 20, 30, 40 и 100 м. В почве определялись пестициды 14 наименований: ДДТ, ДДЭ, альфа-, бета- и гамма-ГХЦГ, ГХБ, метафос, 2,4-Д, далапон, прометрин, симазин, атразин, трефлан и ТХАН. Было зарегистрировано превышение норм содержания в почве ТХАН, максимальное значение было зафиксировано в 30 м к западу от источника на уровне 1,6 ОДК, среднее содержание составило 0,8 ОДК. Содержание симазина в непосредственной близости от склада превышало фитотоксический норматив в 7 раз, ПДК по транслокационному показателю превышен не был. Превышений нормативов содержания в почве других пестицидов не было выявлено, максимальное содержание далапона соответствовало 0,5 ПДК, симазина и 2,4-Д - 0,4 ПДК, ГХБ - 0,1 ОДК.

В почвах, отобранных на расстояниях 50, 100, 150, 200 и 250 м от склада пестицидов в ООО «Нива-Авангард» Саратовской области, ДДТ, ГХБ и метафос присутствовали только в следовых количествах, а ГХЦГ не был обнаружен. Водорастворимые гербициды: 2,4-Д, ТХАН, далапон, трифлуралин и прометрин были обнаружены в 250 м от склада и не превышали установленных нормативов. Максимальное содержание составило: 2,4-Д - 0,3 ПДК, далапона - 0,6 ПДК, трифлуралина и ТХАН - 0,5 ОДК. Содержание симазина было ниже гигиенического норматива, но превышало фитотоксический ПДК в 1,6–4,1 раза.

В 2011 г. в ходе проведенного Управлением Россельхознадзора по Курганской области обследования полигона захоронения пестицидов и ядохимикатов (127 тонн) в с. Хутора Лебяжьевского района Курганской области были установлены нарушения в условиях хранения запрещенных и непригодных к применению пестицидов. До настоящего момента эти нарушения не устранены. В 2018 г. весной и осенью продолжилось наблюдение за содержанием пестицидов в почве полей, расположенных на расстоянии 10-200 метров вокруг захоронения ядохимикатов в Лебяжьевском районе площадью 402 га. Данные поля используются в сельскохозяйственном производстве и в течение вегетационного периода дважды обрабатывались гербицидами на основе глифосата и этилгексилового эфира 2,4-Д. В почве было зафиксировано присутствие ОК 2,4-Д. Как и в предыдущие годы наблюдений, в 2018 г. превышений нормативов содержания этого гербицида не было выявлено. Весной среднее содержание 2,4 Д составило 0,01 ПДК, а осенью этот гербицид уже обнаружен не был. Хлорорганические пестициды ДДТ и ГХЦГ в почве не были зарегистрированы. Полученные данные свидетельствуют о достаточной изоляции места захоронения.

В осенний период была обследована территория вблизи бывшего склада хранения пестицидов в Томском районе Томской области на площади 3 га. В почве определялись хлорорганические пестициды ДДТ и его метаболит ДДЭ, изомеры ГХЦГ- альфа, бета, гамма, а также гербицид трефлан. В 2018 году ДДЭ - метаболит ДДТ и трифлуралин в почве не были обнаружены в отличие от предыдущего года, когда было зафиксировано их наличие. Максимальное содержание отсутствующего в предыдущем году ГХЦГ, составило 0,04 ПДК.

Были продолжены наблюдения за состоянием почв вблизи склада пестицидов в пос. Новостройка Кемеровской области. В почве были зарегистрированы ДДТ и ДДЭ в количестве от 0,12 до 0,34 ПДК, что выше в 2 раза, по сравнению с предыдущим годом. Для ГХЦГ максимальное значение составило 0,1 ПДК (в 2017 г. - 0,01 ПДК), а для трифлуралина - 0,05 ОДК.

В Иркутской области были обследованы участки, прилегающие к складам пестицидов возле деревни Худобок Братского района. В почвах на участках как прилегающих к месту хранения пестицидов, так и на удалении до 1 км в разных направлениях от складов, содержание ХОП и 2,4-Д не было выявлено.

В 2018 г., как и в предыдущие годы, результаты обследований свидетельствуют, что в большинстве случаев распространения загрязнения от складов пестицидов не происходит, 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 государственной наблюдательной сети за загрязнением поверхностных вод суши (по гидрохимическим показателям) в 2018 г. по наиболее характерным для каждого водного объекта показателям.

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

Поверхностные воды Северо-Запада.

Загрязнение бассейна р. Преголя, основной водной системы Калининградской области, связано с поступлением сточных вод промышленных предприятий, канализационных систем населенных пунктов и многочисленных сельскохозяйственных объектов. В 2018 г. в воде реки наблюдалось увеличение минерализации до 3729 мг/л, а содержание хлоридов и сульфатов (до 2694 и 259 мг/л соответственно). В многолетнем плане вода р. Преголя характеризуется как «загрязненная»: основными загрязняющими веществами по течению реки являются легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), нитритный азот, соединения железа, хлориды, сульфаты. Качество воды участка реки, находящегося в промышленной зоне г. Калининград, в 2018 г. незначительно ухудшилось от «загрязненной» до «грязной», содержание в воде нитритного азота достигало критического уровня (9 ПДК).

На протяжении ряда лет на гидрохимический режим р. Неман существенное влияние оказывают сточные воды предприятий, расположенных в гг. Советск и Неман. Река характеризуется повышенным содержанием в воде органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК), нитритного азота, соединений железа, концентрации которых в среднем за год не превышают 5 ПДК; вода оценивается как «загрязненная».

Общий уровень загрязненности воды трансграничных водотоков в 2018 г существенно не изменился и характеризовался водой - рукава Матросовка и р. Шешупе - «загрязненной». Основными загрязняющими веществами являются органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), нитритный азот, соединения железа, превышения ПДК которых составило 100, 100, 22-25, 75-80% соответственно.

Качество воды большинства водотоков бассейна и р. Нева сохраняется стабильным. В 2018 г. вода большинства створов характеризовалась как «загрязненная». Характерными загрязняющими веществами воды бассейна Невы являются органические вещества (по ХПК), соединения меди, цинка, железа, марганца, реже нефтепродуктов с максимальными концентрациями в диапазоне 2-11 ПДК, концентрации соединения меди составляли 10-18 ПДК, марганца - 27-31 ПДК.

Самым загрязненным притоком р. Нева на протяжении десятилетий сохраняется **р. Охта** в створе г. Санкт-Петербург, воды которой оцениваются как «грязные» (рис. 3.28). В течение 2018 г. были зарегистрированы 2 случая экстремально высокого и 3 случаев высокого загрязнения воды соединениями марганца (до 62-67 и 31-42 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

Основными источниками загрязнения водных объектов Волховского бассейна являются сточные воды многочисленных предприятий и организаций Новгородской и Ленинградской областей. Качество воды рек в многолетнем плане находилось в диапазоне от «загрязненной» до «грязной». В целом в 2018 г. в бассейне превалировали «загрязненные» воды, рр. Питьба, Кересть, Тигода, Черная сохраняются «грязными».

В течение ряда лет наблюдается загрязненность воды р. Волхов по всей длине соединениями железа, меди, марганца, органическими веществами. В 2018 г. высокий уровень загрязненности воды регистрировался в

р. Кересть соединениями марганца. Поверхностные воды на территории Новгородской области отличаются повышенным содержанием органических веществ (по ХПК), концентрации которых на протяжении многих лет в воде ниже г. Кириши достигали критического уровня (100-164 мг/л в 2013-2017 гг., 143 мг/л в 2018 г.).

Малые реки Кольского полуострова. К характерным загрязняющим веществам вод малых рек Кольского полуострова на протяжении последних десятилетий относятся соединения меди, железа, марганца, дитиофосфат крезиловый.

В 2018 г. на 15 водных объектах в Мурманской области было зарегистрировано 84 случая высокого загрязнения и 25 - экстремально высокого загрязнения. Загрязнения были связаны с высоким содержанием соединений никеля, ртути, молибдена, меди, марганца; фосфатов, дитиофосфата крезилового, аммонийного азота, органических веществ (по ХПК), легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$), растворенного в воде кислорода. Единичные случаи высокого загрязнения были отмечены сульфатами и по запаху.

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 2018 г. вода ручья Варничный характеризовалась как «экстремально грязная»; рр. Хауки-лампи-йоки, Нюдуай, Луотти-йоки, Можель, Белая, Травяная, Кумужья, Роста, Колос-йоки и оз. Большой Вудъявр - «грязная».

В течение 2013-2018 гг. вода ручья Варничный стабильно характеризуется как «экстремально грязная». В воде наблюдалось повышенное содержание легкоокисляемых (по $БПК_5$) и трудноокисляемых (по ХПК) органических веществ, азота аммонийного, азота нитритного, меди, марганца, фосфора фосфатного, нефтепродуктов.

В течение 2018 г. в воде р. Нюдуай было зарегистрировано 9 случаев экстремально высокого и 27 случаев высокого уровня загрязнения соединениями меди, никеля, ртути, сульфатами и по pH. В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом на устьевом участке наблюдалось снижение среднегодового содержания соединений никеля и меди до 27 ПДК и 62 ПДК соответственно.

В бассейне р. Печенга на протяжении многолетнего периода наиболее загрязненной сохраняется вода р. Хауки-лампи-йоки (рис. 3.29), что связано со сточными водами комбината Печенганикель АО «Кольская ГМК» и хозбытовыми стоками МУП «Городские сети МО г. Заполярный». В 2018 году в воде реки Хауки-лампи-йоки было зарегистрировано 12 случаев высокого загрязнения соединениями никеля, 2 случая высокого и 1 случай экстремально высокого загрязнения соединениями ртути, 1 случай высокого загрязнения дитиофосфатом крезиловым.

Рис. 3.29. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Хауки-лампи-йоки, г. Заполярный за многолетний период

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.

Бассейн р. Северная Двина. Многие годы 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.

С 2010 г. вода на участке р. Северная Двина у г. Красавино (Вологодская область) стабильно оценивается как «грязная» (рис. 3.30).

Рис. 3.30. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Северная Двина, г. Красавино, 3,5 км ниже города за многолетний период

В 2018 г. в среднем, нижнем течении и в устье Северной Двины (Архангельская область), вода реки стабильно характеризуется как «загрязненная».

Сточные воды предприятий целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, льяльные воды судов речного и морского флота продолжают оставаться основными источниками загрязнения рек бассейна Северной Двины, в том числе и устьевого участка реки, где в 2018 г. наблюдался незначительный рост среднегодового содержания соединений цинка до 2 ПДК.

В дельте Северной Двины (рук. Никольский, Мурманский, Корабельный, прот. Маймакса и Кузнечиха) существенных изменений в качестве воды не произошло. Воды рукавов Никольский и Мурманский, а также прот. Кузнечиха (20 км выше устья) продолжает оставаться «загрязненной». Наиболее загрязнена вода прот. Кузнечиха (4 км выше устья) и Маймакса и оценивается в течение ряда лет как «грязная».

На фоне низкой водности в марте и августе 2018 г. в прот. Кузнечиха (4 км выше устья), а также в августе в прот. Маймакса, наблюдались случаи нагонных явлений, сопровождающиеся проникновением морских вод в дельту реки, вследствие чего минерализация воды в этот период достигала концентраций 0,85-2,68 г/дм^3, хлоридов - 0,41-1,54 г/дм^3, ионов натрия - 0,16-0,60 г/дм^3 и сульфатов - 0,09-0,22 г/дм^3.

Хлорорганические пестициды, контролируемые в воде прот. Кузнечиха (3 км выше впадения р. Юрас и 4 км выше устья), обнаружены не были.

Вода р. Сухона во всех створах характеризовалась ка «грязная», что обусловлено ростом среднегодовых концентраций соединений марганца до 5-8 ПДК; нефтепродуктов до 3 ПДК; органических веществ (по ХПК) до 3-4 ПДК. Соединения железа по течению реки находились на уровне 4-5 ПДК в районе впадения р. Пельшма, 6 ПДК - в районе гг. Сокол и Великий Устюг, 9 ПДК - в районе г. Тотьма. Максимальное превышение установленного норматива в 16 раз было зарегистрировано ниже г. Тотьма.

Река Пельшма (Вологодская область) 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.

Критическими показателями загрязненности воды реки сохраняются органические вещества (по БПК$_5$ и ХПК), лигносульфонаты, соединения железа; максимальные концентрации которых достигали 23, 6, 18, 20 ПДК соответственно. Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ мало изменились и варьировали в пределах 5-10,5 ПДК. Критически низким оценивалось содержание в воде р. Пельшма растворенного кислорода (2,53 мг/л) (рис. 3.31).

Рис. 3.31. Динамика качества воды р. Пельшма, г. Сокол в многолетнем плане

В 2018 г. вода р. Вычегда в верхнем и среднем течении ниже д. Гавриловка, в районе г. Сыктывкар, у с. Малая Кужба, в нижнем течении реки в створах выше г. Коряжма и в черте г. Сольвычегодск оценивалась как «загрязненная». В створе 4,9 км ниже г. Коряжма вода оценивалась как «грязная».

Бассейн р. Волга. Поверхностные воды бассейна р. Волга испытывают антропогенную нагрузку разного масштаба и степени опасности. Загрязнение бассейна р. Волга связано с поступлением промышленных и бытовых сточных вод. Наибольшие объемы загрязненных сточных вод приходятся на долю городов Москва, Самара, Нижний Новгород, Ярославль, Саратов, Уфа, Волгоград, Балахна, Тольятти, Ульяновск, Череповец, Набережные Челны и т.д. Уровень загрязненности воды большинства водотоков бассейна р. Волга в многолетнем плане не испытывал значительных изменений.

В 2008-2018 гг. вода Верхне-Волжских водохранилищах оценивалась как «загрязненная». В 2017-2018 гг. по сравнению с предыдущим периодом 2010-2016 гг. на наиболее неблагоприятном в экологическом отношении участке Рыбинского водохранилища, находящегося под влиянием сточных вод предприятий г. Череповец (ПАО «Северсталь», АО «Апатит», МУП «Водоканал»), возрастало качество воды от «грязной» до «загрязненной». К наиболее характерным загрязняющим веществам воды р. Волга у г. Ржев и Верхне-Волжских водохранилищ относились: органические вещества (по ХПК), соединения железа и меди, в меньшей степени - соединения цинка, среднегодовые концентрации которых, не превышали 1-3 ПДК, максимальные, за исключением соединений меди, были ниже 10 ПДК. На участке р. Волга выше г. Ржев и в Иваньковском водохранилище ниже г. Тверь, где максимальные концентрации соединений меди находились на уровене ВЗ, средний уровень загрязненности воды возрастал до 8-10 ПДК. В 2018 г. на участках Иваньковского водохранилища ниже г. Тверь, в Угличском водохранилище у г. Углич и Рыбинском водохранилище ниже г. Череповец фиксировались единичные случаи загрязненности воды соединениями свинца в концентрациях, превышающих ПДК.

Качество воды Чебоксарского водохранилища на протяжении многих лет варьировало от «загрязненных» до «грязных». Наиболее часто к категории «грязные» относились воды на участках водохранилища у г. Кстово и г. Нижний Новгород, реже - ниже г. Кстово и г. Балахна. В последние четыре года вода ниже г. Нижний Новгород стабильно характеризовалась как «грязная» (рис. 3.32).

Рис. 3.32. Среднегодовые концентраций отдельных веществ и классов качества воды Чебоксарского водохранилища, 4,2 км ниже г. Нижний Новгород в 2004-2018 гг.

Характерными загрязняющими веществами водохранилища на протяжении многих лет являются: соединения меди, железа и органические вещества (по ХПК), среднегодовые концентрации которых находились в пределах 2-5, 1-2, 2 ПДК соответственно. Сточные воды Нижегородской станции аэрации повышают содержание азотсодержащих веществ в воде у правого берега водохранилища. В последние годы наблюдалось увеличение среднегодовых концентраций: аммонийного азота до 2 ПДК в 2016-2018 гг., нитритного до 3-4 ПДК в 2015-2017 гг. с последующим их снижением в 2018 г до 2 ПДК (рис. 3.32). В 2018 г. частота встречаемости аммонийного и нитритного азота в концентрациях выше ПДК в водохранилище ниже г. Нижний Новгород возросла до 50%, максимальные концентрации превышали ПДК в 4 и 9 раз соответственно. На этом участке водохранилища наблюдались значительные вариации изменения среднего уровня загрязненности воды соединениями меди от 4-6 ПДК в большую часть рассматриваемого периода до 3 и 2 ПДК в последние два года. В течение последних15-и лет содержание органических веществ (по ХПК и $БПК_5$) находились на уровне 2 и 1 ПДК соответственно; фенолы, нефтепродукты и фосфаты были ниже ПДК. Единичные случаи загрязненности воды водоема метанолом и соединениями свинца в концентрациях 1 ПДК были зафиксированы в районе г. Нижний Новгород и г. Кстово.

В многолетнем плане в Куйбышевском и Саратовском водохранилище преобладают «загрязненные» воды. В 2018 г. качество воды трех створов Куйбышевского водохранилища: выше и ниже г. Казань и в черте г. Козловка (в районе г. Зеленодольск), как и в предыдущие годы, оценивалось как «грязная». В 2018 г. качество воды на участке Саратовского водохранилища в черте г. Саратов по сравнению с предыдущими десятью годами снизилось до «грязной».

Характерными загрязняющими веществами в Куйбышевском водохранилище сохраняются органические вещества (по ХПК), соединения меди, марганца, частота случаев превышения ПДК по водоему в 2018 г. составляла 92, 89 и 57% соответственно. На территории Республики Татарстан по сравнению с остальной акваторией водоема по-прежнему регистрируются повышенные концентрации соединений меди до 8-13 ПДК, марганца до 2-10 ПДК и алюминия до 2-5 ПДК, среднегодовые значения которых соответственно составляли: 3-4, 1-2, ниже 1-2 ПДК. Наиболее часто случаи загрязненности воды аммонийным и нитритным азотом в концентрациях от 1 до 9 ПДК, в среднем около 2 ПДК, отмечались в воде водоема ниже г. Казань.

В 2018 г. по сравнению с 2008-2017 гг. число случаев загрязненности воды Саратовского водохранилища нефтепродуктами в концентрациях до 1-2 ПДК возросло от 0-2 до 38%, соединениями меди до 47%. В 2018 г. на участке ниже г. Самара наблюдалось загрязнение воды органическими веществами (по ХПК) до 1-2 ПДК и соединениями марганца до 3-6 ПДК по всей акватории водохранилища; фенолами до 4 ПДК, нефтепродуктами до 2 ПДК и соединениями меди до 3 ПДК. Случаи загрязненности воды аммонийным азотом до 2 ПДК были зафиксированы в районе г. Самара, нитритным до 1-3 ПДК - по всей акватории водохранилища. Соединения кадмия в концентрациях от 1 до 2 ПДК периодически фиксировались на отдельных участках Куйбышевского и Саратовского водохранилищ (г. Ульяновск, г. Тольятти и г. Самара).

Вода Волгоградского водохранилища и р. Волга у г. Волгоград в 2010-2018 гг. стабильно оценивалась как «загрязненная». В 2018 г. наблюдалось загрязнение воды, как водохранилища, так и реки органическими веществами (по ХПК) до 2 ПДК, соединениями меди до 3-6 ПДК, цинком до 1-2 ПДК, соединениями меди 2-3 ПДК. Концентрации нитритного азота, нефтепродуктов и фенолов в воде водных объектов периодически превышали ПДК в 2 раза.

В течение 2009-2018 гг. вода участка р. Волга ниже г. Астрахань характеризуется как «грязная». Перечень характерных загрязняющих веществ на этом участке реки расширился до 11-ти: органические вещества (по ХПК и $БПК_5$), нитритный и нитритный азот, фенолы, нефтепродукты, соединения меди, железа, цинка, марганца и молибдена. Среднегодовое содержание органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК) варьировало в пределах 1,5-2 и 1,2-2 ПДК соответственно. Всплески загрязненности воды нитритным азотом в среднем до концентраций свыше 2 ПДК были зафиксированы в 2011 и 2018 гг. Среднегодовое содержание аммонийного азота в течение многолетнего периода было ниже ПДК. Загрязненность воды нефтепродуктами варьировала в среднем от 1 ПДК в отдельные периоды (2006-2010 и 2013-2014 гг.) до 2-4 ПДК в первые два и последние четыре года многолетнего периода. Загрязненность воды соединениями меди возрастала в 2008 г. до 9 ПДК и постепенно снижалась до 5-6 и 3-4 ПДК в последующие годы. За многолетний период наблюдалось снижение содержания соединений железа в среднем до 1-1,5 ПДК, сохранение уровня загрязненности воды фенолами, соединениями цинка в пределах 1-2 ПДК, аммонийного азота ниже ПДК (рис. 3.33).

Рис. 3.33. Среднегодовые концентраций отдельных веществ и классов качества воды р. Волга, 5,5 км ниже г. Астрахань в 2004-2018 гг.

Качество воды большинства притоков Верхне-Волжских водохранилищ варьируется от «загрязненных» до «грязных». Как «грязные» характеризуются воды бассейнов рек на территории Московской области - Лама, Дубна, Сестра и Кунья; Вологодской области - Кошта, Ягорба; отдельные реки на территории Ярославской области. К характерным загрязняющим веществам воды рек Московской области относятся трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), соединения меди, железа, цинка, фенолы, реже - аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$). В 2018 г. максимальные концентрации большинства загрязняющих веществ, как правило, варьировали от 2 до 4 ПДК; соединений меди и железа в воде р. Дубна достигали 13 и 8 ПДК соответственно. В июле был зафиксирован случай высокого загрязнения воды р. Кунья ниже г. Краснозаводск нитритным азотом - 39 ПДК.

Основным источником загрязнения р. Кошта являются сточные воды предприятий г. Череповец (АО «Апатит»). Реки Кошта и Ягорба отличаются повышенной минерализацией воды с преобладанием в анионном составе сульфатных ионов в концентрациях до 386 и 596 мг/л соответственно. В 2018 г. сохранилась характерной загрязненность вод р. Кошта аммонийным и нитритным азотом до 10 и 7 ПДК соответственно, соединениями железа и алюминия до 4-5 ПДК, меди и цинка до 7-8 ПДК, марганца до 45 ПДК (выше уровня ВЗ), органическими веществами (по ХПК и $БПК_5$) до 4 ПДК, хлорорганическими пестицидами до 2 ПДК. Сохраняется высокой на уровне критических значений загрязненность воды рр. Андога, Молога трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК) до 84,0 мг/л; рр. Молога, Чагодоща, Сить, Ухра - соединениями железа до 16-27 ПДК; р. Остречина - органическими веществами (по $БПК_5$) до 6 ПДК.

В бассейне Чебоксарского водохранилища по-прежнему к «грязным» отнесены воды отдельных рек: в Республике Мордовия - рр. Инсар и Нуя; Нижегородской области - рр. Пыра, Кудьма, Пензенской - рр. Тешнярь, Сура. Реки Кудьма, Сундовик и Пьяна - правые притоки водохранилища, отличаются высокой минерализацией воды до 1125-12010 мг/л и повышенным на уровне критического содержанием в воде сульфатных ионов до 483-699 мг/л. Критический уровень загрязненности воды р. Пыра соединениями железа и марганца соответственно до 35 и 92 ПДК (в среднем 24 и 21 ПДК) обусловлен природными факторами формирования качества воды. Сохраняется низкой на уровне 1 ПДК загрязненность воды р. Пыра метанолом. Сточные воды различных предприятий являются причиной критического уровня загрязненности воды р. Инсар аммонийным азотом до 10 ПДК, рек Кудьма и Нуя - аммонийными и нитритным азотом до 9-12 ПДК. В 2018 г. в воде рек Керженец и Ветлуга возросло содержание нефтепродуктов: среднегодовое до 3 и 6 ПДК, максимальное 13 и 16 ПДК соответственно. Содержание остальных загрязняющих веществ в воде водотоков в 2018 г. было ниже 10 ПДК.

В течение 2009-2018 гг. качество вод водотоков Куйбышевского водохранилища варьировало от «загрязненных» до «грязных». Поверхностные воды бассейна р. Вятка - наиболее крупного притока водохранилища - характеризовались как «загрязненные», в отдельные годы в отдельных реках - как «грязные» (рр. Шошма, Адамка, Хлыновка). На протяжении большей части многолетнего периода на территории Республики Татарстан низким качеством воды, соответствующим категории «грязная», оценивались реки: Степной Зай, Зай, Казанка и Ульяновской области: Большой Черемшан. В последние два-три года многолетнего периода качество воды отдельных рек на территории Ульяновской области возросло до уровня «загрязненная» вода (рр. и Свияга, Гуща, Сельда). Для рек, протекающих по территории Республики Татарстан и Ульяновской области, характерна повышенная минерализация воды и высокое содержание сульфатных ионов до уровня критического (в р. Казанка до 7,5 ПДК), обусловленная природными факторами. Наиболее распространенными загрязняющими веществами воды большинства притоков были органическими веществами (по ХПК), соединениями меди, марганца; в отдельных реках - аммонийный и нитритный азот, сульфатные ионы, соединения железа. Сточные воды жилищно-коммунальных предприятий обуславливают высокий уровень загрязненности воды р. Степной Зай и р. Зай. В 2018 г. были зарегистрированы случаи высокого загрязнения: р. Степной Зай ниже г. Лениногорск в апреле аммонийным азотом (32 ПДК) и органическими веществами (по ХПК 22 ПДК); р. Зай ниже г. Бугульма в летний период 3 случая нитритного азота (11 ПДК) и в декабре 1 случай аммонийным азотом (11 ПДК). Соединения марганца, в концентрациях, превышающих 10 ПДК, были зафиксированы в воде рек Степной Зай, Зай, Гуща, Большой Иргиз.

Воды бассейна Саратовского водохранилища оцениваются как «загрязненные» и «грязные». Для большинства водотоков Саратовского водохранилища характерен сульфатно-магниевый состав воды повышенной минерализации и повышенное содержание соединений марганца, обусловленное природными условиями. Повторяемость числа случаев превышения ПДК сульфатными ионами и ионами магния в воде водотоков колеблется в пределах 40-100%. В воде рек Сок и Сургут содержание сульфатных ионов достигало критического уровня, их максимальные разовые концентрации находились в пределах 6-9 ПДК. Нижнее течение рр. Самара, Бузулук, Чапаевка, среди остальных водотоков, выделяются более высоким уровнем загрязненности воды соединениями марганца до 18-28 ПДК, в среднем 6-8 ПДК. В 2018 г. по сравнению с 2017 г. снизилась загрязненность воды р. Чапаевка ниже г. Чапаевск от «экстремально грязной» до «грязной» за счет уменьшения до уровня предыдущих лет среднегодового содержания легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) до 2,9 ПДК, нитритным и аммонийным азотом до 2 и 3 ПДК соответственно. В 2018 г. в р. Чапаевка ниже г. Чапаевск было зарегистрировано 3 случая высокого загрязнения воды хлорорганическими пестицидами (3-4 ПДК) и 6 случаев легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$) - 6-10 ПДК. Река Падовая по-прежнему характеризовалась высоким уровнем загрязненности воды легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$) и критическим уровнем содержания аммонийного и нитритного азота, в среднем 3, 8 и 6 ПДК соответственно. В сентябре-октябре 2018 г. было зарегистрировано 5 случаев ВЗ воды р. Падовая, из них 3 - аммонийным азотом (10, 21 и 26 ПДК), 1 - нитритным (12 ПДК), а также дефицит растворенного в воде кислорода (2,72 мг/л). Содержание сероводорода в воде реки в октябре 2018 г. соответствовало ЭВЗ.

Среди водных объектов бассейна **реки Волга**, наблюдаемых как по гидробиологическим, так и гидрохимическим показателям, лишь воды дельтового участка реки **5,5 км ниже г. Астрахань и Чебоксарского водохранилища** совпадают в оценке класса качества и соответствовали «слабо загрязненным» и «загрязненным». Состояние загрязненности вод Горьковского, Волгоградского и Куйбышевского водохранилищ и их притоков по гидробиологическим показателям соответствуют уровню «слабо загрязненных» вод, в то же время по гидрохимическим показателям — «загрязненным» и «грязным». Вероятно, разночтения в оценках загрязненности по гидрохимическим и гидробиологическим показателям вызваны активным перемещением водными массами подвижных гидробионтов и отложенного эффекта воздействия даже на виды-индикаторы фито- и зоопланктона. В свою очередь донные малоподвижные сообщества дают аналогичную оценку состояния экосистем и характеризуют придонный слой воды как «загрязненные».

Бассейн р. Ока. В течение многолетнего периода вода верхнего течения р. Ока (г. Орел - г. Алексин) оценивается как «загрязненная». Ниже по течению реки вода варьировала от «загрязненной» до «грязной». В 2018 г. по сравнению с 2008-2017 гг. число створов наблюдений, соответствующих категории «грязных» вод, уменьшилось; к ним относились пять створов: ниже г. Серпухов, ниже г. Коломна, выше г. Рязань, ниже г. Муром и ниже г. Дзержинск.

Характерными загрязняющими веществами воды являются органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК) и соединения меди практически для всего течения реки; фенолы - в основном в верхнем течении реки, соединения цинка - на территории Московской области; нитритный азот - в верхнем течении реки в отдельных створах, ниже по течению - в преобладающем числе створов; аммонийный азот - ниже городов Калуга, Коломна, Муром. В течение 2018 г. максимальные концентрации загрязняющих веществ: фенолов, нефтепродуктов, соединений железа, цинка, как правило, не превышали 2-5 ПДК, соединений меди у г. Коломна и Павлово достигали 11-18 ПДК. В 2018 г. на территории Московской области сохранилась загрязненность воды соединениями цинка до 3-8 ПДК, в среднем 2 ПДК. У г. Алексин и г. Коломна критического уровня достигала загрязненность воды легкоокисляемыми

органическими веществами (по $БПК_5$), максимальные концентрации находились на уровне ВЗ (5,5 ПДК). Ниже г. Коломна критической характеризовалась загрязненность воды легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$), аммонийным и нитритным азотом, составляющая в среднем 2, 3 и 12 ПДК соответственно. В 2018 г. здесь было зарегистрировано 8 случаев ВЗ воды, из них 5 - азотом нитритным (от 11 до 40 ПДК), 1 - аммонийным (12 ПДК) и 2 - органическими веществами (по $БПК_5$ - 5 и 5,5 ПДК). В 2018 г. сохранился высоким уровень загрязненности воды ниже г. Коломна нитритным азотом - 10-13 ПДК (2008-2017 гг. - 2-7 ПДК), аммонийным азотом до уровня 2004-2012 гг. - 3 ПДК. Содержание труднокисляемых органических веществ снизилось до уровня 2013-2017 гг. - 1,8 ПДК, легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) и фосфатов сохранилось на уровне 2,3 ПДК и 2 ПДК соответственно (рис. 3.34). Высокое содержания загрязняющих веществ в воде реки ниже г. Коломна обусловлено не только сбросом сточных вод жилищно-коммунального хозяйства города, но и загрязненными водами р. Москва.

Рис. 3.34. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Ока ниже г. Коломна за многолетний период

В 2018 г. на участке реки у г. Рязань сохранилась хроническая загрязненность воды нитритным азотом от 1 до 9 ПДК, средний уровень снизился в 2 раза до 3-4 ПДК. Ниже по течению реки вплоть до устья средний уровень загрязненность воды нитритным азотом не превышал 1-2 ПДК, максимальный колебался в диапазоне 7-9 ПДК. На участке реки от г. Рязань до устья превышение среднего уровня загрязненности воды аммонийным азотом отмечалось у г. Муром. Единичные случаи загрязненности воды реки соединениями свинца в концентрациях от 1 до 2 ПДК регистрировались в черте и ниже г. Павлово, а также ниже г. Дзержинск.

В притоках р. Ока преобладают «грязные» воды. Содержание легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$), нитритного и аммонийного азота, реже органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК) достигает критического уровня загрязненности воды, в основном, в притоках, протекающих по территориям Московской и Тульской областей, а также в отдельных водотоках Рязанской области.

Наиболее загрязненными притоками верхнего течения р. Ока, относящихся к категориям «грязных», являются водные объекты Тульской области: рр. Упа, Воронка, Мышега и Шатское водохранилище. В 2018 г. в них было зарегистрировано 28 случаев ВЗ воды, из них: 11 - нитритным азотом (10-24 ПДК), 15 - легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$) - 5-20 ПДК, 2 - трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК) - 12 и 20 ПДК. В 2018 г. наметилась тенденция возрастания среднего уровня загрязненности воды р. Мышега азотом нитритным до 9 ПДК, аммонийным до 3 ПДК, органическими веществами: по $БПК_5$ до 10 ПДК, по ХПК до 4 ПДК.

Сохраняется неудовлетворительным качество воды рек Нара и Лопасня - притоков Оки на территории Московской области, в которых загрязненность воды азотом аммонийным (до 25 и 15 ПДК соответственно) и нитритным (до 19 и 23 ПДК соответственно) оценивается как критическая.

Качество воды р. Москва снижалось по течению и, как правило, изменялось от «загрязненной» в верхнем течении д. Барсуки - п. Ильинское до «грязной» в черте г. Москва ниже Бабьегородской плотины и от Бесединского моста МКАД в черте г. Москва до устья. На протяжении ряда лет критическими показателями загрязненности воды как р. Москва, так и ее притоков (рр. Медвенка, Закза, Пахра, Рожая, Нерская) являются аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$). В 2018 г. на участке р. Москва от Бесединского моста МКАД до устья было зарегистрировано 122 случая высокого загрязнения воды вышеперечисленными ингредиентами. В 2011-2017 гг. по сравнению с предыдущими годами средний уровень загрязненности воды реки в

черте г. Москва ниже Бесединского моста МКАД аммонийным и нитритным азотом возрос и превысил 10 ПДК, пик загрязненности воды пришелся на 2013 г. (24 и 22 ПДК соответственно). В 2018 г. среднегодовое содержание аммонийного азота снизилось до уровня ВЗ (10 ПДК), нитритного не превышало (13 ПДК). Резко возросшее в 2017 г. среднегодовое содержание легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) до 4,4 ПДК и нефтепродуктов до 8 ПДК в 2018 г. снизилось и составило 3 и 5 ПДК. В последние годы многолетнего периода наметилось снижение среднегодового содержания в воде фенолов до 3-2 ПДК. Содержание органических веществ (по ХПК) в последние десять лет колебалось в довольно узких пределах 2,6-3,1 ПДК (рис. 3.35).

Вода притоков р. Ока: р. Верда ниже г. Скопин и р. Гусь-Хрустальный ниже г. Гусь-Хрустальный - на протяжении большего многолетнего периода оценивалась как «грязная». В 2018 г. в реках были зафиксированы случаи ВЗ воды: р. Верда - 3 нитритным азотом (11, 12 и 18 ПДК), 6 - аммонийным азотом (13-27 ПДК); р. Гусь - 2 аммонийным азотом (11 и 12 ПДК). В осенний период в реках регистрировалось по одному случаю дефицита растворенного в воде кислорода (2,50 и 2,44 мг/л).

В многолетнем плане р. Клязьма в преобладающем числе створов оценивается как «грязная». После реконструкции Щелковских очистных сооружении наметилось улучшение качества воды р. Клязьма ниже г. Щелково от уровня «экстремально грязная» до уровня «грязная» в 2016-2017 гг. По течению реки от Московской до Владимировской области средний уровень загрязненности воды снижался: нитритным азотом от 3-5 ПДК до 1 ПДК, соединениями цинка и фосфатами от 1-2 ПДК до значений ниже ПДК; возрастал: соединениями железа от 1-2 до 8-13 ПДК, меди от 2-3 до 4-9 ПДК; сохранялся неизменным: аммонийным азотом и органическими веществами (по $БПК_5$ и ХПК) в пределах 2 ПДК. В 2018 г. были зафиксированы случаи ВЗ воды: 3 - нитритным азотом ниже г. Щелково, выше и ниже г. Орехово-Зуево (10, 11 и 12 ПДК соответственно) и 1 - соединениями железа ниже г. Владимир (32 ПДК).

Наиболее загрязненными притоками не только р. Клязьма, но и бассейна р. Ока, являются р. Воймега в Московской области, качество воды которой ухудшилось от "грязной" в 2009-2012 гг. до "экстремально-грязной" в 2013-2018 гг., а также р. Ундолка во Владимирской области, характеризующейся в 2016-2017 гг. как «экстремально грязная». В 2018 г. критическими показателями загрязненности воды р. Воймега ниже г. Рошаль являлись: аммонийный и нитритный азот, органические вещества (по ХПК и $БПК_5$), соединения железа; р. Ундолка: аммонийный азот, органические вещества (по $БПК_5$), фенолы; в течение года содержание вышеперечисленных загрязняющих веществ неоднократно превышали уровень ВЗ.

Бассейн р. Кама, самого мощного притока р. Волга, отличающийся высокой водоносностью, так как полностью расположен в пределах зон избыточного увлажнения. В пределах бассейна отдельные частные водосборы отличаются наличием карстующихся и трещиноватых пород, что определяет из года в год высокие содержания в воде сульфатов и минерализации на некоторых участках рек Сылва, Ирень, Ик, Дёма, Уршак, Юрюзань, Быстрый Танып и др.

Источниками антропогенного загрязнения поверхностных вод бассейна р. Кама являются сточные воды предприятий различных отраслей промышленности и крупных муниципальных образований, загрязненный поверхностный сток с хорошо освоенных и густо заселенных водосборных площадей.

За многолетний период наблюдений в бассейне отмечалась тенденция постепенного снижения загрязненности воды водных объектов с последующей её стабилизацией. В 2018 г. количество створов, вода в которых оценивалась как «грязная», уменьшилось и составило 17% общего количества створов, при этом возросло и стало превалировать число пунктов, где вода характеризовалась как «загрязненная».

В течение последних пятнадцати лет качество поверхностных вод бассейна р. Кама определялось, главным образом, загрязненностью воды соединениями меди, железа, марганца и органическими веществами (по ХПК), повторяемость превышения ПДК которыми в целом для бассейна в 2018 г. достигала 83, 73, 58 и 71%, среднегодовые концентрации при этом превышали ПДК в 3, 3, 8 и 1,5 раза соответственно.

Рис. 3.35. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Москва, г. Москва выше Бесединского моста МКАД

В воде р. Кама и её водохранилищ в 2018 г. отмечались высокие концентрации отдельных соединений металлов: меди - на уровне 7 ПДК в районе г. Сарапул, железа - 15 ПДК в пункте р.п. Гайны, марганца - 16 ПДК в Нижнекамском водохранилище в пункте д. Андреевка. В многолетнем плане наблюдается тенденция роста загрязненности воды Нижнекамского водохранилища соединениями марганца (рис. 3.36).

Повышенное содержание соединений железа и марганца природного происхождения в большинстве водных объектов бассейна р. Кама обуславливает устойчивую загрязненность воды этими металлами.

Практически ежегодно отмечается повышенный уровень загрязненности комплексом веществ воды рек (или их участков, отдельных пунктов, створов) Косьва, Чусовая, Северушка, Иж. В 2018 г. вода этих рек характеризовалась как «грязная».

Река Косьва на участке ниже г. Губаха многие годы сохраняется загрязненной соединениями железа, среднегодовая концентрация которых в 2018 г. соответствовала уровню высокого загрязнения и составила 35 ПДК. В каждой пробе воды наблюдалось превышение ПДК соединениями марганца в среднем в 11 раз, в 67% проб фенолами до 15 ПДК. Как и в предыдущие годы качество воды р. Косьва в створе 0,3 км ниже г. Губаха в 2018 г. подвержено влиянию самоизливающихся шахтных вод закрытых шахт Кизеловского угольного бассейна.

В р. Чусовая и её притоки поступают промышленные и хозяйственно-бытовые сточные воды муниципальных образований гг. Полевской, Дегтярск, Ревда, Первоуральск, р.п. Староуткинск. На протяжении многих лет химический состав воды р. Чусовая формируется под воздействием сточных вод предприятий Первоуральско-Ревдинского промузла.

Река Чусовая, являясь крупным левобережным притоком Камского водохранилища, из года в год наиболее загрязнена на участке ниже г. Первоуральск. В 2018 г. в створах ниже города к характерным загрязняющим веществам воды р. Чусовая относились 12 ингредиентов и показателей качества воды, повторяемость превышений ПДК которыми составляла 50-100% (рис. 3.37). По сравнению с другими водными объектами, количество загрязняющих воду параметров из года в год остается неизменно высоким и способствует формированию низкого качества воды. В многолетнем плане резких колебаний степени загрязненности воды не наблюдалось: в 2018 г., как и в предыдущий период, вода р. Чусовая в створах 1,7 и 17 км ниже г. Первоуральск оценивалась как «грязная».

С 2007 г. заметно уменьшилась загрязненность воды р. Чусовая соединениями меди на участке 1,7 км ниже г. Первоуральск. С 2004 по 2007 гг. наблюдалось значительное снижение содержания в воде шестивалентного хрома с последующей его стабилизацией на уровне ниже 3-4 ПДК. Загрязненность воды р. Чусовая во всех трёх створах наблюдений соединениями марганца осталась значительной, его среднегодовые концентрации в 2018 г. составляли 16-17 ПДК, а максимальные достигали уровней высокого загрязнения.

Рис. 3.36. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Нижнекамского водохранилища в пункте д. Андреевка в многолетнем плане

Рис. 3.37. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Чусовая, 1,7 км ниже г. Первоуральск в многолетнем плане

Рис. 3.38. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Белая, 10,5 км ниже г. Стерлитамак в многолетнем плане

Бассейн р. Белая является крупнейшей составляющей бассейна р. Кама, оказывающей влияние на её состав лишь ниже впадения р. Белая в Нижнекамское водохранилище. Качество воды р. Белая и ее притоков формируется под влиянием сточных вод предприятий топливно-энергетического, нефтехимического, нефтеперерабатывающего, металлургического и других комплексов, жилищно-коммунального хозяйства и др.

В многолетнем плане р. Белая характеризуется на всём протяжении повышенным содержанием в воде соединений марганца, меди, железа, органических веществ (по ХПК), повторяемость превышений ПДК которыми в 2018 г. составила 12, 3, 2, 1,1% соответственно.

В 2018 г. на значительном по протяженности участке реки г. Мелеуз - г. Салават - г. Стерлитамак снизилась загрязненность воды р. Белая нефтепродуктами, максимальные концентрации которых не превышали 3 ПДК (в створе 0,5 км выше г. Салават - 5 ПДК). Загрязненность воды соединениями никеля р. Белая на участке 11,8 км ниже г. Салават - 10,5 км ниже г. Стерлитамак сохранилась на уровне 2 ПДК. Относительно предыдущего года в створе ниже г. Стерлитамак повысилось содержание в воде хлоридов, максимальная концентрация которых в 2018 г. достигла 556 мг/л. Изменение среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ на этом участке показано на рис. 3.38. Как и в предыдущие годы, в 2018 г. вода р. Белая ниже г. Стерлитамак оценивалась как «грязная».

Вода Павловского водохранилища на вертикали 3,5 км к СЗ от п. Павловск в 2018 г. значительно улучшилась и оценивалась как «условно чистая».

Снизилась до состояния «слабо загрязненная» вода р. Уфа в створе в черте д. Верхний Суян; Павловского водохранилища на вертикали 0,45 км к В от р.п. Караидель; р. Ай, в черте д. Лаклы; р. Киги, в черте д. Кандаковка; р. Юрюзань, в черте д. Чулпан.

Содержание сульфатов, формирующихся в местах влияния на химический состав карстовых явлений, сохранилось повышенным в воде рр. Ашкадар, Селеук, Уршак, Шугуровка, Дема и др. Среднегодовые концентрации сульфатов в воде эти рек достигали 2 ПДК, максимальные - 3 ПДК, в оз. Асли-Куль в районе п. Купоярово - 9 ПДК.

В ряде водных объектов бассейна р. Белая: рр. Большой Авзян, Большой Нугуш, Ашкадар, Уфалейка, Ай, Нугушское водохранилище и др., - фиксировалась загрязненность воды нефтепродуктами. В целом по бассейну р. Белая повторяемость случаев загрязненности поверхностных вод нефтепродуктами в 2018 г. по сравнению с предыдущим годом уменьшилась от 2,26 до 0,55%.

Бассейн р. Дон. Качество воды р. Дон в течение ряда лет колеблется от «слабо загрязненной» до «грязной». В 2018 г. качество воды в большинстве створов сохранилось; несколько ухудшилось - на участке г. Данков-г. Задонск, где возросло количество загрязняющих веществ от 4-7 до 8-10, а содержание соединений меди увеличилось до 2-3 ПДК. Вода характеризуется как «загрязненная». В 2018 г. только в одном створе р. Дон - выше г. Лиски вода оценивалась как «слабо загрязненная».

В многолетнем плане наиболее загрязненной и оцениваемой как «грязная» сохраняется вода р. Дон в верхнем течении в районе г. Донской и в нижнем течении на участке г. Ростов-на-Дону - г. Азов. Основными источниками загрязнения р. Дон в верховье являются сточные воды: выше г. Донской - ООО «Новомосковский городской водоканал»; ниже г. Донской - ООО «Коммунальные ресурсы ДОН», ЗАО «ЕЗСК-сервис», ООО «Новомосковский городской водоканал», ОАО «Донской завод радиодеталей» и др.

В 2018 г. в створе ниже г. Донской возросло содержание соединений железа и меди до 3 и 4 ПДК соответственно; их максимальные концентрации достигали 9 и 9,5 ПДК, превышение ПДК фиксировалось в большинстве отобранных проб воды. В обоих створах города загрязняющими веществами являлись 9-10 ингредиентов и показателей из 14, используемых в оценке качества воды. Несколько улучшился на этом участке реки режим растворенного в воде кислорода, минимальная концентрация которого не снижалась ниже 4,42. Содержание органических веществ (по ХПК и $БПК_5$), фенолов, аммонийного и нитритного азота, сульфатов, фосфатов (выше г. Донской) мало изменилось и не превышало в среднем 1-5 ПДК. Критический уровень загрязненности воды реки в створах г. Донской достигался органическими веществами (по $БПК_5$), аммонийным азотом выше города, и органическими веществами (по $БПК_5$) ниже города, максимальные концентрации этих веществ в воде составляли 18, 17 ПДК и 4 ПДК соответственно.

В 2018 г. случаи высокого загрязнения были зафиксированы в створе выше г. Донской: аммонийным азотом (12 и 14 ПДК) и органическими веществами (по $БПК_5$ – 18 ПДК). Их причиной являлся сброс сточных вод ООО «Новомосковский городской водоканал».

Качество воды остальных створов верхнего течения р. Дон на участке г. Воронеж - с. Новая Калитва мало изменилось, их вода оценивалась как «загрязнённая» (г. Воронеж-г. Нововоронеж, ниже г. Лиски - с. Новая Калитва). В результате уменьшения количества загрязняющих веществ от 7 до 5 и среднегодового содержания соединений меди от 3 до значения ниже ПДК в воде реки выше г. Лиски, улучшилось качество воды до «слабо загрязнённая».

Характерными загрязняющими веществами воды большинства створов верхнего течения р. Дон являлись органические вещества, соединения меди, в отдельных створах - соединения железа и нитритный азот, среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 1-3 ПДК.

Качество воды среднего течения р. Дон (ст-ца Казанская-г. Калач-на-Дону) сохранилось на уровне 2017 г. и оценивалось как «загрязнённая». Для воды на этом участке характерна загрязненность органическими веществами (по $БПК_5$ и ХПК), соединениями железа и меди, к ним добавлялся аммонийный азот в створе выше г. Серафимович. В воде реки у ст-цы Казанская в 2018 г. снизилась среднегодовая концентрация нитритного азота в 3 раза до 1 ПДК, максимальная не превышала 3 ПДК в единичной пробе.

Сохранилось качество воды нижнего течения р. Дон на участке г. Ростов-на-Дону — г. Азов. Вода в течение последних 2-4 лет стабильно оценивается как «грязная». В отдельных створах реки уменьшилось содержание в воде соединений меди до 2-3 ПДК и повторяемость случаев повышения ПДК с 58 до 41%; в черте и ниже г. Ростов-на-Дону и ниже г. Азов увеличилось содержание соединения железа до 2-3 ПДК и повторяемость случаев повышения ПДК с 50 до 83%. В 2018 г. наблюдалось увеличение количества загрязняющих веществ от 8 до 9-10 из 13-ти, используемых в оценке качества воды. Для воды устьевого участка реки характерными загрязняющими веществами

сохранились органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), нефтепродукты, сульфаты, в большинстве створов к ним добавлялись - соединения железа, в отдельных створах - соединения меди и нитритный азот, среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 1-3 ПДК, максимальные в основном 2-3 ПДК, за исключением соединений меди и железа. Максимальные концентрации соединений меди - 7 ПДК и железа - 24 ПДК были зарегистрированы в воде р. Дон у х. Колузаево и ниже г. Ростов-на-Дону. В течение 2004-2018 гг. качество воды р. Дон ниже г. Ростов-на-Дону характеризовалось «грязными» водами (рис. 3.39).

Наиболее минерализована вода р. Дон, как и в предыдущем году в верхнем течении у г. Донской и в нижнем течении на участке г. Семикаракорск - р.п. Багаевский, где среднегодовые величины составляли 696-713 и 1019-1124 мг/л, максимальные достигали - 1240 мг/л ниже г. Донской и 1455 мг/л ниже г. Семикаракорск. Наименее минерализована вода р. Дон выше г. Воронеж: величина минерализации не превышала в среднем 416 мг/л.

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 загрязнён в многолетнем плане участок реки в верхнем течении у с. Беломестное (Белгородская область), где вода характеризуется как «загрязнённая», среднегодовые концентрации загрязняющих веществ в воде были ниже или в пределах ПДК. Качество воды Белгородского водохранилища в течение многих лет характеризуется «грязными» водами. В 2018 г. наблюдалось ухудшение качества воды в результате роста в воде нитритного азота в среднем до 13 и 9 ПДК и аммонийного азота в створе 6 км ниже г. Белгород до 2 ПДК. В створе 6 км ниже г. Белгород были зарегистрированы 7 случаев ВЗ нитритным азотом - 13-44 ПДК; в створе 21 км ниже г. Белгород - 5 случаев ВЗ нитритным азотом - 10-44 ПДК, причиной которых являлся сброс сточных вод МУП «Горводоканал». Также в обоих створах г. Белгород в июне регистрировался дефицит растворенного в воде кислорода - 2,24 и 2,40 мг/л, что связано с биохимическими и биологическими процессами, происходящими в воде.

Вода р. Северский Донец на территории Ростовской области в многолетнем плане стабильно характеризуется как «грязная» на всём протяжении реки.

В 2018 г. для р. Северский Донец была характерной загрязнённость воды в верховье (с. Беломестное) - соединениями меди и органическими веществами (по ХПК); в Белгородском водохранилище - органическими веществами (по $БПК_5$ и ХПК), соединениями меди, марганца и нитритным азотом; в нижнем течении (х. Поповка - устье) - органическими веществами (по $БПК_5$ и ХПК), нефтепродуктами, соединениями железа, магния, нитритным азотом и сульфатами; среднегодовые концентрации большинства загрязняющих веществ колебались в пределах 1-3 ПДК, за исключением нитратного азота (9-13 ПДК) в воде Белгородского водохранилища и сульфатов (3-5 ПДК) в нижнем течении реки.

В течение многолетнего периода вода притоков верхнего течения р. Северский Донец - р. Оскол, г. Старый Оскол (контрольные створы), р. Осколец (ниже г. Губкин) и всех притоков нижнего течения реки - рек Большая Каменка, Глубокая Калитва, Быстрая, Кундрючья, - характеризуется как «грязная».

Рис. 3.39. Динамика среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ в воде р. Дон, ниже г. Ростов-на-Дону

В 2018 г. в воде рек Болховец, Нежеголь, Короча (притоки верхнего течения р. Северский Донец) возросло содержание нитритного азота до 3-9 ПДК, максимальные концентрации достигали уровня ВЗ - 11-33 ПДК, причиной

которых являлся сброс сточных вод МУП «Городское ВКХ» г. Щебекино. Были зарегистрированы случаи высокого загрязнения воды нитритным азотом (11-37 ПДК) - р. Оскол (г. Старый Оскол, пгт. Волоконовка) и (12-20 ПДК) - р. Осколец (г. Губкин). В воде всех притоков верхнего течения р. Северский Донец критическим показателем загрязненности воды являлся нитритный азот, в контрольных створах г. Старый Оскол к нему добавился аммонийный азот.

Характерными загрязняющими веществами для воды притоков нижнего течения р. Северский Донец сохранились органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК), соединения железа, магния, сульфаты; для большинства створов — нитритный азот, нефтепродукты, в отдельных створах к ним добавились фенолы; среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 1-4 ПДК, за исключением сульфатов - 4-6 ПДК.

Наиболее минерализованной была вода р. Глубокая ниже г. Миллерово (2667 мг/л), максимальная величина минерализации достигала 3369 мг/л.

Бассейн р. Кубань. В 2018 г. незначительно улучшилось качество воды р. Кубань на участке ниже г. Невинномысск - ниже г. Кропоткин, за счет снижения количество загрязняющих веществ от 7-8 до 5-6. «Загрязненной» сохранилась вода реки у ст-цы Ладожская, Краснодарском водохранилище, выше г. Краснодар, 24,5 км ниже г. Краснодар и «грязной» - р. Кубань, 30 км ниже г. Краснодар (рис. 3.40).

Характерными загрязняющими веществами для всего течения р. Кубань на участке г. Невинномысск - г. Краснодар являются соединения железа и меди, к которым в большинстве створов добавляются органические вещества (по ХПК), в отдельных створах - органические вещества (по $БПК_5$) и сульфаты, среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 1–2 ПДК, соединений железа - 2–4 ПДК, соединений меди - 2-5 ПДК. В воде контрольного створа 24,5 км ниже г. Краснодар были зарегистрированы максимальные концентрации соединений железа - 11 ПДК, а выше г. Кропоткин и в контрольных створах г. Краснодар - соединений меди (10 ПДК). Незначительный рост содержания в воде соединений меди наблюдался ниже г. Невинномысск до 3 ПДК, а также выше и ниже г. Кропоткин до 4 – 5 ПДК.

Наименее загрязненной сохраняется устьевая часть р. Кубань (х. Тиховский - г. Темрюк), вода которой в многолетнем плане характеризуется как «загрязненная». Среднегодовые концентрации органических веществ (по ХПК) превышали ПДК в 1,5-2 раза, остальных загрязняющих веществ достигали или незначительно превышали ПДК.

Рис. 3.40. Динамика качества воды р. Кубань, 24,5 км ниже г. Краснодар в многолетнем плане

В 2018 г. вода большинства притоков р. Кубань оценивалась как «загрязненная». Незначительное ухудшение качества воды отмечалось в реках: Большой Зеленчук (г. Невинномысск), Лаба (х. Догужиев), Белая (выше г. Майкоп), Пшиш (выше г. Хадыженск, х. Фокин), Абин (г. Абинск) и Адагум (ниже г. Крымск). Увеличилось среднегодовое содержание соединений железа в воде рек: Белая (п. Гузерипль, выше г. Майкоп) до 5 ПДК и 6 ПДК соответственно; Пшиш (х. Фокин) до 6 ПДК, Псекупс (выше г. Горячий Ключ) до 3 ПДК; соединений меди - р. Большой Зеленчук (г. Невинномысск) до 3 ПДК, р. Пшеха (выше и ниже г. Апшеронск) до 5 ПДК, р. Пшиш (х. Фокин) до 5 ПДК, соединений цинка - р. Адагум (ниже г. Крымск) до 2 ПДК. Максимальные концентрации соединений железа были зарегистрированы на р. Большой Зеленчук (г. Невинномысск) и р. Пшиш (х. Фокин) - (16 ПДК и 18 ПДК соответственно); соединений меди на р. Псекупс (ниже г. Горячий Ключ) - 17 ПДК. Вода р. Лаба в створах г. Лабинск характеризовалась как «слабо загрязненная».

Реки Крыма, впадающие в Чёрное море. В 2018 г. качество воды большинства рек Крыма, впадающих в Чёрное море сохранилось на уровне 2017 г. и соответствовало «условно-чистым»: Биюк-Узенбаш (в черте с. Счастливое), Кучук-Узенбаш (в створе 0,5 км ниже с. Многоречье); «слабозагрязненным»: Бельбек (0,5 км выше с. Фруктовое),

Дерекойка (0,5 км выше и в черте г. Ялта), Улу-Узень (0,2 км СВ от с. Солнечногорское); «загрязненным»: Альма (в черте пгт Почтовое), Демерджи (в черте г. Алушта).

Вместе с тем, качество воды: р. Чёрная, 2 км ниже с. Хмельницкое и р. Кача, 0,5 км выше с. Баштановка ухудшилось от уровня «условно чистая» до «слабо загрязнённая», среднегодовые концентрации в воде этих рек были на уровне 1 ПДК, максимальные не превышали 3 ПДК; р. Таракташ, 0,25 км ниже пгт Судак от «слабо загрязнённая» до «загрязненная». Характерными загрязняющими веществами являются: органические вещества (по ХПК и $БПК_5$), сульфаты, АСПАВ, соединения меди и магния, среднегодовые концентрации которых изменялись в пределах ниже ПДК-2 ПДК.

Значительно ухудшилось от «условно чистая» до «загрязненная» качество воды р. Ускут (в черте с. Приветное), что обусловлено увеличением максимального содержания в воде органических веществ (по $БПК_5$) до 3 ПДК, соединений железа до 3,8 ПДК, меди до 2,2 ПДК, хрома шестивалентного до 2 ПДК, АСПАВ до 2,1 ПДК, нефтепродуктов до 1,2 ПДК.

Хорошим качеством воды продолжают характеризоваться водохранилища: Партизанское, Счастливое, Чернореченское. Среднегодовые концентрации в воде водохранилищ загрязняющих веществ не превышали 1 ПДК, максимальные - колебались в пределах 1-2,5 ПДК.

Реки Крыма, впадающие в Азовское море. В течение 2015-2018 гг. вода р. Салгир у с. Пионерское стабильно характеризуется как «слабо загрязнённая», а р. Биюк-Карасу выше г. Белогорск (2017-2018 гг.) - «условно чистая». Незначительно ухудшилось качество воды в створах пгт. ГРЭС (р. Салгир), выше г. Симферополь (р. Малый Салгир), качество воды р. Биюк-Карасу в створе ниже г. Белогорск перешло из уровня «условно чистая» до «загрязненная» вода, за счет увеличения количества загрязняющих веществ от 3-х до 6-и. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ незначительно превышали ПДК, максимальные - соединений меди и органических веществ (по ХПК) достигали 1,5-2 ПДК. В 2018 г. вода большинства створов рек Крыма, впадающих в Азовское море, характеризовалась как «загрязнённая».

В 2018 г. наблюдалось увеличение содержания органических веществ (по БПК5) в воде Симферопольского водохранилища, г. Симферополь и органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК) в воде Феодосийского водохранилища (0,1 км выше плотины) от значений, не превышающих ПДК до 2 ПДК, с повторяемостью случаев превышения нормативов 50-75%; в результате вода этих водохранилищ перешла от «слабо загрязненной» в «загрязненную». Вода Аянского водохранилища характеризуется как «условно чистая».

Бассейн р. Обь. В 2018 г. на участке с. Фоминское - г. Камень-на-Оби (Алтайский край) качество воды по-прежнему оценивается как «загрязненная». Характерными загрязняющими веществами для этого участка реки являлись соединения железа и нефтепродукты, в отдельных створах к ним добавлялись легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), фенолы, нитритный азот.

По сравнению с 2017 г. качество воды Новосибирского водохранилища и р. Обь в районе г. Новосибирск ухудшилось в большинстве створов и оценивалось как «грязная». Характерными загрязняющими веществами являлись фенолы, нефтепродукты, марганец, соединения железа, цинка, меди и алюминия.

Вода р. Обь в районе с. Александровское и нижнем течении от г. Нижневартовск до г. Салехард в большинстве створов характеризовалась как «грязная» (рис. 3.41). Критического уровня загрязненности воды достигали соединения марганца, соединения железа и цинка; в районе пгт. Октябрьское наблюдался глубокий дефицит растворенного в воде кислорода, минимальное содержание которого снижалось до 0,90 мг/л.

Рис. 3.41. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Обь ниже г. Салехард в многолетнем плане

Вода р. Полуй, притока Оби в нижнем течении, на протяжении многих лет характеризовалась низким качеством, оцениваемым в 2018 г. как «грязная». Характерными загрязняющими веществами в обоих створах реки являлись соединения меди и органические вещества (по ХПК), критического уровня загрязненности воды достигали - соединения железа, цинка и марганца. Повторяемость случаев превышения ПДК загрязняющими веществами изменялась от 75 до 100%. В черте г. Салехард в обоих створах р. Полуй наблюдался глубокий дефицит растворенного в воде кислорода, минимальное содержание которого снижалось до 1,60 мг/л.

Как и в предыдущие годы, в 2018 г. малые реки, протекающие в районе г. Новосибирск, характеризовались высоким уровнем загрязненности. Вода рр. Нижняя Ельцовка, Камышенка, Тула, Ельцовка I и Ельцовка II, Каменка и Плющиха оценивалась как «грязная» (рис. 3.42). Критического уровня загрязнения во всех реках достигали соединения марганца, в отдельных реках - нефтепродукты, соединения цинка, аммонийный и нитритный азот.

Бассейн р. Иртыш. В 2018 г. качество воды р. Иртыш (с. Татарка) на границе России с Казахстаном ухудшилось, вода характеризовалась как «загрязненная» (в 2017 г. - «слабо загрязненная»). В районе г. Омск вода р. Иртыш во всех створах оценивалась как «загрязненная».

На участке г. Тобольск - г. Ханты-Мансийск вода оценивалась как «грязная». Характерными загрязняющими веществами р. Иртыш являлись соединения меди, в некоторых створах к ним добавлялись соединения марганца и органические вещества (по ХПК); реже фенолы, аммонийный азот, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), соединения железа и цинка.

Рис. 3.42. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Каменка в многолетнем плане

В многолетнем плане вода р. Исеть оценивается низким качеством и характеризуется как «грязная» и «экстремально грязная». Для обоих створов (7 км и 19,1 км ниже г. Екатеринбург) критическими загрязняющими веществами являлись легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), нитритный и аммонийный азот, соединения марганца и фосфор; в створе 7 км ниже г. Екатеринбург добавлялись соединения цинка (рис. 3.43).

В 2018 г. качество воды **р. Миасс** оценивается как «грязная». Характерными загрязняющими веществами р. Миасс являются нефтепродукты, органические вещества (по ХПК), соединения марганца, цинка и меди, с повторяемостью случаев превышения ПДК 57-100%.

Как и в предыдущие годы, в 2018 г. вода **р. Пышма** оценивалась как «грязная» и «экстремально грязная», лишь в створах р.п. Белоярский и г. Сухой Лог произошло улучшение класса качества воды от «грязной» до «загрязненной».

Критическими загрязняющими веществами в створах г. Березовский являлись аммонийный и нитритный азот, нефтепродукты, органические вещества (по ХПК и $БПК_5$), соединения марганца, меди, цинка и никеля.

Бассейн р. Енисей. В 2018 г. качество воды **р. Енисей** на территории Красноярского края, Республик Тыва и Хакасия в большинстве створов (78%) оценивается как «загрязненная». Произошло незначительное улучшение качества воды в створах пгт. Черемушки и в фоновом створе г. Саяногорск - где вода оценивалась как «загрязненная», в районе г. Абакан - «слабо загрязненная». Качество воды р. Енисей в обоих створах г. Дивногорск и в районе г. Игарка сохранилось на уровне «загрязненная».

В 2018 г. вода большинства притоков р. Енисей характеризовалось как «загрязненная». Вода рр. Бузим, Ирба, Кача, Нижняя Тунгуска и оз. Шира оценивалась как «грязная». Критического уровня загрязненности воды отдельных рек достигали соединения цинка и меди (р. Нижняя Тунгуска), соединения марганца (р. Бузим и р. Кача), соединения меди, хлориды, сульфаты, органические вещества (по ХПК) (оз. Шира).

Вода **Братского и Усть-Илимского водохранилищ** в многолетнем плане оценивается хорошим качеством, уровень загрязненности реки варьирует в пределах от «условно чистой» до «слабо загрязненной». В 2018 г. в Усть-Ильимском водохранилище в створе п. Энергетик и г. Усть-Ильимск качество воды ухудшилось до уровня «слабо загрязненной», в контрольных створах с. Усть-Вихорева и п. Игирма вода соответствовала качеству «загрязненная».

В 2018 г. вода **р. Вихорева** в районе г. Вихоревка и у п. Чекановский сохранилась на уровне 2017 г. и оценивалась как «загрязненная», а в районе с. Кобляково как «грязная». Характерными загрязняющими веществами р. Вихорева в районе с. Кобляково являлись фенолы, органические вещества (по ХПК и БПК$_5$), аммонийный азот с повторяемостью случаев превышения ПДК 85-100%. Критическими показателями загрязненности воды р. Вихорева в районе с. Кобляково являлись аммонийный азот, органические вещества (по ХПК), водорастворимый сульфатный лигнин.

Рис. 3.43. 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 многолетнем плане

Бассейн р. Лена. Характерными загрязняющими веществами воды р. Лена и её бассейна на протяжении последних лет являются органические вещества (по БПК$_5$ и ХПК), фенолы, в отдельных створах к ним добавляются соединения железа, меди, цинка, марганца, нефтепродукты и нитритный азот. Качество воды реки в створе ниже г. Якутск характеризуется как «загрязненная» (рис. 3.44).

Качество воды в черте г. Усть-Кут, 2 км выше и 1 км ниже г. Киренск ухудшилась от уровня «слабо загрязненная» до «загрязненная»; 1 км выше г. Олекминск от «загрязненная» до «грязная». В большинстве створов качество воды сохранилось на уровне 2017 г. Произошло значительное улучшение качества воды р. Лена в пункте

1 км выше р.п. Пеледуй от уровня «загрязненная» до «условно чистая». В воде реки снизилось содержание соединений марганца: среднегодовое от значений ниже ПДК до 1 ПДК, максимальное - 1-17 ПДК (в 2017 г. - 1-8, 6-29,5 ПДК соответственно). В районе г. Якутск в 2018 г. было зафиксировано 2 случая высокого уровня загрязнения соединениями марганца (34,5 и 35,0 ПДК).

Рис. 3.44. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, г. Якутск в многолетнем плане

Бассейн р. Колыма. В 2018 г. вода бассейна р. Колыма по качеству варьировала от «загрязненной» до «грязной». Характерными загрязняющими веществами являлись соединения железа, меди, в отдельных пунктах контроля - соединения марганца, фенолы и нефтепродукты, реже соединения свинца и аммонийный азот. Превышение среднегодовых концентраций указанных веществ находились в пределах от 1 до 21 ПДК.

В 2018 г. в бассейне р. Колыма были зафиксированы 11 случаев высокого уровня загрязнения воды: 2 случая - соединениями марганца в створах р. Оротукан (1,2 км выше п. Оротукан), р. Омчак (0,6 км выше п. Транспортный), р. Дебин (в черте п. Ягодное) с максимальной концентрацией до 45 ПДК; в Колымском водохранилище соединениями свинца на уровне 3 ПДК (3 случая); соединениями меди р. Берелех (в черте г. Сусуман) - (37 ПДК), р. Талок (0,5 км выше г. Сусуман) - (48 ПДК); взвешенными веществами р. Оротукан (1,2 км выше п. Оротукан) - 442,1 мг/л. Один случай экстремально высокого загрязнения соединениями меди был зарегистрирован в р. Омчак в створе 2,5 км выше п. Омчак с максимальной концентрацией 94 ПДК. Критического уровня достигала загрязненность воды р. Колыма в створе п. Усть-Среднекан соединениями марганца (рис. 3.45).

Рис. 3.45. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Колыма, п. Усть-Среднекан

Реки полуострова Камчатка в 2018 г. характеризовались как «загрязненные». Практически во всех реках края отмечалась загрязненность воды нефтепродуктами на уровне 4 ПДК и соединениями меди на уровне 2 ПДК. В р. Камчатка на участке г. Козыревск - г. Ключи, рр. Корякская, Пиначевская, Половинка и др. была зафиксирована загрязненность фенолами в среднем от 2 до 7 ПДК.

Бассейн р. Амур. Качество поверхностных вод бассейна р. Амур и его притоков формируется в существенно различающихся по территории бассейна природных условиях. Антропогенная нагрузка, включающая влияние рудоносных и коллекторно-дренажных вод, сточных вод золото- и угледобывающих предприятий, промышленных центров и др., распределена по бассейну неравномерно.

Последнее десятилетие поверхностные воды бассейна характеризовались в большинстве створов (62%) как «загрязненные», реже (35%) как «грязные».

К характерным загрязняющим веществам бассейна многие годы относятся соединения железа, марганца, меди, алюминия, органические вещества (по ХПК), повторяемость превышения ПДК которыми в 2018 г. составляла 80, 68, 72, 74 и 66% соответственно. Частично это обусловлено природными особенностями, в отдельных водных объектах - влиянием сточных промышленных вод предприятий, ЖКХ и пр.

Химический состав воды р. Амур характеризуется, как и большинство его крупных притоков, повышенным содержанием соединений меди, железа, марганца и алюминия, повторяемость превышения случаев ПДК в целом для реки составила 76, 87, 56 и 81%. В последнее десятилетие наблюдается снижение содержания соединений железа, меди и марганца в воде р. Амур в районе г. Амурск (рис. 3.46).

Рис. 3.46. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Амур, в пункте г. Амурск

В 2018 г. качество воды р. Чита в районе с. Князе-Волконское ухудшилось: отмечался рост среднегодовых концентраций органических веществ (по ХПК), азота аммонийного, металлов (железа общего, меди, цинка, алюминия и марганца). Вода р. Черная (ниже с. Сергеевка), которая находится под влиянием сточных вод жилмассива г. Хабаровск, классифицировалась как «очень грязная». В 2018 г. был зарегистрирован случай экстремально высокого загрязнения по фосфатам, а также случаи высокого загрязнения по соединениям азота, марганца и органическим веществам (по БПК5).

В р. Силинка в контрольных створах ниже п. Горный был зафиксирован высокий и экстремально высокий уровень загрязнения воды соединениями цинка, меди, и железа.

Вода р. Дачная в бассейне р. Уссури в зоне влияния г. Арсеньев на протяжении многолетнего периода оценивается как «экстремально грязная», что связано с экстремально высокой загрязненностью органическими веществами по $БПК_5$ до 73,5 мг/л, органическими веществами по ХПК до 104 мг/л, фенолами до 25 ПДК, нефтепродуктами до 78 ПДК, АСПАВ до 17 ПДК, аммонийного азота до 49,5 мг/л, наличием глубокого дефицита растворенного в воде кислорода до 0,50 мг/л, АСПАВ и др. (рис. 3.47).

В 2018 г. возросла загрязненность воды р. Дачная нефтепродуктами, сохранилась на уровне высокого загрязнения - аммонийным азотом. В течение многолетнего периода вода р. Дачная в черте г. Арсеньев характеризуется как «экстремально грязная».

Качество воды р. Хор в фоновом створе 1,5 км выше пгт Хор ухудшилось из-за высокой загрязненности воды соединениями цинка и алюминия и экстремально высокого загрязнения - соединениями меди. Вода р. Хор, в черте пгт. Хор в 2018 г. оценивалась как «грязная». В целом в бассейне р. Уссури в 2018 г. возросло до 51,3% количество створов, вода которых оценивалась как «грязная».

В **бассейне Японского моря** на протяжении многолетнего периода были представлены и «слабо загрязненные» и «грязные» воды. С 2017 г. в бассейне стали превалировать створы с «грязной» водой. Степень загрязненности воды рек бассейна отличается значительной контрастностью. В 2018 г. в р. Рудная на участке 1 км ниже

п. Краснореченский – 1 км выше п. Горелое (фоновый створ пункта г. Дальнегорск), как и в предыдущем году, было зафиксировано экстремально – высокую загрязненность воды соединениями цинка до 30-99 ПДК при среднегодовых концентрациях на уровне высокого загрязнения 44 и 14 ПДК, что обусловлено влиянием и природных факторов формирования химического состава и влиянием деятельности предприятий горнорудной промышленности.

Несколько уменьшилась загрязненность воды р. Кневичанка в контрольном створе пункта г. Артем. В 2018 г. на этом участке отсутствовали случаи высокого загрязнения воды аммонийным, нитритным азотом и соединениями марганца. Минерализация воды реки ниже г. Артем снизилась и составляла в среднем 1133 мг/л при максимальном значении - 3838 мг/л.

Рис. 3.47. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Дачная, в черте г. Арсеньев

Реки о. Сахалин. В 2018 г. до 65% увеличилось количество створов, вода в которых характеризовалась как «загрязненная» и одновременно уменьшилось в три раза количество створов, где вода оценивалась как «слабо загрязненная». К последней категории относились рр. Рогатка, Синяя и Лютога в фоновом створе в районе п. Чапланово и р. Чеховка.

Характерными загрязняющими веществами поверхностных пресных вод острова являются соединения меди, железа и марганца, превышение ПДК которыми в 2018 г. наблюдалось в 83, 75, и 67% проб воды соответственно. По сравнению с предыдущим годом загрязненность воды рек Сахалинской области нефтепродуктами уменьшилась в среднем до уровня 7 ПДК более, чем в трети проб.

В рр. Поронай и Чёрная снизился уровень загрязненности воды соединениями кадмия. В рр. Сусуя и Красносельская в районе влияния г. Южно-Сахалинск сохранилась загрязненность воды аммонийным, реже нитритным, азотом. В 2018 г. вода этих рек оценивалась как «грязная».

Как и в предыдущие годы, в 2018 г. в р. Охинка в пункте г. Оха отмечалась экстремально высокая загрязненность воды нефтепродуктами, среднегодовая концентрация которых превысила ПДК в 177 раз.

3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов

Гидробиологические наблюдения за состоянием пресноводных экосистем проводятся по основным экологическим показателям: фитопланктона, зоопланктона, перифитона и зообентоса. Каждый из них наблюдаются 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 1-го класса – «условно чистые» до 5-го 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.

Оценка состояния пресноводных экосистем по гидробиологическим показателям в 2018 г. проводилась на 121 водном объекте, на 175 гидробиологических пунктах и 274 створах. Наблюдения за состоянием поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям в 2018 г. осуществлялись в 18 субъектах Российской Федерации, в том числе в 10 областях (Амурская, Астраханская, Иркутская, Ленинградская, Псковская, Мурманская, Нижегородская, Ростовская, Самарская, Еврейская АО), в Республиках Бурятия, Карелия, Татарстан, Саха (Якутия), в Забайкальском, Красноярском и Хабаровском краях, а также в г. Санкт-Петербург.

Основными объектами наблюдения являлись: каскад водохранилищ на р. Волга, реки Лена, Енисей, Ангара, Амур, Дон, Селенга, водные объекты городов Санкт-Петербурга, Казани, Астрахани, Тольятти, Мурманска, Красноярска, Читы, Самары, Нижнего Новгорода, Петрозаводска, а также трансграничные водные объекты: Псковское и Чудское озера, реки Паз и Амур.

Прослеживаются следующие изменения в состоянии загрязнения пресноводных объектов по гидрографическим регионам.

Баренцевский гидрографический район. Качество вод в большинстве водных объектов региона на протяжении 2007-2018 гг. сохранялось неизменным и варьировалось от «условно чистых» до «слабо загрязненных» с межгодовыми колебаниями в пределах класса качества.

В 2018 г. по показателям фито- и зоопланктона воды озер Имандра и Чунозеро, рек Патсо-Йоки, Лотта и Акким по-прежнему характеризовались как «слабо загрязненные», по показателям макрозообентоса – как «грязные».

Биоценозы рек: Патсо-Йоки ниже пос. Никель (протока Сальмиярви), Нама-Йоки, Луоттн-Йоки, Печенга и Кола, а также озер Пермус, Колозеро, Умбозеро, Семеновское и Ледовое находились в состоянии антропогенного экологического напряжения, по показателям зообентоса качество придонных вод варьировалось от «грязной» до «экстремально грязной». Биоценозы рек Кица, Вите и Нива на фоне экологического благополучия испытывали антропогенное экологическое напряжение в придонных сообществах. Биоценозы озер Пермус, Чунозеро и Имандра, а также реки Лотта сохраняются в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Балтийский гидрографический район. Наиболее загрязненным водоемом района по показателям зообентоса является Петрозаводская губа Онежского озера, вода придонного слоя которой в 2018 г. характеризовалась как «загрязненная» (в 2017 г. - «грязная»). Однако это не отражает действительного состояния экосистем данного водоема, т.к. Онежское озеро относится к ксенотрофным водоемам, в которых фактически отсутствуют отложения органического вещества в осадках, что не позволяет полноценно развиваться фауне макрозообентоса. По показателям фито- и зоопланктона качество вод Чудского, Псковского и Онежского озер сохраняется неизменным. Воды Онежского, Чудского и Псковского озер по-прежнему относятся к «слабо загрязненным» (2015-2018 гг.).

В 2018 г. качество вод рек Неглинка и Шуя (в районе г. Петрозаводск) – водотоков, питающих Онежское озеро, улучшилось от «загрязненных» до «слабо загрязненных». Качество воды р. Лососинка сохранилось и соответствовало классу «слабо загрязненные».

Каспийский гидрографический район. Наблюдения проводили на каскаде водохранилищ р. Волга и ее крупных притоках. По показателю фитопланктон – воды Горьковского и Чебоксарского водохранилищ в 2016-2018 гг. характеризовались как «слабо загрязненные».

Воды Саратовского и Куйбышевского водохранилищ по показателям фитопланктон, зоопланктон и перифитон в 2016-2018 гг. оценивались как «слабо загрязненные». В 2018 г. в отдельных створах было отмечено изменение качества вод по показателям зообентоса. Так, в створах Саратовского водохранилища в районе гг. Сызрань, Хвалынск, Балаково и Чапаевск качество вод улучшилось от «загрязненной» (2017 г.) до «слабо загрязненной» (2018 г.). Ухудшение качества вод по показателям зообентоса было отмечено в районе г. Кашпир – от «слабо загрязненных» в 2017 г. до «загрязненных» в 2018 г. В створах Куйбышевского водохранилища в районе г. Зеленодольск, с. Тенишево, г. Чистополь - качество вод улучшилось от «загрязненной» (2017 г.) до «слабо загрязненной» (2018 г.), а в районе г. Тетюши от «загрязненной» (2017 г.) до «условно чистой» (2018 г.).

Качество вод Нижней Волги в районе г. Астрахань в 2016-2018 гг. по показателям состояния фитопланктона не изменилось. Воды рукавов Камызяк, Бузан, Кривая Болда, Кигач, Ахтуба характеризуются как «слабо загрязненные». Качество вод по показателям зообентоса сохранилось неизменным.

В целом значительных изменений состояния рассмотренных водных экосистем не произошло. Состояние экосистем Волжского каскада водохранилищ характеризовалось как антропогенное экологическое напряжение с элементами экологического регресса.

Карский гидрографический район. В период 2015-2018 гг. по состоянию зоопланктона, зообентоса и перифитона воды р. Енисей (в районе г. Красноярска) и р. Березовка характеризовались как «слабо загрязненные».

По показателям зоопланктона и перифитона воды р. Енисей в районе г. Дивногорск в 2018 г. оценивались как «слабо загрязненные», а по показателям макрозообентоса – как «загрязненные».

Воды устьевых участков рек Мана, Базаиха и Есауловка в 2015-2018 гг. по показателям зообентоса характеризовались как «условно чистые», а по показателям зоопланктона и перифитона – как «слабо загрязненные». В фоновом сегменте воды р. Базаиха по показателям зоопланктона и зообентоса характеризовались как «условно

чистые», по показателю перифитон – «слабо загрязненные». В р. Березовка качество вод улучшилось по всем наблюдаемым показателям от «загрязненных» в 2017 г. до «слабо загрязненных» в 2018 г.

По показателям зообентоса наиболее загрязненным водным объектом данного гидрографического района является р. Кача: ее воды характеризовались как «грязные». Изменений в состоянии экосистемы за период 2015-2018 гг. не было выявлено.

За период 2014-2018 гг. воды Братского и Иркутского водохранилищ по показателям фито- и зоопланктона характеризовались как «условно чистые» и «слабо загрязненные».

Воды р. Ангара в районе гг. Иркутск и Ангарск по показателям фито- и зоопланктона, зообентоса оценивались как «условно чистые» и «слабо загрязненные»: в 2014-2018 гг. по состоянию зоопланктона – как «условно чистые», по состоянию фитопланктона и зообентоса – «слабо загрязненные».

В 2017-2018 гг. наблюдалось ухудшение качества вод рр. Джида и Большая речка по показателям зообентоса от «условно чистых» до «слабо загрязненных». Противоположная динамика (от «слабо загрязненных» вод до «условно чистых») зарегистрирована на р. Уда по показателям зообентоса и фитопланктона, на р. Турка – по показателям фито- и зоопланктона и зообентоса.

В целом состояние биоценозов большинства водоемов и водотоков данного гидрографического района сохраняется без существенных изменений качества воды в пределах сложившегося состояния экологической обстановки, варьируя от экологического благополучия до экологического регресса. Выявлены положительные тенденции изменения качества вод и состояния экосистем ряда притоков р. Енисей, рр. Березовка, Есауловка и Базаиха, Уда (притока р. Селенга).

Восточно-Сибирский гидрографический район. В 2018 г. наиболее загрязненным водным объектом района по-прежнему являлся залив Неелова. За период 2016-2018 гг. качество его вод по показателям зообентоса соответствовало «загрязненным», по показателям фитопланктона сохранилось неизменным и соответствовало «слабо загрязненным».

В 2018 г. сохранилась положительная динамика качества вод в нижнем течении р. Лены у станции Хабарова и пос. Кюсюр: по состоянию зообентоса вода оценивалась как «условно чистая». На р. Копчик-Юрэгэ качество воды по показателям фитопланктона соответствовало «слабо загрязненным», по показателям зообентоса – «условно чистым». В оз. Мелкое состояние экосистемы не изменилось, вода в нем по-прежнему характеризуется как «условно чистая» в поверхностном слое и «слабо загрязненная» в придонном. Состояние экосистем соответствует экологическому благополучию с элементами антропогенного напряжения.

Состояние водных экосистем р. Лена и залива Неелова соответствовало экологическому антропогенному напряжению и экологическому регрессу соответственно.

Тихоокеанский гидрографический район. В 2018 г. качество вод р. Амур от г. Благовещенск до г. Николаевск-на-Амуре по состоянию зоопланктона не изменилось: вода оценивалась как «слабо загрязненная» в створах, расположенных по течению ниже городов и «условно чистая» в сворах выше городов.

На протяжении многих лет воды Зейского водохранилища, рр. Тунгуски, Ивановки и Чирки и протоки Амурской по показателям зоопланктона относятся к «условно чистым» – «слабо загрязненным».

Воды р. Зея по состоянию зоопланктона оценивались как «условно чистые» выше гг. Зея и Благовещенск и «слабо загрязненные» в черте г. Благовещенск.

Качество вод р. Сита по показателям фитопланктона не изменилось, воды реки характеризуются как «слабо загрязненные».

В 2018 г. водные экосистемы бассейна р. Амур по показателям фито- и зоопланктона находились в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения.

3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации

В 2018 г. экстремально высокие уровни загрязнения (ЭВЗ[6]) поверхностных пресных вод на территории Российской Федерации отмечались на 133 водных объектах в 631 случае (в 2017 г. – на 128 водных объектах в 624[3] случаях), высокие уровни загрязнения (ВЗ[7]) – на 312 водных объектах в 2112 случаях (в 2017 г. – на 330 водных объектах в 2121[8] случае). Всего в 2018 г. было зарегистрировано 2743 случая ЭВЗ и ВЗ по 35 основным загрязняющим веществам. Следует отметить, что в течение последних пяти лет количество случаев ЭВЗ практически не менялось, ВЗ имело тенденцию к незначительному сокращению (рис. 3.48).

Рис. 3.48. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши на территории Российской Федерации

Анализ внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ за 10-летний период показал, что их максимум приходится на апрель-май (рис. 3.49). Как и в 2017 г., в 2018 г. суммарное количество ВЗ и ЭВЗ достигло максимума в мае, однако максимум ЭВЗ (92 случая) пришелся на апрель, что обусловлено весенним половодьем.

Рис. 3.49. Динамика внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши на территории Российской Федерации за период 2009-2018 гг.

Как и в предыдущие годы, максимальную нагрузку от загрязнения испытывали бассейны рек Волга, Обь и Амур, на долю которых в 2018 г. приходилось 78% всех случаев ВЗ и ЭВЗ (рис. 3.50). По сравнению с прошлым годом в бассейне реки Волга суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ сократилось на 4%; в бассейне реки Обь – увеличилось на 13%; в бассейне реки Амур данный показатель остался практически неизменным. В табл. 3.10 приведено количество случаев ВЗ и ЭВЗ, зарегистрированных в 2018 г. в бассейнах рек Российской Федерации.

[6] *Экстремально высокое загрязнение поверхностных вод – уровень загрязнения, превышающий ПДК в 5 и более раз для веществ 1 и 2 классов опасности и в 50 и более раз для веществ 3 и 4 классов*

[7] *Высокое загрязнение поверхностных вод – уровень загрязнения, превышающий ПДК в 3-5 раз для веществ 1 и 2 классов опасности, в 10-50 раз для веществ 3 и 4 классов, в 30-50 раз для нефтепродуктов, фенолов, ионов марганца, меди и железа*

[8] *Данные скорректированы в сентябре 2017 г. с учетом случаев ЭВЗ по запаху*

Рис. 3.50. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по бассейнам рек (в % от общего количества случаев на территории Российской Федерации) за период 2009-2018 гг.

В 2018 г. ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод было зафиксировано в 51 субъекте[9] Российской Федерации. 57% всех случаев ВЗ и ЭВЗ пришлось на водные объекты Свердловской (15,5%), Московской (10,4%), Нижегородской (7,7%), Челябинской (4,9%), Мурманской (4,8%), Курганской (4,0%) и Новосибирской (3,9%) областей, Хабаровского (6,2%) края (рис. 3.51). На протяжении последних десяти лет на Свердловскую область приходится наибольшее среди субъектов Российской Федерации количество случаев ВЗ и ЭВЗ, тем не менее, по сравнению с предыдущим годом этот показатель значительно сократился – на 17% и достиг минимума за период 2009-2018 гг.

Таблица 3.10. Экстремально высокое и высокое загрязнение поверхностных пресных вод Российской Федерации в 2018 г.

Бассейны рек	Число случаев			Субъекты Российской Федерации*
	ВЗ	ЭВЗ	Сумма	
Обь	654	311	965	Кемеровская, Курганская, Новосибирская, Омская, Свердловская, Тюменская, Челябинская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий авт. округа
Волга	847	58	905	Астраханская, Кировская, Московская (включая г. Москву), Нижегородская, Рязанская, Самарская, Свердловская, Тверская, Тульская, Челябинская области, Пермский край, Удмуртская республика
Амур	237	42	279	Амурская область, Забайкальский, Приморский и Хабаровский края
Днепр	12	118	130	Смоленская область
Енисей	51	7	58	Иркутская область
Урал	30	13	43	Оренбургская и Челябинская области
Дон	34	1	35	Белгородская область
Терек	30	0	30	Республика Северная Осетия - Алания
Сев. Двина	16	1	17	Вологодская область
Колыма	8	3	11	Магаданская область
Прочие	193	77	270	Ленинградская (включая г. Санкт-Петербург), Мурманская, Новосибирская, Сахалинская области, Приморский край
Итого	**2112**	**631**	**2743**	

** Приведены субъекты Российской Федерации, для которых суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ больше 10*

По сравнению с предыдущим годом в 2018 г. в 3 регионах Российской Федерации более чем в пять раз увеличилось суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ: Ямало-Ненецком автономном округе (7 – в 2017 г. и 95 – в 2018 г.), Ханты-Мансийском автономном округе (13 и 100) и Архангельской области (9 и 48) (рис. 3.52). В последние 5 лет наметился устойчивый тренд роста количества случаев загрязнения водных объектов Смоленской области: с 2014 г. величина этого показателя выросла в 14 раз. С 2017 г. наблюдается значительное снижение суммарного количества случаев ВЗ и ЭВЗ, приходящихся на регион, в Пермском и Приморском краях, Иркутской области, с 2015 г. – в Красноярском крае. В остальных регионах Российской Федерации количество случаев ВЗ и ЭВЗ в 2018 г. изменилось незначительно по сравнению с прошлым годом.

Экстремально высокие и высокие уровни загрязнения поверхностных пресных вод на территории Российской Федерации были зафиксированы в 2018 г. по 35 основным ингредиентам. Суммарный вклад взвешенных веществ, соединений марганца и цинка, нитритного азота, а также дефицита растворенного в воде кислорода в загрязнение поверхностных вод составил 70% всех случаев (рис. 3.53), при этом доля загрязнения тяжелыми металлами (Mn, Zn, Cu, Ni, Fe, Hg, Mo, Pb) выросла на 7% по сравнению с 2017 г. и составила 37% от общего числа случаев ВЗ и ЭВЗ (рис. 3.54). Единичный случай высокого загрязнения соединениями кобальта был зарегистрирован на р. Аргунь (пос. Молоканка) в Забайкальском крае; 6 случаев ЭВЗ соединениями мышьяка – на р. Пышма (г. Березовский) Свердловской области. С 2015 г. наблюдается тенденция снижения количества случаев ВЗ и ЭВЗ аммонийным азотом, с 2017 г. – взвешенными веществами, соединениями меди и алюминия. В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом количество случаев загрязнения поверхностных пресных вод нефтепродуктами и органическими веществами (по ХПК) уменьшилось более, чем в 2 раза, при этом количество случаев загрязнения соединениями

[9] без выделения городов федерального значения в качестве субъектов Российской Федерации

железа и ртути возросло почти в 2 раза. Следует отметить, что в течение последних 5 лет наблюдается устойчивая тенденция роста количества случаев дефицита растворенного в воде кислорода.

Рис. 3.51. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам Российской Федерации за период 2009-2018 гг.

В 226 случаях наблюдалось снижение концентрации в воде растворённого кислорода до 3 мг/л и ниже, в 119 случаях из них его содержание было менее 1 мг/л. В течение 2018 г. 5 раз (4 в июне, 1 в октябре) было зафиксировано минимальное значение концентрации растворённого в воде кислорода, 0,1 мг/л и ниже, в р. Вязьма (г. Вязьма, Смоленская область). Увеличение биохимического потребления кислорода ($БПК_5$) до 10 мг/л и выше было зарегистрировано 139 раз. Максимальное содержание легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) – 90,6 мг/л, наблюдалось в декабре 2018 г. в р. Рязанка (приток р. Великая и р. Кудьма, г. Богородск, Нижегородская область).

В 2018 г. случаи ЭВЗ были зафиксированы на 187 пунктах наблюдения, ВЗ – на 452 пунктах. Максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ – 120 раз наблюдалось на пункте р. Вязьма, г. Вязьма (Смоленская область), 118 из них было связано с дефицитом растворенного в воде кислорода, который регистрировался с июня по октябрь 2018 г.

Рис. 3.52. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ в отдельных субъектах Российской Федерации

Рис. 3.53. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод по ингредиентам (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ на территории Российской Федерации)

Рис. 3.54. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод некоторыми тяжелыми металлами

В 2018 г. было зарегистрировано 16 аварий на поверхностных пресноводных объектах Российской Федерации, из них в бассейне р. Волга – 7, р. Обь – 5, р. Днепр – 3, р. Северная Двина - 1. Последствием 13 аварийных ситуаций стало ЭВЗ и/или ВЗ водных объектов. В 5 случаях источник загрязнения не был установлен, 3 случая были связаны с хроническим загрязнением промышленными и неорганизованными хозбытовыми сточными водами, а также с поверхностным стоком с прилежащих загрязненных территорий, в 4 случаях была установлена неэффективная работа очистных сооружений города и предприятий, 1 случай был обусловлен природными факторами. В 3 случаях аварии были связаны с утечкой нефтепродуктов, в том числе в результате несанкционированной врезки в нефтепровод. Последствием данных аварий стало образование радужной и нефтяной пленок на водной поверхности; в 1 случае наблюдалось образование обширного масляного пятна шириной до 100 м и протяженностью до 10 км. Случаи ЭВЗ поверхностных вод нефтепродуктами в результате аварий не регистрировались. В 2018 г. аварии на нефтяных скважинах не наблюдались.

В 4 случаях следствием аварийных ситуаций стал замор рыбы в результате ЭВЗ или ВЗ водных объектов.

Повторные аварии на одном пункте наблюдения были зафиксированы на р. Вязьма, г. Вязьма (в августе и в сентябре), р. Исеть, г. Екатеринбург (в мае и в ноябре), р. Рязанка, г. Борогодск (в ноябре и в декабре).

3.3.4. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ

Качество воды трансграничных водных объектов, расположенных на участках границы Российской Федерации с 12 государствами, оценивалось по результатам режимных наблюдений, проведенных в 2018 г. на 53 водных объектах (48 рек, 2 протоки, 2 озера, 1 водохранилище) в 68 пунктах, 66 створах, на 71 вертикали. Наиболее распространенными загрязняющими веществами в воде водных объектов на границе России с сопредельными государствами являлись: с Норвегией - соединения никеля, меди, цинка, марганца, ртути и дитиофосфаты; с Финляндией - органические вещества (сумма легко- и труднокисляемых органических веществ по ХПК, далее ОВ), соединения меди, железа, ртути; с Эстонией - ОВ, соединения меди, железа, цинка; Литвой - ОВ, легкоокисляемые органические вещества по $БПК_5$ воды (далее ЛОВ), нитритный азот, соединения железа; с Польшей - ОВ, ЛОВ, нитритный азот, соединения железа; Белоруссией - ОВ, ЛОВ, соединения железа, меди, марганца; с Украиной - ОВ, ЛОВ, соединения железа, марганца, сульфаты, главные ионы (по сумме), нитритный азот, нефтепродукты; с Азербайджаном - соединения меди, нефтепродукты; с Казахстаном - ОВ, ЛОВ, соединения меди, марганца, фториды; с Монголией - ОВ, соединения меди, марганца; с Китаем - ОВ, ЛОВ, соединения железа, меди, марганца, алюминия.

Дефицит растворенного в воде кислорода наблюдался в феврале на границе с Казахстаном в воде р. Уй с. Усть-Уйское и в июне на границе с Украиной - вдхр. Белгородское г. Белгород.

Критические показатели загрязненности трансграничных водных объектов установлены для 28 пунктов наблюдений, расположенных на 23 водных объектах. На границе с Норвегией критическими показателями являлись соединения ртути (2 пункта), меди, никеля и дитиофосфаты (2 пункта), с Финляндией и Эстонией - соединения цинка (1 и 2 пункта соответственно), с Польшей - нитритный азот (1 пункт), с Белоруссией - соединения марганца (1 пункт), с Украиной - сульфаты и нитритный азот (по 3 пункта), с Казахстаном - соединения марганца (2 пункта), нитритный азот (1 пункт), с Монголией - ОВ (1 пункт), с Китаем - соединения марганца (3 пункта), алюминия (2 пункта), алюминия и меди (1 пункт), цинка (1 пункт), железа, алюминия, нитритный азот (1 пункт), нитритный азот (1 пункт).

Нарушение норм качества воды в пограничных районах России, в основном, находилось в пределах от 1 до 10 ПДК. Единичные случаи превышения 50 ПДК были отмечены на границе с Норвегией соединениями никеля (р. Колос-йоки пгт. Никель), с Казахстаном - соединениями марганца (р. Уй с. Усть-Уйское, р. Тобол с. Звериноголовское) и с Монголией - ОВ (р. Ульдза-гол с. Соловьёвск); превышения 30 ПДК: на границе с Норвегией - соединениями меди (р. Колос-йоки пгт. Никель), с Украиной - нитритным азотом (р. Оскол пгт. Волоконовка), с Китаем - соединениями меди и марганца (р. Аргунь п. Молоканка), меди (р. Аргунь с. Кути), алюминия (р. Амур г. Хабаровск), железа (р. Амур г. Благовещенск во втором створе), меди и цинка (р. Амур г. Благовещенск в первом створе).

Наименее загрязнены участки рек, в основном, на западной части границы России: с Норвегией (р. Патсо-йоки), с Финляндией (реки Патсо-йоки, Лендерка), с Белоруссией (р. Ипуть), с Украиной (реки Десна, Сейм и Псёл). На

юге границы наименее загрязнены участки рек Терек (Грузия), Самур (Азербайджан), Менза (Монголия). Качество воды указанных участков рек оценивалось как «слабо загрязненная».

Наиболее загрязненные участкам рек, вода которых характеризовалась как «грязная», отмечены на границе с Норвегией (р. Колос-йоки), с Польшей (р. Мамоновка), с Белоруссией (р. Сож), с Украиной (реки Северский Донец, Кундрючья, Большая Каменка, Миус и вдхр. Белгородское), с Казахстаном (реки Илек (п. Веселый), Уй, Тобол), с Китаем (реки Аргунь, Сунгача, Раздольная, протока Прорва). В остальных пунктах наблюдений вода характеризовалась как «загрязненная».

В течение 2014-2018 гг. степень загрязненности трансграничных поверхностных вод в пунктах наблюдений на границе с Финляндией: на реках Лендерка, Патсо-йоки (ГЭС Кайтакоски, Янискоски и Раякоски) и на границе с Норвегией: на реке Патсо-йоки (ГЭС Хеваскоски) характеризовалась как «условно чистая» или «слабо загрязненная».

Наиболее загрязнённой в этот период была вода рек на границе с Норвегией (р. Колос-йоки), на границе с Украиной (реки Северский Донец, Большая Каменка, Кундрючья, Миус), на границе с Казахстаном (реки Илек (п. Весёлый), Уй (с. Усть-Уйское и п. Бобровский), Тобол), на границе с Китаем (реки Аргунь (п. Молоканка), Раздольная и протоки Прорва). В большинстве пунктов наблюдений качество воды характеризовалось как «грязная». В остальных пунктах наблюдений качество воды варьировало от «условно-чистой» до «грязной».

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 2017 г., что обусловлено регламентом поступления необходимой гидрологической информации.

Наибольшее количество водной массы было внесено на территорию России через границу с Казахстаном и Финляндией (соответственно 43 и 32%), вынесено с территории России в Республику Беларусь и Украину (соответственно 52 и 28%).

Максимальное количество главных ионов, минерального азота, кремния, общего железа, соединений меди, цинка, никеля, общего хрома, нефтепродуктов, фенолов, Σ ДДТ и Σ ГХЦГ поступило в 2017 г. с речным стоком на территорию России из Казахстана; органических веществ - из Финляндии; общего фосфора - из Украины.

В 2017 г. максимальные количества определяемых химических веществ были перенесены речным стоком из России на территорию Республики Беларусь; главных ионов и соединений никеля - на территорию Украины.

В 2018 г. максимальные количества переносимых отдельными реками химических веществ уменьшались в следующей последовательности: сумма главных ионов - 6261 тыс. т, органические вещества - 460 тыс. т, биогенные элементы (кремний - 58,1, минеральный азот - 20,3, общее железо - 3,79, общий фосфор - 1,56 тыс. т), нефтепродукты - 449 т, соединения цинка - 121 т, меди - 97,9 т, фенолы - 27,6 т, соединения никеля - 4,69 т, общего хрома - 917 кг, хлорорганические пестициды (Σ ДДТ - 219 кг, Σ ГХЦГ - 40,3 кг) (табл. 3.11).

Наибольшее количество большей части перечисленных выше вещество поступило в Россию в 2018 г. со стоком наиболее многоводной р. Иртыш (31,0 км^3); органических веществ и соединений меди - с водой р. Вуокса (23,0 км^3), общего фосфора - р. Северский Донец (4,13 км^3); общего железа - р. Раздольная (3,18 км^3); нефтепродуктов - р. Онон (6,91 км^3); соединений хрома и никеля - р. Ишим (1,93 км^3).

Высокие значения переноса химических веществ, следующие за максимальными, наблюдались со стоком рек: Вуокса (кремний, общее железо), Северский Донец (главные ионы), Иртыш (органические вещества, общий фосфор, соединения меди), Селенга (соединения цинка, нефтепродукты, фенолы), Онон (хлорорганические пестициды), Раздольная (минеральный азот).

Таблица 3.11. Количество химических веществ - тыс. тонн (соединений меди, цинка, фенолов - тонн), перенесенных в Россию отдельными реками через границу с сопредельными государствами в 2018 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. Кайтакоски	5,72	39,2	89,5	0,151	0	25,9	0,159	6,20	7,34	0,062	Нд
Вуокса, пгт. Лесогорский	23,0	46 0	932	2,53	0,242	47,2	1,67	97,9	Нд	0,383	Нд
Польша											
Лава, г. Знаменск	0,891	21,5	337	0,779	0,128	4,20	0,219	Нд	Нд	Нд	Нд
Мамоновка, г. Мамоново	0,072	1,63	25,3	0,123	0,024	0,476	0,026	Нд	Нд	Нд	Нд
Украина											
Миус, с. Куйбышево	0,215	5,03	378	0,086	0,030	0,635	0,089	0	0,072	0,018	0,096
Северский Донец, х. Поповка*	4,13	97,4	5222	1,69	1,56	15,8	1,20	0,918	1,84	0,386	5,50
Грузия											
Терек, г. Владикавказ	0,950	4,33	308	1,06	0,066	5,39	0,086	0,633	5,62	0,011	0

Казахстан											
Ишим, с. Ильинка	1,93	35,8	1559	0,501	0,042	3,36	0,156	4,92	5,57	0,146	3,00
Иртыш, с. Татарка	31,0	379	6261	20,3	1,13	58,1	1,23	81,9	121	0,249	27,6
Тобол, с. Звериного-ловское	0,719	10,6	802	1,13	0,104	2,79	0,123	4,73	8,15	0,103	1,00
Монголия											
Селенга, п. Наушки	9,78	287	2090	1,39	0,196	46,4	1,15	22,2	100	0,446	12,0
Онон, с. Верхний Ульхун	6,91	55,9	502	0,579	0,086	37,7	0,610	4,96	5,92	0,449	0
Китай											
Раздольная, с. Новогеор-гиевка	3,18	59,1	460	4,84	0,211	17,9	3,79	12,1	16,6	0,060	4,00

Примечание. Нд - нет данных.
**Перенос веществ рассчитан по водному стоку в пункте г. Белая Калитва.*

В целом за период 2014–2018 гг. из Казахстана в Россию со стоком р. Иртыш поступило максимальное количество главных ионов (28,9 млн. т), минерального азота (58,9 тыс. т), кремния (332 тыс. т), нефтепродуктов (1,57 тыс. т), соединений меди (429 т) и цинка (908 т), фенолов (106 т), Σ ДДТ (621 кг), Σ ГХЦГ (163 кг); из Финляндии р. Вуокса - органических веществ (1,80 млн. т); из Украины р. Северский Донец - общего фосфора (8,59 тыс. т); из Китая р. Раздольная - общего железа (12,4 тыс. т); из Монголии р. Селенга - соединений никеля (99,4 т) и шестивалентного хрома (38,7 т).

Кроме перечисленных веществ, с водой р. Вуокса в 2014-2018 гг. было перенесено через границу повышенное количество общего железа (12,1 тыс. т) и соединений меди (354 т); р. Северский Донец - главных ионов (23,9 млн. т); р. Иртыш - органических веществ (1,77 млн. т), общего фосфора (5,68 тыс. т) и соединений шестивалентного хрома (34,4 т); р. Ишим - соединений никеля (35,6 т) и Σ ГХЦГ (примерно 29 кг); р. Селенга - кремния (194 тыс. т), нефтепродуктов (1,32 тыс. т), соединений цинка (452 т), фенолов (38,2 т); р. Онон - Σ ДДТ (58 кг); р. Раздольная - минерального азота (18,8 тыс. т).

Изучение динамики поступления в Россию определяемых химических веществ в 2014–2018 гг. свидетельствует о следующем: со стоком р. Патсо-йоки с 2015 г. наблюдалось существенное увеличение переноса из Финляндии органических веществ, главных ионов, кремния и нефтепродуктов, в 2015–2017 гг. - стабилизация переноса общего железа, с 2017 г. - снижение переноса минерального азота и соединений цинка. Динамика поступления в Россию других определяемых веществ с водой этой реки была неоднозначна. Перенос изомеров ГХЦГ был отмечен лишь в 2015 г. Поступление химических веществ со стоком р. Вуокса имело сложный характер: начиная с 2015 г., наблюдалось существенное увеличение переноса через границу общего фосфора и соединений меди, в 2016 и 2017 гг. - стабилизация переноса органических веществ, минерального азота и общего железа, с 2017 г. - резкий рост выноса с территории Финляндии кремния, в 2018 г. - увеличение выноса нефтепродуктов. Динамика поступления стока главных ионов была разнонаправленной.

Минимальное количество определяемых химических веществ поступило на территорию России из Польши со стоком рек Лава и Мамоновка в маловодном 2015 г., максимальное - в самом многоводном 2017 г.

Со стоком р. Миус с 2015 г. наблюдалось значительное увеличение переноса с территории Украины органических веществ, главных ионов и общего фосфора; с 2015 г. - кремния; в 2014–2017 г. наблюдалась стабилизация поступления минерального азота, с 2016 г. - снижение соединений цинка. Максимальное количество органических веществ, главных ионов, минерального азота и общего железа р. Миус было перенесено через границу в наиболее многоводном 2018 г., других определяемых веществ - в разные по водности годы. Минимальное количество большей части химических веществ было перенесено со стоком р. Миус в самом маловодном 2014 г.

Со стоком р. Северский Донец с 2016 г. наблюдалось увеличение переноса с территории Украины органических веществ, с 2017 г. - увеличение переноса главных ионов, в 2018 г. - нефтепродуктов; в 2016-2017 гг. наблюдалась стабилизация переноса кремния; с 2015 г. - снижение переноса соединений меди, с 2016 г. - многократное уменьшение переноса соединений цинка. Максимальное количество органических веществ, главных ионов, кремния, общего железа, нефтепродуктов и фенолов поступило в Россию в самом многоводном 2018 г., других определяемых веществ - в разные по водности годы.

С водой р. Терек с 2016 г. наблюдалось увеличение переноса из Грузии общего фосфора, с 2015 г. - заметное снижение переноса соединений меди и цинка. В 2016–2018 гг. перенос в Россию органических веществ и общего железа, а в 2014-2015 гг. главных ионов и нефтепродуктов сохранился стабильным. Вынос фенолов с территории Грузии был зафиксирован только в 2014 г. Максимальное количество главных ионов, минерального азота и кремния было перенесено через границу со стоком р. Терек в наиболее многоводном 2016 г., органических веществ, общего железа, соединений меди и цинка - в маловодном 2014 г. Динамика переноса в Россию других химических веществ была неоднозначна.

В 2014-2015 гг. со стоком р. Ишим наблюдалась стабилизация переноса из Казахстана кремния, нефтепродуктов и соединений меди, в 2015-2016 гг. - общего фосфора, фенолов и соединений никеля. Резкий рост водности реки в 2017 г. обусловил существенное увеличение переноса через границу всех определяемых химических веществ, кроме хлорорганических пестицидов (ХОП). Минимальное количество большей части веществ, за исключением главных ионов, нефтепродуктов и фенолов, поступило в Россию в самом маловодном 2018 г. Динамика переноса химических веществ с водой р. Ишим в 2014–2018 гг. имела сложный характер.

С водой самой многоводной р. Иртыш с 2015 г. значительно возросло поступление из Казахстана главных ионов, минерального азота, ХОП и наблюдалось уменьшение поступления общего железа и соединений шестивалентного хрома. В 2016 и 2017 гг. отмечена стабилизация переноса Σ ДДТ, в 2017 и 2018 гг. - кремния. Динамика переноса других определяемых веществ с водой этой реки была неоднозначна. Максимальное количество главных ионов, общего фосфора, кремния, нефтепродуктов, фенолов и изомеров ГХЦГ поступило на территорию России из Казахстана в самом многоводном 2016 г., органических веществ, соединений меди, цинка и никеля - в среднем по водности 2015 г., минерального азота и Σ ДДТ - в многоводном 2018 г. Минимальное количество определяемых веществ было перенесено в маловодном 2014 г. и среднем по водности 2017 г.

С 2015 г. со стоком р. Тобол наблюдалось снижение переноса из Казахстана органических веществ; в 2016 и 2017 гг. наблюдалась стабилизация переноса общего железа, в 2017 и 2018 гг. - фенолов. Динамика поступления других определяемых химических веществ была сложной и разнонаправленной. Максимальное количество главных ионов, минерального азота, общего фосфора, кремния, соединений меди и фенолов было перенесено в Россию в самом многоводном 2016 г., органических веществ - в многоводном 2014 г., соединений цинка - в маловодном 2015 г. Минимальное количество всех определяемых химических веществ поступило из Казахстана в самом маловодном 2018 г.

Изучение динамики переноса химических веществ из Монголии со стоком многоводной р. Селенга показало, что максимальное количество органических веществ, главных ионов, кремния, общего железа, соединений меди и цинка транспортировалось в Россию в наиболее многоводном 2016 г., минерального азота, нефтепродуктов и фенолов - в среднем по водности 2018 г., общего фосфора - в маловодном 2015 г., соединений никеля и хрома - в среднем по водности 2014 г. Минимальное количество химических веществ было перенесено в Россию в маловодные годы: органических веществ, главных ионов, минерального азота, общего фосфора, кремния, фенолов и соединений меди - в 2017 г., общего железа, нефтепродуктов и соединений цинка - в 2015 г. С 2015 г. произошло значительное уменьшение переноса через границу соединений никеля и шестивалентного хрома.

В 2018 г. резкое увеличение водности р. Онон обусловило существенный рост переноса из Монголии наибольшего количества определяемых веществ. Максимальное количество превалирующей части химических веществ было перенесено через границу с водой этой реки в самом многоводном 2018 г., соединений меди и цинка, фенолов - в среднем по водности 2014 г., Σ ГХЦГ в маловодном 2016 г. Минимальное количество определяемых веществ поступило в Россию со стоком этой реки в маловодные 2015 и 2016 гг. Начиная с 2015 г., со стоком р. Онон произошло уменьшение поступления в Россию соединений меди и цинка, с 2016 г. - увеличение поступления нефтепродуктов, с 2017 г. - Σ ДДТ. В 2016 и 2017 гг. отмечалась стабилизация переноса из Монголии нефтепродуктов. В течение 2014-2018 гг. вынос соединений никеля с водой р. Онон наблюдался лишь в 2016 г., соединений общего хрома - в 2017 г.

Максимальное количество органических веществ, минерального азота, общего фосфора, кремния, общего железа, соединений никеля и общего хрома, фенолов поступило на территорию России из Китая со стоком р. Раздольная в многоводном 2016 г., главных ионов, нефтепродуктов и соединений меди - в наиболее многоводном 2018 г., соединений цинка - в самом маловодном 2014 г. Минимальное количество веществ, кроме общего железа и соединений цинка, было перенесено через границу с водой этой реки в маловодном 2014 г. С 2015 г. в бассейне р. Раздольная наблюдался значительный рост переноса в Россию органических веществ, главных ионов, минерального азота, общего фосфора, кремния, соединений меди и снижение переноса соединений цинка. Перенос Σ ДДТ со стоком р. Раздольная был отмечен только в 2015 г.

Общим для всех рек, кроме Патсо-йоки, Северский Донец, Ишим, Иртыш, Онон и Раздольная было отсутствие переноса через границу в 2014-2018 гг. хлорорганических пестицидов.

Определяющим фактором в существенном изменении величин переноса отдельных химических веществ для рек Вуокса, Северский Донец, Терек, Иртыш, Селенга был уровень загрязненности воды этими веществами, для рек Патсо-йоки, Лава, Мамоновка, Миус, Ишим, Тобол, Онон, Раздольная - как водных сток, так и концентрация их в воде.

3.3.5. Загрязнение морских вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям

Каспийское море

Соленость вод **Северного Каспия** в 2018 г. на станциях вековых разрезов III и III а изменялась в диапазонах 5,52-18,15‰ и 1,89–8,18‰, составив в среднем 13,05‰ и 4,42‰ соответственно. Существенное различие средних значений солености обусловлено влиянием на разрез III а стока р. Волга. Прозрачность вод изменялась в пределах от 1,5 до 6,0 м. Уровень загрязнения вод нефтяными углеводородами (НУ) на обоих разрезах составил около 1,3 ПДК при максимальном значении 2,0 ПДК на разрезе III а, что существенно ниже показателей 2017 г. и приблизительно соответствует уровню 2013 г. (рис. 3.55). Концентрации фенолаов и синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) сохранились на уровне 2013–2017 гг. и составляли в среднем 1,6 - 4 ПДК и 0,28 ПДК соответственно.

Другими приоритетными загрязняющими веществами воды на разрезе III были металлы: кобальт (5,8 ПДК - 12,2 ПДК), никель (4,0 ПДК - 16,3 ПДК), железо (2,6 ПДК - 4,6 ПДК), цинк (2,5 ПДК - 6,2 ПДК), свинец (1,4 ПДК - 3,5 ПДК) и медь (1,2 ПДК - 4,0 ПДК). Максимальное содержание ртути и марганца составляло 0,4 ПДК, а кадмия - 0,7 ПДК. За период 2013-2017 гг. средняя концентрация железа повысилась с 2,4 ПДК до 5,8 ПДК, а в 2018 г. - снизилась до 2,6 ПДК (табл. 3.12). Межгодовые изменения среднего содержания в воде мелководья кобальта, никеля, цинка, свинца и меди по абсолютной величине значения варьировали в два и более раз. В 2018 г.

на разрезе III а было зафиксировано превышение установленных нормативов концентрации металлов: железа (средняя 2,4 ПДК - максимум 3,4 ПДК), никеля (2,0 ПДК - 2,4 ПДК) и меди (0,8 ПДК - 1,2 ПДК). Максимальные значения содержания ртути, марганца, свинца, кадмия, кобальта и цинка составляли: 0,1; 0,8; 0,08; 0,14; 0,8 и 0,9 ПДК соответственно. Многолетняя динамика содержания перечисленных металлов в воде разреза III а в целом совпадала с таковой для расположенного восточнее разреза III. Содержание наиболее токсичных металлов - ртути и кадмия оставалось существенно ниже допустимого предела.

Рис. 3.55. Динамика среднегодовых концентраций загрязняющих веществ (в ПДК) на разрезах III и III а Северного Каспия в 2013-2018 гг.: 1, 2 и 3 - НУ, фенолы и СПАВ на разрезе III; 4, 5 и 6 - НУ, фенолы и СПАВ на разрезе III а.

Заметных временных трендов содержания металлов в водах Северного Каспия в последние шесть лет не отмечалось. Исключение составлял цинк, концентрация которого во второй половине указанного периода была в 4-5 раз больше. Значимых различий содержания металлов между разрезами не наблюдалось, кроме кобальта. Его среднегодовая концентрация на разрезе III во все годы была выше, чем на расположенном западнее разрезе III а. Вероятно, источник кобальта находится в восточной части рассматриваемого района моря.

Таблица 3.12. Динамика среднегодовых концентраций металлов (мкг/дм^3, единицы ПДК) на акватории Северного Каспия в 2013-2018 гг.

2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Разрез III					
Кобальт					
39,8 (8,0 ПДК)	39,3 (7,7 ПДК)	26,1 (5,2 ПДК)	14,2 (2,8 ПДК)	48,6 (9,7 ПДК)	28,8 (5,8 ПДК)
Никель					
41,7 (4,2 ПДК)	19,7 (2,0 ПДК)	50,7 (5,1 ПДК)	15,8 (1,6 ПДК)	41,0 (4,1 ПДК)	40,3 (4,0 ПДК)
Железо					
121,8 (2,4 ПДК)	131,0 (2,6 ПДК)	121,0 (2,4 ПДК)	185,2 (3,7 ПДК)	290,0 (5,8 ПДК)	130,0 (2,6 ПДК)
Цинк					
20,2 (0,4 ПДК)	19,4 (0,4 ПДК)	129,0 (2,6 ПДК)	25,3 (0,5 ПДК)	94,4 (1,9 ПДК)	123,2 (2,5 ПДК)
Свинец					
10,6 (1,1 ПДК)	9,5 (0,9 ПДК)	25,6 (2,6 ПДК)	11,4 (1,1 ПДК)	26,1 (2,6 ПДК)	13,9 (1,4 ПДК)
Медь					
7,5 (1,5 ПДК)	5,0 (1,0 ПДК)	15,9 (3,2 ПДК)	8,4 (1,7 ПДК)	7,1 (1,4 ПДК)	5,9 (1,1 ПДК)
Разрез IIIа					
Железо					
131,4 (2,6 ПДК)	106,0 (2,1 ПДК)	164,0 (3,3 ПДК)	172,1 (3,4 ПДК)	220,0 (4,4 ПДК)	130,0 (2,6 ПДК)
Никель					
39,7 (4,0 ПДК)	17,6 (1,8 ПДК)	50,3 (5,0 ПДК)	11,4 (1,1 ПДК)	35,7 (3,6 ПДК)	16,3 (1,6 ПДК)
Медь					
7,3 (1,5 ПДК)	3,4 (0,7 ПДК)	17,6 (3,5 ПДК)	7,5 (1,5 ПДК)	6,9 (1,4 ПДК)	4,9 (1,0 ПДК)

Примечание. В таблицу включены только те металлы, среднегодовые концентрации которых в 2018 г. достигали или превышали установленные ПДК.

Кислородный режим в 2018 г. оставался в пределах установленного норматива. За 2016-2018 гг. среднегодовая концентрация кислорода в водах на разрезах III и IV увеличилась на 10-15%. Вместе с тем, на расположенном в западной части Северного Каспия вблизи устья р. Волги разрезе III а средняя концентрация растворенного кислорода в 2018 г. оказалась ниже, чем в 2016-2017 гг. - 7,90 мг/дм^3 против 10,15-10,70 мг/дм^3, соответственно. Уменьшилась и средняя степень насыщения вод кислородом - 97,8% в 2018 г. против 105,3–109,5% в предыдущие годы.

В морских водах на границе Северного и Среднего Каспия (**разрез IV**) соленость вод варьировала в пределах 7,84-10,42‰. Из загрязняющих веществ превышение норматива было отмечено только для фенолов (2,3/4,0 ПДК). Значения средних концентраций нефтяных углеводородов не превышали 1 ПДК, а максимальное значение составило 1,2 ПДК. Концентрация аммонийного азота оставалась в пределах норматива (средняя 0,46 ПДК - максимум 0,70 ПДК). Кислородный режим оставался в пределах установленного норматива, а отмеченная в 2015–2017 гг. тенденция к его ухудшению в 2018 г. прекратилась. В целом качество воды Северного Каспия в 2018 г. улучшилось за счет уменьшения загрязнения акватории нефтяными углеводородами и оценивалось как «умеренно загрязненные».

Воды **Дагестанского взморья** в 2018 г. характеризовались как «умеренно загрязненные» (взморье р. Сулак, Махачкала, Избербаш) и «загрязненные», с наибольшим уровнем загрязнения у п. Лопатин и Каспийска (рис. 3.56). Приоритетным загрязняющим веществом воды Дагестанского взморья от п. Лопатин на севере до взморья р. Самур у границы с Азербайджаном на юге сохранились фенолы: средние значения их концентрации варьировали от 2,8 ПДК у Сулака до 3,6 ПДК у Каспийска, максимальные значения повсеместно составляли 4-5 ПДК, а у Каспийска достигали 6 ПДК. Заметно меньший вклад в общее загрязнение вносили нефтяные углеводороды - их среднее содержание не превышало 1,0 ПДК, даже в районе такого крупного порта как Махачкала. Средняя концентрация аммиачного азота сохранилась на уровне 0,5-0,7 ПДК, а ее максимальные значения - в пределах норматива. Кислородный режим был в пределах нормы. За последние три года среднегодовая концентрация растворенного в воде кислорода повсеместно увеличилась.

Рис. 3.56. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в районах мониторинга на Дагестанском взморье в период 2008-2018 гг.
Примечание: 1 - Лопатин, 2 - взморье р. Терек, 3 - взморье р. Сулак, 4 - Махачкала, 5 - Каспийск, 6 - Избербаш, 7 - Дербент, 8 - взморье р. Самур.

Азовское море

В 2018 г. гидрохимические наблюдения проводились в **устьевой области р. Дон** на трех станциях в устьях рукавов Мёртвый Донец, Переволока и Песчаный. Соленость речного стока в устьях рукавов р. Дон изменялась в пределах от 0,48‰ до 0,91‰; значения водородного показателя (pH) были в диапазоне от 7,94 до 8,46. В большинстве проб значения концентрации нефтяных углеводородов (НУ) превышали ПДК, при максимуме 3,2 ПДК. Среднегодовая концентрация биогенных элементов, в частности соединений азота, сохранялась на уровне предыдущих лет и в отдельных случаях превышала ПДК. Во всех устьях рукавов дельты р. Дон была выявлена растворенная ртуть, концентрация которой достигала 2,9 ПДК. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ в воде не были выявлены. Кислородный режим вод в течение всего года был удовлетворительный и насыщение воды не опускалось ниже 77%.

Соленость вод **Таганрогского залива** в значительной степени зависит от объема речного стока. В 2018 г. соленость изменялась от 0,50‰ до 9,82‰, составив в среднем 3,74‰, что несколько меньше предыдущих лет. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в диапазоне от величины менее предела обнаружения до 8,4 ПДК; максимум более чем в 3 раза превосходит показатель прошлого года (2,6 ПДК). Растворенная ртуть в концентрации от 1,0 до 3,2 ПДК была зарегистрирована в поверхностном слое вод Таганрогского залива, при максимуме 3,2 ПДК для пресноводных водоемов, а среднегодовая составляла 1,4 ПДК.

Максимальная концентрация аммонийного азота на акватории залива уменьшилась по сравнению с прошлым годом в 2 раза и составила 78,1 мкг/дм^3. Сохранилась тенденция снижения среднегодовой концентрации азотистых соединений, как в устьевых протоках Дона, так и в водах Таганрогского залива (рис. 3.57). Среднегодовая концентрация фосфатов варьировала в диапазоне 19,3 - 17,5 мкг/дм^3. Содержание общего фосфора изменялось в интервале 12,2 - 91,3 мкг/дм^3, составив в среднем 48,1 мкг/дм^3. Концентрация растворенного кислорода в водах залива изменялась в диапазоне 4,19 - 13,06 мг/дм^3, составив в среднем 9,33 мг/дм^3. Минимальное значение

насыщения воды кислородом составило 77%. Уровень содержания растворенного в воде кислорода был близок к своим многолетним значениям. Воды Таганрогского залива в 2018 г. оценивались как «загрязненные».

Рис. 3.57. Динамика среднегодовой концентрации аммонийного азота (мкг/дм^3) в устьевой области р. Дон и Таганрогском заливе в 1993-2018 гг.

В донных отложениях концентрация нефтяных углеводородов в рукавах р. Дон изменялась от 0,05 до 0,11 мг/г. Максимум был отмечен в июле в устье рукава Переволока. Среднегодовое содержание НУ составило 80 мкг/г (1,6 ДК). В Таганрогском заливе концентрация нефтяных углеводородов варьировала в диапазоне 3 - 140 мкг/г, при максимуме 2,8 ДК, а средняя концентрация составляла 71,7 мкг/г (1,4 ДК), что незначительно отличается от значений прошлого года (1,3 ДК). В целом межгодовые вариации содержания НУ в донных отложениях залива можно рассматривать как незначительные.

Устьевое взморье и дельта р. Кубань. Низовья дельты реки Кубань. В 2018 г. в устьях рукавов Кубани соленость не превышала 0,32‰, за исключением июня и августа, когда соленость составила 5,66‰ и 6,14‰ соответственно. Средняя многолетняя соленость за последние 10 лет составила 0,55‰, а за последние 5 лет - 0,71‰ при средней за период наблюдений - 0,56‰. Концентрация нефтяных углеводородов на обеих станциях незначительно отличалась от прошлогодней (0,04 мкг/дм^3) и составила 0,045 мкг/дм^3 (0,9 ПДК). Максимальная концентрация составила 0,07 мкг/дм^3 (1,4 ПДК). Хлорорганических пестицидов α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и его метаболитов не было выявлено.

Порт Темрюк. Соленость воды в канале порта изменялась от 9,85‰ до 14,14‰. Среднегодовая величина солености составила 12,35‰ (в 2017 г. - 12,49‰). В целом за период 2004-2018 гг. наблюдается постепенное повышение солености различных районов Темрюкского залива (рис. 3.58). Максимальная концентрация нефтяных углеводородов составила 0,18 мг/дм^3 (3,6 ПДК), (в 2017 г. - 0,23 мг/дм^3, 4,6 ПДК). Среднегодовая концентрация НУ составила 0,08 мг/дм^3 (1,6 ПДК), что выше, чем в прошлом году (1,0 ПДК). Концентрация хлорорганических пестицидов (α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганических соединений (метафос, карбофос, фозалон и рогор) была ниже предела обнаружения. В поверхностном и придонном слоях содержание сероводорода не было зарегистрировано. Концентрация растворенной ртути изменялась от 0,01 до 0,047 мкг/дм^3 (0,1-0,5 ПДК) при среднегодовой 0,01 мкг/дм^3 (0,1 ПДК). Концентрация биогенных веществ, включая соединения азота и фосфора в водах канала порта Темрюк, в течение всего года не превышала ПДК. Насыщение вод растворенным кислородом было удовлетворительным. Воды канала порта Темрюк оценивались как «умеренно загрязненные».

Рис. 3.58. Динамика среднегодовой солености (‰) в различных районах устьевой области р. Кубань и Темрюкском заливе в 1990-2018 гг.

Взморье реки Кубань. Соленость вод взморья Кубани изменялась в диапазоне 1,97-13,97‰, при средней солености 11,77‰. Максимальная концентрация НУ составила 0,06 мг/дм^3 (1,2 ПДК), а среднегодовая - 0,020 мг/дм^3 (0,4 ПДК), (в 2017 г. - 0,6 ПДК). Концентрация биогенных элементов, включая соединения азота и фосфора, сохранилась на уроне прошлогодних значений. Насыщение вод растворенным кислородом было удовлетворительным. Воды взморья Кубани в 2018 г. оценивались как «умеренно загрязненные».

Взморье рукава Протока. В 2018 г. соленость вод взморья Протоки изменялась от 8,97‰ до 13,87‰, при среднегодовой солености 12,18‰ и средней многолетней за последние 5 лет - 11,10‰. Концентрация нефтяных углеводородов не превышала ПДК. Хлорорганические (γ-ГХЦГ, α-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганические (метафос, карбофос, фозалон и рогор) пестициды не были выявлены. Растворенная ртуть (0,01 мкг/дм^3, 1,0 ПДК) была зафиксирована одноразово. Концентрация биогенных элементов, включая соединения азота и фосфора, не превышала ПДК. Содержание сероводорода на взморье Протоки не было зарегистрировано. В 2018 г. качество воды взморья рукава Протока в Темрюкском заливе по сравнению с 2017 г. не изменилось и оценивается как «чистая».

Устьевая область р. Кубань (гирла лиманов). Соленость вод устьевой области изменялась в широком диапазоне от 0,25‰ до 14,17‰, при среднегодовой солености - 5,76‰. Максимальная зафиксированная концентрация НУ составила 0,09 мг/дм^3 или 1,8 ПДК, а среднегодовая - 0,035 мкг/дм^3 или 0,70 ПДК, (в 2017 г. - 0,032 мкг/дм^3 или 0,60 ПДК). За последние 5 лет среднегодовая концентрация НУ изменяется незначительно (2014 - 0,034; 2015 - 0,037; 2016 - 0,040; 2017 - 0,033; 2018 - 0,035 мкг/дм^3). Хлорорганические пестициды и сероводород в водах взморья не были выявлены. Концентрация биогенных элементов (аммонийного азота, нитритов, нитратов и фосфатов) не превышала ПДК. Минимальное содержание растворенного кислорода в прилегающих к устьям лиманов участкам устьевой области р. Кубань в 2018 г. составило 48% насыщения, при среднем насыщении 89%. Состояние вод гирл лиманов по сравнению с предыдущим годом ухудшилось и оценивается как «грязные».

Крым. Порт Ялта. Значения основных гидрохимических параметров вод района соответствовали диапазону: температура 7,5-26,4^{O}С; соленость - 7,041-18,988‰, при средней солености 16,691‰; pH - 8,00-8,62/8,36; щелочность - 3,136-3,534/3,287 мг-экв./дм^3; фосфаты - 2-16/6,5 мкг/дм^3; общий фосфор - 6-43/15,9 мкг/дм^3; силикаты - 35-1698/296 мкг/дм^3; аммонийный азот - 3-27/15,1 мкг/дм^3; нитритный азот - 0,5-6,0/2,4 мкг/дм^3; нитратный азот - 4-307/50,6 мкг/дм^3. Концентрация нефтяных углеводородов на акватории морского пассажирского порта изменялась от аналитического нуля до 0,02 мг/дм^3 (0,4 ПДК); среднее значение снизилось в 2 раза до 0,0054 мг/дм^3. Содержание СПАВ варьировало от аналитического нуля до 42 мкг/дм^3 (0,4 ПДК, середина июля на поверхности); среднее годовое составило 8,5 мкг/дм^3 (менее 0,1 ПДК). Фенолы не были выявлены. Из хлорорганических пестицидов группы ДДТ были зарегистрированы ДДТ в концентрации 0,91 нг/дм^3, а также метаболит ДДД в концентрации 1,0 нг/дм^3. Из другой группы пестицидов был зафиксирован «свежий» линдан (γ-ГХЦГ) в концентрации 0,67-5,82 нг/дм^3 (0,6 ПДК, максимум наблюдался у дна в середине апреля); среднегодовая величина составила 0,9 нг/дм^3 (в 2017 г. - 4,2 нг/дм^3). α-ГХЦГ и ПХБ не были выявлены. Как и в прошлом году, в водах акватории морского пассажирского порта Ялты были зарегистрированы пестициды альдрин (0,50 и 3,16 нг/дм^3) и гептахлор (0,59-34,84 нг/дм^3, в среднем - 0,88 нг/дм^3). Значения растворённого в воде кислорода варьировали в пределах 5,60-10,99 мгO_2/дм^3, в среднем 8,36 мгO_2/дм^3 в поверхностном слое вод и 6,22-9,97/8,29 мгO_2/дм^3 в придонном; минимальные величины ниже норматива были отмечены в августе и сентябре при температуре воды 25,0^{O}С и 23,4^{O}С. Среднегодовое значение составило 8,33 мгO_2/дм^3. Процент насыщения вод кислородом снизился по сравнению с прошлым годом и варьировал от 74% до 102%, в среднем 92,3% насыщения. В 2018 г. воды морского пассажирского порта Ялта оцениваются как «чистые».

Крым. Керченский пролив. Значения основных гидрохимических параметров вод между портами Крым и Кавказ соответствовали диапазону: температура - 11,4-27,8^{O}С; соленость - 12,72-17,59‰, при средней 14,59‰; pH - 7,27-8,81/8,10; щелочность - 2,287-3,220/2,653 мг-экв/дм^3; фосфаты - 0,1-5,6/2,9 мкг/дм^3; общий фосфор - 9-35/20,5 мкг/дм^3; силикаты - 40-330/201 мкг/дм^3; аммонийный азот - 8-94/27,3 мкг/дм^3; нитритный азот - 5,0-27,0/9,8 мкг/дм^3; нитратный азот - 6-48/16,9 мкг/дм^3. В водах пролива существенно повысилось содержание нефтяных углеводородов, которые являются наиболее важным загрязнителем: средняя концентрация составила 0,15 мг/дм^3 (3,0 ПДК, рост в 3,5 раза), максимальная - 0,78 мг/дм^3 (15,6 ПДК, рост в 4,9 раза). Содержание СПАВ варьировало в диапазоне 14-24 мкг/дм^3, при среднегодовом значении - 20,8 мкг/дм^3 (0,2 ПДК). Фенолы не были выявлены. Из хлорорганических пестицидов был зарегистрирован метаболит ДДТ в концентрации от 0 - 1,2 нг/дм^3, при среднем значении - 0,34 нг/дм^3 (в 2017 г. - 0,54 нг/дм^3); ДДД - 0-1,10/0,33 нг/дм^3. Содержание ДДЕ, линдана (γ-ГХЦГ) и его изомеров, пестицида альдрина, гептахлора и полициклических хлорированных бифенилов (ПХБ) было ниже предела обнаружения. Значения растворённого в воде кислорода варьировали в пределах 4,94-15,34 мг/дм^3, при среднем значении - 9,95 мг/дм^3. Кислородный режим вод пролива в теплый период года был в пределах нормы. Содержание кислорода ниже норматива (65% насыщения) одноразово было отмечено в поверхностном слое с высокой температурой воды - 25,2^{O}С и соленостью 13,71‰. В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом качество вод Керченского пролива существенно ухудшилось за счет почти четырехкратного увеличения содержания нефтяных углеводородов, и вода оценивалась как «умеренно загрязненная».

Черное море

Район Анапа-Туапсе. Значения основных гидрохимических параметров вод в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе в 2018 г. соответствовали диапазону: температура - 8,8-27,8^{O}С; соленость - 16,24-18,72‰, при среднем значении - 17,60‰; pH - 8,09-8,59/8,93; щелочность - 2,760-3,600/2,76 мг-экв/дм^3; фосфаты - 0-187,1/14,0 мкг/дм^3; силикаты - 0-194/36 мкг/дм^3; аммонийный азот - 0-472,5/41,0 мкг/дм^3; нитритный азот - 0-5,01/1,13 мкг/дм^3. В водах Кавказского прибрежья нефтяные углеводороды (среднее содержание - 0,011 мг/дм^3, максимальное - 0,028 мкг/дм^3, 0,56 ПДК) содержались в незначительном количестве (рис. 3.59). В целом за последние два десятилетия наблюдается снижение содержания НУ в водах прибрежья. Содержание СПАВ было ниже предела обнаружения. Концентрация растворенной в воде ртути достигала 0,024 мкг/дм^3 (0,24 ПДК), при среднем значении 0,006 мкг/дм^3. Хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ не были выявлены. Значения растворённого в воде кислорода варьировали в пределах 5,93-12,86 мгO_2/дм^3, в среднем 8,45 мгO_2/дм^3. В целом, качество вод Кавказского прибрежья сохранилось на прежнем уровне и характеризуется как «чистые».

Рис. 3.59. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в прибрежных водах Кавказа в 1996-2018 гг.
Сокращения: Average North – средняя величина в северной части Кавказского прибрежья; МАС – предельно допустимая концентрация; Trend Average North – тренд концентрации НУ в северной части прибрежья.

Район Сочи-Адлер. Значения основных гидрохимических параметров в прибрежных водах между устьями рек Мзымта и Сочи соответствовали диапазону: температура - 10,0-27,4^{O}C; соленость - 7,28-19,45‰, при среднем значении - 17,65‰; pH - 8,00-8,43/8,27; щелочность - 2,124-3,398/3,070 мг-экв/дм^3; фосфаты - 0-42,7/10,3 мкг/дм^3; силикаты - 0-2397/233 мкг/дм^3; аммонийный азот - 0-288,6/15,7 мкг/дм^3; нитритный азот - 0-6,18/0,77 мкг/дм^3; нитратный азот - 0-122,9/7,8 мкг/дм^3. Следует отметить, что за последние двадцать лет наметилась тенденция увеличения неорганического фосфора в прибрежных водах Кавказа (рис. 3.60). Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$) варьировало от 0,6 до 2,8 мгО$_2$/дм^3 (1,3 ПДК); в среднем 1,6 мгО$_2$/дм^3. Содержание взвешенных веществ было в пределах 0,1-70,1 мг/дм^3, в среднем 2,9 мг/дм^3.

Рис. 3.60. Динамика среднегодовой концентрации фосфатов P-PO$_4$ (мг/дм^3) в прибрежных водах Кавказа в 1996-2018 гг.
Примечание: Average – средняя концентрация фосфатов; Trend PO$_4$ average – тренд средней концентрации фосфатов.

В 2018 г. воды района Большого Сочи между эстуариями рек Мзымта и Сочи характеризуются как «чистые». Среднегодовая концентрация всех нормируемых загрязняющих веществ была ниже установленных для морских вод нормативов. Максимальная концентрация превышала ПДК для нефтяных углеводородов (до 2,6 ПДК), кислорода (1,1 ПДК), взвешенных веществ (7,1 ПДК). Наибольшее содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$) в водах района незначительно превышало установленный норматив и составляло 1,3 ПДК. Как и прошлом году, растворенная ртуть в водах района не была выявлена. С 2015 г. отмечается уменьшение содержания тяжелых металлов в водах Большого Сочи (рис. 3.61). Общий уровень загрязнения незначительный, а воды характеризовались в основном, как «чистые» и, локально, «умерено загрязненные». В многолетней динамике состояние вод района оценивается как стабильное.

Рис. 3.61. Средние и максимальные концентрации железа и свинца (мкг/дм^3) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2003-2018 гг. *Примечание: Fe av – средняя концентрация железа; Fe max – максимальная концентрация железа; MAC Pb – ПДК свинца; Pb av – средняя концентрация свинца; Pb max – максимальная концентрация свинца; Trend Pb av – тренд средней концентрации свинца.*

Балтийское море

В 2018 г. гидрохимические наблюдения на Балтийском море выполнялись на 40 станциях в Невской губе в течение года и восточной части Финского залива только в августе (рис. 3.62). Учитывая, в основном, пресноводный характер Невской губы, при оценках качества вод использовались значения ПДК для поверхностных вод суши, а для районов залива за пределами Комплекса Защитных Сооружений - значения ПДК для морских вод. Различия между нормативами могут быть существенными для двух типов вод, особенно для металлов, поэтому прямое сравнение по индексу загрязненности вод районов в Невской губе и в восточной части Финского залива может быть недостаточно корректным.

Рис. 3.62. Районы наблюдений за качеством морской среды восточной части Финского залива.

Невская губа. Центральная часть. Основной вклад в загрязнение вносили медь, цинк, марганец и железо. В целом, среднегодовое содержание меди было выше всех остальных значений за пятилетний период; среднее содержание железа было ниже значений 2014-2016 гг.; концентрация цинка возросла и была максимальной за последние пять лет. Среднее годовое содержание марганца было ниже максимума 2015 г. и выше всех остальных значений за пятилетний период. Содержание никеля и кобальта не превышало установленных ПДК, а свинца было ниже уровня определения. Воды Центральной части Невской губы не загрязнены нефтяными углеводородами. Концентрации фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также ¤-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) были ниже предела обнаружения. Концентрация нитратного азота не превышала ПДК, а нитритного азота в нескольких случаях превышала норматив. Содержание фосфатов не превышало установленной нормы, диапазон концентрации в поверхностном горизонте находился в пределах от аналитического нуля до 51 мкг/дм^3, в придонном горизонте - до 54 мкг/дм^3. Кислородный режим в Невской губе был удовлетворительным, случаев дефицита кислорода в течение всего года не было отмечено. Насыщение вод кислородом соответствовало норме (70%).

В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом качество вод центральной части Невской губы заметно ухудшилось, и воды характеризуются как «грязные».

Невская губа. Северный курортный район. Основными загрязняющими веществами в водах Северного курортного района в 2018 г. являлись: медь (средняя годовая 6,4 ПДК/ максимальная 11,3 ПДК), цинк (1,6/5,9 ПДК), железо (1,7/3,4 ПДК), алюминий (1,3/3,0 ПДК) и марганец (0,6/1,9 ПДК). Содержание свинца, кадмия, никеля и кобальта не превышало установленных ПДК. Концентрация легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) превышала установленную норму. Содержание нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также ¤-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) было ниже предела обнаружения. Содержание фосфатов, нитритного, нитратного и аммонийного азота не превышало уровень ПДК. Кислородный режим в районе в течение всего года был удовлетворительным. Содержание кислорода изменялось в пределах от 8,39 до 11,93 мг/дм^3. Случаев дефицита кислорода (<70%) отмечено не было. Было зафиксировано перенасыщение вод кислородом (>100%). В 2018 г. воды Северного курортного района характеризуются как «грязные».

Невская губа. Южный курортный район. Основной вклад в загрязнение вносили медь (средняя 5,6 ПДК/ максимальная 12,3 ПДК), цинк (3,2/14,0 ПДК), железо (1,0/1,5 ПДК) и марганец (0,4/1,8 ПДК). Наблюдалось превышение установленного норматива содержания легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$). Содержание нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов было ниже предела обнаружения. Содержание фосфатов, нитритного, нитратного и аммонийного азота не превышало установленные нормативы и было минимальным за многолетний период. Диапазон содержания растворенного кислорода находился в пределах 7,46-12,36 мг/дм^3. Дефицит кислорода (менее <70% насыщения) в водах южного курортного района не был зафиксирован. Воды южного курортного района характеризуются как «грязные».

Невская губа. Морской Торговый порт. Основными загрязняющими веществами акватории Морского торгового порта в 2018 г. стали медь (средняя годовая 4,8 ПДК/ максимальная 12,0 ПДК), цинк (2,5/5,4 ПДК), марганец (1,4/4,7 ПДК) и железо (1,3/2,6 ПДК). Содержание свинца, кадмия, никеля и кобальта не превышало уровня ПДК. Содержание легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) превышало установленную норму в одном случае. Концентрация НУ и хлорорганических пестицидов была ниже предела обнаружения. Содержание биогенных элементов было минимальным за пятилетний период. Максимальная концентрация составила: нитритного азота - 16 мкг/дм^3 (сентябрь, поверхностный горизонт), нитратного - 330 мкг/дм^3 (февраль, поверхностный горизонт) и аммонийного - 102 мкг/дм^3 (октябрь, придонный горизонт). Случаев дефицита кислорода (<70%) не было зафиксировано. По сравнению с 2017 г. качество вод Морского торгового порта не изменилось, и воды характеризуется как «грязные».

Невская губа. Северная станция аэрации. Основной вклад в загрязнение вод в районе Северной станции аэрации в 2018 г. вносили медь (средняя годовая 4,0 ПДК/ максимальная 9,6 ПДК), цинк (2,5/6,2 ПДК), марганец (1,8/3,7 ПДК) и железо (1,3/1,8 ПДК). Концентрации свинца, кадмия, никеля и кобальта не превышали уровня предела обнаружения. Содержание легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) превышало установленную норму (1,0/1,7 ПДК). Концентрация нефтяных углеводородов находилась на уровне аналитического нуля, а концентрации фосфатов изменялись в диапазоне от 0 до 2,0 ПДК. Концентрация нитратного азота не превышала ПДК и изменялась в диапазоне 129–513 мкг/дм^3; нитритного варьировала в пределах 0,2–2,0 ПДК; средняя годовая концентрация аммонийного азота составляла 0,84 ПДК при максимуме 2,0 ПДК. Содержание растворенного кислорода было в пределах нормы. По сравнению с 2017 г. качество вод в районе Северной станции аэрации ухудшилось, и воды характеризуются как «грязные».

Финский залив. Курортный район мелководной зоны. Основными загрязняющими веществами в водах Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива стали: медь (средняя годовая 11,4 ПДК/ максимальная 30,0 ПДК), цинк (2,4/7,4 ПДК), железо (2,0/4,0 ПДК), марганец (1,2/3,6 ПДК) и алюминий (0,7/1,7 ПДК). Содержание никеля, свинца, кадмия и кобальта не превышало установленных ПДК. Концентрация легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) составляла 1,0/3,8 ПДК. Концентрация нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов была ниже предела обнаружения. Концентрации нитритного азота находились в диапазоне 4,3-20,0 мкг/дм^3 (от 0,2 ПДК до 0,83 ПДК). Кислородный режим был удовлетворительным. Случаев дефицита кислорода (<70% насыщения) не было зафиксировано. По сравнению с 2017 г. качество вод курортного района несколько улучшилось, и воды характеризуются как «загрязненные».

Финский залив. Мелководная зона. Основной вклад в загрязнение вод мелководной зоны восточной части Финского залива вносили: медь (средняя годовая 1,7 ПДК/ максимальная 4,7 ПДК) и марганец (0,7/3,8 ПДК). Максимальное значение содержания цинка составило 0,4 ПДК. Концентрации железа, свинца, общего хрома, нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов в водах мелководного района были ниже предела обнаружения. Содержание фосфора фосфатного не превышало предельно допустимого уровня (0,2/0,6 ПДК). Содержание азота нитритного, нитратного и аммонийного было ниже уровня ПДК. Кислородный режим был удовлетворительным. В поверхностном горизонте значения растворенного кислорода изменялись от 8,01 до 9,96 мгO_2/дм^3. По сравнению с 2017 г. качество вод мелководной зоны несколько ухудшилось, и воды характеризуются как «умеренно загрязненные».

Финский залив. Глубоководная зона. Содержание меди не превышало предельно допустимый уровень, его концентрация на поверхностном горизонте изменялась в диапазоне от <1,0 до 2,6 мкг/дм^3, а в придонном слое была ниже предела обнаружения. Содержание марганца в поверхностном слое составило 0,6–1,4 ПДК, в придонном слое - 0,1–7,2 ПДК. Концентрации свинца, общего железа, общего хрома, ртути нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов, были ниже предела обнаружения. Содержание фосфатов по фосфору, нитритного, нитратного и аммонийного азота было меньше ПДК. Кислородный режим вод глубоководного района восточной части Финского залива в целом был удовлетворительным. По сравнению с 2017 г. качество вод глубоководной зоны несколько ухудшилось, и воды характеризуются как «умеренно загрязненные».

Финский залив. Копорская губа. Содержание свинца, цинка и кадмия не превышало уровень ПДК. Концентрация марганца составила на поверхности 57 мкг/дм^3 (1,1 ПДК), на придонном горизонте – 250 мкг/дм^3

(5,0 ПДК). Концентрации меди, железа, хрома, ртути, нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов были ниже предела обнаружения. Содержание всех биогенных элементов в поверхностном и придонном слоях не превышало ПДК. Кислородный режим вод района был удовлетворительным. Диапазон значений растворенного в воде кислорода составил в слоях поверхность-дно 4,57-9,01 мгO_2/дм^3. По сравнению с 2017 г. качество вод несколько ухудшилось, и воды характеризуются как «умеренно загрязненные».

Финский залив. Лужская губа. Концентрация меди находилась в диапазоне от менее 1,0 до 2,6 мкг/дм^3. Случаев превышения ПДК содержания свинца и кадмия не было зафиксировано. Концентрация марганца изменялись на поверхностном горизонте в пределах от 14,8 до 23,1 мкг/дм^3 (0,3-0,5 ПДК), в придонном слое - от 59 до 280 мкг/дм^3 (1,2-5,6 ПДК). Содержание железа, хрома, ртути, нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов было ниже предела обнаружения. Кислородный режим вод Лужской губы в целом был удовлетворительным. По сравнению с 2017 г. качество вод несколько ухудшилось, и воды характеризуются как «умеренно загрязненные».

Белое море

Двинский залив. Соленость акватории в среднем составила 23,52‰ с наибольшими значениями в придонном слое, диапазон значений - 13,22-29,08‰. Содержание нефтяных углеводородов не превышало предел обнаружения. Хлорорганические пестициды и СПАВ в водах Двинского залива не были выявлены. Содержание аммонийного азота находилось в диапазоне от 0 до 12,26 мкг/дм^3, в среднем 2,88 мкг/дм^3. Концентрация нитратного азота находилась в диапазоне 3,84-74,96 мкг/дм^3, в среднем 23,42 мкг/дм^3; нитритного азота - 0,93-6,23/3,28 мкг/дм^3; общего фосфора - 9,74-45,2/20,1 мкг/дм^3, фосфатов - 2,74-33,45/13,2 мкг/дм^3. Среднегодовая концентрация силикатов во всех слоях воды, также как в 2017 г., повышалась до уровня 431 мкг/дм^3, диапазон составил 123-1217 мкг/дм^3 (рис. 3.63). Кислородный режим вод Двинского залива был в пределах среднемноголетней нормы; среднее содержание растворенного кислорода составило 8,33 мгO_2/дм^3, а диапазон его изменений 7,60-9,58 мгO_2/дм^3.

Рис. 3.63. Динамика среднегодовой концентрации силикатов (мкг/дм^3) в водах Двинского залива Белого моря в 1978-2018 гг.

Кандалакшский залив. В торговом порту г. Кандалакша соленость вод варьировала от 1,9‰ до 21,5‰ при среднегодовом значении 8,5‰. Водородный показатель изменялся в пределах 7,00-8,09 ед. pH, при среднем значении 7,44 ед. pH. Общая щелочность находилась в диапазоне 0-1,256 мг-экв/дм^3. Кислородный режим был удовлетворительным. Содержание растворенного кислорода в воде в течение года изменялось от 9,59 до 12,09 мгO_2/дм^3, среднегодовое значение 11,22 мгO_2/дм^3. Процент насыщения изменялся от 73,2% в марте до 119,4% в августе, при среднем - 101,4%. Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$) не было выявлено. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов составило 0,014 мг/дм^3, изменяясь в диапазоне 0,009-0,018 мг/дм^3., что не превышает норматив. Концентрация хлорорганических пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ была ниже предела обнаружения. Концентрация растворенных форм тяжелых металлов изменялась в следующих пределах: медь - 4,5-8,5 мкг/дм^3, при среднем значении 6,58 мкг/дм^3 (1,3 ПДК); никель - 0-8/4,43 мкг/дм^3; марганец - 4-19,3/8,93 мкг/дм^3; кадмий - 0-0,1 мкг/дм^3; железо - 11-73 мкг/дм^3, максимум был отмечен в мае и составлял около 1,5 ПДК, среднее 33,17 мкг/дм^3; ртуть - 0-0,028 мкг/дм^3. Содержание свинца и хрома было ниже предела обнаружения. Максимальное содержание меди отмечалось в июне и августе - 8,5 мкг/дм^3 (1,7 ПДК). Содержание биогенных элементов, за исключением фосфатов, было ниже ПДК. Содержания аммонийного азота находилось в диапазоне 0-42,2 мкг/дм^3, среднее 17,1 мкг/дм^3; нитритов - 0-1,35/0,82 мкг/дм^3; нитратов - 0-392,3/77,025 мкг/дм^3; силикатов - 1273,2-2945/1992 мкг/дм^3. Содержание фосфатов изменялось в диапазоне 2,33-112,76 мкг/дм^3, максимум (2,3 ПДК) был отмечен в октябре, среднегодовое значение 24,9 мкг/дм^3. Качество вод по сравнению с 2017 г. не изменилось, воды оценивались как «чистые».

Баренцево море

Кольский залив. В 2018 г. на водпосту торгового порта г. Мурманска соленость в течение года находилась в диапазоне 8,45-25,53‰, минимум был отмечен в июле, а максимум в ноябре. Величина pH изменялась в диапазоне 7,8-8,1; максимум наблюдался в июле. Общая щелочность варьировала в диапазоне 0,964-1,344 мг-экв/дм^3; среднегодовая 1,145 мг-экв/дм^3. Содержание нефтяных углеводородов изменялось от 0,022 до 0,146 мг/дм^3, при среднегодовом 0,095 мг/дм^3 (1,9 ПДК), а максимальное значение - 2,9 ПДК было отмечено в июле, что в 1,5 раза выше значений 2017 г. (рис. 3.64).

Рис. 3.64. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в торговом порту Мурманска в 2011-2018 гг.

Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$) находилось на уровне аналитического нуля и лишь в январе составило 1,8 мгО$_2$/дм^3 (0,9 ПДК). Содержание взвешенных частиц и анионных поверхностно-активных веществ (АПАВ) в воде было ниже предела обнаружения. Пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не были выявлены. Загрязнение тяжелыми металлами сохранилось на уровне 2017 г. В течение года концентрации изменялись: аммонийного азота - в диапазоне 43,7-113,1 мкг/дм^3 (максимум был в мае), в среднем составила 74,9 мкг/дм^3 (0,04 ПДК); нитритного азота - 0-61,59/11,9 мкг/дм^3 (0,5 ПДК); нитратов - 27,81-143,61/66,3 мкг/дм^3; силикатов - 1645,6-2152,3/1896 мкг/дм^3. Содержание фосфатов изменялось в диапазоне 11,65-55,91/30,75 мкг/дм^3 (0,6 ПДК). Высоких значений концентраций фосфатов в 2018 г. не было зафиксировано (рис. 3.65).

Рис. 3.65. Динамика среднегодовой и максимальной концентраций неорганического фосфора P-PO$_4$ (мкг/дм^3) в водах водпоста торгового порта г. Мурманска в 2008-2018 гг.

В районе расположения водпоста в поверхностном слое среднегодовая концентрация кислорода составляла 10,4 мгО$_2$/дм^3, при минимуме 8,0 мгО$_2$/дм^3, что выше норматива. Процент насыщения вод кислородом варьировал в диапазоне 78,4-101,1%. По сравнению с 2017 г. качество вод несколько ухудшилось и оценивается как «умеренно загрязненные».

Тихий океан

Шельф полуострова Камчатка. Авачинская губа. В 2018 г. приоритетными загрязняющими веществами в водах Авачинской губы были нефтяные углеводороды, фенолы и детергенты. Наибольшая концентрация растворенных нефтяных углеводородов (НУ), как правило, наблюдается в районах сброса сточных вод судоремонтных заводов,

транспортных предприятий и в местах стоянки судов. Распространению НУ на всю акваторию губы способствуют приливо-отливные, сгонно-нагонные явления и течения. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в водах Авачинской губы в 2018 г. составило 1,0 ПДК (0,049 мг/дм^3), максимальное - 4 ПДК (0,200 мг/дм^3). Максимальное значение соответствует уровню прошлого года.

Фенолы образуются при биохимическом распаде и трансформации органического вещества, они поступают в морскую среду с речными водами, стоками промышленных предприятий и коммунальных объектов. Среднегодовое значение концентрации фенолов в 2018 г. составило 2,0 ПДК, максимальное - 20 ПДК, а повторяемость превышения ПДК достигла 86%. На протяжении последних шести лет концентрации фенолов сохраняются на уровне 2-4 ПДК.

Детергенты поступают в Авачинскую губу с хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками в составе моющих и чистящих средств, а также с речной водой, поэтому их наибольшие концентрации наблюдаются в прибрежных водах восточной части губы и в районах впадения рек. Главным фактором, понижающим количество детергентов в морской воде, являются процессы биохимического окисления. В течение последних шести лет средняя по толще вод концентрация детергентов (АСПАВ) в водах Авачинской губы не превышала допустимой нормы. Максимальная концентрация (1,0 ПДК) была отмечена в июне в придонном слое приустьевой зоны р. Авача.

Характерным для Авачинской губы является постоянное перенасыщение кислородом поверхностного горизонта вследствие интенсивно протекающих процессов фотосинтеза и его дефицитом в придонных слоях воды, где он расходуется на окисление органических веществ. Основной причиной различной насыщенности вод кислородом в котловине губы является существенная летняя вертикальная стратификация, разделяющая теплые и распресненные поверхностные воды и холодные, соленые в придонных слоях. Такое разделение между слоями, обусловленное формой Авачинской губы, наблюдается во все годы проведения наблюдений (рис. 3.66). Среднегодовое значение концентрации растворенного кислорода в водной толще составило 9,64 мгO_2/дм^3 при среднем значении уровня насыщения 94%. На поверхности средний уровень насыщения поднимался до 121%, а в придонном слое опускался до 71%.

В 2018 г. по сравнению с 2017 г. качество воды Авачинской губы улучшилось и оценивалось как «умеренно загрязненные» (уровень 2013-2015 гг.).

Рис. 3.66. Динамика среднегодовой и минимальной концентраций растворенного в воде кислорода (мгO_2/дм^3) в водах Авачинской губы на Камчатке в 1985-2018 гг.

Охотское море

В районе **пос. Стародубский** в 2018 г. значения гидрохимических показателей и концентрации загрязняющих веществ были в пределах среднемноголетних значений. По сравнению с прошлым годом снизилась средняя концентрация меди - 4,0/5,35 мкг/дм^3 (0,8/1,1 ПДК), но увеличилось максимальное значение - 11,6/7,3 мкг/дм^3 (2,3/1,5 ПДК). Средние значения ПДК легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$) составили - 3,2 мгO_2/дм^3, 1,0 ПДК, при максимуме - 4,0 мгO_2/дм^3, 1,3 ПДК. Концентрации нефтяных углеводородов (среднегодовая 0,027 мг/дм^3, максимальная 0,046 мг/дм^3), детергентов (13,2/21 мкг/дм^3), цинка (2,4/3,4 мкг/дм^3), свинца (0,5/1,1 мкг/дм^3) и кадмия (0,08/0,5 мкг/дм^3) не превышали нормативных показателей. Максимальная концентрация НУ за все годы наблюдений, за исключением 2016 г., не превышала установленного норматива (рис. 3.67). Концентрация взвешенных веществ находилась в диапазоне от 9 до 383 мг/дм^3, в среднем 87,3 мкг/дм^3. Фенолы не были выявлены. Кислородный режим был в пределах нормы: среднее содержание растворенного кислорода составило 8,87 мгO_2/дм^3, минимальное 6,33 мгO_2/дм^3. Класс качества вод оценивается как переходный от «чистых» к «умеренно загрязненным» водам. В 2018 г. в донных отложениях в районе пос. Стародубский был превышен норматив содержания нефтяных углеводородов (среднее - 84 мкг/г, 1,7 ДК; максимум - 204 мкг/г, 4,0 ДК). Содержание фенолов, кадмия, меди, свинца и цинка было незначительным, а максимальные значения не превышали 0,2 ДК.

Рис. 3.67. Межгодовые изменения максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в прибрежных водах острова Сахалин в 2011-2018 гг.

В заливе Анива в районе **пос. Пригородное** в 2018 г. отмечалось загрязнение морских вод легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК$_5$) (среднее значение 2,1 мгО$_2$/дм^3, 0,7 ПДК; максимум 3,8 мгО$_2$/дм^3, 1,3 ПДК), медью (среднее значение 2,6 мкг/дм^3, 0,5 ПДК; максимум 6,1 мкг/дм^3, 1,2 ПДК) и нефтяными углеводородами (среднее значение 0,017 мг/дм^3, 0,3 ПДК; максимум 0,075 мг/дм^3, 1,5 ПДК). При этом как средние, так и максимальные концентрации кадмия, цинка, СПАВ, свинца и аммонийного азота не превышали 0,5 ПДК. Кислородный режим был в пределах нормы. Среднее годовое значение концентрации кислорода повысилось по сравнению с 2017 г. и составило 8,34 мгО$_2$/дм^3, однако минимальное значение опускалось ниже уровня норматива (6,0 мгО$_2$/дм^3) и составило 5,58 мгО$_2$/дм^3. Воды в районе поселка Пригородное характеризуются как «чистые». В донных отложениях содержание нефтяных углеводородов снизилось по сравнению с прошлым годом - среднее значение 18 мкг/г, 0,4 ДК; максимум - 30 мкг/г, 0,6 ДК. Средние и максимальные значения содержания кадмия, фенолов, меди, цинка и свинца не превышали норматива (максимальное значение - 0,2 ДК - медь).

В 2018 г. в морских водах залива Анива в районе **г. Корсаков** был отмечен значительный рост загрязнения нефтяными углеводородами: среднее значение 0,10 мг/дм^3 (2 ПДК); максимум - 0,3 мг/дм^3 (6 ПДК). Увеличилось содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$): среднее значение 2,7 мг/дм^3, 0,9 ПДК; максимум - 6,4 мг/дм^3, 2,1 ПДК, а также меди - среднее значение 3,4 мкг/дм^3 (0,6 ПДК), максимум - 9,2 мкг/дм^3 (1,8 ПДК). При этом как средняя, так и максимальная концентрации кадмия, цинка, СПАВ, свинца, фенолов и аммонийного азота не превышали ПДК. Среднегодовое содержание кислорода было удовлетворительным (8,2 мгО$_2$/дм^3), минимальное значение было выше норматива (6,19 мгО$_2$/дм^3). В 2018 г. воды в районе порта г. Корсакова характеризуются как «умеренно загрязненные». В донных отложениях было повышенным содержание нефтяных углеводородов (среднее значение 149 мкг/г, 2,3 ДК; максимум 236 мкг/г, 4,7 ДК), и кадмия (среднее значение 0,8 мкг/г, 0,3 ДК; максимум 0,89 мкг/г, 1,1 ДК). Концентрация меди снизилась по сравнению с предыдущим годом (среднее значение 23,2 мкг/г, 0,7 ДК; максимум 30,5 мкг/г, 0,9 ДК). Концентрации фенолов, цинка и свинца не превышали 0,5 ДК.

Японское море

Залив Петра Великого. В 2018 г. во всех прибрежных акваториях залива Петра Великого было зафиксировано снижение среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов: в бухте Золотой Рог в 2 раза (с 0,18 до 0,09 мг/дм^3), в бухте Диомид в 2,75 раза (с 0,22 до 0,08 мг/дм^3), в проливе Босфор Восточный в 2 раза (с 0,22 до 0,11 мг/дм^3), в Амурском заливе в 1,75 раза (с 0,07 до 0,04 мг/дм^3), в Уссурийском заливе в 3,3 раза (с 0,20 до 0,06 мг/дм^3), в заливе Находка в 2 раза (с 0,08 до 0,04 мг/дм^3), (рис. 3.68). Среднегодовая концентрация варьировала в пределах 0,04–0,11 мг/дм^3. В период 2010-2018 гг. среднегодовая величина содержания НУ в морских водах варьировала в пределах 0,8-4,4 ПДК. Среднемноголетнее значение сохраняется традиционно наибольшим в бухте Золотой Рог и в проливе Босфор Восточный. Максимальная концентрация НУ в морской воде составила 10 ПДК (0,51 мг/дм^3) в заливе Находка в сентябре и 8 ПДК (0,41 мг/дм^3) в проливе Босфор Восточный в бухте Улисс в мае.

В сравнении с 2017 г. уровень загрязненности прибрежных районов залива Петра Великого фенолами повсеместно повысился, за исключением бухты Диомид, где он сохранился неизменным (0,9 ПДК). В 2018 г. среднегодовое содержание фенолов в прибрежных водах залива Петра Великого изменялось в диапазоне 0,9-1,5 ПДК: в бухте Золотой Рог оно повысилось от 0,9 до 1,2 ПДК, в проливе Босфор Восточный - от 0,8 до 1,5 ПДК, в Амурском заливе - от 1,0 до 1,2 ПДК, в Уссурийском заливе - от 0,7 до 1,0 ПДК, в заливе Находка - от 0,9 до 1,1 ПДК. Максимальные значения были отмечены в октябре в проливе Босфор Восточный - 8,4 ПДК и в сентябре в Амурском заливе в прибрежной зоне, прилегающей к району Владивостока - 3,2 ПДК.

Рис. 3.68. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в водах различных районов залива Петра Великого Японского моря. 1 - бухта Золотой Рог, 2 - бухта Диомид, 3 - пролив Босфор Восточный, 4 - Амурский залив, 5 - Уссурийский залив, 6 - залив Находка.

Уровень загрязненности морских вод АПАВ по сравнению с предыдущим годом во всех прибрежных районах повысился в 1,1-1,4 раза. Среднегодовое содержание детергентов изменялось в диапазоне 1,5-3,4 ПДК. Максимальные значения были зарегистрированы с мая по октябрь и составили: в бухте Золотой Рог - 9,5 ПДК, в бухте Диомид - 5,6 ПДК, в проливе Босфор Восточный - 7,3 ПДК, в Амурском заливе - 7,3 ПДК, в Уссурийском заливе - 7,0 ПДК и в заливе Находка - 8,3 ПДК. За последние три года уровень загрязненности морских вод АПАВ во всех прибрежных районах резко повысился до 2–3 ПДК, максимальные значения в разных районах достигали 8–9 ПДК, чего не отмечалось за все время наблюдений.

В прибрежных водах залива Петра Великого среднегодовое содержание определяемых металлов (меди, железа, цинка, свинца, марганца и кадмия) было менее 1 ПДК и по сравнению с предыдущим периодом почти во всех районах снизилось среднегодовое содержание железа в 1,5 – 2,5 раза: в бухте Золотой Рог - с 1,1 до 0,7 ПДК; в бухте Диомид - с 0,8 до 0,5 ПДК; в проливе Босфор Восточный - с 1,2 до 0,7 ПДК; в Уссурийском заливе - с 1,6 до 0,7 ПДК; в заливе Находка - с 1,1 до 0,4 ПДК. Только в Амурском заливе оно незначительно повысилось и составило 0,9 ПДК. Во всех прибрежных районах фиксировались случаи существенного превышения ПДК железа: в бухте Золотой Рог - 3,9 ПДК; в проливе Босфор Восточный - 1,7 ПДК; в Амурском заливе - 12,5 ПДК; в Уссурийском заливе - 5,8 ПДК; в заливе Находка - 2,7 ПДК. В проливе Босфор Восточный и в Амурском заливе было отмечено превышение норматива свинца до 1,2–1,3 ПДК. Среднегодовое содержание ртути в морской воде в прибрежных районах изменялось в пределах 0,2–0,3 ПДК. По сравнению с 2017 годом в бухте Диомид и проливе Босфор Восточный отмечалось снижение среднегодового содержания свинца, в Амурском и Уссурийском заливах –рост, а в бухте Золотой Рог и в заливе Находка - сохранилось неизменным. Максимальные значения были зафиксированы в заливах: Амурском, Уссурийском и Находка - 2,4 ПДК, 3,0 ПДК и 1,2 ПДК соответственно.

В 2018 г. в прибрежных районах залива Петра Великого среднее значение биохимического потребления кислорода за пять суток (БПК$_5$) изменялось в диапазоне 0,65–1,0 ПДК. Максимальное значение (6,0 мгО$_2$/дм^3, 2,9 ПДК) было зарегистрировано в августе на выходе их бухты Золотой Рог.

В 2018 г. кислородный режим в прибрежных водах был в пределах нормы. Среднее содержание растворенного кислорода в толще вод находилось в диапазоне 7,43-10,15 мгО$_2$/дм^3. Нарушение кислородного режима особенно остро проявляется в бухте Золотой Рог и в Амурском заливе. В бухте Золотой Рог было отмечено 12 случаев, когда концентрация растворенного кислорода была ниже норматива (6 мгО$_2$/дм^3); в Амурском заливе - 2 случая. В вершине бухты минимальная концентрация растворенного кислорода была отмечена в октябре - 4,40 мгО$_2$/дм^3 (55,9% насыщения), что в 1,4 раза ниже нормы. В Амурском заливе в сентябре был зафиксирован абсолютный минимум (3,40 мгО$_2$/дм^3, 39,5% насыщения), что в 1,8 раза ниже норматива. В проливе Босфор Восточный было отмечено три случая дефицита кислорода, в Уссурийском заливе - один. В заливе Находка и в бухте Диомид случаев резкого ухудшения кислородного режима в период проведения наблюдений не было зафиксировано.

В 2018 г. воды в бухте Золотой Рог и проливе Босфор Восточный по-прежнему характеризуются как «грязные». Воды залива Находка и Амурского залива оцениваются как «загрязненные». В бухте Диомид и Уссурийском заливе качество вод улучшилось от «грязных» до «загрязненных» (рис. 3.69).

Рис. 3.69. Многолетняя динамика индекса загрязненности вод (ИЗВ) в различных районах залива Петра Великого Японского моря

Донные отложения. В 2018 г. среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в донных отложениях прибрежных районов залива Петра Великого изменялось в диапазоне 0,08-16,78 мг/г. По-прежнему, в наибольшей степени загрязнены донные отложения бухты Золотой Рог. Так, среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в 2013 г. (6,14 мг/г) превысила допустимый уровень концентрации почти в 123 раза, 2014 г. - в 210 раз; 2015 г. - 261,8 ДК, 2016 г. - 201,6 ДК, 2017 - 258 ДК и в 2018 г. - 336 ДК (ДК - допустимый уровень концентрации). Максимальная концентрация НУ в 2018 г. была зафиксирована в центральной части бухты Золотой Рог - 682 ДК (34,12 мг/г). По сравнению с предыдущим годом почти во всех прибрежных районах, за исключением Уссурийского залива, был отмечен рост среднегодовой концентрации НУ в донных отложениях. В Уссурийском заливе среднегодовой показатель практически не изменился.

Среднегодовое содержание фенолов в донных отложениях залива Петра Великого варьировало в диапазоне 2,4–3,7 мкг/г. Во всех прибрежных районах залива Петра Великого средняя концентрация фенолов в 2018 г. снизилась по сравнению с предыдущим годом в 1,6–2 раза. В наибольшей степени загрязнены фенолами донные отложения бухты Золотой Рог (средняя 2,9 мкг/г, максимальная 3,7 мкг/г), залива Находка (3,7 и 7,7) и Уссурийского залива (2,7 и 7,6).

В 2018 г. во всех прибрежных районах залива Петра Великого был отмечен рост уровня загрязненности донных отложений различными металлами. В бухте Золотой Рог среднегодовая концентрация марганца, меди, кобальты, свинца, никеля, цинка, хрома и ртути в донных отложениях увеличилась в 1,2–1,7 раза. Среднегодовое содержание меди (5,5), свинца (2,4), цинка (3,4), ртути (3,8) превышало ДК. Среднее содержание кадмия превышало норматив - 2,75 ДК. Практически сохранилось на уровне 2017 г. загрязнение донных отложений соединениями железа.

В бухте Диомид среднее содержание марганца, меди, кобальта, никеля, цинка, железа и хрома снизилось в 1,1–3,9 раза. Наиболее существенным было снижение меди (в 2,2 раза) и никеля (в 3,9 раза). Практически не изменилось среднее содержание ртути - 4 ДК. Повысилось загрязнение донных отложений кадмием (с 5 до 6 ДК) и свинцом (с 2,6 до 3,8 ДК). В донных отложениях пролива Босфор Восточный повысились среднегодовые концентрации хрома (в 2,2 раза), свинца (в 1,7 раза) и меди (в 1,1 раза). Среднее содержание ртути снизилось с 1,6 до 1,4 ДК, максимум - 3 ДК. Показатели по остальным металлам сохранились на уровне 2017 г. В Амурском заливе было отмечен рост среднегодовых показателей марганца (в 1,3 раза) и хрома (в 1,4 раза); и снижение хрома (в 1,75 раза) и ~~но~~ ртути (в 1,5 раза). В Уссурийском заливе повысилось среднее содержание цинка (в 1,9 раза) и хрома (в 1,2 раза). Показатели по остальным металлам либо сохранились на уровне 2017 г., либо снизилось. В заливе Находка наблюдались рост среднего содержания марганца (в 1,3 раза), свинца и никеля (в 1,5-1,6 раза), соединений железа (в 1,1 раза) и снижение среднего содержания кадмия с 0,4 до 0,25 ДК, хрома – в 2 раза. Показатели по остальным металлам практически не изменились. Максимальные показатели ртути были зафиксированы в бухте Золотой Рог (среднегодовое содержание - 3,8 ДК, максимальное - 9 ДК), в бухте Диомид (4 и 4 ДК) и заливе Находка (0,5 и 4 ДК). В донных отложениях всех прибрежных районов залива Петра Великого отмечалась высокая концентрация железа: среднегодовые показатели в 2018 г. находились в диапазоне 13258-31535 мкг/г; максимальные значения были зафиксированы в бухте Диомид (31535мкг/г) и в бухте Золотой Рог (24750 мкг/г).

Во всех прибрежных районах среднегодовая суммарная концентрация пестицидов группы ДДТ превысила ДК. В Бухте Золотой Рог их концентрация составила 41 ДК, в бухте Диомид - 45 ДК; в проливе Босфор Восточный - 18 ДК; в Амурском заливе - 2,8 ДК, в Уссурийском заливе - 1,9 ДК, в заливе Находка - 3 ДК. Следует отметить, что в 2018 году было отмечен рост средних показателей в бухте Золотой Рог (в 2,3 раза), в бухте Диомид (в 1,8 раза), в проливе Босфор Восточный (в 5 раз). В то же время в Амурском и Уссурийском заливах и в заливе Находка средний показатель снизился в 1,6 раза, 2,7 раза и 2,4 раза соответственно. Максимальное суммарное содержание ХОП группы ДДТ было отмечено в мае в центральной части бухты Золотой Рог – 119 ПДК.

Во всех прибрежных районах залива Петра Великого в 2018 г. произошло существенное (в 3–83 раза) снижение уровня загрязненности донных отложений линданом (γ-ГХЦГ). Среднее содержание линдана в бухте Золотой Рог составило 4 ДК (в 2017 г. - 76 ДК); в бухте Диомид - 6 ДК (498 ДК); в проливе Босфор Восточный - 6 ДК (26 ДК); в Амурском заливе - 6 ДК (20 ДК); в Уссурийском заливе - 4 ДК (14 ДК); в заливе Находка - 4 ДК (8 ДК).

Среднее содержание полициклических хлорированных бифенилов (ПХБ) по сравнению с 2017 г. снизилось в бухте Золотой Рог (с 30 до 21 ДК) и бухте Диомид (с 41 до 16 ДК); не изменилось в заливе Находка (1,6 ДК). Повысились среднегодовые концентрации ПХБ в проливе Босфор Восточный (с 6 до 17 ДК), в Амурском заливе (с 0,9 до 2,6 ДК) и в Уссурийском заливе (с 0,4 до 1 ДК). Наибольшие значения концентрации ПХБ были зафиксированы бухте Золотой Рог (почти 58 ДК), в проливе Босфор Восточный (32 ДК) и в Амурском заливе (20 ДК).

Татарский пролив. В 2018 г. регулярные наблюдения за уровнем загрязненности морских вод и донных отложений проводились в прибрежной зоне в районе порта г. Александровск-Сахалинский. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в прибрежных водах по сравнению с 2017 г. незначительно снизилось и составило 0,6 ПДК (в 2017 г. - 0,8 ПДК). Максимальное значение было отмечено в июле и составило 2 ПДК. Фенолы не были выявлены. Содержание СПАВ не превысило 0,4 ПДК. Содержание аммонийного азота не превышало 0,1 ПДК. Среднее содержание кадмия, цинка и свинца в морских водах не превышало 0,1 ПДК. Среднегодовое значение меди составило 0,7 ПДК, а максимальная концентрация в прибрежных водах пос. Александровск-Сахалинский составила 3,4 ПДК. По сравнению с 2017 годом уровень загрязненности вод соединениями меди незначительно снизился. Кислородный режим в 2018 г. был в пределах нормы: среднее содержание растворенного кислорода составило 8,82 мгO_2/дм^3. В целом качество морских вод в Татарском проливе в районе г. Александровск не изменилось и по-прежнему оценивается как «чистые».

Уровень загрязненности **донных отложений** прибрежной зоны района г. Александровск нефтяными углеводородами по сравнению с 2017 г. немного повысился Содержание НУ в донных отложениях находилось в диапазоне 6-63 мкг/г, составив в среднем 24,7 мкг/г (0,5 ДК); в 2017 г. -19,53 мкг/г или 0,4 ДК. Содержание фенолов варьировало в пределах 0,0-2,4 мкг/г, составив в среднем 0,34 мкг/г (в 2017 г. 0,0-0,29 мкг/г, в среднем 0,04 мкг/г). Содержание тяжелых металлов было в следующих пределах: меди - 0,0-4,6 мкг/г (в среднем 1,6 мкг/г); цинка - 0,0-150 мкг/г (28,0 мкг/г); свинца - 0,0-4,1 мкг/г (0,1 мкг/г) и кадмия - 0,0-0,05 мкг/г (0,03 мкг/г). Среднегодовое содержание определяемых металлов, кроме цинка, было ниже 0,1 ДК; цинка - 0,2 ДК. Максимальное содержание цинка превысило ДК в 1,1.

3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских вод

Гидробиологические наблюдения за состоянием прибрежных морских экосистем Российской Федерации проводятся по основным экологическим сообществам: фитопланктона, зоопланктона и зообентоса, а также бактериопланктона. Каждое из этих сообществ наблюдется по целому ряду параметров, позволяющих получать информацию о количественном и качественном составе прибрежных морских экосистем России. Гидробиологические наблюдения в период с 2007 по 2018 гг. проводились в морях: Балтийском, Лаптевых, Японском и Черном.

Балтийское море. Наблюдения в 2018 г. проводились в Невской губе Восточной части Финского залива Балтийского моря.

В Невской губе содержание хлорофилла в планктоне варьировалось от 0,48 до 20,23 мкг/л. Уровень трофности вод соответствовал группе мезотрофным с чертами-эфтрофных водоемов. В составе фитопланктона Невской губы было отмечено 132 вида водорослей (в 2017 г. - 143), относящихся к 8 отделам. Как и в предыдущие годы, по видовому богатству преобладали зеленые (40%), диатомовые (30%) и синезеленые (15%) водоросли.

В 2018 г. биомасса фитопланктона в разных зонах различалась незначительно, в транзитной зоне она составляла 1,71 мг/л, в северной - 2,92 мг/л, и в южной зонах - 2,75 мг/л, а в целом для Невской губы - 2,46 мг/л, что значительно ниже показателей 2017 г. - 3,85 мг/л.

В 2018 г. в биомассе фитопланктона Невской губы продолжили преобладать диатомовые водоросли - (72%), что типично для данного региона и срока отбора проб. Доля–диатомовых водорослей выросла по сравнению с данными 2017 г., а доля синезеленых в планктоне была незначительной. В сезонной динамике 2018 г. следует отметить четко выраженный весенний пик, связанный с вегетацией диатомовых водорослей.

В составе мезозоопланктона Невской губы было зарегистрировано 76 видов и вариететов (в 2017 г. - 71 вид). Преобладали коловратки - 28 видов (в 2017 г. - 26) и ветвистоусые раки - 27, видовое разнообразие веслоногих возросло до 21 вида (в 2017 г. - 18). Существенных изменений в качественном составе мезозоопланктона по сравнению с предшествующими периодами наблюдений не отмечалось. Средняя биомасса мезозоопланктона в Невской губе составляла 202,45 мг/м^3 (в 2017 г. - 80,55 мг/м^3) при численности 34,00 тыс. экз./м^3 (в 2017 г. - 28,0 тыс. экз./м^3). Уровень развития мезозоопланктона в 2018 г. в Невской губе на фоне межгодовой динамики возрос в 2,5 раза и оценивался как высокий.

В 2018 г. в составе макрозообентоса Невской губы встречено 53 вида донных беспозвоночных. Основными группами макрозообентоса повсеместно были олигохеты, моллюски и личинки хирономид.

В транзитной зоне (фарватер) и приплотинной части Невской губы по численности и по биомассе на большинстве станций доминировали олигохеты, составляя до 100 % и формируя основу биоценоза. Максимальные количественные показатели макрозообентоса наблюдались в мае и августе. Так, средние количественные показатели в Невской губе в мае составляли 1,57 тыс. экз./м^2 и 8,59 г/м^2, в августе - 1,22 тыс. экз/м^2 и 17,88 г/м^2, в октябре - 1,11 тыс. экз./м^2 и 2,71 г/м^2, (в 2017 г.: в мае - 0,69 тыс.экз./м^2 и 60,73 г/м^2, в августе - 1,43 тыс. экз./м^2 и 86,54 г/м^2, в октябре - 3,4 тыс. экз./м^2 и 227,83 г/м^2).

Значительные межгодовые колебания численности донных беспозвоночных, связанны, главным образом, с многолетними изменениями речного стока, являются характерной особенностью Невской губы и неоднократно наблюдались в предыдущие годы. В 2014-2018 гг. в целом по акватории было заметно увеличение видового разнообразия бентосных сообществ. Количественные показатели макрозообентоса в Невской губе в целом

незначительно снизились по сравнению с 2017 г. Различия в темпах роста численности и биомассы происходит из-за значительного количества молоди, а также развития мелких форм олигохет.

В целом, начиная с 2008 г., развитие макрозообентоса Невской губы в 2018 г. наиболее высокое. Дальнейшие наблюдения в акватории Невской губы должны показать, сохранится ли тенденция к восстановлению ее донных сообществ после начала строительства набережной в 2009 г.

Черное море. Наблюдения проводились в октябре 2018 г. в северо-восточной части Черного моря - заповедника «Утриш» на трех станциях в поверхностном и придонном горизонтах. В районе наблюдений было отмечено 44 вида водорослей, относящихся к 4 отделам, что существенно отличается по числу видов сообщества фитопланктона в весенне-летний период, насчитывающему до 98 видов в 2010-2013 гг. Среднее число видов в пробе варьировало от 21 до 52, что соответствует среднемноголетним данным.

Средние значения численности и биомассы фитопланктона в октябре 2018 г. составляли 83 тыс. кл/л и 290 мг/м^3 соответственно. Численность фитопланктона возросла в 3 раза по сравнению с отмеченными в мае 2010 г. (36,6 тыс. кл/л) и июле 2013 г. (19,3 тыс. кл/л). Биомасса фитопланктона была достаточно высока и соответствовала уровню вегетации в весенний и летний периоды 2010–2013 гг., варьировавшие от 253,4 до 279,5 мг/м^3. Основу биомассы сообщества формировали крупные представители диатомовых: *Proboscia alata f. alata* (Brightwell) Sündstrom, 1986, *Pseudosolenia calcar-avis* (Schultze) B.G.Sundström, 1986, *Rhizosolenia fragilissima f. fragilissima* Bergon, 1903 и *Hemiaulus hauckii* Grunow ex Van Heurck, 1882 . По доле в численности доминировал представитель золотистых — *Emiliania huxleyi* (Lohmann) W.W.Hay & H.P.Mohler, 1967, составляя до 65% численности фитопланктона. По доле в биомассе доминировали диатомовые, составляя до 77%. Их доля в численности, в тоже время, была незначительна, и не превышала 25%. На долю динофитовых водорослей приходилось не более 7% общей численности и 20% биомассы.

Море Лаптевых. Наблюдения проводились в заливе Неёлова прибрежной акватории моря Лаптевых, который находится восточнее дельты р. Лена и подвержен влиянию ее опресняющего стока. В течение года соленость вод залива Неёлова не опускается ниже 7‰, что характеризует его как солоноватоводный водоем. Наблюдения за состоянием экосистемы залива Неёлова проводятся с 1977 г. на створе в районе пгт. Тикси. В 2018 г. фитопланктон залива Неёлова был представлен 13 (в 2017 г. - 48) пресноводными эвригалинными видами, среди которых в качественном и количественном отношении доминировали холодноводные диатомовые водоросли - 8 видов, а также зеленые водоросли. В 2018 г. произошло значительное сокращение видового состава фитопланктона.

В составе макрозообентоса залива Неелова в 2018 г. было отмечено 8 видов беспозвоночных, среди которых наибольшее видовое разнообразие принадлежало Bivalvia - 3 вида, Amphipoda и Oligochaeta - представлены по 2 вида, Chironomidae - одним видом. Сообщество бентосных беспозвоночных включает в себя 2 неритических вида бокоплавов: реликтового *Monoporeia affinis* (Lindström, 1855) и морской эвригалинный вид *Onisimus birulai* (Gurjanova, 1929), создававших основу биомассы зообентоса в 2018 г. Из представителей эумакрозообентоса основу биомассы формировали двустворчатые моллюски *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758), по численности - *Limnodrilus hoffmeisteri* Claparède, 1862. В 2016-2017 гг. фауна макрозообентоса залива была представлена теми же группами видов. Качественный и количественный состав зависит от преобладающих течений и формируется из фаун зообентоса, приносимого паводковыми водами питающих его рек.

Флора и фауна арктических водоемов и водотоков, как пресноводных, так и морских, является крайне неустойчивой системой, ежегодно формирующейся под воздействием краткосрочного арктического вегетативного сезона. Основу пресноводного фитопланктона водоемов и водотоков, как по видовому составу, так и по количественным характеристикам формируют представители холодноводной флоры диатомовых водорослей. Фауна макрозообентоса формируется приносимыми с паводковыми водами рек гидробионтами. Таким образом, качественный состав биоты залива не зависит от антропогенного воздействия, а определяется, прежде всего, такими факторами, как объем паводковых вод, питающих залив рек, направление устойчивых ветров, создающих затоки морских вод в залив, валентность видов сообществ по отношению к соленостному фактору.

Японское море. В 2018 г. гидробиологические наблюдения по микробиологическим показателям проводились на 9 участках залива Петра Великого Японского моря, расположенных в заливах: Амурском, Уссурийском и Находка, бухтах: Золотой Рог, Диомид, Находка, Врангель и Козьмино, а также в Проливе Босфор Восточный. Оценивалась общая численность и биомасса микроорганизмов и доля сапротрофных и нефтеокисляющих бактерий в общей численности/биомассе.

Амурский залив. В водах Амурского залива средняя численность микроорганизмов составила 2,47*10^6 кл/мл при среднем значении биомассы 1644 мг/м^3. По сравнению с 2017 г. наблюдалось незначительное снижение общей численности, и увеличение их биомассы. Максимальное значение общей численности микроорганизмов и их биомассы наблюдалось в поверхностном горизонте осенью - 6,66*10^6 кл/мл и 4,6*10^3 мг/м^3. Минимальные значения — на фоновой станции весной в придонных горизонтах и составляли 0,51*10^6 кл/мл и 234 мг/м^3 соответственно.

В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом отмечалось снижение среднегодового значения численности сапротрофных бактерий до 9,44*10^5 кл/мл, численность варьировала в диапазоне 2,5*10^3-6*10^6 кл/мл. В апреле в придонном горизонте была отмечена минимальная численность микрофлоры (2500 кл/мл), а максимальная - 6*10^6 кл/мл - осенью в поверхностном горизонте.

Концентрация нефтеокисляющих бактерий увеличилась в 2 раза по сравнению с 2017 г. При среднем значении 4840 кл/мл их численность находилась в пределах от 6 до 2,5*10^4 кл/мл. Максимальная численность нефтеокисляющих бактерий была зафиксирована в поверхностных горизонтах осенью - 2,5*10^{4}кл/мл.

Концентрация фенолокисляющих бактерий варьировала от 1 до 250 кл/мл, составив в среднем 15 кл/мл. Минимальные значения фенолокисляющих бактерий наблюдалось на всех станциях весной. В осенний период по сравнению с весенним периодом, их средняя численность увеличилась до 29 кл/мл. По микробиологическим показателям воды Амурского залива - α-β-мезосапробные, эфтрофные - загрязненные.

Уссурийский залив. В 2018 г. **о**бщая численность микроорганизмов в Уссурийском заливе незначительно снизилась по сравнению с 2017 г. и в среднем составила 1,59*10^6 кл/мл при увеличении их среднегодовой биомассы до 986 мг/м^3. Максимальная общая численность бактериопланктона и его биомасса были зафиксированы в

поверхностном горизонте летом - 3,14*10^6 кл/мл и 2170 мг/$м^3$ соответственно, а минимальные — в поверхностном горизонте в апреле - 0,32*10^6 кл/мл и 147 мг/$м^3$. Весной общая средняя численность микроорганизмов составила 0.70*10^6кл/мл, при средней биомассе - 230 мг/$м^3$. Летом наблюдалось увеличение количественных показателей по сравнению с 2017 г. - 2,28*10^6 кл/мл и 1527 мг/$м^3$ соответственно. Осенью эти показатели сократились до - 1,18 * 10^6 кл/мг, и 1201 мг/$м^3$ соответственно.

В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом численность сапротрофных бактерий увеличилась в 1,7 раза при среднем значении 1,4*10^4кл/мл. Численность бактериопланктона варьировала в пределах 2,5*10^3-6*10^5 кл/мл. Максимальные значения численности сапротрофных микроорганизмов наблюдались осенью в поверхностном и придонном горизонтах, а минимальные - 2,5*10^4 кл/мл - весной в придонных горизонтах. Летом и осенью среднее значение численности сапротрофных бактерий на всех станциях составляло 2,5*10^5 кл/мл.

Численность нефтеокисляющих бактерий сократилась по сравнению с 2017 г. в 6,2 раза и варьировала от 1 кл/мл до 2,5*10^4 кл/мл, составив в среднем - 1700 кл/мл. Максимальные значения 2,5*10^4 кл/ мл были зарегистрированы летом в придонном горизонте, минимальные — в апреле в поверхностном горизонте. Весной численность нефтеокисляющих микроорганизмов варьировала от 1 до 2500 кл/мл, составив в среднем 397 кл/мл. Летом их средняя численность возросла до 4500 кл/мл, а осенью снова снизилась до 135 кл/мл.

В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом численность фенолокисляющих бактерий сократилась в 3 раза, среднегодовые значения численности микроорганизмов варьировали от 1 до 25 кл/мл, составив в среднем 1 кл/мл. Максимальные значения были зафиксированы в поверхностном и придонном горизонтах летом - 25 кл/м. Средние значения численности фенолокисляющих бактерий составляли: летом - 3 кл/мл, весной и осенью - 0 кл/мл.

Приведенные данные о состоянии микроорганизмов в водах Уссурийского залива характеризуют их как α - β - мезосапробные, эвтрофные - загрязненные.

Бухта Золотой Рог. Среднее значение общей численности микроорганизмов в акватории бухты Золотой Рог составляло 3,14 *10^6 кл/мл, при средней биомассе — 1954 мг/$м^3$. Общая численность бактериопланктона варьировала от 1,60 *10^6 кл/мл до 6,66*10^6 кл/мл, а биомасса - от 733 мг/$м^3$ до 4603 мг/$м^3$. Максимальные значения общей численности и их биомассы были зарегистрированы в августе в придонном горизонте - 6,66*10^6 кл/мл и 4603 мг/$м^3$ соответственно. Минимальные значения — в поверхностном горизонте - 1,60*10^6 кл/мл и 733 мг/$м^3$. Осенью средняя численность и биомасса составляли 3,39*10^6 кл/мл и 2290 мг/$м^3$ соответственно.

Численность сапротрофных микроорганизмов варьировала в диапазоне от 6,0*10^4 кл/мл до 2,5*10^6 кл/мл, составив в среднем 1,44*10^6 кл/мл. Максимальные значения были отмечены в июле в поверхностных и придонных горизонтах, а минимальные - в мае в придонном горизонте. Весной численность саприфитов в среднем достигала 2,3*10^5 кл/мл. Летом их численность увеличилась до 2,5*10^7 кл/мл, к осени сократилась до 1,6*10^6 кл/мл.

В 2018 г. по сравнению с 2017 г. численность нефтеокисляющих микроорганизмов сократилась в 2,8 раза, составив в среднем 1,5*10^5 кл/мл. Максимальные значения — 2,5*10^5 кл/мл наблюдались в поверхностных и придонных горизонтах в мае и августе, осенью - 2500 кл/мл. Численность нефтеокисляющих бактерий в бухте Золотой Рог в среднем составила: весной - 2,1*10^5 кл/мл, летом - 2,3*10^4 кл/мл, осенью - 1,5*10^5 кл/мл.

Численность фенолокисляющих бактерий варьировала от 1 кл/мл до 60 кл/мл, составив в среднем 8 кл/мл. В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом отмечено сокращение численности фенолокисляющих микроорганизмов в 4,6 раза. Максимальные средние значения были отмечены летом – 18 кл/мл и осенью – 7 кл/мл. Весной фенолокисляющих микроорганизмов не было обнаружено.

Бактериологические показатели, полученные при исследовании акватории бухты Золотой Рог, позволяют отнести морские воды к α-β-мезосапробным, эфтрофным - загрязнённые.

Бухта Диомид. Среднегодовая общая численность бактерий в 2018 г. незначительно сократилась по сравнению с 2017 г. Максимальные средние значения общей численности и биомассы бактерий были зарегистрированы летом в придонном горизонте - 4,21*10^6 кл/мл и 2910 мг/$м^3$ соответственно. Минимальные значения этих показателей были зарегистрированы весной - 1,93*10^6 кл/мл и 1117 мг/$м^3$ соответственно. Летом средняя численность микроорганизмов и их биомасса были выше среднегодовых значений предыдущего года и составляли 4,19*10^6 кл/ и 2893 мг/$м^3$ соответственно. Осенью по сравнению с летним периодом, наблюдалось снижение значений общей численности бактерий и их биомассы - 2,78 * 10^6 кл/мл и 1922 мг/$м^3$.

Численность сапротрофных бактерий варьировала от 2,5*10^5 кл/мл до 2,5*10^6 кл/мл, составив в среднем 1,0*10^6 кл/мл. По сравнению с 2017 г. наблюдается незначительное увеличение численности микроорганизмов. Максимальные значения численности наблюдались летом в поверхностном и придонном горизонтах. В мае и октябре были зарегистрированы минимальные показатели численности - 2,5*10^5 кл/мл в поверхностном и придонном горизонтах.

В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом численность нефтеокисляющих бактерий увеличилась в 1,5 раза и варьировала в пределах от 250 кл/мл до 2,5*10^5 кл/мл, составив в среднем 1,35*10^5 кл/мл. Максимальные значения были зарегистрированы в придонном и поверхностном горизонтах летом, минимальные — осенью.

Численность фенолокисляющих бактерий в бухте Диомид по сравнению с 2017 г. сократилось в 2 раза и варьировала в пределах от 1 кл/мл до 6 кл/мл, составив в среднем 2 кл/мл. Минимальные значения численности 0 кл/мл наблюдались летом и осенью в поверхностных и придонных горизонтах.

Микробиологические показатели позволяют охарактеризовать воды бухты Диомид как α-β-мезосапробные, эфтрофные - загрязнённые.

Пролив Босфор Восточный. Общая численность бактерий в акватории пролива в 2018 г. варьировала от 1,01*10^6 кл/мл до 4,17*10^6 кл/мл, биомасса в пределах 547–2882 мг/$м^3$, средние значения численности и биомассы составляли 2,35*10^6 кл/мл и 1551 мг/$м^3$ соответственно, что 1,1 раза выше значений 2017 г. Средние значения общей численности и биомасы микрофлоры составляли: весной - 1,28*10^6 кл/мл при биомассе 601 мг/$м^3$; летом - 3,78 * 10^6 кл/мл, 1336 мг/$м^3$; осенью - 1,38 * 10^6 кл/мл, 920 мг/$м^3$. Максимальные значения общей численности и биомасс микрофлоры отмечались летом в поверхностном горизонте и составляли 4,17*10^6 кл/мл, 2882 мг/$м^3$ соответственно, а минимальные — в мае в поверхностном горизонте - 1,01*10^6 кл/мл и 547 мг/$м^3$.

Численность сапротрофных бактерий варьировала от $2,5*10^3$ до $2,5*10^6$ кл/мл, составив в среднем $8,45*10^5$ кл/мл. Максимальные значения численности наблюдались летом и варьировали от $6,0*10^5$ до $2,5*10^6$ кл/мл, минимальные - весной.

В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом численность нефтеокисляющих бактерий снизилась в 1,2 раза, при среднегодовом значении $5,5*10^4$ кл/мл. Максимальная численность нефтеокисляющих бактерий была отмечена летом - $2,5*10^5$ кл/мл в поверхностных горизонтах, а минимальная - $2,5*10^3$ кл/мл — в мае в придонном горизонте. Фенолокисляющие бактерии в 2018 г. не были обнаружены.

Микробиологические показатели позволяют охарактеризовать морские воды акватории пролива Босфор Восточный как α-β-мезосапробные, эфтрофные - загрязнённые.

Залив Находка. В 2018 г. средние значения общей численности и биомассы бактерий составили $1,81*10^6$ кл/мл и 1148 мг/м^3 соответственно. Общая численность микрофлоры варьировала от $0,66*10^6$ кл/мл до $3,90*10^6$ кл/мл, а биомасса - от 302 кл/м^3 до 2696 кл/м^3. Максимальные значения общей численности микроорганизмов и их биомасса были зафиксированы в июле и сентябре в поверхностных и придонных горизонтах, а минимальные - в мае в придонном горизонте.

Максимальная численность сапрофитов в $6,0*10^5$ кл/мл была отмечена в летний и осенний периоды в приповерхностном и придонном горизонтах, а минимальная - 250 кл/мл - в придонном горизонте в мае.

В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом численность нефтеокисляющих бактерий уменьшилась в 2,8 раза и находилась в диапазоне 25 - $2,5*10^4$ кл/мл, составив в среднем 4600 кл/мл. Максимальная численность была отмечена весной на горизонтах 0 и на дне, минимальная - в поверхностном и придонном горизонтах осенью.

Численность фенолокисляющих бактерий в 2018 г. по сравнению с предыдущим годом снизилась в 6 раз и составила 1 кл/мл. Максимальные показатели присутствия фенолокисляющих микроорганизмов были зарегистрированы весной в поверхностном и придонном горизонтах.

Микробиологические показатели позволяют отнести воды залива Находка к α-β-мезосапробным, эвтрофным - загрязнённые.

Бухта Находка. Среднее значение общей численности бактерий в бухте составило $2,54*10^6$ кл/мл, при среднем увеличении значений биомассы до 1639 мг/м^3. Максимальные значения общей численности бактериопланктона и его биомассы наблюдались в осенний период в поверхностном горизонте, а минимальные - весной в придонном горизонте.

Численность сапротрофных бактерий варьировала от $2,5*10^5$ до $2,5*10^6$ кл/мл, составив в среднем - $7,1*10^5$ кл/мл. Максимальные значения численности были отмечены летом в поверхностном горизонте, а минимальные - на горизонтах 0 и на дне весной.

Численность нефтеокисляющих бактерий варьировала от 25 до $2,5*10^4$ кл/мл, составив в среднем $1,5*10^4$ кл/мл. В весенний период в поверхностном и придонном горизонтах были зафиксированы максимальные значения, а минимальные - в придонном горизонте осенью.

По сравнению с 2017 г. численность фенолокисляющих бактерий снизилась в 1,3 раза и варьировала от 1 кл/мл до 25 кл/мл, составив в среднем 9 кл/мл. Максимальные показатели были отмечены весной на горизонтах 0 и на дне - 25 кл мл, а также летом в придонном горизонте. Летом и осенью в поверхностном горизонте фенолокисляющие бактерии не были обнаружены. Микробиологические данные позволяют отнести воды залива Находка к α –β- мезосапробным, эвтофным - загрязненные.

Бухта Врангель. Общая численность бактерий в акватории бухты Врангель варьировала от $0,90*10^6$ кл/мл до $2,89*10^6$ кл/мл, составив в среднем $2,15*10^6$ кл/мл. Среднее количество биомассы микрофлоры варьировало от 412 мг/м^3 до 1998 мг/м^3, составив в среднем 1391 мг/м^3 и. Максимальные показатели общей численности микроорганизмов и их биомассы наблюдались в поверхностном горизонте в осенний период, а минимальные - весной в придонном горизонте.

Средняя численность сапротрофных бактерий составляла $2,08*10^5$ кл/мл. Численность сапротрофных микроорганизмов составляла: весной на поверхности - $6,0*10^4$ кл/мл, в придонном горизонте - $2,5*10^4$кл/мл; летом на поверхности - $6*10^5$ кл/мл, в придонном горизонте - $2,5*10^5$ кл/мл; осенью на поверхности - $2,5*10^5$ кл/мл, придонном горизонте - $6*10^4$ кл/мл.

Численность нефтеокисляющих бактерий по сравнению с 2017 г. снизилась в 2 раза и варьировала от 250 кл/мл до $2,5*10^4$ кл/мл. Среднегодовая численность составила $7*10^3$ кл/мл. Максимальные показатели наблюдались весной в поверхностном горизонте, а минимальные — осенью в поверхностном и придонном горизонтах - 250 кл/мл. Фенолокисляющие бактерии в акватории бухты Врангель в 2018 г. не были обнаружены.

Микробиологические показатели позволяют отнести воды бухты Врангель к α-β-мезосапробным, эфтофным - загрязненные.

Бухта Козьмино. Количество общей численности бактерий и биомассы в водах бухты Козьмино варьировало от 0,8*10 кл/мл до $2,6*10^6$ кл/мл, и от 408 мг/м^3 до 1120 мг/м^3 соответственно, составив в среднем $1,74*10^6$ кл/мл и 1120 мг/м^3 соответственно. Максимальные значения общей численности и биомассы наблюдались в осенний период в поверхностном горизонте - $3,1*10^6$ кл/мл и 1329 мг/м^3 соответственно, а минимальные — в придонном горизонте осенью.

Численность сапротрофных бактерий находилась в диапазоне от $2,5*10^4$ кл/мл до $2,5*10^6$ кл/мл. Среднегодовая численность сапротрофной микрофлоры составила $1,2*10^5$ кл/мл при постоянной максимальной численности летом и осенью в поверхностном горизонте - $2,5*10^5$ кл/мл, в придонном — $6*10^4$ кл/мл. Минимальные значения были отмечены весной в придонном горизонте.

В 2018 г. по сравнению с предыдущим годом средняя численность нефтеокисляющих бактерий увеличилась в 2,1 раза и варьировала от 25 кл/мл до $6*10^3$ кл/мл, составив в среднем 2850 кл/мл. Минимальная численность наблюдалась осенью в придонном горизонте - 25 кл/мл, а максимальная численность - $6*10^3$ кл/мл - весной в поверхностных и придонных горизонтах. Фенолокисляющие бактерии в 2018 г. не были обнаружены.

Микробиологические показатели позволяют отнести морские воды бухты Козьмино к α-β – мезосапробным, эвтрофным - загрязненные.

Все воды исследуемой части залива Петра Великого в 2018 г. относятся к α –β –мезосапробным, эвтрофным водам - загрязненные.

В 2018 г. произошло снижение общей численности бактериопланктона и его биомассы в заливах: Амурском, Уссурийском, Находка и бухтах: Козьмино, Находка, Врангель. В то же время отмечалось увеличение численности гетеротрофного сапрофитного бактериопланктона в акваториях залива Уссурийского, бухт: Золотой Рог, Диомид, Находка, Врангель, Козьмино и пролива Босфор Восточный. Постоянное антропогенное воздействие с прилегающих прибрежных урбанизированных территорий приводит к загрязнению морских акваторий. Численность нефтеокисляющих бактерий увеличилась в заливах: Уссурийский и Находка, проливе Босфор-Восточный, бухтах: Диомид, Находка. На остальных акваториях численность нефтеокисляющих микроорганизмов снизилась. Наблюдалось уменьшение численности фенолокисляющих микроорганизмов на всей обследованной акватории залива Петра Великого, за исключением Амурского залива.

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, почвенного покрова, поверхностных вод и радиоактивной обстановкой на государственной наблюдательной сети;
- анализ и оценку 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).

Рис. 4.1. Государственная наблюдательная сеть за загрязнением атмосферного воздуха, поверхностных вод и радиационным загрязнением на территории Московского региона (МАЭД – мощность амбиентного эквивалента дозы)

4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха

Программой работ предусматривается определение вредных химических веществ и тяжелых металлов. На большинстве постов наблюдения осуществляются за содержанием пяти 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).

Стационарные посты обеспечивают наблюдения в жилых районах, вблизи автомагистралей и крупных промышленных объектов. Отбор проб проводится ежедневно 2-4 раза в сутки в сроки, установленные ГОСТ 17.2.3.01 – 86. Перечень подлежащих контролю специфических ингредиентов формируется с учетом структуры выбросов вредных веществ в атмосферу источниками загрязнения, расположенными в пределах зоны, контролируемой постом наблюдения.

В связи с введением в мае 2014 г. новых предельно допустимых концентраций (ПДК) формальдегида, а с февраля 2015 г. новой среднесуточной ПДК ($ПДК_{с.с.}$) фенола, произошли изменения в результатах оценки качества атмосферного воздуха по комплексному индексу загрязнения атмосферы ($ИЗА_5$).

По данным наблюдений в 2018 г. уровень загрязнения атмосферного воздуха в г. Москве был повышенный, в других городах Московской области (Воскресенск, Дзержинский, Клин, Коломна, Мытищи, Подольск, Щелково, Электросталь) и Приокско-Террасном биосферном заповеднике – низкий.

Уровень загрязнения атмосферы, определенный с учетом прежней (до 2014 г.) ПДК формальдегида, в Москве и Серпухове был бы высокий, в Клину, Подольске Коломне и Мытищах – повышенный. Снижение уровня загрязнения воздуха в большинстве городов связано с изменением санитарно-гигиенических нормативов и не имеет отношения к реальному изменению загрязнения воздуха. Так как фенол не является приоритетной примесью для городов Московского региона, изменение средней суточной нормы не повлекло изменения уровня загрязнения воздуха.

Средние за год концентрации вредных веществ выше 1,0 $ПДК_{с.с.}$ были определены в городах Москва, Воскресенск, Дзержинский, Подольск Серпухов и Щелково. Концентрации диоксида азота превышали 1,0 $ПДК_{с.с.}$ в 3 городах из 10, формальдегида – в 2 из 7 (при оценке по прежним ПДК – в 6 из 7), аммиака – в 3 городах из 3.

В 2017-2018 гг. отмечался рост уровня загрязнения воздуха во всех городах региона, кроме Подольска и Серпухова (рис. 4.2), а за 5-летний период (2014-2018) - тенденция снижения уровня загрязнения воздуха, в основном за счет снижения содержания бенз(а)пирена. За 2014-2018 гг. во всех городах концентрации бенз(а)пирена снизились в среднем на 56%. В городах, где проводятся наблюдения за ароматическими углеводородами (Москва, Дзержинский, Мытищи, Подольск), отмечается рост их содержания в воздухе.

Рис. 4.2. Уровни загрязнения атмосферного воздуха в Московском регионе

В 2018 г. высокого и экстремально высокого загрязнения воздуха вредными примесями в Москве и городах Московской области не было зарегистрировано.

По условно выделенным «жилым», «промышленным» и «автомагистральным» постам был рассчитан уровень загрязнения атмосферного воздуха для соответствующих зон г. Москвы. Полученные данные показали, что уровень загрязнения воздуха в Москве вблизи автомагистралей – повышенный (с учетом прежних ПДК для формальдегида и фенола – высокий), вблизи промышленных зон – низкий (с учетом прежних ПДК для формальдегида и фенола – высокий), в жилых районах города низкий (с учетом прежних ПДК для формальдегида и фенола – повышенный) (рис. 4.3).

В жилых зонах города регистрировался низкий уровень загрязнения воздушного бассейна. Средние годовые концентрации диоксида азота находились в пределах 0,9-2,1 ПДК, аммиака – 0,6-1,6 ПДК, формальдегида – до 0,9 ПДК. Содержание взвешенных веществ, диоксида серы, оксида азота, фенола, хлорида водорода, ацетона, ароматических углеводородов и тяжелых металлов было низким на всей территории города.

В годовом ходе среднемесячных концентраций формальдегида в г. Москве максимум отмечался 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 (рис. 4.4). Фотохимические реакции усиливаются в атмосфере при высокой интенсивности солнечной радиации в летние месяцы.

Рис. 4.3. Уровни загрязнения атмосферного воздуха в различных зонах Москвы в 2018 г.

Наибольшие среднемесячные концентрации взвешенных веществ были зарегистрированы в теплый период года, диоксида азота - в отопительный сезон, когда предприятия ТЭК работают с наибольшей нагрузкой. Годовой ход других примесей был выражен слабо.

Рис. 4.4. Годовой ход концентраций взвешенных веществ, формальдегида и диоксида азота в атмосферном воздухе г. Москвы в 2018 г.

На рис. 4.5 представлены ИЗА по г. Москве с учетом «прежнего» и измененного нормативов по формальдегиду, при этом парциальные значения ИЗА остальных веществ не изменились. Так, с учетом «прежнего» ПДК для формальдегида, уровень загрязнения в г. Москва был бы высокий. Изменение ПДК формальдегида в 2014 г. привело к заниженной оценке уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом и, соответственно, комплексного ИЗА. Несмотря на это, в 2018 г. $ИЗА_5$ из низкого уровня перешел в повышенный.

Рис. 4.5. Изменения значений комплексного ИЗА, рассчитанных с прежним и измененным значениями ПДКс.с. формальдегида, соотнесенные с уровнями загрязнения атмосферного воздуха

По данным регулярных наблюдений за 5-летний период в Москве отмечался:

- рост средних концентраций аммиака, ароматических углеводородов: ацетона, бензола, толуола и ксилола (тенденция 38-100%);
- рост концентрации формальдегида;

- рост содержания большинства тяжелых металлов: наибольшее увеличение было отмечено по оксидам железа, меди, марганца и цинка;
- снижение концентраций бенз(а)пирена (-60%) и оксида азота (-71%) (рис. 4.6).

Рис. 4.6. Изменение среднегодовых концентрации примесей в атмосферном воздухе Москвы

4.1.2. Загрязнение почвенного покрова

В связи с несовершенными системами очистки выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями, ежегодным ростом количества личного автотранспорта и автомобильных грузоперевозок (на которые приходится более 80% общего количества перевозимых по стране грузов), тяжелые металлы (ТМ) попадают из атмосферного воздуха в почву. ТМ относятся к одним из самых опасных загрязнителей окружающей среды, а загрязненная почва вокруг городов и вдоль федеральных трасс представляет опасность не только с точки зрения поступления в организм токсичных веществ с продуктами питания, но и является источником вторичного загрязнения приземного слоя воздуха.

ФГБУ “Центральное УГМС” проводит регулярные наблюдения за загрязнением почвенного покрова Московской области по девяти ТМ. Для установления фоновых значений массовых долей ТМ вдоль федеральных трасс Московской области ежегодно отбираются пробы почвы на отдельных участках, удаленных от основного источника загрязнения. Для качественной оценки загрязнения почвы ТМ полученные результаты сравниваются с фоновыми концентрациями, значениями ПДК (кобальт, хром, марганец) и ОДК (свинец, цинк, медь, кадмий и никель). Валовые значения ПДК и ОДК почв в табл. 4.1. даны с учетом фона (кларка).

Результаты мониторинга загрязнения почв Московской области тяжелыми металлами на сети Росгидромета показали, что за период 2009-2017 гг. массовые доли большинства наблюдаемых ТМ в исследуемых почвах не превышали установленных ПДК и ОДК. По отдельным ТМ было отмечено превышение значений фоновых концентраций, прежде всего по свинцу.

В 2018 г. проводилось обследование почв Талдомского района Московской области. Отбор проб почвы был начат вдоль Дмитровского шоссе (А-104) на расстоянии около 22 км от развязки трасс А-104 и большого Московского кольца (А-108). Маршрут проходил в северо-западном направлении по трассе А-104 до г. Дубны, далее – от трассы А-104 вдоль автодороги Р112 до г. Талдом, затем – вдоль Юркинского шоссе до заказника Журавлиная Родина, затем от г. Талдом до пгт. Вербилки вдоль автодороги Р112 (рис. 4.7). Общая протяженность маршрута составила примерно 92 км.

Рельеф местности, где проходил отбор проб почвы, представляет собой пологую волнистую равнину с характерными незначительными уклонами с юго-запада на северо-восток. Данный рельеф в сочетании с водоупорными подстилающими породами способствует распространению болот, особенно в долинах рек.

По своему типу почвы значительной части района относятся к дерново-подзолистым. Среднее значение pH_{KCl} для почв Талдомского района Московской области превышало 5, что характеризует данные почвы как слабокислые.

В 2018 г. обследование почв Талдомского района Московской области показало, что содержание в почве таких металлов, как свинец, цинк, кадмий, кобальт, хром, марганец, медь, никель и железо, во всех отобранных пробах не превышало значений ПДК и ОДК, однако содержание цинка, марганца, кобальта и кадмия превышало значения фоновых концентраций практически во всех пробах почвы (табл. 4.2).

Рис. 4.7. Схема отбора почвенных проб в Талдомском районе Московской области в 2018 г.

Содержание в почве цинка и кадмия выше фонового значения может свидетельствовать об увеличении транспортного грузопотока, а также о внесении на поля различных минеральных удобрений. По мере удаления от г. Талдом в южном направлении по трассе Р112 снижения до фоновых значений концентраций цинка, кадмия, кобальта, марганца и железа в пробах не зафиксировано.

Таблица 4.1. Фоновое загрязнение почв ТМ вдоль федеральных трасс Московской области

Точки отбора; Маршрут вдоль шоссе, направление, общая протяженность (км), год отбора проб		Массовые доли кислоторастворимых форм ТМ, мг/кг								
		Pb	Zn	Cd	Cu	Co	Ni	Cr	Mn	Fe
1	Дмитровское (от микр-на Соревнование до г. Дубны), трасса Р112 от А-104 до г. Талдом, Юркинское шоссе (от г. Талдом до биостанции Журавлиная Родина), трасса Р112 (от г. Талдом до пгт. Вербилки); 92, 2018	21	25	0,6	4	0,6	7,6	3	429	4940
2	Трасса А-108, от развязки трасс А-104 и А-108 до с. Покровское; 70; 2017	11	22	0,8	9	5,5	8,5	20	250	6500
3	Шоссе А-102, на ЮВ от МКАД до г. Бронницы, на СЗ вдоль Новорязанского шоссе; 130; 2016	11	22	0,8	9	6	9	20	250	6500
4	Горьковское, на В от МКАД; 65; 2015	9,5	21	0,6	8	3	7	20	200	6000
5	Ленинградское, на СЗ от г. Москва; 90; 2014	6,5	30	0,5	11	5	9	25	400	7000
6	Ярославское, на С от пос. Голыгино до г. Краснозаводск, на ЮВ вдоль малого бетонного шоссе; 72,5; 2013	14	26	0,3	14	10	11	40	600	8000
7	Симферопольское, от пос. Стрелково; 36; 2012	14	26	0,3	14	10	10	40	600	8000
8	Горьковское, на В от д. Новая Купавна; 80; 2011	10	20	0,7	10	10	14	40	300	5000
9	шоссе Р-106, от г. Куровское; 40; 2010	7	20	0,3	10	9	13	25	300	5000
10	Киевское, от г. Москва; 60; 2009	8	40	0,5	11	8	16	30	400	10000
$ПДК_{вал}$		32				20	50		1500	20860
$ОДК_{вал}$		130	220	2	132					

Содержание свинца, кадмия, кобальта, никеля, хрома и цинка в точке, удаленной от г. Талдом примерно на 25 км (рис.4.7., т. 14), не превысило значений ОДК и/или ПДК для этих элементов, но превысило фоновое значение для кобальта (в 5,7 раза) и хрома (почти в 4 раза). Поскольку ТМ в продуктах сгорания топлива и в выбросах металлургических производств встречаются обычно в различных сочетаниях, то их воздействие на природу, окружающую источники загрязнения, бывает более сильным, чем предполагаемое на основании концентрации отдельных элементов. Так, совокупное воздействие цинка и кадмия оказывает в несколько раз более сильное ингибирующее влияние на микроорганизмы, чем такая же концентрация каждого элемента в отдельности.

Таблица 4.2. Содержание тяжелых металлов в почвах Талдомского района Московской области по данным наблюдений ФГБУ «Центральное УГМС» (весна 2018 г.)

№ пробы	Содержание металлов (мкг/г воздушно-сухого грунта)								
	Pb	Zn	Cd	Cu	Co	Ni	Cr	Mn	Fe
1	19,3	37,2	1,0	8,4	2,6	14,2	9,8	300,5	9274,0
2	14,4	71,0	1,4	1,5	0	2,4	2,5	107,3	3316,1
3	1,0	34,7	0,6	5,0	0	10,4	5,1	322,0	8136,1
4	0,0	40,8	0,8	3,6	3,9	9,0	11,3	1223,4	11423,2
5	24,3	38,8	1,4	5,2	0	7,3	3,9	107,3	7023,1
6	17,7	26,0	0,8	2,9	0	9,0	7,2	139,5	8132,5
7	9,4	31,6	1,0	4,8	1,6	9,0	9,4	128,8	9513,2
8	8,6	37,2	0,7	4,6	0	7,6	11,9	343,4	15560,1
9	26,0	31,5	0,8	2,5	2,0	7,6	8,2	397,1	4356,5
10	21,0	25,4	0,6	4,4	0,6	7,6	3,4	429,3	4939,6
Повтор 10	19,0	25,8	0,6	4,3	0,6	6,9	3,9	405,2	4903,4
11	6,1	40,0	0,2	1,1	0	0	7,7	364,9	7639,6
12	22,7	40,6	0,5	4,8	2,0	10,2	11,0	686,8	12474,2
13	23,5	38,5	0,7	4,1	2,4	10,9	12,2	364,9	8493,1
14	24,3	38,4	1,0	2,5	3,4	9,5	13,3	525,8	10430,2
15	13,5	28,8	0,4	4,5	0,2	8,0	12,5	386,3	9680,0
ПДК	32				20	50		1500	20860
ОДК	130	220	2	132					

В то же время результаты обследования показали, что техногенного воздействия г. Талдом на окружающую среду обследуемого района, в частности на содержание тяжелых металлов в почве, не зафиксировано. Кроме того, следует учесть тот факт, что фоновая концентрация ТМ в почве (точка 10 – биостанция в заказнике «Журавлиная Родина») ниже фонового значения среднего регионального уровня.

Таким образом, согласно результатам обследования, в Талдомском районе отсутствуют превышающие нормативы техногенные воздействия на окружающую среду района, в частности по содержанию тяжелых металлов в почве.

4.1.3. Загрязнение поверхностных вод

Основными источниками загрязнения крупных водотоков региона остаются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды городов Одинцово, Клина, Серпухова, Каширы, Коломны, Москвы, Воскресенска, Подольска, Наро-Фоминска, Щелково, Ногинска, Орехово-Зуево и др.; а также сельскохозяйственные стоки, поступающие непосредственно в реки или через их притоки.

Характерными загрязняющими веществами являются соединения азота и фосфора, взвешенные и органические вещества, нефтепродукты, фенолы, АПАВ и тяжелые металлы.

Температура воды в реках в зависимости от сезона в 2018 г. колебалась от минимальных значений (0,0^{0}С) в январе (р. Клязьма – выше г. Щелково) до максимальных (23,3^{0}С) в августе (р. Москва – г. Москва, Бесединский мост МКАД). Средняя величина температуры воды по региону составила 9,7^{0}С, что на 1,1^{0}С ниже, чем в 2017 г.

Реакция среды (pH) была близка к нейтральной (7,76 ед.pH). Более кислая среда (6,2 ед. pH) была отмечена в воде р. Воймега выше г. Рошаль (апрель); более щелочная (8,72 ед.pH) – в р. Москва выше г. Москва (п. Ильинское, в июне).

Кислородный режим на водных объектах был удовлетворительным, среднее содержание растворенного в воде кислорода составило 8,91 мг/л, процент насыщения воды кислородом в среднем равнялся 77%, практически, как и в 2017 г.

Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК$_5$) в водотоках и водоемах Московской области было невысоким - 2,1 ПДК и соответствовало уровню 2011-2017 гг. Наименьшее значение (1,0 мг/л) было отмечено в воде р. Москва у д. Барсуки Можайского района (февраль, апрель-май, октябрь-ноябрь). Максимальная величина (38,0 мг/л) была зафиксирована в воде р. Воймега ниже г. Рошаль в ноябре и декабре.

Количество органических веществ по ХПК изменялось так же значительно, как и по БПК$_5$ – от 0,5 ПДК в р. Ока выше г. Кашира в декабре до 13,8 ПДК в воде р. Воймега ниже г. Рошаль в январе.

Степень загрязненности рек Московского региона различными формами азота была весьма разнообразной. Можно выделить группу рек (верховье р. Москва до г. Москвы, р. Лама, 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 2018 г. была зафиксирована в воде р. Москва ниже г. Воскресенск – 0,984 мг/л (49,2 ПДК, в мае); нитратным азотом – в воде р. Нерская ниже г. Куровское – 11,43 мг/л (1,3 ПДК, в сентябре); аммонийным азотом – в воде р. Воймега ниже г. Рошаль – 19,66 мг/л (49,2 ПДК, в ноябре). В среднем по региону содержание нитритного азота составило 5,5 ПДК; нитратного азота – 0,2 ПДК; аммонийного азота – 3,4 ПДК. Содержание фосфатов в среднем по региону составило 1,4 ПДК, однако в воде р. Пахра выше

г. Подольск достигало 14,3 ПДК в октябре. По содержанию аммонийного азота отмечалось снижение среднегодовых концентраций, по нитритному азоту – рост, фосфаты оставались на уровне 2017 г. (рис. 4.8–4.10).

Рис. 4.8. Изменение среднегодовых концентраций аммонийного азота в целом по водным объектам Московского региона

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

Минерализация воды водотоков и водоемов Московской области в среднем составила 471,8 мг/л, что на 85,9 мг/л больше, чем в 2017 г. Наибольшая величина (1166,0 мг/л) была отмечена в феврале в воде р. Яуза (устье) – г. Москва. Наименьшая (40,0 мг/л) минерализация наблюдалась в р. Воймега выше г. Рошаль в апреле. Характер воды во всех водных объектах гидрокарбонатно-кальциевый, жесткость воды была умеренная (5,05 мг-экв/л), что выше, чем в 2017 г. на 0,98 мг-экв/л. Выщелачивающей агрессией вода не обладаля. Содержание хлоридов и сульфатов в воде всех водных объектов не превышало 0,2-0,4 ПДК и в среднем составило 51,1 мг/л и 35,2 мг/л, соответственно. Наибольшая концентрация сульфатов (112,1 мг/л) была зафиксирована в воде р. Нерская – д. Маришкино Воскресенского района в октябре, наименьшая (3,1 мг/л) – в Можайском водохранилище, д. Красновидово в апреле. Максимальное содержание хлоридов (419,4 мг/л) было отмечено в р. Яуза (устье) – г. Москва в феврале, минимальное (2,7 мг/л) – в воде р. Москва у д. Барсуки в апреле.

Загрязненность водных объектов тяжелыми металлами была несущественной. Осредненные концентрации хрома шестивалентного, свинца, никеля, меди и цинка были невысокими и составили: 0,1; 0,3; 0,3; 2,1 и 2,2 ПДК соответственно. Наибольшие концентрации меди (до 27,0 ПДК) наблюдались в ноябре в воде р. Пахра ниже г. Подольск (ниже впадения р. Битца). Величины растворенного железа составили 1,9 ПДК, что на 1,7 ПДК выше, чем в 2017 г. Кроме того, в воде р. Нерская ниже г. Куровское величины растворенного желе в феврале достигали 44,1 ПДК.

Среднее содержание фенолов составило 0,002 мг/л (2,0 ПДК); АПАВ – 0,030 мг/л (0,3 ПДК); нефтепродуктов – 0,09 мг/л (1,8 ПДК). Максимальная величина фенолов, нефтепродуктов и АПАВ была зафиксирована в воде р. Воймега ниже г. Рошаль: фенолов – 9,0 ПДК в апреле; АПАВ - 2,7 ПДК в сентябре; нефтепродуктов – 49,2 ПДК в ноябре.

Содержание формальдегида во всех водных объектах было на порядок ниже ПДК и лишь в воде р. Нерская (устье) у д. Маришкино в ноябре достигало 4,6 ПДК.

Оценка качества воды водотоков и водоемов по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ) показала, что качественный состав поверхностных вод Московского региона в 2018 г. находился в интервале от «слабо загрязненных» до «экстремально грязных».

К «слабо загрязненным» водам было отнесено качество воды Можайского водохранилища.

Как «загрязненные» характеризовались воды Истринского, Озернинского и Рузского водохранилищ, верховья р. Москва (д. Барсуки и выше г. Звенигород), рек: Ока (выше г. Кашира), Осетр, Протва (выше г. Верея). Как «очень загрязненные» оценивались воды Иваньковского водохранилища, рек Дубна (выше п. Вербилки), Кунья (выше г. Краснозаводск), Ока (выше г. Серпухов, ниже г. Кашира, выше г. Коломна), Протва (ниже г. Верея), Нара (выше г. Наро-Фоминск), Лопасня (выше г. Чехов), Москва (ниже г. Звенигород, выше г. Москва (п. Ильинское)), Истра, Клязьма (выше г. Щелково), Воря (выше г. Красноармейск), Лама.

Как «грязные» характеризовались следующие водные объекты: реки Медвенка, Нерская, Сестра, Клязьма (ниже г. Щелково, ниже г. Лосино-Петровский, г. Павловский Посад, г. Орехово-Зуево), Дубна (ниже п. Вербилки), Кунья (ниже г. Краснозаводск), Ока (ниже г. Серпухов и ниже г. Коломна), Нара (ниже г. Наро-Фоминск и в районе г. Серпухов), Лопасня (ниже г. Чехов), Москва (г. Москва (Бабьегородская плотина), выше д. Нижнее Мячково, выше г. Воскресенск, г. Коломна), Пахра (выше г. Подольск и выше впадения ручья Черный), Воря (ниже г. Красноармейск).

Как «очень грязные» оценивались воды рек Закза, Яуза, Рожая, Москва (г. Москва (Бесединский мост МКАД), ниже д. Нижнее Мячково, ниже г. Воскресенск), Пахра (ниже г. Подольска (ниже впадения р. Битца), д. Нижнее Мячково (устье) и Воймега (выше г. Рошаль).

Как «экстремально грязные» характеризовались воды р. Воймега ниже г. Рошаль.

В 2018 г. на водных объектах Московского региона было зафиксировано 285 случаев высокого загрязнения (ВЗ) различными ингредиентами, что на 36 случаев больше, чем в 2017 г., и на 56 случаев меньше, чем в 2016 г. (рис. 4.11.).

Рис. 4.11. Количество случаев высокого загрязнения водотоков Московского региона

Из общего числа ВЗ было отмечено 4 случая загрязнения поверхностных вод органическими веществами по ХПК (р. Воймега); 4 случая - дефицита кислорода (р. Воймега); 5 случаев - загрязнения железом (рр. Воймега и

Нерская); 66 случаев - легкоокисляемыми органическими веществами по $БПК_5$ (рр. Москва, Пахра, Нара, Рожая, Закза, Воймега, Клязьма); 72 случая - аммонийным азотом (рр. Москва, Пахра, Рожая, Закза, Ока, Воймега); 127 случаев - нитритным азотом (рр. Пахра, Закза, Медвенка, Рожая, Ока, Лопасня, Нерская); 4 случая - нефтепродуктами (рр. Воймега и Нерская); 1 случай - формальдегидом (р. Воймега); 1 случай - АПАВ (р. Нерская); 1 случай - фосфатами (р. Пахра).

На рис. 4.12 представлена диаграмма распределения количества случаев высокого загрязнения по водотокам Московской области. В 2018 г. максимальное количество случаев было зарегистрировано в р. Москва –122, Пахра –34, Воймега –30, Закза –28 и Рожая –16.

Рис. 4.12. Распределение количества случаев высокого загрязнения по водотокам Московского региона

В 2018 г. на водных объектах Московского региона случаев экстремально-высокого загрязнения (ЭВЗ) не зафиксировано.

4.1.4. Характеристика радиационной обстановки

В 2018 г. радиационная обстановка в Московском регионе была спокойная, превышений допустимых значений не наблюдалось. Расчёты уровней высокого загрязнения (ВЗ) были выполнены по критериям в соответствии с РД 52.18.826-2015.

Наблюдения за содержанием техногенных и природных радионуклидов в приземном слое атмосферы проводились непрерывно на станции Подмосковная. Отбор проб аэрозолей выполнялся с помощью воздухо-фильтрующей установки «Тайфун-3а» на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией в одни сутки. Среднегодовая объемная суммарная бета-активность аэрозолей составила $23{,}0*10^{-5}$ Бк/м^3, что в 1,85 раза выше уровня 2017 г. Максимальная среднемесячная объемная суммарная бета-активность аэрозолей наблюдалась в августе и составила $111{,}4*10^{-5}$ Бк/м^3. Данные об объемной суммарной бета-активности аэрозолей представлены на рис. 4.13.

Рис. 4.13. Среднемесячная и максимальная объемная суммарная бета-активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2018 г.

Радиоактивные выпадения на подстилающую поверхность контролировались в пяти пунктах, три из которых расположены на территории г. Москвы (Балчуг, ВДНХ и Тушино), остальные – на территории Московской области. Отбор проб радиоактивных выпадений производился с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией.

Среднегодовое значение суммарной бета-активности радиоактивных выпадений в 2018 г. осталось на уровне 2017 г. и составило 0,5 Бк/м^2 в сутки. Максимальные суточные выпадения были зарегистрированы в июле на станции Подмосковная и составили 3,5 Бк/м^2 в сутки. Данные о суммарной бета-активности выпадений представлены на рис. 4.14.

Рис. 4.14. Среднемесячные и максимальные суточные выпадения на станциях Московского региона в 2018 г.

Мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД) измерялась ежедневно на 17 станциях. Среднегодовая величина МАЭД на территории г. Москвы и Московской области изменялась от 0,1 до 0,14 мкЗв/ч (метеостанции Кашира и Балчуг), что находится в пределах колебаний естественного гамма-фона. Максимальные измеренные значения МАЭД наблюдались на станции Наро-Фоминск и составили 0,23 мкЗв/ч. В среднем радиационный фон по г. Москве составил 0,11 мкЗв/час, Московской области - 0,12 мкЗв/час. Данные о мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения представлены на рис. 4.15.

Рис. 4.15. Мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД) на станциях Московского региона в 2018 г.

4.2.Озеро Байкал

4.2.1. Поступление химических веществ из атмосферы

В 2018 г. наблюдения осуществлялись на четырех станциях: Хамар-Дабан, Байкальск (южная часть побережья озера), Исток Ангары и Большое Голоустное (западное побережье южного Байкала).

Поступление химических веществ в районе оз. Байкал происходило в основном с атмосферными осадками. В каждой пробе определялось 12 показателей растворенных минеральных веществ, содержание растворенных органических соединений (ОВ) и труднорастворимых веществ (ТРВ). Данные химического анализа атмосферных осадков, выпавших в виде дождя и снега, а также поступающих из атмосферы в сухие периоды, приведены на рисунках 4.16 – 4.19.

	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Сульфаты	5,2	3,2	2,9	3,8	3,8	2,9	2,4
Органические вещества	5,9	3,5	5,0	23,3	3,6	8,1	3,5
Труднорастворимые вещества	14,4	5,9	15,6	51,5	5,1	7,3	4,2
Сумма минеральных веществ	30,3	24,6	23,7	28,8	27,0	22,4	27,6
Азот минеральный	1,5	1,1	1,0	1,0	0,7	0,8	1,2
Сумма мин.,орг. и ТРВ	50,6	34,0	44,3	103,6	35,7	37,8	35,3

Рис. 4.16. Динамика поступления химических веществ из атмосферы на ст. Хамар-Дабан

	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Сульфаты	3,8	2,0	1,5	1,9	1,5	2,1	1,3
Органические вещества	18,8	11,6	14,0	15,0	13,3	13,1	9,1
Труднорастворимые вещества	35,4	28,7	23,5	26,0	38,4	20,9	12,0
Сумма минеральных веществ	15,1	11,9	8,9	11,6	5,4	5,8	6,3
Азот минеральный	0,6	0,4	0,3	0,7	0,3	0,4	0,3
Сумма мин.,орг. и ТРВ	69,3	52,2	46,4	52,6	57,0	39,8	27,4

Рис. 4.17. Динамика поступления химических веществ из атмосферы на ст. Байкальск

По сравнению с предыдущим годом в 2018 г. на станциях Хамар-Дабан и Байкальск наблюдалось снижение поступления веществ из атмосферы практически по всем исследуемым показателям, за исключением величины поступления минеральных веществ и азота минерального на ст. Хамар-Дабан и минеральных веществ на ст. Байкальск (рис. 4.16 - 4.17). В 2018 г. значения по всем показателям находились в пределах среднемноголетних величин.

На ст. Исток Ангары по сравнению с предыдущим годом отмечалось увеличение ТРВ и суммы минеральных веществ (рис. 4.18).

	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Сульфаты	2,2	2,9	3,8	3,0	3,4	2,7	2,7
Органические вещества	11,4	9,1	8,7	7,7	8,8	9,1	7,0
Труднорастворимые вещества	18,7	30,3	60,8	40,6	25,1	14,1	20,7
Сумма минеральных веществ	7,5	8,6	10,5	8,0	8,9	6,1	8,4
Азот минеральный	0,4	0,6	0,6	0,5	0,5	0,3	0,3
Сумма мин.,орг. и ТРВ	37,6	48,0	80,0	56,4	42,8	29,3	36,1

Рис. 4.18. Динамика поступления веществ из атмосферы на ст. Исток Ангары

В 2018 г. на ст. Большое Голоустное существенно вырос уровень запыленности атмосферного воздуха, что привело к увеличению выпадений из атмосферы труднорастворимых веществ (рис. 4.19). По остальным показателям не было зафиксировано увеличения поступления веществ из атмосферы.

	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.
Сульфаты	5,2	3,4	3,3	4,6	4,7	4,4	3,2
Органические вещества	6,6	8,6	8,2	7,9	8,1	6,5	6,1
Труднорастворимые вещества	22,6	30,0	34,2	31,4	38,0	25,2	30,8
Сумма минеральных веществ	18,1	12,4	10,9	14,6	14,5	15,8	11,4
Азот минеральный	0,2	0,8	0,3	0,5	0,6	0,8	0,5
Сумма мин.,орг. и ТРВ	47,3	51,0	61,0	53,9	60,6	47,5	48,3

Рис. 4.19. Динамика поступления веществ из атмосферы на ст. Большое Голоустное

За исследуемый период на всех четырех станциях отмечалось снижение величин поступления сульфатов и органических веществ.

4.2.2. Гидрохимические наблюдения за качеством поверхностных вод

В 2018 г. с февраля по октябрь включительно осуществлялся отбор проб воды на химический анализ нормируемых показателей в районе сброса коммунальных сточных вод г. Байкальска на контрольном 100-метровом створе. Гидрохимические съемки поверхностных вод оз. Байкал проводились по продольному разрезу на горизонтах 0,5; 25; 50; 100 м и в летне-осенний период на придонном горизонте (июнь, сентябрь и октябрь).

100-метровый створ. В 2018 г. в контрольном 100-метровом створе было проведено семь съёмок на пяти вертикалях с отбором проб воды через 10 м по глубине; всего в течение года было отобрано 147 проб воды.

В районе глубинного выпуска коммунальных сточных вод г. Байкальска отбор проб на химический анализ выполнялся по всему сечению контрольного створа с февраля по октябрь включительно. Данные о нарушении показателей качества воды оз. Байкал в районе глубинного выпуска сточных вод в 2018 г. по сравнению с 2017 г. приведены в таблице 4.3.

В 2018 г. нарушения показателей качества воды оз. Байкал были зафиксированы по содержанию летучих фенолов (в каждой съемке) и взвешенных веществ (в феврале, марте, апреле, июне и октябре). По сравнению с 2017 г. возросла максимальная концентрация летучих фенолов и частота их обнаружений. По остальным показателям нарушений качества воды оз. Байкал в 100-метровом створе не отмечалось.

Таблица 4.3. Сведения о нарушениях показателей качества воды озера Байкал в 100-метровом контрольном створе

Показатели (ПДК для 100 метрового створа озера Байкал)*	Пределы концентраций, мг/л		Число наблюдений: общее - с превышениями ПДК		Максимальное превышение ПДК, число раз	
	2017	2018	2017	2018	2017	2018
РН (6,5-8,5 единиц)	7,7 - 8,3	7,4 - 8,2	7 - 0	7 - 0	-	-
Сумма минеральных соединений (117 мг/л)	92 - 103	89 - 103	7 - 0	7 - 0	-	-
Сульфаты (10 мг/л)	4,8 - 7,1	4,6 - 8,8	7 - 0	7 - 0	-	-
Хлориды (2 мг/л)	0,5 - 1,5	0,6 - 1,7	7 - 0	7 - 0	-	-
Взвешенные вещества (1,1 мг/л)	0,0 - 3,0	0,1 - 2,8	7 - 2	7 - 5	2,7	2,5
Летучие фенолы (0,001 мг/л)	0,0 - 0,003	0,0 - 0,004	7 - 3	7 - 7	3	4

**действуют с 01.01.1985 г.*

На акватории озера гидрохимические наблюдения по продольному разрезу проводились на 0,5; 25; 50; 100 м и придонном горизонтах. Общая гидрохимическая характеристика воды озера за период 2014-2018 гг. приведена на рис. 4.20 - 4.22.

**-месяц отбора проб*

Рис. 4.20. Общая гидрохимическая характеристика воды оз. Байкал

Наблюдения в течение этих лет проводились в летне-осенний период (июнь - октябрь), что обуславливает колебания температуры воды и величины цветности. Значения pH варьировались в пределах 7,6 - 7,8 единиц, а содержание растворенного кислорода - в пределах 11,0 - 11,7 мг/л (рис. 4.20).

По сравнению с 2017 г. в 2018 г. общая минерализация воды снизилась в северном и среднем Байкале и повысилась в южном (рис. 4.21).

Рис. 4.21. Динамика среднегодовой минерализации воды оз. Байкал

За период наблюдений 2014-2018 гг. максимальные концентрации (7,3 – 9,2 мг/л) сульфатов были зафиксированы в среднем Байкале в 2016 г. В 2018 г. отмечался рост содержания сульфатных ионов во всех котловинах оз. Байкал практически до уровня 2016 г. (рис. 4.22); в южном Байкале концентрация сульфатов варьировалась в пределах 5,3 – 7,3 мг/л.

Рис. 4.22. Динамика среднегодового содержания сульфатных ионов в воде оз. Байкал

В 2016 г. и реже в 2018 г. фиксировалась серия землетрясений в Байкальском регионе (7 февраля, 18 марта, 29 августа, с 26 октября по 1 ноября и 6 декабря 2016 г. и в марте 2018 г.), что явилось причиной повышенных концентраций сульфатных ионов и общей минерализации в оз. Байкал.

4.2.3. Донные отложения

Полигон в районе бывшего БЦБК. Важнейшим элементом мониторинга оз. Байкал являются наблюдения за содержанием бенз(а)пирена (БП) в донных отложениях. Многолетние исследования по изучению накопления БП в донных отложениях полигона показали неоднородный характер загрязнения поверхностного слоя. Геоморфологическое строение полигона достаточно сложное: район расчленен тремя каньонами. Проявляется сложная система разнонаправленного подводного течения. Поэтому для геохимического анализа площадь полигона была разделена по литолого-морфологическим особенностям на две части по глубине: до 100 м, где, в основном, представлены разнозернистые пески и крупноалевритовые илы и свыше 100 м, где глубоководные отложения представлены мелкоалевритовыми и глинистыми илами.

Оценка загрязненности донных отложений БП проводилась по шкале сравнительных оценок загрязнения донных отложений внутриконтинентальных водоемов: фоновая концентрация для песков не должны превышать 2 нг/г сухого остатка (с.о.), для глинистых илов – 5 нг/г с.о.; умеренная концентрация – 2-5 нг/г с.о. и 5-30 нг/г с.о. соответственно; на сильно загрязненных участках – более 5 нг/г и более 30 нг/г с.о. соответственно.

В 2018 г. в донных отложениях на глубинах менее 100 м, где относительно развиты разнозернистые песчаные отложения, концентрация БП варьировалась в пределах 0,7-12,4 нг/г с.о., составив в среднем 4,8 нг/г с.о., что меньше 2,4 раза, чем в 2017 г. (11,5 нг/г с.о.). Фоновое значение БП фиксировалось на уровне 3,1 нг/г с.о., что соответствует умеренно загрязненным донным отложениям полигона.

Среднее содержание БП в донных отложениях в 2018 г. на глубинах более 100 м (илистые отложения) составило 3,3 нг/г с.о. при диапазоне 0,8-12,3 нг/г с.о., фоновое – 3,1 нг/г с.о. (в 2017 г. среднее – 9,0 нг/г с.о., фоновое – 1,2 нг/г с.о.). Таким образом, в 2018 г. содержание БП в илах полигона соответствовало фоновым концентрациям.

В целом в 2018 г. среднее содержание БП в донных отложениях на полигоне значительно уменьшилось по сравнению с 2017 г. (9,8 нг/г с.о.) и составило 4,0 нг/г с.о. В фоновом районе полигона также отмечалось значительное уменьшение содержание БП с 5,6 в 2017 г. до 2,8 нг/г с.о. в 2018 г.

Полигон - авандельта р. Селенга. Среднее содержание БП в донных отложениях всего полигона в 2018 г. по сравнению с 2017 г. значительно изменилось, как на основном полигоне, так и в зоне выносов протокой Усть-Харауз. Все отобранные пробы донных отложений литологически относились к глинистым илам.

В 2018 г. по сравнению с 2017 г. в донных отложениях в районе речных выносов протокой Усть-Харауз отмечалось снижение содержания БП с 4,6 до 1,8 нг/г с.о., на самом полигоне –с 4,0 до 1,7 нг/г с.о. Таким образом, в 2018 г., как и в 2017 г., уровень загрязненности донных отложений БП на авандельте р. Селенга можно отнести к фоновому (до 5,0 нг/г с.о.).

Полигон на севере озера в зоне влияния трассы БАМ. В 2018 г. все пробы донных отложений относились к илистым. По сравнению с 2017 г. отмечалось резкое уменьшение содержания БП, как на самом полигоне, так и на участке, расположенном на побережье между городами Северобайкальск и Нижнеангарск, в 11,2 и 20 раз

соответственно. Загрязненность донных отложений БП на полигоне и на участке сохранялась на уровне фоновых значений (до 5,0 нг/г с.о.).

Обрастания в мелководной зоне озера. Проблема изучения накопления полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в биоценозе оз. Байкал является важнейшим элементом в биогеохимическом мониторинге озера. Наблюдения за антропогенным воздействием на природную среду озера через состояние гидробионтов является главным выводом по всей цепочке комплексных экологических проблем Байкальского региона. С 2014 г. изучается накопление ПАУ в обрастаниях в мелководной зоне оз. Байкал.

В 2018 г. было проведено изучение накопления ПАУ в обрастаниях прибрежных районов озера. Анализ данных показал, что максимальные накопления ПАУ в обрастаниях концентрируются в п. Култук (119,1 нг/г с.в.), а не в районе бывшего комбината, который считается участком озера с наиболее сильным антропогенным воздействием (19,8 нг/г с.в.) (табл. 4.4). Макрофиты можно считать удобным тест-объектом при оценке загрязнения прибрежных водорослей полиаренами, поскольку все макрофиты в литоральной зоне озера являются однолетними растениями, и каждый год они могут по-разному накапливать загрязняющие вещества, тем самым указывая на различный уровень антропогенного воздействия на конкретном участке озера.

Таблица 4.4. Среднее содержание полиаренов ПАУ в обрастаниях мелководной зоны побережья оз. Байкал в 2014-2018 гг., нг/г с.в. (числитель – диапазон содержаний, знаменатель – среднее значение)

Полиарены /год	2014 г. Район быв. БЦБК	2015 г. Район быв. БЦБК	2017 г. Район быв. БЦБК	2018 г. Район быв. БЦБК	2017 г. Район трассы БАМ	2018 г. Култук	2018 г. Слюдян-ка	2018 г. исток р. Анга-ры	2018 г. р. Топ-ка
Сумма ПАУ	23,2-28,5 / 25,8	10,3-41,0 / 19,1	15,2-141,7 / 47,4	7,0-51,3 / 19,8	19,3-145,0 / 65,8	119,1	10,3	28,4	91,9
Бенз(а)пирен	0,5-1,2 / 0,8	0,2-2,3 / 0,8	0,9-12,9 / 4,6	0,1-1,5 / 0,5	0,1-5,5 / 2,1	8,3	0,3	0,5	0,6
Канцерогенные арены	6,6-12,2 / 9,4	3,7-25,4 / 9,2	9,0-102,2 / 30,2	2,1-27,9 / 8,8	1,5-30,6 / 11,8	61,8	3,6	8,5	12,3
2-3 ядерные арены	9,6-10,6 / 10,1	3,0-5,5 / 4,4	2,5-9,9 / 6,0	3,2-11,6 / 5,7	15,5-66,6 / 36,2	19,7	4,8	13,8	61,8

Значительная разница в содержании полиаренов ПАУ в мелководных обрастаниях озера свидетельствует о различной антропогенной нагрузке на анализируемые районы озера, а также о разноплановом (компонентном) загрязнении озерной воды. Макрофиты в данном случае выступают как индикаторы загрязнения.

4.2.4. Гидробиологические наблюдения на озере

В 2018 г. **в подледный период** были проведены гидробиологические наблюдения в пределах полигона, непосредственно примыкающего к месту выпуска коммунальных сточных вод (КОС) г. Байкальск (район бывшего Байкальского ЦБК). Численность гетеротрофных бактерий (показателя загрязнения воды органическим веществом) изменялась от 1 до 364 кл/мл при среднем значении 17 кл/мл. Площадь зоны загрязнения в районе КОС г. Байкальск составила 5,3 км^2, что в 17,6 раза выше, чем в 2017 г. Среднее значение численности гетеротрофов в зоне наибольшего влияния коммунальных сточных вод составило 49 кл/мл, что в 8 раз выше, чем на фоновых участках южного побережья.

Углеводородокисляющие бактерии были выявлены на 8 из 61 обследованной станции, их численность на отдельных станциях достигала 100 кл/мл. Целлюлозоразрушающие бактерии были отмечены на 5 станциях в пределах малого полигона.

В **весенний период** численность гетеротрофных бактерий на полигоне изменялась от 2 до 1600 кл/мл при среднем значении 72 кл/мл. По сравнению с 2017 г. площадь зоны загрязнения увеличилась в 13 раз и составила 11,8 км^2.

Углеводородокисляющие бактерии отмечались на 51 из 61 станции, их численность на отдельных станциях достигала 10 тыс. кл/мл. Целлюлозоразрушающие бактерии были выявлены на 34 станциях из 61.

В **осенний период** численность гетеротрофов изменялась от 1 до 6688 кл/мл при среднем значении 505 кл/мл. Площадь зоны наибольшего влияния коммунальных сточных вод составила 9,8 км^2, что в 1,3 раза выше значений 2017 г.

Углеводородокисляющие бактерии отмечались на 45 из 61 станции, их численность на отдельных станциях достигала 10 тыс. кл/мл. Целлюлозоразрушающие бактерии были выявлены на 32 станциях из 61. Высокая численность фенолокисляющих бактерий – от 131 до 492 кл/мл – была отмечена на 5 из 6 станций, расположенных на участке озера между реками Бабха и Солзан.

В 2018 г. во все сезоны наблюдалось увеличение площадей зон загрязнения и численности гетеротрофов в них. Исключение составила осенняя съемка, в этот период численность гетеротрофов в зоне загрязнения уменьшилась в 2,8 раза по сравнению с 2017 г. и составила 174 кл/мл.

По **показателю фитопланктон** в марте 2018 г. площадь зоны загрязнения составила 8,7 км^2 и была ниже в 1,4 раза, чем в 2017 г. (11,9 км^2). На фоновых станциях численность фитопланктона была в 1,7 раза ниже, чем в зоне загрязнения.

В весенний период площадь зоны загрязнения равнялась 5,7 км^2, что в 2,3 раза ниже, чем в 2017 г., численность фитопланктона здесь увеличилась до 1791 тыс. кл/л (в 2017 г. – 1510 тыс. кл/л). На фоновых станциях численность фитопланктона была в 3 раза ниже, чем в зоне загрязнения.

В осенний период площадь зоны загрязнения была такой же, как в 2017 г. (9,5 км^2), однако численность фитопланктона в ней уменьшилась в 1,3 раза и составила 983 тыс. кл/л. На фоновых станциях численность фитопланктона была в 2,4 раза ниже, чем в зоне загрязнения.

В весенний и осенний сезоны наблюдений по показателю фитопланктон произошло уменьшение зон загрязнения.

По **показателю зоопланктон** зона загрязнения в сравнении с подледным периодом 2017 г. уменьшилась в 1,4 раза (12,7 км^2 в 2018 г., 17,4 км^2 в 2017 г.). Биомасса эпишуры в районе коммунальных сточных вод г. Байкальска была в 3,6 раза ниже, чем в незагрязненной части озера (21 мг/м^3 против 73 мг/м^3).

В весенний период произошло небольшое увеличение площади загрязнения по сравнению с весной 2017 г. до 23,4 км^2 при росте биомассы зоопланктона в ней до 62 мг/м^3 (в 2017 г. 22,6 км^2 и 25 мг/м^3 соответственно). На фоновых станциях биомасса была в 3,8 раза выше, чем в зоне загрязнения.

Осенью площадь зоны загрязнения составила 14,2 км^2 при биомассе эпишуры в ней 190 мг/м^3. По сравнению с аналогичным сезоном 2017 г. площадь зоны загрязнения увеличилась незначительно, однако биомасса зоопланктона в ней возросла в 10,6 раза (190 мг/м^3 в 2018 г. против 18 мг/м^3 в 2017 г.). На фоновых станциях этот показатель был в 3,9 раза выше, чем в зоне загрязнения, составляя 736 мг/м^3.

По сравнению с 2017 г. в весенний и осенний периоды 2018 г. наблюдалось некоторое увеличение зон влияния КОС и биомассы зоопланктона в них, а в подледный период значение этих показателей уменьшилось.

По **показателю бактериобентос** площадь зоны загрязнения донных отложений в подледный период увеличилась в 9 раз, а в осенний период сократилась в 1,5 раза по сравнению с 2017 г., составляя 1,0 и 2,6 км^2 соответственно. Численность гетеротрофной микрофлоры в зоне загрязнения была выше фоновых характеристик в подледный период в 5, в осенний - в 4,5 раза.

Отбор проб зообентоса проводился на глубинах 24-140 м на участке, подверженном воздействию коммунальных стоков г. Байкальск площадью 0,5 га. Средняя численность зообентоса составила 6212 экз/м^2, а биомасса – 2 г/м^2. По сравнению с 2017 г. произошло снижение численности в 1,5 и биомассы в 3 раза.

Как и в 2017 г., по численности доминировали нематоды – 3696 экз/м^2 (60% от общей численности) при невысокой биомассе 0,01 г/м^2; к второстепенным отнесены малощетинковые черви – 27% общей численности и 23% общей биомассы, а также амфиподы - 8% численности при максимальной биомассе 74%. Средняя величина олигохетного индекса уменьшилась в 1,6 раза, составляя 25% (39% в 2017 г.), что характеризует исследованный участок озера как «слабо загрязненный». Аналогичные значения олигохетного индекса наблюдались в этом районе озера в 2015 г.

Анализ гидробиологических характеристик за 2018 г. свидетельствует о некотором снижении антропогенной нагрузки по показателю зоопланктон в подледный период. Площадь зон загрязнения по показателю бактериопланктон увеличилась во все сезоны наблюдений. По показателю фитопланктон в подледный и весенний периоды произошло уменьшение площади влияния стоков КОС г. Байкальск. В донных отложениях в весенний сезон наблюдалось увеличение площади зон загрязнения и численности бактериобентоса. Величина олигохетного индекса, 25%, характеризует исследованный участок озера как «слабо загрязненный».

Гидробиологические наблюдения, проведенные в районе выхода трассы БАМ, показали, что в июне 2018 г. численность гетеротрофов (258 кл/мл), фитопланктона (4190 тыс. кл/л) и биомасса зоопланктона (708 мг/м^3) были наиболее высокими в западной прибрежной зоне. Наименьшее значение численности гетеротрофов (88 кл/мл), численности (24 тыс. экз./м^3) и биомассы (588 мг/м^3) зоопланктона было отмечено в восточной прибрежной зоне, а численности (2815 тыс. кл/л) и биомассы (436 мг/м^3) фитопланктона – на реперных станциях.

В сентябре численность гетеротрофов (313 кл/мл) была наиболее высокой в западной части озера, а фитопланктона – в западной (2018 тыс. кл/л) и реперной части озера (2021 тыс. кл/л). Биомасса зоопланктона была максимальной на реперных станциях и составила 664 мг/м^3.

В июне и сентябре 2018 г. наблюдалось увеличение средней численности фитопланктона в 2,8 и 3 раза, биомассы зоопланктона – в 2,4 и 2,2 раза; средняя численность бактериопланктона уменьшилась в 1,6 и 2,3 раза соответственно по сравнению с аналогичными сезонами 2017 г.

Наиболее загрязненными в весенний период были устьевые участки рек Тыя, Кичера, Верхняя Ангара при изменении численности бактериопланктона от 230 до 1232 кл/мл, а в осенний период – рек Верхняя Ангара, Кичера, Томпа: численность бактериопланктона здесь составляла 422 – 727 кл/мл.

В 2018 г. средняя численность и биомасса зообентоса составляли 11535 экз./м^2 и 16 г/м^2 соответственно, что в 3 раза выше, чем в 2017 г.

По сравнению с аналогичным периодом 2017 г. количественные показатели зообентоса возросли в 3,5 раза по численности и 3,3 раза по биомассе зообентоса в литорали и соответственно 2,7, 2,8 раза в супраабиссали.

Моллюски были выявлены в 8 из 17 отобранных проб, в основном в единичных экземплярах.

Среднее значение олигохетного индекса составило 55%, что в 1,3 раза больше, чем в 2017 г.; в западной прибрежной зоне – 56%, что незначительно выше, чем в восточной прибрежной зоне (49%). По величине олигохетного индекса к разряду «сильно загрязненных» было отнесено 6% станций, «загрязненных» - 41%, «слабо загрязненных» - 53%. Такие значения олигохетного индекса свидетельствуют о значительном загрязнении всего исследованного района озера.

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 Томпа. По значению олигохетного индекса, исследованный район озера можно охарактеризовать как «загрязненный».

Комплексные исследования состояния водной толщи и донных отложений Селенгинского мелководья по показателям: бактерио-, фито-, зоопланктон, бактерио- и зообентос в сентябре 2018 г. свидетельствуют о продолжающемся поступлении легкоокисляемого органического вещества с водами р. Селенга.

Максимальное значение численности гетеротрофов в водной толще, 80 кл/мл, наблюдалось на участке, расположенном в южной части Селенгинского мелководья напротив протоки Прорва. Высокая численность гетеротрофов, 62 кл/мл, была отмечена на станциях, расположенных в средней части Селенгинского мелководья напротив стокового выноса протоки Усть-Харауз, минимальная, 31 кл/мл, - севернее протоки Кривая. Средняя численность углеводородокисляющих бактерий составила 10 кл/мл, на участке озера, расположенном севернее протоки Кривая, она была максимальной, составляя 1 тыс. кл/мл.

По сравнению с 2017 г. в 2018 г. в донных отложениях произошло снижение численности гетеротрофов в 1,7 раза, их среднее значение составило 21 тыс. кл/г влажного ила, достигая максимального развития 120 тыс. кл/г влажного ила напротив протоки Усть-Харауз. Максимальное развитие углеводородокисляющих бактерий 1 млн. кл/г влажного ила было отмечено в пробах, отобранных напротив стокового выноса протоки Прорва в южной части Селенгинского мелководья. Такое высокое содержание углеводородокисляющих бактерий в донных отложениях наблюдалось и в 2017 г.

По сравнению с 2017 г. в 2018 г. среднее значение общей численности фитопланктона снизилось в 1,2 раза и составило 975 тыс. кл/л, а биомассы увеличилось в 2,5 раза и составило 85 мг/м^3. Максимальная численность фитопланктона отмечалась на участке стокового выноса протоки Усть-Харауз (1245 тыс. кл/л), а биомассы – в северной части Селенгинского мелководья южнее стокового выноса протоки Дологан (159 мг/м^3).

По показателю зоопланктон среднее значение общей численности составило 33 тыс. экз./м^3, а биомассы – 662 мг/м^3, что в 1,7 и 2,7 раза выше, чем в 2017 г., соответственно. Численность (57 тыс. экз./м^3) и биомасса (1674 мг/м^3) зоопланктона достигали максимальных значений на участке стокового выноса протоки Усть-Харауз.

Средняя численность зообентоса изменялась в пределах от 4,3 до 28 тыс. экз./м^2, биомасса - от 2,5 до 21 мг/м^2, достигая максимального значения в районе стокового выноса протоки Усть-Харауз. По сравнению с 2017 г. произошло увеличение численности зообентоса в 1,6 раза и снижение биомассы в 1,2 раза. Олигохетный индекс в районе Селенгинского мелководья изменялся от 21 до 54% при среднем значении 39%, что ниже, чем в 2017 г. (47%). Это позволяет характеризовать указанный район как «слабо загрязненный». Наиболее высокие значения олигохетного индекса, 54%, наблюдались в районе проток Усть-Харауз и Промой.

В донных отложениях наблюдалась относительная стабилизация процессов накопления органического вещества. Величина олигохетного индекса позволила отнести исследованный район озера к «слабо загрязненному», однако это не свидетельствует об улучшении ситуации в этом районе озера.

4.2.5. Характеристика выноса загрязняющих веществ с водным стоком р. Селенга

Водосборный бассейн оз. Байкал охватывает площадь, равную 541 тыс. км^2: в пределах территории Монголии – 300,5 тыс. км^2, Российской Федерации – 240,5 тыс. км^2. Площадь российской части бассейна р. Селенга – 148,06 км^2, что составляет 61,5% площади водосборного бассейна оз. Байкал в пределах территории России. Река является главным источником водного питания оз. Байкал.

Данные многолетних наблюдений в замыкающих створах основных рек-притоков оз. Байкал: Селенги, Баргузина, Турки, Верхней Ангары, Тыи, – свидетельствуют о том, что р. Селенга является основным поставщиком массы веществ, поступающих в оз. Байкал через замыкающие створы перечисленных рек. Вклад р. Селенга в величину выноса веществ с водным стоком перечисленных рек составлял: взвешенных веществ – 81,0% (среднее за 2012-2016 гг.) и 72,5% (2017 г.), трудно-окисляемых органических веществ – 71,6 и 57,2%, легко-окисляемых органических веществ – 71,5 и 64,4 %, нефтяных углеводородов – 63 и 66%, АСПАВ – 66,7 и 73,7%, летучих фенолов – 70,7 и 53,5% соответственно.

Среднее за период 2012-2016 гг. значение водного стока р. Селенга в замыкающем створе соответствовало 20,3 км^3. В 2017 г. водный сток реки снизился до отметки 15,9 км^3. В 2018 г. значение водного стока, рассчитанное по откорректированным расходам воды, достигало 31,0 км^3, что почти в 2 раза выше величины стока за 2017 г. Оценки величин выноса веществ с водным стоком р. Селенга за период 2012-2018 гг. представлены в таблице 4.5.

Таблица 4.5. Поступление веществ через замыкающий створ р. Селенга – с. Кабанск

Ингредиенты	Годы наблюдений		
	2012-2016 гг. (среднее за период)	2017 г.	2018 г.
Взвешенные вещества, тыс. т	710	132	159
Трудно-окисляемые органические вещества (по ХПК), тыс. т	264	129	334
Легко-окисляемые органические вещества (по БПК$_5$), тыс. т	37,4	26,0	62,5
Нефтяные углеводороды, тыс. т	0,46	0,60	1,21
АСПАВ, тыс. т	0,14	0,25	0,14
Жиры, тыс. т	0,08	0,22	0,30
Летучие фенолы, т	18,4	11,0	39,0
Соединения металлов:			
меди, т	50,5	20,0	47,0
цинка, т	243	189	248
свинца, т	16,1	6,4	13,0
Водный сток, км^3	23,0	15,9	31,0

В 2017-2018 гг. по сравнению с предшествующим пятилетием (2012-2016 гг.) в замыкающем створе р. Селенга были ниже величины выноса взвешенных веществ с территории водосборного бассейна. Наметилась тенденция

снижения средневзвешенной концентрации взвесей от 30,8 мг/л (2012-2016 гг.) до 8,30 мг/л (2017 г.) и 5,10 мг/л (2018 г.), а также отмечена тенденция увеличения величин выноса через замыкающий створ р. Селенга органических, легко-окисляемых органических веществ, нефтяных углеводородов, жиров и летучих фенолов. В 2018 г. по сравнению с 2017 г. вынос органических веществ возрос в 2,6 раза, легко-окисляемых органических веществ – в 2,4 раза, летучих фенолов – в 3,5 раза, что не пропорционально повышению водного стока реки в 1,9 раза как было отмечено выше.

В 2018 г. вынос АСПАВ – 0,14 тыс. оказался на уровне среднего пятилетнего значения 2012-2016 гг. и был ниже почти в 2 раза по сравнению с 2017 г. Также пропорционально повышению водного стока реки возросли величины выноса нефтяных углеводородов – до 1,21 тыс. т, соединений свинца – до 13,0 т.

Водный сток р. Селенга – 31,0 км^3 в 2018 г. оказался относительно близким к значению в 2013 г. - 28,6 км^3. Величины поступлений веществ с водным стоком реки в 2018 г. и 2013 г. соответственно были равны **нефтяных углеводородов** - 1,21 и 0,58 тыс. т, **жиров** – 0,30 и 0,10 тыс. т, **летучих фенолов** – 39 и 13 т.

В целом представленные данные свидетельствуют о том, что в 2017-2018 гг. сохранялось влияние на качество воды р. Селенга источников вноса в ее русло нефтяных углеводородов и жиров, в 2018 г. усилилось их влияние на поступление летучих фенолов. По сравнению с близким по водности 2013 г. в 2018 г. величина поступления нефтяных углеводородов через замыкающий створ реки была выше в 2 раза, величины выноса жиров и летучих фенолов были выше в 3 раза.

4.3. Арктическая зона Российской Федерации

Общая характеристика

Арктическая зона Российской Федерации - регион огромного потенциального источника природных ресурсов (нефти, газа, минералов) и транспортного морского пути Европа - Азия. Интенсивное освоение и использование природных ресурсов Арктической зоны является стратегическим приоритетом социально-экономического развития России. Концепция освоения Арктики определяется «Основами государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» в пределах сухопутных территорий Арктической зоны Российской Федерации, утвержденных Указами Президента РФ от 02.05.2014 г. N 296 и от 27.06.2017 г. N 287 "О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации" (рис. 4.23).

1. Мурманская область;
2. Республика Карелия (в составе Беломорского, Лоухского, Кемского муниципальных районов);
3. Архангельская область (в составе Мезенского, Онежского, Приморского муниципальных районов, территории муниципальных образований "Город Архангельск", " Город Новодвинск", "Северодвинск", "Новая Земля");
4. Ненецкий автономный округ;
5. Ямало-Ненецкий автономный округ;
6. Республика Коми (в составе территории муниципального образования городского округа "Воркута");
7. Красноярский край (в составе Таймырского Долгано-Ненецкого, Туруханского муниципальных районов, территории городского округа г. Норильска);
8. Республика Саха (Якутия) (в составе Аллаиховского, Анабарского (Долгано-Эвенкийского), Булунского, Нижнеколымского, Усть-Янского улусов);
9. Чукотский автономный округ;
10. Земли и острова, расположенные в Северном-Ледовитом океане, указанные в Постановлении Президиума Центрального Исполнительного Комитета СССР от 15 апреля 1926 г. "Об объявлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане" и других актах СССР.

Рис. 4.23. Картосхема территории Арктической зоны Российской Федерации в соответствии с Указами Президента России от 02.05.2014 г. N 296 и от 27.06.2017 г. N 287

Территория суши Арктической зоны Российской Федерации составляет 3,75 млн. км^2, где в настоящее время проживает около 2,4 млн. чел, что составляет менее 2% населения России (табл. 4.6).

Таблица 4.6. Территории Арктической зоны Российской Федерации (АЗ)

№	Территории	Площадь, км^2	Население, чел.	АЗ в субъекте: площадь/насел. %
1.	Мурманской области	144 902,00	753 557	АЗ: 100 / 100%
2.	Ненецкого автономного округа	176 700,00	43 997	
3.	Чукотского автономного округа	721 481,00	50 150	
4.	Ямало-Ненецкого автономного округа	769 250,00	534 299	
5.	Мун. обр."Беломорский муниципальный район"	12 797,00	16 663	Республика Карелия АЗ: 24 / 7%
6.	Мун. обр. "Лоухский муниципальный район"	22 551,00	11 771	
7.	Мун. обр. "Кемский муниципальный район"	8 029,00	15 496	
Итого АЗ Республики Карелия		43 377,00	43 930	
Республика Карелия		180 520,00	622 484	
8.	Мун. обр. "Город Архангельск"	294,42	351 488	Архангельская область АЗ: 32 / 56%
9.	Мун. обр. "Мезенский муниципальный район"	34 410,21	9 049	
10.	Мун. обр. "Новая Земля"	83 000,00	2 429	
11.	Мун. обр. "Город Новодвинск"	41,00	38 735	
12.	Мун. обр. "Онежский муниципальный район"	23 755,73	30 762	
13.	Мун. обр. "Приморский муниципальный район"	46 133,61	25 639	
14.	Мун. обр. "Северодвинск"	120,51	183 996	
Итого АЗ Архангельской области		187 755,48	642 098	
Архангельская область		589 913	1 155 028	
15.	Мун. обр. городского округа "Воркута"- - АЗ Республики Коми	24 179,64	80 061	Республика Коми АЗ: 6 / 10%
Республика Коми		415 900,00	840 873	
16.	Аллаиховского улуса (района)	107 300,00	2 718	Республика Саха (Якутия) АЗ: 20 / 3%
17.	Анабарского национального (Долгано-Эвенкийского) улуса (района)	55 600,00	3 500	
18.	Булунского улуса (района)	223 582,55	8 404	
19.	Нижнеколымского района	87 117,54	4 366	
20.	Усть-Янского улуса (района)	120 278,08	7 202	
Итого АЗ Республики Саха (Якутия)		593 878,17	26 190	
Республика Саха (Якутия)		3 083 523	959 875	
21.	Городского округа города Норильска	23,16	178 018	Красноярский край АЗ: 50 / 3%
22.	Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района	879 900,00	32 290	
23.	Туруханского района	209 309,18	16 276	
Итого АЗ Красноярского края		1 089 232,34	226 584	
Красноярский край		2 339 700	2 865 908	
Всего АЗ России		3 750 755,63	2 400 866	100%

Континентальная часть Арктической зоны располагается преимущественно в Арктическом и Субарктическом климатических поясах от западной границы РФ с Норвегией и Финляндией на севере Мурманской области – 28,42° в.д. и до мыса Дежнева - на востоке – 169,69° з.д., с крайней северной материковой точкой на мысе Челюскин – 77,69° с.ш., 104,09° в.д.). В некоторых субъектах: часть Мурманской обл., Красноярского края и Республики Карелии, территории относится к умеренному климатическому поясу. Значительная протяженность Арктической зоны РФ обуславливает большую ландшафтную, регионально-климатическую почвенную и растительную вариации. Основная часть территории занята тундрами с большой степенью заболоченности, наличием малых рек и озер. Большая часть почв торфяно-оглеенных с переходами в лесотундре к процессам оподзоливания.

В тундре наблюдается низкорослая кустарничковая растительность и разновидность мхов. В лесотундре в европейской части Арктической зоны появляется сосна обыкновенная, ель, береза. В сибирской части АЗ в средней и восточной части добавляется также низкорослый кедр и лиственница.

Арктическая зона характеризуется низкими годовыми температурами, скудными осадками, длительной полярной ночью и сплошным распространением многолетней мерзлоты. А также прослеживается рост континентальности климата с запада на восток.

Основными источниками загрязнения окружающей среды 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, автомобильный, железнодорожный и морской транспорт. Источники загрязнения окружающей среды АЗ расположены локально на большом удалении друг от друга.

4.3.1. Особенности климатического режима года

Оценки региональных средних величин в настоящем разделе получены по данным архива Т3288 среднемесячной температуры на 3288 станциях Земного шара (расположение станций на территории Российской Арктики (РА)

показано на рис. 4.24), для осадков – по данным архива R1383. Территория РА разделена на сектора: Европейский (до 62°в.д.), Сибирский (до 125°в.д.) и Восточный. Материалы по температуре воздуха и площади морского льда в арктических морях России, через которые проходит трасса Северного морского пути, получены в ААНИИ.

Рис. 4.24. Положение станций архива Т3288 (граница Российской Арктики показана жирной линией)

Температура воздуха

Данные о годовых и сезонных региональных аномалиях температуры воздуха в 2018 г. представлены в таблице 4.7, географическое распределение аномалий - на рис. 4.25.

2018 год в Российской Арктике был очень теплым: выше нормы на 2.54°С (5-й за период с 1936 г.), в особенности в Восточном секторе, где среднегодовая температура превысила норму на 3.56°С (4-я величина в ряду с 1936 г.). На многих станциях Европейского и Восточного секторов отмечены 95%-е экстремумы.

Из сезонов выделяется ***зима***: сезонная температура в целом по Российской Арктике была максимальной с 1936 года (аномалия +5.37°С), особенно в Восточном секторе - сезонная аномалия температуры составила +6.33°С - также максимальная величина в ряду. Очень теплой была и ***осень***: в целом по Российской Арктике температура превысила норму на +3.52°С - третья величина в ряду. ***Лето*** в Российской Арктике было шестым среди самых теплых (аномалия +1.53°С). Весной отрицательные аномалии температуры (до -2°С) наблюдались в Европейском секторе (кроме Кольского полуострова), на Урале, в районе Обской губы и дельты Енисея.

Таблица 4.7. Характеристики годовых (январь-декабрь) и сезонных аномалий температуры воздуха в секторах Российской Арктики. Аномалии (VT, °С) рассчитаны относительно норм периода 1961-1990 гг., ранги приведены для ряда с 1936 г. Выделены значения среди 5 максимальных.

	Год (январь-декабрь)		Зима		Весна		Лето		Осень	
	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг
Российская Арктика (РА)	**2.54**	**5**	**5.37**	**1**	0.98	32	1.53	6	**3.52**	**3**
Европейский сектор РА	2.16	10	5.17	5	0.08	51	1.87	6	**2.76**	**5**
Сибирский сектор РА	1.90	13	4.54	8	-0.11	58	1.67	7	3.00	8
Восточный сектор РА	**3.56**	**4**	**6.33**	**1**	2.75	14	1.17	17	**4.66**	**5**

Рис. 4.25. Годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии температуры воздуха в Российской Арктике. Аномалии (°С) рассчитаны относительно норм периода 1961-1990 гг. Желтыми кружками показаны аномалии выше 95-го процентиля.

Рис. 4.26. Годовые (январь-декабрь) аномалии температуры воздуха в Российской Арктике и ее секторах в 1936-2018 гг. Жирная синяя кривая – 11летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2018 гг.

Временные ряды региональных средних годовых аномалий показаны на рис. 4.26, сезонных (для РА в целом) - на рис. 4.27. Рост среднегодовой температуры наблюдается в РА и всех секторах с 1970-х гг. и резко ускоряется в 21 веке. Максимальное потепление за 1976-2018 гг. происходит в восточном секторе РА: 0.81°С/10 лет (в целом по РА 0.69°С/10 лет).

Из сезонов в целом по РА самое быстрое потепление отмечено весной (0.88°С/10 лет). Во все сезоны, кроме лета, отмечается ускорение потепления в 21 веке (но осенью оно замедлилось в последние годы). Все тренды, кроме зимнего, значимы на уровне 1% (зимний значим на уровне 5%).

Рис. 4.27. Сезонные аномалии температуры воздуха в Российской Арктике в 1936-2018 гг. Жирная синяя кривая – 11летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2018 гг.

Атмосферные осадки

Данные о годовых и сезонных региональных осадках в 2018 г. представлены в таблице 4.8, географическое распределение аномалий - на рис. 4.28.

Таблица 4.8. Характеристики годовых (январь-декабрь) и сезонных осадков (% от нормы периода 1961-1990 гг.) в секторах Российской Арктики. Ранги приведены для ряда с 1936 г.

	Год (январь-декабрь)		Зима		Весна		Лето		Осень	
	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг
Российская Арктика (РА)	103	33-35	103	24	121	9	93	66	112	9
Европейский сектор РА	103	29-30	92	51-52	100	42	109	29	114	14
Сибирский сектор РА	110	25	110	25-26	132	6-7	98	54	112	15
Восточный сектор РА	88	65	103	25	117	17-18	**68**	**79**	106	33-34

Рис. 4.28. Годовые (январь-декабрь) и сезонные суммы осадков осадков (% от нормы периода 1961-1990 гг.) в Российской Арктике. Зелеными кружками показаны станционные аномалии выше 95-го процентиля, красными – ниже 5-го.

В целом за год по РА выпало 103% нормы осадков. Превышение осадков наблюдалось в Европейском (выпало 103%) и, особенно в Сибирском (110%) секторах, в Восточном секторе (88%) отмечался дефицит осадков. Избыток осадков наблюдался ***зимой*** на Кольском полуострове, в нижнем течении Енисея, Хатанги. ***Весной*** в целом по РА выпало 121% нормы (ранг 9), особенно в Сибирском секторе (132%, ранг 6-7); избыток осадков на Кольском полуострове, в нижнем течении Енисея, в дельте Хатанги, в дельте Анадыря. ***Осенью*** в целом по РА выпало 112% нормы, ранг 9; избыток всюду, кроме побережья Северного Ледовитого океана восточнее Индигирки.

Дефицит осадков наблюдался ***зимой*** и ***летом*** - в районе Обской губы и на Северном Урале. ***Летом*** в Восточном секторе выпало 68% нормы - эта величина среди пяти самых низких с 1936 г.

Рис. 4.29. Годовые (январь-декабрь) суммы осадков (% нормы) в Российской Арктике и ее секторах в 1936-2018 гг. Жирная черная кривая - 11летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2018 гг.

В среднем за год с 1976 г. наблюдается значимый на 5%-м уровне рост осадков в целом по РА: 2.5% нормы за 10 лет (рис. 4.29). Этот рост происходит, в основном, за счет Сибирского сектора, где скорость роста составляет в это период 3.5% нормы за 10 лет. В Европейском секторе прослеживается монотонное увеличение, однако тренд незначим даже на 5%-м уровне. В Восточном секторе осадки растут после 1995 г., однако это больше похоже на фазу роста в долгопериодном колебании (период около 70 лет). Максимум этого колебания около 1960 г. прослеживается во всех секторах.

Рост весенних осадков в РА (6% нормы за 10 лет: объясняет более четверти общей дисперсии ряда) наблюдается в РА весной (рис. 4.30). Тренды для остальных сезонов незначимы. Выражены междесятилетние колебания; во все сезоны проявляется крупный максимум в первой половине ряда: около 1950 г. летом и около 1960 г. в остальные сезоны.

Рис. 4.30. Сезонные суммы осадков (% нормы) в Российской Арктике в 1936-2018 гг. Жирная черная кривая - 11летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2018 гг.

Акватория Северного морского пути. В связи с возрастающим вниманием к изменениям климата на акваториях Северного Ледовитого океана, через которые проходят трассы Северного морского пути (СМП), ниже представлены характеристики климата и ледовых условий в этом районе морской Арктики.

Изменения средних зимней и летней температур воздуха на акватории арктических морей, по которым проходит трасса СМП (моря Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское), представлены на рис. 4.31.

а б в

Рис. 4.31. Средняя температура воздуха зимой (**а**) и летом (**в**) на акватории арктических морей, по которым проходит трасса СМП по данным 22 метеорологических станций (**б**).

Видно, что потепление в этом районе морской Арктики началось во второй половине 1990-х. Максимальная температура зимой отмечена в 2018 г., а летом - в 2016 г.; летняя температура 2018 г. все же входит в 10 максимальных с 1950 г. Зимнее потепление в целом значительно превосходило летнее.

Морской ледяной покров в арктических морях Сибири к концу лета быстро сокращался, начиная с 2001 г., уменьшившись к 2005 г. до 300 тыс. км^2. В последние 14 лет его площадь в сентябре колеблется около этого уровня, что в 4 раза меньше, чем в 1980-х гг.; минимум наблюдался в 2012 г., когда моря вдоль трассы СМП практически были свободны ото льда (рис. 4.32). В 2018 г. площадь льда здесь составила около 200 тыс. км^2.

Рис. 4.32. Площадь, занятая морским льдом в сентябре в Сибирских арктических морях (моря Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское) по данным отдела ледовых прогнозов ААНИИ

Водные ресурсы

Водные ресурсы бассейнов репрезентативных рек Арктической зоны Российской Федерации (наблюдённый годовой сток рек) в 2018 г. в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений, имевших место в 2017 г. (табл. 4.9).

Таблица 4.9. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2018 г., км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Тулома	21,5	7,11	7,28	2,4
Поной	15,5	5,31	4,95	-6,8
Варзуга	9,84	3,06	2,97	-2,9
Ковда	26,1	8,65	8,14	-5,9
Кемь	27,7	8,17	8,74	7,0
Беломорско-Балтийский канал	27,1	8,42	8,58	1,9
Северная Двина	357	101,0	118,0	16,8
Мезень	78,0	27,2	30,4	11,8
Печора	322	129,0	155,0	20,2

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км^3/год	Водные ресурсы 2018 г., км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Обь	2990	405,0	432,0	6,7
Енисей	2580	635,0	595,0	-6,3
Хатанга	364	109,0	96,0	-11,9
Анабар	100	16,3	11,9	-27,0
Оленёк	219	34,4	32,2	-6,4
Лена	2490	537,0	681,0	26,8
Яна	238	30,8	31,9	3,6
Индигирка	360	54,7	47,2	-13,7
Колыма	647	131,0	227,0	73,3
Анадырь	191	59,7	65,0	8,9

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

Картина водности в бассейнах относительно крупных рек Кольского полуострова, характеризовалась продолжившимся снижением стока Туломы (северный склон) до значения, близкого к норме, и падением стока Поноя и Варзуги, относящихся к восточному и южному склонам. Отклонение от нормы для этих рек составило, соответственно, 2,4%, -6,8% и -2,9% против 9,6%, 52,7% и 58,5% в 2017 г.

Аналогичное изменение характера водности наблюдалось в бассейнах наиболее крупных водотоков Карелии, принадлежащих бассейну Белого моря - Ковды, Кеми и Беломорско-Балтийского канала. Сток Ковды, превышавший норму с 2015 г., снизился до значений заметно ниже нормы. Сток двух других водотоков, повышенный с 2014 г. и значительно возросший в 2017 г., приблизился к норме, причём сток Беломорско-Балтийского канала практически сравнялся с ней. Отклонение от нормы для трёх основных водотоков Карелии составило, соответственно, -5,9%, 7,0% и 1,9% против 27,2%, 49,8% и 16,3% в 2017 г.

В бассейнах крупнейших рек европейской части Арктической зоны Российской Федерации - Северной Двины, Мезени и Печоры - продолжилась фаза повышенной водности, начавшаяся для Северной Двины и Мезени в 2017 г., а для Печоры - в 2014 г. Однако сток этих рек, оставаясь значительно выше нормы, несколько снизился по сравнению с 2017 г. Превышение нормы для них составило 16,8%, 11,8% и 20,2% против 37,6%, 33,5% и 23,3% в 2017 г.

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 одной из крупнейших рек Сибири - Оби - продолжилась фаза повышенной водности, начавшаяся в 2014 г., хотя и с заметным снижением стока по сравнению с 2017 г. В 2018 г. сток Оби превышал норму на 6,7% против 12,1% в 2017 г.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек - Енисея и Лены - имели место противоположно направленные изменения водности - соответственно, рост и снижение в период с 2014 по 2016 гг., сменившиеся снижением и ростом в 2017 и в 2018 гг. При этом характер водности в этих бассейнах в 2018 г. не изменился по сравнению с 2017 г.: сток Енисея был ниже нормы на 6,3% против 4,1%, а сток Лены выше нормы на 26,8% против 8,2%.

В бассейне Хатанги многоводная фаза, начавшаяся в 2014 г., резко сменилась маловодной фазой. Сток Хатанги, достигнувший наибольшего значения за весь многоводный период в 2017 г. с превышением нормы на 13,8%, в 2018 г. был ниже нормы на 11,9%.

В бассейнах Анабара и Оленёка в 2018 г. продолжилась фаза низкой водности. При этом неуклонное снижение водности от весьма высоких значений, имевших место в 2014 г., до значений ниже нормы на 11,0% и 17,7% в 2017 г., продолжилось в бассейне Анабара и сменилось ростом в бассейне Оленёка в 2018 г. В первом водность была ниже нормы на 27,0%, во втором - на 6,4%.

В бассейне Яны в 2018 г. продолжилась фаза повышенной водности, начавшаяся в 2015 г. При этом имело место неуклонное снижение стока: превышение нормы 3,6% в 2018 г. против 15,9% в 2017 г. и 28,9% в 2016 г. В бассейне Индигирки, напротив, продолжилась фаза низкой водности, начавшаяся в 2007 г. Отклонение стока этой реки от нормы в меньшую сторону в 2018 г., составило 13,7% против 12,4% в 2017 г.

В бассейне Колымы в 2018 г. была превышена аномально высокая водность 2017 г. Сток Колымы, превысивший норму на 57,3% в 2017 г., продолжил свой рост и в 2018 г. превысил норму на 73,3%. При этом в 2016 г. превышение нормы составило всего 3,7%, а в 2015 г. наблюдалось интенсивное снижение стока после длительной фазы высокой водности до значения ниже нормы на 10,8%.

В бассейне Анадыря - крупнейшей реки Чукотского автономного округа - сток не изменился по сравнению с 2017 г. и по-прежнему превышал норму на 8,9%. Тем самым в 2017-2018 гг. продолжилась фаза повышенной водности, начавшаяся в 2011 г. и прерванная на два года водностью, близкой к норме.

4.3.2. Комплексная оценка состояния и загрязнения окружающей среды в Арктической зоне Российской Федерации

Состояние озонового слоя над Арктическими районами РФ

В Арктической зоне РФ расположены 7 станций. Причисляемые ранее к этому региону станции Туруханск и Якутск были исключены по формальным признакам. С 2015 г. в Арктическом регионе начаты наблюдения на новой станции «мыс Баранова».

Полученные за 45 лет ряды наблюдений позволили рассчитать для каждой станции Арктического региона климатические нормы, за которые приняты средние многолетние значения ОСО за 1973–2002 гг. (табл. 4.10). Анализ многолетних рядов выявил характерные хода, которые продемонстрировали, что станции Арктического региона при анализе необходимо разделять на 2 части: западная часть включает станции - Мурманск, Печора, Архангельск; восточная часть - Тикси, Оленек, о. Котельный, Мыс Баранова.

Ежемесячные и среднегодовые значения ОСО за 2018 г., тридцатилетняя норма (период 1973–2002 гг.) и стандартные отклонения для каждой станции Арктического региона, а также отклонения значений ОСО от нормы (в процентах) приведены в таблице 4.10, а для средних по регионам - в табл. 4.11.

Таблица 4.10. Общее содержание озона на станциях Арктического региона в 2018 г., норма** и отклонения от нормы (%)

Месяц/ Станция	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Общее содержание озона в 2018 г., е.Д.*													
Мурманск		444	451	403	360	366	302	290	313	301	211		333
Печора	327	420	404	414	397	369	308	317	299	289	266		340
Архангельск	256	404	410	392	360	359	303	304	307	292	267		333
Тикси		486	434	431	405	343	329	293	298	289			353
Оленек		482	395	439	413	340	324	294	295	278	256		337
о. Котельный		355	475	436	411	351	325	283	282	284			356
Мыс Баранова			436	453	410	342	329	291	293				365
Отклонения ОСО в 2018 г. от нормы, %													
Мурманск		14.6	12.4	-0.5	-4.1	5.9	-6.4	-5.2	7.2	8.7	-21		1.1
Печора	-1.8	11.5	5	2.4	2.6	4.3	-5.4	1.6	-0.5	-1.1	-3.9		1.3
Архангельск	-16.2	7.6	4.5	-2.7	-6.4	2.3	-8.1	-3.3	3	2.4	-0.5		-1
Тикси		21.5	-1.1	-2.9	-1	-5	0.8	-4.9	-1.7	-1.8			0.4
Оленек		19.5	-7	1.2	1.5	-4.4	2.7	-3.8	-1.9	-9.8	-13.4		-1.5
о. Котельный		-14	1.3	-2.2	1.9	-0.8	3.2	-2.9	-3.3	6.1			-1.1
Норма, е.Д. и стандартные отклонения, %													
Мурманск		387	401	405	376	346	323	306	292	277	267		338
		57.2	44.2	36	19.2	19.5	13.8	15	14.1	23.3	17.5		26
Печора		333	377	385	404	387	354	325	312	301	292	277	341
		46	40.8	43	28.9	18.7	19.6	16.7	12.8	13.6	15.2	20	25
Архангельск		305	375	392	403	385	351	331	314	298	285	268	337
		37.9	43.2	35.4	33.7	21.7	15.8	11.8	16.7	16.7	19.4	26.6	25
Тикси		400	440	444	409	361	327	308	303	294			365
		60.9	40.7	29.1	28.5	19.3	16.9	17.4	14	17.3			27
Оленек			403	425	434	407	356	316	305	301	308	296	355
			45.3	41.3	44.5	24.6	19.3	16.4	17.8	14.8	18.5	18.7	26
Котельный			413	469	446	403	354	315	292	292	268		361
				40.8	32.9	19.2	20.3	20.3	15.8	25.8	39.7		27

Примечание к табл. 4.10 и 4.11:
** 1 е.Д. = 0.001 атм.-см;*
***норма - средние многолетние значения и средние квадратичные отклонения (нижняя строка) за 1973–2002 гг.*

Результаты, приведенные в таблицах 4.10 и 4.11, демонстрируют наличие всех особенностей поля ОСО, которые были отмечены при анализе вариаций поля озона для соответствующих регионов РФ (рис. 4.33).

Таблица 4.11. Общее содержание озона в западной и восточной частях Арктического зоны в 2018 г., норма** и отклонения от нормы (%)

Месяцы / Регионы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
*Общее содержание озона в 2018 г., е.Д.**													
Вост. Арктика	*463*	*456*	*439*	*432*	*405*	*349*	*326*	*293*	*296*	*291*	*312*	*393*	*371*
Зап. Арктика	*291*	*423*	*422*	*403*	*372*	*365*	*305*	*304*	*306*	*294*	*248*		*335*
Отклонения ОСО в 2018 г. от нормы, %													
Вост. Арктика	*24.2*	*13*	*5*	*2.5*	*2.66*	*-1.6*	*0.5*	*-5.6*	*-3*	*-3.4*	*1.7*	*14*	*3.7*
Зап. Арктика	-21.3	10.8	7.1	-0.2	-2.6	4.3	-6.7	-2.4	3	2.6	-9.9	0	-2.4
Норма, е.Д. и стандартные отклонения, %													
Вост. Арктика	393 *50.5*	427 *42.9*	432 *40.2*	429 *34.2*	399 *25.9*	353 *28.1*	320 *19.6*	307 *18.9*	308 *20.4*	311 *26.1*	322 *34.8*	335 *63.4*	362 *26.9*
Зап. Арктика	319 *35*	381 *36*	394 *34*	404 *29*	382 *14*	350 *15*	326 *11.4*	311 *12.2*	297 *11.9*	286 *16.6*	275 *11.1*		343 *17.6*

Рис. 4.33. Отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы в восточной и западной частях Арктического региона в 2018 г.

В январе 2018 г. были отмечены аномально пониженные значения ОСО в западной части Арктического региона (-21%) и аномально повышенные (+24%) значения в его восточной части. Во всем арктическом регионе в феврале и марте сохранялись значения существенно выше нормы (+11% в феврале и +5% в марте). До ноября отклонения от нормы в двух регионах колебались в противофазе и составляли ±6%. В ноябре в западной части наблюдалось отклонение от нормы в сторону уменьшения (-10%). В восточной части региона в декабре наблюдаются значения ОСО существенно выше нормы (+14%).

Таким образом, пространственно-временные особенности поля ОСО над Арктикой практически соответствуют особенностям поля ОСО над основными регионами РФ, но выражены в более острой форме.

Электрические характеристики приземного слоя атмосферы в Арктической зоне

Измерения электрических характеристик приземного слоя атмосферы в Арктической зоне РФ (градиента потенциала электрического поля атмосферы V' и удельных полярных (положительной и отрицательной) электрических проводимостей воздуха L+ и L-) проводятся на станции Тикси с 2014 года. По сумме L+ и L- определяется суммарное значение электрической проводимости воздуха L_S.

Поскольку электрические характеристики подвержены сезонным колебаниям, в табл. 4.12 представлены обобщенные по сезонам результаты измерений V'_C за 2014–2018 гг. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

Вариации сезонных значений V'_C, вычисленных по среднемесячным значениям V', обусловлены изменчивостью погодных условий. Сильнейшее влияние на величину V' оказывают грозы, метели и осадки, поэтому данные в период сильных метелей исключены из обработки.

Таблица 4.12. Сезонные (V'_C), среднегодовые ($V'_Г$) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения V' (даВ/м) за 2014–2018 гг. на станции Тикси

Год	Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее за год
	V'_C, (V')				**$V'_Г$, (V')**
2018	**33 (31, 38)**	**-**	**-**	**-**	**-**
2017	32 (31, 34)	33 (31, 37)	28 (27, 29)	33 (28, 35)	31 (27, 37)
2016	29 (22, 36)	33 (30, 37)	30 (28, 33)	31 (26, 37)	31 (22, 37)
2015	36 (33, 38)	38 (35, 42)	30 (28, 34)	31 (30, 33)	34 (28, 42)
2014	32 (30, 34)	36 (34, 38)	31 (27, 34)	33 (30, 34)	33 (27, 38)

В таблице 4.13 приведены обобщенные по сезонам результаты измерений удельной суммарной электрической проводимости воздуха L_S с учетом корректировки данных за 2016-2017 гг. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

Табл. 4.13. Сезонные (L_C) и среднегодовые ($L_Г$) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха (фСм/м), минимальные и максимальные среднемесячные значения суммарной электрической проводимости L_S (в скобках) за 2014–2018 гг. на станции Тикси

Год	Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее за год
1	2	3	4	5	6
	L_C, (L_S)				$L_Г$, (L_S)
2018	**-**	**12 (10, 13)**	**16 (12, 18)**	**19 (18, 19) Н**	**16 (10, 19) С**
2017	17 (10, 20)	13 (9, 18)	18(16, 22)	-	16 (9, 22) С
2016	18 (16, 20) Н	15 (13, 16)	18 (16, 20)	20 (18, 21)	18 (13, 21)
2015	20 (20, 21)	15 (11, 20)	17 (15, 19)	20 (19, 20)	18 (11, 21)
2014	15 (10, 20)	14 (13, 14)	19 (17, 22)	24 (23, 26)	18 (10, 26)

Примечание: Средние за сезон значения, полученные по данным за 2 месяца, отмечены буквой «Н» (неполные), средние значения за год, вычисленные по данным трех сезонов, отмечены символом «С».

Данные наблюдений свидетельствуют, что за 2014-2018 гг. среднегодовые значения V′ существенно не изменились.

На рис. 4.34 представлены среднемесячные значения V′ по данным наблюдений на ГМО Тикси в период 2014-2018 гг., на рис. 4.35 - аналогичные значения L_S за тот же период с учетом проведенной в 2018 г. коррекции данных за 2016-2017 гг.

Рис. 4.34. Среднемесячные значения V′ по данным наблюдения на станции Тикси в период 2014–2018 гг.

Рис. 4.35. Среднемесячные значения L_S по данным наблюдения на станции Тикси в период 2014–2018 гг.

Как видно из рис. 4.34, для величины V′ характерен слабовыраженный сезонный ход. Некоторый рост среднемесячных значений отмечается в феврале-апреле.

Более выраженный сезонный ход испытывает величина L_S. Минимум среднемесячных значений L_S приходится на вторую половину зимы и начало весны, максимум наблюдается с середины лета до середины осени, что связано с состоянием подстилающей поверхности.

На рис. 4.36 представлен годовой ход суммарной электрической проводимости воздуха в сравнении на станциях Тикси и Диксон за период совместных измерений.

Рис. 4.36. Годовой ход L_S на станциях Тикси и Диксон за период измерений

Из рис. 4.36 следует, что значения L_S для двух станций хорошо согласуются между собой, при коэффициенте корреляции 0,83, что подтверждает репрезентативность выбранных станций для проведения наблюдений за электрическим состоянием атмосферы в Арктической зоне.

За пятилетний период наблюдений в Арктической зоне на станции Тикси прослеживается слабо выраженное снижение V′ (R^2=0,034) и Ls (R^2=0,022) в 2018 г.

Незначительное уменьшение значений L_S в 2017 и 2018 гг. возможно обусловлено отсутствием данных в осенний и в начале зимнего периодов, когда наблюдаемые значения несколько выше.

В дальнейшем, по мере накопления рядов данных возможно выявление отклонений атмосферно-электрических параметров от среднестатистических фоновых значений, обусловленных как естественными, так и антропогенными изменениями.

Содержание CO_2 и CH_4 в Арктической зоне РФ

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, рассмотрены в разделе 2.2.2. На рис. 4.37 и 4.38 представлен временной ряд наблюдений CO_2 и CH_4 для этих станций в сравнении с данными станции Барроу (71,3° с.ш., 156,6° з.д.) Национальной Администрации по Океану и Атмосфере США (NOAA, США).

Рис. 4.37. Концентрация CO_2 для арктических станций РФ в сравнении со станцией Барроу

Рис. 4.38. Концентрация CH_4 для арктических станций РФ в сравнении со станцией Барроу

Сравнение среднегодовых значений концентрации CO_2 и CH_4 на станциях РФ с данными станции Барроу (NOAA, США) представлены в таблице 4.14 и на рис. 4.39. Данные станции Барроу доступны для общего пользования за 2017 г., поэтому сравнения ограничиваются указанным годом.

Таблица 4.14. Сравнение концентрации парниковых газов для российских станций и станции Барроу (NOAA, США)

Период осреднения	Среднегодовые значения концентрации и их превышения относительно станции Барроу				Среднее превышение относительно станции Барроу	
	2017		2017		Весь период измерений	
	CO_2, млн$^{-1}$	CO_2, %	CH_4, млрд$^{-1}$	CH_4, %	CO_2, %	CH_4, %
Териберка	409,0	0,2	1947,1	0,0	0,2	0,3
Тикси	408,7	0,1	1956,7	0,5	0,2	0,7
Новый Порт	414,3	1,5	2002,7	2,8	1,3	4,5
Барроу	408,3		1947,9			

Рис. 4.39. Превышение концентрации метана для станций Арктической зоны РФ по отношению к станции Барроу (NOAA, США)

Из представленных материалов видно, что концентрации CO_2 и CH_4, регистрируемые на станции Териберка, незначительно отличаются от данных станции Барроу. На станции Тикси наблюдается незначительное превышение концентрации метана, в основном, в периоды наиболее интенсивной природной эмиссии метана от увлажненной территории (июль-сентябрь). Как описано в разделе 2.2.2, в 2018 г. на станции Тикси в этот период были зарегистрированы аномально высокие значения концентрации метана, превышающие характерный региональный фоновый уровень на 60 млрд$^{-1}$. Месторождения природного газа, расположенные в окрестностях станции Новый Порт, приводят к росту концентрации CH_4 и CO_2 в зимний период до 150 млрд$^{-1}$ и 10 млн$^{-1}$, соответственно.

Ионный состав и кислотность атмосферных осадков Арктической зоны Российской Федерации

На территории Арктической зоны РФ расположены 18 станций наблюдений за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков. По территориально-географическому признаку станции объединены в регионы: Кольский полуостров (Янискоски, Никель, Зареченск, Падун, Мурманск, Краснощелье); Север ЕТР (Онега, Северодвинск, Мудьюг, Архангельск, Нарьян-Мар); Север Сибири (Уренгой, Диксон, Туруханск, Норильск, Кюсюр, Тикси); Север Дальнего Востока (Депутатский).

Химический состав и кислотность атмосферных осадков. Результаты наблюдений за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков в Арктическом регионе представлены в таблицах 4.15 и 4.16. К наиболее загрязненным станциям отнесены станции со среднегодовой удельной электрической проводимостью осадков (k) близкой или выше 50 мкСм/см. По сравнению с 2017 г. число таких станций уменьшилось. Следует отметить, что Арктический регион неравномерно испытывает антропогенную нагрузку, а химический состав осадков зависит от влияния локальных, как природных, так и антропогенных источников загрязнения. Поэтому средневзвешенные концентрации основных ионов в осадках на территории Севера Сибири в 2018 г. были рассчитаны как с учетом, так и без учета данных по химическому составу атмосферных осадков наиболее загрязненных станций - Норильск, Диксон и Кюсюр.

Таблица 4.15. Средневзвешенные концентрации основных ионов, сумма ионов (М), pH и удельная электрическая проводимость (k) атмосферных осадков станций Арктической зоны РФ, 2018 г.

Арктическая зона РФ	q, мм	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	$NH4^+$	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	M	pH	k, мкСм/см
		мг/л											
Европейская территория Арктики (ЕТА)													
Кольский п-ов	558,5	2,2	1,7	0,4	1,2	0,2	0,9	0,6	0,8	0,1	8,2	5,6	20,8
Север ЕТР	548,5	1,7	2,3	1,3	2,3	0,5	1,4	0,4	0,8	0,2	10,9	5,8	26,0
Азиатская территории Арктики (АТА)													
Север Сибири	467,6	12,0	4,3	0,8	10,5	0,8	2,5	1,3	2,5	2,9	37,7	6,4	70,6
Север Сибири*	442,9	2,1	1,2	0,7	3,6	0,3	0,7	0,3	1,2	0,4	10,6	6,1	21,1
Север Дальнего Востока	205,9	4,1	2,4	2,1	6,1	0,6	1,8	1,3	1,4	0,8	20,6	5,8	38,0
Наиболее загрязненные станции АЗРФ													
Диксон	600,8	3,8	16,6	1,5	4,4	0,5	9,6	1,0	1,1	1,2	39,6	6,0	71,4
Норильск	570,7	54,8	3,1	0,9	28,7	1,7	1,9	4,4	8,6	12,0	116,1	7,0	220,8
Кюсюр	305,2	7,3	2,6	0,3	19,1	1,5	1,4	1,2	1,8	3,4	38,8	6,9	68,2

**Примечание. Приведены средневзвешенные концентрация ионов без учета данных наблюдений за ХСО станций Диксон, Кюсюр и Норильск.*

Анализ данных ХСО по отдельным станциям показал, что минимальная среднегодовая сумма ионов в 2018 г. наблюдалась в осадках станций Кольского полуострова – Зареченск, Краснощелье и Падун и не превышала 5,6 мг/л – см. табл. 4.16. Максимальные среднегодовые значения минерализации были характерны для осадков Азиатской территории Арктики, до 116,1 мг/л в Норильске.

Таблица 4.16. Средневзвешенные концентрации основных ионов, сумма ионов (М), pH и удельная электрическая проводимость (k) атмосферных осадков станций Арктической зоны РФ, 2014-2018 гг.

Арктическая зона РФ	q, мм	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	$NH4^+$	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	M	pH	k, мкСм/см
		мг/л											
Европейская территория Арктики (ЕТА)													
Кольский п-ов	603,3	3,2	2,5	0,4	1,2	0,2	1,0	0,8	1,2	0,2	10,9	5,6	26,5
Кольский п-ов*	615,4	1,2	1,1	0,5	0,9	0,2	0,7	0,4	0,4	0,1	5,6	5,5	14,4
Север ЕТР	581,4	2,0	2,4	1,1	3,3	0,3	1,5	0,5	1,2	0,4	12,6	6,0	29,4
Азиатская территория Арктики (АТА)													
Север Сибири	446,1	15,2	7,6	0,8	9,4	0,8	4,0	1,5	2,5	3,6	45,6	6,2	91,7
Север Сибири**	492,7	2,5	1,7	0,7	2,9	0,4	0,8	0,5	0,8	0,4	11,1	5,9	22,5
Север Дальнего Востока	330,4	3,3	1,5	0,8	3,9	0,4	1,0	0,7	0,7	0,8	13,1	5,5	23,3

Примечание: приведены средневзвешенные концентрация ионов без учета данных наблюдений за ХСО
* - станций Мурманск и Никель; ** - Диксон, Кюсюр и Норильск.

Доля сильно минерализованных осадков (с М ≥ 50 мг/л) составляет в среднем 30 % на Азиатской территории Арктики (АТА) и не превышает 5 % - на Европейской территории Арктики (ЕТА). За рассматриваемые годы наибольшей (до 75 % - на ЕТА и до 50 % - на АТА) остаётся повторяемость маломинерализованных («чистых») осадков с максимальной минерализацией до 15 мг/л (рис. 4.40).

В химическом составе осадков арктических станций преобладают сульфаты, гидрокарбонаты и хлориды, которые в сумме дают 50-70 %. Среди катионов превалируют кальций и натрий, за исключением осадков Норильска, где доминирующим катионом является магний.

В целом, содержание ионов, выраженное величиной минерализации, в осадках большинства арктических станций в среднем за год снизилось по сравнению с 2014-2017 гг. (рис. 4.41). Наиболее заметное уменьшение

среднегодовых величин концентраций на Европейской территории Арктики характерны для осадков Мурманска и Никеля.

На Азиатской территории Арктики снижение содержания ионов наблюдалось в осадках на станциях Диксон, Кюсюр и Норильск, а также Тикси, о чем более подробно написано в п. 2.3.5.

Рис. 4.40. Временные изменения доли осадков заданной минерализации:(а) - на Европейской территории Арктики; (б) - на Азиатской территории Арктики

Рис. 4.41 (начало). Отклонение (%) суммы ионов от среднего значения за 2014-2017 гг.
а) - Европейская территория Арктики б) - Азиатская территория Арктики

Рис. 4.41 (окончание). Отклонение (%) суммы ионов от среднего значения за 2014-2017 гг.
а) - Европейская территория Арктики б) - Азиатская территория Арктики

Изменения среднегодовых значений pH, вычисленных по суммарным ежемесячным пробам атмосферных осадков, приведены на рис. 4.42. На рассматриваемой территории величина pH осадков в 2018 г. изменялась от 4,2 (Падун, Краснощелье и Депутатский) до 7,6 (Норильск), причем намечается некоторое уменьшение этого показателя от западных к восточным районам. Для Норильска возрастание среднегодового значения pH осадков хорошо коррелирует с увеличением содержания в них гидрокарбонатов.

Рис. 4.42. Диапазон изменений значений pH осадков на арктических станциях в 2018 г.
1 – Кольский п-ов; 2 – Север ЕТР; 3 – Север Сибири; 4 – Север Дальнего Востока

Наибольшая повторяемость значений pH приходится на интервалы от 5,0 до 6,0 - для осадков Кольского п-ова и Севера ЕТР и от 6,0 до 7,0 - для Севера Сибири и Дальнего Востока (рис. 4.43).

Рис. 4.43. Повторяемость (%) величины pH в атмосферных осадков Арктической зоны, 2018 г.

Влажные выпадения серы, суммарного азота и суммы ионов в Арктической зоне

Средние за 2018 г. значения выпадения с осадками серы (S), суммарного азота (∑N) и суммы ионов (P) по регионам и по отдельным станциям Арктики приведены в табл. 4.17, а за период 2014-2018 гг. на рис. 4.44.

Таблица 4.17. Выпадение серы, азота и суммы ионов с атмосферными осадками в Арктической зоне РФ, 2018 г.

Арктическая зона РФ	q, мм	S	N(O)	N(H)	∑ N	P	N(H)/N(O)	S/∑ N
		т/к/м^2/ год						
Кольский п-ов	558,5	0,41	0,05	0,08	0,12	4,71	1,61	3,32
Север ЕТР	548,5	0,31	0,16	0,21	0,37	5,80	1,34	0,82
Север Сибири	467,6	2,15	0,10	0,28	0,37	19,5	2,76	5,74
Север Сибири *	442,9	0,34	0,08	0,10	0,19	5,10	1,24	1,81
Север Дальнего Востока	205,9	0,28	0,10	0,10	0,20	4,21	0,99	1,43
Наиболее загрязнённые станции Арктической зоны								
Норильск	570,7	10,4	0,12	0,76	0,88	66,3	6,49	11,8
Диксон	600,8	0,77	0,21	0,23	0,44	6,15	1,14	1,7
Кюсюр	305,2	0,71	0,02	0,35	0,37	0,96	15,2	1,9

**Примечание: без учета данных наблюдений за ХСО станций Диксон, Норильск и Кюсюр*

Анализ пространственных закономерностей распределения влажных выпадений серы показал, что уровень годовых выпадений связан с условиями расположения станции и активности вблизи неё хозяйственной деятельности. Максимум выпадения серы с осадками был отмечен в наиболее загрязненном пункте Арктики - Норильске (10,4 т/км^2/год). Практически повсеместно, за исключением Севера ЕТР, выпадение серы (S) превышало выпадение суммарного азота (∑N). Для 2018 г. также характерно повсеместное преобладание выпадений с осадками азота аммиачного, (N(H) над азотом нитратным, (N(O).

Общее годовое поступление веществ с атмосферными осадками (P) в 2018 г. было наименьшим на Севере Дальнего Востока. Наибольшее количество выпадений всех загрязняющих компонентов отмечалось на Севере Сибири, вследствие наличия промышленных источников загрязнения. Для арктических станций особенности формирования интенсивности выпадений кислотообразующих соединений на подстилающую поверхность выражаются при значимом влиянии концентраций этих веществ. Более высокие концентрации кислотообразующих веществ в осадках обуславливают более высокие их выпадения. В региональном масштабе при сравнимых значениях концентраций кислотообразующих соединений величины их влажных выпадений также определяются особенностями влияния количества осадков.

Рис. 4.44. Межгодовой ход влажных выпадений: (а) - серы; (б) - суммарного азота
*Примечание: 1. Без учета данных наблюдений за ХСО станций * - Мурманск и Никель,** - Диксон, Норильск и Кюсюр;*
2. Красными линиями обозначены величины критических нагрузок

Если в качестве реперной величины для территории всей Арктики принять значения критической нагрузки серы (S_{CL}=0,32-0,64 г/м2/год) и азота (N_{CL}<0,28 г/м2/год), рассчитанных для станции трансграничного переноса Янискоски, то годовые влажные выпадения суммарного азота были близки к значению критической нагрузки практически за весь рассматриваемой период на территории Европейской Арктики, а величина потоков серы с осадками (без учета сухих выпадений) находится на уровне нижней границы критической нагрузки почти на всей территории Арктики.

Кислотность атмосферных осадков и атмосферные выпадения серы и азота в Арктической зоне Российской Федерации по данным сети наблюдений за загрязнением снежного покрова

Мониторинг химического состава снежного покрова (ХССП) в Арктической зоне (АЗ) РФ осуществлялся по данным 62 пунктов наблюдений (ПН), которые распределяются по 8 субъектам РФ.

В снежном покрове определялись кислотность (водородный показатель pH) и концентрации основных ионов, из которых в Обзоре представлены сульфат-ион (SO_4^{2-}), нитрат-ион (NO_3^-) и ион аммония (NH_4^+).

Плотность выпадения серы

На рис. 4.45 показана карта-схема плотности среднемесячного содержания серы (ССС) в снежном покрове в АЗ РФ, построенная по данным наблюдений в 2018 г. с использованием боксовой модели, официально применяемой в «Методике мониторинга климата на территории РФ: температура приземного воздуха, атмосферные осадки» с 2016 г.

Рис. 4.45. Содержание серы в снежном покрове Арктической зоны Российской Федерации в 2018 г.

На рис. 4.45-4.47 для более объективного анализа среднемесячного содержания серы, азота и показателя pH в составе Красноярского края были выделены 2 области, включающие в себя административно-территориальные единицы субъекта, входящие в АЗ РФ: фоновая на севере края и промышленная на юге. Отдельно обозначено на карте муниципальное образование город Норильск (далее - Норильск).

В зимний период 2017-2018 гг. практически вся территория европейской части АЗ РФ и большая часть азиатской части АЗ, включающая в себя фоновую область Красноярского края, и Чукотский АО, были подвержены воздействию близких к фоновым среднемесячных потоков серы с атмосферными осадками – от 10 до 20 кг/км^2·мес. Минимальные показатели содержания серы в снежном покрове отмечаются в Республике Карелия - 7 кг/км^2·мес. Загрязнение сульфатами в диапазоне от 20 до 40 кг/км^2·мес. характерно только для северной части Республики Якутии.

Среднемесячное содержание серы >40 кг/км^2·мес. наблюдалось в южной части Красноярского края (45 кг/км^2·мес.), максимальный показатель ССС был отмечен в Норильске (65 кг/км^2·мес.).

Высокое содержание серы в снежном покрове на этой территории объясняется её расположением в промышленной зоне, с центрами в г. Норильск и пгт. Снежногорск.

Плотность выпадения азота

Показатели плотности среднемесячного содержания азота (ССА) были рассчитаны для суммы ионов (NO_3^-) и (NH_4^+). ССА в снежном покрове в РФ менее 7 кг/км^2·мес. характерно для прибрежных областей в Красноярском крае и в Республике Якутия (рис. 4.46).

Регионы с ССА в пределах 7 – 14 кг/км^2·мес. расположены в Мурманской области, Республике Карелия и в Чукотском АО.

Территории с ССА 14 – 21 кг/км^2·мес. занимают большую часть АЗ ЕТР, Ямало-Ненецкий АО и промышленную часть Красноярского края на АТР.

Максимальный показатель ССА для АЗ РФ - выше 21 кг/км^2·мес. отмечен только в Ненецком АО (23 кг/км^2·мес.), что обусловлено выбросами как расположенных на территории АО промышленных предприятий, так и межрегиональным переносом в зимний период загрязняющих веществ со стороны Пермской и Кировской областей.

Рис. 4.46. Содержание азота в снежном покрове Арктической зоны Российской Федерации в 2018 г.

pH

На всей территории АЗ РФ среднемесячный показатель pH по регионам в зимний период 2017–2018 гг. находился в пределах 5,0 – 6,0 единиц, то есть в близких к фоновым значениям (рис. 4.47).

К регионам с показателем pH 5,0 – 5,5, помимо Республики Карелия, относятся практически все прибрежные территории АЗ РФ на АТР: Ямало-Ненецкий АО, северные части Красноярского края и Республики Якутии. Значения pH в диапазоне 5,5 – 6,0 характерны для Мурманской области, Республики Карелия, Архангельской области и Ненецкого АО на ЕТР, а также для центральных и южных регионов на ЕТР и АТР. Максимальные показатели pH – 5,9 отмечены в южной части Красноярского края и в Чукотском АО.

Рис. 4.47. pH в снежном покрове Арктической зоны Российской Федерации в 2018 г.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах Арктической зоны Российской Федерации

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) имеет площадь около 9 млн. км^2, здесь проживает более 2,5 млн. человек, что составляет менее 2% населения России 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 в городах и поселках с численностью населения 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.

Основные источники загрязнения атмосферы в населенных пунктах АЗРФ: 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, автомобильный, железнодорожный и морской транспорт.

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха на АЗРФ осуществляется в 18 городах и поселках (таблица 4.18) на 28 станциях государственной наблюдательной сети и на 7 станциях территориальной системы наблюдений Мурманской области. В гг. Певеке и Анадыре на 2 станциях проводятся наблюдения по сокращенной программе. В пос. Тикси проводятся наблюдения за содержанием в воздухе загрязняющих веществ на фоновом уровне. В целом проводятся наблюдения за содержанием в атмосферном воздухе 23 загрязняющих веществ, включая газовые и аэрозольные примеси, в том числе тяжелые металлы.

В населенных пунктах АЗРФ наблюдается тенденция к уменьшению уровня загрязнения атмосферного воздуха за последние пять лет. Вместе с тем, отмечается увеличение концентраций взвешенных веществ в Анадыре и Воркуте, формальдегида — в Мончегорске и Мурманске.

По результатам анализа показателей загрязнения воздуха в 2018 г. качество воздуха 11 населенных пунктов АЗ РФ характеризуется низким уровнем, г. Архангельск — повышенным уровнем, г. Норильск — очень высоким уровнем (таблица 4.18). Норильск ежегодно включается в Приоритетный список городов России с наибольшим уровнем загрязнения с учетом значительных объёмов выбросов диоксида серы. Уровень загрязнения в 5 населенных пунктах не определен из-за недостаточного объема данных наблюдений или количества измеряемых веществ.

Таблица 4.18. Уровни загрязнения воздуха в населенных пунктах АЗРФ в 2014–2018 гг.

Населенный пункт	Уровни загрязнения воздуха				
	2014	2015	2016	2017	2018
г. Анадырь, Чукотский АО	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
г. Апатиты, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
г. Архангельск, Архангельская обл.	П	П	П	Н	П
г. Воркута, Республика Коми	Н	Н	Н	Н	Н
г. Заполярный, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
г. Кандалакша, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
г. Кировск, Мурманская обл.	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
г. Кола, Мурманская обл.	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
г. Мончегорск, Мурманская обл.	П	Н	Н	Н	Н
г. Мурманск, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
пгт. Никель, Мурманская обл.	П	П	П	П	Н
г. Новодвинск, Архангельская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
г. Норильск МО, Красноярский край	ОВ	ОВ	ОВ	ОВ	ОВ
г. Оленегорск, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
г. Певек, Чукотский АО	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
г. Салехард, Ямало-Ненецкий АО	Н	Н	Н	Н	Н
г. Северодвинск, Архангельская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
пос. Тикси, республика Саха (Якутия)	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Уровни загрязнения воздуха: Н — низкий, П — повышенный, В — высокий, ОВ — очень высокий, н/о — не определен.

Сравнительный анализ среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в городах России в целом и на территории АЗРФ за 2018 г. представлен на рисунке 4.48.

Почти во всех рассматриваемых городах среднегодовые концентрации *взвешенных веществ* ниже ПДКс.с. (рис. 4.48 а). В Анадыре средняя за год концентрация достигала 2,2 ПДКс.с., в Воркуте — 1 ПДКс.с., в Норильске — превышала среднее значение по РФ. В остальных городах средние концентрации ниже ПДК и средней по городам России. Максимальная разовая концентрация взвешенных веществ составляла 5 ПДКм.р. в Норильске, 4 ПДКм.р. — в Северодвинске, 3 ПДКм.р. — в Апатитах. Также концентрации взвешенных веществ превышали 1 ПДКм.р. в Архангельске, Воркуте и Кировске.

В 9 населенных пунктах на АЗРФ среднегодовые концентрации *диоксида серы* превышали среднее значение по стране, наибольшая концентрация - 2,0 ПДКс.с., была отмечена в Норильске, в Заполярном — достигала 1,1 ПДКс.с. (рис. 4.48 б). Максимальные разовые концентрации диоксида серы превышали ПДКм.р. в 4 городах: в Мончегорске -

9,1; в Никеле — 8,1; в Заполярном — 6,3; в Норильске — 5,7 ПДКм.р. В Заполярном и Никеле повышенные концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе связаны с выбросами от предприятий АО «Кольская ГМК», в Норильске — ЗФ ПАО «ГМК «Норильский Никель».

Во всех городах среднегодовые концентрации *оксида углерода* были ниже ПДКс.с. (рис. 4.48 в). Вместе с тем в гг. Архангельск, Новодвинск и Салехард концентрации оксида углерода превышали среднюю по городам России, что обусловлено влиянием выбросов промышленных предприятий и автотранспорта. Максимальные разовые концентрации оксида углерода превышали ПДКм.р. в 6 городах с максимумами в Норильске — 3,4 и Салехарде — 1,6 ПДКм.р.

В г. Мончегорске среднегодовая концентрация формальдегида была выше средней по России и составила 1,3 ПДКс.с. (рис. 4.48 г). В гг. Мончегорск и Северодвинск максимальные разовые концентрации формальдегида превышали ПДКм.р. и составляли 2 и 2,6 ПДКм.р. соответственно. Учитывая прежнюю ПДКс.с. (0,003 мг/м^3) формальдегида, во всех городах, где проводятся измерения, среднегодовая концентрация превышала санитарно-гигиенический норматив.

В г. Норильске среднегодовая концентрация *диоксида азота* составляла 2,4 ПДКс.с. и превышала среднюю по РФ, в остальных городах концентрации диоксида азота были ниже ПДК (рис. 4.48 д). В г. Норильске среднегодовая концентрация *оксида азота* составляла 1,4 ПДКс.с. В гг. Кандалакша и Кола концентрации оксида азота были ниже ПДКс.с., но превышали среднее значение по стране, в остальных городах концентрации данной примеси не превышали санитарно-гигиенический норматив и были ниже средней по городам России.

Рис. 4.48. Средние за год концентрации: взвешенных веществ (а), диоксида серы (б), оксида углерода (в), формальдегида (г), $q_{ср}$, мг/м^3, диоксида и оксида азота (д), $q_{ср}$, ПДК, бенз(а)пирена (е), $q_{ср}$, нг/м^3, в городах АЗРФ и в целом по России в 2018 г.

Во всех городах, где проводятся наблюдения, средние за год концентрации *бенз(а)пирена* были ниже среднего значения по городам России (рис. 4.48 е). Во всех городах, кроме Воркуты, наибольшие среднемесячные концентрации превышали норматив с максимумом в гг. Норильск — 4,2 ПДК и Архангельск — 3,2 ПДК. В г. Архангельске наибольшая среднесуточная концентрация бенз(а)пирена достигала 13,9 ПДК, в г. Новодвинске — 5,2 ПДК, в г. Северодвинске — 8,6 ПДК.

На рис. 4.49 отображен годовой ход концентраций бенз(а)пирена в городах Мурманской области и других городах АЗРФ. В холодный период года концентрации бенз(а)пирена были выше ПДК: в городах Мурманской области — в январе, феврале и декабре, в Архангельске — в феврале и декабре, в Салехарде и Северодвинске — в феврале.

Рис. 4.49. Годовой ход бенз(а)пирена в городах АЗРФ в 2018 г., qср, нг/м^3

Измерения концентраций *сероводорода* проводятся только в гг. Архангельск, Воркута, Новодвинск и Норильск. В 3 городах отмечались максимальные разовые концентрации сероводорода, превышающие ПДК, наибольшие концентрации были зафиксированы в гг. Норильск (9,8 ПДК)[10] и Архангельск (7 ПДК).

В связи с выбросами Архангельского целлюлозно-бумажного комбината, расположенного в г. Новодвинск, в гг. Архангельск и Новодвинск проводятся наблюдения за концентрациями метилмеркаптана. В 2018 г. превышений санитарно-гигиенического норматива данной примеси не было зарегистрировано.

В гг. Архангельск и Мурманск проводятся наблюдения за концентрациями бензола, ксилола, толуола и этилбензола. В г. Мурманск максимальная концентрация этилбензола составляла 1,0 ПДК.

В г. Кандалакша концентрации фтористого водорода и твердых фторидов, поступающих с выбросами Кандалакшского алюминиевого завода, не превышали ПДК.

В 10 городах АЗРФ, где проводятся наблюдения за концентрациями тяжелых металлов, в 2018 г. превышений ПДК не было зафиксировано.

Комплексная оценка состояния и загрязнения поверхностных вод в Арктической зоне Российской Федерации

[10] Значение ориентировочное.

В 2018 г. наблюдения за загрязнением поверхностных вод по гидрохимическим показателям проводились на 107 водных объектах, на которых расположено 135 пунктов, 159 створов.

Поверхностные воды Арктической зоны Российской Федерации по сравнению с водами других территорий РФ характеризуются более низким уровнем загрязненности. Однако в местах интенсивной экономической и хозяйственной деятельности на территории Арктической зоны Российской Федерации ряд водных объектов характеризуются высоким уровнем загрязненности воды.

Анализ результатов наблюдений гидрохимической сети Росгидромета в многолетнем плане и комплексная оценка динамики качества поверхностных вод показали – существенных изменений уровней загрязненности поверхностных вод Арктической зоны Российской Федерации за период 2011-2018 гг. не произошло.

Наиболее высоким уровнем загрязненности воды в многолетнем плане («грязная» - «экстремально грязная») оцениваются реки на территории Ямало-Ненецкого Автономного округа – Надым, Пур, Таз.

Продолжает характеризоваться как «грязная» вода р. Роста Мурманской области.

Воды рек Арктической зоны Республики Саха (Якутия), устьевые участки рек бассейнов Лены и Яны в многолетнем плане характеризуется как «загрязненные».

Высокие и экстремальные уровни загрязнения поверхностных вод Арктической зоны РФ

В 2018 г. экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод Арктической зоны Российской Федерации отмечались на 17 водных объектах в 83 случаях, высокие уровни загрязнения - на 23 водных объектах в 146 случаях. Следует отметить, что в 2018 г. по сравнению с предыдущим годом суммарное количество ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод увеличилось на 34% (рис. 4.50).

Наиболее значимые источники загрязнения Арктики на территории Российской Федерации — это горнометаллургические комбинаты в городах Норильск, Мончегорск и Никель, а также Архангельский и Соломбальский целлюлозно-бумажные комбинаты, нефтегазовые комплексы в Ненецком и Ямало-Ненецком автономных округах, объекты Северного флота, транспортного и рыболовного флотов, а также сбросы неочищенных сточных вод в населенных пунктах. Основной вклад в загрязнение поверхностных вод вносят, в основном, соединения азота, никеля, молибдена, меди, марганца, дитиофосфата крезилового и цинка (рис. 4.51).

Рис. 4.50. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод Арктической зоны РФ

Рис. 4.51. Распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ по ингредиентам (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ Арктической зоны РФ)

Анализ внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2014-2018 гг. носит сезонный характер (рис. 4.52).

Рис. 4.52. Динамика внутригодового распределения случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод Арктической зоны РФ за период 2014-2018 гг.

Почти все случаи ВЗ и ЭВЗ в континентальной Арктической зоне РФ регистрируются на водных объектах Мурманской области и Ямало-Ненецкого автономного округа и носят локальный характер. Однако при низкой способности к самоочищению в условиях Арктики загрязнение небольших северных водных объектов, испытывающих постоянную нагрузку от промышленных комплексов и крупных городов полуострова, носит уже

устойчивый характер, что подтверждается высокими средними уровнями содержания вредных веществ в воде и повторяющимися случаями высокого и экстремально высокого загрязнения. Так, в 2018 г. в Мурманской области был зарегистрирован 91 случай высокого и 41 случай экстремально высокого загрязнения по 13 ингредиентам на 13 водных объектах, что почти на 15% меньше прошлогодних значений (табл. 4.19).

В Мурманской области около 80% всех случаев связано с загрязнением поверхностных вод никелем, дитиофосфатом крезиловым, молибденом, медью и ртутью, максимальные концентрации, которых составляли: по никелю (76 ПДК) - р. Колос-Йоки, п. Никель; по молибдену (25 ПДК) - оз. Б. Вуд'явр, г. Кировск; по дитиофосфату крезиловому (23 ПДК) - р. Луотти-Йоки, устье; содержание в воде тяжелых металлов соответствовало: меди - (168 ПДК), ртути - (8 ПДК) на р. Нюдуай, г. Мончегорск; марганца - (147 ПДК) на р. Вирма, с. Ловозеро.

Таблица 4.19. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам Арктической зоны РФ за период 2014–2018 гг.

Регион	2014 г.			2015 г.			2016 г.			2017 г.			2018 г.		
	ЭВЗ	ВЗ	ЭВЗ+ ВЗ	ЭВЗ	ВЗ	ЭВЗ+ ВЗ	ЭВЗ	ВЗ	ЭВЗ+ ВЗ	ЭВЗ	ВЗ	ЭВЗ+ ВЗ	ЭВЗ	ВЗ	ЭВЗ+ ВЗ
Мурманская обл.	45	136	181	46	107	153	56	100	156	50	102	152	41	91	132
Ямало-Ненецкий АО	10	18	28	15	22	37	10	21	31		7	7	42	54	96
Ненецкий АО	0	1	1	3	2	5	1	2	3	4	1	5	0	0	0
г. Воркута (Республика Коми)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	1	1
Архангельская обл. [1]	0	9	9	0	2	2	0	7	7	0	6	6	0	0	0
Красноярский край [2]:	0	4	4	0	2	2	0	2	2	0	1	1	0	0	0
Республика Саха (Якутия) [3]	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0	0	0	0
Чукотский АО	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Республика Карелия [4]	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0	0	0	0
Всего:	55	168	223	64	135	199	68	134	202	54	117	171	83	146	229

Примечание: [1]. Онежский, Приморский, Мезенский муниципальные районы, городские округа Архангельск, Северодвинск, Новодвинск, о. Новая Земля; [2]. Таймырский (Долгано-Ненецкий), Туруханский муниципальные районы, г. о. Норильск; [3]. Аллаиховский, Анбарский, Булунский, Нижеколымский, Усть-Янский районы; [4]. Беломорский, Лоухский, Кемский муниципальные районы.

По сравнению с предыдущим годом в 2018 г. в Мурманской обл. суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ тяжелыми металлами практически не изменилось, за исключением снижения случаев загрязнения поверхностных вод дитиофосфатом крезиловым (рис. 4.53).

Рис. 4.53. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по основным загрязняющим веществам в Мурманской обл. за период 2014-2018 гг.

Рис. 4.54. Пункты наблюдений в Мурманской обл., в которых регистрировалось максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2014-2018 гг.

Как и в предыдущие годы, максимальную нагрузку от загрязнения испытывают реки: Нюдуай, Хауки-лампи-йоки, Луотти-йоки, Печенга, Нама-йоки, Колос-йоки, которые находятся в зонах расположения предприятий горнодобывающей и металлургической промышленности АО «Кольская ГМК»; реки: Можель, Ковдора в зонах АО «Ковдорский ГОК», р. Белая и оз. Большой Вуд'явр - в зоне АО «Апатит»; руч. Варничный и р. Роста - в зоне влияния г. Мурманска и сельскохозяйственных предприятий. На этих водных объектах наблюдается наибольшее число повторений случаев высокого загрязнения, так максимальное количество - 36 было зарегистрировано на пункте р. Нюдуай, г. Мончегорск (рис. 4.54).

Вторым субъектом по количеству случаев высокого загрязнения поверхностных вод Арктической зоны РФ является Ямало-Ненецкий автономный округ, в котором в 2018 г. было зарегистрировано 54 случая высокого загрязнения на 9 водных объектах и 42 случая экстремально высокого загрязнения на 8 водных объектах, что в 14 раз больше, чем в 2017 г. (7 случаев ВЗ на 3 водных объектах). На химический состав рек существенное влияние оказывает антропогенный фактор, связанный с активным промышленным освоением автономного округа, причем

влияние оказывают не только предприятия автономного округа: (АО «Энерго-Газ-Ноябрьск», АО «Уренгойгорводоканал», АО «Ямалкоммунэнерго» и др.), но и объекты, расположенные на территории Ханты-Мансийского АО и Тюменской области, так как поверхностные воды поступают на территорию автономного округа, имея уже значительный уровень химического загрязнения. Из-за низкой способности к самоочищению в водах рек Ямало-Ненецкого автономного округа растет содержание нефтепродуктов, металлов, синтетических поверхностно-активных веществ (рис. 4.55). Так, в 2018 г. в поверхностных водах максимальные концентрации соединений марганца составили - (162,2 ПДК) на р. Правая Хетта, пгт. Пангоды, железа - (68,9 ПДК) в районе п. Уренгой на реке Пур; цинка - (250,2 ПДК) на р. Обь в г. Салехард, где также были зарегистрированы случаи ЭВЗ ДДТ - (5,4 ПДК). Этот хлорорганический инсектицид в настоящее время относится к запрещенным к применению препаратам, а так как ДДТ обладает чрезвычайно высокой стойкостью в почве, то причиной загрязнения, вероятно, является его поступление из диффузных источников (места захоронения списанных препаратов). Следует отметить, что в бассейне реки Обь в 2018 г. было зарегистрировано максимальное количество случаев - 21 высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод (рис. 5.56).

Рис. 4.55. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по основным загрязняющим веществам в Ямало-Ненецком АО за период 2014-2018 гг.

Рис. 4.56. Пункты наблюдений в Ямало-Ненецком АО, в которых регистрировалось максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2014-2018 гг.

Основными источниками загрязнения поверхностных вод г. Воркута (Республика Коми) являются предприятия угольной, топливно-энергетической промышленности и жилищно-коммунального хозяйства. В 2018 г. на реке Воркута был зарегистрирован один случай высокого загрязнения поверхностных вод кадмием (3,1 ПДК), где в окрестности города на шахте происходит добыча угольной породы.

В остальных субъектах Арктической зоны: Ненецкий АО, Чукотский АО, Республика Саха (Якутия), Красноярский край, Архангельская область и Республика Карелия случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод в 2018 году зарегистрировано не было.

Состояние водных экосистем в Арктической зоне

Гидробиологические наблюдения за состоянием пресноводных экосистем Арктической зоны Российской Федерации проводятся по основным экологическим сообществам: фитопланктона, зоопланктона и зообентоса. Каждое из этих сообществ наблюдается по целому ряду параметров, позволяющих получать информацию о количественном и качественном составе экосистем поверхностных вод России см. раздел 3.3.2). Гидробиологические наблюдения Арктической зоны Российской Федерации в период с 2007 по 2018 гг. проводились в Восточно-Сибирском и Баренцевском гидрографических районах. Особенностью экосистем Арктической зоны является их нестабильность, проявляющаяся в высоких сезонных и межгодовых флуктуациях численности и видового состава. Также регулярно отмечается несоответствие оценок состояния биоценозов по показателям планктона и бентоса. Причины таких явлений связаны с экстремальными климатическими условиями, наличием вечной мерзлоты, а также недостаточностью знаний о формировании водных сообществ в Арктике.

Баренцевский гидрографический район. Гидробиологические наблюдения в Баренцевском гидрографическом районе проводятся в Мурманской области. На рис. 4.57 представлена картограмма качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям в Мурманской области в 2018 г.

Многолетние наблюдения в Мурманской области проводятся на 15-ти реках, 7-ми озерах и одном водохранилище, основными из которых являются: Патсо-Йоки, Печенга, Найма-Йоки, Акким, Кола, Кица, Лотта, Вите, озера: Колозеро, Умбозеро, Чунозеро и Имандра.

Качество воды трансграничной **р. Патсо-Йоки** ниже пос. Никель (протока Сальмиярви), **р. Нама-Йоки и р. Лотта** на протяжении последних 10 лет не менялось. По показателям фитопланктона и зоопланктона вода характеризовалась как «слабо загрязненная», по показателям зообентоса - «грязная». В целом биоценозы рр. **Патсо-Йоки, Нама-Йоки и Лотта** находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В **р. Акким** поверхностный слой водотока соответствовал по показателям фитопланктона «условно чистым» водам, по показателям зоопланктона - «слабо загрязненным», придонный слой характеризовался «экстремально грязными» водами. Состояние биоценозов **р. Акким** в поверхностном слое сохранилось неизменным: на фоне природного благополучия они испытывали антропогенное экологическое напряжение, а донный биоценоз - экологический регресс.

В **реках Печенга** и **Кола** качество вод на протяжении последних 10 лет также не изменилось. Их воды по показателям зоопланктона и фитопланктона в поверхностном слое соответствовали «слабо загрязнённым», а по показателям зообентоса - грязным. В целом биоценозы **рек Печенга** и **Кола** находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

I – условно чистая	Бентос —	◇
II – слабо загрязненная	Фитопланктон —	□
III – загрязненная	Зоопланктон —	○
IV – грязная	Бактериопланктон —	△
V – экстремально грязная	Перифитон —	⬠

Рис. 5.57. Картограмма качества вод Мурманской области по гидробиологическим показателям в 2018 г. Обозначения на картограммах характеризуют качество поверхностных вод по комплексным показателям. Цветом указан класс качества, формой значка - показатель биоценоза

С 2007 по 2018 гг. на **р. Кица** класс качества воды не изменялся. По показателям фитопланктона поверхностный слой характеризовался «условно чистыми» водами, по показателям зообентоса - «грязными». В поверхностном слое состояние биоценозов реки сохранилось неизменным: на фоне экологического благополучия испытывали антропогенное экологическое напряжение.

Воды **реки Вите** по показателям фитопланктона характеризовались как «условно чистые», по показателям зоопланктона и зообентоса - «слабо загрязненные». Биоценозы реки на фоне экологического благополучия испытывали антропогенное экологическое напряжение.

Поверхностный слой **озера Имандра** по показателям зоопланктона и фитопланктона характеризовался «слабо загрязнёнными» водами. По показателям зообентоса воды придонного слоя соответствовали «загрязненным». Состояние биоценозов озера соответствовали антропогенному экологическому напряжению.

Качество вод **озера Чунозеро** в 2018 г. сохранилось неизменным и по показателям зоопланктона и фитопланктона вода в поверхностном слое характеризовалась как «условно чистая» и «слабо загрязнённая», а по показателям зообентоса – «грязная». Состояние биоценозов озера характеризовалось состоянием антропогенного экологического напряжения.

Качество вод **озера Умбозеро** в последнее десятилетие также не изменилось. По показателям фитопланктона воды характеризовались как «условно чистые», по показателям зоопланктона – «слабо загрязненные». Биоценозы озера испытывают антропогенное экологическое напряжение.

В **Верхнетуломском водохранилище** качество вод поверхностного слоя сохранилось неизменным. По показателям фитопланктона воды характеризовались как «условно чистые» и «слабо загрязненные», при этом в основном преобладают «условно чистые» воды. Состояние биоценозов озера соответствует антропогенному экологическому напряжению.

В целом состояние биоценозов большинства рек и озер Мурманской области сохранилось неизменным в пределах сложившегося состояния экологической системы от экологического благополучия до экологического напряжения.

Восточно-Сибирский гидрографический район. В 2018 г. наблюдения проводились в низовье р. Лена и заливе Неелова. Данные о состоянии качества вод представлены на рис. 4.58.

На протяжении последних 10 лет воды нижнего течения **р. Лена** по показателям фитопланктона и зообентоса характеризовались как «слабо загрязненные». По показателям зообентоса качество вод варьировало от «экстремально грязных» до «условно чистых». В целом в придонном слое преобладали «условно чистые» - «слабо загрязненные» воды.

Рис. 4.58. Картограмма качества вод Республики Саха по гидробиологическим показателям в 2018 г. (в сравнении с 2017 г.). Обозначения такие же, как на рис. 4.57

Качество вод **оз. Мелкое** (п. Тикси) с 1992 г. сохранилось неизменным, как в придонном, так и в поверхностном слоях и характеризовалось как «слабо загрязнённые» воды. Наблюдались незначительные межгодовые флуктуации класса качества. В 2018 г. по показателям фитопланктона качество вод озера соответствовало «условно чистым» - «слабо загрязненным» водам. При этом преобладали «слабо загрязненные» воды. По показателям зообентоса качество вод соответствует «загрязненным» - «условно чистым» водам. В многолетней динамике состояние придонного слоя соответствует «слабо загрязненным» водам.

Качество вод **р. Копчик-Юрэгэ (п. Полярка)** в придонном слое на протяжении последних 10 лет относится к классу «условно чистые». Состояние пресноводных биоценозов в нижнем течении р. Копчик-Юрэгэ сохраняется неизменным.

В целом, в 2018 г. состояние пресноводных биоценозов в нижнем течении р. Лена соответствовало экологическому напряжению (р. Лена, оз. Мелкое) или экологическому благополучию (р. Копчик-Юрэгэ). На всех наблюдаемых водных объектах (оз. Мелкое, на двух створах низовий р. Лены и р. Копчик-Юрэгэ) происходит постепенное снижение качества поверхностного слоя воды. Так, в период с 2007 по 2015 гг. по показателю фитопланктона воды характеризовались как «условно чистые», начиная с 2015 г. по 2018 г. – как «слабо загрязненные». Однако качество придонного слоя водных объектов улучшается. Так, положительная динамика в качестве воды наметилась с 2014 г. на наблюдаемых створах реки Лена: класс качества возрос от «загрязненных» до «слабо загрязненных». В реке Копчик-Юрэргэ в тот же период - от «загрязненных» до «условно чистых». И только качество вод придонного слоя в озере Мелкое сохраняется на прежнем уровне – «слабо загрязненные».

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 Арктической зоны РФ включает 94 пункта наблюдения за мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения, 43 пункта наблюдений за радиоактивными выпадениями и 8 пунктов наблюдений за радиоактивными аэрозолями воздуха, а также 5 пунктов наблюдений на Белом море и 1 пункт - на Баренцевом море за загрязнением прибрежных вод.

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.

Объемная активность ^{137}Cs в воздухе сухопутных территорий Арктики значительно ниже средневзвешенного значения по территории РФ. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2005-2010 и 2012-2017 гг. колебалась в интервале $(0,2\text{-}2,8)\cdot10^{-7}$ Бк/м^3, за исключением г. Мурманск (в 2016-2017 гг. - $10,7\cdot10^{-7}$ Бк/м^3 и $5,4\cdot10^{-7}$ Бк/м^3) и г. Нарьян-Мар, где в отдельные годы среднее значение превышало $4,0\cdot10^{-7}$ Бк/м^3, (2007, 2015 гг.). В 2018 г. объемная активность ^{137}Cs составила $0,7\cdot10^{-7}$ Бк/м^3. В 2011 г. объемная активность ^{137}Cs по всей европейской территории России увеличилась на один-два порядка за счет поступления аварийных выбросов с АЭС «Фукусима-1», но в арктической зоне была существенно меньше, чем в среднем по России (рис. 4.59).

Рис. 4.59. Объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере в пунктах наблюдения Сухопутных территорий Арктики и в среднем по Заполярью в 2005-2018 гг., 10^{-7} Бк/м^3

До 2016 г. в г. Мурманск наблюдались низкие величины объемной активности ^{137}Cs в диапазоне (0,4-1,5)·10^{-7} Бк/м^3 (кроме 2011 г.). Однако в третьем квартале 2016 г. и в четвертом квартале 2017 г. средняя за квартал величина увеличилась до 38,4·10^{-7} Бк/м^3 и 16,2·10^{-7} Бк/м^3 соответственно (рис. 4.60). Без учета третьего квартала 2016 г., среднегодовая величина объемной активности ^{137}Cs составляет 1,4·10^{-7} Бк/м^3, что соответствует диапазону величин за предшествующие 10 лет. В четвертом квартале 2017 г. увеличение было менее значительным - до 16,2·10^{-7} Бк/м^3, при среднем значении за три предшествующих квартала года - 1,8·10^{-7} Бк/м^3. Столь резкое увеличение может быть связано с неблагоприятными условиями трансграничного переноса или переноса выбросов Кольской АЭС при проведении регламентных работ. В 2018 г. объемная активность ^{137}Cs вернулась к характерным для региона средним за квартал величинам - (0,9-1,9·10^{-7} Бк/м^3).

Рис. 4.60. Динамика средней за квартал величины объемной активности ^{137}Cs в воздухе в Мурманске в 2016-2018 гг.

До 2016 г. объемная активность ^{90}Sr в воздухе Арктической зоны России (о. Диксон и г. Мурманск) была ниже средневзвешенной по территории России и колебалась в пределах от 0,02·10^{-7} до 0,26·10^{-7} Бк/м^3 (рис. 4.61). Аварийные выбросы АЭС «Фукусим-1» практически не содержали стронция и не отразились на величине объемной активности ^{90}Sr в 2011 году. Однако в 2016-2017 гг. наблюдалось увеличение средних значений объемной активности в арктической зоне, особенно в г. Мурманск - до 0,61·10^{-7} Бк/м^3 и 0,45·10^{-7} Бк/м^3 соответственно. В 2018 г. произошло незначительное снижение активности ^{90}Sr в среднем по России и, более заметное в г. Мурманск и на о. Диксон - до 0,26·10^{-7} Бк/м^3 и 0,16·10^{-7} Бк/м^3 соответственно.

Рис. 4.61. Динамика объемной активности ^{90}Sr в воздухе на о. Диксоне, в г. Мурманск и средневзвешенной по России в 2005-2018 гг.

За период с 2000 по 2017 гг. объемная активность ^{90}Sr в прибрежных водах Белого и Баренцева морей колебалась в пределах 1,7-4,4 мБк/л. В 2018 г. по сравнению с 2017 г. активность ^{90}Sr в Белом море несколько уменьшилась (2,3 мБк/л против 2,5 мБк/л), а в Баренцевом море сохранилась на прежнем уровне (2,0 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. 4.62). При этом почти всегда концентрация в Белом море выше, чем в Баренцевом. Однако в обоих случаях, как и в Тихом океане, в целом наблюдается стабилизация объемной активности ^{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 результаты многолетних совместных российско-норвежских исследований, существенное влияние на колебания оказывает трансграничный перенос морскими течениями радионуклидов, удалявшихся в Ирландское море и пролив Ла-Манш с заводов по переработке облученного ядерного топлива Англии и Франции.

Рис. 4.62. 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 2000-2018 гг., мБк/л

Потенциальными источниками поступления техногенных радионуклидов в воды Баренцева моря являются затонувшие вследствие аварий атомные подводные лодки «Комсомолец» в Норвежском море, воды которого обмениваются с водами Баренцева моря, и «К-159» в Баренцевом море. В районах их нахождения проводятся периодические (последние - в 2014 г.) экспедиционные комплексные обследования морской среды: воды, донных отложений и морских организмов. В результате исследований установлено, что утечек радиоактивных материалов с затонувших подводных лодок не происходит.

Таким образом, радиационное загрязнение воздушной и морской сред Арктики в 2018 г. находилось на низком уровне и, начиная с 2016 г., наблюдается тенденция к его снижению.

4.4. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в районе пос. Баренцбург и прилегающих территорий

В 2018 г. было выполнено обследование районов расположения поселков Баренцбург и Пирамида, прилегающих к ним территорий, акватории и побережья заливов Гренфьорд и Биллефьорд.

Наблюдения проводились в весенний (апрель и май) и летний (июль и август) периоды за загрязнением атмосферного воздуха в п. Баренцбург, снежного покрова, почв, грунтовых вод и наземной растительности на территории поселков Баренцбург и Пирамида, их санитарно–защитных зон (локальный мониторинг) и в удаленных от поселков точках (фоновый мониторинг). Выполнялись также исследования морских вод, морских водных взвесей и донных отложений на акватории заливов Гренфьорд и Биллефьорд; поверхностных вод и донных отложений озер Биенда-Стемме, Голубое и Безымянное, а также реки Грендалсэльва. Процесс отбора проб представлен на рисунке 4.63.

Рис. 4.63. Отбор проб природной среды на арх. Шпицберген

Атмосферный воздух

В пробах атмосферного воздуха определялись концентрации пыли, газовых примесей и легколетучих органических соединений (ЛОС). Также был проведен отбор проб атмосферного аэрозоля для определения тяжелых металлов (Ni, Co, Zn, Cd, Cu, Pb, Cr, Hg) и мышьяка, хлорорганических соединений (ХОС), включая полихлорбифенилы (ПХБ), и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ). Основными веществами, загрязняющими атмосферный воздух поселков Баренцбург и Пирамида, являются пыль, диоксид серы, оксиды азота и углерода. Максимальные концентрации пыли (до 8,77 мкг/м^3), диоксида серы (до 2,87 мкг/м^3), оксида углерода (до 535 мкг/м^3) и диоксида азота (до 1,36 мкг/м^3) были зафиксированы в атмосферном воздухе поселка Баренцбург. В воздухе поселка Пирамида были зафиксированы концентрации пыли (6,86 мкг/м^3), диоксида серы (2,01 мкг/м^3), оксида углерода (304 мкг/м^3) и диоксида азота (0,68 мкг/м^3).

Содержание в атмосферном воздухе сероводорода, соединений ПАУ, тяжелых металлов, хлорорганических соединений (ХОС) и летучих органических соединений в оба периода наблюдений было ниже предела чувствительности используемого метода анализа.

В 2018 г. по сравнению с периодом 2014–2017 гг. загрязнение атмосферного воздуха уменьшилось. Полученные в 2018 г. данные о концентрациях загрязняющих веществ в атмосферном воздухе района исследований близки к данным норвежских исследователей, осуществляющих подобные наблюдения на ст. Цеппелин в Ню-Олесунде (AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Oslo. 1998, 2008).

Снежный покров

В образцах снежного покрова, отобранных в районе расположения пос. Баренцбург в ходе весенних экспедиционных исследований 2018 г., проводилось определение содержания компонентов минерального состава (хлоридов, сульфатов, щелочных и щелочноземельных металлов (Na, K, Ca, Mg), соединений азота (нитритного азота, нитратов, аммония), нефтяных углеводородов, фенолов, ПАУ, ХОС и ТМ.

Водородный показатель (pH) снежного покрова в районе работ находился в пределах от 5,01 до 8,59 ед. pH. Наибольшие значения pH были отмечены в снежном покрове в районе свалки бытовых отходов, пониженные значения pH фиксировались в снежном покрове у северо-восточного склона г. Гренфьордфьеллет.

Концентрации главных ионов в снежном покрове обследованной территории изменялись в следующих пределах: хлориды – от 1,75 до 23,0 мг/л талой воды; сульфаты – от 0,43 до 31,7 мг/л; натрий – от 1,04 до 13,1 мг/л; калий – от <0,25 до 0,44 мг/л; кальций – от <0,25 до 14,9 мг/л; магний – <0,25 до 1,57 мг/л талой воды.

Концентрации минеральных форм азота в снежном покрове изменялись следующим образом: для аммония - <0,25 мкг/л; для нитратов – от 36,3 до 68,0 мкг/л при среднем содержании 49,8 мкг/л; для азота общего – от 92,0 до 178 мкг/л при среднем значении 135 мкг/л. Содержание нитритного азота находилось ниже предела обнаружения (<0,5 мкг/л).

Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега изменялось от 4,0 до 125 мкг/л талой воды, максимальная концентрация НУ была зарегистрирована в пробах снега, отобранных в районе свалки бытовых отходов.

Концентрации фенолов, зарегистрированных в отобранных пробах, находились ниже предела обнаружения используемого аналитического метода (<0.5 мкг/л).

Среднее суммарное содержание ПАУ в пробах снежного покрова составило 6,81 нг/л при максимальной концентрации 14,4 нг/л, зафиксированной в пробах снега, отобранных севернее пос. Баренцбург.

Из определяемых **хлорорганических соединений (ХОС)** в пробах снежного покрова были зафиксированы соединения групп ГХЦГ и ПХБ. Концентрации хлорбензолов, пестицидов групп хлорбензолов, ДДТ и соединений группы полихлорциклодиенов находились ниже пределов обнаружения. Максимальная концентрация суммы ГХЦГ составила 10,3 нг/л талого снега (в районе ЗГМО). Из 15 определяемых индивидуальных конгенеров ПХБ в пробах талого снега с различной частотой обнаружения были отмечены все соединения. Максимальные концентрации отдельных конгенеров ПХБ составляли: для #31 – 5,16 нг/л, для #52 – 2,48 нг/л; для #153 – 3,23 нг/л; для #187 – 2,02 нг/л, для #28 – 1,97 нг/л. Среднее суммарное содержание полихлорбифенилов составило 7,66 нг/л при максимальной концентрации 15,7 нг/л, зафиксированной в пробах талого снега, отобранных в районе озера Биенда-Стемме.

Распределение содержания некоторых ЗВ в снежном покрове в районе расположения пос. Баренцбург представлены на рис. 4.64.

Рис. 4.64. Распределение содержания суммы ПАУ, суммы ПХБ, суммы ГХЦГ и суммарных нефтепродуктов в пробах талого снега в 2018 г.

Содержание определяемых **тяжелых металлов** в пробах снега находилось в следующих пределах: марганца – от <1,0 до 7,39 мкг/л (в среднем 3,53 мкг/л талой воды); цинка – от <1,0 до 3,60 мкг/л, при среднем содержании <1,0 мкг/л; меди – от <1,0 до 1,63 мкг/л при средней концентрации <1,0 мкг/л талой воды. Концентрации железа, никеля, кобальта, свинца, кадмия, хрома, ртути и мышьяка находились ниже пределов обнаружения. Максимальное содержание марганца было зафиксировано в пробах снега, отобранных в районе устья реки Грендалсэльва, цинка – в районе озера Биенда-Стемме, меди – в районе расположения склада стройматериалов.

Таким образом, снежный покров территории поселка и его окрестностей, в целом, характеризуется повышенными суммарными концентрациями ПАУ и относительно пониженными величинами pH по сравнению с фоновыми районами Российской и Канадской Арктики (Карское море и ледник Агассиз на о. Эллсмир в Канадской Арктике). Загрязнение снежного покрова ПАУ связано, в основном, с региональными и локальными источниками.

Морские воды

Отбор проб морских вод производился в летний период в восточной части акватории залива Гренфьорд, прилегающей к территории п. Баренцбург, а также в западной части акватории залива Биллефьорд, прилегающей к территории п. Пирамида. В пробах морских вод выполнялись определения основных гидрохимических характеристик – водородного показателя (pH), окислительно-восстановительного потенциала (Eh), растворенного кислорода, $БПК_5$, биогенных элементов (кремнекислоты, минеральных форм азота и фосфора и их общего количества) и концентрации взвеси, а также загрязняющих веществ – тяжелых металлов, ПАУ, НУ, НАУ, ЛАУ, индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), ХОС, включая ПХБ.

Концентрации фенолов, неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) в водах обследованных акваторий за периоды наблюдений были ниже предела чувствительности используемого метода анализа. Из загрязняющих веществ в водах обследованных акваторий в 2018 году были выявлены нефтяные углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), тяжелые металлы (ТМ) и хлорорганические соединения (ХОС).

Концентрации синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в водах залива Гренфьорд изменялись от <10,0 до 72,0 мкг/л, а в водах залив Биллефьорд – от <10,0 до 52,0 мкг/л.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в водах обследованной акватории залива Гренфьорд находились в пределах от 6,10 до 38,8 мкг/л. Максимальное содержание НУ было зафиксировано в придонном слое морских вод севернее п. Баренцбург. Суммарное содержание НУ в водах залива Биллефьорд находилось в пределах от 7,10 до 12,4 мкг/л.

Из 16 определяемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в морских водах залива Гренфьорд были зарегистрированы 13 соединений, а в водах залива Биллефьорд – 9 соединений. Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах восточной акватории залива Гренфьорд в летний период составило 55,9 нг/л, в водах залива Биллефьорд – 12,5 нг/л.

Из определяемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах морской воды заливов Гренфьорд и Биллефьорд за летний период наблюдений 2018 года было зафиксировано наличие полихлорированных бифенилов (ПХБ). Значимых концентраций полихлорбензолов, ГХЦГ, пестицидов группы ДДТ и полихлорциклодиеновых соединений (группа ПХЦД) не было выявлено, однако их удалось идентифицировать в водных взвесях.

Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС в водах залива Гренфьорд составляли: для суммы полихлорбензолов – 0,003 нг/мг в морской взвеси; для суммы ДДТ – 0,02 нг/мг в морской взвеси; для суммы ПХБ – 1,06 нг/л в морской воде и 0,71 нг/мг в морской взвеси. Наибольшие содержания ХОС составляли: для суммы ДДТ – 0,02 нг/мг в морской взвеси; для суммы ПХБ – 1,35 нг/л в морской воде и 0,21 нг/мг в морской взвеси. Из 15 определяемых индивидуальных ПХБ в морской воде регулярно фиксировались конгенеры #52, #101 и #118.

Наибольшее содержание определяемых тяжелых металлов в пробах морской воды залива Гренфьорд составило: марганца – до 25,0 мкг/л, цинка – до 19,3 мкг/л, меди – до 5,3 мкг/л, никеля – до 8,4 мкг/л, кобальта – до 2,15 мкг/л, кадмия – до 3,90 мкг/л, мышьяка – 6,45 мкг/л, хрома – до 2,60 мкг/л. Концентрации железа, свинца, ртути и олова находились ниже пределов обнаружения.

Максимальные концентрации определяемых тяжелых металлов в пробах морской воды залива Биллефьорд составили: марганца – 7,55 мкг/л, цинка – 19,0 мкг/л, меди – 4,10 мкг/л, никеля – 6,1 мкг/л, кадмия – 3,55 мкг/л, хрома – 3,40 мкг/л, мышьяка – 7,40 мкг/л.

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. Оценка качества морских вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать воды обследованной акватории залива Гренфьорд в летний период 2018 г. в среднем как «умеренно загрязненные», а на отдельных участках - как «чистые». На акватории залива Гренфьорд значения большинства основных гидрохимических показателей, а также концентрации загрязняющих веществ в морских водах не превышали установленных ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов, за исключением концентраций меди (до 1,1 ПДК) и легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) (до 1,4 ПДК).

В местах поступления неочищенных коммунально-бытовых сточных вод поселка наблюдается локальное загрязнение морских вод, что не оказывает существенного влияния на качество вод залива Гренфьорд в целом.

Что касается залива Биллефьорд в районе пос. Пирамида, оценка качества морских вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать воды поверхностного горизонта как «чистые», а воды придонного горизонта - как «умеренно загрязненные». За период наблюдений 2018 г. на акватории залива Биллефьорд в районе пос. Пирамида значения основных гидрохимических показателей, а также концентраций ЛАУ, ПАУ и ХОС в морских водах не превышали установленных ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов, за исключением легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) (до 1,33 ПДК).

Поверхностные воды суши

Отбор проб поверхностных вод суши производился в весенний и летний периоды из озера Биенда-Стемме, используемого для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения п. Баренцбург, а также реки Грендалсэльва, озер Голубое и Безымянное в летний период. Для проб поверхностных вод выполнялись определения основных гидрохимических характеристик – водородного показателя (pH), окислительно-восстановительного потенциала (Eh), щелочности, растворенного кислорода, биохимического потребления кислорода ($БПК_{5)}$, химического потребления кислорода (ХПК), биогенных элементов (кремнекислоты, минеральных форм азота и фосфора и их общего количества), компонентов минерального состава, а также загрязняющих веществ – тяжелых металлов, ПАУ, НУ, НАУ, ЛАУ, индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), ХОС, включая ПХБ.

Из загрязняющих веществ в озерных и речных водах в 2018 г. были выявлены нефтяные углеводороды, тяжелые металлы, соединения групп ПАУ и ХОС, а также синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) и соединения группы ЛАУ только в водах озера Голубое.

Концентрации неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и индивидуальных фенолов в поверхностных водах реки и озер за периоды наблюдений были ниже пределов чувствительности методик анализа.

Содержание СПАВ в водах озера Голубое в летний период наблюдений составило 13,0 мкг/л.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в поверхностных водах озера Биенда-Стемме в весенний период наблюдений составило в среднем 17,7 мкг/л, летом изменялось от 5,40 до 5,50 мкг/л, в озере Голубое составляло 13,9 мкг/л, а в водах озера Безымянное – 9,20 мкг/л. В водах реки содержание НУ колебалось от 29,0 до 67,9 мкг/л при среднем значении 48,5 мкг/л.

Среди соединений группы летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), зафиксированных в водах озера Голубое, были отмечены значимые концентрации толуола. Содержание остальных соединений ЛАУ находилось ниже предела обнаружения (<0,1 мкг/л). Среднее суммарное содержание ЛАУ в водах озера Голубое составляло 0,14 мкг/л.

Из 16 определяемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в водах озера Биенда-Стемме в весенний период наблюдений 2018 года удалось идентифицировать только три соединения: нафталин, флуорен и фенантрен. Максимальные концентрации соединений из группы ПАУ в озерных водах за весенний период наблюдений составили: нафталина – 2,27 нг/л, флуорена – 2,41 нг/л, фенантрена – 25,3 нг/л. В летний период в водах озер Биенда-Стемме было зарегистрировано 8 соединений ПАУ, в озере Голубое – 9 соединений и в озере Безымянное – 7. Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах озера Биенда-Стемме в весенний период составило 18,3 нг/л, а в летний период – 6,52 нг/л, в озере Голубое в летний период – 19,9 нг/л, в водах озера Безымянное – 12,5 нг/л.

В воде реки Грендалсэльва были зафиксированы 13 соединений ПАУ. Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в речных водах составило 10,5 нг/л.

Из определяемых хлорорганических соединений (ХОС) в воде реки Грендалсэльва были зарегистрированы соединения группы ПХБ, их концентрации составляли от 0,57 до 0,82 нг/л. В водах озера Биенда-Стемме в весенний период наблюдений среднее суммарное содержание пестицидов группы ГХЦГ и соединений группы ПХБ составило 1,09 и 5,47 нг/л соответственно. В летний период в водах этого озера было также зафиксировано наличие соединений группы ПХБ, среднее суммарное содержание которых составило 0,51 нг/л. В водах озер Голубое и Безымянное были зафиксированы только концентрации соединений группы ПХБ, их суммарное содержание составляло 0,98 нг/л и 0,92 нг/л соответственно.

Максимальные концентрации тяжелых металлов (ТМ) в водах озера Биенда-Стемме весной составили: марганца – 1,55 мкг/л, цинка – 5,81 мкг/л, меди – 1,25 мкг/л, никеля – 0,55 мкг/л. Концентрации железа, кобальта, свинца, кадмия, хрома, ртути, мышьяка и олова не превышали пределов чувствительности используемого метода анализа. Летом в озерных водах максимальные концентрации составили: марганца – 1,70 мкг/л, цинка – 5,98 мкг/л, никеля – 1,05 мкг/л, кобальта – 3,93 мкг/л, хрома – 1,45 мкг/л, содержание остальных ТМ находились ниже предела обнаружения.

В водах озера Голубое содержание тяжелых металлов составило: марганца – 3,90 мкг/л, цинка – от 1,20 мкг/л, меди – 1,15 мкг/л, никеля – 1,70 мкг/л, хрома – 1,20 мкг/л. Концентрации железа, кобальта, свинца, кадмия, ртути, мышьяка и олова не достигали предела обнаружения используемого метода анализа. Содержание ТМ в водах озера Безымянное было следующим: для цинка – от 2.45 мкг/л, для никеля – 2.15 мкг/л, кобальта – 1,15 мкг/л. Концентрации железа, марганца, меди, свинца, кадмия, хрома, ртути, мышьяка и олова находились ниже предела обнаружения используемого метода анализа.

Анализ проб речных вод выявил следующие максимальные содержания тяжелых металлов: марганца – 690 мкг/л, цинка – 1,89 мкг/л, меди – 4,13 мкг/л, никеля – 17,7 мкг/л, кобальта – 4,46 мкг/л, свинца – 11,4 мкг/л, хрома – 1,10 мкг/л. Концентрации железа, кадмия, ртути, мышьяка и олова находились ниже пределов обнаружения.

В водах реки Грендалсэльва были отмечены превышения ПДК марганца (до 6,9 ПДК). Содержание остальных нормируемых показателей составляло десятые, сотые и тысячные доли ПДК, установленных российскими гигиеническими нормативами, определяющими качество питьевой воды и вод хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования.

Исследования поверхностных вод озер Биенда-Стемме, Голубое и Безымянное в периоды наблюдений в 2018 г. не выявили превышения российских гигиенических нормативов по качеству питьевой воды и воды хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования, а также нормативов качества воды, установленных в странах ЕС. Таким образом, с точки зрения санитарно-химических требований по результатам обследования 2018 года воды озер Биенда-Стемме, Голубое и Безымянное могут использоваться для целей хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования без дополнительной водоподготовки.

За весенний период 2018 г. в водах озера Биенда-Стемме были зафиксированы превышения ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов по содержанию меди (до 1,25 ПДК). За летний период наблюдений превышение ПДК

наблюдается для БПК (до 1,2 ПДК). В водах реки Грендалсэльва были отмечены превышения ПДК марганца (до 69 ПДК), меди (до 4,13 ПДК), никеля (до 1,8 ПДК), свинца (1,9 ПДК) и БПК (до 1,29 ПДК). Превышений ПДК гидрохимических параметров и содержания остальных загрязняющих веществ в водах реки не было установлено. В озере Голубое было зафиксировано превышение ПДК меди (1,15 ПДК), азота нитритного (1,76 ПДК) и БПК (1,35 ПДК). В водах озера Безымянное было зафиксировано превышение ПДК для значения БПК в 1,32 раза. Для остальных исследуемых гидрохимических параметров и загрязняющих веществ превышений ПДК обнаружено не было.

В соответствии с принятой классификацией вод по индексу УКИЗВ воды озера Биенда-Стемме в весенний и летний периоды наблюдений 2018 г., а также воды озер Голубое и Безымянное в летний период классифицировались как «условно чистые». Вода реки Грендалсэльва в 2018 г. классифицировалась как «грязная».

Донные отложения

В донных отложениях обследованных частей акваторий заливов Гренфьорд и Биллефьорд, а также и водоемов суши (оз. Голубое, оз. Безымянное, оз. Биенда-Стемме и р. Грендалсэльва) проводилось определение содержания загрязняющих веществ: нефтяных углеводородов, НАУ, ПАУ, фенолов, тяжелых металлов и ХОС.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов достигало 296 мкг/г при среднем значении 137 мкг/кг для морских донных отложений залива Гренфьорд; 104 мкг/г (среднее – 88,5 мкг/г) для речных донных отложений; в донных отложений озера Биенда-Стемме – 8,1 мг/кг (в пределах 7,3-9,1 мг/кг); для морских донных отложений залива Биллефьорд изменялось в пределах от 32,4 до 69,2 мкг/г, а также достигало 5,23 мкг/г для донных отложений озера Голубое и 3,63 мкг/г для озера Безымянное.

Концентрации неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и фенолов в морских отложениях и донных отложениях суши находились ниже предела обнаружения применявшегося аналитического метода.

Из 16 определяемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в донных отложениях прибрежной части залива Гренфьорд, в донных отложениях реки Грендалсэльва и озера Голубое были зафиксированы все соединения, кроме флуорена. В донных отложениях залива Биллефьорд были идентифицированы все из определямых соединений ПАУ, кроме флуорена и дибенз (a, h) антрацена, в донных отложениях озера Безымянное – все, кроме флуорена и бенз(ghi)перилена, а в отложениях озера Биенда-Стемме были зарегистрированы все соединения, за исключением флуорена, бенз(а)пирена, дибенз(а,h)антрацена и бенз(ghi)перилена.

Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ достигало в донных отложениях оз. Биенда-Стемме 158 нг/г, озера Голубое – 313 нг/г, в озере Безымянное – 343 нг/г, реки Грендалсэльва – 867 нг/г, в донных отложениях залива Гренфьорд – 2457 нг/г, в донных отложениях залива Биллефьорд – 794 нг/г.

Из определяемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах донных отложений было зафиксировано наличие полихлорбензолов и соединений группы ПХБ. Из определяемых 15 индивидуальных ПХБ в морских донных отложениях залива Гренфьорд бфли зафиксированы все 15 конгенеров, залива Биллефьорд – 13; в речных – 13; в озерных – по 15 для донных отложений озер Биенда-Стемме и Голубое и 14 для озера Безымянное. Максимальные концентрации ХОС достигали: для суммы хлорбензолов в донных отложениях озера Биенда-Стемме – 0,17 нг/г, в донных отложениях озера Голубое – 0,22 нг/г, озера Безымянное – 0,14 нг/г, в речных донных отложениях – 0,51 нг/г, в морских донных отложениях залива Гренфьорд – 0,64 нг/г, в морских донных отложениях залива Биллефьорд – 0,21 нг/г; для суммы ПХБ: в донных отложениях залива Гренфьорд – 39,1 нг/г, в донных отложениях залива Биллефьорд – 9,56 нг/г, в донных отложениях р. Грендалсэльва – 6,49 нг/г, в донных отложениях озера Биенда-Стемме – 12,6 нг/г, в донных отложениях озера Голубое – 27,3 нг/г, в донных отложениях озера Безымянное – 2,43 нг/г. Содержание полихлорциклодиенов и соединений групп ГХЦГ и ДДТ в морских и пресноводных донных отложениях не превышало предела обнаружения (<0,05 нг/г).

В донных отложениях залива Гренфьорд превышение ДК отмечено для суммарных нефтеуглеводородов (НУ) до 5,91 ДК; суммы ПАУ – до 3,11 ДК; ПХБ – до 1,95 ДК. В донных отложениях залива Биллефьорд однократные превышения ДК отмечены для суммарных нефтяных углеводородов до 1,4 ДК, суммы ПАУ до 1,2 ДК. Остальные нормируемые показатели загрязняющих веществ не превышали ДК.

В донных отложений реки Грендалсэльва были зафиксированы превышающие ДК значения содержания нефтяных углеводородов (до 2,07 ДК) и никеля (до 1,09 ДК). В донных отложениях оз. Биенда-Стемме было отмечено превышение ДК для содержания никеля (до 1,31 ДК) и кобальта (1,5 ДК). В донных отложениях озера Голубое было превышено ДК суммарного содержания ПХБ (1,4 ДК), а в озере Безымянное были отмечены отдельные случаи превышения ДК меди (1,3 ДК), никеля (1,6 ДК), кобальта (1,1 ДК), свинца (1,5 ДК). Остальные нормируемые показатели загрязняющих веществ не превышали ДК.

Во всех случаях ни один из определяемых параметров загрязнения донных отложений не достигал уровня вмешательства.

Речные, озерные и морские донные отложения характеризуются «умеренной» степенью загрязнения бенз/а/пиреном (менее 20-30). Однако в двух пробах значения содержания бенз/а/пирена в донных отложениях залива Гренфьорд достигало 38,6 и 65,3 нг/г, что является «значительной» степенью загрязнения. Источником загрязнения донных отложений устья реки, по-видимому, являются выходы на поверхность горных выработок рудника «Баренцбург» и отвалы породы, содержащей примесь угля, расположенные на террасе правого склона долины Грендален.

В целом, вклад техногенной составляющей в формирование уровней содержания загрязняющих веществ в донных отложениях заливов Гренфьорд и Биллефьорд существенен, так как отмечается повсеместное загрязнение отложений НУ, ПАУ и ПХБ.

Почвы

В почвах территории поселков Баренцбург и Пирамида, а также их 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 содержания загрязняющих веществ приведены в табл. 4.20.

Таблица 4.20. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в пробах почвы в 2018 г.

Показатель	п. Баренцбург и окрестности				п. Пирамида и окрестности			
	Интервал			Среднее	Интервал			Среднее
Суммарные НУ, мкг/г	1.82	-	418	49.6	2.24	-	188	59.3
Сумма НАУ (C_{15}-C_{31}), мкг/г	<0.1			-	<0.1			-
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нг/г								
Нафталин	10.1	-	959	301	1.13	-	645	216
Аценафтилен	<1.2	-	35.3	2.89	<1.2			-
Аценафтен	2.57	-	143	30.4	1.02	-	51.9	19.1
Флуорен	0.28	-	22.7	6.1	0.19	-	17.2	3.8
Фенантрен	63.1	-	1662	495	30.4	-	764	299
Антрацен	<1.2	-	73.8	11.0	0.91	-	36.1	10.6
Флуорантен	8.72	-	787	142	7.24	-	345	104
Пирен	<1.2	-	628	143	10.0	-	273	101
Бенз(а)антрацен	5.45	-	196	53	3.93	-	117	32.0
Хризен	10.2	-	336	109	6.84	-	176	71.4
Бенз(b)флуорантен+перилен	7.46	-	270	106	6.83	-	144	64.2
Бенз(k)флуорантен	0.55	-	114	25.8	1.36	-	69.2	23.5
Бенз(а)пирен	<1.2	-	191	32.2	1.44	-	120	34.2
Дибенз/ah/антрацен	<1.2	-	7.59	1.06	<1.2	-	8.32	1.27
Бенз(g, h, i)перилен	<1.2	-	127	24.9	<1.2	-	79.0	27.3
Индено(1,2,3- cd)пирен	1.36	-	167	52.2	<1.2	-	155	59.5
Сумма ПАУ*	191	-	5395	1535	90.4	-	2811	1067
Тяжелые металлы, мкг/г								
Железо	21.4	-	43.0	29.9	10.9	-	40.6	24.1
Марганец	152	-	2188	369	258	-	604	351
Цинк	48.6	-	101	61.0	35.6	-	225	84.0
Медь	14.0	-	52.7	21.7	11.3	-	40.7	25.6
Никель	17.0	-	29.1	21.8	14.2	-	40.9	28.0
Кобальт	7.26	-	15.8	10.5	4.96	-	13.4	9.58
Свинец	6.39	-	34.4	11.5	7.61	-	38.2	14.3
Кадмий	0.04	-	0.23	0.08	0.05	-	0.19	0.12
Хром	17.6	-	34.4	23.2	11.0	-	35.7	20.9
Ртуть	0.023	-	0.160	0.055	0.008	-	0.055	0.027
Мышьяк	7.10	-	80.0	14.9	1.80	-	7.80	4.00
Хлорорганические соединения, нг/г								
Сумма полихлорбензолов*	0.05	-	2.00	0.52	0.07	-	1.44	0.42
Сумма ПХБ*	0.77	-	1651	147	0.81	-	1104	223
Летучие ароматические углеводороды, нг/г								
Бензол	<0.5	-	3.42	0.73	1.12	-	5.03	2.73
Толуол	<0.5	-	6.31	0.80	0.69	-	21.4	4.96
Этилбензол	<0.5			-	<0.5	-	2.96	0.79
Сумма пара- и мета-ксилолов	<0.5	-	0.50	0.02	0.75	-	16.0	5.35
Орто-ксилол	<0.1			-	<0.1			-
Сумма ЛАУ	<0.1	-	8.25	1.55	3.21	-	37.2	15.5

Примечания:
Сумма ПАУ – сумма концентраций 16-ти приоритетных ПАУ: нафталина, аценафтилена, флуорена, аценафтена, фенантрена, антрацена, флуорантена, пирена, бенз/а/антрацена, хризена, бенз/b/флуорантена, бенз/k/флуорантена, бенз/а/пирена, дибенз/ah/антрацена, индено/123cd/пирена, бенз/ghi/перилена;
Сумма полихлорбензолов – сумма концентраций пентахлорбензола и гексахлорбензола;
Сумма ПХБ – сумма концентраций конгенеров #28, #31, #52, #99, #101, #105, #118, #128, #138, #153, #156, #170, #180, #183, #187.

Проведенный анализ показал, что основной вклад в комплексное загрязнение почв исследуемых районов вносят мышьяк, нефтяные углеводороды, бенз/а/пирен, суммарное содержание ПАУ, ПХБ, медь, никель, кобальт, цинк, свинец, марганец.

Бенз/а/пирен и мышьяк являются загрязняющими веществами первого класса опасности. Почвы с концентрациями бенз/а/пирена от 1 до 2 ПДК относятся к «слабой» категории загрязнения, от 2 до 5 ПДК - к «сильной» категории и при загрязнении выше 5 ПДК – к «очень сильной». Максимальные содержания бенз/а/пирена в почве в районе расположения вертолетной площадки и в районе консульства составили 134-191 нг/г (6,7 - 9,5 ПДК), следовательно, почвы этого района классифицируются как «сильно загрязненные». В районе расположения склада стройматериалов севернее п. Баренцбург, в районе расположения ЗГМО, а также в районе склада горношахтного оборудования содержание бенз/а/пирена составило от 23,0 до 34,0 нг/г (1,15 – 1,70 ПДК), что позволяет отнести их к «слабой» категории загрязнения. Максимальное содержание бенз/а/пирена в районе порта пос. Пирамида составило 120 нг/г (5,99 ПДК), следовательно, загрязнение почвы в этом районе относится к «очень сильной» категории. В западной части поселка Пирамида содержание бенз/а/пирена составило от 56,3 до 70,6 нг/г (2,82 – 3,53 ПДК), следовательно, в этом районе наблюдается «сильное» загрязнение почвы бенз/а/пиреном. Район отвалов пос. Пирамида можно охарактеризовать «слабой» категорией загрязнения, так как содержание бенз/а/пирена в почвах составило 31,0 – 31,5 нг/г (1,55-1,57 ПДК).

Для неорганических и органических загрязняющих веществ предусмотрены разные критерии оценки степени загрязненности почв. Почвы с содержанием мышьяка от фоновых значений до ПДК относятся к «слабо загрязненным», от ПДК до 15,0 мкг/г (значение K_{max}) и выше – к «сильно загрязненным». Максимальная концентрация мышьяка в почве была зарегистрирована в районе мыса Дрессельхус и достигала величины 80 мкг/г (40 ПДК), при средней концентрации мышьяка на всей обследованной территории, включая фоновый полигон, равной 10,8 мкг/г (5,4 ПДК). Максимальная концентрация мышьяка в почве была зафиксирована в районе озера Голубое и достигала величины 7,80 мкг/г (3,90 ПДК), при средней концентрации мышьяка на всей обследованной территории равной 4,00 мкг/г (2,00 ПДК). Следовательно, почвы п. Баренцбург, п. Пирамида и их окрестностей относятся к «сильно загрязненным».

Для отобранных проб почвы были рассчитаны суммарные показатели химического загрязнения Zc по тем загрязняющим веществам, концентрации которых превышали установленные ПДК. На основании комплексной оценки степени загрязненности почв по показателю Zc на территории поселков Баренцбург, Пирамида и их окрестностей выявлены районы с различным уровнем загрязнения:

- в районе расположения консульства, вертолетной площадки и мыса Дрессельхус в окрестностях пос. Баренцбург – опасным уровнем загрязнения почв по содержанию мышьяка, бенз/а/пирена, суммы ПАУ и суммы ПХБ;
- в западной части поселка Пирамида – умеренно опасным уровнем загрязнения почв по суммарному содержанию ПХБ, общему содержанию нефтяных углеводородов, суммарному содержанию ПАУ (в том числе бенз/а/пирена), никеля и мышьяка;
- на остальной территории – допустимой степенью загрязнения по общему содержанию нефтяных углеводородов, суммарному содержанию ПХБ, суммарному содержанию ПАУ, бенз/а/пирена, марганца, меди, свинца и мышьяка.

Сопоставление с характером загрязнения почвенного покрова, определенного в период с 2014 по 2017 гг., свидетельствует о снижении уровней загрязнения почвы в окрестностях поселка Баренцбург при росте загрязненности почв на фоновых территориях и на территории поселка (рис. 4.65).

Рис. 4.65. Межгодовая изменчивость суммарного показателя химического загрязнения Zc в районе поселка Баренцбург, его окрестностях и фоновых территориях в период 2014-2018 гг. и осредненные значения за 2002-2018 гг

По данным опубликованных зарубежных исследований содержание практически всех определяемых загрязняющих веществ в почвах, отобранных на территориях фонового мониторинга, были близки к уровням их содержания в почвах других фоновых районов Арктики.

Почвенные воды

В ходе летних экспедиционных исследований было выполнено определение основных гидрохимических параметров (окислительно-восстановительного потенциала (Eh); водородного показателя (pH); щелочности; биохимического и химического потребления кислорода); содержания компонентов минерального состава (сероводорода и сульфидов, кремния силикатного); содержания соединений азота и фосфора (нитритного, нитратного и аммонийного азота, фосфатного и общего фосфора); концентраций загрязняющих веществ (тяжелых металлов; ПАУ; нефтяных углеводородов; НАУ (C_{15}-C_{31}); индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов); синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ); ХОС, включая ПХБ).

Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) были выявлены в районе поселка Баренцбург и их содержание достигало 48,0 мкг/л. Содержание СПАВ в районе п. Пирамида было выявлено в районе отвалов и составляло 8,0 мкг/л.

Концентрации нефтяных углеводородов (НУ) в пробах, отобранных в районе поселка Баренцбург, находились в пределах от 6,40 до 31,6 мкг/л при среднем содержании 17,2 мкг/л. Содержание НУ в почвенных водах поселка Пирамида колебалось от 10,2 до 29,8 мкг/л при среднем содержании 20,0 мкг/л.

Из 16 определяемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в почвенных водах поселков Баренцбург и Пирамида были выявлены 12 индивидуальных ПАУ.

В пробах почвенных вод, отобранных в районе поселка Баренцбург, суммарное содержание ПАУ изменялось от 3,06 до 16,9 нг/л при среднем значении 9,97 нг/л. Наибольшие значение суммы ПАУ в почвенных водах было отмечено в районе склада №10. Суммарное содержание соединений группы ПАУ в почвенных водах, отобранных в районе поселка Пирамида, изменялось от 13,4 до 16,1 нг/л при среднем значении 14,7 нг/л. Наибольшее значение суммы ПАУ в почвенных водах было отмечено в районе отвалов пос. Пирамида.

Из определяемых хлорорганических соединений (ХОС) в почвенных водах в период наблюдений было зафиксировано наличие соединений группы ПХБ, их максимальное суммарное содержание достигало 1,94 нг/л в районе р. Грендалсэльва в окрестностях пос. Баренцбург и 0,94 нг/л в районе отвалов пос. Пирамида.

Для почвенных вод в районе расположения пос. Баренцбург превышение допустимых концентраций и уровней вмешательства, установленных «голландскими листами» (Neue Niederlandische Liste), составило: для кобальта до 1,7 ДК; никеля - до 14 ДК и до 2,8 УВ; бензола - до 2,97 ДК; толуола - до 3,33 ДК (склад стройматериалов); орто-ксилола - до 1,35 ДК. Содержание марганца в почвенных водах в 250 раз превышало установленные значения ПДК для рыбохозяйственных водоемов. Содержание остальных загрязняющих вществ составило десятые и сотые доли ДК. Для почвенных вод в районе расположения пос. Пирамида не наблюдалось превышений ДК, установленных «Neue Niederlandische Liste». Содержание ПАУ и ТМ достигало лишь десятых и сотых долей ДК.

По остальным нормируемым показателям превышений не выявлено. 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. Таким образом, согласно критериям санитарно-гигиенической оценки опасности загрязнения питьевой воды и источников водоснабжения химическими веществами, состояние почвенных вод районов пос. Баренцбург и Пирамида соответствует «относительно удовлетворительной ситуации».

В целом химический состав почвенных вод является характерным для верхнего деятельного слоя вод урбанизированных районов, одним из основных источником питания которых являются атмосферные осадки с заметным содержанием загрязняющих веществ.

Растительный покров

В растительном покрове территорий в районах расположения поселков Баренцбург и Пирамида 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 загрязняющих веществ, определенных для этих растений.

Уровни загрязнения растительного покрова изучаемого региона обусловлены несколькими факторами. Из-за отсутствия развитой корневой системы содержание загрязняющих веществ 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.

Максимальное суммарное содержание ПАУ для мхов было отмечено в образцах, отобранных в районе порта пос. Пирамида, а для сосудистых растений – в образцах, отобранных на фоновых территориях к западу от пос. Пирамида. В районе расположения свалки бытовых отходов наблюдалось максимальное суммарное содержание ПАУ как в образцах мхов, так и в образцах сосудистых растений.

Наибольшие значения содержания суммы ХОС во мхах и сосудистых растениях были отмечены в районе расположения вертолетной площадки, а также в районе расположения склада горношахтного оборудования (район отвала №1), где наблюдалось повышенное содержание хлорбензолов во мхах. В пос. Пирамида максимальные суммарные концентрации ХОС во мхах были отмечены в районе порта и в западной части поселка, в сосудистых растениях – в окрестностях озера Голубое.

В образцах растительности, как в образцах мха, так и в сосудистых растениях, отобранных в районе п. Баренцбург, были зафиксированы все определяемые тяжелые металлы, кроме олова, концентрации которого не превышали предела обнаружения (<0,1 мкг/г). В растительности, отобранной в районе п. Пирамида, были зафиксированы все определяемые тяжелые металлы, кроме олова, а также, кроме свинца и мышьяка в сосудистых растениях. Такие металлы как железо, марганец, цинк, медь, никель и хром были идентифицированы во всех мхах и сосудистых растениях.

Что касается загрязнения растительного покрова в целом, следует отметить, что относительно повышенные концентрации практически всех загрязняющих веществ были отмечены для мхов, более низкие – для сосудистых растений. Так, содержание кобальта во мхах превосходило таковое в сосудистых растениях в 6,3 раза в пос. Баренцбург и 11,6 раз в пос. Пирамида, хрома – в 3,6 и 5,4 раза, железа – в 8,5 и 9,2 раза. Суммарное содержание ПАУ во мхах превышало таковое в сосудистых растениях в среднем в 14 раз в пос. Баренцбург и 4,8 раза в пос. Пирамида, сумма ПХБ – в 3,7 и 11 раз соответственно, хлорбензолов – в 1,2 раза в пос. Баренцбург.

Уровни содержания ХОС в растительности исследуемого района были выше, чем в растительности других фоновых арктических регионов. Так, средняя концентрация суммы полихлорбензолов во мхах в окрестностях пос. Баренцбург превышала значения, характерные для мхов Арктических тундр в целом, в 1,1 раза, а в сосудистых растениях – в 2,2 раза. На участках фонового мониторинга среднее суммарное содержание ПХБ во мхах превышало

фоновые значения для Арктики в целом в 6,6 раза, в сосудистых растениях – в 2,2 раза. Во мхах, отобранных на территории самого пос. Баренцбург и его окрестностей, среднее содержание ПХБ превышало фоновые в 9,3 раза, в сосудистых растениях – в 4,9 раза. Максимальные значения суммы ПХБ наблюдались в растительности, отобранной в районе вертолетной площадки.

В пос. Пирамида среднее суммарное содержание полихлорбензолов во мхах превышало фоновое значение в 1,2 раза, а в сосудистых растениях – в 1,9 раза. На фоновом участке содержание суммарных ПХБ во мхах превышало характерные для Арктики фоновые значения в 2,0 раза, в сосудистых растениях – в 2,7 раза. Во мхах, отобранных на территории поселка Пирамида, среднее содержание ПХБ превышало фоновые в 18 раз, в сосудистых растениях – в 6,6 раза. Максимальное значение ПХБ было зафиксировано во мхах, отобранных в районе порта.

Уровни содержания полициклических ароматических углеводородов, а также тяжелых металлов (ртути, свинца и кадмия), в растительности территории пос. Баренцбург и его окрестностей были выше фоновых значений, характерных для других районов Арктики. Во мхах, отобранных на участках фонового мониторинга, среднее содержание суммарных ПАУ превышало фоновые значения в 7,8 раза, в сосудистых растениях – в 1,7 раза. На территории поселка Баренцбург и его окрестностей среднее содержание ПАУ во мхах превышало фоновые в 23,7 раза, в сосудистых растениях – в 4,0 раза. Максимальные значения ПАУ наблюдались в растительности, отобранной в районе свалки бытовых отходов.

Среднее содержание свинца на участках фонового мониторинга превышало значения, характерные для фоновых районов Арктики, в 1,2 раза для мхов и в 23,7 раза для сосудистых растений. Во мхах, отобранных в районе пос. Баренцбург и его окрестностей, среднее содержание свинца превышало фоновые значения в 1,4 раза, в сосудистых растениях – в 22,9 раза. Максимальные концентрации свинца наблюдались в растительности в районе вертолетной площадки.

Во мхах на участках фонового мониторинга, среднее содержание ртути превышало фоновые значения в 1,2 раза. На территории поселка Баренцбург и его окрестностей среднее содержание ртути во мхах превышало фоновые в 1,1 раза. Превышений содержания свинца относительно значений, характерных для фоновых районов Арктики, в образцах сосудистых растений не было выявлено.

Средние концентрации кадмия на участках фонового мониторинга превышали фоновые в 9,5 раз для сосудистых растений и в 1,4 раза для мхов. Во мхах в посёлке Баренцбург и его ближайших окрестностях среднее содержание кадмия превышало фоновые значения в 1,6 раза, в сосудистых растениях – в 4,2 раза.

В растительном покрове в районе порта поселка Пирамида содержание суммарных ПАУ превышало значения, характерные для фоновых районов Арктики, в 1,6 раза, в сосудистых растениях – в 3 раза. На территории поселка Пирамида и его окрестностей среднее содержание ПАУ во мхах превышало фоновые значения для Арктики в 2,7 раза, в сосудистых растениях – в 2 раза. Максимальные значения ПАУ наблюдались в растительности в районе порта.

Среднее содержание свинца во мхах на территории пос. Пирамида превышало значения, характерные для фоновых районов Арктики, в 9,6 раза. Во мхах, а также во всех сосудистых растениях на фоновых участках, содержание свинца не превышало фоновых значений для Арктики в целом.

Уровни суммарного содержания соединений группы ГХГЦ, группы ДДТ и группы ПХЦД не превышали фоновые значения, характерные для арктических регионов.

Таким образом, можно отметить, что доминирующими группами загрязняющих веществ в растительном покрове исследуемого района являются ПАУ и хлорорганические соединения, концентрации которых в наибольшей степени превышали известные фоновые уровни содержания данных веществ в растительном покрове. В отдельных районах отбора были отмечены случаи значительного превышения фоновых уровней содержания свинца, кадмия и ртути.

Выполненные в 2018 году наблюдения за характером загрязненности растительного покрова, показали, что также как и в период 2014-2017 гг. доминирующими группами загрязняющих веществ являлись хлорорганические соединения (ПХБ, ХБ и ДДТ), также ПАУ, при этом содержание хлорорганических соединений, в частности ДДТ, имеет тенденцию к уменьшению (рис. 4.66). Из тяжелых металлов отмечалось повышенное содержание свинца.

Рис. 4.66. Изменение средних концентраций ДДТ в растительности за период 2014-2018 гг.

В целом, полученные по результатам мониторинга загрязнения данные показали, что содержание основных групп загрязняющих веществ в компонентах природной среды в районе расположения пос. Баренцбург и пос. Пирамида является характерным для районов развития угледобывающей промышленности и не является критическим.

В 2018 г. по сравнению с предыдущим периодом наблюдений (2014-2017 гг.) уровни загрязнения компонентов природной среды (атмосферный воздух, снежный покров, морские воды и воды водоемов суши и растительный покров) в районе расположения поселка Баренцбург и его окрестностей уменьшились.

Заключение

Подразделениями Росгидромета в 2018 г. так же, как и на протяжении ряда десятилетий, проводились регулярные наблюдения за параметрами абиотической составляющей природной среды, гелиогеофизической 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.

По характеру изменения основных индексов солнечной активности 2018 г. относится к ветви спада солнечной активности текущего 24-го (с условного начала отсчета в 1775 г.) 11-летнего солнечного цикла. В 2018 г. интегральная солнечная активность в течение всего периода соответствовала «низкому» уровню.

В 2018 г. было выпущено 54 предупреждения о неблагоприятных гелиогеофизических условиях (PRESTO), все предупреждения – о возмущениях магнитного поля Земли.

В 2018 г. в целом на территории РФ было отмечено 1040 опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), включая агрометеорологические и гидрологические. Это на 50 (4%) ОЯ меньше, чем в рекордном 2008 г., и на 133 (15%) ОЯ больше, чем в предыдущем году. По сравнению с 2017 г. в 2018 г. количество зарегистрированных ОЯ и комплексов неблагоприятных метеорологических явлений (КМЯ) в Уральском, Северо-Кавказском, Южном и Сибирском федеральных округах увеличилось на 4-31%, а в остальных федеральных округах уменьшилось на 0-23%. По количеству ОЯ (465), нанесших значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения, 2018 год стал третьим по этому показателю за последние 23 года. Число непредусмотренных ОЯ в 2018 г. составило 20 случаев.

2018 г. был теплым: 9-м в ряду с 1936 г., средняя по РФ аномалия температуры составила +1.58°С (базовый период 1961-1990 гг.).

Потепление продолжалось на всей территории России в целом за год и во все сезоны. Скорость роста осредненной по России среднегодовой температуры составила 0,47°С/10 лет (вклад в общую изменчивость – 50%). Наиболее быстрый рост наблюдался весной (0,61°С/10 лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделялся летом (0,41°С/10 лет: описывает 64% суммарной дисперсии). Минимальное потепление в среднем за год наблюдалось на юге Сибири.

В целом по России осадки составили 104% нормы. На АТР выделялись влажная весна (118% сезонной нормы) и осень (115%). Значительный избыток осадков отмечался в марте: в целом по РФ выпало 159%. В июне на большей части страны наблюдался дефицит осадков, особенно на ЕТР: 22% нормы выпало в Южном, 50% - в Северо-Кавказском, 58% - в Центральном, 70% - в Приволжском федеральных округах. Существенный дефицит отмечался и в Средней Сибири: 72% нормы.

Средняя скорость роста годовых сумм осадков в целом по территории России за 1976-2018 гг. составила 2,2%/10 лет (тренд значим на уровне 1%). Рост осадков происходил во все сезоны. Наиболее значительный рост сезонных сумм осадков наблюдался весной (5,9%/10 лет, вклад в дисперсию составил 36%). Следует отметить продолжающуюся тенденцию убывания летних осадков на ЕТР: около —4%/10 лет – в Центральном и Приволжском, — 4,9%/10 лет – в Южном федеральных округах.

Первый снег зимой 2017-2018 гг. на ЕТР выпал позже среднеклиматических сроков на 5-10 дней в северных и северо-восточных районах, в Прикамье, а также на большей части Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. В Поволжье снег появился на 10-20 дней раньше. На АТР раньше обычных сроков снежный покров выпал на большей части Западной Сибири, Красноярского края, в Иркутской и Амурской областях, в южных районах Якутии и на севере Камчатского края. В Омской области первый снег лег уже 4-6 октября, что на 12-20 дней раньше климатических сроков. На арктических побережьях Ямала и Таймыра, севере Якутии, в Чукотском АО и Магаданской области из-за очень теплой погоды в октябре-ноябре снежный покров появился гораздо позже климатических сроков. На ЕТР весна запоздала почти на месяц, на АТР, наоборот, немного опережала многолетние сроки. Накопленные к началу марта запасы воды в снежном покрове на ЕТР в бассейне р. Волги в целом были на 47 мм меньше, чем в 2017 г., и составили 81% нормы. В бассейнах р. Дон выше Цимлянского водохранилища и р. Хопер запасы воды в снеге в начале марта были близкими к норме, но на 25-30% меньше, чем в 2017 г. На северо-западе страны снегозапасы в бассейнах рек Нарвы и Волхова составили 92% нормы. В бассейнах рек и водохранилищ Сибири запасы воды в снеге в начале марта преимущественно составляли 113–152% нормы, лишь в бассейнах Верхней Оби и Тобола - 66 и 68% нормы соответственно.

Водные ресурсы Российской Федерации в 2018 г. составили 4622,6 км^3, превысив среднее многолетнее значение на 8,8%. Большая часть этого объёма – 4403,8 км^3 – сформировалась в пределах России, и 218,8 км^3 воды поступило с территорий сопредельных государств. На реках Северо-Западного, Центрального, Приволжского, Уральского и Дальневосточного федеральных округов наблюдалась повышенная водность, в Южном, Северо-Кавказском и Сибирском федеральных округах водность приближалась к среднемноголетней норме. Снижение речного стока отмечалось для рек: Дон, Кубань, Енисей. На остальных крупнейших реках с разной степенью отклонения от среднего многолетнего значения наблюдалось превышение речного стока.

Результаты выполненной оценки антропогенных выбросов и абсорбции (поглощения) парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, показывают, что распределение выбросов по секторам с 2013 г. не претерпело существенных изменений. Доминирующую роль продолжает играть энергетический сектор. Практически не изменились вклады промышленности и сельского хозяйства. Выбросы, связанные с обращением с отходами производства и потребления, демонстрируют непрерывный рост, вследствие чего доля сектора «Отходы» в совокупном выбросе увеличилась.

По данным станции Териберка (Кольский полуостров, побережье Баренцева моря) за десятилетний период с 2008 по 2018 гг. атмосферная концентрация CO_2 и CH_4 увеличилась на 5,9% (23 млн$^{-1}$) и 3% (56 млрд$^{-1}$) соответственно. Уровень концентрации CO_2 в атмосфере северных широт достиг в 2018 г. нового максимума. Его среднегодовое значение превысило 410 млн$^{-1}$ для всех фоновых станций, максимальные за год концентрации 415 млн$^{-1}$. Вместе с тем, рост концентрации CO_2 с 2017 по 2018 гг. снизился по сравнению с предыдущими двумя годами и приблизился к средней за десятилетний период скорости роста (равной 2,2 млн$^{-1}$/год согласно Бюллетеню ВМО по парниковым газам). В 2018 г. рост концентрации CH_4 также уменьшился по сравнению с периодом повышенного роста (2014 – 2017 гг.). Среднегодовое значение CH_4 увеличилось на 3.3 млрд$^{-1}$ на станции Териберка и 3,7 млрд$^{-1}$ на станции Тикси (Арктическое побережье, море Лаптевых, залив Сого) без учета аномальных значений в августе 2018 г. Повышенные уровни концентрации и амплитуда сезонного хода на станции Новый Порт (полуостров Ямал, берег Обской губы) свидетельствуют о влиянии региональных источников. Избыток концентрации метана над фоновым уровнем составил около 4%, концентрация CO_2 превышала фоновые значения на 1%.

В течение 2018 г. во всех регионах наблюдались значительные периоды с аномально низкими и аномально высокими значениями озона. При этом его среднегодовое значение было близко к норме и существенно выше значения 2017 г.

В 2018 г. по данным наблюдений на станциях фонового мониторинга химического состава осадков и состава атмосферы, входящих в качестве региональных в состав сети Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО, содержание отдельных ионов, минерализация, удельная электропроводность и величина pH мало отличалось от среднемноголетних годовых значений.

В большинстве федеральных округов, кроме Южного, концентрация сульфатов в атмосферных осадках в 2018 г. снизилась или сохранилась на прежнем уровне. В Южном федеральном округе концентрации сульфатов увеличились с 4,3 до 5,3 мг/л.

Общая картина распределения средних значений pH (показателя кислотности атмосферных осадков) в регионах РФ в 2014–2018 гг. свидетельствует об отсутствии масштабных процессов закисления атмосферных осадков. Практически все значения pH осадков, осреднённые по федеральным округам, находились в интервале от 5,6 до 6,5 ед. pH, составляя от 60 до 80% во всех округах, кроме Приволжского и Центрального, в которых частота осадков для этого интервала pH не превышала 50%. В 2018 г. повторяемость осадков с величиной pH>6,5 в большинстве федеральных округов снизилась до 20%, но сохранилась достаточно высокой в Центральном и Приволжском, достигая 30-35%. Осадки с величиной pH<5,6 выпадали в 10% от общего числа случаев. Для всех федеральных округов, кроме Центрального и Приволжского, рост частоты выпадений осадков в интервале pH от 5,6 до 6,5, скорее всего, связан с «подщелачивающим» свойством гидрокарбонатов.

Анализ всей совокупности данных наблюдений показал, что в последние 10 лет радиационная обстановка на территории Российской Федерации была спокойной и в 2018 г. по сравнению с 2017 г. существенно не изменилась.

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

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.

По результатам мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в 2018 г. в 46 городах (21% городов) качество атмосферного воздуха характеризовалось высоким или очень высоким уровнем загрязнения, при этом около 60% городов расположены в Сибирском федеральном округе.

В 37 городах с населением 12,6 млн. человек были отмечены максимальные концентрации примесей выше 10 ПДК. Всего за 2018 г. было зарегистрировано 219 случаев превышения 10 ПДК загрязняющих веществ. В 143 городах (58% городов, где проводятся регулярные наблюдения) с населением 56 млн. жителей средняя за год концентрация какой-либо примеси превышала 1 ПДК. В 56 городах (31% городов, где проводятся наблюдения) воздух был загрязнен бенз(а)пиреном, поступающим в атмосферу при сгорании топлива, средние за год концентрации данной примеси превышали 1 ПДК. В 49 городах (27%) максимальные из среднемесячных (среднесуточных) концентрации бенз(а)пирена превышали 5 ПДК.

Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения в 2018 г. включал 22 города с населением 5,1 млн. жителей. В него вошли: 7 городов - с предприятиями черной, цветной и алюминиевой промышленности, 7 городов — с предприятиями машиностроения, 9 городов — с предприятиями лесной и деревообрабатывающей промышленности, 4 города — с предприятиями угольной и горнодобывающей промышленности, 7 городов — с предприятиями химической и нефтеперерабатывающей промышленности, 3 города — с предприятиями целлюлозно-бумажной промышленности, а также 5 городов, где основными источниками выбросов являются предприятия топливно-энергетического комплекса.

Все города Приоритетного списка расположены на территории Азиатской части России, которая характеризуется особо неблагоприятными для рассеивания примесей метеорологическими условиями, что приводит к росту уровней загрязнения воздуха городов.

Тенденция изменения загрязнения воздуха показывает, что за период 2014–2018 гг. средние за год концентрации взвешенных веществ не изменились, диоксида серы, диоксида азота, оксида азота и оксида углерода снизились на 3–16%, бенз(а)пирена и формальдегида увеличились на 4-9%.

Атмосферные выбросы загрязняющих веществ в городах и на трассах федерального значения приводят к образованию вокруг них ареалов с загрязнением почв токсикантами промышленного и транспортного происхождения.

Результаты наблюдений с 2010 по 2018 гг. показали, что к опасной категории загрязнения почв металлами относятся почвы участка многолетних наблюдений г. Свирск (свинец, медь, цинк, кадмий) Иркутской области; почвы однокилометровой зоны вокруг ОАО «СУМЗ» в г. Ревда (медь, свинец, кадмий, цинк), почвы гг. Кировград (цинк, свинец, медь, кадмий) и Реж (никель, кадмий, хром, кобальт) Свердловской области.

В Дальневосточном федеральном округе наблюдения с 2010 по 2018 гг. показали, что к умеренно опасной категории загрязнения почв тяжелыми металлами (ТМ) относятся почвы вокруг населенных пунктов Приморского края: г. Дальнегорск (свинец, цинк), с. Рудная Пристань (свинец) и п. Славянка (цинк). Тенденции к накоплению ТМ в обследованных в 2018 г. почвах не было выявлено. Максимальное содержание бенз(а)пирена на уровне 6 ПДК было отмечено в почве г. Находка и 46 ПДК в г. Партизанске Приморского края.

В Уральском федеральном округе умеренно опасной категории загрязнения почв комплексом ТМ соответствуют почвы городов: Асбест(никель), Первоуральск (медь, свинец), Верхняя Пышма (медь), Полевской (медь), Ревда (медь).

В Сибирском федеральном округе опасная категория загрязнения почв в 2018 г. была зарегистрирована в г. Свирск (свинец), умеренно опасная – в г. Слюдянка (никель, кобальт, свинец), г. Черемхово (свинец, медь, цинк).

В Приволжском федеральном округе к умерено опасной категории загрязнения почв ТМ относятся почвы однокилометровых зон вокруг источников выбросов в городах Республики Башкортостан: Баймак (медь, цинк), Белорецк (медь, цинк, свинец), Сибай (медь, кадмий, цинк, свинец), Учалы (цинк, медь, кадмий, свинец), Кумертау (медь, кадмий, цинк, свинец, никель) и почвы г. Давлеканово (кадмий, свинец); в Нижегородской области: Дзержинск (свинец, цинк), Нижний Новгород (цинк, медь, железо); в Оренбургской области: Орск (медь, свинец, кадмий); в Кировской области: Кирово-Чепецк (свинец, кадмий).

В Северо-Кавказском федеральном округе выполненное ранее рекогносцировочное обследование состояния почв, прилегающих к основным источникам загрязнения ТМ в г.о. Владикавказ (Республика Северная Осетия – Алания) показало, что почвы города загрязнены кадмием, медью, мышьяком, никелем, свинцом, цинком и относятся к умеренно опасной категории загрязнения ТМ.

Почвы, обследованные в других федеральных округах, относились к категории умеренно опасных или ТПП не были выявлены.

В 2018 г. участки, почва которых загрязнена пестицидами выше установленных гигиенических нормативов, были зафиксированына территории 8 субъектов Российской Федерации (в 2017 г. - на территории 10 субъектов). В четырех из них: Курской, Оренбургской, Пензенской, Самарской областях отмечалось загрязнение по 2 и более видам пестицидов. 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, 2,4-Д, ТХАН и далапоном. При сравнении данных наблюдений за предыдущие годы отмечается уменьшение как количества субъектов с загрязненными территориями, так и видов пестицидов, вносящих вклад в загрязнение.

Анализ качества поверхностных вод по гидрохимическим показателям показал, что в 2018 г. по сравнению с 2017 г. качество воды на водных объектах с высоким уровнем загрязненности мало изменилось. Количество створов с высоким уровнем загрязненности воды на водных объектах РФ сохранилось прежним. Наиболее высокий уровень загрязненности воды водных объектов в 2018 г. отмечался фенолами, нефтепродуктами, соединениями железа, меди, цинка, магния, алюминия, марганца, сульфатами, хлоридами, по которым наблюдалось превышение уровней в 10, 30, 50 и 100 ПДК; метанолом, соединениями никеля – 10, 30 и 50 ПДК; лигносульфонатами, фторидами – 10, 30 ПДК; соединениями кадмия, магния, дитиофосфатами – 10 ПДК.

В период с 2014 по 2018 гг. состояние наблюдаемых экосистем рек, озер и водохранилищ в России по гидробиологическим показателям сохранялось на стабильном уровне, кардинальных изменений в таксономическом составе и структуре сообществ, а также для градации состояния экосистем не было выявлено.

Как и в предыдущие годы, наиболее распространенными загрязняющими веществами в водных объектах на границе Российской Федерации являлись органические вещества и соединения металлов (железо, медь, марганец). В целом за период 2014–2018 гг. максимальное количество большинства определяемых химических веществ поступило на территорию России из Казахстана со стоком р. Иртыш, органических веществ – из Финляндии со стоком р. Вуокса, общего фосфора – из Украины со стоком р. Северский Донец, общего железа – из Китая со стоком р. Раздольная, соединений никеля и общего хрома – из Монголии со стоком р. Селенга.

Анализ данных наблюдений за загрязнением морских вод и донных отложений по гидрохимическим показателям, полученных в 2018 г., показал, что в шельфовых зонах морские воды РФ изменялись по качеству от «чистых» до «грязных». «Грязные» воды наблюдались на следующих акваториях: Невской губы Балтийского моря, бухты Золотой Рог, пролива Босфор Восточный Японского моря и в устьевой области р. Кубань (гирла лиманов) Азовского моря. В бухте Диомид и Уссурийском заливе Японского моря качество вод улучшилось от «грязных» до «загрязненных».

Как и в предыдущие годы, донные отложения были наиболее загрязнены в бухте Золотой Рог в заливе Петра Великого. Так, среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в 2018 г. превысила допустимый уровень концентрации в 336 раз.

Наиболее «чистые» воды наблюдались в следующих акваториях: шельфовая зона побережья Крыма, прибрежная зона Черного моря от Анапы до Туапсе Кандалакшский залив Белого моря, район пос. Пригородное Охотского моря,

Татарский пролив Японского моря в районе г. Александровск. Прибрежные воды от Адлера до Сочи по отдельным станциям оценивались от «чистых» до «умеренно загрязненных».

Гидробиологические наблюдения в 2018 г. проводились в морях: Балтийском, Лаптевых, Японском и Черном. В период 2017-2018 гг. состояние наблюдаемых прибрежных морских акваторий России сохранялось на постоянном уровне, кардинальных изменений в таксономическом составе и структуре сообществ, а также градации состояния экосистем не было выявлено.

Анализ всего массива данных, полученных в результате регулярных наблюдений за загрязнением окружающей среды Российской Федерации в 2018 г., свидетельствует, что на ряде территорий и акваторий страны по-прежнему сохраняются повышенные уровни загрязнения, обусловленные поступлением загрязняющих веществ в окружающую среду от объектов промышленности и энергетики, строительства и жилищно-коммунального хозяйства, транспорта, а также в ходе обращения с отходами производства и потребления.

Значимого улучшения качества атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвенного покрова в городах и промышленных центрах, где проживает большая часть населения страны, в 2018 г. по сравнению с предшествующим периодом не произошло. Это обусловлено отсутствием эффективного экономического механизма предотвращения загрязнения, стимулирующего субъекты хозяйствования сокращать выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, а также ограниченными ресурсами, сдерживающими перевод объектов на работу по наилучшим доступным технологиям, а также внедрение современного пыле-газо- и водоочистного оборудования, установок и сооружений.

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: info@gidrohim.com

2. **Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод Российской Федерации по гидробиологическим показателям**

   ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А.Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ»)
   107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
   Факс: +7 (499) 160-08-31
   E-mail: an_roman(at)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 имени академика Ю.А.Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ»)
   107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
   Факс: +7 (499) 160-08-31
   E-mail: an_roman(at)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@rpatyphoon.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 имени академика Ю.А.Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ»)
    107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
    Факс: +7 (499) 160-08-31
    E-mail: an_roman(at)igce.ru

11. **Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации**

    ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А.Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ»)
    107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
    Факс: +7 (499) 160-08-31
    E-mail: an_roman(at)igce.ru

Список авторов

РАЗДЕЛ 1

1.1.	ФГБУ «ИПГ»	Денисова В.И.
1.2.	ФГБУ «Гидрометцентр России»	Голубев А.Д., Сидоренков Н.С.
	УГНС Росгидромета	Жемчугова Т.Р.
1.3.-1.4.	ФГБУ «ИГКЭ»	Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я., Платова Т.В., Самохина О.Ф.
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.	УМСЗ Росгидромета НИУ Росгидромета	Пешков Ю.В., Котлякова М.Г., Красильникова Т.А.
2.2.1.	ФГБУ «ИГКЭ»	Нахутин А.И., Гитарский М.Л., Романовская А.А., Гинзбург В.А., Говор И.Л., Грабар В.А., Григурина Т.В., Имшенник Е.В., Карабань Р.Т., Коротков В.Н., Вертянкина В.Ю., Лытов В.М., Полумиева П.Д., Трунов А.А.
2.2.2.	ФГБУ «ГГО»	Парамонова Н.Н., Привалов В.И., Ивахов В.М.
2.3.1.		Русина Е.Н., Боброва В.К.
2.3.2.		Соколенко Л.Г., Зайнетдинов Б.Г.
2.3.3.	ФГБУ «ЦАО»	Вязанкин А.С., Цветкова Н.Д., Банкова Т.В., Кирюшов Б.М., Лукьянов А.Н., Глазков В.Н., Юшков В.А.
2.3.3.1.	ФГБУ «ГГО»	Соломатникова А.А., Шаламянский А.М., Ромашкина К.И., Павлова К.Г.
2.3.4.	ФГБУ «ИГКЭ»	Парамонов С.Г., Которова М.С., Жигачева Е.С., Иванов В.А., Конькова А.С.
2.3.5.-2.3.6.	ФГБУ «ГГО»	Першина Н.А., Полищук А.И., Павлова М.Т., Семенец Е.С.
2.3.6.1.	ФГБУ «ИГКЭ»	Беспалов М.С., Манзон Д.А., Кузовкин В.В., Черногаева Г.М.
2.3.7.		Парамонов С.Г., Бурцева Л.В., Конькова Е.С., Которова М.С., Пастухов Б.В., Позднякова Е.А.
2.3.8.		Брускина И.М., Громов С.А., Конькова Е.С., Которова М.С.
2.3.9.		Громов С.А., Жигачева Е.С., Трифонова-Яковлева А.М.
	ФГБУН «ЛИН СО РАН»	Ходжер Т.В., Голобокова Л.П., Нецветаева О.Г., Оболкин В.А.
2.3.10.	ФГБУ «ИГКЭ»	Черногаева Г.М., Кухта А.Е.
2.4.1.		Парамонова Т.А., Парамонов С.Г., Которова М.С.
2.4.2.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Павлова Н.Н., Лукьянова Н.Н.
2.5.1.	ФГБУ «ГХИ»	Лобченко Е.Е., Емельянова В.П., Первышева О.А., Комарова Е.В., Семка В.А., Сейтуева Э.З.
2.5.2.	ФГБУ «ИГКЭ»	Парамонов С.Г., Бурцева Л.В., Пастухов Б.В.
2.6.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Гниломедов В.Д., Зубачева А.А.

РАЗДЕЛ 3

3.1.	ФГБУ «ГГО»	Ануфриева А.Ф., Загайнова М.С., Ивлева Т.П., Любушкина Т.Н., Смирнова И.В.
3.2.1.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Павлова Н.Н., Лукьянова Н.Н., Башилова Н.И.
3.2.2.		Лукьянова Н.Н., Цыцарева А.А
3.3.1.	ФГБУ «ГХИ»	Лобченко Е.Е., Емельянова В.П., Ничипорова И.П., Лямперт Н.А., Первышева О.А., Комарова Е.В., Семка В.А.
3.3.2.	ФГБУ «ИГКЭ»	Потютко О.М., Лазарева Г.А., Быкова И.В., Кандыба И.В., Буйволов Ю.А.
3.3.3.		Жадановская Е.А.
3.3.4.	ФГБУ «ГХИ»	Матвеева Н.П., Коротова Л.Г., Якунина О.В.
3.3.5.	ФГБУ «ГОИН»	Коршенко А.Н., Постнов А.А., Крутов А.Н., Костылева А.В., Аляутдинов А.Р., Жохова Н.В., Погожева М.П., Щербаков К.А., Матвейчук И.Г.
3.3.6	ФГБУ «ИГКЭ»	Потютко О.М., Буйволов Ю.А., Ясакова О.Н., Колесников М.В., Погожева М.П.
	ФГБУ «ГОИН»	Коршенко А.Н.

РАЗДЕЛ 4

4.1.	ФГБУ «Центральное УГМС»	Фурсов Н.А., Трифиленкова Т.Б., Струкова В.П., Семенова Т.В., Маркин О.Д., Костогладова Н.Н., Родионова Н. А.
	ФГБУ «ИГКЭ»	Жадановская Е.А., Малеванов Ю.А.
4.2.1.	ФГБУ «ГХИ»	Матвеев А.А., Аджиев Р.А.
4.2.2.		Аниканова М.Н., Аджиев Р.А.
4.2.3.		Резников С.А.
4.2.4.		Якунина О.В.
4.2.5.		Тезикова Н.Б.
4.3.	ФГБУ «ИГКЭ»	Черногаева Г.М., Журавлёва Л.Р., Малеванов Ю.А.
4.3.1.	ФГБУ «ААНИИ»	Алексеев Г.В., Радионов В.Ф.
	ФГБУ «ИГКЭ»	Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я., Самохина О.Ф.
	ФГБУ «ГГИ»	Гусев С.И., Куприёнок Е.И.
4.3.2.	ФГБУ «ГГО»	Соломатникова А.А., Шаламянский А.М., Ромашкина К.И., Павлова К.Г.
		Русина Е.Н., Боброва В.К.
		Соколенко Л.Г., Зайнетдинов Б.Г.
		Парамонова Н.Н., Привалов В.И., Ивахов В.М.
		Першина Н.А., Полищук А.И., Павлова М.Т., Семенец Е.С.
		Ануфриева А.Ф., Загайнова М.С., Ивлева Т.П., Любушкина Т.Н., Смирнова И.В.
	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Гниломедов В.Д.
	ФГБУ «ГХИ»	Лобченко Е.Е., Комарова Е.В., Семка В.А.
	ФГБУ «ИГКЭ»	Потютко О.М. Кандыба И.В., Буйволов Ю.А.
		Беспалов М.С., Манзон Д.А., Кузовкин В.В., Черногаева Г.М.
4.4.	Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун»	Демин Б.Н., Демешкин А.С., Бажуков К.А., Сторожилова А.В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФГБУ «ИГКЭ»	Черногаева Г.М.

Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)

**ОБЗОР СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2018 ГОД**

© Росгидромет, 2019 г.

Подписано в печать 18.07.2019.
Формат 60x90/8. Бумага офсетная. Печать офсетная.
Усл. печ. л. 26,80. Тираж 450 экз. Заказ № 2552.2.

Отпечатано в типографии ООО «Принт».
426035, г. Ижевск, ул. Тимирязева, 5.
тел. (3412) 56-95-53