

**ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
(РОСГИДРОМЕТ)**

О Б З О Р
СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗА 2023 ГОД

МОСКВА

2024

УДК 504.5:502.2(470+571)(058)«2023»
ISBN

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

Редакционная комиссия: Г.М. Черногаева, 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 2023 г. 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» и его Северо-Западный филиал, 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 "АНИИ")», а также ФГБУ «Центральное УГМС».

Обобщение материалов выполнено ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля» и Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ Росгидромета.

Обзор предназначен для широкой общественности, ученых и практиков природоохранной сферы деятельности. С Обзором можно ознакомиться на сайте Росгидромета <https://www.meteorf.gov.ru/product/infomaterials/90/> и на сайте ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А. Израэля» <http://downloads.igce.ru/publications/reviews/review2023.pdf>.

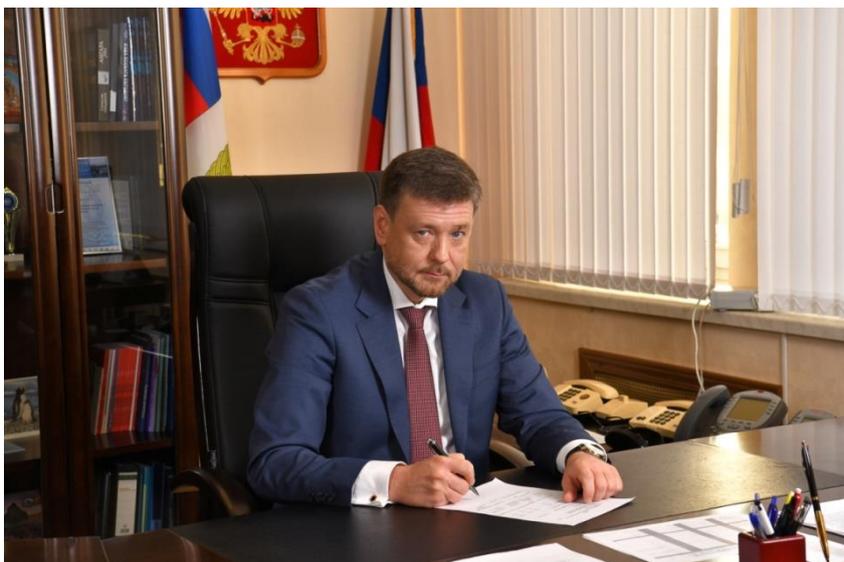
Дизайн обложки Д. Черногаев

- © Росгидромет, 2024 г.
- © Перепечатка любых материалов из Обзора только со ссылкой на Росгидромет

Содержание

1. Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности года	6
1.1. Гелиогеофизическая обстановка	6
1.2. Опасные гидрометеорологические явления	9
1.3. Температура воздуха	11
1.4. Атмосферные осадки	14
1.5. Снежный покров	17
1.6. Водные ресурсы	19
2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему и состояние окружающей среды	27
2.1. Характеристика государственной сети наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды	27
2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему	29
2.2.1. Эмиссия парниковых газов	29
2.2.2. Содержание CO ₂ и CH ₄ в атмосфере	30
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	36
2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями	39
2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ	40
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	54
2.3.6.1. Загрязнение и закисление снежного покрова в регионах Российской Федерации ...	60
2.3.7. Фоновое загрязнение атмосферных осадков (по данным сети СКФМ)	63
2.3.8. Загрязнение воздуха и осадков по данным станций ЕМЕП	65
2.3.9. Загрязнение воздуха и осадков по данным станций ЕАНЕТ	67
2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности	69
2.4.1. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности (по данным сети СКФМ)	69
2.4.2. Фоновые массовые доли химических веществ в почвах в региональном аспекте	72
2.5. Фоновое загрязнение поверхностных вод (по данным сети СКФМ)	73
2.6. Радиационная обстановка на территории России	74
2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха	74
2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод	75
2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов	76
3. Загрязнение окружающей среды регионов России	77
3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов	77
3.1.1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха	77
3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха	78
3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах	81
3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха на территориях субъектов, включая новые, и федеральных округов Российской Федерации	84
3.2. Загрязнение почвенного покрова	87
3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения	87

3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов.....	93
3.3. Загрязнение поверхностных вод	97
3.3.1. Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям	97
на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации	97
3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов	119
3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации	121
3.3.4. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ	123
3.3.5. Загрязнение морских вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям....	126
3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских вод	141
4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных территорий	145
4.1. Московский регион	145
4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха	145
4.1.2. Загрязнение почвенного покрова	146
4.1.3. Загрязнение поверхностных вод	147
4.1.4. Характеристика радиационной обстановки	149
4.2. Озеро Байкал	151
4.2.1. Гидрохимические наблюдения за качеством поверхностных вод	151
4.2.2. Состояние донных отложений	154
4.2.3. Гидробиологические наблюдения на озере	157
4.2.4. Характеристика поступления загрязняющих веществ с водным стоком основных притоков оз. Байкал	158
4.2.5. Комплексное обследование загрязнения окружающей среды в районе г. Байкальска ..	159
4.3. Арктическая зона Российской Федерации	165
4.3.1. Особенности климатического режима года	167
4.3.2. Комплексная оценка состояния и загрязнения окружающей среды в Арктической зоне Российской Федерации	173
4.4. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в районе пос. Баренцбург и прилегающих территорий.....	201
Заключение	209
Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета	213



Предисловие

Представленные в данном Обзоре обобщенные характеристики и оценки состояния абиотических составляющих 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.

Выявленные по результатам выполненного анализа данных наблюдений превышения нормативов качества 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) загрязняющих 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

И.А. Шумаков

1. Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности года

1.1. Гелиогеофизическая обстановка

2023 г. соответствовал продолжению роста 25 солнечного цикла в 11-летних циклах солнечной активности, начавшегося в 2021 г.

На рис. 1.1 представлен прогноз для 25 солнечного цикла. Прогнозируется, что 25 солнечный цикл может быть несколько сильнее 24 солнечного цикла. Количество солнечных пятен в феврале 2023 г. - очередной признак того, что 25 солнечный цикл превысит прогнозы. Фактически, 25 солнечный цикл превосходит официальные прогнозы уже более 35 месяцев подряд.



Рис. 1.1. Изменение сглаженных чисел Вольфа по данным Центра прогнозирования космической погоды

На рис. 1.2 представлены более подробные данные (среднемесячные значения чисел Вольфа) за период с 2012 по 2024 гг. и прогноз на 2024-2025 гг.

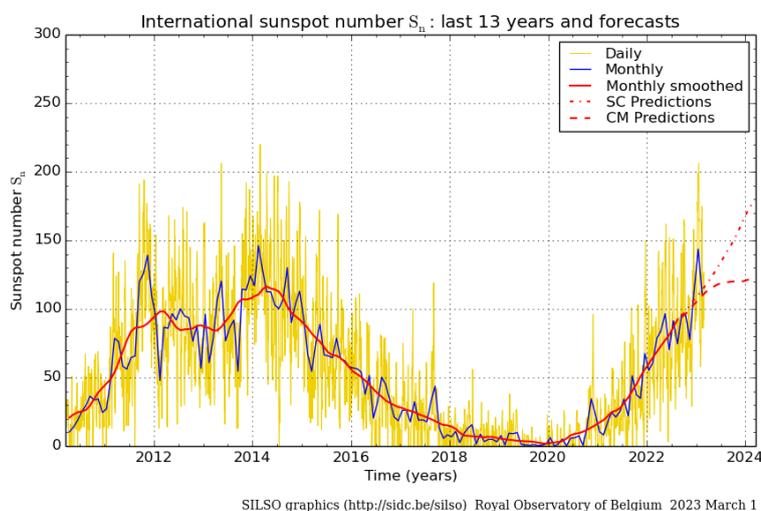


Рис. 1.2. График изменения среднемесячных значений чисел Вольфа

Из данных рисунка видно, что максимум солнечной активности ожидается не ранее 2024 г. или 2025 г., поэтому у солнечного цикла есть достаточно времени, чтобы усилиться еще больше, увеличивая количество и интенсивность рентгеновских вспышек, геомагнитных бурь и полярных сияний, в том числе и на средних широтах.

Учитывая продолжающийся рост внимания Всемирной метеорологической организации (WMO) к поискам связи солнечной активности с климатом, аномальный по уровню активности период 24 солнечного цикла и начавшийся новый 25 солнечный цикл могут стать важными источниками пополнения базы данных для этих исследований.

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 2023 г. интегральная солнечная активность в течение 9 суток соответствовала «высокому» уровню, в течение 324 суток - «умеренному», а в течение 32 суток - «низкому» уровню. Для сравнения в 2022 г. интегральная солнечная активность в течение 187 суток соответствовала «умеренному» уровню, в течение 178 суток - «низкому» уровню.

В таблице 1.1 приведены сравнительные данные интегральной солнечной активности в период с 2010 по 2023 гг.

Таблица 1.1. Сравнительные данные уровня интегральной солнечной активности в период с 2010 по 2023 гг.

Уровень	Год/Количество суток													
	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011	2010
Высокий уровень	9	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3	0	0	0
Умеренный уровень	324	187	17	1	0	0	7	102	120	287	200	173	153	0
Низкий уровень	32	178	348	365	365	265	368	264	245	62	162	193	212	365

В 2023 г. значения среднемесячных чисел Вольфа (W) изменялись в пределах W=23 - 209 (в 2022 г. W=57 - 110), вариации среднемесячных значений потока радиоизлучения Солнца F на длине волны $\lambda=10,7$ см находились в диапазоне 118 - 343 солнечных потоковых единиц F.U.

Интегральная солнечная активность в 2023 г. стала значительно выше предыдущих лет.

На российском геостационарном гидрометеорологическом космическом аппарате «Электро-Л» №3 установлен гелиогеофизический аппаратный комплекс ГГАК, в состав которого входит прибор для измерения рентгеновского излучения (ДИР). На рис. 1.3 показаны вспышки, зарегистрированные данным прибором в период с 25 февраля по 5 марта 2023 г.

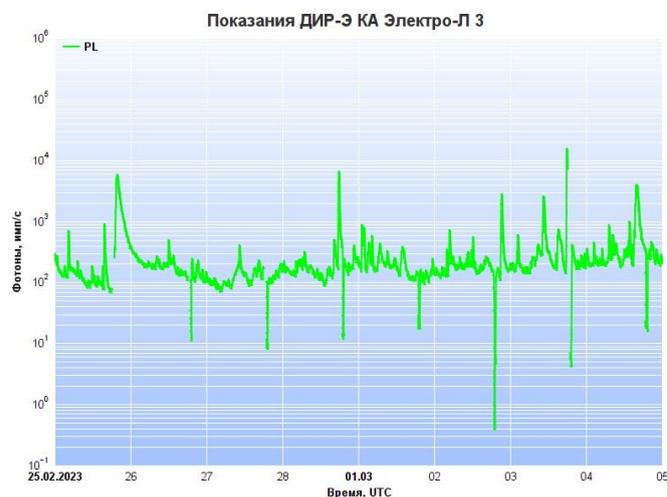


Рис. 1.3. Зарегистрированные КА «Электро-Л» №3 вспышки в рентгеновском диапазоне в период с 25 февраля по 5 марта 2023 г.

Состояние магнитного поля Земли

В 2023 г. геомагнитное поле Земли в течение 298 суток менялось от спокойного до очень спокойного (оценка по АрMos), было возмущено в течение 67 суток (в 2022 г. - 75 суток), по интенсивности возмущения геомагнитного поля (сильно возмущенное (2 суток) и умеренно возмущенное (8 суток)) в 3,3 раза сильнее, чем в 2022 г. (умеренно возмущенное (3 суток)).

Наиболее ярким событием 2023 г. была геомагнитная буря, зарегистрированная 23-24 апреля.

Во второй половине суток 23 апреля 2023 г. наземными магнитными станциями ГНС Росгидромета и спутниковой группировкой ГГКС «Электро» и высокоэллиптическим гидрометеорологическим КА «Арктика-М» №1 было зарегистрировано сильное возмущение геомагнитного поля, которое продолжалось в течение 24 апреля.

По данным ФГБУ «Мурманское УГМС» 23 апреля отмечались периоды ухудшения условий КВ-радиосвязи: на трассах Кольского полуострова до 17 часов; северного и восточного направлений до 18 часов; южного направления до 10 часов; 24 апреля в течение суток (24 часа) по всем направлениям.

Полярные сияния наблюдались не только в арктическом регионе, но и опустились до 50-60° северной широты, то есть до средних широт (рис. 1.4).

Основными источниками магнитных бурь (88 бурь) в 2023 г. были выбросы корональной массы и корональные дыры одновременно и по отдельности, а также возмущения вспышечного характера.

В 2023 г. данные о состоянии магнитного поля в высоких широтах поступали в Гелиогеофизическую Службу с семи наземных магнитных станций:

- Баренцбург, остров Визе, расположенных в зоне Полярная шапка ($\varphi=80^\circ$);

- Мурманск, Амдерма, Диксон, Тикси, и остров Известий ЦИК, расположенных в авроральной зоне и/или вблизи границы авроральной зона - Полярная шапка (от $\varphi = 68^\circ$ до $\varphi = 74^\circ$)

Количество возмущенных дней по станциям авроральной зоны в 2023 г. представлено в таблице 1.2.



Рис. 1.4. Примеры наблюдений полярных сияний, зарегистрированных на средних широтах

Таблица 1.2. Количество и характеристика возмущенных дней по станциям авроральной зоны в 2023 г.

Станция	Мурманск	Амдерма	Диксон	Тикси
Магнитное поле	сутки	сутки	сутки	сутки
Сильно возмущенное	17	15	14	9
Умеренно возмущенное	46	52	64	36
Слабо возмущенное	65	62	94	72
Неустойчивое	49	56	78	42
Спокойное	101	120	84	117
Очень спокойное	86	60	31	85

Радиационная обстановка в околоземном космическом пространстве.

В течение 2023 г. было зарегистрировано восемнадцать вторжений потоков протонов в околоземное космическое пространство (ОКП): 13 января, 24 февраля, 25 февраля, 13 марта, 22 апреля, 7 мая, 9 мая, 16 июля, 18 июля, 24 июля, 28 июля, 5 августа (2 вторжения), 7 августа, 1 сентября, 14 декабря, 15 декабря (два вторжения).

Всего в 2023 г. суммарная продолжительность слабо возмущенного состояния радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве составила 53 часа и 25 минут, в остальное время радиационная обстановка оценивалась как невозмущенная.

Состояние ионосферы Земли

В 2023 г. 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 2 суток (0,5% времени года) сильными отрицательными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 14 суток (3,8% времени) умеренными отрицательными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 102 суток (27,9% времени) слабыми отрицательными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 5 суток (1,4%) сильными положительными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 21 суток (5,8% времени) умеренными положительными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 103 суток (28,2% времени) слабыми положительными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений.

Сильные отрицательные отклонения критических частот слоя F2 от медианных значений были зарегистрированы в марте и апреле. Отрицательных отклонений (умеренных и слабых) критических частот слоя F2 от медианных значений более всего было зарегистрировано в ноябре (в течение 21 суток) и в декабре (в течение 15 суток).

Состояние ионосферы авроральной зоны по данным станций Мурманск (Ловозеро), Салехард, Амдерма, Диксон характеризовалось:

- в течение 1 суток (0,3%) сильными отрицательными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 34 суток (9,3%) умеренными отрицательными отклонениями;
- в течение 99 суток (27,1%) слабыми отрицательными отклонениями;
- в течение 8 суток (2,2%) сильно положительными отклонениями;
- в течение 40 суток (10,95%) умеренными положительными отклонениями;
- в течение 75 суток (20,5%) слабыми положительными отклонениями.

Возмущения в ионосфере были зарегистрированы в течение 257 суток (70,4%), в остальное время ионосфера была спокойная.

Гелиогеофизическая служба в 2023 г. выпустила 954 предупреждения о неблагоприятных и опасных гелиогеофизических условиях, что в 1,7 раза больше, чем в 2022 г., из них:

- 308 предупреждений о регистрации мощных вспышек (по интенсивности рентгеновского излучения) - вспышки класса X и M;
- 565 предупреждений о возмущениях магнитного поля Земли и магнитных бурях;
- 39 предупреждений о возмущениях в ионосфере;
- 424 предупреждения о вторжении в околоземное космическое пространство потоков протонов различных энергий и превышениях потоков низкоэнергичных протонов над уровнем фоновых значений.

1.2. Опасные гидрометеорологические явления

По данным Росгидромета в 2023 г. в целом на территории Российской Федерации было зарегистрировано 1191 опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), из которых 448 нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения. Оперативно-прогностическими подразделениями Росгидромета было выпущено 2224 штормовых предупреждений, а также 237 предупреждений о лавинной опасности в горных районах Российской Федерации. Своевременное и качественное прогнозирование опасных явлений и заблаговременное доведение информации до потребителей сохранились на достаточно высоком уровне: предупрежденность ОЯ составила 96% - 96,4%, оправдываемость штормовых предупреждений - 96,2%, что примерно соответствует уровню предыдущего года.

На рис. 1.5 приведена динамика общего числа ОЯ за 16 лет, а на рис. 1.6 представлены данные Росгидромета за 1996-2023 гг. о динамике количества опасных гидрометеорологических явлений (включая гидрологические и агрометеорологические явления), которые нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

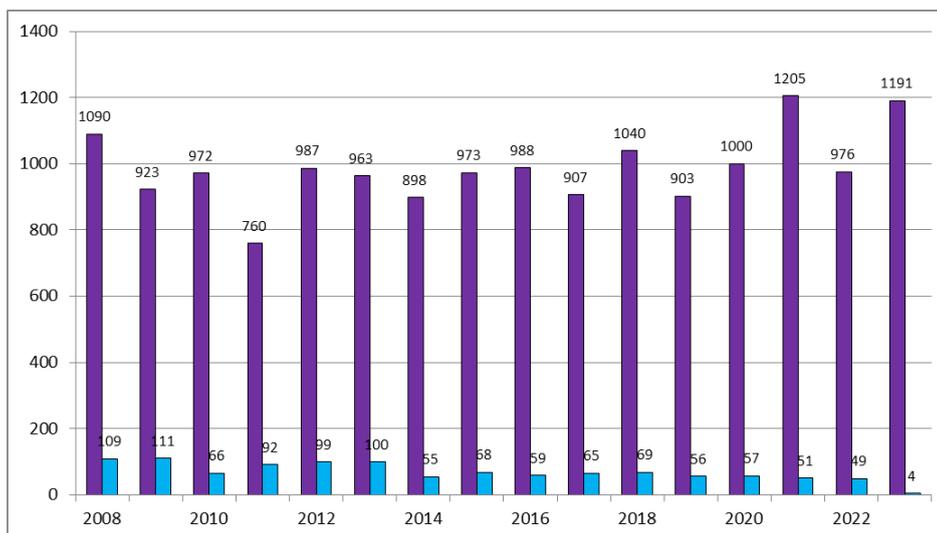


Рис. 1.5. Распределение зарегистрированных гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (фиолетовый) и количество непредусмотренных ОЯ (голубой)

В 2023 г по сравнению с предыдущим годом количество всех ОЯ увеличилось на 22%, а нанесших ущерб - на 34%. Наивысшая активность возникновения ОЯ на территории Российской Федерации наблюдалась в период с мая по сентябрь.

Наибольший ущерб был нанесен, прежде всего, дождевыми паводками, а также сильными дождями и порывистым ветром.

В 2023 г. на территории России было зарегистрировано рекордное количество: 642 случая возникновения метеорологических (ОЯ) и комплексов метеорологических явлений (КМЯ), сочетание которых образует ОЯ (рис. 1.7), также было выпущено 1963 штормовых предупреждений, своевременное их прогнозирование составило 96,3%.



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

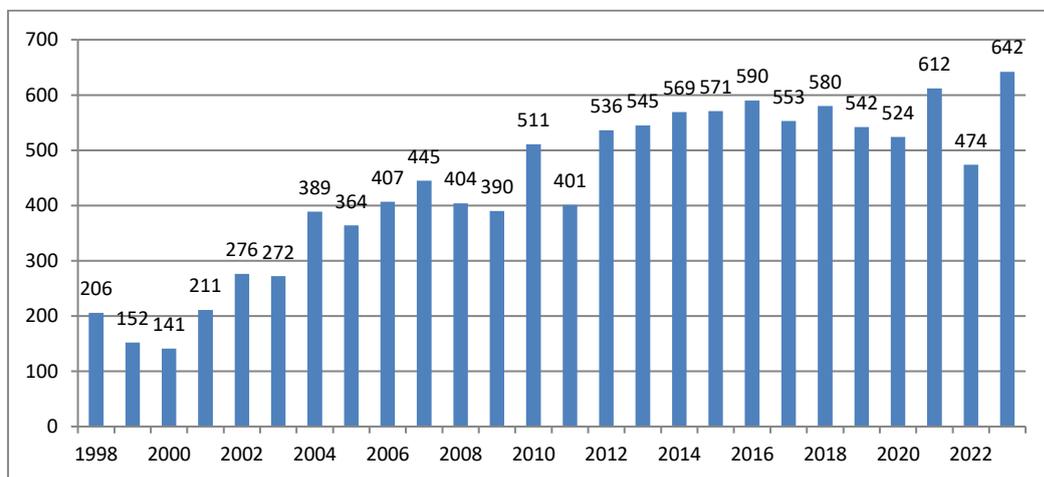


Рис. 1.7. Распределение метеорологических ОЯ по годам

В 2023 г. по сравнению с 2022 г. количество опасных явлений увеличилось: очень сильных осадков на 49%; КМЯ на 71%; сильного ветра на 22%; заморозков на 36%; аномально холодной погоды и сильных морозов на 73%; града на 123%. Уменьшилось только количество аномально жаркой погоды на 48%. В целом в 2023 г. по сравнению с предыдущим годом количество всех ОЯ увеличилось на 22%, а нанесших ущерб - на 34% (таблица 1.3).

Таблица 1.3. Распределение метеорологических ОЯ по месяцам за 2023 г.

Явления	Месяцы												Всего 2023	Всего 2022
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Сильный ветер	11	13	19	8	11	4	12	9	5	14	18	11	135	111
Очень сильные осадки	3	9	6	4	6	25	52	30	14	9	18	7	183	123
Метель и снег	3	1	3	2							1	2	12	12
Смерч							4						4	4
Сильный мороз	6											4	10	1
Аномально холодная погода	9	1	4								1	8	19	11
Сильная жара					1	4	12	10	1				28	28
Аномально жаркая погода				1	4	2	4	2					13	25
Град				3	2	8	9	5	2				29	13
Сильный гололед, налипание мокрого снега	2	4	1							2	4	8	21	25
Заморозки			2	5	17	20	1	8	21	5			79	58
Туман											2	1	3	1
КМЯ	5	3	8	10	6	13	15	9	8	8	11	10	106	62
Итого за 2023 г.	39	31	39	33	47	76	109	73	51	38	55	51	642	
Итого за 2022 г.	37	16	33	28	43	73	70	57	42	15	25	35		474

Самой высокой была повторяемость сильных осадков, сильного ветра, КМЯ и заморозков. Суммарное количество этих четырех явлений составляет 78% от всех опасных метеорологических явлений в 2023 г.

По-прежнему наибольший ущерб нанесли сильные осадки (снег, дождь, ливень), сильный ветер (в т.ч. шквалы), град, заморозки, а также чрезвычайная пожарная опасность, сохранявшаяся в ряде регионов на протяжении нескольких месяцев в течение апреля-октября.

В 2023 г. по сравнению с 2022 г. количество ОЯ и КМЯ во всех федеральных округах увеличилось в среднем на 35% (таблица 1.4). На территории Сибирского, Дальневосточного и Южного федеральных округов был зарегистрирован 381 случай (59%) всех ОЯ и КМЯ. Это связано с тем, что территории этих округов имеют наибольшие размеры и характеризуются очень активными атмосферными процессами.

Таблица 1.4. Распределение метеорологических ОЯ в 2023 г. по территории федеральных округов

№	Явления	Федеральные округа								Всего 2023	Всего 2022
		СЗФО	ЦФО	ПФО	ЮФО	СКФО	УФО	СФО	ДФО		
1	Сильный ветер	13	2	12	10	18	6	54	30	145	111
2	Очень сильные осадки	6	15	9	52	15	16	26	37	176	123
3	Метель и снег								12	12	12
4	Смерч				4					4	4
5	Сильный мороз	1	1	2			2	2	2	10	1
6	Аномально холодная погода	3	2	2	1		3	3	5	19	11
7	Сильная жара	2	4	2	6	2	4	3	2	25	28
8	Аномально жаркая погода			3			4	6		13	25
9	Град			2	9	12	1	5		29	13
10	Сильный гололед, налипание мокрого снега	3	4	5	6	1	2			21	25
11	Заморозки	13	13	10	9	4	10	9	11	79	58
12	Туман		1	1			1			3	1
13	КМЯ	3	2	9	23	14	1	25	29	106	62
Всего 2023 г.		44	44	57	120	66	50	133	128	642	
Всего 2022 г.		34	44	44	88	37	39	90	98		474

1.3. Температура воздуха

2023 г. для России в целом занял 3-е место в ранжированном по убыванию ряду среднегодовых температур с 1936 г., аномалия среднегодовой температуры воздуха (отклонение от среднего за 1991-2020 гг.) составила +0,99°C. Температуры выше климатической нормы наблюдались практически на всей территории страны, кроме отдельных районов Чукотки. Доля площади страны под экстремальными аномалиями составила 16% (максимальная величина в ряду). 95%-е экстремумы отмечались на Европейской части России (ЕЧР) (кроме северо-запада), в Западной Сибири, на Алтае. Аномально теплыми сезонами были лето (+0,77°C) и осень (+1,96°C).

Ход средних годовых и сезонных аномалий температуры, осредненных по территории России, приведен на рис. 1.8. Географические распределения средних годовых и сезонных аномалий температуры 2023 г. представлены на рис. 1.9. Регионально-осредненные аномалии приведены в таблице 1.5.

Зимой 2022-2023 гг. осредненная по территории РФ сезонная аномалия составила +0,42°C. Температуры выше климатической нормы наблюдались на большей части ЕЧР (кроме части ПФО), в Западной Сибири, на западе Среднесибирского плоскогорья, в районе Байкала, на Чукотке (95%-е экстремумы температуры фиксировались на побережье Белого и Баренцево морей и в Забайкалье). Температуры ниже климатической нормы наблюдались на большей части ДФО (аномалии до -5,7°C), в Среднем Поволжье, на Саянах.

Весной средняя по РФ аномалия составила +1,06°C. На большей части страны температуры были выше климатической нормы; 95%- экстремумы на станциях отмечались в центре и на юге ЕЧР (+1,91°C), осредненные по ЦФО, ЮФО, ПФО, СКФО аномалии температуры - среди четырех самых крупных, в Приамурье и Приморье. Температуры ниже климатической нормы наблюдались на Алтае и в Саянах, на севере Таймыра, в дельте Яны, на Новосибирских островах, на Чукотке (аномалии до -2,4°C).

Летом осредненная по РФ в целом аномалия температуры составила 0,87°C (более высокие значения аномалий наблюдались летом 2021 г.: +1,08°C и 2016 г.: +0,93°C). Осредненная по Азиатской части России (АЧР) аномалия температуры +1,03°C - максимальная величина в ряду, осредненные по регионам и федеральным округам АЧР аномалии температуры - среди пяти самых крупных, на многих станциях СФО и ДФО были отмечены 95%-е экстремумы. На ЕЧР экстремально тепло было в предгорьях Кавказа, а в центре наблюдались слабые отрицательные аномалии (до -0,7°C) за счет прохладных июня и июля в ЦФО и ЮФО и прохладного июня в СЗФО и ПФО. Кроме того, температуры ниже нормы отмечались на Чукотке (аномалии до -2,0°C).

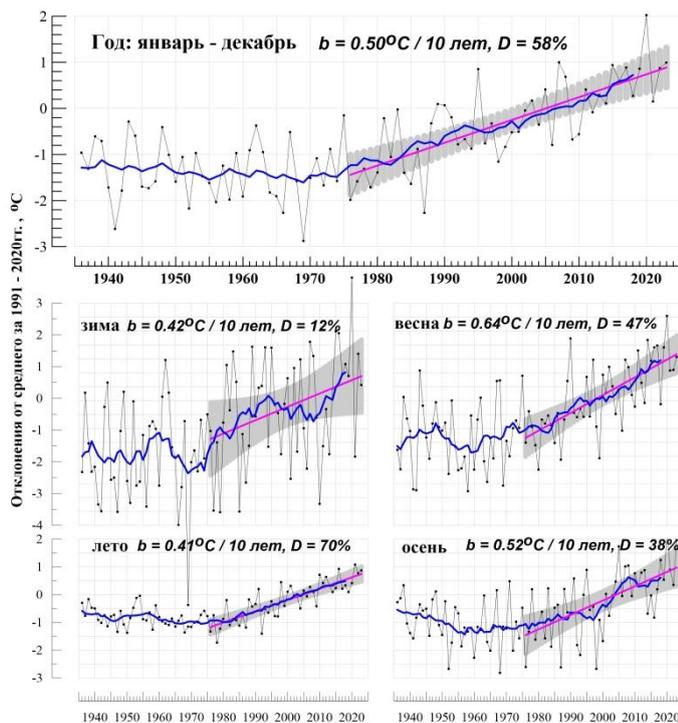


Рис. 1.8. Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°C), осредненные по территории РФ, 1936-2023 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1991-2020 гг. Показаны также 11- летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2023 гг. с 95%-й доверительной полосой; b - коэффициент тренда (°C/10 лет), D - вклад в суммарную дисперсию (%).

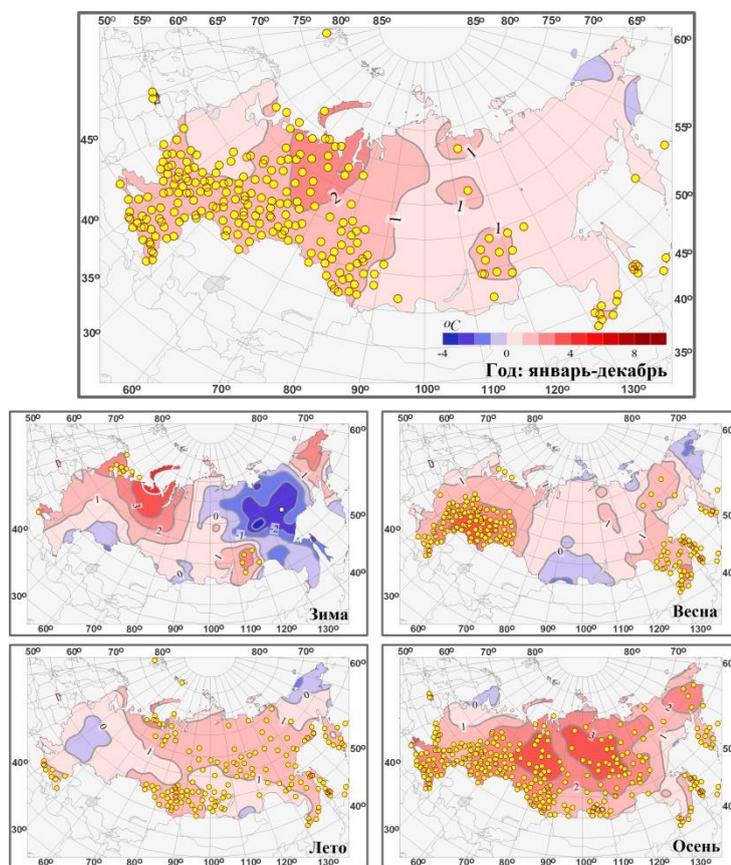


Рис. 1.9. Аномалии средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории России в 2023 г. (отклонения от средних за 1991-2020 гг.) с указанием локализации экстремальных аномалий. Кружками белого и желтого цвета показаны станции, на которых наблюдаемая температура оказалась ниже 5-го или выше 95-го процентиля, рассчитанного за 1936-2022 гг.

Таблица 1.5. Средние годовые (январь - декабрь) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха для физико-географических регионов и федеральных округов России в 2023 г.: νT - отклонения от средних за 1991-2020 гг.; s - среднее квадратическое отклонение за 1991-2020 гг.

Красным выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранг 1, 2 или 3), желтой - имеющие ранг 4 или 5

	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	νT , °C	s , °C	νT , °C	s , °C	νT , °C	s , °C	νT , °C	s , °C	νT , °C	s , °C
Россия	0,99	0,75	0,42	1,62	1,06	1,17	0,87	0,51	1,96	1,12
ЕЧР	1,28	0,77	1,23	2,07	1,91	1,08	0,46	1,00	1,56	1,31
АЧР	0,88	0,80	0,12	1,65	0,75	1,35	1,03	0,48	2,10	1,15
Федеральные округа										
Северо-Западный	1,47	0,98	2,23	2,59	1,31	1,45	0,79	0,81	1,03	1,60
Центральный	1,10	0,80	1,31	2,22	1,57	1,06	0,04	1,13	1,39	1,44
Приволжский	1,49	0,80	0,19	2,40	3,13	1,35	0,13	1,16	1,96	1,41
Южный	1,37	0,89	0,67	1,82	1,77	1,02	0,58	1,23	2,38	1,38
Северо-Кавказский	1,38	0,83	0,52	1,46	1,63	0,96	0,91	1,05	2,10	1,26
Уральский	2,10	1,22	2,03	2,95	1,56	2,15	1,11	1,13	2,95	1,83
Сибирский	1,17	1,00	0,51	2,73	0,07	1,62	1,09	0,63	2,45	1,48
Дальневосточный	0,69	0,71	-0,54	1,14	0,91	1,26	0,97	0,51	1,74	1,03

Осенью средняя по РФ аномалия составила +1,96°С - вторая величина в ряду (после рекордно теплой осени 2020 г. (2,24°С)). Всюду кроме Карелии и Кольского полуострова температуры были выше климатической нормы. 95%-е экстремумы были зарегистрированы на 42% станций страны. Аномалии температуры, осредненные по федеральным округам (кроме СЗФО и ЦФО) - среди четырех самых крупных. В Карелии и на Кольском полуострове температуры были ниже климатической нормы (аномалии до -1°С).

На рис. 1.10 представлено географическое распределение коэффициентов линейных трендов температуры воздуха на территории России за 1976-2023 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 1.6 приведены тренды регионально-осредненной температуры; значимость оценивалась с использованием Т-статистики Стьюдента $T^2=(n-2)R^2/(1-R^2)$, где R^2 - коэффициент детерминации (доля суммарной дисперсии, учтенная трендом); n - длина ряда. Коэффициент тренда является характеристикой средней скорости изменения температуры на рассматриваемом отрезке времени. 1976 г. выбран в качестве условного начала современного потепления.

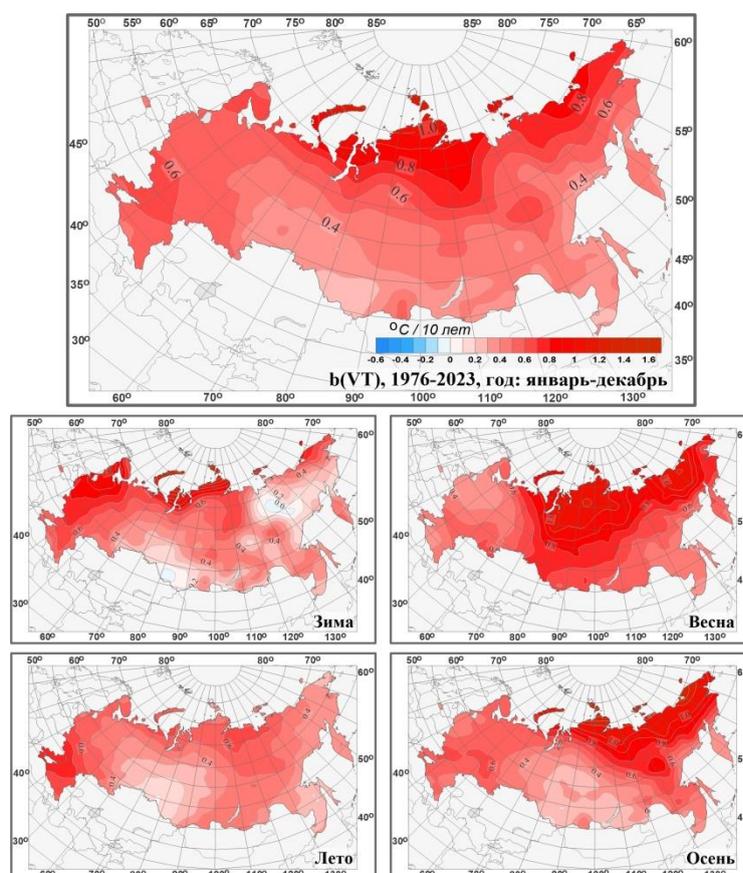


Рис. 1.10. Распределение коэффициентов линейного тренда среднегодовой и средних сезонных значений температуры приземного воздуха на территории России за период 1976-2022 гг. (в °С/10 лет)

Таблица 1.6. Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха, осредненной за год и по сезонам по территории России, её регионов и федеральных округов за 1976-2023 гг.:

b - коэффициент линейного тренда (°C/10 лет), D - вклад тренда в дисперсию (%); выделены тренды не значимые на 1%-м уровне

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	D	b	D	b	D	b	D	b	D
Россия										
Россия	0,50	58	0,42	12	0,64	47	0,41	70	0,52	38
ЕЧР	0,54	55	0,66	16	0,45	27	0,51	41	0,53	33
АЧР	0,48	53	0,34	8	0,71	46	0,37	69	0,51	33
Федеральные округа										
Северо-Западный	0,56	45	0,78	15	0,47	20	0,46	35	0,54	26
Центральный	0,58	52	0,76	18	0,41	19	0,58	36	0,55	31
Приволжский	0,49	45	0,51	8	0,48	21	0,43	21	0,54	26
Южный	0,58	55	0,59	19	0,45	25	0,71	54	0,53	29
Северо-Кавказский	0,50	58	0,51	25	0,39	29	0,61	57	0,47	28
Уральский	0,50	33	0,46	5	0,78	29	0,33	17	0,43	12
Сибирский	0,43	31	0,32	3	0,78	39	0,32	39	0,32	9
Дальневосточный	0,50	64	0,32	14	0,66	44	0,41	65	0,63	51

Потепление наблюдается на всей территории России во все сезоны. Скорость роста осредненной по России среднегодовой температуры (линейный тренд за 1976-2023 гг.) составила +0,50°C/10 лет (вклад в общую изменчивость 58%).

Наиболее быстрый рост наблюдается для весенних температур (0,64°C/10 лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (0,41°C/10 лет: описывает 70% суммарной дисперсии). Максимум летнего потепления отмечается на юге ЕЧР: (0,71°C/10 лет для ЮФО). Минимум потепления в среднем за год отмечен на юге Сибири, где зимой все еще наблюдается небольшая область убывания температуры (до -0,1°C/10 лет). Потепление зим за период 1994-2010 гг. наблюдалось в основном в арктической зоне России; на остальной территории зимние температуры убывали, слабо на ЕЧР (до -0,2°C/10 лет) и значительно в АЧР, до -2°C/10 лет на юге Сибири; но тенденция похолодания прекратилась после 2010 г. (рис. 1.8). Летом и осенью рост температуры на юге Сибири очень слаб. Наибольшая скорость роста среднегодовой температуры отмечается на побережье Северного Ледовитого океана, особенно в АЧР (+0,8°C/10 лет - +1,1°C/10 лет на Таймыре и на побережье Восточно-Сибирского моря, до +1,2°C/10 лет - на островах Северной Земли). Весной и осенью максимум потепления - на побережье Восточно-Сибирского моря, а зимой - на северо-западе ЕЧР.

Летом самое быстрое потепление происходит в ЕЧР южнее 55°с. ш. Кроме того, необходимо отметить следующие особенности: весной интенсивное потепление наблюдается в Западной (+0,77°C/10 лет) и Средней Сибири (+0,80°C/10 лет); а также в Восточной Сибири весной (+0,75°C/10 лет) и осенью +0,77°C/10 лет; летом в ЮФО, ЦФО и СКФО (+0,71°C/10 лет, +0,58°C/10 лет и +0,61°C/10 лет). Осенью незначимые тренды (на 1% уровне) отмечаются в СФО и УФО. Несчитая зимы, во все сезоны для почти всех регионов тренд потепления значим на уровне 1%.

Зимой из-за сильных колебаний масштаба нескольких десятилетий оценки тренда очень неустойчивы. Оцененный за период 1976-2014 гг. зимний тренд по РФ был +0,15°C/10 лет и незначим даже на уровне 5%, а для 1976-2020 гг. увеличился до +0,48°C/10 лет и стал формально значим благодаря выдающейся зиме 2019-2020 гг. - на 1,5°C выше предыдущего максимума температуры зимой 2014-2015 гг. За период 1976-2023 гг. оценки тренда зимней температуры несколько уменьшились (в основном из-за достаточно холодных условий зимы 2020-2021 гг.), но тренд сохраняется значимым на уровне 5%. В период с середины 2000-х по 2016 г. наблюдалось определенное убывание осенней температуры (рис. 1.8).

1.4. Атмосферные осадки

Ход средних годовых и сезонных аномалий осадков, осредненных по территории России, приведен на рис. 1.11. Также показаны 11- летнее скользящее среднее и линейный тренд за 1976-2022 гг. с 95%-й доверительной полосой. Географические распределения годовых и сезонных осадков в 2023 г. представлены на рис. 1.12 в процентах от норм 1991-2020 гг. Также показано местоположение станций с 5%- и 95%-экстремумами - значениями осадков ниже 5-го или выше 95-го перцентилей, рассчитанных по периоду 1936-2021 гг. Регионально осредненные величины и их нормы за период 1991-2020 гг. приведены в таблице 1.7.

В 2023 г. средняя по России годовая сумма осадков составила 106% нормы. Доля площади со значительным избытком осадков составила 31%, с дефицитом осадков - 11%. Значительный избыток осадков наблюдался на большей территории ЕЧР (111%), особенно в ЦФО (119%) и в ЮФО (129%) и на большей части СФО (109%). Небольшой дефицит осадков наблюдался на Урале, в бассейне Амура, на северо-востоке страны.

Из сезонов особо выделяется «влажная» осень - в целом по РФ выпало 117% нормы - максимальная величина в ряду. Кроме того, следует выделить «влажную» весну в ЮФО (144%) и ДФО (120%), «сухую» весну на Южном Урале, на юге Западной Сибири, «сухое» лето в Восточной Сибири (78% - третья среди самых «сухих»).

Зимой 2022-2023 гг., осредненные в целом по территории Российской Федерации, осадки составили 105% нормы. Избыток осадков наблюдался на западе ЕЧР (на станциях фиксировались 95%-е экстремумы), на большей части АЧР

(особенно на Северо-Сибирской низменности). Дефицит осадков наблюдался в центре и на востоке ЕЧР, в районе Обской губы, на побережье Восточно-Сибирского моря, в Забайкалье, в Приамурье и Приморье.

Весной, осредненные по территории Российской Федерации осадки составили 105% нормы. Много осадков выпало в ЮФО (144% нормы - максимальная величина в ряду), в районе Байкала, в Якутии, в Хабаровском крае, на Камчатке (в целом по ДФО осадки составили 120% нормы). Сильный дефицит осадков отмечался на Южном Урале, на юге Западной Сибири.

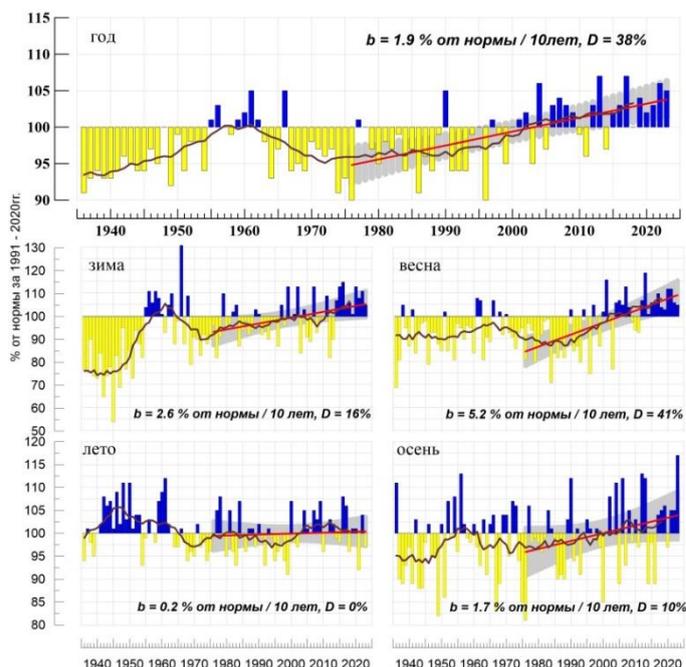


Рис. 1.11. Средние годовые и сезонные аномалии осадков в % от нормы за 1991-2020 гг, осредненные по территории России, 1936-2023 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд оценен за 1976-2022 гг.; b - коэффициент тренда (% от нормы / 10 лет), D - вклад тренда в суммарную дисперсию (%)

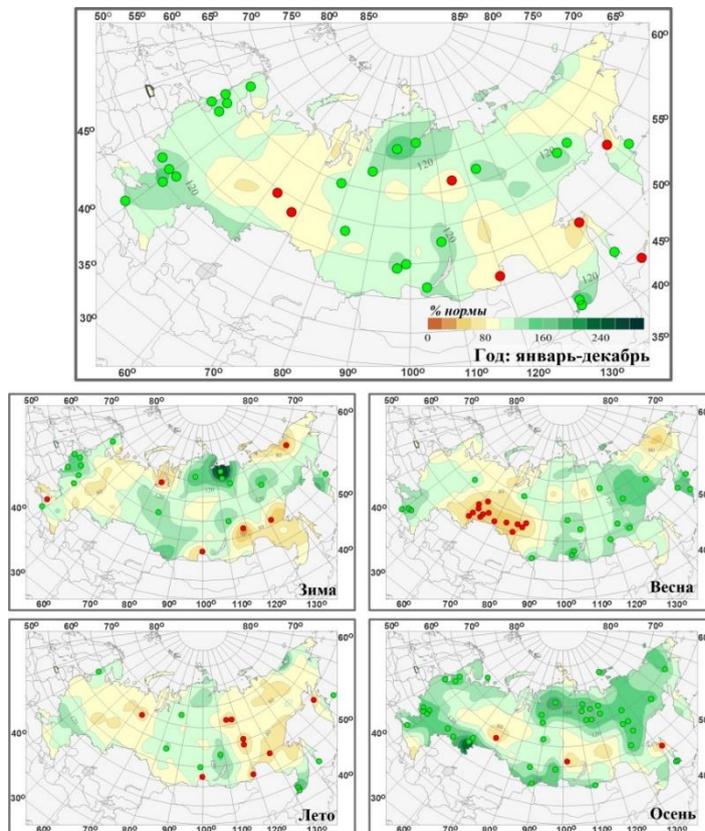


Рис. 1.12. Годовые и сезонные суммы осадков на территории России в 2023 г. (в % от нормы 1991-2020 гг.). Кружками красного и зеленого цвета показаны станции, на которых осадки оказались соответственно ниже 5-го или выше 95-го процентиля.

Таблица 1.7. Годовые и сезонные суммы осадков (в % от нормы) для физико-географических регионов и федеральных округов России в 2023 г. и годовые и сезонные нормы за период 1991-2020 гг. Зеленым цветом выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранги 1-3), светло-зеленым - попавшие в число пяти наибольших (ранг 4 или 5) в ранжированных по убыванию рядах с 1936 г.

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	осадки в % от нормы	норма (мм/год)	осадки в % от нормы	норма (мм/сезон)	осадки в % от нормы	норма (мм/сезон)	осадки в % от нормы	норма (мм/сезон)	осадки в % от нормы	норма (мм/сезон)
Россия	106	480	105	72	105	87	97	191	117	127
Европейская часть России	111	569	101	115	108	115	96	189	125	151
Азиатская часть России	103	448	108	57	104	77	97	192	113	119
<i>Федеральные округа</i>										
Северо-Западный	105	607	103	117	102	111	93	208	120	170
Центральный	119	614	120	126	109	123	111	204	133	159
Приволжский	102	527	87	109	92	107	88	171	129	137
Южный	129	500	102	116	144	121	110	142	134	125
Северо-Кавказский	109	504	84	90	134	127	91	193	88	129
Уральский	96	515	109	82	75	100	95	198	100	134
Сибирский	109	456	116	67	94	82	109	183	115	117
Дальневосточный	102	430	100	47	120	70	91	195	117	117

Летом, осредненные по территории Российской Федерации осадки составили 97%. Дефицит осадков наблюдался на севере ЕЧР (кроме Карелии), в Западной Сибири, на большей части ДФО (кроме Приморья, в целом по округу выпало 91% нормы осадков - среди девяти самых «сухих» летних сезонов). Избыток осадков наблюдался на юге ЕЧР, в Карелии, на большей части СФО, в Приморье. Летом атмосферные засухи наблюдались во многих областях ЮФО, СКФО, ПФО, УФО, СФО.

Осенью, осредненные по территории Российской Федерации осадки составили 117% нормы - максимальная величина в ряду, а по ЕЧР (125% нормы) и АЧР (113% нормы). На большей части страны, кроме центра Западной Сибири, верхнего течения Лены и предгорий Кавказа наблюдался значительный избыток осадков (более 120%, на ряде станций отмечены 95%-е экстремумы), особенно много осадков выпало в СФО (115%) и в ДФО (117%). Небольшой дефицит осадков наблюдался в центре Западной Сибири, в верхнем течении Лены, в предгорьях Кавказа.

На рис. 1.13 представлено пространственное распределение коэффициентов линейных трендов атмосферных осадков на территории России для 2023 г. в целом и для сезонов года. Оценки получены по станционным временным рядам годовых и сезонных аномалий осадков за 1976-2023 гг. в точках расположения станций.

В таблице 1.8 приведены оценки трендов регионально-осредненных осадков; значимость оценивалась с использованием Т-статистики Стьюдента.

Таблица 1.8. Оценки линейного тренда осредненных за год (январь - декабрь) и по сезонам месячных сумм атмосферных осадков для регионов России за 1976-2023 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	
	<i>b</i>	<i>D</i> %								
Россия	1,9	38	2,6	16	5,2	41	0,2	0	1,7	10
Европейская часть России	1,1	7	3,1	13	4,7	22	-2,3	7	0,8	1
Азиатская часть России	2,2	44	2,1	9	5,5	42	1,1	7	2,2	17
<i>Федеральные округа</i>										
Северо-Западный	2,4	17	4,9	21	3,4	11	0,8	1	1,8	3
Центральный	0,7	1	3,7	7	5,1	12	-4,5	9	0,9	0
Приволжский	-0,5	1	1,3	1	4,8	10	-5,1	12	-1,2	1
Южный	1,0	1	1,0	1	5,7	13	-3,5	4	0,9	0
Северо-Кавказский	1,8	3	3,2	3	6,6	13	-2,1	1	1,7	1
Уральский	1,5	5	1,9	3	5,9	23	0,0	0	-0,2	0
Сибирский	2,8	32	3,1	10	4,8	19	2,3	11	2,1	8
Дальневосточный	2,1	19	1,3	2	5,8	38	0,8	1	2,8	20

На территории России преобладает тенденция к увеличению годовых сумм осадков: тренд составляет 1,9% нормы/10 лет, вклад в дисперсию 38% (тренд статистически значим на уровне 1%). Тренд превышает 5%/10 лет лишь в ряде областей Сибири и Дальнего Востока. Рис. 1.11 показывает, что выраженный рост годовых осадков наблюдается в начале 2000-х гг. Наиболее значительные тренды (таблица 1.7) наблюдаются в АЧР в целом (2,2%/10 лет; 44%), а из федеральных округов в СЗФО (2,4%/10 лет, 17%), СФО (2,8%/10 лет, 32%) и ДФО (2,1%/10 лет, 19%).

Убывают осадки в районе Обской Губы, на востоке арктического побережья АЧР. Незначительное убывание наблюдается в ПФО (таблица 1.7).

Рост осадков в целом по Российской Федерации наблюдается во все сезоны. Наиболее значительный рост сезонных сумм осадков наблюдается весной (5,2% нормы / 10 лет). Осадки растут практически везде, особенно в АЧР; местами тренд превышает 10% нормы за десятилетие (на отдельных станциях до 12-15% за десятилетие). Значимый на 1%-м уровне тренд отмечался в УФО, СФО и ДФО.

Рост осадков зимой происходит, в основном, на северо-западе и юге ЕЧР, севере и востоке Средней Сибири, Прибайкалье и Забайкалье. Уменьшаются осадки зимой на востоке Якутии.

Летом и осенью рост осадков наблюдается, в основном, в АЧР, осенью на севере ДФО значительный: выше 5%, а местами 10% за десятилетие. Летом осадки убывают в центральных и южных регионах ЕЧР (особенно в ПФО: -5,1% нормы за десятилетие), а также на арктическом побережье АЧР. Осенние осадки незначительно убывают в центральных районах ЕЧР и Западной Сибири, а также в районе Обской губы.

Следует отметить, что региональные тренды наблюдаются на фоне существенных колебаний с периодом в несколько десятилетий, так что нельзя с уверенностью утверждать наличие тренда, а, возможно, лишь наличие определенной фазы таких колебаний.

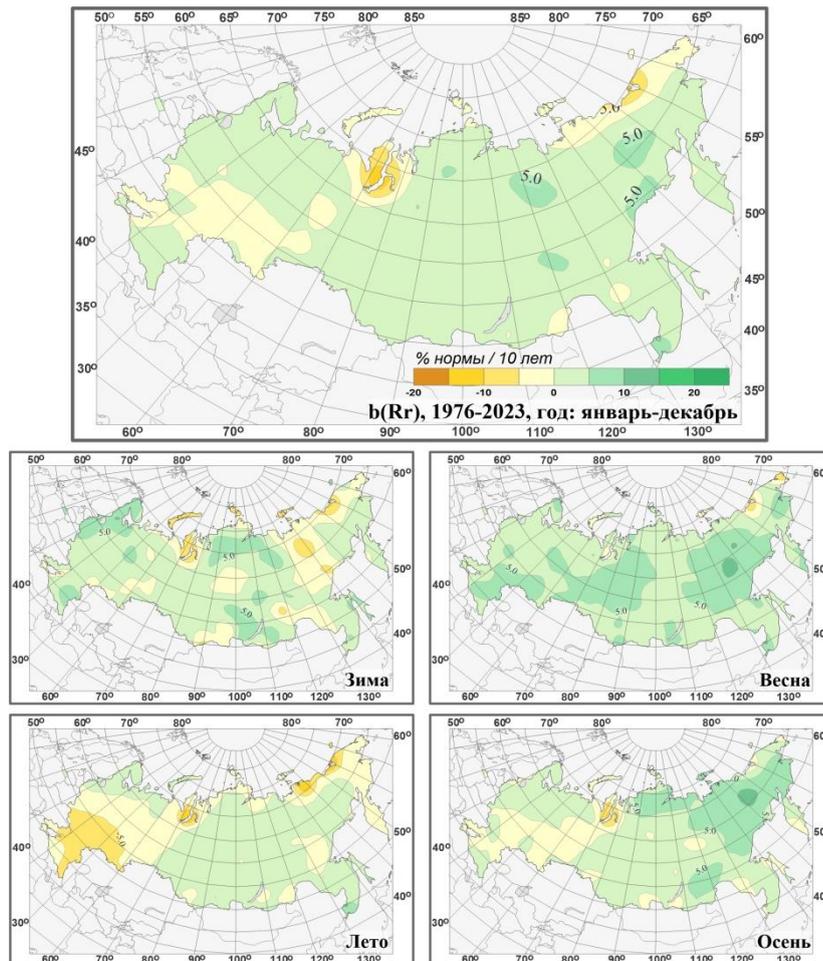


Рис. 1.13. Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда годовых и сезонных сумм атмосферных осадков за 1976-2023 гг. на территории России (% от нормы за 10 лет)

1.5. Снежный покров

Первый снег зимой 2022-2023 гг. на большей территории европейской части России (ЕЧР) выпал позже среднеклиматических сроков на 5-10 дней, за исключением Южного Урала и отдельных районов Архангельской и Вологодской областей.

В Республике Коми и на Среднем Урале снежный покров установился на 10-20 дней позже обычного. Еще большее отставание от климатических сроков (20-30 дней) отмечалось на большей части Южного и Северо-Кавказского федеральных округов. На АЧР раньше климатических сроков на 5-15 дней снежный покров появился на юго-западе Таймырского и в Эвенкийском муниципальных районах Красноярского края, Томской, Иркутской областях, на севере Забайкалья. Необычно рано, на 15-25 дней раньше климатических сроков, снежный покров установился в южных областях Западной Сибири, Красноярского края, Тыве и на Чукотке. На юге Красноярского края первый снег установился уже в середине второй декады октября. На арктическом побережье АЧР снежный покров установился

позже климатических сроков из-за очень теплой погоды в октябре 2022 г. Особенно значительным сдвиг сроков появления снежного покрова (более 40 дней) наблюдался на севере Таймыра.

Аномально теплая погода в феврале-марте на ЕЧР и в Сибири обусловила сход снежного покрова на 15-25 дней раньше климатических сроков. Несмотря на теплую погоду, снежный покров задержался дольше обычного в Архангельской, Вологодской, Мурманской областях и Республике Карелия. На АЧР снег сошел позже климатических сроков в центральных и южных районах Красноярского края, центральных и юго-восточных районах Якутии, на Чукотке, севере Камчатки, юге Хабаровского края и севере Приморья. В Иркутской области, северо-западных и северо-восточных районах Якутии снежный покров сошел позже средних климатических сроков на 15-25 дней.

В таблице 1.9 приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ.

Таблица 1.9. Сведения о максимальных запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ Российской Федерации весной 2023 г. (в сравнении с нормой и запасами воды в снеге в аналогичные сроки 2022 г.): **w2022**, **w2023** - запасы воды в снеге в 2022 и 2023 гг.

№ п/п	Бассейны рек	Запасы воды в снеге				
		норма	w2022	w2023		
		мм	мм	мм	% от нормы	% от w2022
1	ВОЛГА, в том числе:	114	133	118	104	89
2	до Рыбинского водохранилища	101	119	126	125	106
3	р. Кострома и р. Унжа	126	113	141	112	125
4	р. Москва	95	77	99	104	129
5	р. Ока, включая бассейн р. Москвы	74	93	98	132	105
6	р. Сура	86	119	99	115	83
7	р. Ветлуга	133	128	149	112	116
8	Чебоксарское водохранилище	85	103	105	124	102
9	р. Вятка	144	153	162	113	106
10	Куйбышевское водохранилище	129	148	144	112	97
11	Саратовское водохранилище	92	134	74	80	55
12	Волгоградское водохранилище	66	129	16	24	12
13	р. Кама до г. Пермь	165	184	150	91	82
14	Воткинское водохранилище	130	159	145	112	91
15	р. Белая	135	146	118	87	81
16	ДОН, в том числе:	48	80	10	21	13
17	Хопер	55	118	12	22	10
18	Медведица	53	100	7	13	7
<i>Примечание: все данные приведены на 10 марта 2023 г.</i>						
Реки северо-запада						
19	Нарва	51	17	72	141	424
20	Волхов	62	35	103	166	294
<i>Примечание: все данные приведены на 10 марта 2023 г.</i>						
Реки севера ЕЧР						
21	Северная Двина	121	157	121	100	77
22	Сухона	125	134	133	106	99
23	Вага	124	165	115	93	70
24	Юг	115	144	150	130	104
25	Пинега	101	170	119	118	70
26	Вычегда	139	165	125	90	76
27	Мезень	140	161	138	99	86
<i>Примечание: все данные приведены на 20 марта 2023 г.</i>						
Реки и водохранилища Сибири						
28	Верхняя Обь	83	75	63	76	84
29	Тобол	61	82	85	139	104
30	Енисей (Саяно-Шушенское водохранилище)	118	107	132	112	123
31	Енисей (Красноярское водохранилище)	120	101	116	97	115
32	Ангара (оз. Байкал)	79	70	87	110	124
33	Ангара (Братское водохранилище)	70	71	80	114	113
34	Ангара (Усть-Илимское водохранилище)	117	135	118	101	87

Примечание: все данные приведены на 20 марта 2023 г.

Характер погоды в первой половине марта на ЕЧР ознаменовался неоднородным температурным режимом - превышающим среднесезонные значения в южных районах и около нормы и ниже ее в центральных и северных районах ЕЧР. Максимальные запасы воды в снежном покрове в южных и центральных районах ЕЧР были достигнуты к 10 марта, а в северных районах ЕЧР и на АЧР - к 20 марта.

По состоянию на 10 марта 2023 г. запасы воды в снежном покрове в бассейнах рек Кама, Белая, Саратовского, Волгоградского водохранилищ составили 24-91% нормы, на остальных территориях бассейна Волги - 104-132% нормы. Запасы воды в снеге, сформировавшиеся в бассейне Верхней Волги, на реках Кострома, Унжа, Москва-река, Ока, Ветлуга, Вятка и в Чебоксарском водохранилище были на 2-28 мм больше значений предыдущего года; в бассейне Волгоградского водохранилища на 113 мм и на остальной территории бассейна Волги - на 4-34 мм меньше аналогичных значений 2022 г. В целом на территории бассейна Волги запасы воды в снеге составили 104% нормы, и были на 15 мм меньше предыдущих.

На территории бассейнов Дона выше Цимлянского водохранилища, на реках Хопер и Медведица запас воды в снеге составил 13-21% нормы и был меньше аналогичных значений 2022 г. на 70-106 мм.

На северо-западе в бассейнах рек Нарва и Волхов запасы воды в снеге составили 141-166%, что на 55-68 мм больше, чем в 2022 г.

По состоянию на 20 марта 2023 г. В бассейнах рек Северная Двина, Вага, Пинега, Вычегда, Мезень и Сухона запасы воды составили 90-130% нормы. Запас воды в снеге в бассейнах рек Северная Двина, Вага, Пинега, Вычегда и Мезень оказались на 23-51 мм меньше аналогичных значений 2022 г.; в бассейне реки Сухона близкими к ним; в бассейне реки Юг на 6 мм больше прошлогодних значений.

В бассейнах рек и водохранилищ Сибири запасы воды в снеге на 20 марта составили 76-139% нормы. Запасы воды в снеге в бассейнах Верхней Оби и Усть-Илимского водохранилища оказались на 12-17 мм меньше аналогичных значений 2022 г.; на остальных бассейнах Сибири - на 3-25 мм больше.

В период с 1976 по 2023 гг. на значительной части страны сохраняется тенденция уменьшения продолжительности залегания снежного покрова: на большей территории ЕЧР, севере Восточной Сибири, юге Западной Сибири, северо-западе Республики Саха (Якутия), севере Камчатского края, западе Чукотского АО и в Амурской области (рис. 1.14). Увеличение максимальной за зиму высоты снежного покрова наблюдалось в центральных и восточных районах ЕЧР, на Урале, на большей части Западной Сибири, побережье Охотского моря, в центре и на юге Красноярского края, востоке Якутии, в Прибайкалье, Чукотском АО, Приморском крае и на Сахалине. Уменьшение максимальной за зиму высоты снежного покрова отмечалось на северо-западе и отдельных станциях на севере ЕЧР, севере Камчатского края, юго-западе Таймырского муниципального района Красноярского края и отдельных станциях Республики Саха (Якутия).

По данным на полевых маршрутах за период с 1976 по 2023 гг. наблюдается увеличение запаса воды в снеге в центральных и восточных районах ЕЧР, северных и южных районах Западной Сибири, хотя площади этих очагов немного уменьшились. Сохраняется тенденция увеличения запаса воды в поле на Камчатке, Сахалине, в нижнем течении Амура и Приморье.

Уменьшение запаса воды в снеге в поле отмечается на северо-западе и севере ЕЧР, Полярном Урале, юго-западе Таймырского муниципального района Красноярского края. Средний для страны в целом запас воды в снеге по данным маршрутных снегосъемок в поле увеличивается на 2,71 мм за 10 лет.

По данным маршрутных наблюдений в лесу на территории России по-прежнему преобладают тенденции уменьшения максимального за зиму запаса воды в снеге. Средний для страны запас воды в снеге уменьшается на 1,15 мм за 10 лет.

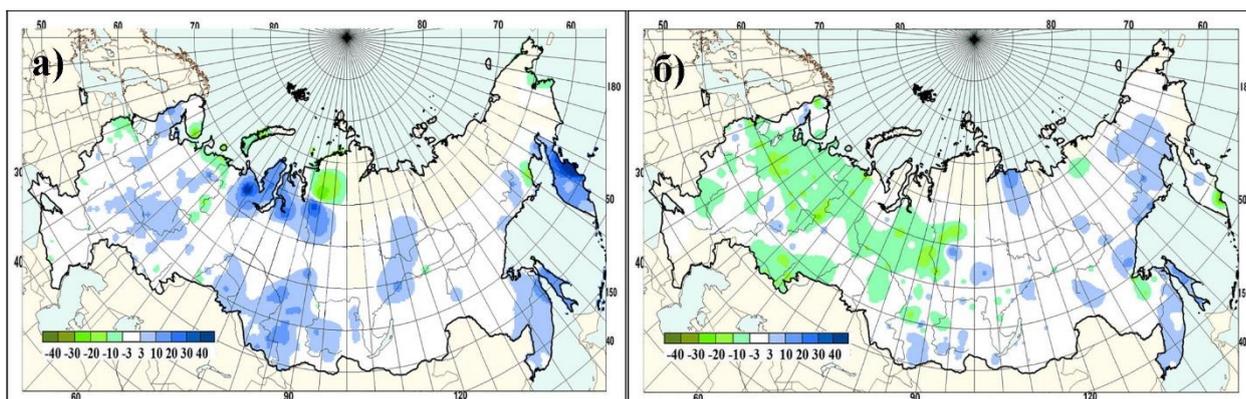


Рис. 1.14. Коэффициенты линейного тренда (мм/10лет) в рядах запаса воды в снеге за зимний период в поле (а) и в лесу (б), 1976-2023 гг.

1.6. Водные ресурсы

Водные ресурсы Российской Федерации в 2023 г. составили 4311,6 км³, превысив среднее многолетнее значение на 2,1%. Большая часть этого объёма - 4089,2 км³ - сформировалась в пределах России, и 222,4 км³ воды поступило с территорий сопредельных государств.

На реках Центрального и Дальневосточного федеральных округов (табл. 1.10) наблюдалась повышенная водность, в Северо-Западном, Северо-Кавказском, Южном и Сибирском федеральных округах - близкая к норме. В Приволжском и Уральском федеральных округах водные ресурсы были ниже среднемноголетних значений.

Водные ресурсы бассейнов крупнейших рек России (наблюдённый годовой сток рек) в 2023 г. в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений, имевших место в 2022 г. (табл. 1.11).

Бассейны крупнейших рек европейской части Арктической зоны Российской Федерации - Северной Двины, Мезени и Печоры - имели различный характер водности. Для Северной Двины и Мезени продолжилась фаза низкой водности, начавшаяся в 2021 г. Для Печоры, сток которой в 2022 г. приблизился к норме с небольшим отклонением (-1,6%) после восьмилетнего высоководного периода, в 2023 г. вновь превысил норму на 10,1%.

Сток Волги третий год подряд сохранился на довольно низком уровне -9,2% ниже нормы (при -9,2% в 2022 г. и -9,7% в 2021 г.).

Таблица 1.10. Ресурсы речного стока по федеральным округам

Федеральные округа	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км ³ /год	Характеристики водных ресурсов 2023 г., км ³ /год			
			местный сток	приток	всего	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северо-Западный	1687,0	569,6	503,7	60,5	564,2	-0,9
Центральный	650,2	126,1	111,9	23,4	135,3	7,3
Приволжский	1037,0	271,3	141,2	104,4	245,6	-9,5
Южный	447,9	288,3	34,2	244,5	278,7	-3,3
Северо-Кавказский	170,4	28,0	25,8	2,0	27,8	-0,7
Уральский	1818,5	597,3	303,2	197,4	500,6	-16,2
Сибирский	4361,8	1303,2	1118,7	185,5	1304,2	0,1
Дальневосточный	6952,5	1960,3	1850,5	312,5	2163,0	10,3
Российская Федерация в целом	17125,3	4223,3	4089,2	222,4	4311,6	2,1

Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930-1980 гг. для ЕЧР и за период 1936-1980 гг. для АЧР

Таблица 1.11. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км ³ /год	Водные ресурсы 2023 г., км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северная Двина	357	101,0	85,4	-15,4
Печора	322	129,0	142,0	10,1
Волга	1360	238,0	216,0	-9,2
Дон	422	25,5	20,7	-18,8
Кубань	57,9	13,9	12,4	-10,8
Терек	43,2	10,5	10,6	0,6
Обь	2990	405,0	322,0	-20,5
Енисей	2580	635,0	648,0	2,0
Лена	2490	537,0	642,0	19,6
Колыма	647	131,0	140,0	6,9
Амур	1855	378,0	360,0	-4,8

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

В бассейне Дона продолжилась фаза низкой водности, начавшаяся ещё в 2007 г. В 2023 г. водность Дона существенно возросла по отношению к четырём предыдущим годам. Тем не менее, сток сохранился намного ниже нормы (-18,8%).

Сток Кубани сохранился на довольно низком уровне и по сравнению с предыдущим годом изменился незначительно, его показатель составил 10,8% ниже нормы (при -10,1% в 2022 г.).

Водность в бассейне Терека достигла нормы (0,6%), что значительно выше показателя 2022 г., когда она была ниже нормы на 8,1%.

В бассейне одной из крупнейших рек азиатской части Российской Федерации - Оби - продолжилась фаза низкой водности, начавшаяся в 2021 г. после семилетнего высоководного периода. Сток реки был ниже нормы на 20,5%.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек - Енисея и Лены - продолжилась фаза высокой водности, начавшаяся в 2019 г. для Енисея и в 2020 г. для Лены. При этом по сравнению с 2022 г. имело место снижение стока Енисея с 7,6% над нормой до 2,0%, а Лены - с 31,5% до 19,6%.

В бассейне Колымы закончилась фаза пониженной водности, начавшаяся в 2020 г. При этом водность Колымы возросла по сравнению с 2022 г. до значения 6,9% над нормой от значения ниже нормы на 5,3%.

В бассейне крупнейшей реки Дальнего Востока - Амура - завершилась фаза высокой водности, начавшаяся в 2019 г. резким ростом стока до 41,5% над нормой от значения, близкого к норме. В 2023 г. произошёл обвал стока Амура от значения 34,7% над нормой до значения ниже нормы на 4,8%.

Водные ресурсы субъектов Российской Федерации в 2023 г. (табл. 1.12) также в большинстве случаев существенно отличались от средних многолетних значений и от значений, имевших место в 2022 г.

На территории Северо-Западного федерального округа в 2023 г. высокая водность рек сохранилась только в Республике Карелии и Вологодской области. При этом показатель водности Республики Карелии имел дополнительный рост по сравнению с 2022 г. и составил 15,5% против 8,6%. Показатель водности Вологодской области, напротив, снизился с 13,8% до 7,5%.

В Архангельской, Калининградской и Ленинградской областях, а также в Ненецком автономном округе сохранилась водность, близкая к норме.

Таблица 1.12. Ресурсы речного стока по субъектам Российской Федерации

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км ³ /год	Характеристики водных ресурсов 2023 г., км ³ /год			
			местный сток	приток	всего	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северо-Западный федеральный округ						
Республики						
Карелия	180,5	56,0	61,7	3,0	64,7	15,5
Коми	416,8	164,8	150,7	15,3	166,0	0,7
Области						
Архангельская, в том числе	589,9	354,9	152,0	192,7	344,7	-2,9
Ненецкий АО	176,8	204,8	63,1	153,8	216,9	5,9
Вологодская	144,5	47,7	41,2	10,1	51,3	7,5
Калининградская	15,1	22,4	1,5	20,4	21,9	-2,2
Ленинградская	83,9	82,1	15,1	68,9	84,0	2,3
Мурманская	144,9	65,7	52,7	14,0	66,7	1,5
Новгородская	54,5	23,4	16,0	9,4	25,4	8,5
Псковская	55,4	12,1	12,8	1,3	14,1	16,5
Центральный федеральный округ						
Области						
Белгородская	27,1	2,7	2,5	0,2	2,7	0,0
Брянская	34,9	7,3	6,6	3,8	10,4	42,5
Владимирская	29,1	35,2	4,3	34,0	38,3	8,8
Воронежская	52,2	13,7	3,9	12,1	16,0	16,8
Ивановская	21,4	57,3	4,2	50,7	54,9	-4,2
Калужская	29,8	11,3	7,2	8,0	15,2	34,5
Костромская	60,2	53,4	9,0	41,5	50,5	-5,4
Курская	30,0	3,9	2,8	0,0	2,8	-28,2
Липецкая	24,0	6,3	3,9	3,9	7,8	23,8
Московская	45,8	18,0	11,3	13,3	24,6	36,7
Орловская	24,7	4,1	3,6	0,7	4,3	4,9
Рязанская	39,6	25,7	2,4	26,1	28,5	10,9
Смоленская	49,8	13,7	14,3	6,0	20,3	48,2
Тамбовская	34,5	4,1	3,7	0,6	4,3	4,9
Тверская	84,2	21,1	18,3	7,8	26,1	23,7
Тульская	25,7	10,6	4,5	8,3	12,8	20,8
Ярославская	36,2	35,8	9,4	30,0	39,4	10,1
Приволжский федеральный округ						
Республики						
Башкортостан	142,9	34,2	19,6	6,3	25,9	-24,3
Марий Эл	23,4	110,4	4,0	106,7	110,7	0,3
Мордовия	26,1	4,9	3,5	2,0	5,5	12,2
Татарстан	67,8	229,6	6,8	193,4	200,2	-12,8
Удмуртская	42,1	63,3	7,1	38,0	45,1	-28,8
Чувашская	18,3	119,0	2,4	116,7	119,1	0,1
Края						
Пермский	160,2	56,0	33,6	5,0	38,6	-31,1
Области						
Кировская	120,4	40,0	26,3	12,4	38,7	-3,2
Нижегородская	76,6	105,8	11,5	94,4	105,9	0,1
Оренбургская	123,7	12,7	4,8	6,6	11,4	-9,5
Пензенская	43,4	5,6	5,7	0,8	6,5	16,1

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км ³ /год	Характеристики водных ресурсов 2023 г., км ³ /год			
			местный сток	приток	всего	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Самарская	53,6	236,8	5,1	204,1	209,2	-11,7
Саратовская	101,2	241,5	5,8	208,7	214,5	-11,2
Ульяновская	37,2	231,2	5,0	197,1	202,1	-12,6
Южный федеральный округ						
Республики						
Адыгея	7,8	14,1	2,9	11,9	14,8	5,0
Калмыкия	74,7	0,4	0,8	0,2	1,0	150,0
Крым	27,0	1,0	0,9	0,3	1,2	20,0
Края						
Краснодарский	75,5	23,0	22,2	7,7	29,9	30,0
Области						
Астраханская	49,0	237,7	0,0	216,0	216,0	-9,1
Волгоградская	112,9	258,6	4,5	234,9	239,4	-7,4
Ростовская	101,0	26,9	2,9	18,9	21,8	-19,0
Северо-Кавказский федеральный округ						
Республики						
Дагестан	50,3	20,7	7,8	12,5	20,3	-1,9
Ингушетия	3,6	1,7	0,5	1,4	1,9	11,8
Кабардино-Балкария	12,5	7,5	3,2	4,2	7,4	-1,3
Карачаево-Черкесская	14,3	6,1	6,9	0,0	6,9	13,1
Северная Осетия - Алания	8,0	8,0	3,3	4,6	7,9	-1,3
Чеченская	15,6	11,6	3,3	8,8	12,1	4,3
Края						
Ставропольский	66,2	6,0	0,8	5,2	6,0	0,0
Уральский федеральный округ						
Области						
Курганская	71,5	4,3	0,5	1,0	1,5	-65,1
Свердловская	194,3	30,2	15,8	0,4	16,2	-46,4
Тюменская, в том числе	1464,2	583,7	283,0	210,2	493,2	-15,5
Ханты-Мансийский АО	534,8	380,8	94,0	208,4	302,4	-20,6
Ямало-Ненецкий АО	769,3	581,3	187,9	302,4	490,3	-15,7
Челябинская	88,5	7,4	3,9	0,6	4,5	-39,2
Сибирский федеральный округ						
Республики						
Алтай	92,9	34,0	36,8	0,0	36,8	8,2
Тыва	168,6	45,5	39,0	8,2	47,2	3,7
Хакасия	61,6	97,7	19,5	73,0	92,5	-5,3
Края						
Алтайский	168,0	55,1	16,2	38,0	54,2	-1,6
Красноярский	2366,8	930,2	712,5	219,5	932,0	0,2
Области						
Иркутская	774,8	309,5	199,3	147,9	347,2	12,2
Кемеровская	95,7	43,2	33,2	1,9	35,1	-18,7
Новосибирская	177,8	64,3	0,3	54,6	54,9	-14,6
Омская	141,1	41,3	5,1	29,6	34,7	-16,0
Томская	314,4	182,3	56,8	103,2	160,0	-12,2
Дальневосточный федеральный округ						
Республики						

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км ³ /год	Характеристики водных ресурсов 2023 г., км ³ /год			
			местный сток	приток	всего	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Бурятия	351,3	97,1	86,3	37,4	123,7	27,4
Саха (Якутия)	3083,5	881,1	664,6	359,1	1023,7	16,2
Края						
Забайкальский	431,9	75,6	62,2	17,0	79,2	4,8
Камчатский	464,3	275,2	280,7	2,6	283,3	2,9
Приморский	164,7	46,3	73,6	12,4	86,0	85,7
Хабаровский	787,6	491,2	210,0	269,0	479,0	-2,5
Области						
Амурская	361,9	170,6	91,5	78,1	169,6	-0,6
Магаданская	462,5	124,9	124,3	3,4	127,7	2,2
Сахалинская	87,1	57,3	57,0	0,0	57,0	-0,5
Автономные области						
Еврейская	36,3	217,7	10,3	217,9	228,2	4,8
Автономные округа						
Чукотский АО	721,5	194,6	190,0	13,9	203,9	4,8

Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930-1980 гг. для ЕЧР и за период 1936-1980 гг. для АЧР.

В Республике Коми, Новгородской и Псковской областях наблюдался рост водности. Наиболее существенное повышение водности от весьма низкого значения -8,3% до значения 16,5% над нормой наблюдалось в Псковской области. В Республике Коми водность изменилась от пониженной (-6,1%) до нормальной (0,7%), а в Новгородской - от нормальной (-0,4%) до повышенной (8,5%). Показатель водности Мурманской области, расположенной в северной части округа, напротив, значительно снизился с 17,2% в 2022 г. до близкого к норме значения 1,5%.

В Республике Карелии и в Вологодской области подавляющее большинство рек в 2023 г. характеризовалось повышенным стоком. В Вологодской области повышенная водность определилась высоким стоком реки Сухоны и рек бассейна Волги, протекающих по её территории. Характер водности Ленинградской области определили близкий к норме сток Невы и превышающий норму сток Свири, Волхова и Вуоксы - основных рек, протекающих по её территории. В Республике Коми высокий сток Печоры, а в Архангельской области ещё и Сухоны компенсировали низкий сток остальных рек.

В 2023 г. все основные реки, протекающие по территории Новгородской и Псковской областей, характеризовались высоким стоком, весьма значительно превышающим как норму, так и значения 2022 г. Водность, близкую к норме Калининградской области определил сток реки Неман, достигший нормы и компенсировавший низкий сток остальных рек области. В Мурманской области подавляющее большинство рек характеризовалось низким или близким к норме стоком.

В целом по округу отклонение водных ресурсов от среднего многолетнего значения составило -0,9% и практически не изменилось по отношению к 2022 г., когда водность была равна норме. Зона высокой водности расширилась по сравнению с 2022 г. Зона нормальной водности сформировалась на севере и западе округа.

Запасы воды в Ладожском озере в 2023 г. увеличились на 6,50 км³, а в Онежском - на 3,17 км³ (табл. 1.13).

Таблица 1.13. Изменение запасов воды крупнейших озёр Российской Федерации

Озеро	Средний многолетний запас воды, км ³	Средний многолетний уровень воды, м	Запасы воды, км ³		
			на 01.01.23	на 01.01.24	годовое изменение
Ладожское	911,00	5,10	895,70	902,20	6,50
Онежское	292,00	33,00	291,80	294,97	3,17
Байкал*	23000,00	455,00			26,46
Ханка	18,30	68,90	19,62	21,82	2,20

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

В Центральном федеральном округе высокая водность имела место в Брянской, Владимирской, Воронежской, Калужской, Липецкой, Московской, Рязанской, Смоленской, Тверской, Тульской и Ярославской областях. Превышение нормы составило от 8,8% во Владимирской до 48,2% в Смоленской области. Для Владимирской, Воронежской, Липецкой, Рязанской и Тверской областей водность изменилась по сравнению с 2022 г. от значений ниже нормы, а в Тульской и Ярославской практически не изменилась.

В трёх областях округа - Ивановской, Костромской и Курской - водность сохранилась ниже нормы с отклонением от неё в меньшую сторону от 4,2% в Ивановской до 28,2% в Курской области.

Водность Белгородской области от весьма низкой в 2022 г. (-25,9%) достигла нормы. Показатель водности Орловской области также увеличился по сравнению с предыдущим годом и составил 4,9% против -4,9%. Резкое повышение водности произошло в Тамбовской области от значения ниже нормы на 34,0% до значения 4,0% над нормой.

Картина водности на территории округа, сформировавшаяся в 2023 г., отличается от картины предыдущего года сокращением зоны низкой водности, которая сохранилась только в юго-западной части округа. Зона высокой водности сохранилась в западной и несколько расширилась в направлении центральной части округа.

В целом по округу водность рек изменилась по сравнению с 2022 г. (7,3% выше нормы против 6,9% ниже нормы).

Описанная ситуация в приволжских областях определилась повышенным стоком рек бассейна Волги в пределах округа и высоким стоком рек бассейна Оки. Превышение стока над нормой в створе Иваньковского гидроузла составило 36,4% (при -0,4% в 2022 г.), а в створе Угличского гидроузла - выше на 24,5% (при -1,5% 2022 г.). Сток Оки в створе г. Муром был выше нормы на 12,3% против 0,9% ниже нормы в 2022 г., а в створе г. Кашира превысил норму на 30,8% против 12,8%.

Ситуацию в западных областях округа определил резкий рост стока Западной Двины, Днепра и его притоков по сравнению с 2022 г. от значений ниже нормы до значений, значительно превышающих её.

В остальной части округа картина определилась стоком в бассейне Дона, по-прежнему весьма низким.

Запасы воды в волжских водохранилищах округа - Иваньковском, Угличском и Рыбинском - уменьшились в 2023 г. на 0,42 км³, в основном за счёт Рыбинского водохранилища, где они понизились на -0,49 км³, а уровень понизился на 0,14 м.

В Приволжском федеральном округе в 2023 г. водность превысила норму только в двух субъектах федерации - Республике Мордовии и Пензенской области, водность которых была ниже нормы с 2019 г. Наиболее значительный рост водности от весьма низких значений произошёл в Республике Мордовии, превысив норму на 12,2% против -16,3% в 2022 г. В Пензенской области показатель водности составил 16,1% против -3,6%.

В республиках Марий Эл и Чувашской, Кировской и Нижегородской областях водность была близкой к норме.

На территории остальных субъектов федерации в составе округа - республик Башкортостан, Татарстан, Удмуртской, Пермском крае, а также Оренбургской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областей - водность была низкой, сохранившейся с 2022 г. или снизившейся по сравнению с ним, за исключением Оренбургской области, где она значительно повысилась. Отклонения от нормы заключались в диапазоне от -9,5% в Оренбургской области до -31,1% в Пермском крае.

В 2023 г. на западе округа наметилось формирование зоны высокой водности.

По округу в целом водность рек была ниже нормы на 9,5%, что несколько ниже, чем в 2022 г., когда она была ниже нормы на 7,8%.

Распределение водных ресурсов по субъектам федерации Приволжского федерального округа и его изменения определились действием четырёх факторов. Первый из них - низкий сток реки Вятки, главной реки Кировской области, а также низкий сток реки Камы и её притоков - результат снижения стока этих рек по сравнению с 2022 г. Второй фактор - высокий или близкий к норме сток рек бассейнов Волги и Дона в пределах Пензенской области. Третий фактор - сохранение низкого или пониженного стока в остальной части бассейна Волги в пределах округа. Сток Волги в створах ГЭС, расположенных ниже Нижегородского гидроузла, Чебоксарской, Жигулёвской, Саратовской и Волжской был ниже нормы, соответственно, на 0,6%, 12,7%, 8,9% и 9,1%, что в основном соответствует показателям двух предыдущих лет. Наконец, четвёртым фактором был рост стока рек в бассейне Урала и всех других рек в пределах Оренбургской области.

Запасы воды в водохранилищах Волжско-Камского каскада (Иваньковском, Угличском, Рыбинском, Горьковском, Чебоксарском, Куйбышевском, Камском, Воткинском, Саратовском, Волгоградском), расположенных в трёх федеральных округах, уменьшились в 2023 г. на 5,08 км³, в основном, за счёт Волгоградского водохранилища, где они понизились на 1,05 км³, а уровень - на 0,35 м.

Запасы воды в Ириклинском водохранилище на реке Урал в 2023 г. увеличились на 0,48 км³, а его уровень повысился на 2,23 м.

В Южном федеральном округе в 2023 г. водность рек в Краснодарском крае превысила норму на 30,0% после более низкой водности 2022 г. с показателем 19,1%. Водность Республики Крым сохраняется высокой (20,0% над нормой), но снизилась относительно 2022 г., когда она достигла значения 50,0% выше нормы. В Республике Калмыкии традиционно высокая водность повысилась до 150,0% над нормой от 125,0%. В Республике Адыгее водность, пониженная в 2022 г. на 5,0%, повысилась до значения выше нормы на 5,0%. Что касается Астраханской и Волгоградской областей, то в них сохранилась низкая водность с практически не изменившимися значениями показателей третий год подряд (9,1% и 7,4% при 9,0% и 10,3% в 2022 г. и при 9,5% и 11,8% в 2021 г.). В Ростовской области, несмотря на рост, сохранилась низкая водность (ниже нормы на 19,0% при 39,4% в 2022 г.), продлив низководный период до 17 лет.

Сложившаяся картина водности приволжских областей округа была обусловлена сохранением пониженного стока Волги на уровне ниже нормы на 9,2%, а в Ростовской области - сохранением стока Дона на низком уровне -18,8%. В Краснодарском крае и Республике Адыгее она была обусловлена продолжившимся снижением стока Кубани в пределах округа при повышении стока основных притоков Краснодарского водохранилища, а также большинства рек Черноморского побережья Кавказа. Наконец, понижение стока подавляющего большинства рек Крымского полуострова стало причиной понижения водности в Республике Крым по сравнению с 2022 г.

Сохранение и даже рост весьма высокой водности рек Республики Калмыкии, определились ростом водности Калауса и Кумы в результате масштабной переброски стока Кубани и Терека в эти реки.

В целом по округу отклонение водных ресурсов от среднего многолетнего значения составило -3,3%, что несколько выше показателя 2022 г. (8,0% ниже нормы).

Запасы воды в Краснодарском водохранилище увеличились на 0,99 км³, что привело к повышению уровня этого водоёма на 3,22 м. В Цимлянском водохранилище запасы воды в 2023 г. увеличились на 2,41 км³, а его уровень повысился на 1,04 м.

В большинстве субъектов федерации Северо-Кавказского федерального округа - в Республиках Дагестан, Кабардино-Балкарской, Северной Осетии - Алании, Чеченской и Ставропольском крае водность рек была близкой к норме или соответствовала норме - в Ставропольском крае. Существенное повышение от -13,7% до -1,3% наблюдалось в Республике Северной Осетии - Алании. Превышение нормы водности сохранилось на территории двух республик: Карачаево-Черкесской и Ингушетии. Водность Карачаево-Черкесской Республики, весьма высокая в 2022 г. (31,1%), снизилась до значения 13,1%, а Ингушетии, напротив, повысилась от значения близкого к норме до значения 11,8%.

В целом по округу водность осталась близкой к норме с отклонением от неё в меньшую сторону всего на 0,7%, то есть несколько снизилась по сравнению с 2022 г., когда она превышала норму на 3,2%.

Картину водности рек Северо-Кавказского федерального округа сформировало снижение стока реки Кубани в пределах округа и незначительное повышение стока других основных рек, протекающих по его территории - Терека и Сулака, а также большинства их притоков. Как и прежде, естественная картина распределения водных ресурсов в немалой степени нарушалась масштабной межбассейновой и внутрибассейновой переброской стока.

Во всех субъектах федерации на территории Уральского федерального округа сохранилась низкая водность рек. Наиболее значительные отклонения от нормы в меньшую сторону 65,1% и 46,4% имели место, соответственно, в Курганской и Свердловской областях. В Курганской области продолжился период весьма низкой водности, начавшийся в 2018 г., а в Свердловской и Челябинской областях низкая водность сохранилась с 2021 г. В Тюменской области и автономных округах в её составе также продолжилось снижение водности, начавшееся в 2021 г. от значений, близких к норме.

Решающую роль в формировании описанной ситуации в Тюменской области и автономных округах сыграл сток главной реки области и всего федерального округа - Оби, который снизился до значений ниже нормы на 20,5% (при 10,4% ниже нормы в 2022 г.), а также дополнительно снизившийся сток других рек Обской губы. В Свердловской, Челябинской и Курганской областях ситуация определилась сохранившимся господством низкого стока в бассейнах Тобола, Урала и Камы в пределах округа.

По округу в целом произошло существенное снижение показателя водности от значения -8,5% до значения -16,2%.

В Сибирском федеральном округе в 2023 г. всюду, кроме Красноярского края, Иркутской и Кемеровской областей, произошло повышение водности по сравнению с 2022 г. Наиболее впечатляющее повышение имело место в республиках Алтай (от 22,1% ниже нормы до 8,2% над нормой) и Хакасии (от 22,9% ниже нормы до 5,3% ниже нормы), а в Алтайском крае водность приблизилась к норме (от 25,8% ниже нормы до 1,6% ниже нормы). В Республике Тыва и Красноярском крае водность была близка к норме, отличаясь от неё, соответственно, на 3,7% и 0,2% в большую сторону.

В Иркутской области водность значительно понизилась: превышение нормы составило 12,2% против 20,3% в 2022 г. Почти не изменилась водность Кемеровской области (-18,7% против -16,7%).

В остальных областях округа - Новосибирской, Омской и Томской - водность сохранилась низкой, хотя и несколько повысилась по сравнению с предыдущим годом. Отклонения от нормы для этих субъектов федерации составили соответственно -14,6%, -16,0% и -12,2% против -32,0%, -23,0% и -21,6% в 2022 г.

В целом по округу водность рек понизилась и достигла нормы, отличаясь от неё всего на 0,1% в большую сторону против 7,2% в 2022 г.

Распределение водных ресурсов Сибирского федерального округа по субъектам федерации и его изменение определились водностью бассейнов Оби, Иртыша, Енисея и Лены в пределах территории округа, а также бассейна Хатанги.

Практически весь участок бассейна Оби от истока до границы округа характеризовался низкой водностью, но с более высокими показателями, чем в 2022 г. Сток Оби в створе плотины Новосибирской ГЭС был ниже нормы на 13,3%, а в створе границы - на 12,2% при соответствующих показателях 2022 г. 32,7% и 21,6%.

В бассейне Иртыша, в среднем течении водность продолжила ежегодное снижение, начавшееся в 2016 г. от весьма высоких значений, и в 2023 г. сохранилась низкой, хотя по сравнению с 2022 г. увеличилась до -16,1% от -23,0%.

В бассейне Енисея водность участка от истока до Красноярской ГЭС в 2023 г. также несколько повысилась и составила в створе плотины ГЭС -15,5% (при 20,0% ниже нормы в 2022 г.). Однако водность бассейна в целом по сравнению с 2022 г. снизилась и была близкой к норме с показателем 2,0% против 7,6%. Ситуация определилась совокупным влиянием притоков на участке ниже ГЭС, в том числе крупнейшего притока - Ангары, сток которой по-прежнему был выше нормы, но снизился по сравнению с 2022 г. Превышение нормы составило 7,8% против 11,5%. Сток Нижней Тунгуски сохранился близким к норме.

В бассейне Лены, в верхнем течении сток превышал норму на 18,2%, что значительно ниже, чем в 2022 г., когда превышение составило 30,7%. При этом сток главного притока Лены в верхнем течении - реки Витим резко снизился до значения 4,2% от экстремального значения 2022 г. (97,3% над нормой).

В бассейне Хатанги вновь началась фаза низкой водности, прерванная в 2022 г., с показателем -3,5% против 13,8% над нормой.

Годовое увеличение запасов воды в Новосибирском водохранилище составило 1,18 км³, повышение уровня - 1,20 м. Запасы воды в озере Байкал повысились на 26,46 км³. Суммарное увеличение запасов воды в водохранилищах Ангаро-Енисейского каскада составило 15,38 км³, в основном за счёт Братского водохранилища, запасы которого повысились на 8,47 км³, что вызвало повышение уровня в этом водохранилище на 1,11 м. Запасы Красноярского водохранилища повысились на 6,00 км³, а уровень - на 3,76 м. Запасы Саяно-Шушенского водохранилища повысились на 0,57 км³, что вызвало повышение уровня на 1,39 м.

В Дальневосточном федеральном округе превышение нормы водности рек, причём весьма значительное, наблюдалось в республиках Бурятия и Саха (Якутия), а также в Приморском крае. В Республике Бурятия и Приморском крае произошёл рост водности по сравнению с 2022 г. Изменение показателей водности в этих субъектах федерации

составило, соответственно, от 3,4% до 27,4% и от 49,5% до 85,7%. Напротив, в Республике Саха (Якутии) произошло снижение стока до значения 16,2% при 25,2% в 2022 г.

Во всех остальных субъектах федерации водность была близкой к норме. При этом она значительно снизилась от весьма высоких значений 2022 г. в краях: Забайкальском (от 64,7% до 4,9%) и Хабаровском (от 33,7% до -2,5%), Амурской (от 38,0% до -0,6%) и Сахалинской (от 33,0% до -0,5%) областях, а также в Еврейской автономной области (от 33,4% до 4,8%). Снижение водности в Магаданской области было незначительным (от 5,6% до 2,2%). Повышение водности с переходом через норму произошло в Камчатском крае от -4,5% до 2,9% и Чукотском автономном округе от -9,2% до 4,8%.

В целом по округу водность рек была выше нормы на 10,3%, что значительно ниже показателя 2022 г. 21,6%.

Распределение водности в Дальневосточном федеральном округе и его годовое изменение стали результатом действия многих факторов. Первый из них - снижение стока Лены и её основных притоков, продолжение роста стока Колымы в сочетании с понижением водности большинства других наиболее крупных рек бассейнов морей Лаптевых и Восточно-Сибирского, за исключением Анабара, сток которого значительно повысился. Продолжение повышения стока рек, протекающих по территории Чукотского автономного округа, в результате которого водность в большинстве случаев приблизилась к норме, завершило фазу пониженной водности этого субъекта федерации, длившуюся четыре года. Второй фактор - резкое снижение стока Амура и его притоков в верхнем течении. Третий фактор - продолжение умеренного роста стока основной части рек полуострова Камчатка, начавшегося в 2022 г. Четвёртый фактор - значительное повышение стока рек бассейна озера Байкал до весьма высоких показателей. Пятый фактор - продолжение роста стока рек бассейна Японского моря после одногодичной низководной фазы 2021 г. Наконец, шестой фактор - снижение стока большинства рек острова Сахалин.

Запасы воды в озере Ханка повысились на 2,20 км³, а в Зейском водохранилище уменьшились на 3,13 км³. Уровень воды в этом водохранилище понизился на 1,37 м.

В 2023 г. водность рек на территории Российской Федерации превысила норму на 2,1%, что несколько меньше, чем в 2022 г., когда она была выше нормы на 9,3%. Количество субъектов федерации с повышенной водностью рек составило 45 единиц против 28 единиц в 2022 г. Общая площадь территории таких субъектов федерации увеличилась и составила приблизительно 11,3 млн км² против 10,0 млн км².

В 2023 г. высокая водность сохранилась, дополнительно повысилась или пришла на смену низкой водности на северо-западе, в центре и на западе ЕЧР, в ряде горных и предгорных районов Северного Кавказа, а также на южном берегу Крыма. На АЧР это имело место на Анабарском плато, Восточно-Сибирской низменности, Чукотском полуострове, в Прибайкалье и Забайкалье, Приморье и на полуострове Камчатка. Наиболее высокой водностью характеризовались территории запада ЕЧР и Приморья. В других частях России наблюдалась низкая или средняя водность, сохранившаяся или пришедшая на смену высокой водности, наблюдавшейся в 2022 г.

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

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

Действующая в настоящее время система мониторинга загрязнения 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 по единым методикам 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, размещенных 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 2023 г. количественный состав государственной сети наблюдений следующий:

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились в 222 городах Российской Федерации на 641 пункте государственной наблюдательной сети Росгидромета из 247 городов 703 пунктов наблюдений, данные которых были использованы при оценке уровней загрязнения атмосферного воздуха в Российской Федерации. Измеряются концентрации до 60 загрязняющих веществ.

Наблюдениями за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям охвачены 1178 водных объекта (из них 1026 водотоков и 152 водоёма), на которых находится 1 808 пунктов, 2 488 створов, 2 801 вертикаль, 3216 горизонтов. Измеряются 104 показателя качества воды. В 2023 г. на 67 водных объектах (из них 55 водотоков и 12 водоемов), на которых находится 116 пунктов, 140 створов, 204 вертикали, 327 горизонтов, наблюдения были временно приостановлены.

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям проводились в шести гидрографических районах Балтийском, Каспийском, Восточно-Сибирском, Карском, Тихоокеанском и Баренцевском на 142 водных объектах России на 259

гидробиологических пунктах и 359 створах. Программа наблюдений включала от 2 до 6 показателей.

Наблюдения за загрязнением шельфовых зон 9 морей проводились на 290 станции по гидрохимическим показателям (от 6 до 9 показателей); на 4 морях - на 46 станциях по гидробиологическим показателям (по фитопланктону, мезозoopланктону, макрозообетосу, бактериопланктону).

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

Пунктами сети наблюдений за загрязнением почв пестицидами являлись сельскохозяйственные угодья, отдельные лесные массивы, зоны отдыха, а также территории вблизи объектов хранения и места захоронения неликвидных пестицидов. Отбор почв производился два раза в год (весной и осенью) на территориях 7 федеральных округов, 39 субъектов РФ общей площадью 32,5 тыс. га. В отобранных пробах определялись 20 наименований пестицидов и их метаболитов.

Для оценки загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения в 2023 г. проведён отбор проб в районах 47 населенных пунктов на территориях 14 субъектов РФ. В отобранных пробах определялось до 25 ингредиентов промышленного происхождения.

Сеть станций, осуществляющих наблюдения за химическим составом и кислотностью осадков, состоит из 222 станций. В пробах определялось до 12 компонентов.

Наблюдения за загрязнением снежного покрова на территории России в 2023 г. осуществлялись на 523 пунктах. В пробах определялись основные ионы и значения pH.

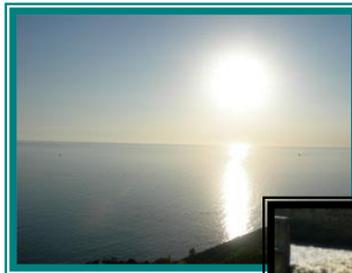
Система фонового мониторинга ориентирована на получение информации о состоянии окружающей среды на территории Российской Федерации, на основании которой проводятся оценки и прогноз изменения этого состояния под влиянием антропогенных факторов.

На территории России находятся 5 станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ), которые расположены в биосферных заповедниках: Воронежском, Приокско-Тerrasном, Астраханском, Кавказском и Алтайском, а также региональная СКФМ Мариинск Уральская.

Наблюдения за радиационной обстановкой на стационарной сети осуществлялись на 1 267 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) не регулируемых Монреальским протоколом парниковых газов (ПГ) на территории Российской Федерации получены методами расчетного мониторинга.

Методической основой для выполнения оценок служили одобренные Совещанием Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) руководящие документы Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) по проведению национальных инвентаризаций выбросов и поглощения парниковых газов. 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. Исходная информация для выполнения оценок была получена из материалов экономической, земельной, лесной и других видов российской статистики и дополнена данными, полученными от организаций, ведущими деятельность, связанную с выбросами ПГ, а также данными, опубликованными в научно-технической литературе. В настоящий Обзор включены впервые полученные оценки выбросов и поглощения за 2022 г., а также ранее выполненные оценки за период 2016-2021 гг., подвергнутые частичному пересмотру и уточнению согласно требованиям РКИК ООН и МГЭИК. Практика ретроспективного пересмотра всего ряда оценок будет продолжена и в дальнейшем.

Выбросы и поглощение парниковых газов по секторам МГЭИК¹ представлены в табл. 2.1. 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, изменение структуры ВВП и структуры топливного баланса. Определенный вклад в изменение выбросов вносят общий тренд и межгодовые колебания температуры воздуха на территории РФ, оказывающие свое влияние опосредованно, через изменение использования ископаемых видов топлива.

В 2020 г., под влиянием пандемии COVID-19 и принимавшихся для ограничения ее воздействия мер, совокупный выброс без учета вклада сектора землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ) сократился на 3,6%. В 2021 г. он возрос на 4,8% на фоне увеличения ВВП на 5,9%. В 2022 г. совокупный выброс без учета ЗИЗЛХ сократился по отношению к 2021 г. на 2,4% при сокращении ВВП на 1,2%.

По сравнению с 1990 г. - базовым годом по обязательствам Российской Федерации согласно РКИК ООН и Парижскому соглашению, в 2022 г. совокупный выброс ПГ значительно снизился (на 51,4% с учетом сектора ЗИЗЛХ, и на 33,8% без учета этого сектора).

Сектор ЗИЗЛХ, в котором сток парниковых газов из атмосферы, происходящий в форме поглощения CO₂ растениями, превалирует над их выбросами, оставался значительным нетто-поглотителем парниковых газов, компенсируя в 2022 г. 29,5% выбросов, происходивших в других секторах (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Выбросы парниковых газов по секторам МГЭИК*

Секторы	Выбросы, млн. т CO ₂ -экв.				
	2018	2019	2020	2021	2022
Энергетика	1686,3	1679,4	1591,0	1676,0	1632,0
Промышленные процессы и использование продукции	244,7	239,1	246,0	254,4	244,5
Сельское хозяйство	112,9	114,6	116,8	119,2	119,8
ЗИЗЛХ**	-664,8	-634,1	-653,3	-594,6	-617,6
Отходы	87,4	89,1	91,5	94,0	96,2
Всего, без учета ЗИЗЛХ	2131,3	2122,2	2045,3	2143,6	2092,5
Всего, с учетом ЗИЗЛХ	1466,5	1488,0	1392,0	1549,0	1474,8

* Значения приведены с округлением

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

В таблице 2.2 представлены данные по вкладу секторов МГЭИК в совокупный выброс парниковых газов. Распределение выбросов по секторам за период с 1990 г. (базового года обязательств Российской Федерации по международным климатическим соглашениям) по 2022 г. не претерпело существенных изменений. Доминирующую роль продолжает играть энергетический сектор. Несколько возросла роль выбросов, связанных с промышленностью, уменьшился вклад сельского хозяйства. Почти в 3 раза возрос вклад в совокупный выброс сектора обращения с отходами производства и потребления.

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 полезного сжигания всех видов ископаемого топлива, независимо от того в каких отраслях экономики

и в каких процессах это сжигание происходит. К энергетическому сектору 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.

Таблица 2.2. Распределение выбросов парниковых газов по секторам МГЭИК, без учета сектора ЗИЗЛХ, %

Годы	Всего	По секторам			
		Энергетика	Промышленные процессы и использование продукции	Сельское хозяйство	Отходы
1990	100,0	81,6	8,9	7,9	1,6
2022	100,0	78,0	11,7	5,7	4,6

2.2.2. Содержание CO₂ и CH₄ в атмосфере

Анализ изменчивости концентрации парниковых газов (ПГ) в приземном слое атмосферы выполнен на основе анализа результатов измерений, проводимых на четырех станциях наблюдений за содержанием парниковых газов, входящих в Глобальную службу атмосферы (ГСА). Характеристики станций приведены в таблице 2.3. Станция Териберка (Кольский полуостров, побережье Баренцева моря) и станция Тикси (побережье море Лаптевых, залив Сого) расположены в условиях, близких к фоновым. Станции Новый Порт (п-ов Ямал, берег Обской губы) и Воейково (пригород Санкт-Петербурга) находятся в районах крупномасштабных антропогенных источников парниковых газов. Для сравнения с данными наблюдений на российских станциях были привлечены данные станции Барроу (71,3° с. ш., 156,6° з. д.), представленной в Мировом центре данных (МЦД) ВМО по парниковым газам (WDCGG) и расположенной в том же широтном поясе.

Данные станций Териберка передаются в мировой центр данных (МЦД) по парниковым газам (WDCGG), где используются при проведении глобального анализа полей указанных газов. Данные станции Тикси передавались в МЦД ВМО по 2021 г. включительно.

Таблица 2.3. Станции наблюдений за парниковыми газами

Станция	Широта	Долгота	Высота над у.м.	Период наблюдений	Программа наблюдений
Териберка	69,20° с. ш.	35,10° в. д.	40	с 1988	CO ₂ , CH ₄ с 1996 г.
Новый порт	67,68° с. ш.	72,88° в. д.	11	с 2002	CO ₂ , CH ₄
Тикси	71,58° с. ш.	128,92° в. д.	30	с 2011	CO ₂ , CH ₄
Воейково	59,98° с. ш.	30,70° в. д.	72	с 1996	CH ₄ CO ₂ с 2021 г.

Рост концентрации основного парникового газа CO₂ с самым длительным рядом наблюдений на территории РФ представлен на рис. 2.1. В таблице 2.4 приведены результаты измерений за последние 11 лет на станции Териберка. Результаты мониторинга парниковых газов на российских арктических станциях представлены на рис. 2.2 (среднемесячные значения концентрации CO₂ и CH₄ в сравнении с данными станции Барроу).

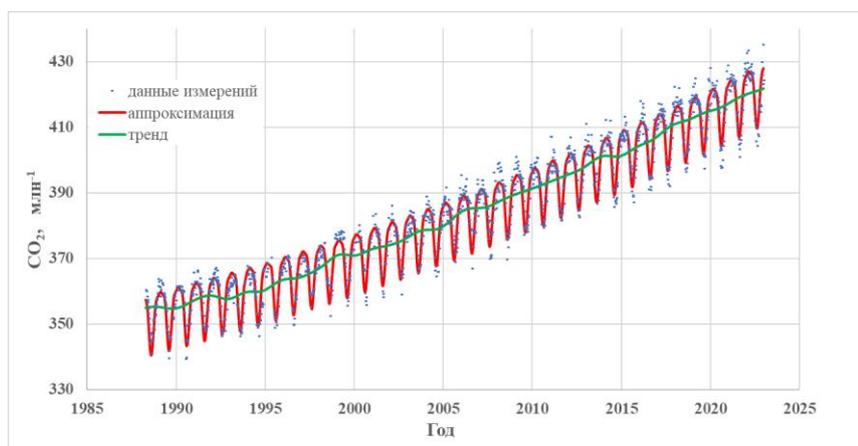


Рис. 2.1. Временной ход концентрации CO₂ и CH₄ на станции Териберка

Уровень концентрации CO₂ в атмосфере северных широт достиг в 2023 г. очередного максимума. Среднегодовое значение концентрации CO₂ на станции Териберка превысило 423 млн⁻¹, а максимальные среднемесячные значения, наблюдаемые в зимние месяцы, превысили 430 млн⁻¹.

В 2023 г. по сравнению с предыдущим годом темпы роста концентрации CO₂ снизились. На станции Териберка рост концентрации CO₂ составил 2,0 млн⁻¹, что заметно меньше межгодовой изменчивости

в 2022 г. (табл. 2.3), а также среднеглобальной скорости роста за предыдущие 10 лет и последний год, составляющей согласно бюллетеню ВМО по ПГ № 19 от 15 ноября 2023 г. 2,5 млн⁻¹/год и 2,2 млн⁻¹/год соответственно. Рост концентрации CO₂ в 2023 г., зафиксированный на станции Воейково, составил 2,7 млн⁻¹/год.

Таблица 2.4. Среднегодовые значения и межгодовой рост (Δ) концентрации CH₄ и CO₂ на станции Териберка

Год	Териберка			
	CH ₄ , млрд ⁻¹	ΔCH ₄ , млрд ⁻¹	CO ₂ , млн ⁻¹	ΔCO ₂ , млн ⁻¹
2013	1907,8	-2,4	398,8	2,2
2014	1913,5	5,7	400,7	1,9
2015	1924,4	10,9	402,2	1,5
2016	1946,7	22,3	405,7	3,4
2017	1947,1	0,4	409,1	3,5
2018	1950,4	3,3	411,4	2,2
2019	1961,8	11,4	414,1	2,7
2020	1980,4	18,6	415,8	1,8
2021	1999,1	18,7	418,5	2,6
2022	2019,1	20,0	421,4	3,0
2023	2023,1	4,0	423,4	2,0

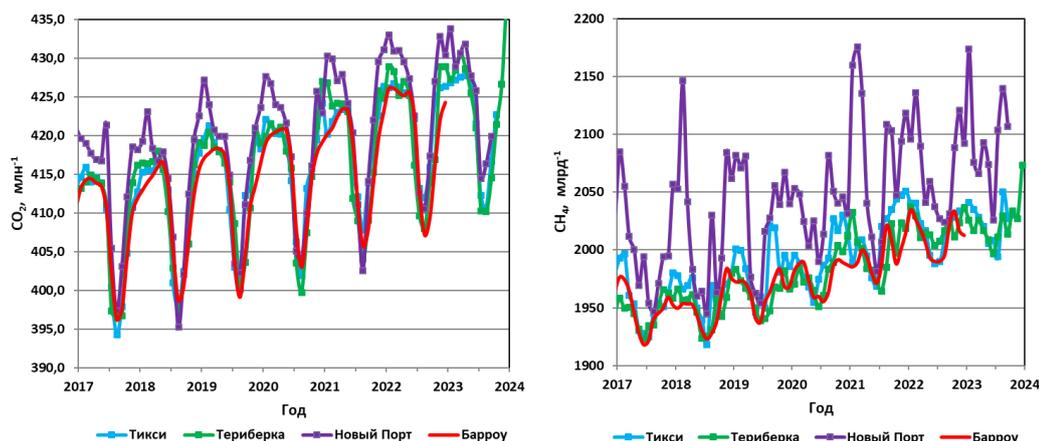


Рис. 2.2. Временной ход концентрации CO₂ и CH₄ на российских арктических станциях в сравнении с данными станции Барроу

Последние три года, как на российских Арктических станциях, так и в глобальном масштабе наблюдалось ускорение роста концентрации метана. Прирост среднеглобальной концентрации CH₄ за год составил 15, 18 и 16 млрд⁻¹ в 2020, 2021 и 2022 гг. соответственно (Бюллетень ВМО № 19 от 15 ноября 2023 г.). По данным станции Териберка среднегодовое значение концентрации CH₄ в 2022 г. увеличилось на 20 млрд⁻¹, а увеличение среднемесячного значения концентрации для периода с апреля по август 2022 г. по сравнению с теми же месяцами 2021 г. превысило 30 млрд⁻¹ (рис. 2.3). По сравнению с приведенными выше данными изменения концентрации CH₄ в 2023 г. по сравнению с 2022 г. заметно меньше. Для станции Териберка прирост составил 4 млрд⁻¹ (рис. 2.3) и на станции Воейково 7 млрд⁻¹ (рис. 2.4).

Поступление метана в атмосферу происходит как от антропогенных, так и природных источников, при этом возрастание природной эмиссии может быть вызвано потеплением климата. Какая из этих причин является ответственной за изменение темпов роста концентрации метана пока не установлено. Научные исследования, направленные на выяснение возможных причин увеличения межгодового роста концентрации метана, представлены в Бюллетене ВМО по ПГ № 18 от 26 октября 2022 г. Совместное рассмотрение изменений концентрации и изотопного состава метана со временем свидетельствует о существенной роли биогенных источников в этом процессе. Пока неясно, происходит ли это отчасти из-за увеличения выбросов из естественных водно-болотных угодий как обратной климатической связи. В связи с этим обращает на себя внимание сильная изменчивость концентрации метана на станции Воейково в период наибольшего влияния природных источников (как от месяца к месяцу, так и от года к году). В то же время, в зимний период наблюдается последовательный рост концентрации метана от года к году (рис. 2.4).

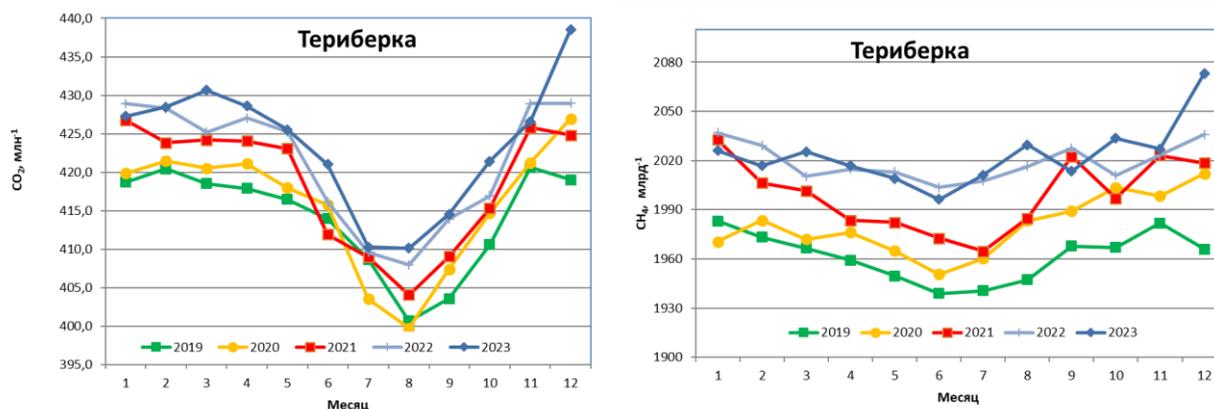


Рис. 2.3. Сезонный ход концентрации CO₂ и CH₄ на станции Териберка

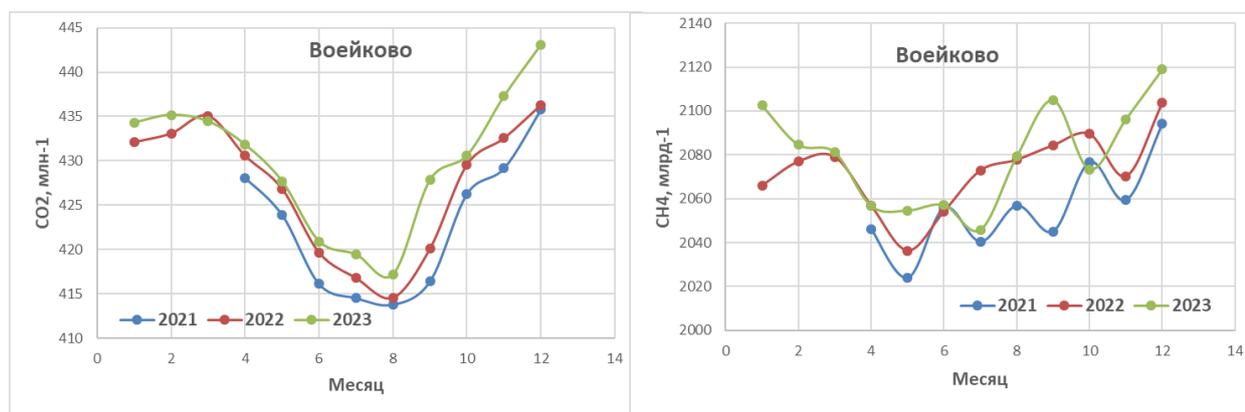


Рис. 2.4. Сезонный ход концентрации CO₂ и CH₄ на станции Воейково

Для станций, расположенных в окрестностях крупномасштабных источников, долговременные значения трендов близки к среднеглобальным. Региональные особенности поля концентрации ПГ проявляются при рассмотрении превышения концентрации над фоновым уровнем. Полученные значения превышений для станций Новый Порт и Воейково для всего периода наблюдений и последнего года представлены в таблице 2.5. При определении превышения в качестве фонового уровня использованы данные станции Териберка.

Таблица 2.5. Превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем

Станция	Новый Порт	Новый Порт	Воейково	Воейково
Период измерений	2004-2023	2023	1996-2022	2023
CH ₄ , млрд ⁻¹	73±17	72	81±17	91
CH ₄ , %	3,8%	3,6%	4,2%	4,5%
CO ₂ , млн ⁻¹	4,3±1,2	3,7	-	6,5
CO ₂ , %	1,1%	0,9%	-	1,5%

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 как техногенных, так и естественных (увлажненные территории) источников. Максимальные значения превышения наблюдаются в зимний период, в основном, за счет снижения высоты слоя перемешивания атмосферы и достигают 10 млн⁻¹ для CO₂ и 150-180 млрд⁻¹ для CH₄.

Станция Воейково испытывает влияние антропогенной эмиссии парниковых газов с территории крупного промышленного центра Санкт-Петербурга. По данным измерений, проводившихся с 2000 г. по 2016 г., превышение концентрации CH₄ над фоновым уровнем непосредственно в Санкт-Петербурге примерно в 2 раза выше, чем в Воейково и составляет 8,8%.

Превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем в 2023 г. на станциях Новый порт и Воейково не выходит за пределы вариаций, наблюдаемых за многолетний период.

2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферы

2.3.1. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы

Интегральная оптическая плотность атмосферы (ОПА) и коэффициент интегральной прозрачности P_2 характеризуют степень общего замутнения атмосферы. Они связаны между собой соотношением:

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

в котором $S_{p,30}$ - величина измеренного потока прямой солнечной радиации в кВт/м², 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 $\Delta\lambda = 0,3 - 4$ мкм при оптической массе $m = 2$ (т.е. при высоте солнца 30°).

В указанном диапазоне λ вариации ОПА определяются главным образом содержанием в атмосфере аэрозоля и водяного пара. Именно поэтому можно считать, что ОПА косвенно характеризует изменение аэрозольной составляющей и является показателем как общего оптического замутнения атмосферы, так и косвенной характеристикой аэрозольного ослабления радиации в атмосфере.

Список станций, районы их расположения и координаты указаны в таблице 2.6. В паре с тремя собственно региональными фоновыми станциями в трех близлежащих городах по аналогичной программе работают городские станции с целью установления разницы в уровне замутнения атмосферы.

Таблица 2.6. Районы расположения региональных станций фоновоего мониторинга, на которых проводятся наблюдения за оптической плотностью и интегральной прозрачностью атмосферы

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

* - городские станции, являющиеся парными фоновым станциям, расположенным на строку выше

В таблице 2.7 представлена информация о среднем уровне оптического замутнения атмосферы за 2023 г. и 2022 г. для региональных станций фоновоего мониторинга и трех парных им городских станций.

Таблица 2.7. Средние за наблюдательный период значения ОПА и стандартные отклонения ($\pm\sigma$) средних месячных значений относительно среднего за год на региональных станциях фоновоего мониторинга и в парных им городах в 2022 и 2023 гг.

Станция	ОПА $\pm\sigma$ 2022 г.	ОПА $\pm\sigma$ 2023 г.
Туруханск	0,236 \pm 0,026	0,267 \pm 0,055
Усть-Вымь	0,243 \pm 0,028	0,266 \pm 0,044
Сыктывкар*	0,232 \pm 0,029	0,266 \pm 0,039
Воейково	0,263 \pm 0,062	0,264 \pm 0,040
Памятное	0,234 \pm 0,041	0,265 \pm 0,056
Курган*	0,250 \pm 0,040	0,266 \pm 0,049
Хужир	0,226 \pm 0,043	0,200 \pm 0,034
Иркутск*	0,236 \pm 0,040	0,247 \pm 0,052
Шаджатмаз	0,169 \pm 0,037	0,185 \pm 0,036

Как следует из таблицы 2.7, в 2023 г. по сравнению с предшествующим годом, оптическая плотность атмосферы увеличилась на большинстве фоновых станций, что свидетельствует о повышении оптического замутнения атмосферы практически во всех районах их расположения. Значительное повышение ОПА наблюдалось на станциях Туруханск (13,1%), Памятная (13,2%) и Сыктывкар* (14,6%). Исключение составили лишь станция Воейково, расположенная в 12 км к востоку от Санкт-Петербурга, где ОПА практически не изменилась, и станция Хужир (о-в Ольхон на оз. Байкал), где наблюдалось снижение ОПА на 11,5% (рис. 2.5).

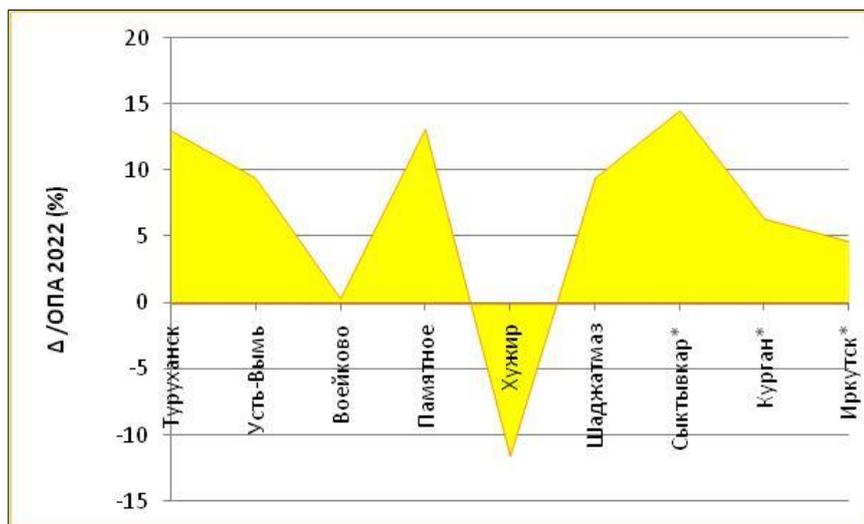


Рис. 2.5. Изменение ОПА (Δ) в 2023 г. по сравнению с 2022 г.

Однако при сопоставлении значений ОПА с 30-летней нормой складывается несколько иная картина.

22.06.2022 г. Росгидрометом было издано распоряжение №197-Р «О переходе на климатические нормы периода 1991-2020 гг.». Ранее за нормы ОПА принимались средние значения ОПА за период с 1979 по 2012 гг. 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. В 2022 г. было проведено сопоставление прежних данных средних многолетних значений ОПА с данными по новым нормам за 1991-2020 гг., из которого следует, что прежние и современные данные достаточно близки. Более значительные различия проявились в стандартных отклонениях. В данном Обзоре используются требуемые Росгидрометом 30-летние нормы за 1991-2020 гг. без вычетов.

Изменения оптической плотности атмосферы в 2023 г. относительно многолетней нормы за 1991-2020 гг. показаны на рис. 2.6.

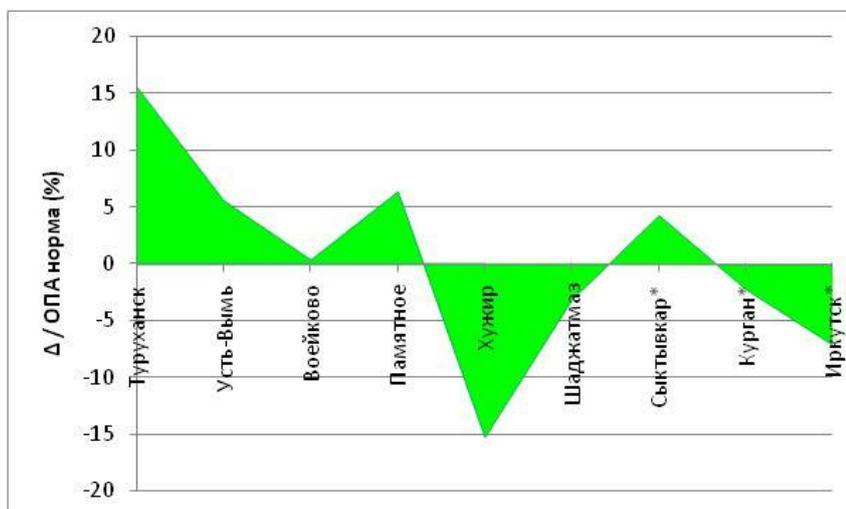


Рис. 2.6. Изменение ОПА (Δ) в 2023 г. по сравнению с 30-летней нормой ОПА за 1991-2020 гг.

Как видно из рис. 2.5 и 2.6, на станции Туруханск наблюдается существенное увеличение ОПА (на 15,6%, рис. 2.6), на станции Хужир - снижение ОПА (на 15,2%), а на станции Воейково - неизменность уровня замутнения атмосферы. Колебания ОПА относительно нормы на остальных станциях имеют меньшую амплитуду. На станциях Шаджатмаз, Курган* и Иркутск* были зарегистрированы отрицательные отклонения от нормы, причем в Иркутске* до -7,1%.

Для оптического замутнения на станциях фоновый мониторинга в 2023 г. характерны некоторые особенности. Во-первых, как уже упоминалось выше, было отмечено увеличение ОПА по сравнению с предшествующим годом на большинстве станций (табл. 2.7, рис. 2.5).

Во-вторых, было зафиксировано аномально высокое среднегодовое значение ОПА на станции Туруханск, которая всегда считалась одной из наиболее чистых региональных фоновых станций. Это произошло из-за аномального увеличения аэрозольного загрязнения в районе расположения станции в июне и июле 2023 г. (рис. 2.8 г).

В-третьих, в 2023 г. уровень оптического замутнения на большинстве фоновых станций очень близок по величине, что отчетливо видно на рис. 2.7. Лишь на двух станциях, горной станции Шаджатмаз (Северный Кавказ) и островной станции Хужир (оз. Байкал), ОПА была снижена и составила 0,185 и 0,200 соответственно. На остальных станциях различия были минимальны (табл. 2.7 и рис. 2.7).

На городских станциях Сыктывкар* (Республика Коми) и Курган* (Урал) средние значения оптической плотности атмосферы вообще оказались одинаковыми, хотя города расположены в совершенно разных географических условиях. На третьей городской станции Иркутск* ОПА была снижена на 7% по сравнению с указанными выше городами.

Однородность в уровне оптического замутнения атмосферы в различных регионах РФ отчасти была обусловлена засушливым, жарким и продолжительным летом 2023 г.

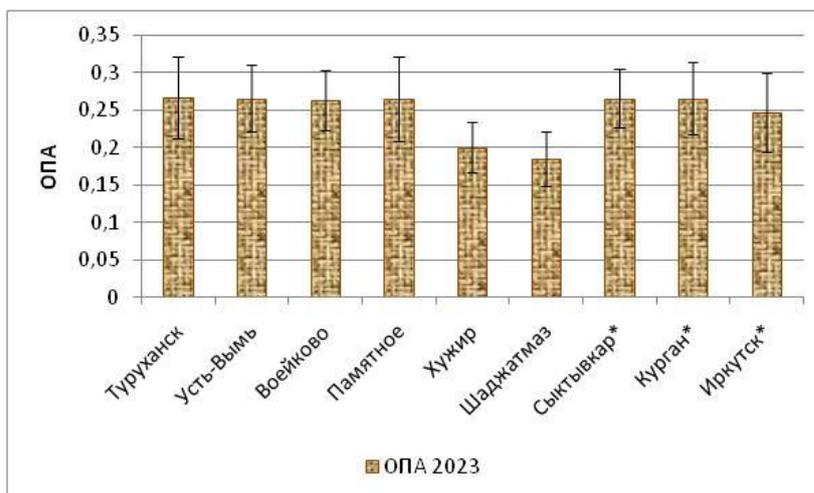


Рис. 2.7. Средние значения ОПА и стандартные отклонения (±σ) средних месячных значений относительно среднего за наблюдательный период 2023 г. на среднеширотных фоновых станциях РФ

О специфике внутригодовых изменений ОПА дает представление рис. 2.8, на котором показаны изменения оптической плотности атмосферы на парных станциях «фон - город» (рис. 2.8 а, б, в) и трёх станциях, не имеющих парной городской станции (рис. 2.8 г).

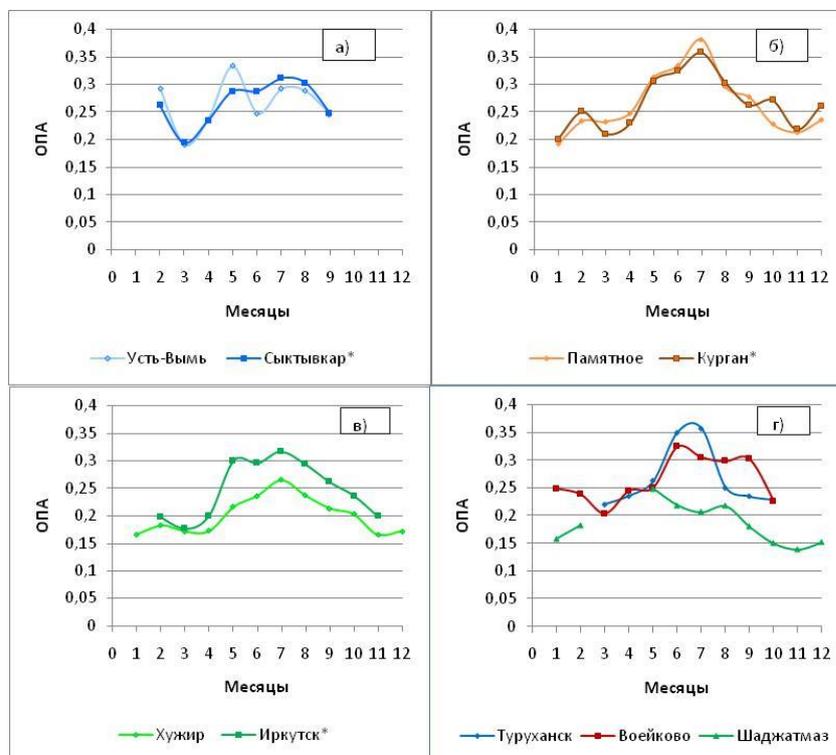


Рис. 2.8. Изменения среднемесячных значений ОПА в 2023 г.

Как следует из рис. 2.8, для всех станций характерно увеличение оптической плотности атмосферы в летние месяцы, к которым часто присоединяется и май, что обусловлено, в первую очередь, усилением турбулентного обмена над свободными от снежного покрытия территориями.

Обращает на себя внимание, что на двух парах станций, Усть-Вымь - Сыктывкар* и Памятное - Курган*, общее оптическое замутнение атмосферы различается незначительно в течение всего периода наблюдений 2023 г. Это говорит о том, что каждая из этих пар находится в сходных условиях регионального замутнения атмосферы, а именно, станции, расположенные в ближайших городах, чаще всего оказываются вне зон влияния общего городского загрязнения. В некоторых случаях ОПА на фоновых станциях даже превышает таковую в соответствующих городах. Так, например, произошло на станции Усть-Вымь в мае и на станции Памятное в июле 2023 г. Пока необъяснимым является резкое снижение ОПА и повышение прозрачности атмосферы на паре станций Усть-Вымь - Сыктывкар* в марте 2023 г. (рис. 2.8 а).

Классическое различие в степени замутнения города и фоновой станции представлено на рис. 2.8 в на примере пары станций Иркутск* и Хужир. Однако в 2023 г. на этой паре оптическая плотность атмосферы была существенно понижена по сравнению с многолетней нормой (рис. 2.6), на островной станции Хужир среднее значение ОПА составило 0,200, и станция по чистоте атмосферы уступала лишь горной станции Шаджатмаз (рис. 2.7).

На рис. 2.8 г показан годовой ход ОПА на трёх фоновых станциях, работающих без пары. Как уже упоминалось, горная станция Шаджатмаз на Северном Кавказе является наиболее чистой станцией, её среднегодовое значение ОПА = 0,185.

Станция Воейково, расположенная вблизи Санкт-Петербурга и испытывающая его непосредственное воздействие при западных ветрах, особенно, с мая по сентябрь включительно, показывала высокие значения ОПА ($\geq 0,300$). Этому способствовало жаркое, сухое и продолжительное лето.

Однако в июне и июле среднемесячные значения ОПА в Воейково превзошла по величине станция Туруханск, которая считалась ранее одной из наиболее чистых региональных станций фонового мониторинга. Значения оптической толщины атмосферы, превосходившие или равные 0,350, на этой станции свидетельствуют об аномально высоком региональном замутнении, вызванном, скорее всего, крупномасштабными лесными пожарами, влияние которых сказалось на состоянии атмосферы в районе станции.

Представление о характере межгодовой изменчивости ОПА за 2000-2023 гг. дает рис. 2.9.

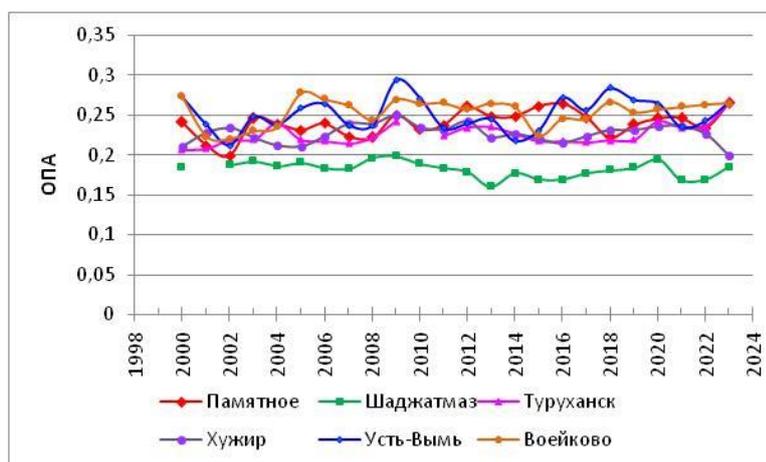


Рис. 2.9. Межгодовая изменчивость ОПА на региональных фоновых станциях за 2000-2023 гг.

Из рис. 2.9 следует, что общий уровень замутнения атмосферы для региональных среднеширотных фоновых станций за период 2000-2023 гг. не выходит за пределы интервала $0,20 \leq \text{ОПА} \leq 0,30$, колебания среднегодовых значений ОПА на горной станции Шаджатмаз находятся в пределах $0,15 \div 0,20$. Статистически значимых отклонений уровня общего оптического замутнения атмосферы на региональных станциях фонового мониторинга (исключая парные города) не было выявлено.

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 станциях Воейково (В), ОГМС Иркутск (И), ОГМС Верхнее Дуброво (ВД) (Свердловская область) и Южно-Сахалинск (ЮС) (Сахалинская область). Общая продолжительность измерений в Воейково составила 74 года, в Иркутске - 64 года, в Верхнем Дуброво - 66 лет, в Южно-Сахалинске - 55 лет. Датчики измерителей V' , L_+ и L_- установлены в пределах одного - двух метров от земли.

Обобщенные по сезонам результаты измерений V'_c и L_5 за 2018-2023 гг. приведены в таблицах 2.9 и 2.10. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

Как видно из табл. 2.9 в 2023 г. по сравнению с 2022 г. на станциях Воейково и Иркутске значения градиента потенциала электрического поля V' практически не изменились. В Южно-Сахалинске в 2023 г. значения градиента потенциала электрического поля V' находятся в пределах стандартного отклонения.

Значения суммарной электрической проводимости L_5 в 2023 г. по сравнению с 2022 г. на станциях Воейково и Иркутске практически не изменились, а на станции Верхнее Дуброво увеличились (табл. 2.10).

Таблица 2.9. Сезонные (V_c), среднегодовые (V_r) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения V' (дав/м) за 2018-2023 гг. на станциях Воейково (В), Иркутск (И) и Южно-Сахалинск (ЮС)

Станция	Год	$V_c, (V')$				$V_r, (V)$
		Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее за год
В	2023	8 (6, 9)	7 (5, 8)	8 (7, 8)	8 (8, 9)	8 (5, 9)
	2022	10 (7, 13)	8 (10, 6)	6 (5, 7)	7 (5, 8)	8 (5, 13)
	2021	11(10, 11)	10(9, 11)	9(7, 12)	11(10, 11)	10(7, 12)
	2020	9 (7, 11)	10 (7, 12)	7 (6, 8)	9 (8, 10)	9 (6, 12)
	2019	10 (9, 12)	12 (11, 13)	11 (10, 12)	12 (12, 13)	11 (9, 13)
	2018	13 (9, 17)	11 (10, 12)	7 (7, 7)	8 (7, 9)	10 (7, 17)
И	2023	12 (10, 14)	9 (6, 12)	6 (4, 7)	7 (6, 9)	8 (5, 14)
	2022	10 (9, 12)	9 (6, 11)	6 (5, 7)	8 (5, 11)	8 (5, 12)
	2021	13(13, 14)	12(7, 14)	5(4, 7)	9(7, 12)	10(4, 14)
	2020	10 (10, 11)	7 (5, 10)	6 (5, 8)	7 (5, 8)	7 (5, 11)
	2019	8 Н	8 Н	6 (5, 6)	9 (6, 13)	8 (5, 13)
	2018	11(10, 12)	9 (6, 11)	6 (5, 6)	7 (7, 7)	8 (5, 12)
ЮС	2023	32 (30, 35)	17 (14, 21)	14 (11, 19)	18 (15, 20)	20 (11, 35)
	2019	-	15 Н	-	17 (12, 20)	-
	2018	34 (29, 38)	13 (6, 25)	6 (5, 7)	-	18 (5, 38) Т
	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)

Примечание к таблицам 2.9, 2.10 и 2.11: 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 «Т».

Таблица 2.10. Сезонные (L_c), среднегодовые (L_r) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения L_s (фСм/м) за 2018-2023 гг. на станциях Воейково (В), Иркутск (И) и Верхнее Дуброво (ВД)

Станция	Год	$L_c, (L_s)$				$L_r, (L_s)$
		Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее за год
В	2023	18 (17, 19)	18 (17, 19)	20 (19, 20)	21 (18, 23)	19 (17, 23)
	2022	14 (13, 16)	23 (18, 27)	21 (19, 22)	24 (23, 26)	21 (13, 27)
	2021	14(12, 16)	15(14, 16)	21(17, 25)	21(18, 24)	18(12, 25)
	2020	19 (19, 20)	21 (17, 24)	19 (17, 22)	20 (19, 21)	20 (17, 24)
	2019	15 (11, 16)	18 (15, 21)	19 (18, 20)	18 (17, 20)	18 (11, 21)
	2018	16 (16, 18)	18 (14, 20)	20 (19, 22)	19 (18, 19)	18 (14, 22)
И	2023	22 (20, 23)	23 (23, 23)	25(20, 28)	24 (21, 26)	24 (20, 28)
	2022	22 (21, 23)	22 (21, 23)	26 (23, 28)	30 (28, 32)	25 (21, 32)
	2021	17(16, 18)	23(20, 24)	22(21, 24)	27(26, 27)	22(16, 27)
	2020	22 (19, 25)	28 (22, 32)	28 (27, 30)	27 (23, 30) Н	26 (19, 32)
	2019	21 (18, 24)	23 (22, 25)	22 (20, 23)	28 (26, 33)	24 (18, 33)
	2018	19 (18, 20)	24 (23, 25)	22 (19, 15)	25 (24, 27)	23 (15, 27)
ВД	2023	17 (16, 17)	16 (13, 18)	16 (14, 17)	20 (20, 20)	17 (13, 20)
	2022	12 (11, 13)	10 (9, 11)	16 Н	19 (16, 21)	14 (9, 21)
	2021	14(12, 16)	13(12, 14)	14(11, 15)	14(13, 14)	14(11, 16)
	2020	16 (15, 19)	14 (13, 16)	15 (14, 16)	17 (14, 19)	16 (13, 19)
	2019	12 (11, 13)	15 (13, 17)	16 (13, 19)	17 (16, 20)	15 (11, 20)
	2018	14 (12, 16)	13 (12, 14)	15 (15, 16)	13 (10, 14)	14 (10, 16)

На рис. 2.10 представлен годовой ход V' по станциям Воейково, Иркутск и Южно-Сахалинск (а) и годовой ход L_s по станциям Воейково, Иркутск и Верхнее Дуброво (б) в 2023 г. в сравнении с осредненным годовым ходом за период 2018-2022 гг.

Как следует из рис. 2.10 а, в 2023 г. на станции Воейково в зимне-весенний период наблюдается незначительное уменьшение среднемесячных значений V' по сравнению с осредненными значениями V' за предшествующий период. На станции Иркутск годовой ход V' близок к осредненному годовому ходу этого параметра за предыдущие годы. В Южно-Сахалинске наблюдается увеличение V' в летний период, особенно в августе.

Как следует из рис. 2.10 б, в 2023 г. по сравнению с осредненными значениями за предшествующий период, на станции Воейково в зимний и осенний периоды наблюдается незначительное превышение значений L_s , а на станции Иркутск в весенний и осенний периоды - небольшое уменьшение значений L_s . На станции Верхнее Дуброво значения L_s весной и осенью превышают средние значения, а в летний период - практически совпадают с осредненными значениями за 2018-2022 гг.

На рис. 2.11 представлен суточный ход V' и L_s на станциях Воейково, Иркутск, Южно-Сахалинск и Верхнее Дуброво в различные сезоны 2023 г. в сравнении с осредненным суточным ходом за период 2018-2022 гг. Серым цветом выделена область стандартного отклонения для предшествующего пятилетнего периода. Шкала абсцисс указана во всемирном скоординированном времени. Из представленных графиков видно, что значения для V' на станции Воейково для всех сезонов практически совпадают с осредненным суточным ходом предыдущих лет, но при этом в зависимости от сезона претерпевают некоторые изменения. Так, например, вариации зимы и весны близки к классической унитарной вариации, что может быть связано с длительным наличием снежного покрова (унитарная вариация представляет собой синхронные изменения

значений V' в целом по Земному шару с минимумом в 03-05 часов и максимумом 18-20 часов всемирного скоординированного времени).

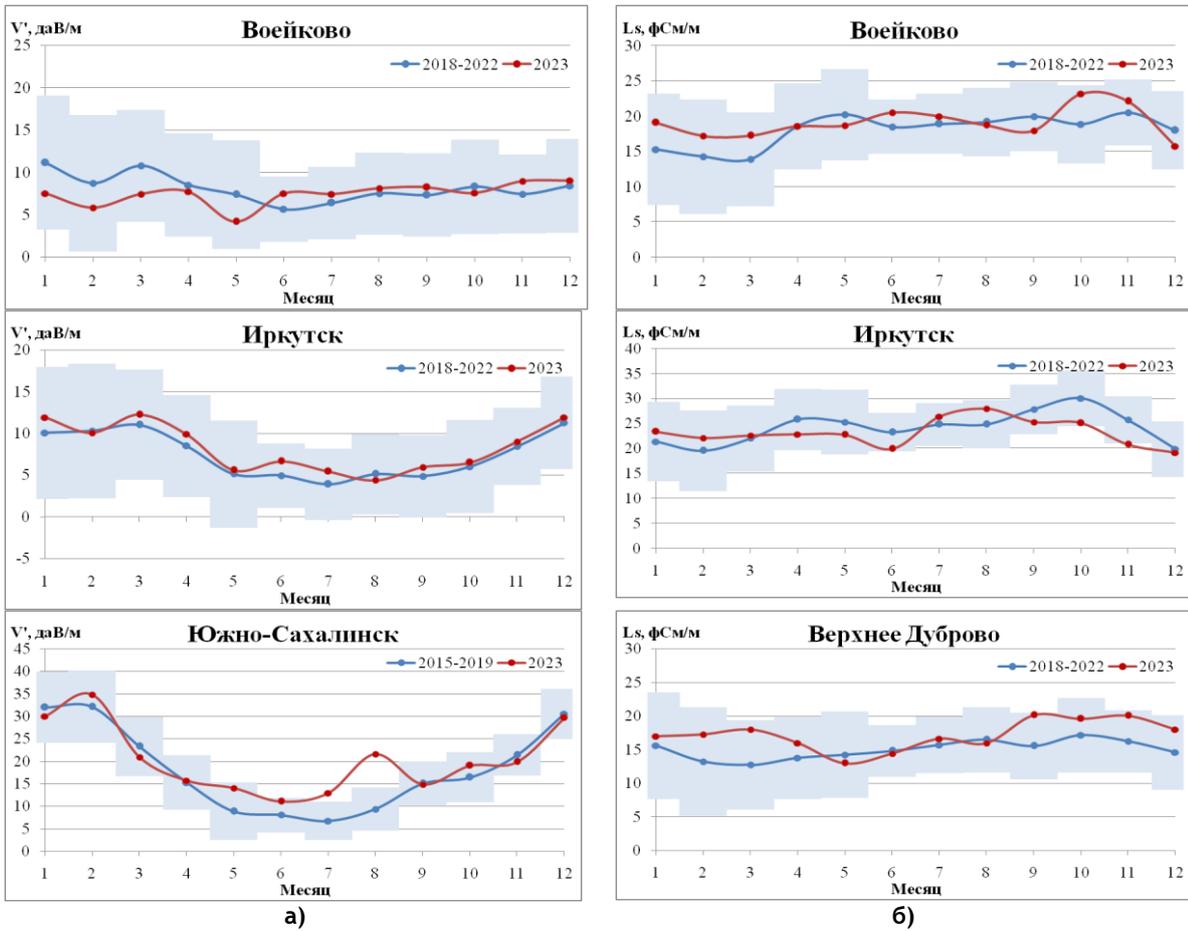


Рис. 2.10. Годовой ход V' по станциям Воейково, Иркутск и Южно-Сахалинск в 2023 г. (а), а также годовой ход L_s по станциям Воейково, Иркутск и Верхнее Дуброво в 2023 г. (б) на фоне осредненных годовых ходов за период 2018-2022 гг. Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения $\pm\sigma$ от среднего значения за 2018-2022 гг.

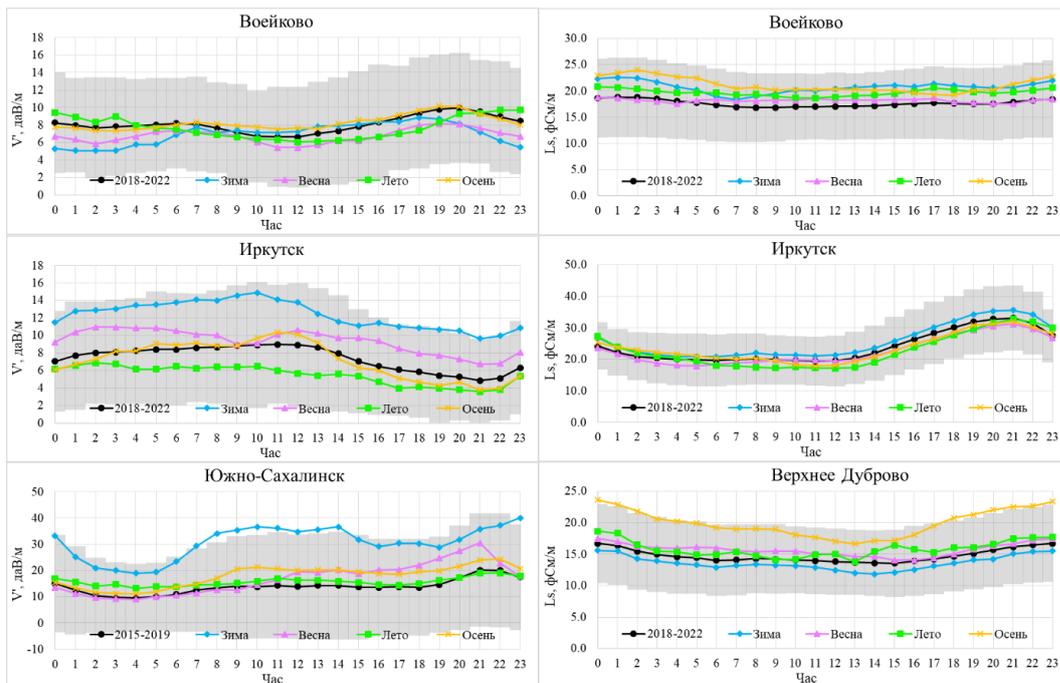


Рис. 2.11. Суточный ход V' и L_s на различных станциях по сезонам 2023 г. в сравнении с осредненным ходом за период 2018-2022 гг.

В Иркутске и Южно-Сахалинске наблюдается увеличение значений V' в зимний период, что обусловлено особенностями сезонной изменчивости (рис. 2.10 а), вызванной локальными факторами. В отличие от станции Воейково, где сезонный ход более плавный, на станциях Иркутск и Южно-Сахалинск в зимний период значения V' превышают значения V' для других сезонов.

Из графиков суточной вариации L_s видно, что на станции Иркутск во все сезоны 2023 г. значения и изменчивость не претерпевают никаких отклонений от фоновых значений. На станции Воейково все значения находятся в пределах стандартного отклонения с той лишь разницей, что в среднем значения L_s немного выше осредненных за предшествующий период. Для станции Верхнее Дуброво для всех сезонов кроме осени величина L_s сохранилась близкой к среднему, осенью наблюдается увеличение значений L_s , при этом данные не превосходят верхнего предела стандартного отклонения.

2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями

В 2023 г. анализ общего содержания озона (ОСО) над территорией РФ выполнен по данным спутниковой аппаратуры озонного зондирования OMI, установленной на спутнике «AURA» (США). Используемый спектрометром OMI метод наблюдения (рассеянное солнечное излучение, надир) не позволяет проводить измерения в области полярной ночи.

Фиксировались отклонения ежесуточных и среднемесячных полей ОСО над территорией РФ от средних многолетних значений ОСО, полученных по данным измерений «NIMBUS-7»/TOMS за 1978-1988 гг.

Крупномасштабные динамические процессы во время минорного и главного внезапного стратосферного потепления в январе - феврале 2023 г.

Начало зимнего сезона 2022-2023 гг. в стратосфере Арктики характеризовалось преимущественно устойчивым, холодным стратосферным полярным вихрем, внутри которого образовался близкий к максимальному с 1980 г. объем полярных стратосферных облаков (ПСО), способствующих разрушению озонового слоя. С середины января наблюдалось усиление распространения потоков волновой активности в стратосферу, приведшее к минорному внезапному стратосферному потеплению (ВСП) на ~ 20 К 28 января и резкому уменьшению объема ПСО NAT от ~ 120 млн. км³ до ~ 10 млн. км³. ВСП сопровождалось смещением стратосферного полярного вихря в средней и нижней стратосфере от полюса к Северной Евразии. Далее полярный вихрь в течение примерно недели усилился, а затем последовало его ослабление в ходе главного ВСП 16 февраля, сопровождаемое изменением направления среднезонального зонального ветра, сохранившееся до 10 марта. Поток волновой активности в стратосферу в январе-феврале 2023 г. был наибольшим, начиная с 1948 г., что определило повышенную температуру нижней стратосферы Арктики в марте 2023 г. и предотвратило сильное разрушение озонового слоя, ОСО характеризовалось близкими к климатическим значениями с положительными аномалиями до ~ 60 е.Д.

Формирование озоновой “мини-дыры” (ОМД) над Северной и Центральной Европой в период главного ВСП связано с усилением антициклона, сопутствующим увеличением высоты тропопаузы, что привело к уменьшению содержания озона в нижней стратосфере, и с переносом обедненными озоном воздушными массами из субтропиков на север по западной периферии антициклона, замещающего обогащенным озоном воздух вблизи максимума ОСО в высоких широтах.

Исследование проведено с использованием данных реанализа ERA5, NCEP, MERRA2 и спутниковых MLS.

Особенности зимне-весеннего сезона 2022-2023 гг.

Положительные среднемесячные аномалии ОСО наблюдались в марте 2023 г. над севером Мурманской области и Баренцевым морем до 12% – 14% (460 – 480 е.Д). В декабре 2023 г. превышение среднемесячного ОСО над районами Дальневосточного региона до +12% (до 450 е.Д)

Пониженные осреднённые за месяц значения ОСО были зафиксированы:

Декабрь 2022. Пониженные значения ОСО до -26% (до 320 е.Д) наблюдались над Европейской частью РФ, Камчаткой, Сахалином и другими территориями Дальнего Востока.

Январь. Умеренное понижение ОСО над ЕЧР и Западной и Восточной Сибирью (-8% - -12%, 320 - 400 е.Д в пределах области измерений);

Февраль. Понижение ОСО над Ненецким АО, Ямало-Ненецким АО, над северными районами Республики Коми, Ханты-Мансийского АО и Красноярского края (-8% - -16%, 340 -- 410 е.Д в пределах области измерений);

Март. Над Арктикой выделяется область пониженных значений ОСО до -8% - -12% (420 - 440 е.Д). Над южными районами Западной и Восточной Сибири, Дальнего Востока, Сахалина, Курил и Камчатки наблюдается протяженная область пониженного ОСО (-10% - -16%, 350 - 440 е.Д);

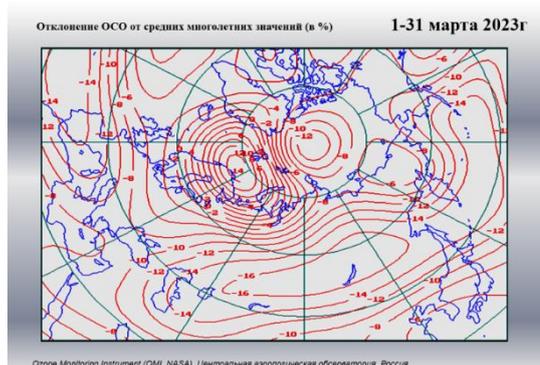


Рис. 2.12. Среднемесячное поле отклонений ОСО от средних многолетних значений (в %) над территорией РФ за март 2023 г.

Апрель. Над Европейским югом до -8% (330 е.Д), над Поволжьем, Центральной Россией, Европейским Северо-Западом и Европейским Севером до -10% (350 – 370 е.Д). Над северными районами Мурманской области и Баренцевым морем понижение составило -12% (380 е.Д). На Дальнем Востоке: до -10% – -14% (360 – 420 е.Д);

Май. Над северо-востоком Кольского полуострова, Западной Сибирью и северными районами Восточной Сибири (-8% – -16%, 350 – 390 е.Д);

Июнь. Над южными районами Восточной Сибири, Чукотским и Корякским автономными округами, Камчатским краем и Магаданской областью, северными районами Республики Саха (Якутия) и над Северным Ледовитым океаном (-8% – -12%, 330 – 360 е.Д);

Июль. Над Курилами, южными районами Камчатки и Сахалина, южными областями Дальнего Востока и над юго-востоком Восточной Сибири (-6% – -8%, 310 – 330 е.Д);

Август. Над районами Европейского Севера, Северо-Запада и Центральной России до -8% – -12% (ОСО 290 – 300 е.Д). Среднемесячные значения ОСО до -6% – -10% (ОСО 290 – 310 е.Д) над Курильскими островами, южными районами Камчатки и Сахалина, Хабаровским и Приморским краем;

Сентябрь. Области до -9% (ОСО 300 е.Д) над Курильскими островами и южными районами Камчатки и Сахалина, и до -12% (ОСО 270 е.Д) над северо-восточными районами Европейского Севера и северными районами Западной Сибири;

Октябрь, ноябрь, декабрь. Существенных аномалий в пределах области измерений не было выявлено. В октябре наблюдалось незначительное понижение ОСО над Хабаровским краем и Амурской областью до -7% (ОСО 330 е.Д), в ноябре отклонения ОСО составляли до -5%. В декабре над ЕЧР и Уралом до -8% (до 300 е.Д).

В целом, 2023 г. был спокойным значительного разрушения озонового слоя не наблюдалось, уровень УФ-В радиации был в пределах нормы для соответствующего времени года.

2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ

Измерения ОСО на территории РФ

Анализ полученных результатов измерений ОСО на озонотрических станциях в 2023 г., так же как и в предыдущие годы, был произведен на основе распределения поля ОСО над территорией РФ на регионы со сравнительно однородным содержанием озона: Север Европейской части России (Север ЕЧР), Юг Европейской части России (ЮГ ЕЧР), Западная Сибирь (ЗС), Восточная Сибирь (ВС) и Дальний Восток (ДВ).

Использование на сети фильтровых озонметров М-124 с единой методикой измерений, постоянный контроль и отбор достоверной информации позволяют получать данные ОСО с высокой степенью надежности.

В настоящем Обзоре использованы данные озонотрических станций, которые соответствуют нормам качества, удовлетворяющим требованиям ВМО.

Перечень станций, их распределение по регионам и принадлежность к определенным субъектам Российской Федерации приведены в таблице 2.12.

Продолжительность наблюдений ОСО на большинстве станций составляет около 50 лет. Многолетние ряды демонстрируют существенные и преимущественно меридиональные различия сезонного хода ОСО на протяженной территории РФ. До 2022 г. в качестве климатических норм применялись средние многолетние значения ОСО за 1973-2002 гг. С 2022 г. в качестве единого периода для расчета норм климатических характеристик был принят интервал с 1991 по 2020 гг. В настоящем Обзоре при анализе данных использованы новые нормы, которые были рассчитаны для указанных выше пяти регионов РФ (таблица 2.13).

Таблица 2.12. Распределение по регионам и федеральным округам озониметрических станций, данные которых в 2023 г. удовлетворяли требованиям ВМО

Регион	Федеральные округа	Станции
Север Европейской части России (Север ЕЧР)	Северо-западный и Центральный	Баренцбург, Мурманск, Архангельск, Печора, Санкт-Петербург, Москва
Юг Европейской части России (Юг ЕЧР)	Центральный, Южный и Приволжский	Цимлянск, Карадаг, Самара, Воронеж
Западная Сибирь (ЗС)	Уральский и Сибирский	о-в Хейса, Ханты-Мансийск, Екатеринбург, Томск
Восточная Сибирь (ВС)	Сибирский и Дальневосточный	Тикси, Якутск, Оленок, о-в. Котельный, Тура, Витим, Красноярск, Иркутск
Дальний Восток (ДВ)	Дальневосточный	Магадан, Южно-Сахалинск, Петропавловск-Камчатский, Владивосток, Николаевск на Амуре

Многолетние вариации ОСО над территорией РФ

Среднегодовые значения отклонений ОСО над территорией РФ в целом за 1973-2023 гг. представлены на рис. 2.13.

Весь 50-летний ряд значений ОСО может быть разделен на три периода, для которых тренд межгодовых изменений ОСО был различен:

- 1973-1993 гг. - значительное уменьшение ОСО (- 1,5 е.Д./год);
- 1993-2000 гг. - значительный рост ОСО (более 3,0 е.Д./год);
- 2000-2023 гг. - существенные межгодовые колебания при почти нейтральном общем тренде.

Начало наблюдений ОСО на сети Росгидромета выпало на период высокого содержания озона в атмосфере, поэтому отклонения от новой нормы до 1989 г. исключительно положительны, но величина этих отклонений быстро уменьшается. Минимальная толщина озонового слоя наблюдалась в 1993 г., после чего уровень ОСО несколько повысился и, несмотря на очень значительные межгодовые колебания, в среднем этот уровень сохраняется до настоящего времени.

Среднее значение ОСО за весь период наблюдений (351 е.Д.) выше нормы, поскольку в новую норму не вошел период до 1990 г., для которого было характерно высокое содержание озона в атмосфере.

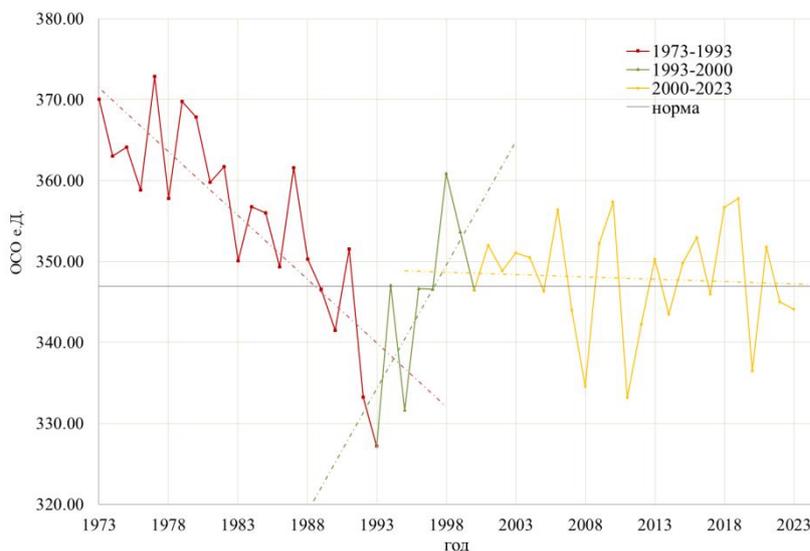


Рис. 2.13. Среднегодовые значения ОСО над территорией РФ в период 1973-2023 гг.

В течение 1973-2023 гг. толщина озонового слоя ниже нормы (347 е.Д.) более чем на 2% наблюдалась в следующие годы: 1992 г. (-3,8%), 1993 г. (-5,5%), 1995 г. (-4,1%), 2008 г. (-3,5%), 2011 г. (-3,9%), 2020 г. (-2,8%).

В течении 50 лет наблюдений за содержанием ОСО над Российской Федерацией 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 озониметрической сетью.

Вариации поля ОСО над регионами Российской Федерации в 2023 г.

Результаты расчета ежемесячных и среднегодовых значений ОСО над регионами РФ в 2023 г., климатические нормы и средние квадратичные отклонения для каждого региона, а также отклонения значений ОСО от нормы (в процентах) приведены в таблице 2.13 и представлены на рис. 2.15.

Таблица 2.13. Общее содержание озона в различных регионах России в 2023 г., норма** и отклонения от нормы (%)

Месяцы / Регионы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
<i>Общее содержание озона в 2023 г., е.Д.*</i>													
Сев. ЕЧР	316	320	423	377	363	363	318	288	270	276	298	315	327
Юг ЕЧР	331	369	363	362	347	335	325	292	286	289	293	294	324
ЗС	340	367	395	401	363	341	319	303	281	304	287	306	334
ВС	376	425	417	430	397	339	324	296	294	306	320	359	357
ДВ	452	455	423	398	384	360	327	303	308	330	363	415	376
<i>Отклонения ОСО в 2023 г. от нормы, %</i>													
Сев. ЕЧР	-4	-12	10,0	-2,2	-3,1	4,1	-2,0	-7,1	-7,6	-1,5	8,9	7,2	-0,8
Юг ЕЧР	-4,3	-0,2	-3,2	-2,1	-2,5	-1,6	-0,6	-6,2	-4,8	-0,1	-0,6	-5,7	-2,6
ЗС	-4,6	-3,9	4	6,6	-2,0	-1,8	-3,4	-4,4	-7,4	4,8	-2,7	-4,8	-1,7
ВС	0	0	-4	-0,3	0,3	0,5	0,5	-0,7	-1,4	1,1	5,4	3,6	0,4
ДВ	1	0	0	-2	-1	1,5	0,6	1,5	-0,5	0,7	0,5	4,8	0,6
<i>Норма, е.Д. и среднеквадратические отклонения, %</i>													
Север ЕЧР	330	365	385	386	375	349	324	310	292	280	274	294	330
	31,7	34,6	31,8	23,7	13,0	11,0	9,9	9,5	8,1	9,3	16,6	19,5	9,8
Юг ЕЧР	346	369	375	370	356	340	327	312	301	289	294	312	333
	15,8	19,7	21,0	20,5	13,2	12,5	11,1	10,5	10,1	9,9	9,8	15,9	8,7
ЗС	356	382	380	376	371	348	330	317	304	290	295	321	339
	18,6	25,8	22,7	26,7	17,9	13,1	9,7	9,6	8,6	9,2	11,9	24,0	10,1
ВС	386	410	407	410	390	348	321	310	307	306	319	349	355
	22,2	34,1	29,9	29,6	16,5	10,5	7,6	8,6	10,8	11,8	23,1	32,4	11,7
ДВ	429	443	442	423	391	360	329	310	310	327	359	401	377
	16,6	20,2	22,3	16,3	12,8	9,7	9,4	7,8	9,8	10,4	14,6	21,1	8,2

Примечание: * 1 е.Д. = 0.001 атм.-см;

**норма - средние многолетние значения и средние квадратичные отклонения (нижняя строка) за 1991-2020 гг.

Над всей территорией Российской Федерации в 2023 г. средняя за год толщина озонового слоя составила 344 е.Д., что несколько ниже новой нормы (347 е.Д.). В целом отклонения от норм для всех регионов были близки к норме, что необычно для года, который стал самым теплым (в глобальном значении) за весь период наблюдений и характеризовался большим количеством экстремальных погодных и климатических проявлений. Вероятной причиной стала «удаленность» территории РФ от эпицентров основных событий и то, что озоновый слой, расположенный на значительной высоте над поверхностью земли, больше связан с высотными барическими образованиями.

Значительные положительные среднемесячные отклонения отмечались на севере ЕЧР (+10% в марте и +9% в ноябре). Отрицательные отклонения - в феврале (-12% на севере ЕЧР) и в сентябре во всех регионах кроме Восточной Сибири и Дальнего Востока.

В целом, для поля озона в течение года было характерно формирование довольно устойчивых крупных образований с однородным ОСО.

В январе отмечалось традиционное накопление озона на Дальнем Востоке. Центр Циркумполярного вихря, а вместе с ним и область с пониженным содержанием озона, были расположены в полярной области со смещением на Арктическую часть РФ, преимущественно на ее западный сегмент. Периодически через европейскую часть происходило «смыкание» арктического минимума с тропической областью низких значений ОСО.

В феврале масштабная область с высокими значениями озона располагалась преимущественно над Канадой и Дальневосточным сектором РФ. Единственный регион с ОСО ниже нормы - Север ЕЧР, на который практически весь месяц распространялась зона с низкими значениями ОСО, простиравшаяся с Северной Атлантики через Северную Европу до акватории Баренцева моря.

К началу марта центр высотного арктического антициклона (образование с характерно высокими значениями ОСО) сместился в полярную область, захватывая арктический сектор РФ и Север ЕЧР. В отдельные дни превышение региональной нормы на озонметрических станциях РФ составляло до 40%.

Во второй половине марта Север и Юг ЕЧР снова оказались в области пониженных значений ОСО.

В апреле образовались устойчивые крупномасштабные области с разным содержанием озона. В Восточной части РФ наблюдались преимущественно более высокие значения ОСО, чем в Западной части России.

В мае - июне произошла перестройка в направленности крупномасштабных атмосферных процессов. При активизации континентального антициклона усиление градиентов в поле озона сместилось в высокие широты.

В летний период поле ОСО носило традиционно сглаженный характер без контрастов и явно выраженных аномалий. В августе происходит «смыкание» Арктического и тропического сегментов в поле озона (рис. 2.14), и объединенная область с пониженным содержанием озона занимает значительную часть

территории РФ. Данная особенность в поле озона с некоторой естественной изменчивостью сохранялась до середины ноября, что очень нетипично для сезонных изменений в поле ОСО.

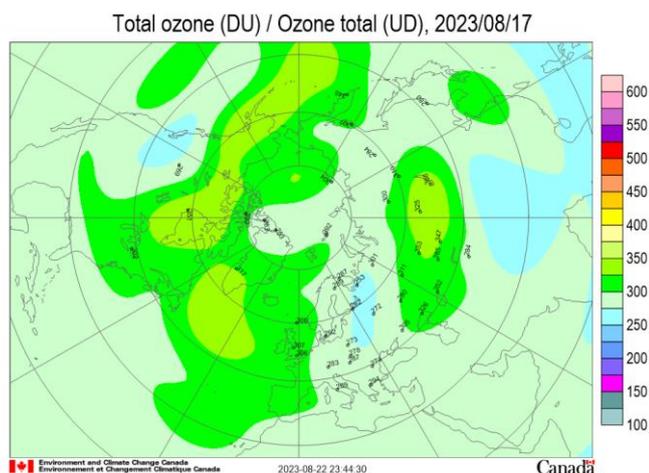


Рис. 2.14. Поле ОСО над Северным полушарием 17.08.2023 г. по данным Канадского центра по окружающей среде и изменениям климата <https://exp-studies.tor.ec.gc.ca>. В цветовой шкале представлены спутниковые данные. В виде цифр приведены значения, полученные наземной аппаратурой, в том числе на озонметрической сети Росгидромета.

В декабре опять началось традиционное накопление озона на Дальнем Востоке. При этом для поля озона в течение месяца было характерно формирование довольно устойчивых крупных образований с однородным ОСО. Так, в западной части РФ возникла область с низкими значениями ОСО, а в восточной части России - с высокими.

На Севере ЕЧР среднегодовой уровень ОСО в 2023 г. был близок к норме (-0,8 %). Однако именно в этом регионе в течение всего года наблюдалось чередование положительных и отрицательных среднемесячных отклонений со значительными колебаниями по амплитуде. Данное чередование привело к практически нейтральному годовому отклонению. Наиболее значимые отрицательные отклонения были в феврале (-12%), августе (-7,1%) и сентябре (-7,6%). Положительные отклонения наблюдались в марте (+10%) и ноябре (+8,9%). Отклонения от региональных норм ежедневных значений на станциях были более значительны. Они доходили до -30% в конце января - начале февраля и до +50% в начале марта.

На Юге ЕЧР среднегодовой уровень ОСО в 2023 г. был ниже нормы (-2,6 %). Значительных аномалий в поле озона не наблюдалось, но регион в течение года постоянно оказывался в зоне пониженных значений ОСО.

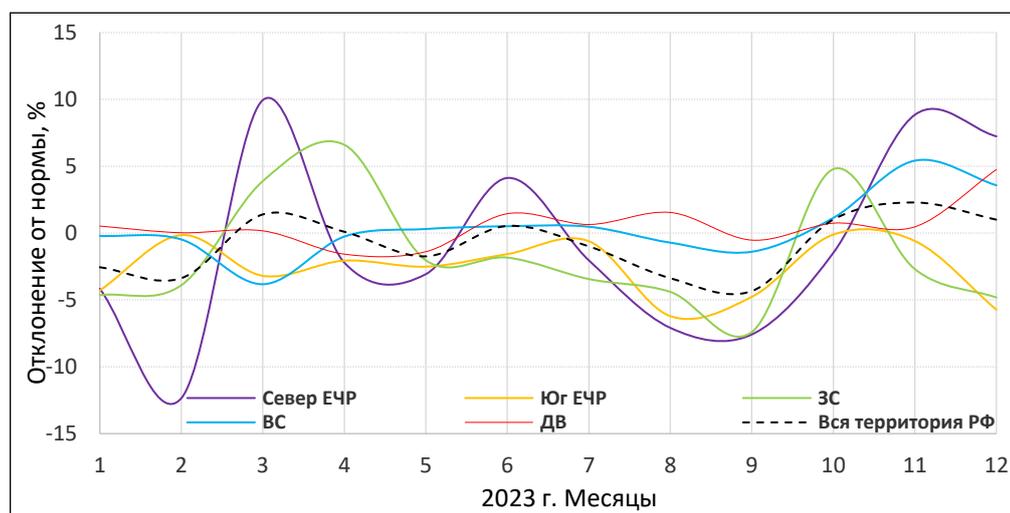


Рис. 2.15. Отклонения среднемесячных значений ОСО от норм по регионам РФ в 2023 г. (Север ЕЧР - Север Европейской части России, Юг ЕЧР - Юг Европейской части России, ЗС - Западная Сибирь, ВС - Восточная Сибирь, ДВ - Дальний Восток)

Над Западной Сибирью среднегодовой уровень ОСО в 2023 г. был близок к норме (-1,7 %). Максимальные отрицательные отклонения от нормы наблюдались в сентябре (-7,4%), а положительные - в апреле (+6.6%) и в октябре (+4.8%).

Над Восточной Сибирью среднее за год содержание озона составило 357 е.Д., что очень близко к норме (+0,4 %). Значительных аномалий в течение года не наблюдалось. К особенностям можно отнести повышение ОСО в конце года.

На Дальнем Востоке среднее по региону за год значение ОСО составило 376 е.Д., что незначительно выше региональной нормы (0,6%). Чередовались периоды с пониженными и повышенными значениями, но отклонения от нормы в среднемесячных значениях были менее значимы, чем в других регионах. В конце ноября начала формироваться область накопления озона, которая периодически разрушалась. В конце года Дальний Восток чаще находился в зоне отрицательных отклонений от нормы, но к концу декабря значения ОСО достигли 540 е.Д., что в ежедневных данных дало положительное отклонение до +20%. Однако в месячном значении превышение нормы составило всего 4,8%.

Поле ОСО и особенности циркуляции 2023 г.

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

В 2023 г. некоторые особенности изменений поля ОСО можно связать с общими изменениями в циркуляции и спецификой года.

Распределение ОСО над территорией РФ и его вариации в 2023 г. имели ряд особенностей, хотя были близки к нормальным. Высотный арктический антициклон оказывал существенное влияние на поле ОСО в течение зимнего и весеннего сезонов. Существенное влияние на поле озона оказало регулярное смыкание Арктического и Тропического воздуха, что привело к формированию крупномасштабного устойчивого образования с низкими значениями ОСО. Чаще, чем в предыдущие годы повторялись ситуации с возникновением резко выраженного зонального распределения ОСО, когда западная часть оказывалась под влиянием одной воздушной массы (как правило, более бедной озоном), а восточная - в области повышенных значений.

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

Оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха выполнена по данным сети станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ). В 2023 г. наблюдения за фоновым загрязнением атмосферного воздуха тяжелыми металлами проводились на трех СКФМ, обеспечивая необходимый объем информации только для характеристики регионального фонового загрязнения атмосферы в Центральных районах Европейской части России (ЕЧР). Концентрации диоксида серы и азота, помимо станций, расположенных на ЕЧР, определялись на новой СКФМ Мариинск, расположенной на южном Урале.

Анализ загрязнения атмосферного воздуха подготовлен с использованием осредненных значений концентраций, измеряемых на СКФМ веществ, рассчитанных из рядов годового цикла наблюдений с января по декабрь 2023 г. На графиках показаны среднегодовые значения медианы.

Тяжелые металлы. В 2023 г. среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕЧР составили 1,1 - 3,2 нг/м³, значимых изменений его содержания в атмосфере фоновых территорий по сравнению с предыдущими годами не произошло, при отмечающемся в последние годы, в основном, снижении среднегодовых значений (рис. 2.16).

Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕЧР сохранились на уровне, наблюдавшемся в последние годы, и в 2023 г. не превысили 0,10 нг/м³ (табл. 2.14).

Междусуточные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе довольно значительны в течение года, в отдельные дни содержание в воздухе свинца и кадмия было существенно выше среднегодовых значений, максимальные среднесуточные концентрации - до 55 нг/м³ для свинца и 19,8 нг/м³ для кадмия (Приокско-Террасный БЗ). На всех территориях уровни содержания свинца и кадмия в воздухе выше в холодный период года.

Фоновое среднее содержание ртути в атмосферном воздухе, измерения которого проводятся только в центральном районе ЕЧР, составило 1,68 нг/м³: в отдельные дни содержание почти достигало 10 нг/м³ (табл. 2.14).

Взвешенные вещества. В 2023 г. среднегодовые концентрации взвешенных веществ в воздухе на ЕЧР изменялись в пределах 14-32 мкг/м³, что соответствует уровню значений последних 10 лет (табл. 2.14, рис. 2.16). Сезонные изменения содержания взвешенных веществ в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в теплый период, что обусловлено влиянием природных факторов.

Диоксид серы. В 2023 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на станциях ЕЧР сохранились на низком уровне - около 0,01-0,14 мкг/м³ (рис. 2.17). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы, увеличиваясь в отдельные сутки до 1,5 мкг/м³ в центре ЕЧР и 3,17 мкг/м³ на южном Урале (табл. 2.14). 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 2023 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на ЕЧР сохранились на уровне прошлых лет, изменяясь от 2,7 до 7,1 мкг/м³. На южном Урале концентрации диоксида азота были существенно выше: средние - 7,1 мкг/м³, максимум - 63,2 мкг/м³ (рис. 2.17). Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный период наблюдаются максимальные значения, и повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций (табл. 2.14).

Сульфаты. В 2023 г. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕЧР составили около 0,9 мкг/м³, при этом значения меньше 3 мкг/м³ были зарегистрированы в 95% измерений (рис. 2.14).

В целом, относительно повышенные концентрации сульфатов в центре ЕЧР 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 ЕЧР за последние 10 лет после их уменьшения в предыдущие годы.

Таблица 2.14. Результаты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на станциях комплексного фонового мониторинга в 2023 г. (числитель - среднегодовое значение медианы, знаменатель - интервал изменений суточных концентраций)

Загрязняющие вещества	Приокско-Тerrasный БЗ	Воронежский БЗ	Кавказский БЗ	Мариинск
Pb, нг/м ³	<u>3,20</u> 0,39-55,0	<u>1,78</u> 0,01-17,5	<u>1,10</u> 0,06-4,8	
Cd, нг/м ³	<u>0,077</u> 0,01-19,8	<u>0,094</u> 0,016-4,0	<u>0,074</u> 0,002-0,20	
Hg, нг/м ³	<u>1,68</u> 0,01-9,40			
SO ₂ , мкг/м ³	<u>0,10</u> 0,05-1,5	<u>0,14</u> 0,03-0,88	<u>0,01</u> 0,01-0,05	<u>0,03</u> 0,001-3,17
NO ₂ , мкг/м ³	<u>4,10</u> 0,20-24,3	<u>2,7</u> 0,53-12,9		<u>7,1</u> 0,001-63,2
Сульфаты, мкг/м ³	<u>0,90</u> 0,05-10,9			
Взвешенные вещества, мкг/м ³	<u>32,0</u> 2,0-178,0	<u>22,0</u> 9,0-31,0	<u>14,2</u> 4,7-35,8	

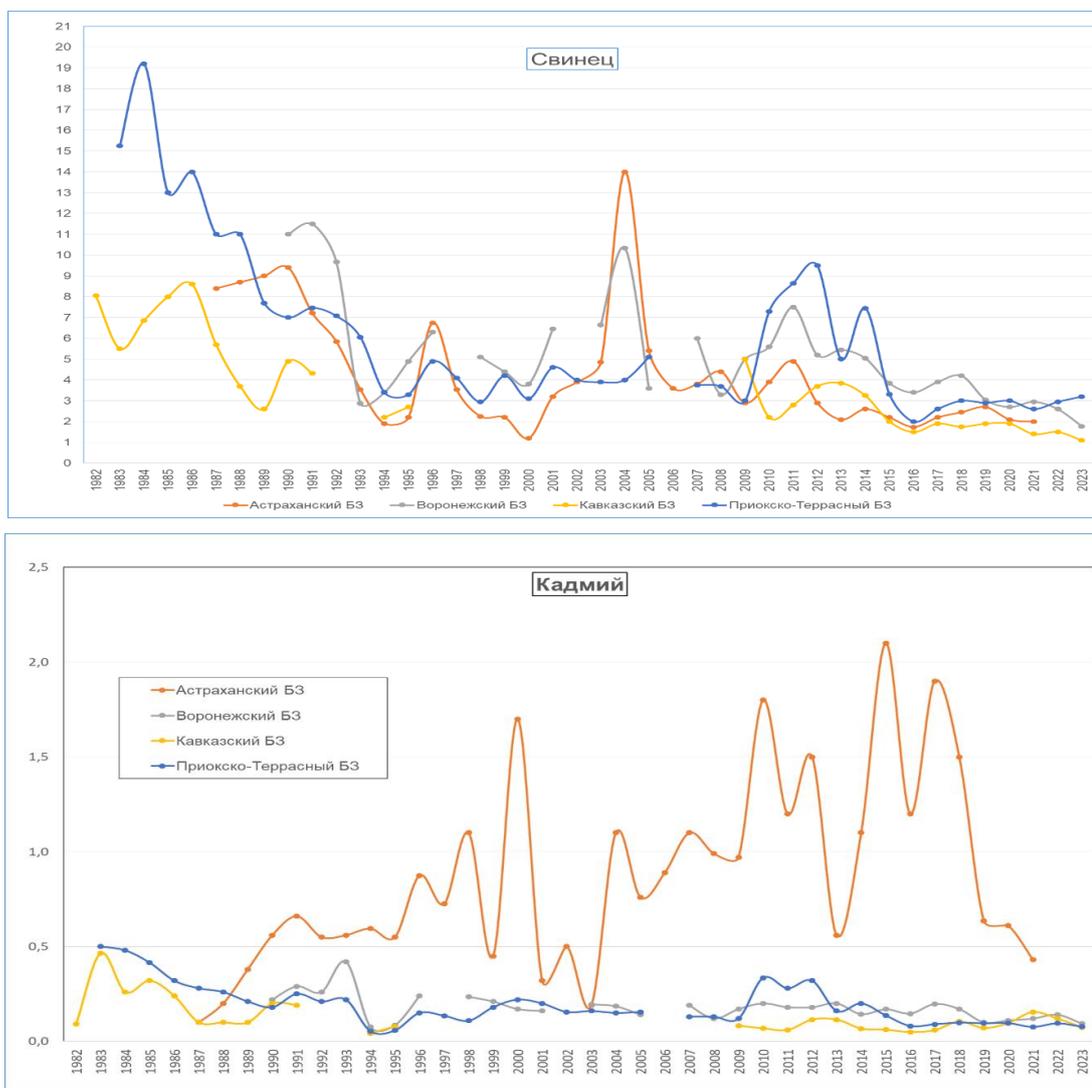


Рис. 2.16 (начало). Изменение среднегодового содержания свинца, кадмия (нг/м³), взвешенных веществ и (мкг/м³) в атмосферном воздухе фоновых районов

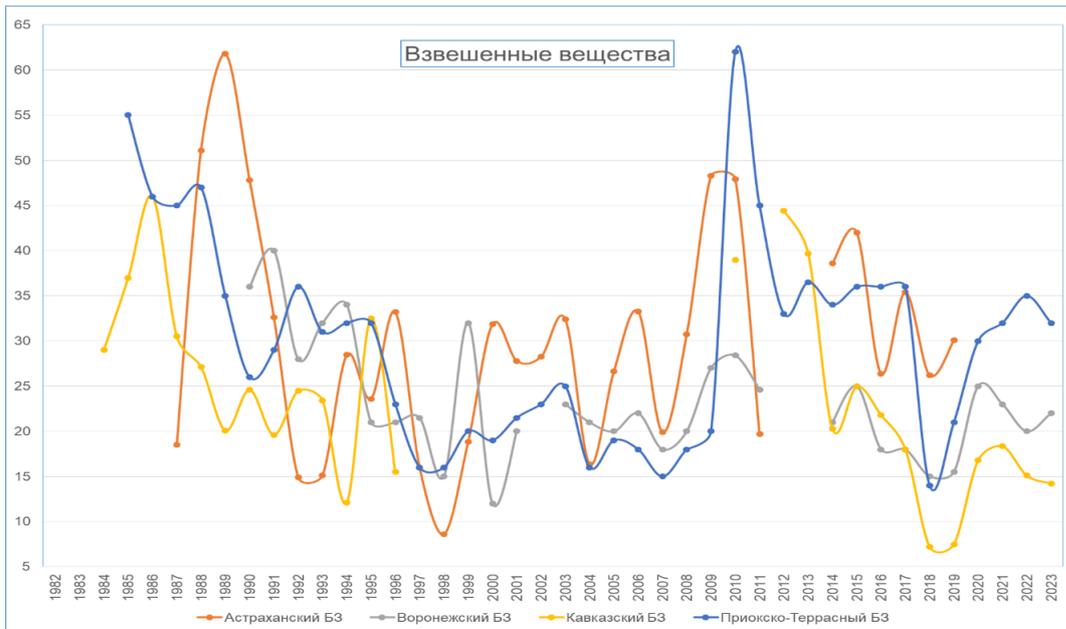


Рис. 2.16 (окончание). Изменение среднегодового содержания свинца, кадмия ($\text{нг}/\text{м}^3$), взвешенных веществ и ($\text{мкг}/\text{м}^3$) в атмосферном воздухе фоновых районов

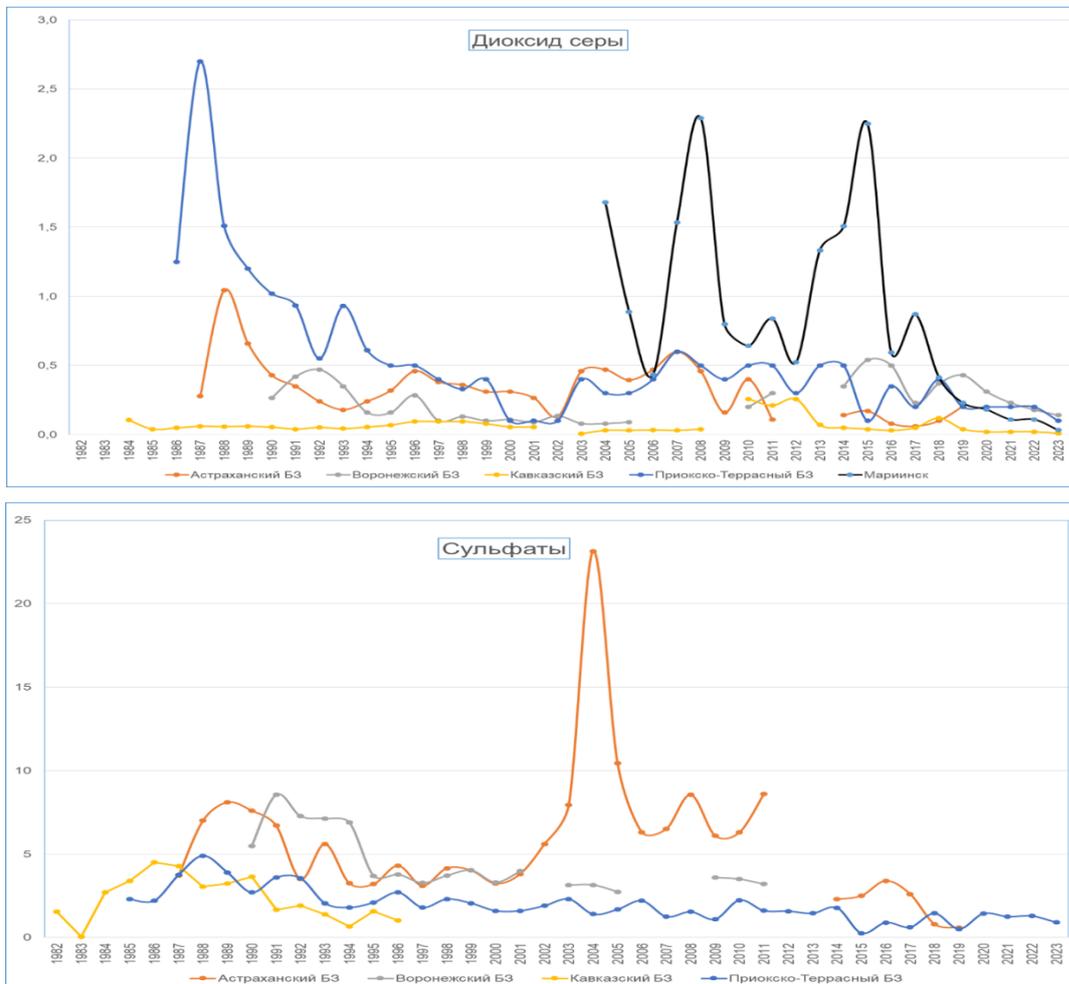


Рис. 2.17 (начало). Изменение среднегодового содержания диоксида серы, сульфатов и диоксида азота в атмосферном воздухе фоновых районов ($\text{мкг}/\text{м}^3$)

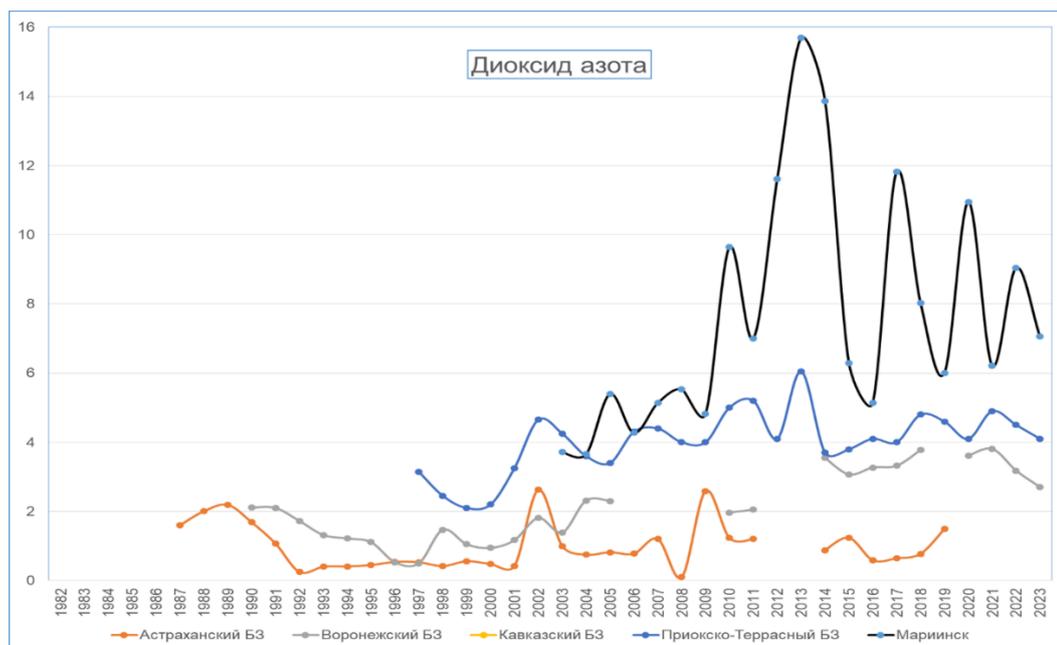


Рис. 2.17 (окончание). Изменение среднегодового содержания диоксида серы, сульфатов и диоксида азота в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м³)

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

В систему Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО входят 10 станций, распределенных по двум зонам: Европейская часть России (ЕЧР) - Усть-Вымь, Приокско-Тerrasный биосферный заповедник (БЗ), Воронежский БЗ, Шаджатмаз и Кавказский БЗ; Азиатская часть России (АЧР) - Туруханск, Хужир, Памятная, Тикси. В соответствии с рекомендациями ВМО на большинстве станций отбирались недельные пробы осадков, на станциях Хужир и Тикси - месячные пробы.

Во всех отобранных пробах анализируется содержание основных ионов - гидрокарбонатов (HCO_3^-), хлоридов (Cl^-), сульфатов (SO_4^{2-}), нитратов (NO_3^-), ионов аммония (NH_4^+), калия (K^+), натрия (Na^+), магния (Mg^{2+}), кальция (Ca^{2+}), а также определяются показатели удельной электропроводности (проводимости) k и pH в соответствии с рекомендациями ГСА ВМО. Сумма основных ионов характеризует минерализацию осадков (M).

Основные характеристики химического состава осадков фоновых станций в 2023 г., а также за период 2019-2023 гг. представлены в табл. 2.15 и 2.16.

Таблица 2.15. Средневзвешенные концентрации ионов и величины pH и удельной электропроводности (k) в осадках на станциях фонового мониторинга, 2023 г.

Станция	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	M	pH.	k , мкСм/см
	мг/л											
ЕЧР												
Усть-Вымь	0,88	0,45	0,78	2,28	0,33	0,45	0,21	0,46	0,05	5,1	6,1	13,1
Приокско-Тerrasный БЗ	0,75	0,47	0,94	0,18	0,23	0,19	0,12	0,30	0,05	3,2	5,5	11,0
Воронежский БЗ	1,96	1,04	1,09	2,16	0,48	0,65	0,49	0,86	0,12	8,9	5,8	21,2
Кавказский БЗ	1,17	0,46	0,71	0,97	0,22	0,19	0,10	0,65	0,06	4,5	5,8	13,4
Шаджатмаз	1,15	0,72	1,13	4,47	0,99	0,35	0,40	1,05	0,13	10,4	6,2	20,3
АЧР												
Памятное	2,25	1,42	1,29	3,98	0,95	1,01	0,87	0,79	0,17	12,8	6,1	36,8
Туруханск	1,27	0,89	0,51	2,88	0,17	0,34	0,23	1,15	0,22	7,7	6,2	16,0
Хужир	0,94	0,81	0,97	2,20	0,24	0,19	0,13	0,86	0,25	6,6	6,2	17,9
Тикси	2,91	11,62	0,22	0,68	0,15	7,39	0,49	0,79	0,74	25,0	5,7	78,4

В 2023 г. средневзвешенные значения минерализации осадков фоновых станций в целом по Российской Федерации варьировали в пределах от 3,2 мг/л в Приокско-Тerrasном БЗ до 25,0 мг/л в Тикси. В целом, как и ранее, минерализация осадков была выше на АЧР, по сравнению с ЕЧР.

В 2023 г. по сравнению с предыдущим периодом на всех станциях ЕЧР минерализация осадков снизилась в пределах 5 - 15%.

Таблица 2.16. Средневзвешенные концентрации ионов и величины pH и удельной электропроводности (k) осадков станций фонового мониторинга, 2019-2023 гг.

Станция	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	M	pH	k, мкСм/см
	мг/л											
ЕЧР												
Усть-Вымь	1,20	0,50	1,00	2,50	0,50	0,70	0,30	0,70	0,10	7,4	6,0	13,8
Приокско-Тerrasный БЗ	0,75	0,53	1,13	0,35	0,26	0,21	0,16	0,48	0,08	4,2	5,4	11,0
Воронежский БЗ	2,13	1,24	1,89	2,01	0,57	0,80	0,58	0,97	0,14	10,4	5,7	21,7
Кавказский БЗ	1,38	0,52	0,93	1,42	0,30	0,26	0,16	0,83	0,08	5,9	5,8	14,0
Шаджатмаз	1,30	0,72	1,32	4,91	1,11	0,35	0,39	1,19	0,14	10,5	6,3	20,2
АЧР												
Памятное	2,17	1,19	1,54	2,64	0,72	0,80	0,69	0,86	0,21	11,0	6,0	27,0
Туруханск	1,77	0,81	0,62	3,79	0,21	0,57	0,28	1,01	0,42	9,5	6,3	17,3
Хужир	1,06	0,49	0,56	2,53	0,20	0,21	0,17	0,51	0,41	6,2	6,2	15,2
Тикси	2,78	6,79	0,32	2,56	0,34	3,78	0,58	0,61	0,44	19,6	5,7	41,3

На АЧР наибольший рост минерализации осадков в 2023 г. был характерен для Тикси и Памятное. По сравнению со средним значением за 2019-2023 гг. сумма ионов увеличилась в Тикси на 54% и в осадках Памятное на 33% вследствие изменения соотношения основных ионов в химическом составе. В осадках станции Памятное на 20% увеличилось содержание сульфатов. На остальных станциях АЧР минерализация осадков изменилась в пределах 10%.

В ионном балансе атмосферных осадков большинства станций преобладающими примесями являлись: из анионов - гидрокарбонаты или сульфаты, из катионов - кальций или натрий. Для Приокско-Тerrasного БЗ характерно преобладание нитратов, для Усть-Выми и Шаджатмаза - гидрокарбонатов. В морском климате (Тикси) в ионном балансе осадков преобладают хлориды и натрий.

В 2023 г. концентрация гидрокарбонатов в осадках Шаджатмаза снизилась на 13%. Минимальное содержание гидрокарбонатов по-прежнему характерно для осадков Приокско-Тerrasного БЗ и в 2023 г. составило 0,18 мг/л, что, по сравнению со средним содержанием за 2019-2023 гг., ниже на 50%. В целом за период 2019-2023 гг. на большинстве станций ЕЧР содержание гидрокарбонатов в осадках не превышало 2,5 мг/л (рис. 2.18 а).

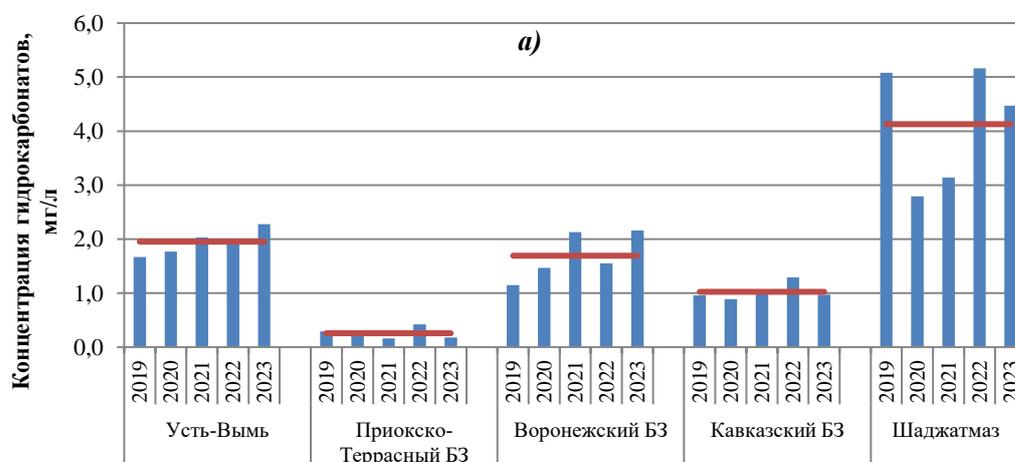


Рис. 2.18 (начало). Изменение средневзвешенной концентрации гидрокарбонатов в осадках фоновых станций ЕЧР (а) и АЧР (б), 2019-2023 гг.

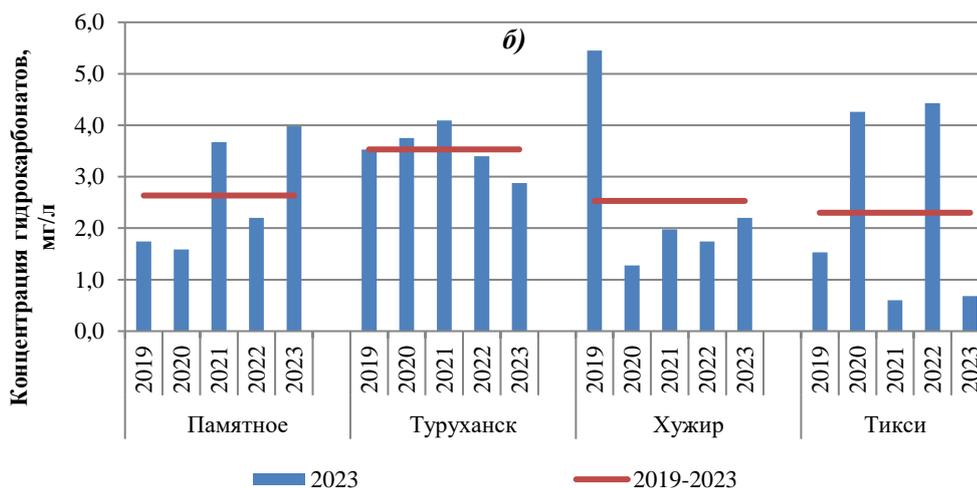


Рис. 2.18 (окончание). Изменение средневзвешенной концентрации гидрокарбонатов в осадках фоновых станций ЕЧР (а) и АЧР (б), 2019-2023 гг.

На АЧР высокое содержание гидрокарбонатов в атмосферных осадках характерно для Тикси и Памятной, а в 2023 г. диапазон колебания составил 0,68 - 3,98 мг/л (рис. 2.18 б).

Пространственная неоднородность сульфатов проявляется повышенным их содержанием в осадках АЧР по сравнению с осадками ЕЧР. В 2023 г. диапазон концентрации сульфатов в осадках ЕЧР варьировал от 0,75 (Приокско-Террасный БЗ) до 1,96 мг/л (Воронежский БЗ), составив в среднем 1,19 мг/л. На АЧР минимальное содержание сульфатов наблюдалось в осадках Хужира (0,94 мг/л), максимальное - в осадках Тикси (2,91 мг/л), а среднее значение составило 1,84 мг/л.

В 2023 г. на всей ЕЧР отмечалось снижение содержания сульфатов в осадках по сравнению со средним значением 2019-2023 гг. на 12 %. (рис. 2.19 а).

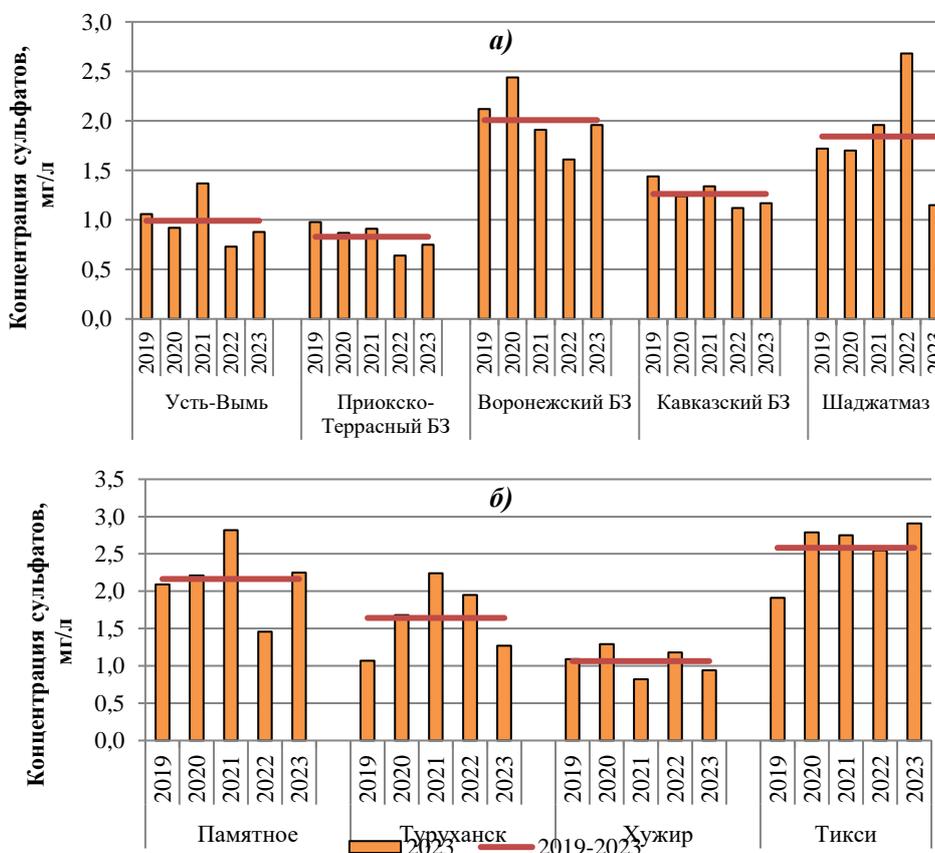


Рис. 2.19. Изменение средневзвешенной концентрации сульфатов в осадках фоновых станций ЕЧР (а) и АЧР (б), 2019-2023 гг.

В осадках Приокско-Террасного БЗ и Усть-Выми содержание сульфатов увеличилось в среднем на 18%. Высокие содержания сульфатов в осадках характерны для Воронежского БЗ. В целом за 5-летний период средневзвешенная концентрация сульфатов в осадках на ЕЧР в среднем составила 1,35 мг/л. Средневзвешенная концентрация сульфатов в осадках АЧР в 2019-2023 гг. для всех станций не превышала 3,0 мг/л (рис. 2.19 б). В химическом составе осадков Памятной в последние три года наблюдались значительные колебания концентрации сульфатов от 1,46 до 2,82 мг/л.

На ЕЧР в 2023 г. на всех фоновых станциях, за исключением станции Шаджатмаз, содержание хлоридов в осадках повысилось по сравнению с 2022 г. и со средним значением за 5 лет.

Пространственная неоднородность хлоридов также проявляется повышенным их содержанием в осадках АЧР по сравнению с осадками ЕЧР. В 2023 г. диапазон изменения концентрации хлоридов в осадках ЕЧР составил 0,45-1,04 мг/л, на АЧР - 0,81-1,34 мг/л без Тикси и 0,81-11,62 мг/л с Тикси. Для прибрежной станции Тикси характерны максимальные концентрации хлоридов и наибольшие их временные колебания. В 2023 г. в осадках Тикси концентрация хлоридов увеличилась на 42 % со средним значением за 5 лет. Рост содержания хлоридов в осадках был также отмечен для станции Хужир - на 40 %.

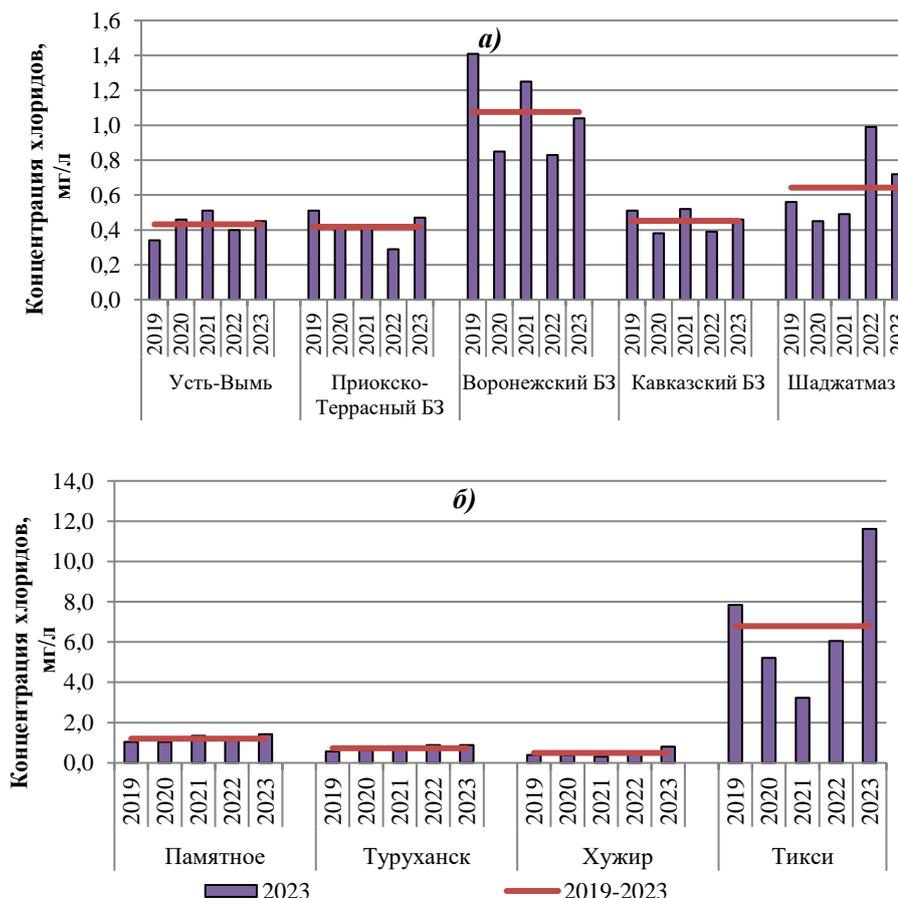


Рис. 2.20. Изменение средневзвешенной концентрации хлоридов в осадках фоновых станций ЕЧР (а) и АЧР (б), 2019-2023 гг.

Диапазон изменения нитратов в осадках в 2023 г. составил от 0,71 до 1,13 мг/л на ЕЧР и от 0,22 до 2,05 мг/л на АЧР. Как и ранее, в 2023 г. максимальные концентрации нитратов наблюдались в осадках Воронежского БЗ, станций Шаджатмаз и Памятной. В 2023 г. продолжилась тенденция постепенного снижения концентрации нитратов в осадках Воронежского БЗ (рис. 2.21 а). В целом за 5-летний период средневзвешенные концентрации нитратов в осадках ЕЧР, за исключением Воронежского БЗ, не превышали 1,5 мг/л.

В 2023 г. на АЧР по сравнению со средним значением за последнее пятилетие концентрации нитратов снизились в осадках Туруханска и Тикси (рис. 2.21 б). При этом доля нитратов в осадках Хужира увеличилась на 40% от среднего за период. Наименьшие колебания содержания нитратов в осадках АЧР характерны для Туруханска, где концентрация нитратов за 2019-2023 гг. не превышала 0,70 мг/л.

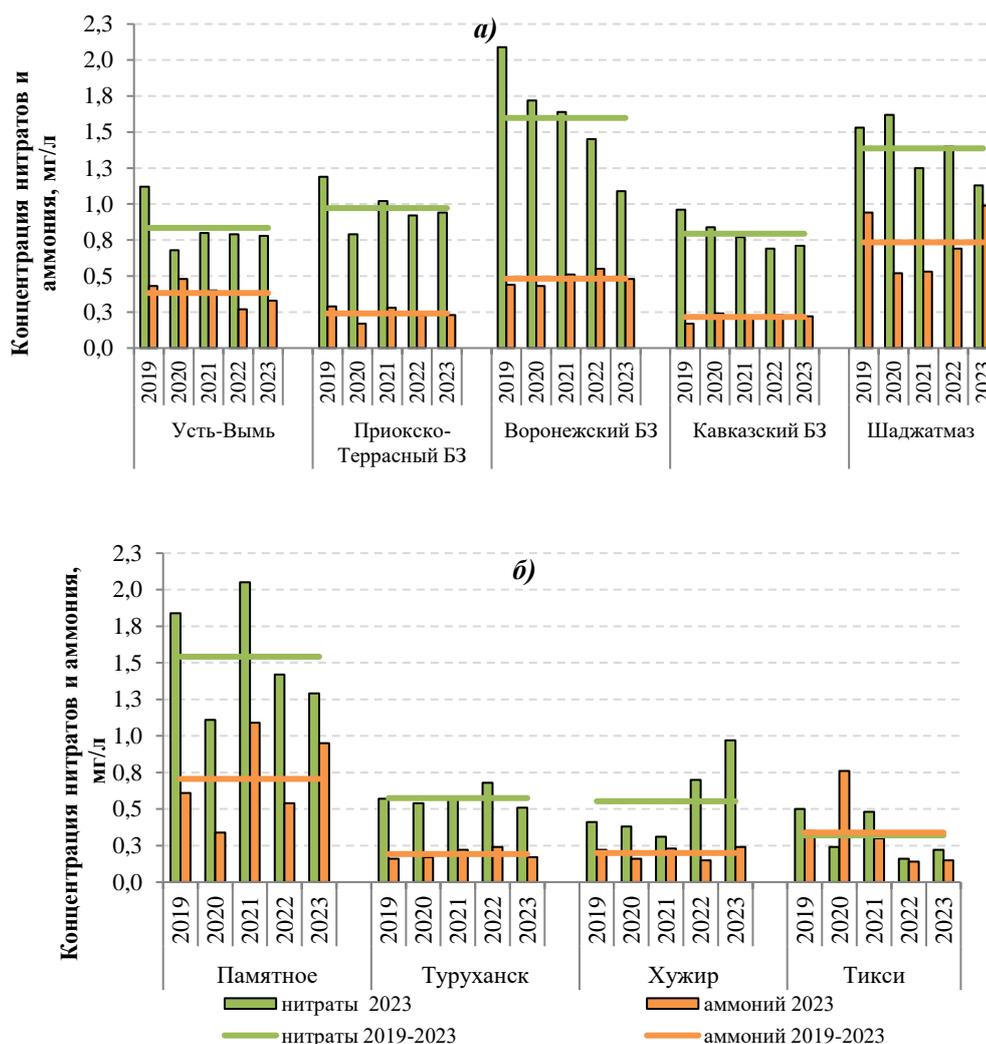


Рис. 2.21. Изменение концентрации нитратов и аммония в осадках фоновых станций ЕЧР (а) и АЧР (б), 2019-2023 гг.

Концентрация аммония в осадках фоновых станций в 2023 г. на ЕЧР изменялась от 0,2 мг/л в Приокско-Террасном БЗ до 1,0 мг/л - в Шаджатмазе и на АЧР от 0,2 мг/л в Туруханске, Хужире и Тикси до 1,0 мг/л в осадках станции Памятной. Низкие содержания аммония были характерны для осадков Приокско-Террасного и Кавказского БЗ, а также Туруханска, Хужира и Тикси, составив в среднем 0,20 мг/л.

Из катионов в осадках ЕЧР и АЧР, за исключением Тикси, преобладал преимущественно кальций, максимальные концентрации которого характерны для Шаджатмаза и Туруханска и в 2023 г. составили соответственно 1,05 и 1,15 мг/л. В осадках Тикси содержание натрия выше более чем в 7 раз по сравнению с остальными фоновыми станциями вследствие географических особенностей расположения станции.

Пространственные особенности химического состава осадков проявляются изменением рН. В 2023 г. средневзвешенные значения рН осадков фоновых станций были близки или выше равновесного значения (5,6). В 2023 г. по сравнению с 2022 г. практически на всей территории РФ кислотность осадков фоновых станций, выраженная средневзвешенным значением рН, или снизилась в пределах 0,1-0,4 ед.рН, или сохранилась практически неизменной. Изменения рН осадков связаны, в основном, с изменением концентрации гидрокарбонатов и/или сульфатов в осадках.

В 2023 г. максимальная кислотность осадков (рН_{мин}) на ЕЧР наблюдалась в недельных пробах осадков Кавказского БЗ - 4,90, Воронежского БЗ - 4,58, Приокско-Террасного БЗ - 4,36. На станции Шаджатмаз минимальное значение рН недельных проб осадков в 2023 г. составило 5,55 ед.рН, а диапазон изменения рН в целом на ЕЧР в 2023 г. варьировал в пределах 4,58-7,18 ед.рН.

Интервал изменения кислотности недельных проб осадков на АЧР колебался от 5,40 до 7,30 ед.рН (Туруханск). В осадках Хужира по данным месячных измерений показатель рН осадков изменялся от 5,37 до 6,84 ед.рН.

Выпадение веществ с осадками. Годовые потоки загрязняющих веществ с атмосферными осадками рассчитываются на основе данных по химическому составу и их количеству. Географическое распределение поступления веществ на единицу площади может отличаться от распределения концентраций этих веществ, так как зависит от общей суммы осадков.

Величина суммарных влажных выпадений (P) загрязняющих компонентов на большинстве фоновых станций в значительной степени определяется суммой осадков. Влажные выпадения веществ всегда более высокие на станциях с большим количеством осадков. Так, на ЕЧР максимальные суммарные выпадения 2045,0 мм, а на АЧР - для Туруханска 5,7 т/км² при сумме выпавших за год осадков 746,8 мм.

На большей территории ЕЧР суммарные выпадения веществ на фоновых станциях снизились по сравнению с предыдущим годом (рис. 2.22). В Воронежском БЗ рост суммы выпавших осадков практически вдвое в 2022 г. привел к увеличению уровня суммарных выпадений, который составил характерны обычно для Кавказского БЗ и в 2023 г. составили 9,3 т/км² при сумме выпавших за год осадков 6,6 т/км². В 2023 г. выпадения в Воронежском БЗ увеличились еще на 12%, в основном, за счет увеличения вклада гидрокарбонатов и сульфатов.

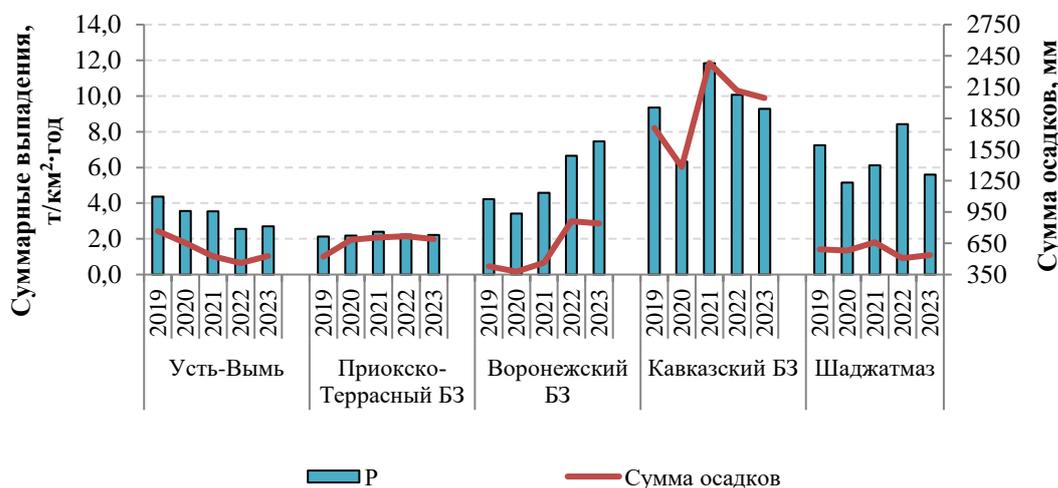


Рис. 2.22. Суммарные влажные выпадения на ЕЧР, 2019-2023 гг.

В целом, за последние 5 лет, несмотря на изменение минерализации осадков, суммарные выпадения веществ колеблются около одного уровня и, как правило, не превышают 2,2 т/км²·год в Приокско-Террасном БЗ, 4 т/км²·год - в Усть-Выми, 8,4 т/км²·год - в Шаджатмазе и 11,84 т/км²·год - в Кавказском БЗ. В 2022 и 2023 гг. сумма осадков в Воронежском БЗ увеличилась на 30%, что, в свою очередь, сказалось на сумме влажных выпадений. В зависимости от суммы выпавших осадков диапазон суммарных влажных выпадений в Кавказском БЗ за период с 2019-2023 гг. составлял от 6,3 до 11,8 т/км²·год и в 2023 г. снизился до 9,3 т/км²·год.

В 2023 г. на территории АЧР влажные выпадения -увеличились на станциях Памятное, Хужир и Тикси, а на станции Туруханск наблюдается снижение суммарных выпадений в последние два года. Минимальные влажные выпадения (до 1,5 т/км²·год) на АЧР характерны для станции Хужир, где годовая сумма осадков редко превышает 250 мм (рис. 2.23).

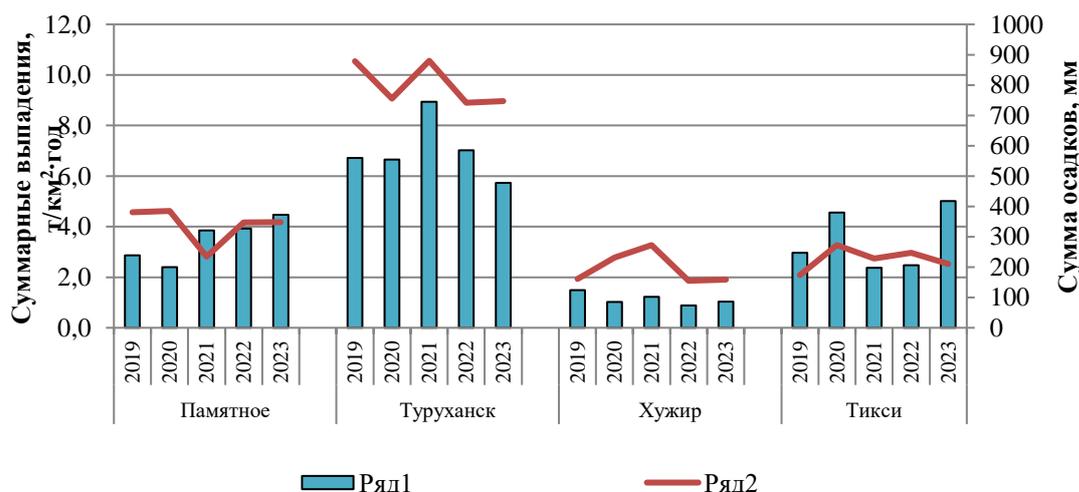


Рис. 2.23. Суммарные влажные выпадения на АЧР, 2019-2023 гг.

Наибольший интерес представляют выпадения кислотных компонентов - серы сульфатной (S(SO₄²⁻)) и суммарного азота (ΣN = N(NO₃⁻)+N(NH₄⁺)), значения которых за 2023 г. представлены в таблице 2.17.

Следует отметить, что процесс закисления наземных экосистем проходит наиболее интенсивно в случае преобладания в осадках азота аммонийного над азотом нитратным. На всех станциях ЕЧР и АЧР азот

аммонийный преобладает над азотом нитратным. Существенное значение это положение приобретает в районах, где нагрузка соединений азота на экосистемы соизмерима с влиянием сульфатов.

Таблица 2.17. Выпадение серы, азота и суммы ионов (P) с осадками, 2023 г.

Станция	q, мм	S(SO ₄)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	ΣN	P	N(NH ₄)/ N(NO ₃)	S / Σ N
		т/км ² ·год						
ЕЧР								
Усть-Вымь	536,6	0,16	0,09	0,14	0,23	2,70	1,5	0,7
Приокско-Террасный БЗ	689,3	0,17	0,15	0,12	0,27	2,22	0,8	0,6
Воронежский БЗ	839,6	0,55	0,21	0,31	0,52	7,78	1,5	1,1
Кавказский БЗ	2045,0	0,80	0,33	0,35	0,68	9,3	1,1	1,2
Шаджатмаз	538,1	0,21	0,14	0,42	0,55	5,59	3,0	0,4
АЧР								
Памятная	235,1	0,26	0,10	0,26	0,36	3,4	2,6	0,7
Туруханск	746,8	0,32	0,09	0,10	0,18	5,7	1,1	1,7
Хужир	158,7	0,05	0,03	0,03	0,06	1,0	1,0	0,8
Тикси	210,4	0,18	0,01	0,03	0,04	5,0	3,0	4,5

Выпадения серы сульфатной в 2023 г. были несколько выше на ЕЧР, что связано с большим количеством выпадающих осадков в Кавказском БЗ, и колебались от 0,16 до 0,80 т/км²·год, а на АЧР варьировали в пределах от 0,05 до 0,32 т/км²·год. Минимальные выпадения серы с осадками на ЕЧР характерны для Приокско-Террасного БЗ, Усть-Выми и Шаджатмаза и в 2023 г составили в среднем 0,18 т/км² год (рис. 2.24).

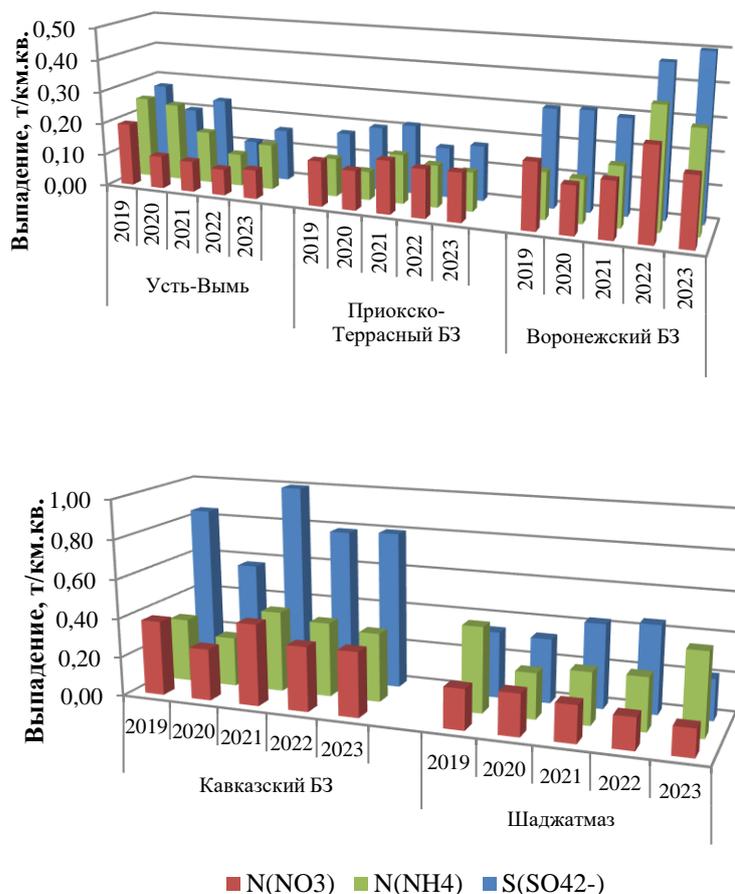


Рис. 2.24. Выпадения серы (S), азота нитратного (N(NO₃)) и азота аммонийного (N(NH₄)) с атмосферными осадками на станциях ЕЧР в период с 2019 по 2023 гг.

В Кавказском БЗ выпадения серы в 2023 г. по сравнению с 2022 г. практически не изменились и не превысили 0,8 т/км²·год.

На АЧР минимальные выпадения серы, по-прежнему, характерны для станции Хужир, что объясняется низким содержанием сульфатов и малым количеством выпадающих здесь осадков (рис. 2.25).

Для большинства фоновых станций ЕЧР характерно преобладание выпадений азота над выпадениями серы с осадками. Для АЧР характерна обратная картина - на большинстве станций интенсивность выпадений серы превышает интенсивность выпадений соединений азота. Исключение составляет станция Памятное, где интенсивность выпадений суммарного азота на 28% превышает выпадения серы.

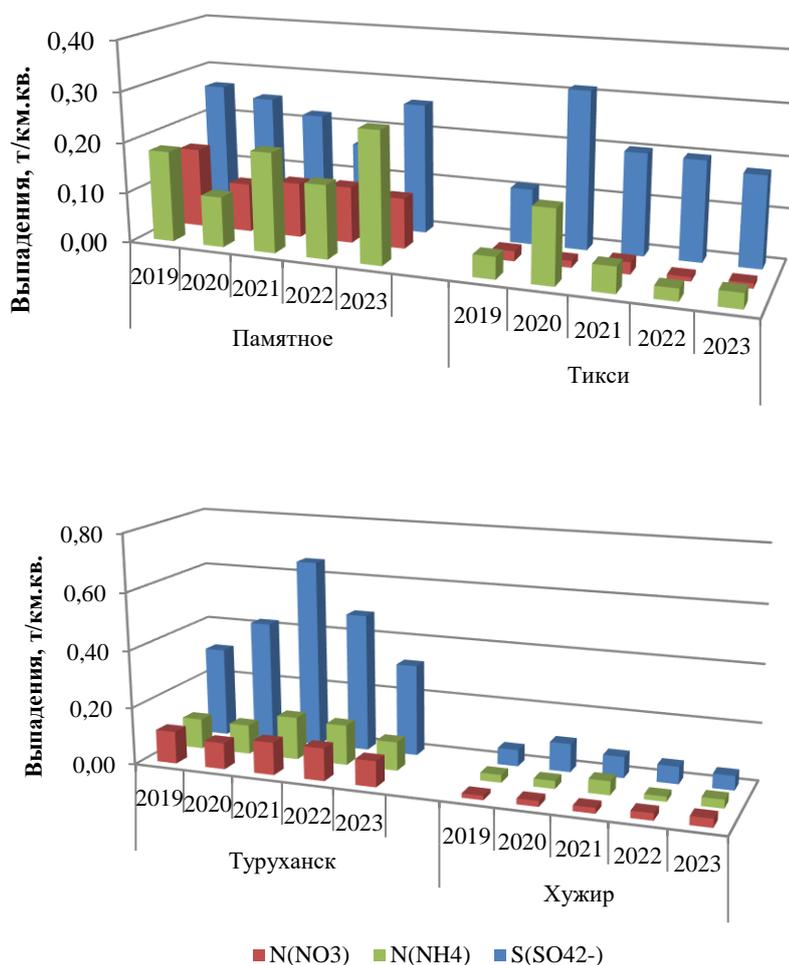


Рис. 2.25. Выпадения серы (S), азота нитратного (N(NO₃)) и азота аммонийного (N(NH₄)) с атмосферными осадками на станциях АЧР в период с 2019 по 2023 гг.

В 2023 г. интенсивность потоков соединений азота от суммарной величины выпадений составляла от 7% (в Усть-Выми и Кавказском БЗ) до 13% (в Приокско-Тerrasном БЗ) на ЕЧР и от 1% (в Тикси) до 6% (в Туруханске) на АЧР. Превышение поступления с осадками азота аммиачного над азотом нитратным характерно для большинства фоновых станций, как ЕЧР, так и АЧР.

2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков

Минерализация, химический состав и кислотность осадков. Сумма ионов (M), удельная электрическая проводимость (k) и средневзвешенные концентрации компонентов по федеральным округам в 2023 г. представлены в табл. 2.18, а средние величины за последнее пятилетие (2019-2023 гг.) - в табл. 2.19.

В 2023 г. минерализация изменялась от 8,2 мг/л в СЗФО до 32,5 мг/л в ЦФО. Сравнение данных, полученных в 2023 г., со средними значениями за 2019-2023 гг. показало, что в пяти из девяти округов минерализация снизилась от 2,6 до 18,7% (рис. 2.26). В остальных округах увеличилась от 2% в ЦФО до 18% в ЮФО. Самое низкое значение минерализации 8,2 мг/л по-прежнему характерно для СЗФО. Верхние значения свыше 32 мг/л наблюдались в ЦФО, как в среднем за период 2019-2023 гг., так и в 2023 г. в основном за счет гидрокарбонатов, содержание которых составляло свыше 50% от общей суммы ионов.

Необходимо отметить, что минерализация осадков, в случае отсутствия локальных источников загрязнения, в значительной степени зависит от суммы осадков, чем выше сумма осадков, тем ниже минерализация. И наоборот, снижение суммы осадков способствует росту минерализации. В СЗФО, годовая сумма осадков увеличилась на 20%, минерализация снизилась до 8,2 мг/л, что на 20% ниже значений 2022 г.

В среднем на 20%, увеличилась сумма осадков в УФО, и минерализация снизилась на 12% от средней за период 2019-2023 гг. (рис. 2.26).

Сравнение полученных результатов, приведенных в таблицах 2.18 и 2.19, показало, что содержание большинства компонентов в осадках за 5-ти летний период в сравнении с 2023 г. изменилось в среднем на 10 - 15% в большинстве округов (рис. 2.26).

Таблица 2.18. Средневзвешенные концентрации ионов в осадках по федеральным округам, 2023 г.

ФО	Кол-во станций	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	М	рН			к
		мг/л										Ср.	макс	мин	мкСм/см
СЗФО	30	1,4	1,3	1,0	2,1	0,3	1,0	0,4	0,7	0,2	8,2	5,9	6,8	4,8	18,3
ЦФО	24	3,9	1,7	1,8	16,2	0,7	1,3	1,0	4,0	1,8	32,5	6,3	7,0	5,5	57,0
ПФО	20	4,3	1,8	3,2	8,4	0,7	1,6	0,7	2,7	0,9	23,1	6,2	6,8	5,8	52,0
ЮФО	6	3,9	3,3	1,6	4,1	0,4	2,3	0,4	1,9	0,5	18,4	6,0	6,7	5,3	46,0
СКФО	1	1,2	0,7	1,1	4,5	1,0	0,4	0,4	1,1	0,1	10,4	6,2	6,3	6,2	20,3
УФО	6	2,7	1,3	2,2	4,7	0,7	1,0	0,5	1,6	0,4	15,1	5,9	6,3	5,6	32,5
СФО	31	3,8	2,2	1,5	8,4	0,5	1,3	0,7	3,2	0,4	21,8	6,4	7,4	5,6	51,8
ДФО	31	3,2	2,6	1,2	4,5	0,6	1,4	0,8	1,6	0,4	16,7	6,1	7,1	5,0	40,0

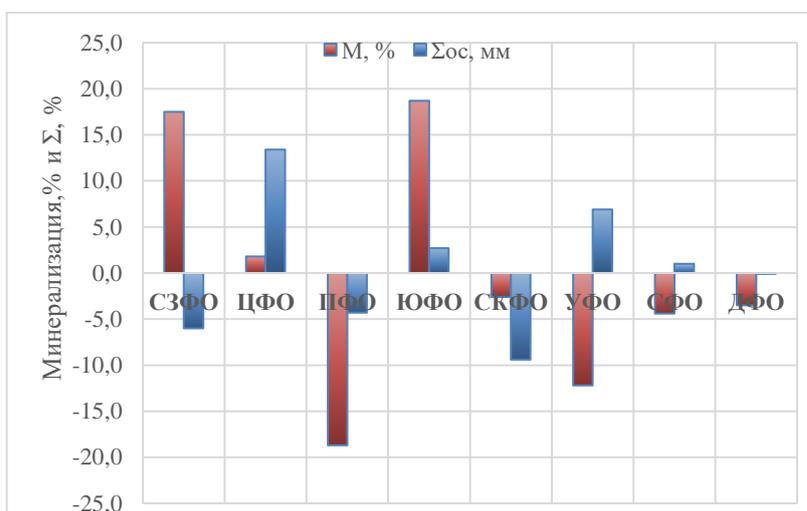


Рис. 2.26. Динамика изменений минерализации и годовой суммы осадков в 2023 г.

Следует отметить, что сульфаты и гидрокарбонаты доминируют практически повсеместно, и сульфаты преобладают над нитратами. Пространственная неоднородность сульфатов проявляется повышенным их содержанием в осадках отдельных округов как на ЕЧР, так и на АЧР.

Таблица 2.19. Средневзвешенные концентрации ионов в осадках по федеральным округам в период 2019-2023 г.

ФО	Кол-во станций	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	М	рН			к
		мг/л										Ср.	макс	мин	мкСм/см
СЗФО	30	1,7	1,6	1,2	2,5	0,3	1,0	0,5	0,9	0,2	9,8	5,9	6,9	4,8	22,3
ЦФО	24	3,5	1,9	2,2	16,2	0,6	1,2	1,0	3,8	1,6	31,9	6,3	7,2	5,3	54,0
ПФО	20	5,3	2,1	3,1	10,5	0,8	2,0	0,9	3,7	0,8	28,4	6,3	7,2	5,6	50,0
ЮФО	6	3,2	2,3	1,9	3,7	0,5	1,4	0,4	1,7	0,3	15,5	6,0	6,7	5,3	33,0
СКФО	1	1,6	0,8	2,1	3,8	0,6	0,5	0,6	1,2	0,2	13,2	6,3	6,3	6,2	22,1
УФО	6	3,7	1,2	2,1	5,5	0,6	1,3	0,5	2,1	0,4	17,2	6,0	6,5	5,4	36,3
СФО	31	5,4	1,9	1,5	8,6	0,5	1,5	0,7	2,6	1,0	22,9	6,4	7,4	5,6	48,6
ДФО	31	3,2	2,2	1,3	5,6	0,6	1,4	0,8	1,4	0,6	17,3	6,1	7,2	5,1	37,4

Концентрация сульфатов в осадках большинства округов снизилась в среднем на 20 - 30% и увеличилась в ЦФО и ЮФО на 11 и 22% соответственно.

В 2023 г. содержание нитратов в осадках в большинстве округов снизилось в среднем на 10% и по-прежнему не превышало 3,2 мг/л. Исключение для СКФО, где снижение концентрации нитратов составило 48%. Более низкие значения в пределах от 1,0 до 1,5 мг/л характерны для СЗФО, СКФО, СФО и ДФО.

Концентрация хлоридов в 2023 г. варьировала от 0,7 мг/л (СКФО) до 3,3 мг/л (ЮФО).

Изменение в сторону увеличения концентрации хлоридов в 2023 г. наблюдается для УФО, СФО и ДФО. Изменение в сторону увеличения концентрации хлоридов в 2023 г. наблюдается для УФО, СФО и ДФО и составляет в среднем 14%. Содержащиеся в осадках ионы натрия и хлориды, в основном, морского происхождения. Однако несоответствие соотношения Cl/Na в атмосферных осадках соотношению в морской воде для СКФО, УФО и СФО позволяет предположить, что до 15% хлоридов имеют антропогенную природу.

Содержание металлов таких, как натрий, калий в атмосферных осадках, как в годовом выражении, так и в целом за период 2019-2023 гг. в основном не превышало 2,0 мг/л кроме натрия в осадках ЮФО, концентрация которого составила 2,3 мг/л, что на 61% выше среднего значения за период 2019-2023 гг. Концентрация кальция, выше 2,0 мг/л по-прежнему характерна для осадков ЦФО, ПФО, УФО и СФО.

Повторяемость минерализации осадков регионального фона с минерализацией $M \leq 15$ на ЕЧР в 2023 г. в ЦФО и СЗФО сохранилась на прежнем уровне, в осадках ЮФО и СКФО снизилась на 13 и 10% соответственно. На АЧР увеличилась в среднем на 22% в ПФО и на 8% снизилась в ДФО. В осадках УФО и СФО повторяемость минерализации сохранилась на уровне 2019-2023 г (рис. 2.27 а).

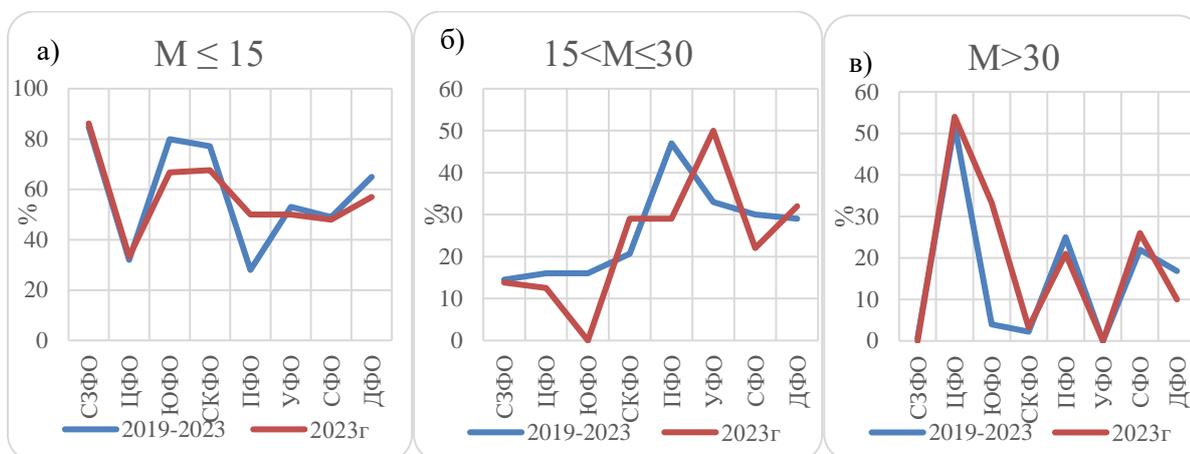


Рис. 2.27. Повторяемость (%) минерализации осадков (M) по диапазонам в период с 2019 по 2023 гг. и в 2023 г.

Повторяемость для осадков с минерализацией $15 < M \leq 30$ на ЕЧР не изменилась в СЗФО, на 3,5 и 16% снизилась в ЦФО и ЮФО, на 36% - в ПФО и увеличилась в СКФО на 9%. На АЧР, на 34% и 4% увеличилась повторяемость осадков с минерализацией $15 < M \leq 30$ в УФО и ДФО и на 8% снизилась в СФО. (рис. 2.27 б).

Частота выпадения осадков с $M > 30$ мг/л на ЕЧР в СЗФО, ЦФО и СКФО не изменилась. В ЮФО увеличилась на 88%. На АЧР изменения повторяемости осадков с $M > 30$ находились в пределах 2-3% (рис. 2.27 в).

Многолетняя динамика концентраций загрязняющих компонентов в атмосфере показывает либо постепенные изменения, либо резкие отклонения от среднегодовых уровней загрязнения.

На рис. 2.28 приведена динамика изменений средневзвешенных за год концентраций основных ионов в период с 2019 по 2023 гг. Концентрация сульфатов в атмосферных осадках изменялась в пределах от 1,1 мг/л до 6,0 мг/л (рис. 2.28а). Источниками сульфатов в атмосфере служат морские аэрозоли, частицы пыли, содержащие сульфатные минералы, а также газы - в виде аэрозоля серной кислоты из домовых факелов химических предприятий, содержащих оксиды серы, при низкой облачности и высокой влажности воздуха которые, окисляясь, образуют сульфаты. Учитывая, что концентрация сульфатов морского происхождения составляет 25% от содержания натрия можно оценить количество сульфатов морского происхождения в осадках, оно варьирует в пределах 0,15-0,38 мг/л. Таким образом, 93-98% сульфатов, выпадающих с атмосферными осадками, поступает в атмосферу с антропогенными выбросами.

Содержание сульфатов в атмосферных осадках большинства ФО, в основном, не превышало 4,0 мг/л. Значения больше 4,0 мг/л характерны для ПФО. Высокие концентрации сульфатов в СФО, в основном, связаны с деятельностью ПАО «ГМК «Норильский никель» и лесными пожарами в теплый период года. С 2019 г. наметилось постепенное снижение концентрации сульфатов в атмосферных осадках Норильска, что, возможно связано с реализацией мер АО «Кольской ГМК» по снижению уровня выбросов и в 2023 г. концентрация сульфатов в атмосферных осадках Норильска снизилась еще на 40%. В ПФО в 2023 г. концентрация сульфатов в сравнении с 2022 г. увеличилась на 18%, а в ЦФО и ЮФО - повысилась на 8% и 46% соответственно. Минимальные значения от 1,0 до 1,5 мг/л наблюдались в СЗФО. В осадках ДФО в период с 2019 по 2023 гг. среднегодовые значения концентрации сульфатов практически не изменились и составили в среднем около 3,0 мг/л.

В большинстве федеральных округов содержание хлоридов в атмосферных осадках не превышали 2,0 мг/л и находились в интервале 0,5 - 3,3 мг/л (рис. 2.28 б). Более значительные концентрации свыше

2,0 мг/л определялись в атмосферных осадках ЮФО, СФО и ДФО. В УФО содержание хлоридов изменялось от 0,9 до 1,5 мг/л, составив в среднем 1,2 мг/л. Минимальные значения, около 0,6 мг/л, определялись на ЕЧР в СКФО.

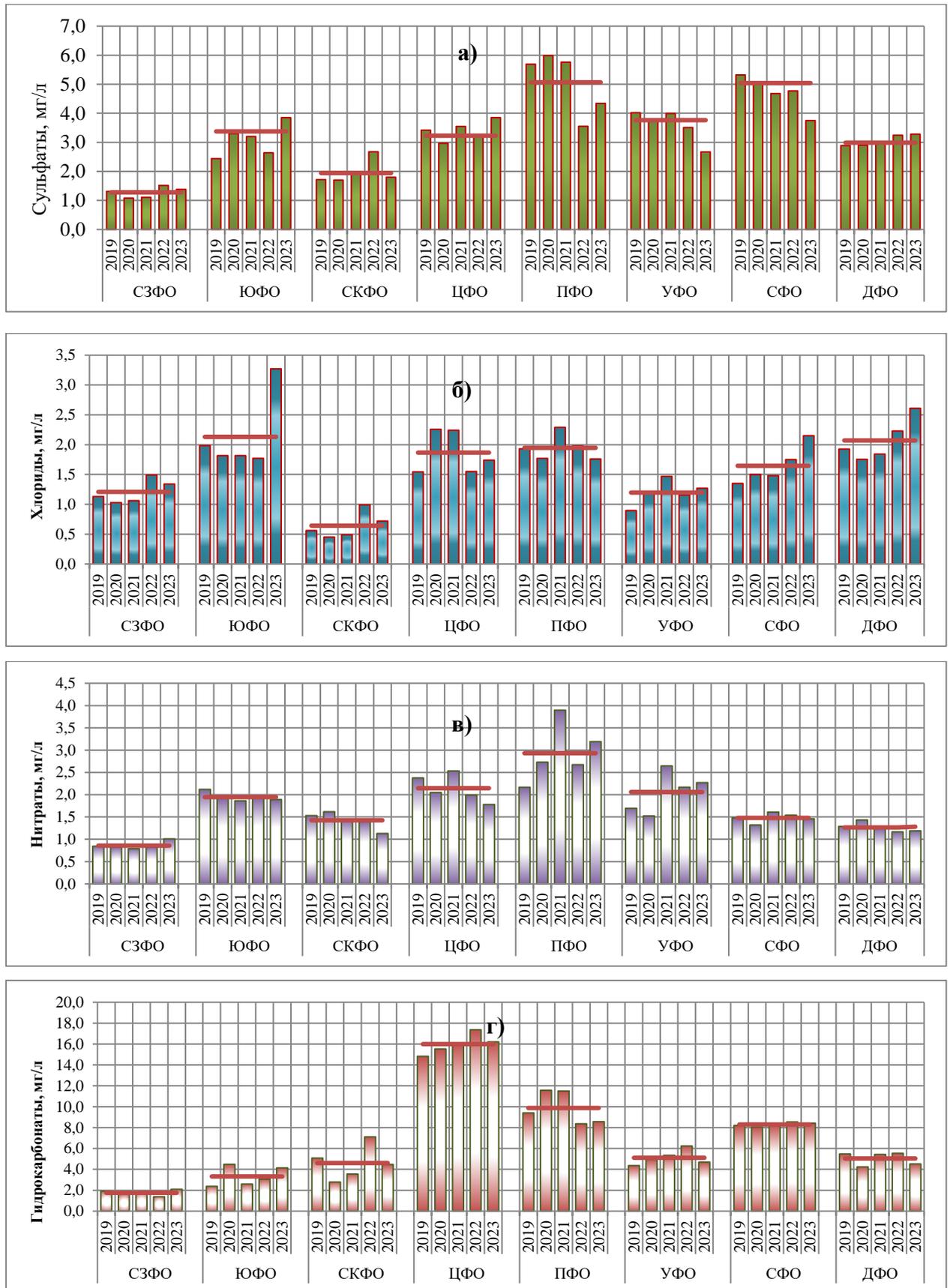


Рис. 2.28. Изменение средневзвешенной концентрации ионов (а - сульфатов, б - хлоридов, в - нитратов, г - гидрокарбонатов) в атмосферных осадках по федеральным округам, 2019-2023 гг.

Концентрации нитратов в осадках в среднем по РФ не превышали 2,0 мг/л и, в основном, варьировали от 0,8 до 3,9 мг/л (рис. 2.28 в). Более высокие значения нитратов 3,2 мг/л определялись в осадках на ЕЧР в ПФО. В 2023 г. в СКФО и ЦФО концентрации нитратов снизились на 21% и 10% соответственно. В ПФО содержание нитратов изменялось от 2,2 до 3,9 мг/л и составило в среднем 2,9 мг/л. Стабильно низкие значения характерны для ЕЧР в СЗФО - 1,01 мг/л, и на АЧР в ДФО - 1,2 мг/л.

В целом по РФ концентрации гидрокарбонатов изменялись в интервале от 2,1 мг/л в СЗФО и до 16,2 мг/л в ЦФО (рис. 2.28 г). Наибольший разброс данных по содержанию гидрокарбонатов в осадках за период 2019-2023 гг. наблюдался на ЕЧР от 1,8 мг/л в СЗФО до 17,4 мг/л в ЦФО. Более низкие значения менее 3,0 мг/л, по-прежнему характерны для СЗФО. В 2023 г. по сравнению с периодом 2019-2023 гг. содержание гидрокарбонатов в осадках ЮФО увеличилось на 26%. В течение всего периода значения гидрокарбонатов свыше 14 мг/л по-прежнему характерны для осадков ЦФО. В 2023 г в ЦФО содержание гидрокарбонатов снизилось на 10% и составило 16,2 мг/л. Осадки с повышенным содержанием гидрокарбонатов выпадали также и в ПФО на ЕЧР и СФО на АЧР, что, скорее всего, связано с повышенной запыленностью воздуха в этих районах. В ПФО концентрация гидрокарбонатов в осадках варьировала в пределах от 8,4 до 11,5 мг/л.; в СКФО - от 2,8 до 7,1 мг/л, в СФО (в последние пять лет) - 8,0 мг/л. По-прежнему, на большей части территории страны концентрация гидрокарбонатов приблизительно в 1,5-2 раза выше сульфатов.

Катионная часть в общей сумме компонентов составляет около 30%. В химическом составе осадков преобладает натрий - от 0,4 мг/л - в СФО до 2,3 мг/л в ЮФО и кальций - от 0,7 мг/л в СЗФО до 4,0 мг/л в ЦФО. Далее в порядке снижения концентрации следуют магний или калий: калий от 0,4 мг/л в СЗФО и СКФО до 1,0 мг/л - в ЦФО. Магний от 0,1 мг/л - в СКФО до 1,8 мг/л - в УФО. Содержание аммония в осадках находится в интервале от 0,3 мг/л в СЗФО до 1,0 мг/л в СКФО, в остальных округах не превышает 0,7 мг/л.

В таблице 2.20 представлены результаты измерения ХСО на станциях, где средняя за год минерализация осадков около или превышает 50 мг/л, а удельная электрическая проводимость близка или выше 100 мкСм/см. Третий критерий - выпадение серы равно или больше 2,0 т/км²-год. Общее число таких станций в 2023 г. не изменилось и сосредоточилось в двух федеральных округах: ЦФО и СФО. По-прежнему, на всех станциях гидрокарбонаты являются основным загрязнителем, уступая сульфатам только в Норильске.

Таблица 2.20. Средневзвешенные значения компонентов в наиболее загрязнённых по ионному составу осадков населённых пунктах РФ в 2023 г.

Пункт	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	M	pH среднее	х, мкСм/см	Выпадения серы
	мг/л											мкСм/см	т/км ² • год
ЦФО													
Брянск	8,02	2,20	1,98	39,47	0,83	2,74	1,57	6,78	4,04	67,6	7,0	114,0	1,90
Грязи	12,55	3,38	2,70	37,96	0,57	2,98	1,56	8,94	5,25	75,9	7,0	137,0	2,90
Калач	11,44	2,58	3,04	26,03	1,06	2,74	1,37	6,22	2,98	57,5	6,3	103,0	2,30
СФО													
Норильск	15,65	1,71	0,69	1,98	0,47	0,82	1,45	4,60	0,40	27,8	5,6	104,7	5,44

В осадках ЦФО преобладают в основном гидрокарбонаты свыше 25,0 мг/л и сульфаты, интенсивность выпадения которых в пересчете на серу составляет свыше 2,0 т/км²-год.

По-прежнему в списке наиболее загрязненных по ионному составу осадков станций по выпадениям серы СФО лидирует Норильск. Однако, необходимо отметить, что в 2021 г. интенсивность выпадения серы в Норильске снизилась на 70% - до 5,6 т/км²-год, а в 2022 г. снижение продолжилось еще на 13% и составило 4,86 т/км²-год. В 2023 г. практически в 2 раза увеличилась годовая сумма осадков, и, хотя концентрация сульфатов в осадках снизилась на 40%, величина выпадений серы в сравнении с 2022 г., увеличилась на 11%.

Результаты наблюдений за величиной pH осадков показывают, что направленных региональных изменений их кислотности на территории РФ в 2023 г. не произошло. Общая картина распределения средних значений pH - показателя кислотности атмосферных осадков в регионах РФ в 2019-2023 гг. по-прежнему указывает на отсутствие масштабных процессов закисления атмосферных осадков. Все значения pH осадков, осреднённые по округам, находятся, в основном, в интервале от 5,0 до 6,5 ед. pH, составляя от 60 до 80% в большинстве округов и до 100% в СЗФО (рис. 2.29 а, б).

На рис. 2.29а представлена диаграмма распределения осадков с величиной pH ≤ 5,6 ед. pH. Около 15-20% осадков с величиной pH ≤ 5,6 выпадали, в основном, на северо-западе ЕЧР в СЗФО, в ЮФО, и на АЧР в УФО и ДФО. На остальной территории России от 70% в СЗФО до 99% в СФО осадки, обладали пониженной кислотностью (pH ≥ 6,0), что, скорее всего, связано с повышенной и устойчивой запыленностью воздуха в этих районах.

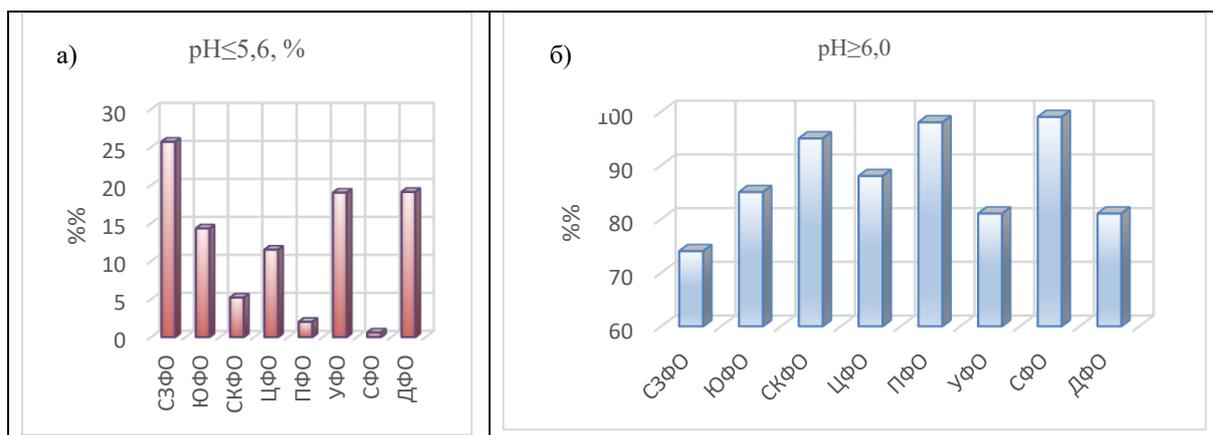


Рис 2.29. Повторяемость величины pH в атмосферных осадках ФО: а) pH ≤ 5,6 ед. pH, %; б) pH ≥ 6,0 ед. pH, %

Влажные выпадения серы, азота и суммы ионов. В табл. 2.21 приведены средние значения интенсивности выпадений с атмосферными осадками серы, азота и суммы ионов (P), рассчитанные по данным наблюдений в 2023 г., а в табл. 2.22 средние значения за период 2019-2023 гг. Оценка выпадений с осадками осуществлялась на основе средневзвешенных месячных концентраций и количества выпавших осадков.

В основном, величина влажных выпадений находится в прямой зависимости от суммы осадков и концентрации компонентов.

Таблица 2.21. Средневзвешенные выпадения серы, азота и суммы ионов, 2023 г.

ФО	q, мм	S(SO ₄)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	Σ N	P	N(H)/N(O)	S/Σ N
		т/км ² •год						
СЗФО	630,6	0,28	0,15	0,13	0,28	5,24	0,90	0,99
ЦФО	725,6	0,87	0,28	0,39	0,67	22,43	1,37	1,30
ПФО	491,9	0,69	0,34	0,27	0,61	12,90	0,80	1,13
ЮФО	810,9	0,82	0,25	0,21	0,45	11,47	0,84	1,81
СКФО	507,1	0,21	0,14	0,42	0,55	5,59	1,69	1,05
УФО	444,3	0,39	0,22	0,23	0,45	6,75	1,04	0,88
СФО	553,9	0,69	0,17	0,21	0,38	10,99	1,30	1,82
ДФО	407,0	0,44	0,11	0,19	0,30	6,57	1,83	1,45

По данным наблюдений сумма осадков в ЦФО и ЮФО увеличилась на 10 и 24% и на 29% снизилась в УФО. В остальных округах изменения составили менее 10%.

В 2023 г. сумма влажных выпадений серы не превышала 1,0 т/км²•год. Распределение техногенной нагрузки оксидов серы на территории РФ имеет дифференцированный характер. Максимальные значения выпадений свойственны ЦФО и ЮФО, где общий уровень поступления серы составляет 0,8-0,9 т/км²•год. Минимальное значение интенсивности выпадения серы, около 0,2 т/км²•год, характерно для СКФО.

По результатам расчетов за период 2019-2023 гг. средняя интенсивность потоков серы с атмосферными осадками находилась в пределах 0,4-0,8 т/км²•год.

Дифференцированность техногенных нагрузок азота для разных регионов страны определяется степенью развития промышленного производства и локализованности промышленности на территории. Максимальный уровень поступления суммарного азота с атмосферными осадками в среднем за пятилетний период снизился до 0,7 т/км²•год и репрезентативен для ПФО. Минимальные нагрузки соединений азота, как и в предыдущий период, определялись в СЗФО, УФО, СФО, и ДФО, где поступление в основном не превышало 0,4 т/км²•год.

Высокая интенсивность выпадений суммарного азота с атмосферными осадками в 2023 г. - около 0,7 т/км²•год, характерна для ЦФО.

Многолетняя динамика суммарных за год влажных выпадений загрязняющих веществ характеризуется двумя составляющими - плавным изменением среднегодовых уровней загрязнения и случайными отклонениями, в отдельных случаях, обусловленных случайными локальными загрязнениями (рис. 2.30).

Годовое поступление компонентов с атмосферными осадками (P) в 2023 г. снизилось в шести из восьми ФО и изменялось от 5,2 т/км²•год в СЗФО до 22,4 т/км²•год в ЦФО. Максимальный уровень поступления суммарных за год выпадений свыше 22,4 т/км²•год, по-прежнему, характерен для ЦФО, и третью часть от всех поступлений составляют гидрокарбонаты. В шести из восьми ФО суммарные за год выпадения снизились в среднем на 10%. В 2023 г. по сравнению с предыдущим годом годовое суммарное поступление

компонентов в ЮФО увеличилось на 38%, в СФО – на 10% и составило 11,5 и 11 т/км². В период с 2019-2023 гг. интенсивность суммарных выпадений в СЗФО, СКФО УФО, ЮФО и ДФО не превышала 10,0 т/км²·год.

Таблица 2.22. Средние за период выпадения серы, азота и суммы ионов с осадками по федеральным округам, 2019-2023 гг.

ФО	q, мм	S(SO ₄)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	Σ N	P	N(H)/N(O)	S/Σ N
		т/км ² ·год						
СЗФО	667,8	0,35	0,18	0,17	0,35	6,44	0,96	1,01
ЦФО	639,4	0,67	0,30	0,29	0,59	18,98	0,95	1,14
ПФО	491,9	0,84	0,34	0,32	0,65	14,79	0,94	1,28
ЮФО	717,0	0,55	0,24	0,21	0,45	7,47	0,88	1,23
СКФО	575,5	0,40	0,20	0,36	0,56	7,36	1,80	0,71
УФО	41,0	0,49	0,18	0,18	0,36	7,02	0,99	1,35
СФО	536,5	0,77	0,17	0,22	0,39	11,10	1,34	1,98
ДФО	516,0	0,61	0,16	0,21	0,36	7,60	1,32	1,68

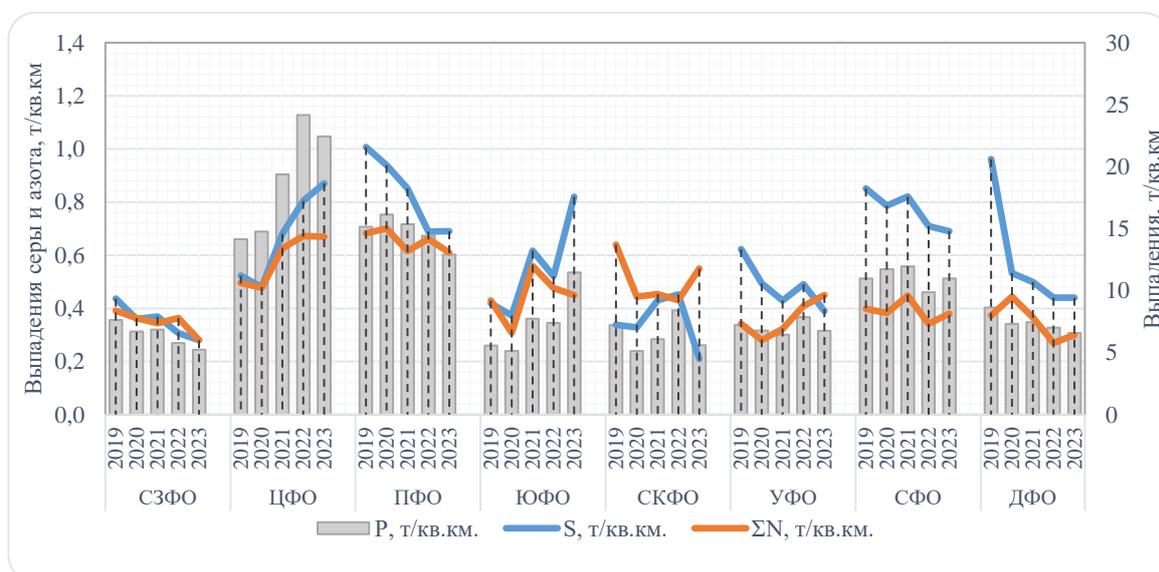


Рис. 2.30. Межгодовая изменчивость средних за год выпадений с осадками серы (S), суммарного азота (ΣN) и общей суммы ионов (P) по федеральным округам, 2019-2023 гг.

Интервал значений влажных выпадения серы сульфатной в период с 2019 по 2023 гг. составил от 0,35 т/км²·год в СЗФО до 0,84 т/км²·год в ПФО. Вклад серы в общую массу влажных выпадений составляет от 4% (СКФО) до 7% (ЮФО и ДФО). Следует отметить, что в 2023 г. отмечалось снижение выпадений серы в СЗФО, СКФО, УФО и СФО.

Интенсивность выпадения суммарного азота в период с 2019 по 2023 гг. составила от 0,35 до 0,65 т/км²·год. В 2023 г. вклад азота суммарного в общую массу влажных выпадений увеличился в УФО до - 0,45 т/км²·год и СКФО до - 0,56 т/км²·год от общей суммы выпадений. Значения ниже 0,4 т/ км²·год характерны для ЕЧР в СЗФО и на АЧР в и ДФО.

2.3.6.1. Загрязнение и закисление снежного покрова в регионах Российской Федерации

Мониторинг химического состава снежного покрова (ХССП) осуществлялся по данным 523 пунктов наблюдений (ПН), расположенных в 68 субъектах РФ.

В Обзоре представлены данные по интенсивности выпадения на снежный покров серы, азота, а также даны значения показателя кислотности (водородный показатель pH) в снежном покрове субъектов Российской Федерации.

На рис. 2.31-2.33 представлены карты территории Российской Федерации по состоянию на 1 мая 2023 г.

По причине отсутствия устойчивого снежного покрова в период зимнего сезона 2022-2023 гг., на картах не представлены значительные территории юга ЕЧР.

На рис. 2.31 показана карта-схема интенсивности выпадения серы на снежный покров в регионах РФ по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 2023 г.

В зимний период 2022-2023 гг. на большей части страны потоки серы с атмосферными осадками были менее 20 кг/км²·мес. Загрязнение сульфатами в диапазоне 20-40 кг/км²·мес. на ЕЧР приходилось на территорию Кировской, Владимирской и Курской областей, Республик Удмуртия и Марий Эл, а на АЧР - на юг Уральского региона, на территории Западной и Средней Сибири, на п-ов Камчатку, Приморский край и о. Сахалин.

Области с интенсивностью выпадения серы в 40-80 кг/км²·мес. на ЕЧР приходились на Новгородскую (46 кг/км²·мес.) и Белгородскую (50 кг/км²·мес.) области, и на Пермский край (67 кг/км²·мес.). На АЧР - Кемеровская область (64 кг/км²·мес.), Республики Тыва (54 кг/км²·мес.) и Хакасия (59 кг/км²·мес.), Томская область (42 кг/км²·мес.), Алтайский край (40 кг/км²·мес.) и центральная часть Красноярского края (50 кг/км²·мес.).

Максимальные значения интенсивности выпадения серы в РФ более 80 кг/км²·мес. приходились на территории юга Красноярского края (82 кг/км²·мес.) и Республики Алтай (100 кг/км²·мес.).

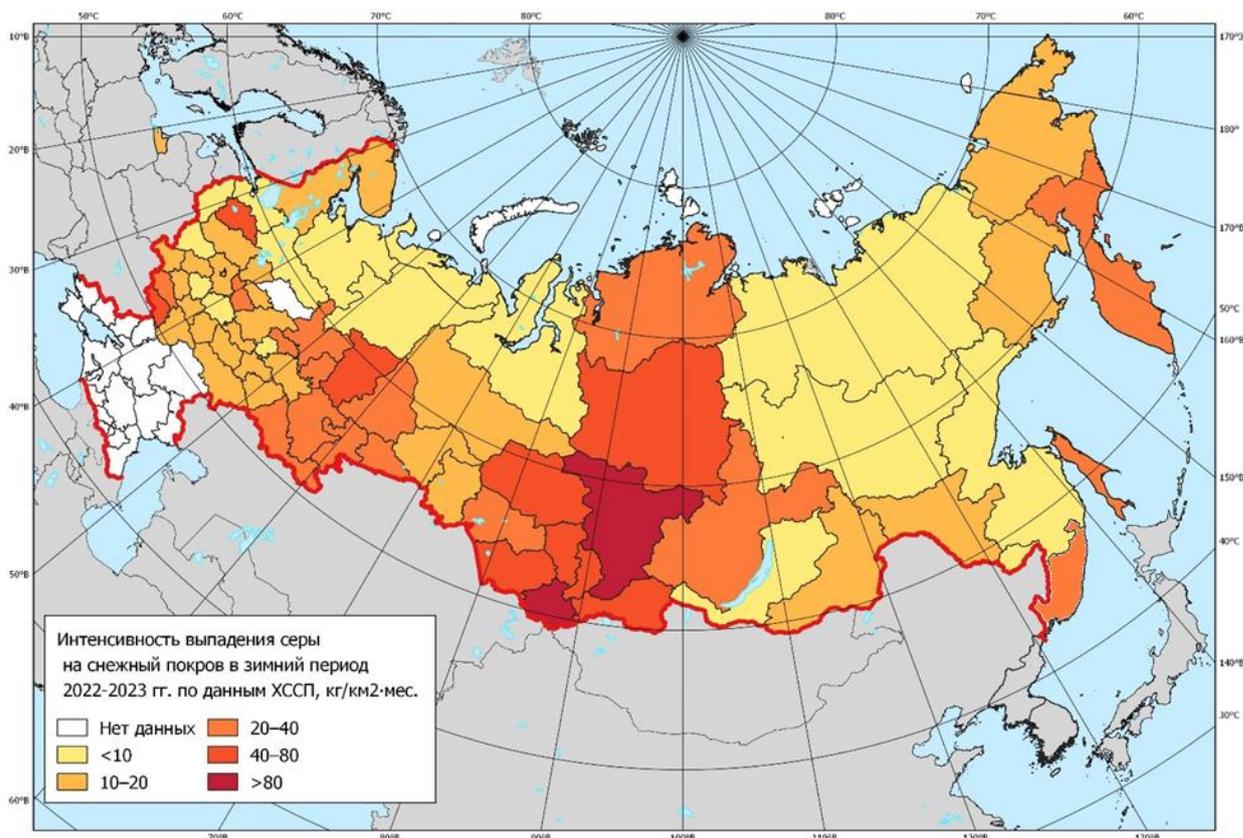


Рис. 2.31. Интенсивность выпадения серы на снежный покров в зимний период 2022-2023 гг.

Показатели интенсивности выпадения азота на снежный покров были рассчитаны для суммы ионов нитрата и аммония (рис. 2.32). Для большей части АЧР РФ характерна интенсивность выпадения азота менее 15 кг/км²·мес.

Территории с интенсивностью выпадения азота 15-25 кг/км²·мес. занимают большую часть ЕЧР. На АЧР это центральная и южная части Западной Сибири, Иркутская область, Приморский и Камчатский край.

Показатель интенсивности выпадения азота выше 25 кг/км²·мес. был отмечен на ЕЧР во Владимирской (28 кг/км²·мес.), Ивановской (30 кг/км²·мес.), Нижегородской (31 кг/км²·мес.) Архангельской (27 кг/км²·мес.), Тульской (29 кг/км²·мес.), Смоленской (31 кг/км²·мес.), Белгородской (32 кг/км²·мес.), Кировской (39 кг/км²·мес.), Липецкой (37 кг/км²·мес.), Воронежской (42 кг/км²·мес.), Вологодской (46 кг/км²·мес.) областях, в Республиках Мордовия (31 кг/км²·мес.), Башкортостан (32 кг/км²·мес.), Марий-Эл (41 кг/км²·мес.), Удмуртской (49 кг/км²·мес.), Татарстан (49 кг/км²·мес.). На АЧР - Томская область (28 кг/км²·мес.).

Регионы РФ с высокой интенсивностью выпадения азота в снежном покрове практически полностью сосредоточены на территории ЕЧР, что обусловлено наличием на данных территориях относительно большого количества автомобильных дорог и промышленных комплексов.

На более чем 60% территории РФ среднемесячный показатель pH по регионам в зимний период 2022-2023 гг. находился в пределах 5,5 - 6,5 ед. (рис. 2.33).

Регионы с показателем pH 4,5 - 5,5 расположены на АЧР. Это Ханты-Мансийский автономный округ - Югра (5,4 ед. pH), Республика Хакасия (5,2 ед. pH), Курганская область (5,1 ед. pH) и центр Красноярского края (4,9 ед. pH).

Показатели pH 6,5 - 7,0 на ЕЧР были отмечены в Саратовской (6,5 ед. pH) и Архангельской (6,5 ед. pH) областях, в Республиках Башкортостан (6,5 ед. pH), Мордовия (6,6 ед. pH) и Марий-Эл (6,6 ед. pH). На АЧР

это Иркутская (6,6 ед. рН) и Кемеровская (6,7 ед. рН) области, а на Дальнем Востоке - Чукотский автономный округ (6,7 ед. рН), что может объясняться близостью незамерзающего моря, обеспечивающего подщелачивание.

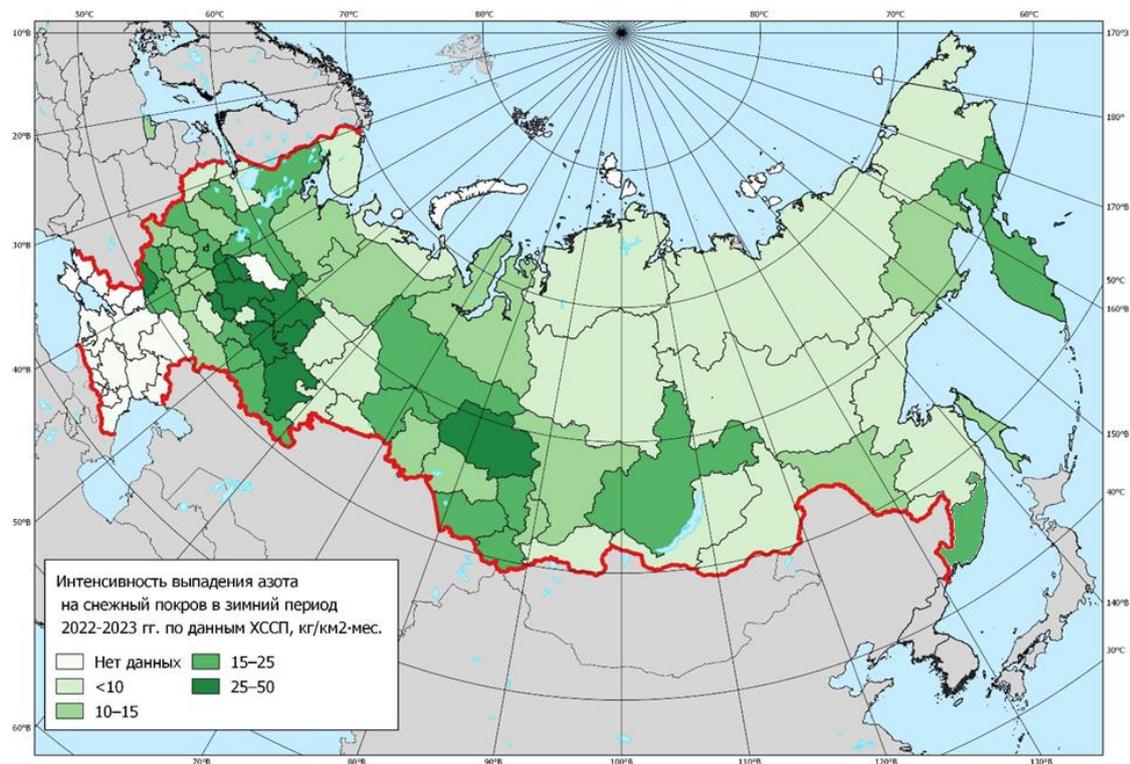


Рис. 2.32. Интенсивность выпадения азота на снежный покров в зимний период 2022-2023 гг.

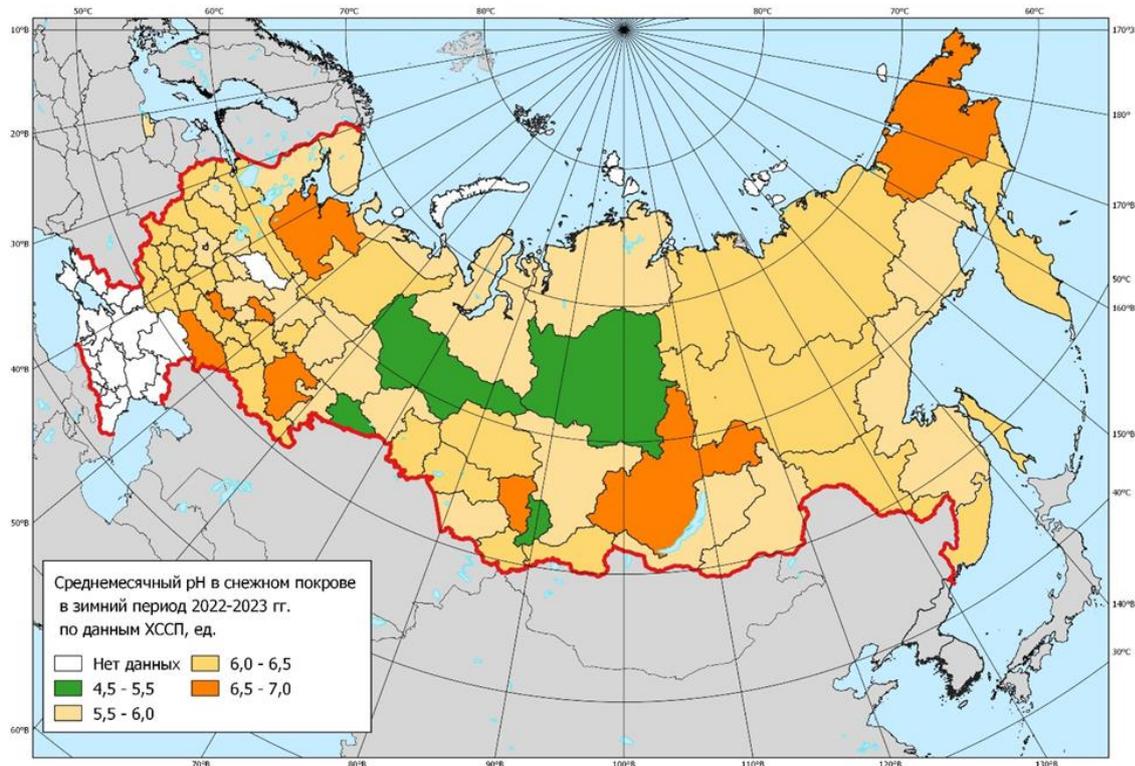


Рис. 2.33. рН снежного покрова в зимний период 2022-2023 г.

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

Тяжелые металлы

В 2023 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ - около 0,9 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ - около 2,6 мкг/л, Астраханского БЗ - ниже 1,2 мкг/л, Воронежского БЗ - около 1,13 мкг/л, Алтайского БЗ (Яйлю) 1,4 мкг/л. Средневзвешенная годовая фоновая концентрация свинца в атмосферных осадках на территории всех заповедников в рассматриваемый период находилась в диапазоне значений предыдущих лет (табл. 2.23, рис. 2.34).

Максимальная среднемесячная концентрация свинца в осадках на территории Приокско-Террасного БЗ была отмечена в мае (около 9,5 мкг/л). На всех станциях наблюдений большинство средневзвешенных месячных концентраций не превышали 3 мкг/л. Сезонный ход по всем станциям ЕЧР не выражен, однако в тёплый период концентрации были несколько выше, чем в холодный. В Алтайском заповеднике наблюдался выраженный сезонный ход с максимумом в июне-июле.

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения свинца в 2023 г. составили около 1,40 мг/м², на территории Кавказского БЗ - около 1,42 мг/м², на территории Астраханского БЗ - около 0,27 мг/м², на территории Воронежского заповедника - около 0,77 мг/м², Алтайского заповедника - около 1,38 мг/м².

В 2023 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации кадмия в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ - 0,05 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ - около 0,054 мкг/л, Воронежского БЗ - 0,048 мкг/л, Алтайского БЗ - 0,15 мкг/л. Средневзвешенные годовые фоновые концентрации кадмия в атмосферных осадках на территориях перечисленных заповедников в рассматриваемый период соответствовали уровню предыдущих лет (табл. 2.23, рис. 2.34).

Максимальная среднемесячная концентрация кадмия была отмечена в осадках на территории Приокско-Террасного БЗ в августе (около 0,13 мкг/л). На всех станциях наблюдений большинство средневзвешенных месячных концентраций не превышали 0,1 мкг/л. В Алтайском заповеднике концентрации кадмия в 1,5 раза выше, чем на станциях ЕЧР с максимумом 0,7 мкг/л. Сезонный ход по всем станциям не выражен.

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения кадмия в 2023 г. составили около 0,033 мг/м², на территории Кавказского БЗ - около 0,06 мг/м², на территории Воронежского заповедника - около 0,032 мг/м², Алтайского заповедника - около 0,147 мг/м².

В 2023 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации ртути в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ - около 1,26 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ - около 0,44 мкг/л, Астраханского БЗ - около 0,49 мкг/л, Воронежского БЗ - около 0,72 мкг/л, Алтайского БЗ - 0,13 мкг/л. Среднегодовые концентрации ртути в атмосферных осадках на территории всех заповедников в рассматриваемый период соответствовали диапазонам значений предыдущих лет (табл. 2.23, рис. 2.34).

Таблица 2.23. Уровни содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках по результатам наблюдений СКФМ и среднегодовые концентрации за 2023 г.

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2023 г	Диапазон	2023 г	Диапазон	2023 г
Кавказский БЗ	1982-2023	0,19 - 69,0	0,89	0,010 - 49,0	0,05	0,001 - 22,4	1,26
Приокско-Террасный БЗ	1983-2023	0,2 - 696,0	2,6	0,009 - 20,0	0,054	0,01 - 80,0	0,44
Астраханский БЗ	1987-2023	0,05 - 91,0	1,17			0,02 - 376,0	0,49
Воронежский БЗ	1989-2023	0,18 - 44,2	1,13	0,025 - 19,0	0,048	0,001 - 311,0	0,72
Алтайский БЗ (Яйлю)	1998-2023	0,25 - 48,0	0,14	0,011 - 12,5	0,15	0,001 - 0,97	0,13

Максимальная среднемесячная концентрация ртути в осадках на территории фоновых районов ЕЧР была отмечена в Кавказском БЗ в феврале (около 4,5 мкг/л). На всех станциях концентрации ртути в теплый период выше, чем в холодный, а большинство средневзвешенных месячных концентраций не превышали 2 мкг/л. В Алтайском заповеднике концентрации ртути существенно ниже, чем на станциях ЕЧР с максимумом 0,4 мкг/л.

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения ртути в 2023 г. составили около 0,30 мг/м², на территории Кавказского БЗ - около 2,37 мг/м², на территории Астраханского БЗ - около 0,13 мг/м², на территории Воронежского заповедника - около 0,52 мг/м², Алтайского заповедника - около 0,10 мг/м².

В 2023 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации меди в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ - 1,7 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ - около 2,9 мкг/л, Астраханского БЗ - около 3,4 мкг/л, Воронежского БЗ - 4,9 мкг/л, Алтайского БЗ - 1,7 мкг/л. Среднегодовые концентрации меди в атмосферных осадках на территории всех заповедников в рассматриваемый период находились в диапазоне значений предыдущих лет (рис. 2.34).

Максимальные среднемесячные концентрации меди в осадках на территории фоновых районов ЕЧР были отмечены в Астраханском БЗ в августе (около 11 мкг/л). На горных станциях - в Кавказском и Алтайском заповедниках концентрации меди ниже, чем на равнинных станциях. Сезонный ход по всем станциям не выражен.

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения меди в 2023 г. составили около 1,9 мг/м², на территории Кавказского БЗ - около 1,8 мг/м², на территории Астраханского БЗ - около 1,0 мг/м², на территории Воронежского заповедника - около 3,9 мг/м², Алтайского заповедника - около 1,3 мг/м².

На всех станциях фоновый мониторинг выпадения тяжелых металлов с осадками не достигают уровней, представляющих угрозу экосистемам.

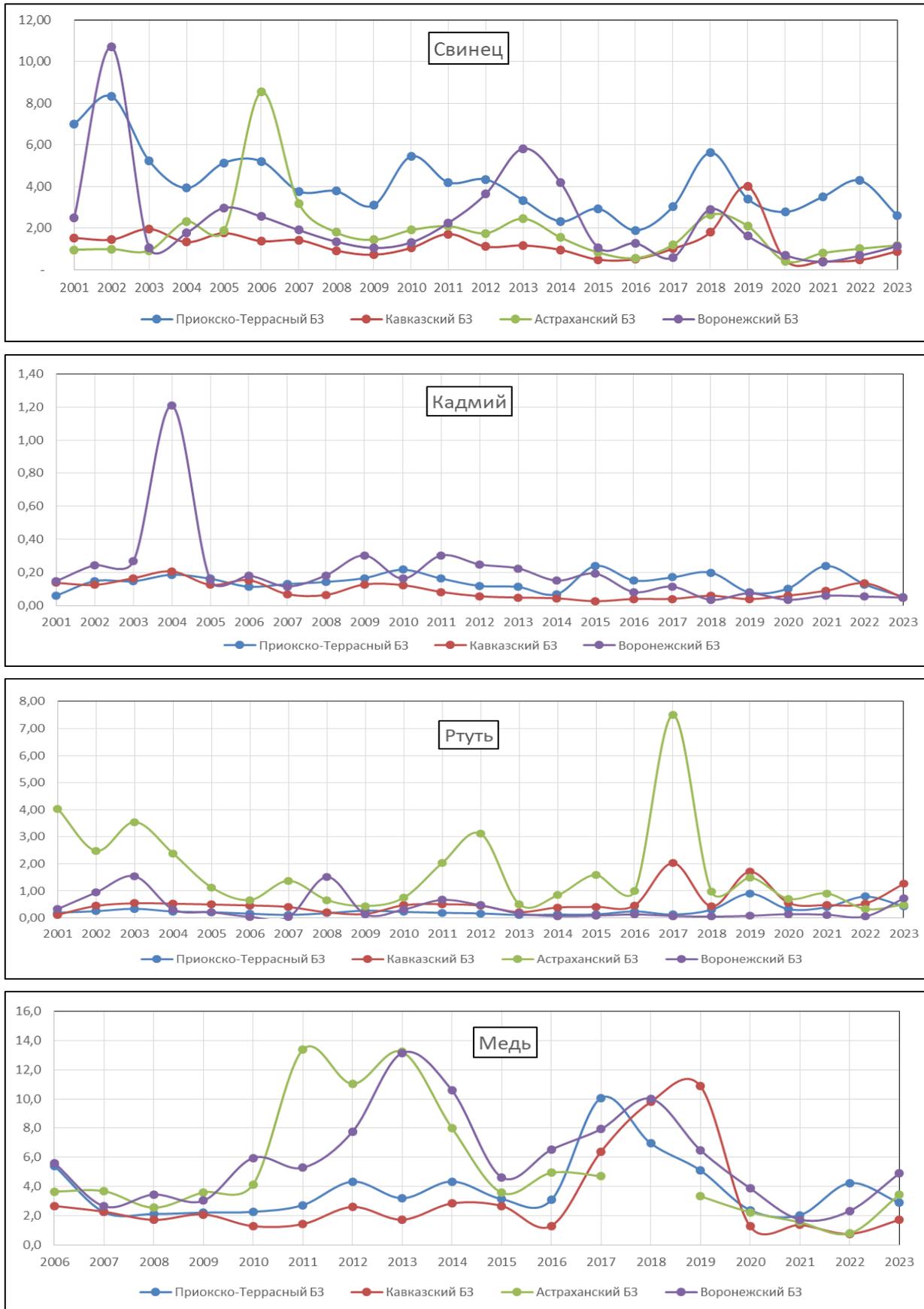


Рис. 2.34. Изменение среднего содержания тяжелых металлов (мкг/л) в атмосферных осадках на станциях комплексного фоновый мониторинга в 2001-2023 гг.

2.3.8. Загрязнение воздуха и осадков по данным станций ЕМЕП

Главную роль в формировании трансграничного загрязнения воздуха и осадков играет перенос выброшенных в атмосферу 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. Мониторинг трансграничного загрязнения атмосферы 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 2023 г. проводился на четырех станциях ЕМЕП, расположенных в северо-западном регионе России (Зареченск (Мурманская обл.), Пинега (Архангельская обл.) и в центральной части Европейской России: Данки (юг Московской области, в районе Приокско-Террасного биосферного заповедника) и Лесной заповедник (Тверская область). Работавшая по программе ЕМЕП с 1980 года станция Янискоски (69° с.ш.) была закрыта, и с начала 2022 г. вместо нее начались наблюдения на новой станции ЕМЕП Зареченск (67° с.ш.), расположенной на юге Мурманской области. Несмотря на то, что из-за изменения места станции ЕМЕП предыдущий непрерывный ряд наблюдений прервался, открытие новой станции позволило провести ежегодную оценку выпадений загрязняющих веществ в этом регионе. Основные измерения по программе мониторинга ЕМЕП представляют собой регулярный анализ содержания в воздухе и атмосферных осадках основных химических соединений, определяющих кислотно-щелочной баланс выпадений. По результатам обработки годовых массивов данных наблюдений для районов размещения станций оценены величины атмосферных выпадений 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. Осадки, отобранные на станциях ЕМЕП, можно отнести к природно-нейтральным ($5 < \text{pH} < 7$). Распределение повторяемости наблюдавшихся значений pH суточных осадков в различных диапазонах характера кислотности представлено в табл. 2.24, из которой видно, что в 2023 г. кислые осадки с $\text{pH} < 4$ практически не наблюдались; повторяемость выпадений атмосферных осадков с pH от 5 до 6 на станциях Пинега, Данки превышала 60%, на остальных станциях – близка к 50%.

Таблица 2.24. Распределение измеренных значений показателя кислотности (ед. pH) по диапазонам характера закисления атмосферных осадков в районах расположения российских станций ЕМЕП в 2023 г.

Станция (широта, гр. с.ш.)	pH минимальное	pH максимальное	pH среднее	Доля проб в диапазоне pH, %				
				< 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	> 7
Зареченск, 67	3,91	6,16	4,93	1	48	50	2	0
Пинега, 65	5,27	6,76	5,75	0	0	68	32	0
Лесной, 56	3,90	6,71	4,89	1	51	47	2	0
Данки, 55	3,85	6,70	5,16	1	12	69	18	0

По данным многолетних наблюдений сульфат-ион остается доминирующим кислотным анионом в составе ионного баланса атмосферных осадков для всех станций ЕМЕП, его вклад составляет 17-31%, однако вклады нитрат-иона и ионов аммония также довольно существенны - 7-15% и 10-22%, соответственно. Среднегодовая концентрация сульфатной серы в осадках в 2023 г. составила 0,26 мг S /л на станции Зареченск, 0,32 мг S/л на станции Пинега, 0,13 мг S/л на станции Лесной заповедник, 0,32 мг S/л на станции Данки. Пространственное распределение содержания нитратов в осадках практически совпало с распределением, характерным для сульфатов: значение среднегодовой концентрации окисленного азота составило 0,05 мг N/л на станции Зареченск; на территориях более низких широт вдали от промышленных районов и крупных городов (станции Пинега и Лесной заповедник) содержание нитратов колебалось в пределах 0,06 - 0,11 мг N/л, а на станции Данки возросло до 0,17 мг N/л. Диапазон вариации концентраций ионов аммония в осадках составил 0,11 - 0,25 мг N/л. На станции, расположенной ближе к крупным городам (ст. Данки), значение концентраций восстановленного азота выше, чем на станциях, которые находятся на удалении от крупных городов (ст. Пинега, Лесной заповедник). 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 наблюдалась в холодный период года, отражая важную роль переноса выбросов антропогенных источников при формировании уровней содержания азотсодержащих соединений в осадках.

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

Рассчитанные по средневзвешенным концентрациям и месячным суммам выпавших осадков величины влажных выпадений для районов станций составили в 2023 г.: 0,13-0,27 и 0,12-0,29 г/м² в год для серы и суммарного азота соответственно. Потоки влажных выпадений серы и азота в зимний период были существенно выше, чем в летний. Доля аммонийного азота составила около 60% от суммарного влажного выпадения азота.

Многолетние вариации выпадений связаны с межгодовой изменчивостью сумм осадков (вариации их 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 антропогенного загрязнения, 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. 2.35. При относительно большой вариации годовых значений можно отметить тенденции уменьшения сумм влажных выпадений за период действия Гетеборгского протокола (подписан в 1999 г., вступил в силу в 2005 г.), особенно после принятия его пересмотренного варианта в 2012 г., с незначимыми характеристиками линейного тренда. Результаты расчета многолетних выпадений азота с осадками в виде сумм нитратных и аммонийных соединений представлены на рис. 2.36. В 2023 г. в целом на всех российских станциях ЕМЕП наблюдался незначительный рост влажных выпадений, как серы, так и азота с атмосферными осадками, наиболее заметно - на станции Данки.

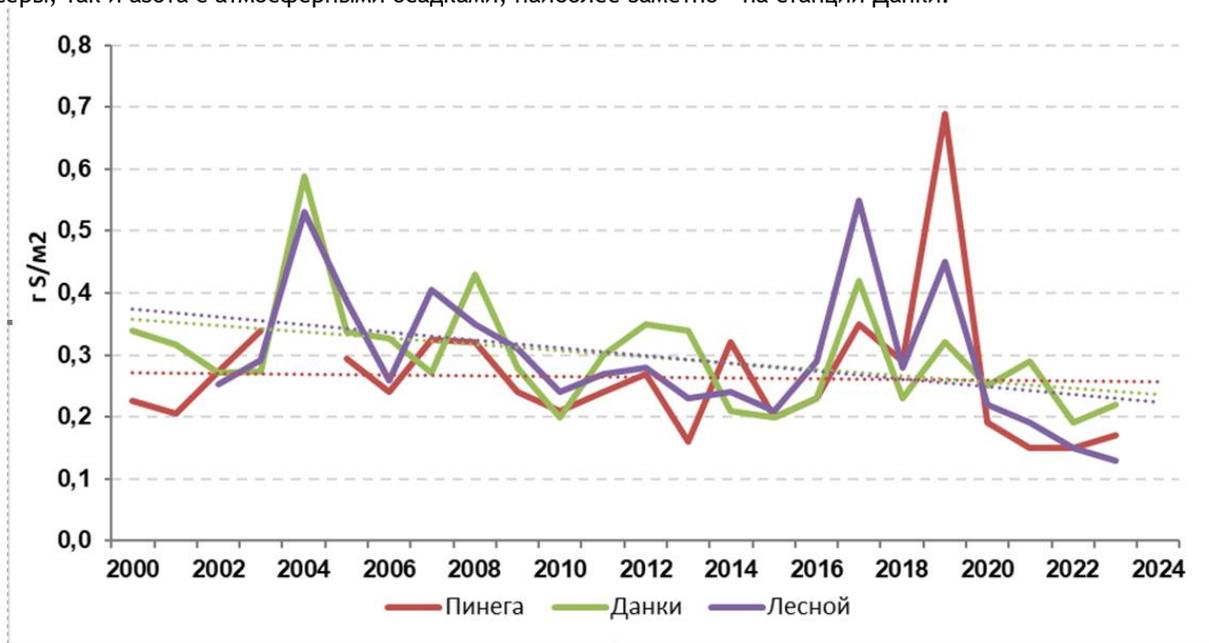


Рис. 2.35. Многолетние выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г S/m²/год)

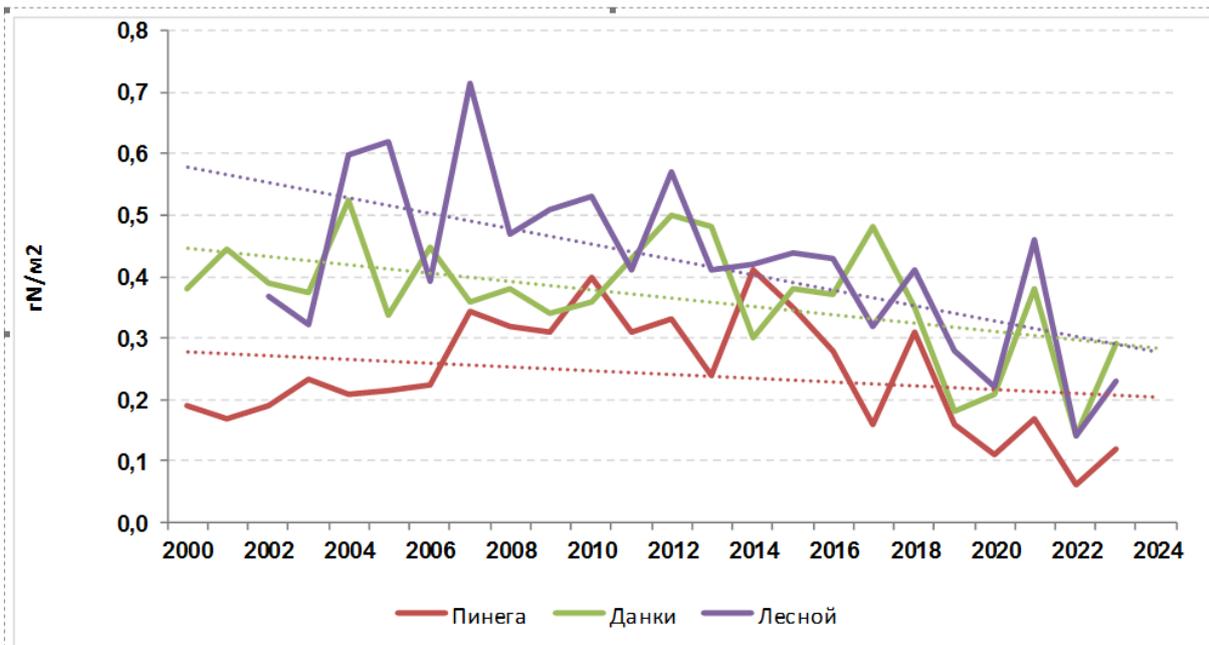


Рис. 2.36. Многолетние выпадения суммарного азота (нитратного и аммонийного) из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г N/m²/год)

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 к потоку веществ из атмосферы в части изменения их свойств в долгосрочной перспективе. Условием порога риска

принято, что экосистемы могут выдерживать воздействие количества подкисляющих выпадений без появления 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 учитывается, что согласно ранее выполненным оценкам для российских станций ЕМЕП вклад сухих выпадений составляет около 40% от общих для серы и около 10% для азота. Последнее можно считать несколько заниженной оценкой, поскольку программа мониторинга на российских станциях ЕМЕП не включает измерения газообразной азотной кислоты, аммиака и оксидов азота.

Сравнение годовых выпадений серы и суммарного азота с осадками в 2023 г. и значений критических нагрузок по этим элементам для районов расположения станций, представленных в табл. 2.25, позволяют сделать вывод, что выпадения серы и азота существенно ниже уровня критических нагрузок для регионов России в районах расположения российских станций ЕМЕП.

Таблица 2.25. Сравнение годовых влажных выпадений в 2023 г. и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП

Станция	Влажные выпадения и критические нагрузки для серы, г S/м ² /год		Влажные выпадения и критические нагрузки для азота, г N/м ² /год	
	Выпадения	Нагрузки	Выпадения	Нагрузки
Зареченск	0,27	0,32-0,64	0,16	<0,28
Пинега	0,17	0,32-0,64	0,12	<0,28
Лесной	0,13	1,6-2,4	0,23	0,56-0,98
Данки	0,22	1,6-2,4	0,29	0,56-0,98

2.3.9. Загрязнение воздуха и осадков по данным станций ЕАНЕТ

В рамках выполнения программ наблюдений международной Сети мониторинга выпадения кислотных осадков в Восточной Азии (ЕАНЕТ) на территории Азиатской части России с 2000 г. постоянно работают 4 станции: три в регионе оз. Байкал - Иркутск (городская), Листвянка (региональная) и Монды (фоновая); одна в Приморском крае - Приморская (региональная). На протяжении более 20 лет только станции ЕАНЕТ предоставляют результаты регулярного мониторинга содержания загрязняющих веществ в атмосфере на азиатской части России вне городов. Однако с 2023 г. станция Монды временно закрыта на период проведения в районе ее расположения работ по строительству нового здания, поэтому наблюдения на этой станции за 2023 и 2024 гг. проводиться не будут.

По данным за последние 20 лет среднегодовые содержания газовых примесей в воздухе на станциях ЕАНЕТ имели тенденции к возрастанию только для SO₂ и NH₃ в регионе оз. Байкал; там же, на станциях Иркутск и Листвянка в целом отмечается более высокое среднее содержание SO₂ (рис. 2.37). На станции Приморская продолжает наблюдаться снижение концентраций в атмосферном воздухе соединений серы, а также газообразных и аэрозольных восстановленных форм азота. В годовом ходе концентраций аэрозолей сульфатов и нитратов на региональных станциях хорошо выражен максимум во второй половине холодного периода.

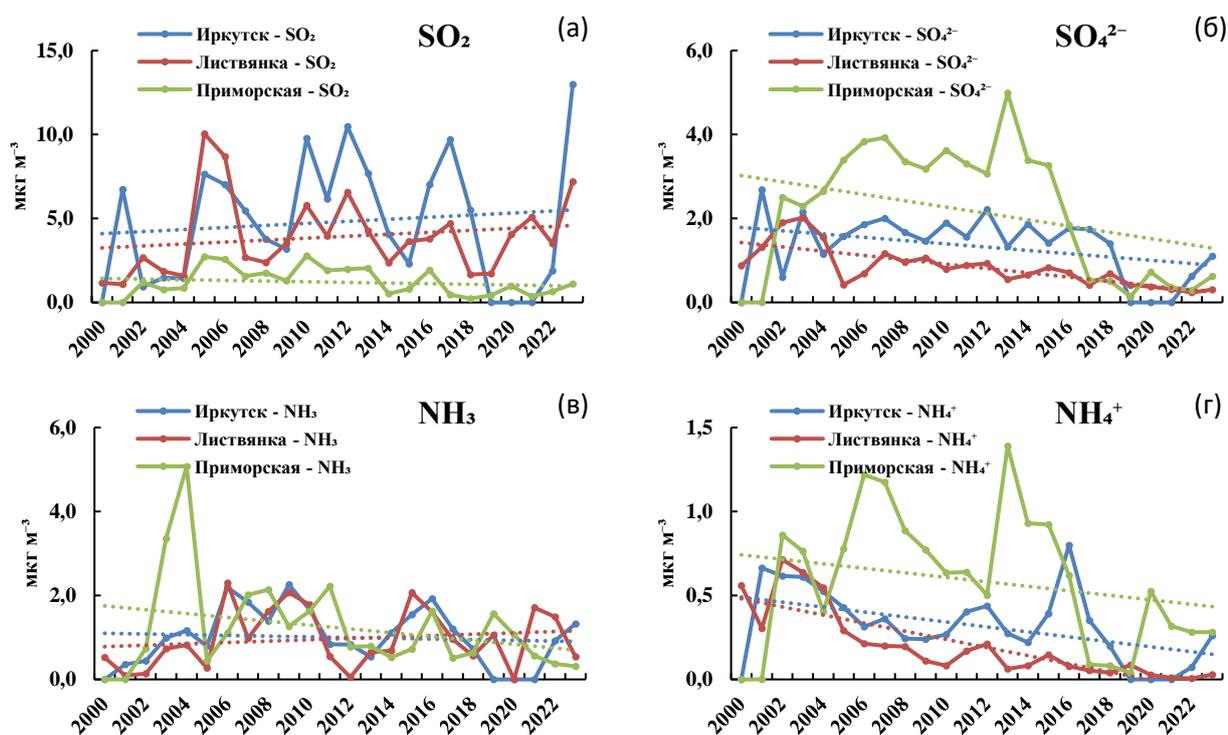


Рис. 2.37. Изменения средних годовых концентраций соединений окисленной серы (а, б) и восстановленного азота (в, г) в атмосферном воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг м⁻³)

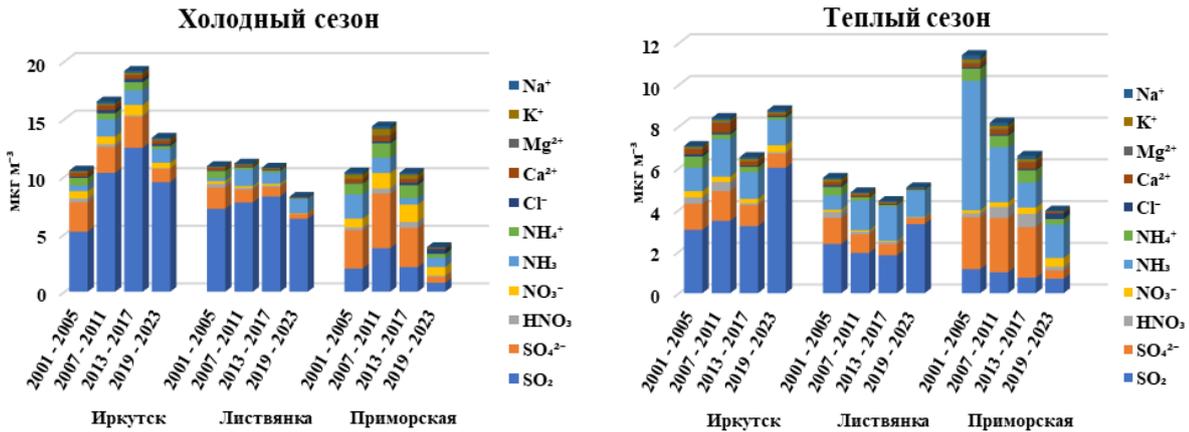


Рис. 2.38. Изменение средних пятилетних значений содержания кислотообразующих веществ в общем составе аэрозолей и газов (мкг м⁻³) на станциях ЕАНЕТ в холодный (слева) и теплый (справа) сезоны в 2000-2023 гг.

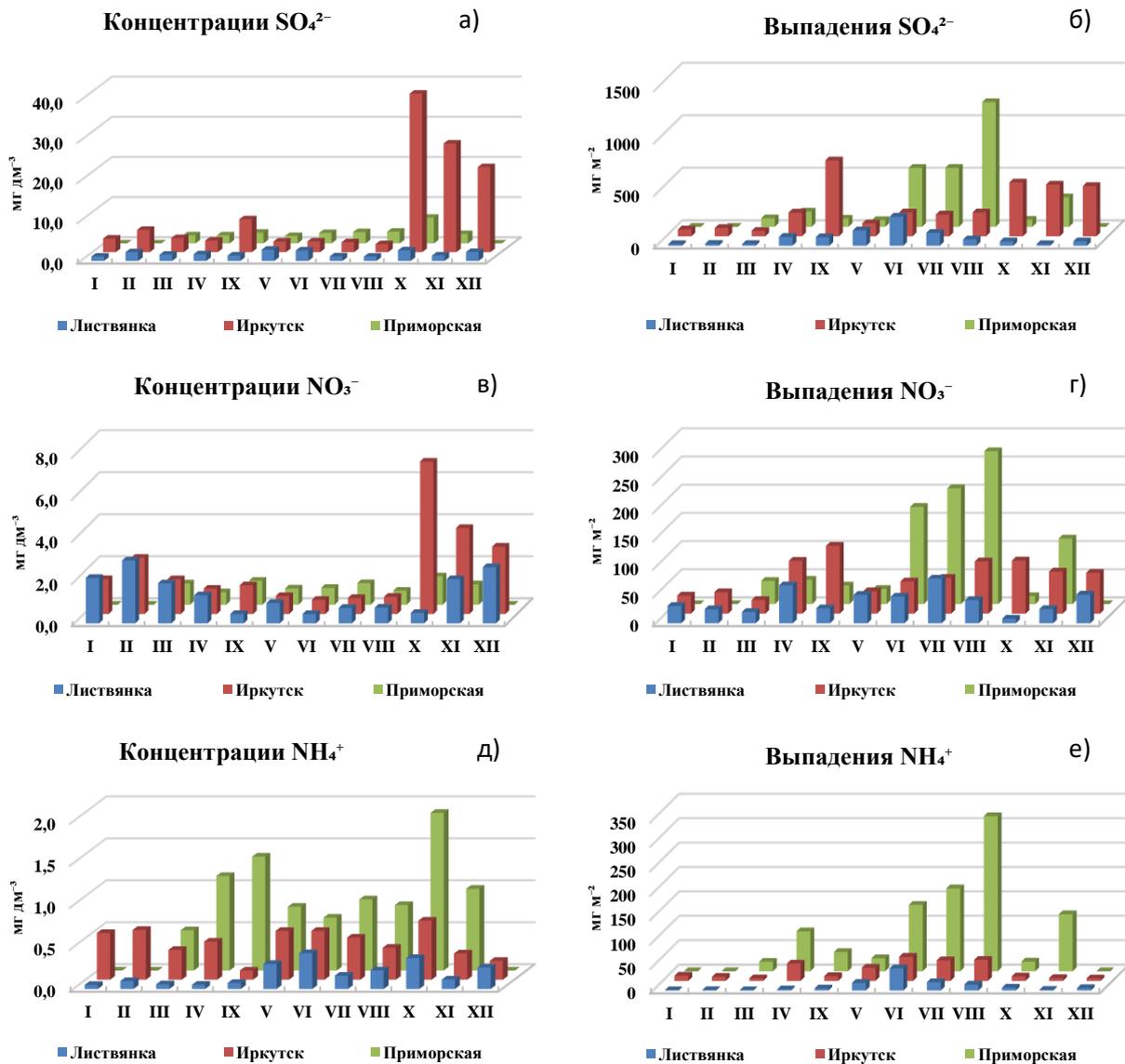


Рис. 2.39. Годовой ход концентраций (а, в, д) и выпадений (б, г, е) основных кислотообразующих ионов с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2023 г.

Среднее содержание SO₂ на станциях Листвянка и Иркутск значительно превышало уровни, отмечавшиеся на станции Приморская ЕАНЕТ, возрастая в основном за счет высоких значений зимой (рис. 2.38). Для этих же станций характерен, особенно в теплый период, рост вклада газовой фракции серы с одновременным уменьшением

содержания аэрозольной фракции. На станции Приморская в целом наблюдается снижение концентраций азот- и серосодержащих компонентов. Это также сопровождается уменьшением содержания взвешенных частиц в целом, так как в их химическом составе наибольшие вклады за весь период наблюдения на всех станциях ЕАНЕТ были характерны для серосодержащих соединений, определяющих 40-60% состава атмосферных аэрозолей по массе. В Приморском крае характерное ранее преобладание аэрозольной фракции сульфосодержащих соединений при снижении их общего содержания сменилось в период 2019-2023 гг. на небольшое преобладание газовых фракций.

В зимние месяцы года для Дальнего Востока (в Приморье) характерно относительно малое количество осадков, вплоть до полного отсутствия атмосферных выпадений в течение отдельных месяцев (рис. 2.39). По сравнению с предыдущими годами, в 2023 г. максимум выпадений кислотообразующих компонентов на Приморской наблюдался в летний период, в отдельные дни которого регистрировались очень высокие суммы осадков. Месячные суммы выпадений сульфатов и нитратов в 3 и более раз превышали их потоки из атмосферы в регионе оз. Байкал, при малом различии в уровнях концентраций в осадках. Изменение периода максимальных концентраций нитратов наблюдалось на станции Листвянка, где произошло его смещение, по сравнению с предыдущими годами, к концу года. При этом сезонные изменения выпадений веществ определяются, главным образом, годовым ходом атмосферных осадков, что обуславливает несовпадение пиков концентраций и выпадений для Иркутска и Листвянки во внутригодовом ходе.

2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности

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

В почвах и растительной компоненте наземных экосистем происходит долговременная аккумуляция веществ, вовлекаемых в миграционные геохимические потоки, в том числе экотоксичных элементов и компонентов. Наблюдения за текущими уровнями аккумуляции загрязняющих веществ, а также выявление многолетних трендов их изменения в регионах РФ проводится на станциях комплексного фоновый мониторинга (СКФМ) государственной наблюдательной сети Росгидромета. Сеть СКФМ расположена на особо охраняемых природных территориях - биосферных заповедниках (БЗ), что определяет отсутствие импактных источников антропогенного загрязнения и возможность получения репрезентативных данных о фоновой геохимической обстановке на территории. В 2022 г. в наблюдательную сеть Росгидромета вошел новый пункт наблюдений - Мариинск-Уральская СКФМ, расположенная в лесном массиве, в водоохранной зоне на восточном берегу Ревдинского водохранилища (рис. 2.40).



Рис. 2.40. Ландшафт Мариинск-Уральской СКФМ

Учитывая консервативность загрязнения депонирующих сред при проведении мониторинга на постоянных пробных площадках СКФМ один раз в 3-5 лет по унифицированной схеме осуществляется отбор проб почв и доминантных видов растений древесного, травянисто-кустарничкового и мохового ярусов. Смешанные средние образцы почв отбираются методом конверта согласно ГОСТ 17.4.4.02-2017: в травянистых экосистемах с общей площади выдела $10 \times 10 \text{ м}^2$ из верхнего минерального слоя профиля на глубину 10 см, а в лесных экосистемах - с общей площади выдела $25 \times 25 \text{ м}^2$ из горизонта лесной подстилки и верхнего 10-см слоя нижележащих минеральных горизонтов. Смешанные средние пробы доминантных видов растений и, в ряде случаев, общие укусы растительности травяного яруса отбираются по всей площади пробных площадей по фракциям: листва и хвоя деревьев, надземная часть травянисто-кустарничкового покрова, стебли и листья мхов.

Определяемыми показателями фоновый загрязнения наземных экосистем в районах размещения СКФМ служат тяжелые металлы - кадмий, свинец, медь (Cd, Pb, Cu), а также стойкие органические вещества - бенз(а)пирен, ДДТ (по сумме изомеров) и ГХГЦ (по изомеру γ -ГХГЦ). При этом Cd, Pb и особо опасные пестициды внесены Всемирной организацией здравоохранения в список 10-ти самых опасных химических веществ, глобальное рассеяние которых пагубно влияет на здоровье человека и санитарное состояние окружающей среды.

Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах

Отмечаемые в последние сроки наблюдений на СКФМ величины содержания тяжелых металлов в верхних горизонтах почв в целом близки к оценкам среднемировых кларков элементов в верхней части континентальной земной коры (табл. 2.26). Исключения составляют только повышенные уровни соединений свинца в горных бурых лесных почвах Кавказского БЗ, которые обусловлены естественной обогащенностью этим элементом материнских гранито-гнейсовых пород Альпийско-Гималайского складчатого пояса, а также повышенные по сравнению с другими СКФМ концентрации соединений меди и кадмия в дерново-подзолистых почвах на Мариинск-Уральской СКФМ.

Таблица 2.26. Содержание тяжелых металлов и органических загрязнителей в почвах СКФМ за период 2018-2023 гг. (по последнему сроку наблюдения)

СКФМ	Опробованные почвы	мг/кг			мкг/кг		
		Кадмий	Медь	Бенз(а)пирен	сумма-ДДТ	γ-ГХГЦ	
<i>Центральный федеральный округ</i>							
Приокско-Террасный БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	11,5	0,05	1,5	0,6	4,5	0,3
Воронежский БЗ	Дерново-подзолистые песчаные	11,5	0,09	4,3	0,9	21,7	10,2
<i>Южный федеральный округ</i>							
Кавказский БЗ	Горные бурые лесные суглинистые	39,2	0,06	24,2	0,2	18,5	0,7
<i>Сибирский федеральный округ</i>							
Алтайский БЗ (Яйлю)	Горно-луговые суглинистые	7,7	0,04	8,5	0,5	4,8	0,25
Мариинск-Уральская СКФМ	Дерново-подзолистые суглинистые	18,6	0,27	86,5	-	-	-
<i>ОДК_{вал}*</i>		32 / 65 / 130	0,5 / 1 / 2	33 / 66 / 132	20	100	100
<i>Кларк почв**</i>		16 / 17 / 17	0,13 / 0,06 / 0,64	47 / 27 / 39	-	-	-

* ОДК_{вал} по СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания» для песчаных и супесчаных почв / кислых почв суглинистого и глинистого состава с рН_{ксл} < 5,5 / близких к нейтральным и нейтральным почвам суглинистого и глинистого состава с рН_{ксл} > 5,5 соответственно
 ** Кларки элементов в верхней части континентальной земной коры по: А.П.Виноградову (1962) / Z.Hu and S.Gao (2008) / Н.А.Григорьеву (2009)

На недавно образованной Мариинск-Уральской СКФМ в 2022 г. было проведено обследование экологического состояния зональных автоморфных почв по расширенному перечню определяемых показателей. При средне- и тяжелосуглинистом составе они имеют слабо-, средне или сильнокислую реакцию среды (рН_{ксл} 4,3-5,2 ед.), содержат незначительное количество нитратного азота (2,8-6,2 мг/кг и менее), высокие концентрации валовых форм соединений Mn и Fe (685-1098 и 31 292-35 712 мг/кг, соответственно), что отражает характерные типовые свойства дерново-подзолистых почв. Среди тяжелых металлов 1 класса опасности среднее содержание в почвах кислоторастворимых (условно валовых) форм соединений Hg составляет 0,05 мг/кг (0,03-0,06 мг/кг), Cd - 0,3 мг/кг (0,1-0,4 мг/кг), Pb - 19 мг/кг (11-28 мг/кг), Zn - 74 мг/кг (49-88 мг/кг); среди тяжелых металлов 2 класса опасности: Cu - 87 мг/кг (58-106 мг/кг), Cr - 26 мг/кг (23-31 мг/кг), Ni - 33 мг/кг (31-36 мг/кг), Co - 19 мг/кг (17-20 мг/кг). Помимо повышенного содержания в почвах Мариинск-Уральской СКФМ соединений меди и кадмия для остальных тяжелых металлов не было отмечено заметного отклонения от среднемировых кларков почв, и коэффициенты концентрации анализируемых элементов (отношение эмпирически наблюдаемых величин концентраций к кларковой величине) близки к единице (рис. 2.41).

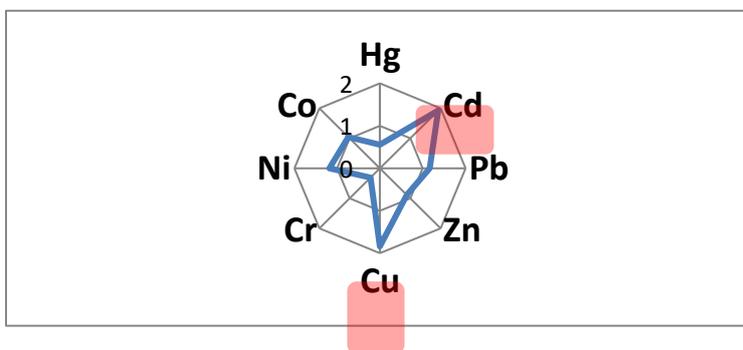


Рис. 2.41. Коэффициенты концентрации тяжелых металлов 1 и 2 классов опасности в дерново-подзолистых почвах (Мариинск-Уральская СКФМ)

За последнее десятилетие наблюдений для величин валового содержания в почвах тяжелых металлов характерен широкий диапазон варьирования со следующей кратностью превышения максимальных концентраций над минимальными:

- для соединений свинца - в 3-5 раз для почв Кавказского, Волжско-Камского и Алтайского (Яйлю) БЗ; в 8 раз для почв Приокско-Террасного БЗ; в 24 раза для почв Воронежского БЗ;

- для соединений кадмия - в 3 раза для почв Кавказского БЗ; в 11-17 раз для почв Воронежского и Алтайского (Яйлю) БЗ; в 33 раза для почв Приокско-Тerrasного БЗ;

- для соединений меди - в 2-5 раз для почв Воронежского и Кавказского БЗ; в 9 раз для почв Алтайского (Яйлю) БЗ; в 109 раз для почв Приокско-Тerrasного БЗ.

С санитарно-гигиенической позиции текущие уровни содержания в почвах СКФМ соединений свинца, кадмия и меди не превышают нормативных величин ориентировочно-допустимых концентраций (ОДК) тяжелых металлов, что характеризует фоновый уровень загрязнения наземных экосистем России как экологически приемлемый. Вместе с тем, сравнение валового содержания в почвах СКФМ валовых форм соединения свинца и меди с величинами соответствующих предельно-допустимых концентраций (ПДК) выявляет спорадические приближения или даже превышения нормативных величин. Это может свидетельствовать об эпизодах увеличения региональной антропогенной нагрузки на наземные экосистемы 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, в поверхностных горизонтах почв выявляются лишь следовые количества загрязнителей, поступивших в наземные экосистемы заповедников и национальных парков вследствие глобального рассеяния в атмосфере. 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 загрязнителя 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 спорадически 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-Тerrasного и Воронежского БЗ.

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

Фоновое содержание загрязняющих веществ в растительности

Накопление загрязняющих веществ в растениях может негативным образом отражаться на состоянии их популяций и снижать средообразующие функции растительного покрова. Кроме того, оно может свидетельствовать об экологическом неблагополучии состояния наземных экосистем и служить маркером повышенной антропогенной нагрузки, так как растительный покров является первым ярусом наземных экосистем, который перехватывает и аккумулирует примеси при их сухом осаждении и мокром выпадении из атмосферы.

За период наблюдений 2013-2023 гг., включая последний срок опробования, визуальное обследование состояния фитоценозов на СКФМ не выявляет видимых признаков нарушений роста и развития растений, которые могли бы отражать признаки загрязнения окружающей среды.

Содержание определяемых тяжелых металлов и органических загрязнителей в зеленых частях доминантных видов растений древесного, травянистого и мохового ярусов СКФМ в целом отвечает характеристикам природного фона и находится в более узких пределах колебаний, чем в почвах, что отражает буферную роль почвенной компоненты наземных экосистем в формировании миграционных потоков элементов (табл. 2.27).

Таблица 2.27. Средние концентрации тяжелых металлов и органических загрязнителей в растительности СКФМ в период 2018-2023 гг. (по последнему сроку наблюдения, на единицу абсолютно сухой массы растений)

Станция КФМ	Проба	Свинец	Кадмий	Медь	Бенз(а)пирен	сумма- ДДТ	γ -ГХЦГ
		мг / кг			мкг / кг		
<i>Центральный федеральный округ</i>							
Приокско-Тerrasный БЗ	Береза, листья	7,3	0,46	2,8	0,36	3,7	1,7
	Разнотравье	1,0	0,32	5,0	0,58	54,4	2,4
Воронежский БЗ	Сосна, хвоя	6,2	3,00	0,4	0,40	37,3	2,4
	Береза, листья	2,1	4,80	6,0			
	Черника, листья	2,2	0,48	3,1			
	Осока	1,8	1,10	2,5			
	Разнотравье	3,0	1,12	2,4			
	Мох	10,3	0,90	-			
<i>Южный федеральный округ</i>							
Кавказский БЗ	Разнотравье	1,1	0,92	24,6	0,54	24,8	0,3
<i>Сибирский федеральный округ</i>							
Алтайский БЗ (Яйлю)	Разнотравье	0,8	1,50	4,0			
Кларк растений		0,1	0,01	2	-	-	-

* - нет данных, ** кларки элементов в растительности по А.П. Виноградову (1962)

По сравнению с кларковыми значениями содержания тяжелых металлов в растительности суши, оцененными А.П. Виноградовым (1962), в настоящее время заметно повышение в растительности СКФМ средних уровней содержания свинца, меди и особенно кадмия. Средние концентрации последнего максимальны в хвое сосны и листьях березы СКФМ Воронежского БЗ. При этом существенное превышение измеренных на всех СКФМ абсолютных величин содержания элемента в растениях над его кларковым значением в живом веществе 0,01 мг/кг (Виноградов, 1962) может свидетельствовать о тренде расширения техногенного потока кадмия за последние десять лет наблюдений.

Загрязняющие вещества органической природы - бенз(а)пирен, ДДТ и его метаболиты, γ-ГХГЦ - накапливаются в растительности СКФМ в незначительных количествах.

В целом, согласно результатам последнего опробования, для отдельных показателей фоновое загрязнение компонентов растительного покрова СКФМ тяжелыми металлами максимальные средние уровни содержания соединений свинца (10,0 мг/кг) были отмечены в моховом покрове Воронежского БЗ; кадмия (29,7 мг/кг) - в листьях березы Воронежского БЗ; меди (24,6 мг/кг) в разнотравье Кавказского БЗ. Наиболее высокие средние уровни содержания бенз(а)пирена (0,5-0,6 мкг/кг) были выявлены в разнотравье напочвенного покрова Приокско-Террасного и Кавказского БЗ; остаточных количеств ДДТ и его метаболитов (122 мкг/кг) - в разнотравье Приокско-Террасного БЗ.

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 на фоновых территориях, прилегающих к техногенным. Фоновая площадка для вещества в почвах обследуемого города – это территория в районе расположения города с фоновой концентрацией вещества в почвах, аналогичных почвам города.

Ежегодно летом отбирается от 1 до 10 объединённых проб почв на территории фоновых площадок обследуемых городов. В почвах определяются массовые доли тяжелых металлов (ТМ), нефти и нефтепродуктов (НП), фтора, нитратов, сульфатов, бенз(а)пирена (БП) и др.

В 2023 г. наблюдения за содержанием в почвах фоновых участков ТМ, НП, фтора, нитратов, сульфатов, БП и ПХБ проводились на территориях Центрального федерального округа (Московской области), Дальневосточного федерального округа (Приморского края), Сибирского федерального округа (Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областей), Уральского федерального округа (Свердловской области), Приволжского федерального округа (Республики: Башкортостан, Татарстан, Чувашская, Нижегородской, Кировской и Самарской областей).

Наблюдавшиеся массовые доли металлов в почве в различные годы и в различных точках отбора могут различаться в несколько раз. В качестве примера на рис. 2.42 представлена многолетняя динамика изменений содержания кислоторастворимых форм ТМ в почвах фоновой участка в районе с. Ярское (фон для г. Томска). Данные, представленные на рис. 2.42 показывают, что в период 2017-2023 гг. наблюдается колебание значений фоновых массовых долей цинка на обследуемом участке. Содержание НП в почвах с. Ярское за последние пять лет изменялось в диапазоне 52,0–262,0 мг/кг. Среднее значение концентрации нефтепродуктов в почвах фоновых участков Омской области по результатам проведенных обследований составило 155 мг/кг.

На территории Иркутской области в 2023 г. обследовались фоновые площадки в районе г. Слюдянка и п. Култук. По сравнению с результатами 2017 г. было отмечено снижение концентраций свинца, никеля, кадмия, меди и цинка. Содержание водорастворимых соединений фтора в последние годы наблюдений существенно не изменялось.

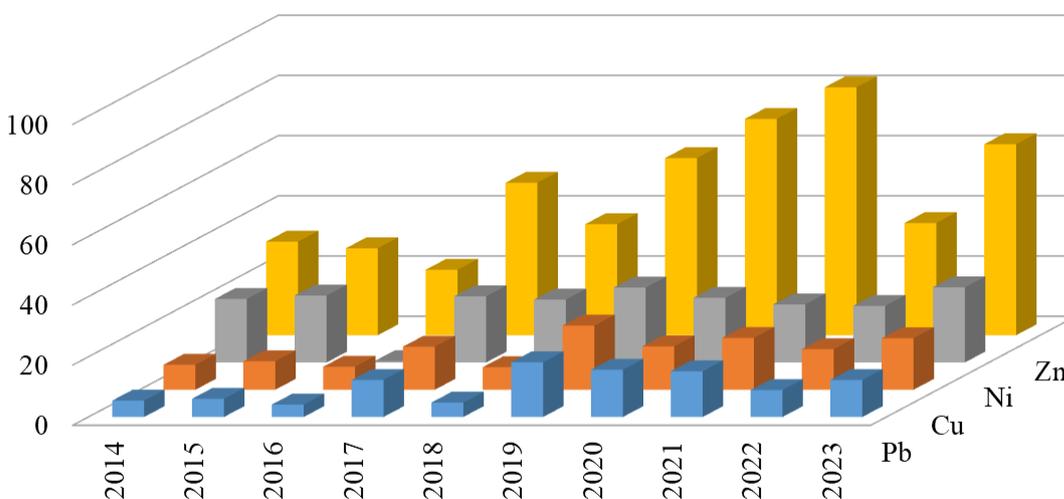


Рис. 2.42. Средние значения содержания кислоторастворимых форм свинца (Pb), меди (Cu), никеля (Ni), цинка (Zn) в почве фоновой участка с. Ярское (фон для г. Томска) по данным наблюдений 2014-2023 гг.

С 2018 г. на фоновых площадках с. Прокудское (Новосибирская область) и с. Ярское (Томская область) проводятся наблюдения за содержанием в почве мышьяка. За весь период наблюдений концентрация мышьяка в почве с. Прокудское изменялась в диапазоне 4,1–8,6 мг/кг, с. Ярское - 3,3–7,1 мг/кг.

На территории Уральского федерального округа с 1999 г. ежегодно проводятся наблюдения за содержанием нитратов, а также кислоторастворимых и подвижных форм ТМ в почве фоновой площадки в районе п. Мариинск (Свердловская область). Несмотря на то, что значения фоновых массовых долей в разные годы наблюдений отличаются иногда в несколько раз, превышение нормативов фиксируется редко.

В Приволжском федеральном округе в 2023 г. были продолжены наблюдения за содержанием ТПП в почвах фоновых участков на территории Самарской области – НПП «Самарская Лука» и АГМС АГЛОС. Средние значения концентраций ТПП не превышали допустимых уровней. Следует отметить, что в 2023 г. по сравнению с результатами предыдущего обследования в почве фоновой площадки АГМС АГЛОС содержание НП снизилось в 5 раз, сульфатов - в 2 раза (рис. 2.43).

На территории Республики Башкортостан в 2023 г. обследовались фоновые участки в районе городов Октябрьский и Туймазы. По сравнению с результатами наблюдений 2013 г. значение фоновых массовых долей меди для почв г. Октябрьский увеличилось в 2 раза, никеля - снизилось в 3 раза. В почве фоновом участка г. Туймазы содержание никеля снизилось в 3,8 раза по сравнению с результатами предыдущего обследования в 2013 г.

Многолетние наблюдения за содержанием НП и кислоторастворимых форм ТМ проводятся на фоновых площадках городов Казань, Нижнекамск и Набережные Челны. Средние значения концентраций ТПП за период 2013-2023 гг. изменялись незначительно.

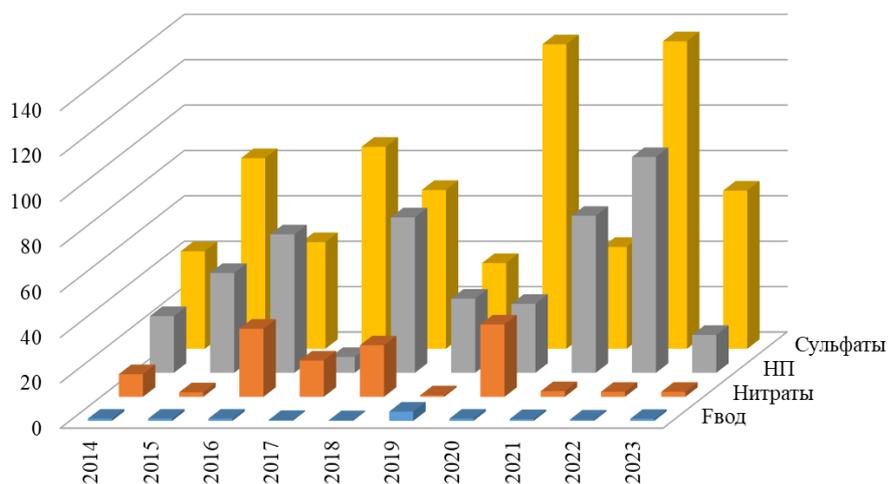


Рис. 2.43. Средние значения содержания водорастворимых соединений фтора, нитратов, нефтепродуктов и сульфатов в почве фоновом участке АГМС АГЛОС (Самарская область) по данным наблюдений 2014-2023 гг.

В большинстве регионов значения фоновых массовых долей ТПП в почвах варьируют в определённых пределах, зависящих от природной неоднородности почв, сохраняясь в среднем за период наблюдений примерно на одном уровне. Отдельные высокие значения фоновых концентраций химических веществ в почвах выявляются редко. За многолетний период обследований превышение предельно допустимых и ориентировочно допустимых уровней содержания ТПП в почвах фоновых площадок регистрировалось в единичных случаях. Анализ значений фоновых массовых долей ТПП в почвах Российской Федерации позволяет оценить состояние почв фоновых площадок как благополучное. Статистически достоверного накопления ТПП в почвах фоновых площадок за период наблюдений не было отмечено.

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

Тяжелые металлы

В 2023 г. фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства фоновых районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы, и составило для ртути 0,05-1,67 мкг/л, свинца 0,43-1,91 мкг/л, кадмия 0,02-0,22 мкг/л. На Азиатской части России фоновые концентрации тяжелых металлов, как правило, ниже, чем на ЕЧР (табл. 2.28).

Таблица 2.28. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети КФМ

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2023 г	Диапазон	2023 г	Диапазон	2023 г
Кавказский БЗ	1982-2023	0,2-78,0	1,54	0,004-2,5	0,02	0,03-40,0	0,94
Приокско-Тerrasный БЗ	1987-2023	нпо-39,4	0,43	0,03-3,5	0,03	0,03-16,0	0,12

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2023 г	Диапазон	2023 г	Диапазон	2023 г
Астраханский БЗ	1988-2023	0,08-128	0,78	0,1-413	0,22	0,01-74	1,67
Воронежский БЗ	1990-2023	0,16-50	1,91	0,01-4,6	0,11	0,02-34,5	0,63
Яйлю	2001-2023	0,01-5,5	0,51	0,01-11,0	0,04	0,01-0,57	0,05

нпо - ниже предела обнаружения

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

2.6. Радиационная обстановка на территории России

Наиболее сильное загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами территории РФ и всего мира происходило в 1954-1980 г. 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 результате аварии образовался Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). В 1967 г. в районе ПО «Маяк» произошло загрязнение из-за ветрового выноса радионуклидов с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда сливались жидкие радиоактивные отходы предприятия.

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

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. Существенно меньшее влияние оказывают атомные электростанции (АЭС).

В 2023 г. подсистема государственного мониторинга радиационной обстановки на территории Российской Федерации на базе государственной наблюдательной сети Росгидромета включала наблюдения за радиационным фоном (мощностью амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения - МАЭД) на 1 267 пунктах и дополнительные измерения на 30 постах в крупных городах, наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями на 356 пунктах, за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы - на 55 пунктах, за объемной активностью трития в атмосферных осадках - на 32 пунктах и в водах рек - на 15 пунктах, за объемной активностью ⁹⁰Sr в водах рек и озер - на 43 пунктах и в морях - на 10 станциях, за содержанием гамма-излучающих радионуклидов в морском грунте - в 10 пунктах.

Анализ всей совокупности данных наблюдений показал, что в последние годы радиационная обстановка на территории Российской Федерации была стабильной и в 2023 г. по сравнению с предыдущими годами (2018-2022 гг.) существенно не изменилась.

В целом содержание техногенных радионуклидов на территории России в приземной атмосфере 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

В настоящее время присутствие в атмосфере техногенных радионуклидов на территории РФ, в основном, обусловлено выбросами предприятий ядерно-топливного цикла и, в меньшей степени, вторичным поступлением радионуклидов с загрязненных территорий.

При осуществлении наблюдений за радиоактивным загрязнением приземного слоя атмосферы пробы радиоактивных аэрозолей и выпадений на подстилающую поверхность отбирались непрерывно с суточной/пятисуточной экспозицией, затем в них определялось содержание суммарной бета-активности радионуклидов и отдельных гамма- и бета-излучающих радионуклидов техногенного и естественного происхождения.

В 2023 г. наиболее заметные изменения среднегодовых значений объемной ΣB по сравнению с 2022 г. в приземном слое атмосферы наблюдались на юге и севере Восточной Сибири. Объемная ΣB на юге и севере уменьшилась от $35,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $22,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и от $21 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $14,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, соответственно.

В целом на ЕЧР с учетом загрязненной зоны (Брянск и Курск) изменения среднегодовых значений объемной ΣB в приземном слое атмосферы в 2023 г. по сравнению с 2022 г. были незначительны и составили $8,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ против $7,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2022 г.

В загрязненной зоне значение объемной ΣB уменьшилось до $8,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2022 г. - $10,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В центре ЕЧР произошло незначительное увеличение от $20,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2022 г. до $25,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2023 г.

На АЧР, в целом, наблюдалось уменьшение объемной ΣB от $23,4 \cdot 10^{-5}$ до $17,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, наиболее значительное уменьшение отмечено на юге восточной Сибири - от $35,6 \cdot 10^{-5}$ до $22,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³.

Следует отметить низкий уровень объемной ΣB в Заполярье с 2019-2022 г. $3,9-4,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, хотя в 2023 г. он несколько выше предыдущих лет - $4,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Такая динамика объемной ΣB в приземном слое атмосферы подтверждает устойчивую радиационную обстановку и стабилизацию техногенного радиационного фона на территории России.

В результате в 2023 г. в среднем по России значение объемной ΣB в приземном слое атмосферы несколько уменьшилось и составило $13,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2022 г. - $17,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

В районе ПО «Маяк» в пос. Новогорный (Челябинская обл.) в 2023 г. наблюдалось незначительное снижение величины объемной ΣB - до $15,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2022 г. - $19,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

По данным наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферы по ΣB -активности радионуклидов в 2023 г. случаев экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) на территории России зафиксировано не было. Были зафиксированы случаи высокого загрязнения (ВЗ): 45 случаев кратковременного превышения над фоновыми уровнями объемной ΣB в аэрозолях (более чем в 5 раз) и 7 случаев (более чем в 10 раз) по выпадениям (в 2022 г. - 34 случая в аэрозолях и 46 случаев по выпадениям). Максимальная зарегистрированная величина объемной ΣB в 2023 г. наблюдалась в п. Сухобузимское (Красноярский край) 08-09 февраля 2023 г. ($275 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). По данным радионуклидного анализа в пробе аэрозолей техногенных радионуклидов не было выявлено. Другие наиболее высокие значения (ВЗ) объемной ΣB были зафиксированы также в п. Сухобузимское ($217 \cdot 10^{-5}$, $213 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и в Обнинске (Калужская обл.) ($214 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Наиболее высокие значения (ВЗ) по выпадениям ΣB были зафиксированы в пунктах Астрахань (Астраханская обл.) (82,6, 47,6 Бк/м²-сутки) и Цимлянск (Ростовская обл.) (17,9 Бк/м²-сутки).

По данным наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферы по ΣB -активности радионуклидов в 2023 г. случаев экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) на территории России зафиксировано не было. Были зафиксированы случаи высокого загрязнения (ВЗ): 45 случаев кратковременного превышения над фоновыми уровнями объемной ΣB в аэрозолях (более чем в 5 раз) и 7 случаев (более чем в 10 раз) по выпадениям (в 2022 г. - 34 случая в аэрозолях и 46 случаев по выпадениям). Максимальная зарегистрированная величина объемной ΣB в 2023 г. наблюдалась в п. Сухобузимское (Красноярский край). Максимум объемной ΣB в 2023 г. наблюдался в п. Сухобузимское (Среднесибирское УГМС) 08-09 февраля 2023 г. ($275 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). По данным радионуклидного анализа в пробе аэрозолей техногенных радионуклидов не обнаружено. Наиболее высокие значения ВЗ объемной ΣB были зафиксированы в п. Сухобузимское (Среднесибирское УГМС) ($217 \cdot 10^{-5}$, $213 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и Обнинске ($214 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Наиболее высокие значения ВЗ по выпадениям ΣB были зафиксированы в пунктах Астрахань (82,6, 47,6 Бк/м²-сутки) и Цимлянск (17,9 Бк/м²-сутки).

Величина объемной ΣB в приземной атмосфере может изменяться за счет поступления в воздух не только техногенных, но и природных радионуклидов. При этом динамика объемной активности ¹³⁷Cs, как основного дозообразующего техногенного радионуклида, рассматривается как показатель общего техногенного воздействия.

Среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе с 2014 г. составляет в среднем $1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, отклоняясь по годам не более чем на $0,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Максимальная среднемесячная активность ¹³⁷Cs в воздухе вне загрязненных зон в 2023 г. наблюдалась в сентябре и октябре в г. Нововоронеж (Воронежская обл.) - $17 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Повышенные относительно фоновых среднемесячные значения наблюдались в городах Курчатове (Курская обл.) - $14,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и Петрозаводске (Республика Карелия) - $10,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Санкт-Петербурге - $9,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Ханты-Мансийск (ХМАО) - $8,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В пунктах наблюдения Заполярья и АЧР среднемесячная активность ¹³⁷Cs в большинстве случаев была ниже предела обнаружения - менее $1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

На загрязненных в результате Чернобыльской аварии территориях ЕЧР (Брянск, Курск) среднегодовое содержание радионуклидов в воздухе по сравнению с предшествующим пятилетним периодом несколько снизилось. В 2023 г. объемная активность ¹³⁷Cs в воздухе на загрязненных территориях составила $4,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ против $2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в центре ЕЧР.

Повышенное содержание техногенных радионуклидов в приземном слое воздуха регулярно регистрируется в районах, расположенных в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» на Южном Урале. В п. Новогорный максимальная среднемесячная объемная активность ¹³⁷Cs ($98,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) наблюдалась в августе 2023 г., а среднемесячная за 2023 г. составила $32,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в 2022 г. - $40,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

Выпадения ¹³⁷Cs в п. Новогорный до сих пор превышают фоновые уровни, характерные для незагрязненных зон. Годовые выпадения ¹³⁷Cs здесь в 2023 г. составили $7,2$ Бк/м²-год (в 2022 г. - $4,7$ Бк/м²-год).

Диапазон изменений средней по РФ плотности выпадений ¹³⁷Cs из атмосферы на подстилающую поверхность в 2010-2023 годах составил от $0,10$ Бк/м²-год до $0,15$ Бк/м²-год, за исключением 2011 г., когда за счет поступления выбросов с АЭС «Фукусима-1» годовые выпадения составили $1,43$ Бк/м².

В целом, наблюдавшиеся среднемесячные значения объемной активности ¹³⁷Cs в воздухе были на пять-семь порядков ниже допустимой объемной активности ¹³⁷Cs в воздухе для населения (ДАО_{насел.}) по НРБ-99/2009.

Средняя объемная активность ⁹⁰Sr в приземной атмосфере с 2019 по 2023 г. не превышает $1,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Выпадения ⁹⁰Sr из атмосферы на большей части территории РФ были ниже предела обнаружения ($<0,1$ Бк/м²-год).

Среднее содержание трития (³H) в осадках по РФ, с 2010 г. по 2023 г. колеблется около значения $1,5$ Бк/л. Отклонения в разных пунктах наблюдения и по годам не превышают $0,5$ Бк/л и связаны, главным образом, с погодными условиями и, прежде всего, с количеством атмосферных осадков.

2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод

В техногенное радиоактивное загрязнение поверхностных вод на отдельных территориях России вносит ⁹⁰Sr, выносимый с загрязненных территорий.

С 2008 г. средняя объемная активность ⁹⁰Sr в воде рек России колеблется в диапазоне от $3,0$ мБк/л до $6,0$ мБк/л, что на три порядка ниже уровня вмешательства для населения ($4,9$ Бк/л). Конкретное значение зависит от погодных условий, главным образом, от количества осадков и интенсивности их выпадения.

В осреднение по РФ не включены результаты измерений ⁹⁰Sr в воде рек Колва (п. Чердынь), Вишера (п. Рябино), 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.

На АЧР наиболее загрязнённой сохраняется 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 Асановских болот. Поэтому загрязнение р. Теча ^{90}Sr до сих пор сохраняется достаточно высоким – от 2,4 Бк/л до 3,9 Бк/л. Приведенные значения уровня загрязнения ^{90}Sr реки Течи находятся ниже уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 (4,9 Бк/л).

С 2010 г. по 2023 г. объемная активность трития в водах рек, осредненная по всем пунктам наблюдения, колеблется вблизи значения 2,0 Бк/л, что близко к его концентрации в атмосферных осадках, от которого отличается не более чем на 0,5 Бк/л.

Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в поверхностных водах Белого, Баренцева, Охотского и Японского морей, а также в водах Тихого океана у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) колебались в пределах от 1,89 мБк/л в Охотском море (в 2022 г. – 1,58 мБк/л) до 1,62 мБк/л в Баренцевом море (в 2022 г. – 2,08 мБк/л). В Каспийском море в 2023 г. среднегодовая объемная активность ^{90}Sr составила 4,61 мБк/л (в 2022 г. – 4,05 мБк/л).

2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов

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

Объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере в разных федеральных округах имеет большие различия.

В ДВФО и УФО его концентрация, как правило, оказывается меньше порога обнаружения (только в В. Дуброво (Свердловская обл., УФО) среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2023 г. составила $5,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наиболее высокие величины объемной активности ^{137}Cs характерны для ЕЧР – ПФО, ЮФО и ЦФО, где среднегодовые значения находились в диапазоне $(1-6) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В 2023 г. в большинстве пунктов наблюдения СФО, включая пункты, расположенные вблизи радиационно-опасных объектов (РОО), активность ^{137}Cs была ниже порога обнаружения. Значимые концентрации были зафиксированы в п. Уяр (Красноярский край), Барнаул (Алтайский край) и Сухобузимское (Красноярский край) – в диапазоне от 0,8 до $2,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднее по СФО значение объемной активности ^{137}Cs в 2020-2023 годах находилось в диапазоне средневзвешенных значений по РФ, которые в эти годы составили $1,4-1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В 2023 г., как и ранее, в пунктах наблюдения, расположенных в районах РОО, таких как Новогорный, среднегодовые значения объемной активности ^{137}Cs на порядок превышали указанные выше.

В 2021-2023 годах наиболее высокие значения объемной активности ^{137}Cs были зарегистрированы в СЗФО: в Санкт-Петербурге, Петрозаводске и в ЦФО: Нововоронеже и Курчатове, где ее значения достигали двукратных величин по сравнению со средними значениями по округу.

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

Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере в 2023 г. в УФО и СФО была в диапазоне $(0,2-2) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а в ДВФО – $(0,5-2) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Наибольшая среднегодовая активность $(7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) наблюдалась в пункте Верхнее Дуброво.

В федеральных округах ЕЧР – СЗФО, ПФО, ЦФО, ЮФО – объемная активность ^{90}Sr находилась в диапазоне от $0,1 \cdot 10^{-7}$ до $1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Все приведенные выше значения среднегодовой объемной активности ^{90}Sr в приземной слое атмосферного воздуха на 7-8 порядков ниже допустимой по НРБ- 99/2009.

Величина атмосферных выпадений ^{137}Cs в 2023 г. в ЦФО составила 0,18 Бк/м²-года, в УФО – 0,17 Бк/м²-год и в СЗФО – 0,14 Бк/м²-год. Во всех субъектах федерации в ДВФО и СФО плотности атмосферных выпадений ^{137}Cs были ниже порога обнаружения ($<0,01$ Бк/м²-год).

Повышенные годовые выпадения ^{137}Cs были зарегистрированы, как и ранее, на загрязненных территориях. Из них самые высокие годовые выпадения ^{137}Cs , на порядок превысившие среднее значение по округу, как и в предыдущие годы, наблюдались в районе расположения ПО «Маяк» в п. Новогорный.

При мониторинге поверхностных вод 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 Пермского края – Вишера (п. Рябино), Кама (п. Тюлькино) и Колва (п. Чердынь), протекающих в районе проведения мирных подземных ядерных взрывов. В последние годы объемная активность ^{90}Sr в водах трех последних рек постоянно уменьшалась и в 2014-2015 гг. приблизилась к средним по ЕЧР значениям (4-7 мБк/л). В дальнейшем содержание ^{90}Sr в воде этих рек колебалось в диапазоне 15-20 мБк/л. В 2023 г. содержание ^{90}Sr в воде этих рек было в диапазоне 7-10 мБк/л.

В воде рек и озер, в водосборе которых нет загрязненных территорий, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2021-2023 гг. была в пределах от 1,5 мБк/л до 6 мБк/л.

3. Загрязнение окружающей среды регионов России

3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов

Оценка состояния загрязнения атмосферного воздуха за 2023 г. в населенных пунктах Российской Федерации приведена с учетом гигиенических нормативов содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городских и сельских поселений, установленных СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

Указанными санитарными правилами и нормами для 36 из 60 загрязняющих веществ, содержание которых измеряется в атмосферном воздухе населенных пунктов, внесены изменения в значения среднесуточных концентраций и установлены новые виды нормативов - среднегодовые предельно допустимые концентрации (ПДКс.г.). Для ряда загрязняющих веществ установлены более жесткие нормативы ПДКс.г., чем ранее действовавшие нормативы среднесуточных концентраций (ПДКс.с.).

Оценка по различным показателям динамики и тенденций изменений уровня загрязнения атмосферного воздуха населенных пунктов отдельными загрязняющими веществами за пятилетний период сопровождается в каждом случае поясняющими комментариями об использованных величинах ПДК. Это необходимо для демонстрации наличия фактического улучшения ситуации с загрязнением воздуха (в терминах концентраций загрязняющих веществ) за пятилетний период по веществам, для которых в 2021 г. были введены более жесткие ПДК.

3.1.1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха

В 2023 г. при оценке загрязнения атмосферного воздуха в Российской Федерации были использованы данные наблюдений в 247 городах на 703 пунктах, из них регулярных наблюдений Росгидромета в 222 городах на 641 пункте, включая пункты наблюдений в Донецкой и Луганской народных республиках (рис. 3.1-3.2).

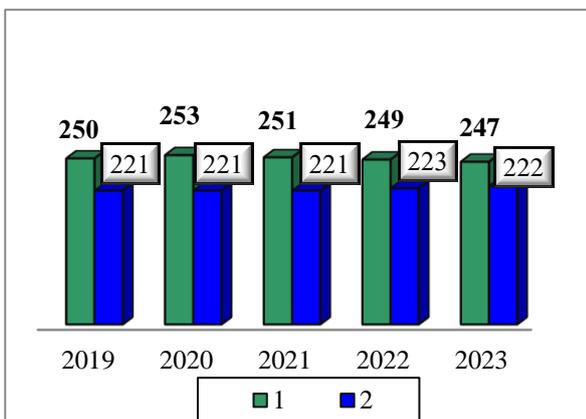


Рис. 3.1. Количество городов с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

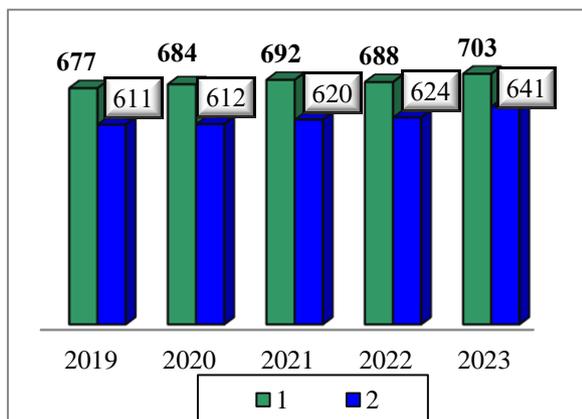


Рис. 3.2. Количество пунктов в городах с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

- Для определения уровня загрязнения атмосферы используются следующие характеристики загрязнения воздуха:
- средняя концентрация загрязняющего вещества в воздухе, мг/м³ или мкг/м³ (q_{ср});
- максимальная (измеренная за 20 мин) разовая концентрация загрязняющего вещества, мг/м³ или мкг/м³ (q_м).

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

ПДК – предельно допустимая концентрация загрязняющего вещества для атмосферного воздуха населенных мест, устанавливаемая Главным санитарным врачом Российской Федерации. С 1 марта 2021 г. взамен ГН 2.1.6.3492-17 введены в действие новые санитарные правила и нормы СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

С учетом введенных СанПиН 1.2.3685-21 новых нормативов ПДК средние за год концентрации сравниваются с ПДК годовыми (ПДКс.г.) или с ПДК среднесуточными (ПДКс.с.), максимальные из разовых концентраций – с ПДК максимальными разовыми (ПДКм.р.), максимальные из среднесуточных и среднемесячных – с ПДКс.с.

Используются три основных показателя качества воздуха:

ИЗА – комплексный индекс загрязнения атмосферы. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций приоритетных для каждого города загрязняющих веществ. Показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха;

СИ – стандартный индекс – наибольшая измеренная разовая концентрация загрязняющего вещества, деленная на ПДК. Определяется из данных наблюдений в пункте за одним загрязняющим веществом, или на всех пунктах

рассматриваемой территории за всеми загрязняющими веществами за месяц или за год. В тексте приведено количество городов, в которых СИ > 5 или СИ > 10;

НП – наибольшая повторяемость, %, превышения ПДКм.р. одного из загрязняющих веществ по данным наблюдений на всех пунктах города за год.

Показатели оценки степени загрязнения атмосферы используются в соответствии с руководящим документом РД 52.04.667-2005.

3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха

По данным регулярных наблюдений за период 2019-2023 гг. средние за год концентрации взвешенных веществ и бенз(а)пирена снизились на 23-24% соответственно, при этом выбросы стационарных источников имеют тенденцию роста на 6-11%. Средние за год концентрации оксида углерода снизились на 21%, суммарные выбросы существенно не изменились. Среднегодовые концентрации оксидов азота и диоксида серы существенно не изменились, при этом выбросы диоксида серы от промышленных источников снизились на 11%, суммарные выбросы NO_x (в пересчете на NO₂) увеличились незначительно (2%). Среднегодовые концентрации формальдегида увеличились на 5% на фоне увеличения объема выбросов стационарных источников за тот же период на 17% (табл. 3.1, рис. 3.9-3.14).

Таблица 3.1. Тенденция изменений средних за год концентраций загрязняющих веществ и объемов выбросов от стационарных источников и автотранспорта в городах РФ за период 2019-2023 гг.

Загрязняющее вещество	Количество городов	Тенденция средних за год концентраций, %	Тенденция выбросов, %
Взвешенные вещества	215	-23	+6
Диоксид азота	235	0	+2
Оксид азота	160	0	
Диоксид серы	231	0	-11
Оксид углерода	216	-21	-1
Бенз(а)пирен	167	-24	+11
Формальдегид	156	+5	+17

Важным показателем для оценки качества воздуха и тенденций его изменений является количество городов, где средние за год концентрации какого-либо загрязняющего вещества превышали 1 ПДК. По сравнению с предыдущим годом количество таких городов уменьшилось на 5 и составило 200 (рис. 3.3), что связано в основном со снижением запыленности воздуха и концентраций бенз(а)пирена в ряде городов (рис. 3.5, 3.9). С учетом ранее действовавших нормативов количество таких городов уменьшилось бы на 1 город и составило 136 (рис. 3.3).

Количество городов, в которых качество атмосферного воздуха характеризуется значением ИЗА>7 по сравнению с предыдущим годом, уменьшилось на 9 городов (рис. 3.4).

В 2023 г. список городов с уровнем загрязнения, соответствующим значению ИЗА≥14, включает 33 города (рис. 3.4, таблица 3.4). По сравнению с предыдущим годом количество городов уменьшилось на 7.

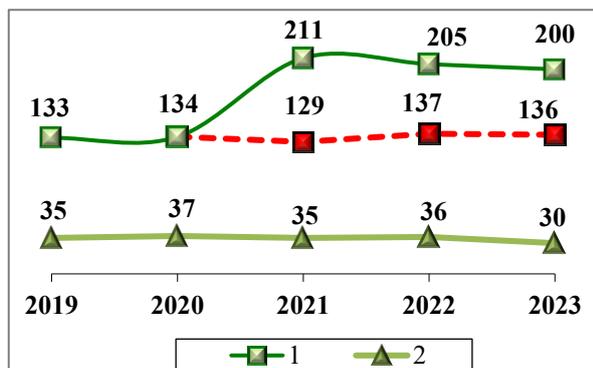


Рис. 3.3. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации одного или нескольких веществ превышали 1 ПДК с учетом прежних (2018-2022 гг.) и новых (2021-2023 гг.) нормативов (1), и отмечались значения СИ больше 10 (2)

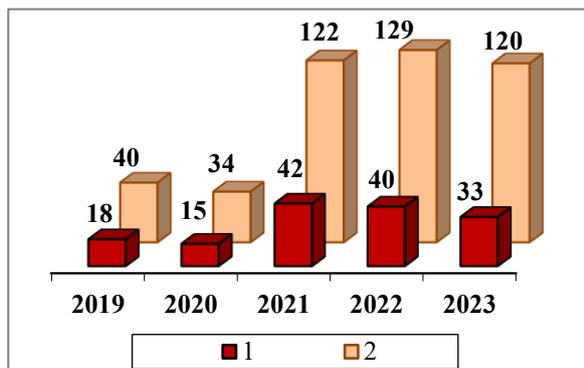


Рис. 3.4. Количество городов, в которых значение ИЗА>7 (2), в том числе, городов с ИЗА≥14 (1)

Тенденция изменений загрязнения атмосферного воздуха отдельными веществами

Количество городов, где средние за год концентрации взвешенных веществ превысили норматив содержания в атмосферном воздухе, по сравнению 2022 г. уменьшилось на 9 городов и составило 105 (рис. 3.5). Если учитывать прежние ПДК, то количество городов, где среднегодовые концентрации взвешенных веществ превысили 1 ПДК, в 2023 г. составило бы 32 (рис. 3.5), то есть за пять лет уменьшилось бы на 21 город.

Количество городов, где среднегодовые концентрации формальдегида превысили 1 ПДК, в 2023 г. составило 146 (рис. 3.8), по сравнению с 2022 г. снизилось на 3 города из-за сокращения территориальной сети наблюдений в

городах ХМАО (Белоярском, Березово и Радужном), в которых среднегодовые концентрации составляли от 2 до 5 ПДКс.г.

Количество городов, где средние за год концентрации диоксида азота превышали норматив содержания в атмосферном воздухе, за пять лет увеличилось на 9 городов, бенз(а)пирена – уменьшилось на 4 (рис. 3.6-3.7).

Количество городов, где максимальные концентрации взвешенных веществ превышали 10 ПДК, за пять лет не изменилось (рис. 3.5), диоксида азота – увеличилось на 1 (рис. 3.6), бенз(а)пирена – снизилось на 7 городов (рис. 3.7).

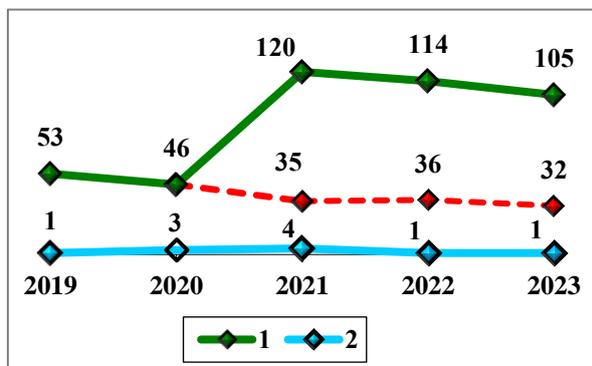


Рис. 3.5. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации взвешенных веществ превышали 1 ПДК (1) с учетом прежней и новой ПДК, СИ взвешенных веществ больше 10 (2)

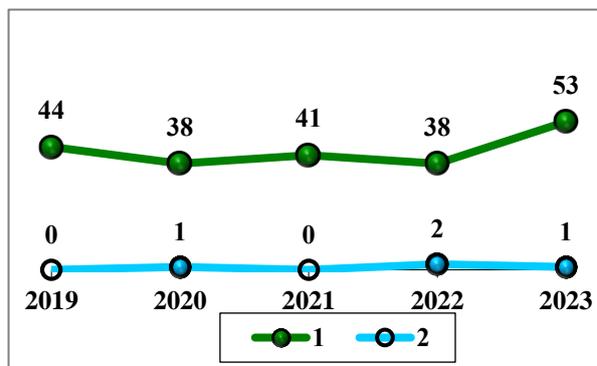


Рис. 3.6. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации диоксида азота превышали 1 ПДК (1), СИ диоксида азота больше 10 (2)

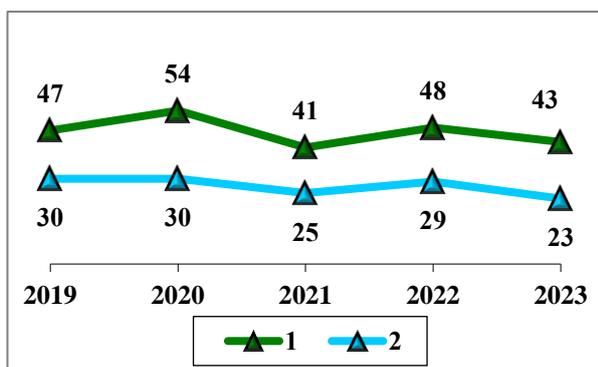


Рис. 3.7. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации бенз(а)пирена превышали 1 ПДК (1), СИ бенз(а)пирена больше 10 (2)

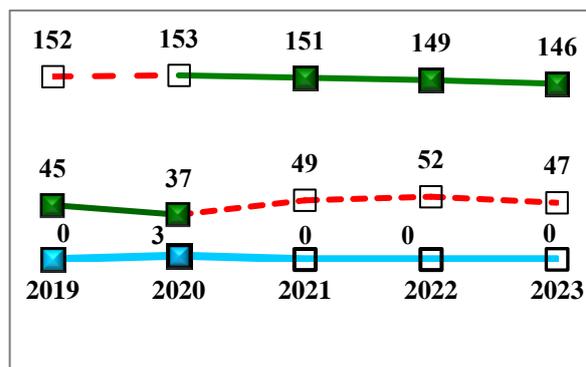


Рис. 3.8. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации формальдегида превышали 1 ПДК, с учетом прежней (средний ряд значений) и новой ПДК (верхний ряд), СИ формальдегида больше 10 (нижний ряд)

Общий характер тенденции средних за год концентраций взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, оксидов азота, бенз(а)пирена и формальдегида и выбросов за последние пять лет показан на рис. 3.9-3.14.

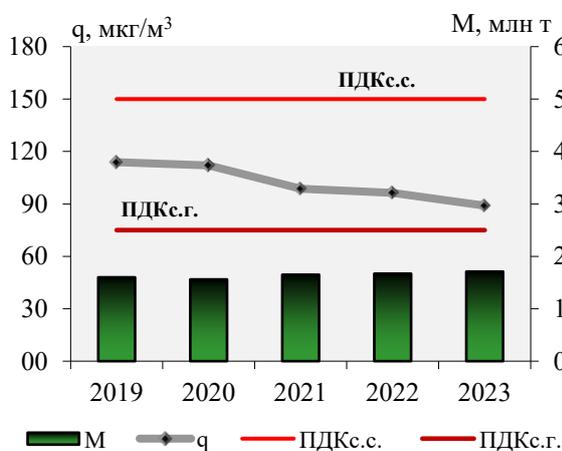


Рис. 3.9. Среднегодовые концентрации (q, мкг/м³) взвешенных веществ и выбросы от стационарных источников (M, млн т) твердых веществ

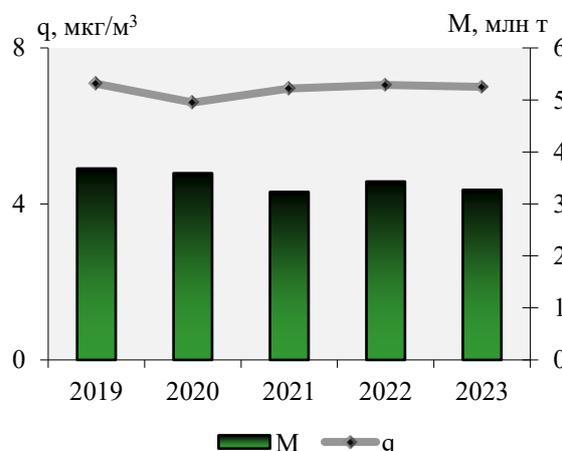


Рис. 3.10. Среднегодовые концентрации (q, мкг/м³) и выбросы от стационарных источников (M, млн т) диоксида серы

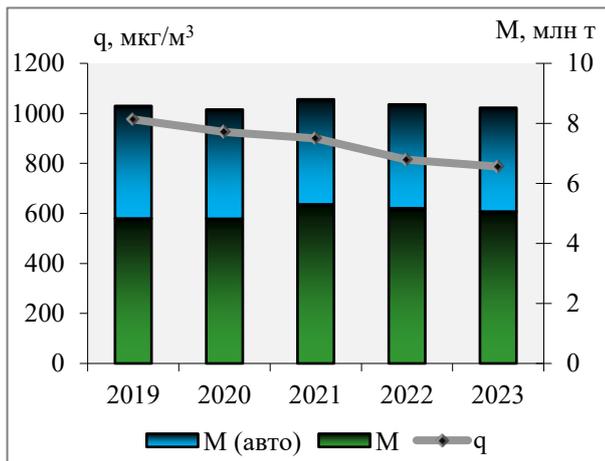


Рис. 3.11. Среднегодовые концентрации (q, мкг/м³) и выбросы от стационарных источников (M, млн т) и автотранспорта (M, млн т) оксида углерода

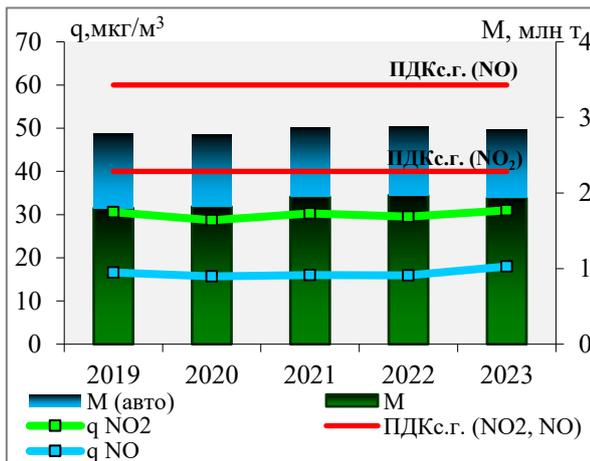


Рис. 3.12. Среднегодовые концентрации диоксида азота (qNO₂, мкг/м³) и оксида азота (qNO, мкг/м³) и выбросы от стационарных источников (M, млн т) и автотранспорта (M, млн т) NOx (в пересчете на NO₂)

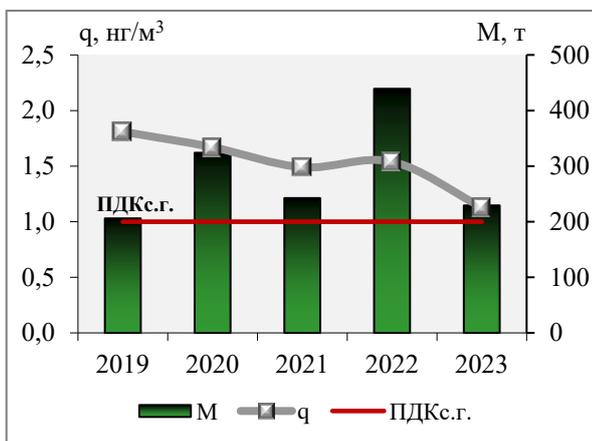


Рис. 3.13. Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена (q, нг/м³) и выбросы от стационарных источников (M, т)

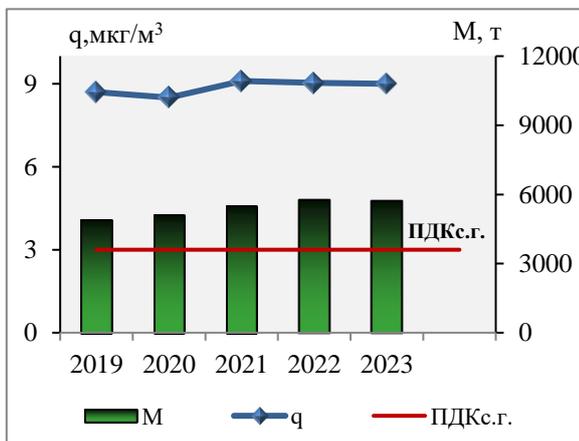


Рис. 3.14. Среднегодовые концентрации формальдегида (q, мкг/м³) и выбросы от стационарных источников (M, т)

Сведения о выбросах загрязняющих веществ от стационарных источников за период 2019-2023 гг. приводятся по данным Федеральной службы по надзору в сфере природопользования². Объемы выбросов за пятилетний период для твердых веществ, диоксида серы, бенз(а)пирена и формальдегида приводятся только от стационарных источников.

За период 2019-2023 гг. среднегодовые концентрации взвешенных веществ снизились на 23%, но по-прежнему превышают норматив ПДКс.г., выбросы твердых веществ от стационарных источников увеличились на 6% (рис. 3.9).

Среднегодовые концентрации диоксида серы за последние пять лет существенно не изменились. Выбросы от стационарных источников за период 2019-2023 гг. снизились – на 11% (рис. 3.10).

Среднегодовые концентрации оксида углерода за последние пять лет снизились на 21%. Выбросы от стационарных источников за период 2019-2023 гг. увеличились на 5%, от автотранспорта отмечалось снижение выбросов почти на 8% (рис. 3.11).

Среднегодовые концентрации диоксида азота и оксида азота за последние пять лет существенно не изменились. Выбросы от стационарных источников за период 2019-2023 гг. увеличились на 137,8 тыс. т/год, от автотранспорта снизились на 82 тыс. т/год, т.о. увеличение суммарных выбросов составило 55,8 тыс. т/год (2%) (рис. 3.12).

Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена за последние пять лет снизились на 24%. Выбросы от стационарных источников, вносящих наибольший вклад в формирование уровня загрязнения воздуха бенз(а)пиреном, за период 2019-2023 гг. увеличились на 11% (рис. 3.13).

Среднегодовые концентрации формальдегида за пятилетний период увеличились на 5%, а количество выбросов формальдегида от стационарных источников за период 2019-2023 гг. увеличилось более существенно, на 17% (рис. 3.14).

²Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (<https://rpn.gov.ru/>, обновление по состоянию на 21.03.2024)

3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах

Средние за год (qcp) и средние из максимальных концентрации (qm) основных загрязняющих веществ, формальдегида и бенз(а)пирена, полученные по данным регулярных наблюдений в 2023 г. в городах России, представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Средние концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе городов России по данным регулярных наблюдений в 2023 г.

Загрязняющее вещество	Число городов	Средние концентрации (мкг/м³)	
		q _{cp}	q _m
Взвешенные вещества	232	89	782
Диоксид азота	246	31	225
Оксид азота	187	18	267
Диоксид серы	242	7	230
Оксид углерода	237	787	6523
Бенз(а)пирен (нг/м³)	187	1,1	5,0
Формальдегид	166	9	73

В 120 городах (51% от количества городов, где определен уровень загрязнения) качество атмосферного воздуха характеризуется значением ИЗА>7, и только в 69 городах (30%) – ИЗА<5 (рис. 3.15).

В городах с оценкой уровня загрязнения атмосферного воздуха, соответствующей значению ИЗА>7, проживает 51,8 млн человек, что составляет 47% городского населения России (рис. 3.16, табл. 3.5).

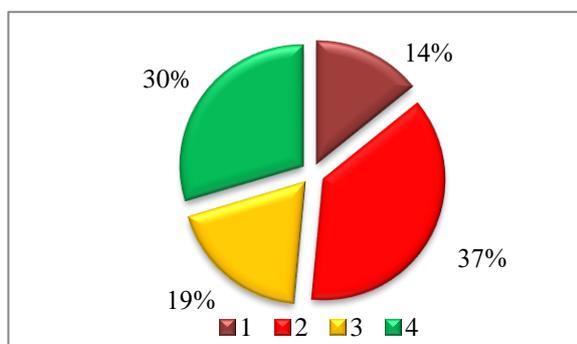


Рис. 3.15. Количество городов (%), где ИЗА ≥ 14 (1), 7-13 (2), 5-6 (3), < 5 (4)

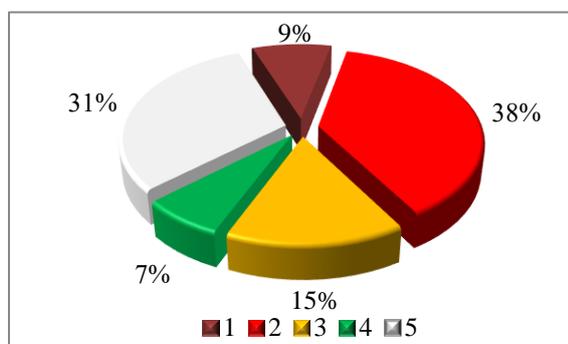


Рис. 3.16. Численность населения (%) в городах, где ИЗА ≥ 14 (1), 7-13 (2), 5-6 (3), < 5 (4), ИЗА не рассчитывался из-за отсутствия наблюдений или их недостаточного количества (5)

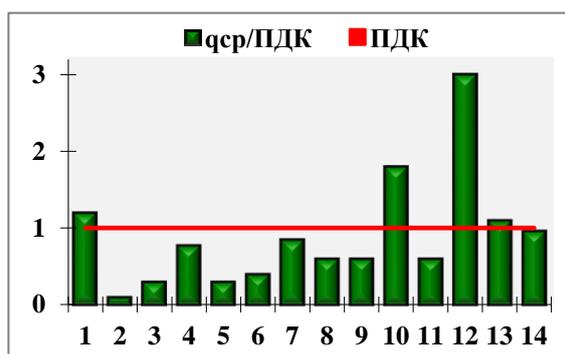


Рис. 3.17. Средние концентрации загрязняющих веществ в городах России
 1 - взвешенные вещества (232), 2 - диоксид серы (242), 3 - оксид углерода (237), 4 - диоксид азота (246), 5 - оксид азота (187), 6 - сероводород (120), 7 - сероуглерод (4), 8 - фенол (102), 9 - фторид водорода (31), 10 - хлорид водорода (32), 11 - аммиак (83), 12 - формальдегид (166), 13 - бенз(а)пирен (187), 14 - приземный озон (19).
 Цифры в скобках указывают количество городов, в которых проводились регулярные наблюдения за загрязняющими веществами.

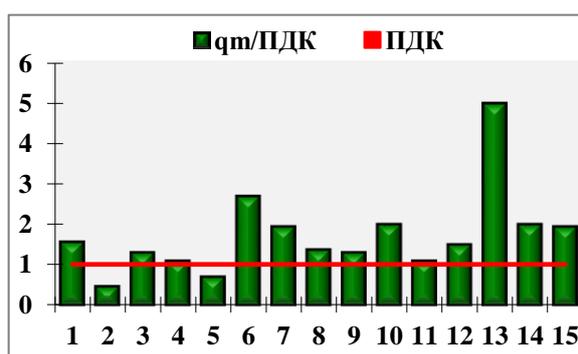


Рис. 3.18. Средние из максимальных концентрации загрязняющих веществ в городах России
 1 - взвешенные вещества, 2 - диоксид серы, 3 - оксид углерода, 4 - диоксид азота, 5 - оксид азота, 6 - сероводород, 7 - сероуглерод, 8 - фенол, 9 - фторид водорода, 10 - хлорид водорода, 11 - аммиак, 12 - формальдегид, 13 - бенз(а)пирен, 14 - этилбензол, 15 - приземный озон.

На рис. 3.17 показаны средние концентрации наиболее распространённых загрязняющих веществ в целом по городам России. Средние за год концентрации превысили ПДК: бенз(а)пирена – в 1,1 раза, взвешенных веществ – в 1,2 раза, хлорида водорода – в 1,8 раз, формальдегида – в 3,0 раза, других веществ не превысили 1 ПДК.

В целом по городам России средние из максимальных концентраций всех рассматриваемых загрязняющих веществ, кроме диоксида серы и оксида азота, превысили 1 ПДК. Средние из максимальных концентраций диоксида азота, аммиака, оксида углерода, фторида водорода, фенола, формальдегида, взвешенных веществ, приземного озона составили 1,1-1,9 ПДК, сероуглерода, хлорида водорода, этилбензола и сероводорода – 2,0-2,7 ПДК, бенз(а)пирена – 5,0 ПДК (рис. 3.18).

В 200 городах (81% городов, где проводятся наблюдения) с населением 73,2 млн чел. средние за год концентрации какого-либо вещества превысили 1 ПДК (рис. 3.19).

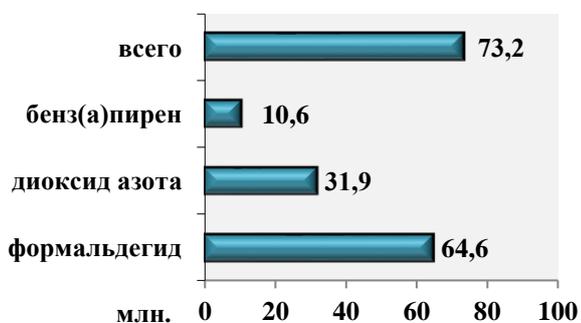


Рис. 3.19. Число жителей в городах (млн), находящихся под воздействием средних концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе выше 1 ПДК

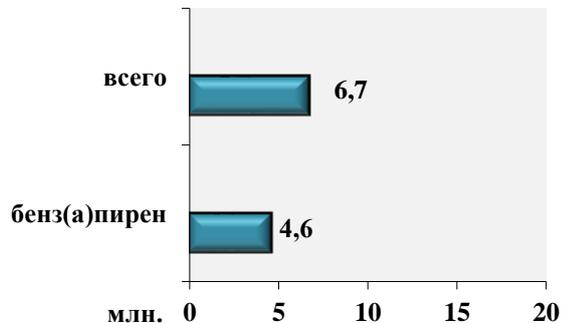


Рис. 3.20. Число жителей в городах (млн), находящихся под воздействием максимальных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе выше 10 ПДК

Средние за год концентрации формальдегида превысили 1 ПДК в 146 городах, взвешенных веществ – в 105 городах, диоксида азота – в 53 городах, бенз(а)пирена – в 43 городах.

Максимальные концентрации загрязняющих веществ превысили 10 ПДК в 30 городах (табл. 3.3). В них проживает 6,7 млн чел. (рис. 3.20). Наибольшие концентрации бенз(а)пирена превысили 5 ПДК – в 40 городах с населением 12,0 млн чел, из них превысили 10 ПДК в 23 городах с населением 4,6 млн чел. Максимальные концентрации сероводорода превысили 10 ПДК в 6 городах, диоксида серы – в 2 городах, взвешенных веществ, диоксида азота, оксида углерода, свинца и озона – в 1 городе. Всего за год было отмечено 188 случаев превышения 10 ПДК различными загрязняющими веществами.

Таблица 3.3. Перечень городов Российской Федерации, в которых были зарегистрированы случаи превышения максимальными концентрациями отдельных загрязняющих веществ предельно допустимых концентраций более чем в 10 раз в 2023 г.

Город	Загрязняющее вещество	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК ¹	Город	Загрязняющее вещество	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК ¹
Абакан	бенз(а)пирен ³	6	20,4	Петровск-Забайкальский	бенз(а)пирен ³	3	17,1
Альметьевск	сероводород	1	13,9				
Ачинск	бенз(а)пирен ³	1	28,0	Самара (район Волгарь)	сероводород	26	53,9
Братск	бенз(а)пирен ³	6	33,7	Свирск	бенз(а)пирен ³	4	50,9
Вихоревка	бенз(а)пирен ³	1	10,5	Селенгинск	бенз(а)пирен ³	4	28,5
Зима	бенз(а)пирен ³	4	27,9		сероводород	17	21,5
Канск	бенз(а)пирен ³	3	33,1	Улан-Удэ	озон	1	18,9
Кемерово	бенз(а)пирен ³	2	15,0		бенз(а)пирен ³	7	33,2
Красноярск	бенз(а)пирен ³	17	27,2		диоксид азота	1	14,7
Кызыл	бенз(а)пирен ³	6	43,2		оксид углерода	1	26,9
Лесосибирск	бенз(а)пирен ³	3	16,2	Усолье -Сибирское	бенз(а)пирен ³	4	16,1
Магнитогорск	свинец ²	1	23,2	Черемхово	бенз(а)пирен ³	5	27,7
Медногорск	диоксид серы	5	17,7	Черногорск	бенз(а)пирен ³	1	11,0
Минусинск	бенз(а)пирен ³	2	21,3	Чита	сероводород	2	18,1
Назарово	бенз(а)пирен ³	3	18,5		бенз(а)пирен ³	16	73,7
Нижний Тагил	бенз(а)пирен ³	1	10,4		PM10 ²	1	11,0

Город	Загрязняющее вещество	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК ¹	Город	Загрязняющее вещество	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК ¹
Новодвинск	сероводород	9	25,1	Шелехов	бенз(а)пирен ²	1	14,0
Новокузнецк	бенз(а)пирен ³	5	32,2				
Норильск	диоксид серы	16	24,3	Южно-Сахалинск	взвешенные вещества ²	1	26,7
	сероводород	1	14,3				

¹ Приведены наибольшие разовые концентрации загрязняющих веществ, 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.}

В 2023 г. список городов с уровнем загрязнения, соответствующим значению ИЗА_{≥14}, включает 33 города с общим числом жителей в них 10,1 млн человек (таблица 3.4).

Таблица 3.4. Города со значением ИЗА_{≥14} и вещества, его определяющие в 2023 г.

Город	Вещества, определяющие уровень ЗА	Город	Вещества, определяющие уровень ЗА
Ачинск	Ф, БП, ВВ, NO ₂ , NO	Новокузнецк	БП, Ф, ВВ, NO ₂ , PM2.5
Братск	БП, Ф, CS ₂ , ВВ, NH ₃	Новочеркасск	Ф, ВВ, NO ₂ , CO, NO
Бийск	HCl, Ф, БП, ВВ, NO ₂	Петровск-Забайкальский	БП, H ₂ S, ВВ, SO ₂ , NO
Волгоград	Ф, HCl, Mn, ВВ, HF	Ростов-на-Дону	Ф, ВВ, HF, NO ₂ , фенол
Зима	БП, Ф, HCl, ВВ, NO ₂	Свирск	БП, ВВ, Mn, NO ₂ , SO ₂
Златоуст	Ф, Mn, ВВ, NO ₂ , Ni	Селенгинск	БП, Ф, ВВ, H ₂ S, O ₃ ,
Канск	БП, ВВ, NO ₂ , NO, SO ₂	Томск	HCl, Ф, ВВ, Mn, метанол
Красноярск	БП, Ф, ВВ, HCl, NO	Тула	Ф, NH ₃ , ВВ, CO, NO ₂
Курск	Ф, ВВ, NO ₂ , CO, NH ₃	Улан-Удэ	БП, Ф, ВВ, медь, фенол
Кызыл	БП, Ф, ВВ, NO ₂ , фенол	Усолье-Сибирское	БП, Ф, ВВ, Mn, HCl
Лесосибирск	Ф, БП, ВВ, NO ₂ , фенол	Челябинск	Ф, Mn, HF, БП, O ₃
Магадан	Ф, Mn, фенол, БП, NO ₂	Черемхово	БП, ВВ, NO ₂ , SO ₂ , NO
Магнитогорск	Ф, O ₃ , ВВ, БП, Mn	Череповец	Mn, Ф, ВВ, БП, NO ₂
Миллерово	Ф, CO, NO ₂ , SO ₂ , NO	Чита	БП, Ф, фенол, ВВ, Mn
Минусинск	БП, Ф, ВВ, NO ₂ , фенол	Шелехов	Ф, БП, ВВ, NO ₂ , NO
Назарово	БП, Ф, ВВ, CO, NO ₂	Южно-Сахалинск	Ф, БП, NO ₂ , ВВ, углерод (сажа)
Нижний Тагил	Ф, БП, Mn, ВВ, NO ₂		

БП – бенз(а)пирен, ВВ – взвешенные вещества, PM2.5 – взвешенные частицы фракции PM2.5, Ф – формальдегид, CO – оксид углерода, HCl – хлорид водорода, H₂S – сероводород, NH₃ – аммиак, NO₂ – диоксид азота, NO – оксид азота, O₃ – приземный озон, CS₂ – сероуглерод, SO₂ – диоксид серы, Mn – марганец, Ni – никель, HF – фторид водорода
Выделены вещества с наибольшим вкладом в уровень ЗА.

Для проведения сравнительного анализа качества воздуха в городах из полного перечня веществ, определяемых в каждом городе, комплексный ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций пяти загрязняющих веществ, вносящих наибольший вклад в уровень загрязнения. Показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха. При формировании перечня городов учитываются также показатели, характеризующие уровень кратковременного воздействия загрязненного воздуха: стандартный индекс и наибольшая повторяемость превышения ПДК_{м.р.}

В связи с установленными СанПиН 1.2.3685-21 более низкими величинами ПДК_{с.г.} по сравнению с использовавшимися ранее ПДК_{с.с.} произошло изменение оценок уровней загрязнения атмосферного воздуха в городах, а также перечней и приоритета веществ, определяющих ИЗА, в основном за счет ужесточения нормативов для взвешенных веществ, формальдегида, фенола, хлорида водорода, углерода (сажи), марганца и никеля.

Основной вклад в оценку уровня загрязнения в большинстве городов со значением ИЗА_{≥14} вносит бенз(а)пирен, в наибольших количествах поступающий в атмосферный воздух в результате сжигания твердого топлива.

В 2023 г. список городов со значением ИЗА_{≥14} по сравнению с 2022 г. сократился на 7 городов. В 2023 г. из списка вышли 14 городов: Абакан, Вихоревка, Кемерово, Нижневартовск, Норильск, Тулун, Чегдомын, Черногорск, расположенных в АЧР, Димитровград, Серпухов, Махачкала, Новоульяновск Новочебоксарск, Пенза, расположенных в ЕЧР.

Совместный анализ изменений метеорологических условий и уровня загрязнения атмосферного воздуха показывает, что сложившиеся погодные условия на АЧР способствовали снижению концентраций бенз(а)пирена в отопительный сезон в Абакане, Вихоревке, Кемерове, Тулуне, Чегдомыне, Черногорске. В январе атлантические циклоны двигались по северным траекториям, смещаясь в районы Западной Сибири и затем на юг Восточной Сибири, принося с собой теплую погоду с выпадением большого количества осадков в виде снега. Средняя за месяц температура на 2-5°С градуса превысила средние многолетние значения, что способствовало снижению нагрузки на топливно-энергетический комплекс.

Норильск вышел из списка, т.к. оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха соответствует значению ИЗА>7. Выбросы от стационарных источников и выбросы диоксида серы снизились по сравнению с 2022 г. на 140 тыс. т (8%). Вместе с тем, в Центральном районе Норильска концентрации трех загрязняющих веществ – диоксида серы, взвешенных веществ и озона превышали гигиенические нормативы. Отмечено 16 случаев превышений 10 ПДКм.р. диоксида серы длительностью от 20 мин. до 1 часа 20 мин., один случай – сероводорода длительностью 1 час. 20 мин. Выявлен рост концентраций диоксида азота и взвешенных веществ. Снижение оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха в 2023 г. носит неустойчивый характер и может измениться в зависимости от объема выбросов загрязняющих веществ.

Из списка городов со значением ИЗА≥14 в результате снижения концентраций формальдегида и диоксида азота вышли расположенные на ЕЧР города Серпухов, Махачкала, Новочебоксарск, Пенза и Нижневартовск, расположенный в центре Западной-Сибири. Большое количество осадков и низкие июльские температуры воздуха препятствовали протеканию фотохимических процессов и образованию вторичных загрязняющих веществ.

В 2023 г. прекращено функционирование пунктов территориальной системы наблюдений Ульяновской области в Новоульяновске и в Димитровграде, что не позволило оценить уровень загрязнения воздуха в Новоульяновске и повлияло на снижение оценки уровня загрязнения воздуха в Димитровграде.

В 2023 г. в список городов со значением ИЗА≥14 вошли Волгоград, Миллерово, Ростов-на-Дону, расположенные на юге ЕЧР, и Бийск, Назарово, Магадан, расположенные на АЧР. В этих городах отмечен рост концентраций формальдегида, особенно заметный в августе. Август оказался самым тёплым в истории регулярных метеонаблюдений в России, т.е. с 1891 г., что дополнительно способствовало образованию формальдегида в атмосфере. В вошедшем в список Петровске-Забайкальском концентрации БП увеличились по сравнению с 2022 г. более чем в 2 раза. На температурный режим Забайкалья в январе существенное влияние оказали полярные антициклоны и расположение северной периферии Сибирского максимума.

В большинстве городов с оценкой уровня загрязнения атмосферного воздуха, соответствующей значению ИЗА≥14, основными источниками выбросов являются предприятия топливно-энергетического комплекса. В 13 городах из них имеются предприятия черной и цветной металлургии, алюминиевой промышленности, в 9 – химической, в 11 – лесной и деревообрабатывающей.

Из 33 городов с уровнем загрязнения, соответствующим значению ИЗА≥14, 26 городов расположены на территории Азиатской части России.

Среднегодовые концентрации превысили санитарно-гигиенические нормативы: 5 загрязняющих веществ - в Волгограде, Магнитогорске, Нижнем Тагиле, Новокузнецке, Селенгинске, Чите и Южно-Сахалинске, 6 – в Челябинске, 8 – в Красноярске и Улан-Удэ.

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

Количество городов и пунктов наблюдений в каждом из 80 субъектов Российской Федерации, где проводятся регулярные наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы, а также общее число городов со значениями основных показателей качества воздуха: ИЗА>7, Q>ПДК (Q – средняя за год концентрация любого вещества), СИ>10 и НП≥ 20 указано в таблице 3.5.

Таблица 3.5. Характеристики качества воздуха в субъектах РФ в 2023 г.

Субъекты РФ	Количество						Население (%) в городах с оценкой по ИЗА>7
	городов	пунктов	городов, в которых				
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха	ИЗА>7	Q >ПДК	СИ >10	НП >20		
Центральный федеральный округ							
г. Москва	1	17	1	1	0	0	100
Белгородская обл.	3	8	2	2	0	0	71
Брянская обл.	1	4	1	1	0	0	50
Владимирская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Воронежская обл.	1	5	1	1	0	0	67
Ивановская обл.	2	3	1	2	0	0	55
Калужская обл.	1	2	1	1	0	0	41
Костромская обл.	2	5	0	1	0	0	0
Курская обл.	1	3	1	1	0	0	62
Липецкая обл.	1	7	1	1	0	0	71
Московская обл.	9	18	3	6	0	0	10
Орловская обл.	1	4	0	1	0	0	0

Субъекты РФ	Количество						Население (%) в городах с оценкой по ИЗА>7
	городов	пунктов	городов, в которых				
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА>7	Q >ПДК	СИ >10	НП >20	
Рязанская обл.	1	6	1	1	0	0	69
Смоленская обл.	1	3	0	1	0	0	0
Тамбовская обл.	1	3	0	1	0	0	0
Тверская обл.	1	1	0	1	0	0	0
Тульская обл.	3	10	3	3	0	0	54
Ярославская обл.	3	8	1	3	0	0	62
Всего по округу	34	111	17	29	0	0	57
Северо-Западный федеральный округ							
г. Санкт-Петербург	1	22	0	1	0	0	0
Республика Карелия	3	3	0	1	0	0	0
Республика Коми	4	9	1	3	0	0	9
Архангельская обл.	4	8	2	3	1	0	49
Вологодская обл.	2	8	1	2	0	0	38
Калининградская обл.	1	5	0	1	0	0	0
Ленинградская обл.	6	7	0	0	0	0	0
Мурманская обл.	9	18	4	4	0	0	57
Новгородская обл.	3	5	0	0	0	0	0
Псковская обл.	2	2	0	2	0	0	0
Ненецкий АО	1	1	0	0	-	-	0
Всего по округу	36	88	8	17	1	0	9
Южный федеральный округ							
г. Севастополь	1	1	0	1	0	0	0
Республика Адыгея	-	-	-	-	-	-	-
Республика Калмыкия, респ.	-	-	-	-	-	-	-
Республика Крым, респ.	5	11	1	5	0	0	3
Астраханская обл.	7	11	1	4	0	0	86
Волгоградская обл.	2	5	2	2	0	0	69
Ростовская обл.	12	24	7	11	0	2	70
Краснодарский край	3	8	2	2	0	0	37
Всего по округу	30	60	13	25	0	2	48
Северо-Кавказский федеральный округ							
Республика Дагестан	1	3	1	1	0	1	42
Республика Ингушетия	-	-	-	-	-	-	-
Кабардино-Балкарская Республика	-	-	-	-	-	-	-
Карачаево-Черкесская Республика	1	1	0	0	0	0	0
Республика Северная Осетия - Алания	1	2	1	1	0	0	70
Чеченская Республика	-	-	-	-	-	-	-
Ставропольский край	5	9	0	1	0	0	0
Всего по округу	8	15	2	3	0	1	18
Уральский федеральный округ							
Курганская обл.	1	5	1	1	0	0	63
Свердловская обл.	5	18	3	5	1	0	52
Тюменская обл.	2	8	0	2	0	0	0
Челябинская обл.	3	17	3	3	1	0	63
Ханты-Мансийский АО – Югра	4	4	2	4	0	0	42
Ямало-Ненецкий АО	3	5	0	1	0	0	0
Всего по округу	18	57	9	16	2	0	46
Приволжский федеральный округ							
Республика Башкортостан	5	20	4	5	0	0	62
Республика Марий Эл	-	-	-	-	-	-	-
Республика Мордовия	1	4	1	1	0	0	65
Республика Татарстан	4	21	3	3	1	0	66
Удмуртская Республика	1	7	1	1	0	0	68
Чувашская Республика	2	5	1	2	0	0	17
Пермский край	4	14	3	4	0	0	67
Кировская обл.	2	6	0	1	0	0	0
Нижегородская обл.	4	17	1	3	0	0	9
Оренбургская обл.	5	13	3	5	1	0	30
Пензенская обл.	1	4	1	1	0	0	60
Самарская обл.	9	34	5	9	1	0	85
Саратовская обл.	2	9	2	2	0	0	55
Ульяновская обл.	3	9	3	3	0	0	82
Всего по округу	43	163	28	40	3	0	53
Сибирский федеральный округ							

Субъекты РФ	Количество						Население (%) в городах с оценкой по ИЗА>7
	городов	пунктов	городов, в которых				
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха	ИЗА>7	Q >ПДК	СИ >10	НП >20		
Республика Алтай	-	-	-	-	-	-	-
Республика Тыва	1	3	1	1	1	0	64
Республика Хакасия	3	4	2	3	2	0	72
Алтайский край	2	8	2	2	0	0	67
Красноярский край	7	21	7	7	7	0	73
Иркутская обл.	18	39	11	16	7	0	74
Кемеровская обл.	3	18	2	3	2	1	49
Новосибирская обл.	3	13	0	3	0	0	0
Омская обл.	1	11	0	1	0	0	0
Томская обл.	1	7	1	1	0	0	76
Всего по округу	39	124	26	37	19	1	47
Дальневосточный федеральный округ							
Республика Бурятия	3	7	3	3	2	0	82
Республика Саха (Якутия)	4	7	0	3	0	0	0
Забайкальский край	3	8	2	3	2	1	53
Камчатский край	2	6	0	1	0	0	0
Приморский край	5	11	1	4	0	0	42
Хабаровский край	4	10	3	4	0	0	80
Амурская обл.	3	3	1	3	0	0	4
Магаданская обл.	1	3	1	1	0	0	71
Сахалинская обл.	5	9	1	4	1	2	53
Еврейская авт. обл.	1	1	1	1	0	0	67
Чукотский АО	2	2	0	0	0	0	0
Всего по округу	33	67	13	27	5	3	55
Новые субъекты РФ							
Донецкая Народная Республика	4	11	2	4	-	1	59 ³
Луганская Народная Республика	2	7	2	2	-	-	38
Запорожская обл.	-	-	-	-	-	-	-
Херсонская обл.	-	-	-	-	-	-	-
Всего по новым субъектам	6	18	4	6	-	1	56
Всего по РФ	247	703	120	200	30	8	47

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

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

В 120 городах на территориях 56 субъектов (из 80), для которых был определен уровень загрязнения по комплексному ИЗА, качество атмосферного воздуха характеризовалось значением ИЗА>7. В 24 субъектах РФ городов с качеством атмосферного воздуха, характеризующимся значением ИЗА>7, не было отмечено.

На территории Мурманской области и Республики Башкортостан расположено по 4 города с оценкой уровня загрязнения атмосферного воздуха, соответствующего значению ИЗА>7, в Самарской области – 5 таких городов, в Красноярском крае, Ростовской области – по 7 городов и в Иркутской области – 11 городов.

В 25 субъектах РФ, где наблюдения проводятся только в 1-3 городах, во всех городах качество атмосферного воздуха характеризовалось значением ИЗА>7.

В 42 субъектах РФ более 47% городского населения находилось под воздействием воздуха уровень загрязнения которого соответствует значению ИЗА>7, из них в 7 (г. Москва, Астраханская, Томская, Самарская и Ульяновская области, Хабаровский край, Республика Бурятия) – более 75% городского населения.

В 200 городах РФ средняя за год концентрация одного или нескольких веществ превысила ПДК (Q>1 ПДК). В Республике Башкортостан и Крым, в Свердловской и Оренбургской областях расположено по 5 таких городов, в Московской области – 6, в Красноярском крае – 7, в Самарской области – 9, в Ростовской области – 11 и в Иркутской области – 16.

В 30 городах 14 субъектов Российской Федерации максимальная концентрация какого-либо вещества превысила 10 ПДК (СИ>10). В Республиках Бурятия и Хакасия, в Забайкальском крае и в Кемеровской области расположено по 2 таких города, в Красноярском крае и в Иркутской области – 7 городов.

Наибольшая повторяемость превышения ПДК любым загрязняющим веществом равная или более 20% отмечалась в 8 городах 6 субъектов Российской Федерации.

³Численность населения Донецкой Народной Республики на 1 января 2022 года (http://gosstat-dnr.ru/pdf/naselenie/chisl_naselenie_0122.pdf), Луганской Народной Республики (http://gkslnr.su/files/chisl_250122.pdf)

3.2. Загрязнение почвенного покрова

3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения

В 2014-2023 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 др. проводились на территориях Республик: Башкортостан, Татарстан, Чувашской, Приморского края, Иркутской, Кемеровской, Московской, Нижегородской, Новосибирской, Томской, Омской, Оренбургской, Самарской и Свердловской областей. Для каждой территории обследования определён свой перечень ТПП, измеряемых в почве. В 2023 г. наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились в районе 47 населённых пунктов. Для определения в почвах содержания массовых долей ТМ, мышьяка, НП, фтора, сульфатов, БП, полихлорбифенилов (ПХБ) и нитратов было обследовано 39, 5, 32, 19, 9, 3, 1 и 17 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 не позволяют достоверно утверждать об изменениях уровней массовых долей ТМ в почвах за пятилетний или даже за более продолжительный период наблюдений. В целом, почвы территорий промышленных центров и районов, к ним прилегающих, загрязнены ТМ, которые могут накапливаться при постоянном техногенном воздействии загрязняющих веществ, поступающих из атмосферы и другими путями.

В 2023 г. в почвах измерялись массовые доли алюминия, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, никеля, свинца, ртути, олова, хрома, цинка и мышьяка 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, машиностроения и металлообработки, топливной и энергетической, химической и нефтехимической промышленности, предприятия по производству строительных материалов.

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

Данные многолетних наблюдений, представленные на рис. 3.21 демонстрируют, что к умеренно опасной и опасной категориям загрязнения относятся почвы населённых пунктов, расположенных вблизи предприятий черной и цветной металлургии.

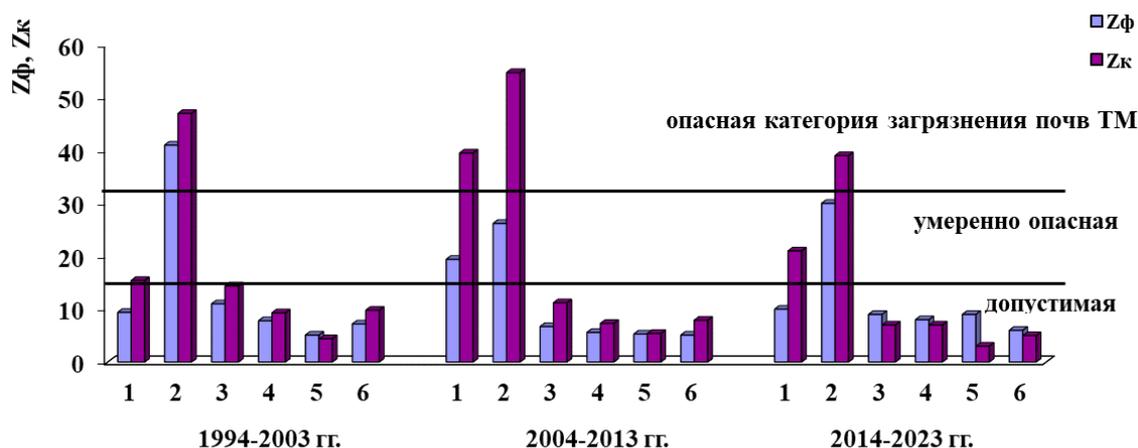


Рис. 3.21. Динамика средних по отраслям промышленности усреднённых за несколько лет показателей загрязнения почв комплексом ТМ Z_f и Z_k вокруг предприятий черной металлургии (1), цветной металлургии (2), машиностроения и металлообработки (3), топливной и энергетической промышленности (4), химической и нефтехимической промышленности (5), строительной промышленности и производства строительных материалов (6)

Результаты наблюдений с 2014 по 2023 гг. показали, что к опасной категории загрязнения почв металлами, согласно Z_f ($32 \leq Z_f < 128$), относятся почвы участка многолетних наблюдений г. Свирска ($Z_f=54$) Иркутской области, почвы г. Норильска Красноярского края ($Z_f=123$), почвы двухкилометровой зоны от ОАО «Электроцинк» в г. Владикавказ

(Zф=112), почвы однокилометровой зоны от ОАО «СУМЗ» (Zф=52) в г. Ревда и почвы ПМН г. Ревда (Zф=73), почвы городов Кировград (Zф=46) и Реж (Zф=49) Свердловской области, почвы спецназначения ул. Науки г.о.г. Дзержинск Нижегородской области (Zф=63), почвы промзоны г. Агидель Республики Башкортостан (Zф=98), почвы однокилометровой зоны от ПАО «НЕФАЗ» в г. Нефтекамск Республики Башкортостан (Zф=54).

За период наблюдений 2014-2023 гг. почвы 3,3% населенных пунктов отнесены к опасной категории загрязнения, 10,5% населенных пунктов к умеренно опасной категории загрязнения. Почвы 86,2% населённых пунктов (в среднем) по показателю загрязнения Zф относятся к допустимой категории загрязнения ТМ. Отдельные участки почв обследованных территорий могут иметь более высокую категорию загрязнения ТМ.

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 выявлено превышение 1 ПДК ТМ, не могут быть отнесены к допустимой категории загрязнения. Сравнение уровней массовых долей ТМ в очагах загрязнения почв ТМ, для которых не разработаны ПДК и ОДК, проводится с их фоновыми массовыми долями (Ф). Значение массовой доли ТМ, составляющее от 3 до 5 Ф и более (в каждом конкретном случае) служит показателем загрязнения почв данным ТМ. Опасность загрязнения тем выше, чем выше концентрация ТМ в почве и выше класс опасности ТМ.

В 2023 г. были продолжены наблюдения за содержанием ТМ в почве г. Полевской в районе расположения предприятия АО «Северский трубный завод», которое является одним из старейших металлургических предприятий России. Содержание некоторых ТМ в почвах г. Полевской в разные годы обследований представлено на рис. 3.22. Данные наблюдений 1993-2023 гг. показывают, что концентрации меди, цинка и никеля в почве в районе АО «Северский трубный завод» увеличиваются. По данным обследования 2023 г. среднее содержание кислоторастворимых форм цинка в почве соответствовало 1,3 ОДК, никеля - 3,3 ОДК, меди - 1,1 ОДК. Следует отметить, что средние концентрации подвижных форм цинка, никеля и меди в почве г. Полевской за весь период наблюдений превышали гигиенические нормативы в 2-5 раз (рис. 3.22).

Перечень населённых пунктов с опасной и умеренно опасной категорией загрязнения почв ТМ представлен в табл. 3.6.

Таблица 3.6. Перечень населённых пунктов РФ с умеренно опасной и опасной категорией загрязнения почв металлами (по данным наблюдений с 2014 по 2023 гг.)

Республика, край, область, населённый пункт	Год наблюдений	Зона обследования радиусом, км, вокруг источника	Приоритетные техногенные металлы
Опасная категория загрязнения почв $32 \leq Zф < 128$			
Иркутская область г. Свирск	2016	УМН-1, 0,5	Свинец, медь, кадмий
	2020		
Свердловская область г. Кировград	2018	От 0 до 5	Свинец, медь, цинк, кадмий
	2023		
г. Ревда	2014	ПМН	Медь, свинец, кадмий, цинк
	2022	ПМН	Медь, свинец, кадмий, цинк
г. Реж	2018	От 0 до 5	Никель, кадмий, медь
	2023		
Республика Северная Осетия-Алания г. Владикавказ	2015	От 0,2 до 2	Кадмий, свинец, медь, цинк, ртуть
Красноярский край г. Норильск	2018	Территория города	Медь, никель, кобальт
Нижегородская область г.о.г. Дзержинск	2021	Земли спецназначения ул. Науки	Ртуть, свинец, медь
г. Новосибирск	2021	Кировский район	Олово, кадмий
г. Новосибирск	2022	От 0 до 1 км от ООО «НОК»	Олово, цинк, кадмий
Республика Башкортостан г. Агидель	2022	От 0 до 1 км от ООО «ЗСМ»	Медь, свинец, цинк
Республика Башкортостан г. Нефтекамск	2022	От 0 до 1 км от ПАО «НЕФАЗ»	Никель, свинец, цинк
Умеренно опасная категория загрязнения, $16 \leq Zф < 32$			
Иркутская область г. Свирск	2014	Территория города	Свинец, медь, кобальт, кадмий
	2022	УМН №1	Свинец, кобальт
г. Слюдянка	2023	Территория города	Медь, цинк, свинец
г. Черемхово	2014	Территория города	Свинец, медь, цинк
г. Шелехов	2020	От 0 до 10	Медь, никель, свинец, цинк
Кировская область г. Кирово-Чепецк	2018	От 0,5 до 5,5	Свинец, кадмий
	2019		
Нижегородская область г. Нижний Новгород	2014	Заречная часть	Цинк, медь, железо
Новосибирская область г. Новосибирск	2019	Территория города	Свинец, олово
	2022	Территория города	Свинец, олово
	2023	Территория города	Свинец, кадмий
Оренбургская область	2016	Территория города	Медь, свинец, кадмий

г. Орск			
г. Медногорск	2019	Территория города	Кадмий, медь, свинец, цинк
Приморский край	2016	От 0 до 20 от города	Свинец, кадмий, цинк
г. Дальнегорск	2023	Территория города	Свинец, кадмий, цинк
с. Рудная Пристань	2016	От 0 до 1 от села	Свинец, кадмий, цинк
	2023	От 0 до 1 от села	Свинец, кадмий, цинк
Республика Башкортостан	2020	От 0 до 4	Медь, цинк, свинец, кадмий
г. Баймак			
г. Давлеканово	2014	Территория города	Кадмий, свинец
г. Кумертау	2018	От 0 до 5	Медь, кадмий, цинк, свинец, никель
г. Учалы	2021	От 0 до 1	Цинк, медь, кадмий
Свердловская область	2014	Территория города	Никель, хром, кадмий
г. Асбест	2019	0 до 10	Никель, хром, кобальт
г. Верхняя Пышма	2017	От 0 до 1	Медь, никель, свинец
г. Ревда	2014	0 до 5	Медь, свинец, кадмий, цинк
	2016	УМН	
	2019	0 до 10	
г. Первоуральск	2014	Территория города	Свинец, медь, цинк, кадмий
г. Полевской	2023	От 0 до 12 от АО «СТЗ»	Медь, свинец, цинк, никель
Томская область	2019	Территория города	Медь, свинец, кадмий, цинк
г. Томск	2022	Территория города	Свинец, цинк
Кемеровская область	2021	Территория города	Цинк, медь
г. Новокузнецк			
Удмуртская Республика	2019	Территория города	Свинец, никель, кадмий, медь
г. Ижевск			
Республика Башкортостан	2022	Территория города	Медь, свинец, цинк
г. Агидель			

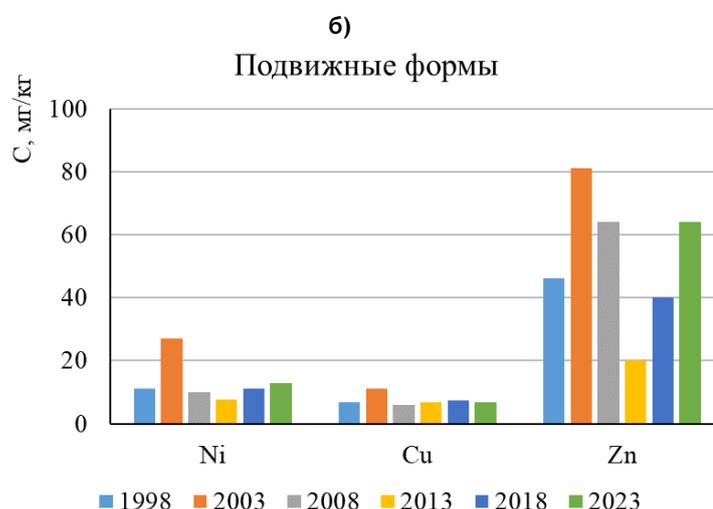
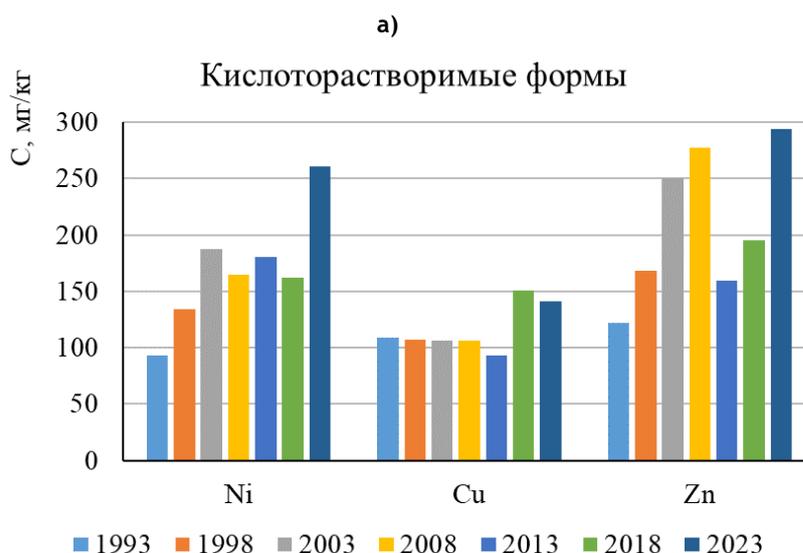


Рис. 3.22. Содержание кислоторастворимых (а) и подвижных (б) форм никеля, цинка и меди в почвах г. Полевской Свердловской области (0 12 км от АО «Северский трубный завод»)

Динамика средних значений массовых долей ТМ в почвах территорий отдельных городов или пунктов многолетних наблюдений (ПМН), обследованных на территориях Дальневосточного, Приволжского, Сибирского, Уральского и Центрального федеральных округов (ФО) в 2023 г., приведена в табл. 3.7.

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	Cr	Co
Центральный федеральный округ										
Орехово-Зуевский район, Московская область	2000	в	25	240	180	31	14	0,3	240	15
	2023	в	13,8	235,4	16,8	28,6	7,2	0,5	18,4	2,7
Дальневосточный федеральный округ										
Рудная Пристань, Приморский край	2007	в	539,3	904	6,9	544,1	48,3	3,9	21,1	4,7
	2016	в	732,1	560	10,6	263	30	1,9	–	–
	2023	в	440,7	839,5	9,4	300,2	19,8	1,2	–	–
	2007	п	197	96	–	185	1,7	1,5	–	–
	2016	п	931	64,4	–	42,2	2,8	0,76	–	–
	2023	п	77,7	121,7	<0,3	33,47	0,3	0,96	–	–
	2007	вод	–	0,17	–	0,65	0,08	–	–	–
	2016	вод	0,48	0,37	–	0,21	0,06	–	–	–
	2023	вод	–	0,1	–	0,23	–	–	–	–
Приволжский федеральный округ										
Арзамас, Нижегородская область	2012	к	<23,0	347,0	<14,0	150,0	17,0	<4,0	45,0	<2,8
	2013	к	44,0	311,0	49,0	112,0	75,0	<4,0	47,0	<1,1
	2014	к	<25,0	233	<16,0	64,0	13,0	<1,0	–	<8,0
	2022	к	<29,0	129,0	12,0	92,0	19,0	<0,7	26,0	<5,0
	2023	к	<35,0	219,0	15,0	70,0	17,0	<0,6	17,0	<6,0
Октябрьский, Республика Башкортостан	2007	к	25,0	–	95,0	82,0	36,0	0,2	–	–
	2013	к	36,0	485,0	44,0	41,0	10,0	–	–	12,0
	2023	к	36,0	–	30,0	42,0	24,0	2,8	–	–
Новочебоксарск, Чувашская Республика	1995	к	6	320	20	16	15	0,4	220	2,4
	1996	к	10	360	19	110	16	0,4	93	2,6
	2012	к	49	340	16	112	24	<4	36	4,2
	2013	к	51	105	39	38	38	<4	48	<1
	2023	к	<7	106	23	40	56	<0,5	23	9
Сибирский федеральный округ										
г. Слюдянка–п. Култук, Иркутская область	2017	к	17,7	677,3	52,1	107	45,7	0,4	–	3,3
	2023	к	17,7	240,0	2,1	72,4	19,5	0,1	–	4,2
Уральский федеральный округ										
Кировград, Свердловская обл.	2003	к	331	836	76	1576	895	8,9	166	28
	2008	к	252	949	77	1223	975	7,1	59	27
	2013	к	272	800	47	1381	851	6,2	66	26
	2018	к	305	826	87	1340	957	7,9	53	25
	2023	к	292	1070	71	1118	872	5,1	35	30
	2003	п	143	148	8,1	737	265	5,1	1,9	3,8
	2008	п	106	150	6,4	521	223	5,0	1,0	1,9
	2013	п	113	94	5,1	601	272	4,4	1,2	1,9
	2018	п	108	128	8,7	434	184	4,0	1,2	3,0
	2023	п	105	211	6,4	424	187	3,7	1,4	2,2

В Центральном федеральном округе наблюдения за загрязнением почв ТМ проводились в Орехово-Зуевском районе Московской области. Массовые доли всех анализируемых металлов не превышали допустимых гигиеническими нормативами значений. По суммарному показателю загрязнения почвы обследованной территории относятся к допустимой категории ($Z_{\phi}=6$).

В Дальневосточном федеральном округе обследовались почвы в районе г. Дальнегорск и с. Рудная Пристань Приморского края. Почвы обследуемых территорий загрязнены кадмием, свинцом и цинком. В почвах г. Дальнегорска среднее и максимальное содержание кислоторастворимых форм кадмия составило 2 и 8,5 ОДК, свинца – 6,6 и 23,6 ОДК, цинка - 5 и 13,5 ОДК соответственно. Средняя концентрация подвижных форм свинца соответствовала 8 ПДК, цинка - 2 ПДК. Максимальное содержание подвижных форм свинца было зафиксировано на уровне 17,7 ПДК, цинка - 9 ПДК. Согласно Z_{ϕ} , почвы г. Дальнегорска относятся к умеренно опасной категории загрязнения ТМ ($Z_{\phi}=27$). Среднее содержание кислоторастворимых форм кадмия на территории обследования в районе с. Рудная Пристань соответствовало 1 ОДК, свинца - 7 ОДК, цинка - 2,7 ОДК. Среднее содержание подвижных форм свинца соответствовало 12 ПДК, цинка - 1,5 ПДК. Максимальные концентрации подвижных форм свинца и цинка были

зафиксированы на уровне 22 и 3 ПДК соответственно. Почвы с. Рудная Пристань относятся к допустимой категории загрязнения ($Z_{\phi}=9,6$).

В Сибирском федеральном округе наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились в Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областях. Средние концентрации ТМ на обследуемой территории не превышали установленных нормативами значений. В почвах ПМН г. Новосибирска максимальная концентрация кадмия составила 1,2 ОДК, свинца - 2,8 ОДК, цинка - 1 ОДК. Максимальное содержание меди в почве г. Слюдянка соответствовало 1,3 ОДК, п. Култук - 3,3 ОДК. К умеренно опасной категории загрязнения ТМ, согласно Z_{ϕ} , относятся почвы ПМН г. Новосибирска ($Z_{\phi}=28,6$) и г. Слюдянка ($Z_{\phi}=23$).

В Уральском федеральном округе наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились в Свердловской области. К опасной категории загрязнения почв ТМ относятся почвы городов Кировград ($Z_{\phi}=40$) и Реж ($Z_{\phi}=48$), к умеренно опасной - г. Полевской ($Z_{\phi}=16$). Почвы в г. Кировград загрязнены кадмием (к 2,6 и 9,1 ОДК), медью (к 6,6 и 30 ОДК), никелем (к 1 и 3,5 ОДК), свинцом (к 2 и 9 ОДК), цинком (к 5,1 и 21 ОДК), г. Полевской - медью (к 1 и 3,7 ОДК), никелем (к 3,3 и 17 ОДК), цинком (к 1,3 и 6,2 ОДК), г. Реж - кадмием (к 6 и 39 ОДК), никелем (к 13 и 53 ОДК). В результате наблюдений было выявлено существенное загрязнение ТМ в подвижных формах почв городов Кировград (медь, кадмий, свинец, цинк), Полевской (медь, никель, цинк), Реж (медь, никель, свинец, цинк).

В Приволжском федеральном округе наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились на территориях Республик: Башкортостан, Татарстан, Чувашской, а также Нижегородской, Самарской и Оренбургской областей. К умеренно опасной категории загрязнения почв ТМ относятся почвы г. Киров ($Z_{\phi}=17,6$) Нижегородской области. Почвы остальных обследованных населенных пунктов, согласно Z_{ϕ} , относятся к допустимой категории загрязнения.

Отметим значительное загрязнение почв ТМ (среднее значение превышает 3 ПДК или 3 ОДК), установленное за последние пять лет наблюдений. При неоднократном обследовании почв города за этот период приведены уровни загрязнения по данным последнего года наблюдений. Здесь и далее первая цифра в скобках обозначает среднюю массовую долю ТМ в почвах обследованной территории, вторая цифра - максимальную массовую долю.

С 2019 по 2023 гг. было выявлено загрязнение почв: кадмием - в городах Кировград (к 3 и 9 ОДК), Ревда (ПМН к 4 и 10 ОДК), Реж (к 6 и 39 ОДК); марганцем - в г. Нижний Тагил (п 2,5 и 5,5 ПДК), Полевской (п 3 и 7 ПДК); медью - в городах Верхняя Пышма (однокилометровая зона вокруг источника к 4 и 19 ОДК, п 36 и 155 ПДК), Кировград (к 7 и 30 ОДК, п 62 и 300 ПДК), Первоуральск (п 13 и 63 ПДК), Ревда (к 3 и 15 ОДК, п 18 и 80 ПДК), Ревда (ПМН к 12 и 31 ОДК), Нижний Тагил (п 4 и 41 ПДК); никелем - в городах Полевской (п 3 и 25 ПДК), Реж (к 13 и 53 ОДК, п 10 и 33 ПДК); свинцом - в городах Верхняя Пышма (п 3 и 9 ПДК), Каменск-Уральский (п 3 и 10 ПДК), Кировград (п 18 и 70 ПДК), Медногорск (к 3 и 12 ПДК), Ревда (к 5 и 66 ОДК, п 4 и 18 ПДК), Ревда (ПМН к 3 и 5 ПДК, п 15 и 31 ПДК), Дальнегорск (к 6 и 23 ОДК, п 8 и 18 ПДК), с. Рудная Пристань (к 7 и 40 ОДК, п 12 и 23 ПДК); цинком - в городах Кировград (к 5 и 21 ОДК, п 18 и 135 ПДК), Ревда (ПМН к 3 и 11 ОДК, п 11 и 43 ПДК), Дальнегорск (к 5 и 14 ОДК), с. Рудная Пристань (к 3 и 7 ОДК).

В 2023 г. измерения массовых долей мышьяка в почве проводились в городах Тольятти, Новосибирске и Томске, а также с. Прокудское Новосибирской области и с. Ярское Томской области. Среднее и максимальное содержание токсиканта на обследованной территории г. Новосибирска составило 2,7 и 20 ОДК соответственно. В г. Томске, г. Тольятти, селах Прокудское и Ярское содержание мышьяка в почвах не превышало установленных нормативов.

Загрязнение почв фтором

Наблюдения за загрязнением почв водорастворимыми соединениями фтора в 2023 г. проводились на территориях Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Самарской и Томской областей, за загрязнением атмосферных выпадений фтористыми соединениями - в Иркутской области. Среднее содержание водорастворимых соединений фтора в почвах обследованных территорий не превышало допустимых гигиеническими нормативами значений. Максимальные концентрации фторидов были зафиксированы в почвах г. Тольятти (2 ПДК) и ПМН г. Новокузнецка (1,2 ПДК).

За последние пять лет (с 2019 по 2023 гг.) было выявлено загрязнение почв водорастворимыми соединениями фтора (выше 1 ПДК) отдельных участков в районе и/или на территории городов Братск, Новокузнецк, Зима, Свирск и Шелехов.

В 2023 г. в Иркутской области в зоне влияния выбросов ПАО «РУСАЛ Братск» и его филиалов были продолжены наблюдения за атмосферными выпадениями соединений фтора в городах Братск, Иркутск, Шелехов и п. Листвянка. Среднегодовое значение плотностей выпадений фторидов в растворимой и нерастворимой форме (3,43 кг/км²·месяц), зарегистрированное в районе п. Листвянка, принято за фоновое. Средняя плотность выпадений фторидов в городах Братск, Иркутск и Шелехов составила 15 Ф, 6,3 Ф и 4,7 Ф соответственно. Максимальная интенсивность атмосферных выпадений фторидов была отмечена в июле (37 Ф) на расстоянии 12 км от ПАО «РУСАЛ Братск» в районе Телецентра, в г. Иркутске - в апреле (19 Ф), в г. Шелехове - в апреле (14 Ф). Максимальная среднегодовая плотность выпадений фтористых соединений была отмечена в 3,5 км от ПАО «РУСАЛ Братск» в мкр. Чекановский (21,7 Ф). Следует отметить, что в 2023 г. по сравнению с предыдущим годом, интенсивность атмосферных выпадений фторидов в г. Иркутске увеличилась в 2 раза, в г. Шелехове - снизилась в 2 раза.

В 2023 г. на территории г. Братска были продолжены наблюдения за содержанием валовых форм фтора в почвах. Основным источником загрязнения Братского района фтористыми соединениями является Братский алюминиевый завод (ПАО «РУСАЛ-Братск»). Содержание фторидов определялись в почвенных горизонтах 0-5 и 5-10 см. Результаты наблюдений показывают, что за период 2014-2023 гг. концентрации валовых форм фторидов в почвах обследованной территории увеличиваются (рис. 3.23). В 2023 г. средние значения содержания фторидов в почвенных горизонтах 0-5 см и 5-10 см составили 51 Ф и 34 Ф соответственно.

Загрязнение почв нефтепродуктами, бенз(а)пиреном и полихлорированными бифенилами

В 2023 г. наблюдения за массовой долей нефтепродуктов (НП) в почвах проводились на территориях Западной Сибири, Республик: Татарстан, Чувашской, а также Иркутской, Нижегородской, Оренбургской 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.

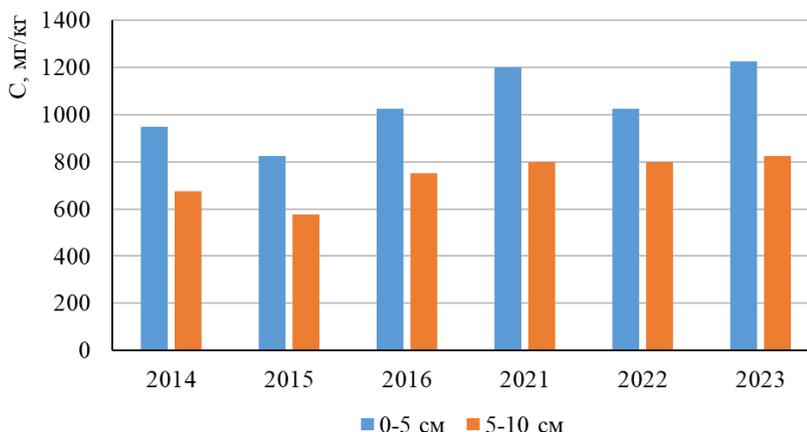


Рис. 3.23. Динамика изменений содержания валовых форм фтора в почвах на территории г. Братска Иркутской области в 2014-2023 гг.

Среднее содержание НП в почвах г. Казани превысило фоновый уровень в 3 раза, в г. Нижнекамске в 6 раз, в г. Набережные Челны в 5 раз. Загрязнение почв НП было выявлено в почвах г. Арзамаса, среднее значение концентрации НП на всей территории обследования соответствовало 38 Ф (1303 мг/кг), максимальное – 265 Ф (9020 мг/кг). Средняя концентрация НП в почвах г. Тольятти составила 561,5 мг/кг (11 Ф), максимальная - 2228 мг/кг (45 Ф). В почвах г. Киров было выявлено загрязнение НП, среднее соответствовало 5 Ф (592 мг/кг), максимальное - 26 Ф (3070 мг/кг). Средняя концентрация НП в почвах г. Нижнего Новгорода составила 253 мг/кг (5 Ф), максимальная – 1091 мг/кг (22 Ф). На территории г. Новочебоксарск содержание НП в почве не превышало 301 мг/кг. Средняя концентрация НП в почве г. Кстово составила 342 мг/кг (7 Ф), максимальная – 2010 мг/кг (43 Ф). Отдельные участки почв Советского административного округа г. Омска были загрязнены НП (8-11 Ф, Ф 154,8 мг/кг).

В 2023 г. на содержание нефтепродуктов обследовались почвы в районе с. Кубанка Переволоцкого района Оренбургской области, пострадавшего в результате разлива нефтепродуктов (АО «Оренбургнефть»). Средняя концентрация НП в районе с. Кубанка составила 237,7 мг/кг, максимальная - 615,6 мг/кг.

В 2023 г. продолжились наблюдения за загрязнением почв нефтепродуктами в районе аварии, произошедшей 4 марта 1993 г. в результате проведения строительных работ в 7 км южнее г. Ангарска на 840 км нефтепровода «Красноярск-Иркутск». Вблизи села Еловка Ангарского района Иркутской области утечка нефти из нефтепровода составила 7955 т. Площадь первоначального загрязнения составила 2,5 га. Разлитая слоем 15 см по поверхности почвы нефть была частично откачена, верхний слой грунта снят и вывезен. Обследования проводились в 1994, 1995, 2004 гг., далее каждые три года, начиная с 2005 г. Динамика изменения содержания НП в почвах в районе с. Еловка приведена на рис. 3.24. Результаты обследования, представленные на рис. 3.24 демонстрируют тенденцию к снижению содержания НП в зоне аварийного разлива нефти (зона нефтяного пятна) в последние годы наблюдений.

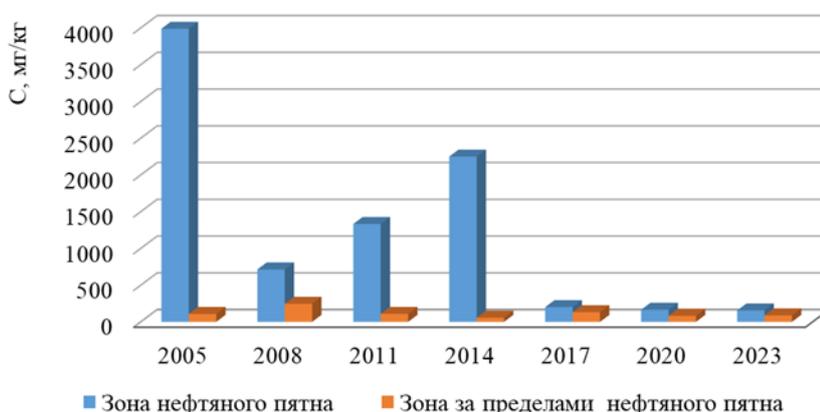


Рис. 3.24. Многолетняя динамика изменений содержания нефтепродуктов в почвах с. Еловка Иркутской области

Наблюдения за загрязнением почв бенз(а)пиреном (БП) в 2023 г. осуществлялись в районе г. Дальнегорск и с. Рудная Пристань Приморского края, а также на территории г. Тольятти Самарской области. Средняя и максимальная концентрации БП в почвах с. Рудная Пристань и г. Тольятти не превышали 0,5 ПДК. Среднее содержание БП в почвах г. Дальнегорска составило 1 ПДК (0,02 мг/кг), максимальное - 5,5 ПДК (0,111 мг/кг).

На территории г. Тольятти проводились наблюдения за содержанием в почвах ПХБ. Среднее и максимальное содержание суммы изомеров ПХБ в почве г. Тольятти составило 0,5 ОДК и 0,6 ОДК соответственно.

Загрязнение почв нитратами и сульфатами

Наблюдения за уровнем загрязнения почв нитратами проводились на территориях Западной Сибири, Самарской и Свердловской областей. По результатам обследования было выявлено, что средние значения содержания нитратов в почвах обследованных населенных пунктов не превысили гигиенических нормативов. Максимальные концентрации на уровне 0,8 ПДК были выявлены в г. Новосибирске. В целом наблюдается тенденция к снижению содержания нитратов в почвах или сохранению его на уровне содержания за последние пять лет.

Наблюдения за загрязнением почв сульфатами осуществлялись на территориях Приморского края, Иркутской и Самарской областей. На обследованных территориях населенных пунктов Приморского края и Самарской области средние и максимальные концентрации сульфатов в почвах не превысили ПДК. Среднее содержание сульфатов в почвах в районе г. Слюдянка (Иркутская область) составило 1,3 ПДК, максимальное – 1,8 ПДК. Средняя концентрация сульфатов в почве п. Култук (Иркутская область) превысила ПДК в 1,4 раза, максимальная - в 1,8 раза.

В целом в 2023 г. в почвах обследованных в 2023 г. территорий населенных пунктов РФ наблюдается как увеличение или уменьшение, так и сохранение на прежнем уровне в пределах варьирования массовых долей ТПП по сравнению с результатами предыдущих наблюдений.

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. Также в почвах сохраняются остаточные количества (ОК) ранее применявшихся персистентных пестицидов, в том числе входящих в список стойких органических загрязняющих веществ (СОЗ) Стокгольмской конвенции.

В 2023 г. были выборочно обследованы почвы различного типа на территориях 39 субъектов Российской Федерации, общая обследованная площадь составила 32,5 тыс. га. Объем выполненных государственной наблюдательной сетью работ для определения содержания пестицидов в почвах на территории Российской Федерации представлен на рис. 3.25.

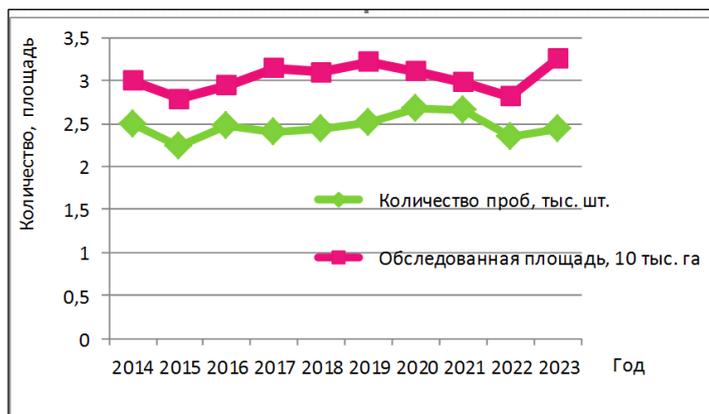


Рис. 3.25. Объем работ для определения содержания пестицидов в почвах на территории Российской Федерации

Обследовались сельскохозяйственные угодья и зоны отдыха на территории 118 районов, в 151 хозяйствах. На территориях 6 субъектов Российской Федерации были обследованы почвы вокруг 7 складов и мест захоронения пестицидов, непригодных или запрещенных к применению.

Основным критерием экологического состояния почв в Российской Федерации являются предельно допустимые и ориентировочно допустимые концентрации вредных веществ. Гигиенические нормативы устанавливают максимально допустимые уровни содержания действующих веществ пестицидов и их опасных метаболитов в объектах окружающей среды. Так как в настоящее время отсутствуют нормативы содержания ДДТ в почве и других объектах, тенденции распространения ДДТ и качества почвы в 2023 г. оценивались по действовавшему ранее нормативу (0,1 мг/кг).

В 2023 г. загрязненные площади составили:

- 2,4-Д - 2,3% от обследованной площади 7300 га (рис. 3.26), в 2022г. 1% от обследованной площади 9840 га - в 2021 г - 0,1% от обследованной площади 10676 га, в 2020 г. - 0,2% от обследованной площади 10041 га, в 2019 г. - 4,2% от обследованной площади 9830 га, в 2018 г. - 0,5 % от обследованной площади 13100 га;

- атразин - 3,8 % от обследованной площади 545 га, в период 2022-2019 гг. загрязненные пестицидом территории отсутствовали.

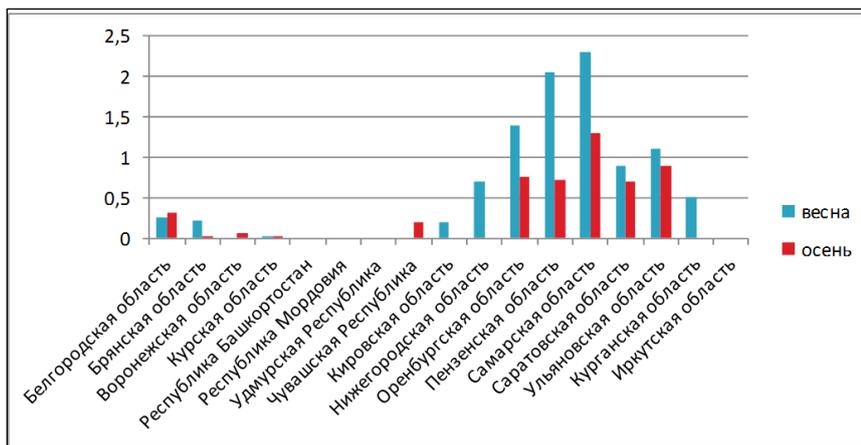


Рис. 3.26. Максимальное содержание в почвах 2,4-Д в долях ПДК, выявленное в почвах субъектов РФ в 2023 г.

Стоит отметить, что наиболее высокое содержание хлорорганических пестицидов, также, как и в предыдущие годы, наблюдается на территориях садов и зон отдыха, почва которых не подвергается механической обработке. В 2023 г. по сравнению с предыдущим годом концентрации пестицида ДДТ в Курской, Тамбовской, Ростовской областях снизились. В Республике Мордовия максимальное содержание суммарного ДДТ осенью было выявлено только на одном участке на уровне 0,02 мг/кг (в 2022 г. - 1,75 мг/кг). В Тамбовской области среднее содержание весной составляло 0,14 мг/кг (в 2022 г. - 0,255 мг/кг, а осенью - 0,13 мг/кг (в 2022 г. - 0,308 мг/кг).

Также в 2023 г. в Самарской области были выявлены единичные участки почвы, загрязненные далапоном (1,2 ПДК) на площади 9 га из 216 га обследованной.

Центральный федеральный округ. В 2023 г. на территории ЦФО были обследованы почвы Белгородской, Брянской, Владимирской, Воронежской, Костромской, Курской, Липецкой, Московской, Рязанской, Тамбовской, Тульской и Ярославской областей общей площадью 3551,4 га. В почвах определялось содержание хлорорганических инсектицидов, 2,4-Д, триазиновых гербицидов и трифлуралина.

В 2023 г. на территории ЦФО площадь загрязнения суммарным ДДТ и суммарным ГХЦГ составила 1650 га. Содержание суммарного ДДТ превышало 0,1 мг/кг на площади 78,9 га (в 2022 г. - 92,6 га). В Курской области максимум был зафиксирован осенью и составил 0,15 мг/кг. Минимальное среднее содержание ДДТ наблюдалось в Белгородской, Брянской, Воронежской, Тульской областях, где ОК не превышали 0,007 мг/кг.

Содержание суммарного ГХЦГ в отобранных образцах не превышало 0,17 ПДК, что соответствует уровню последних лет. В Белгородской, Брянской, Воронежской и Тамбовской областях данный пестицид не был выявлен. Лишь в Курской области в некоторых пробах выявлен суммарный ГХЦГ на уровне 0,001 мг/кг.

Гербициды трифлуралин и 2,4-Д активно применяются на сельхозугодьях, их остаточное количество выявлялось в почвах практически всех исследованных областей. Однако загрязненных территорий не было выявлено, а годовые максимумы составили 0,40 ОДК и 0,30 ПДК соответственно.

На содержание прометрина и симазина обследовались 648 га в Липецкой и Тамбовской областях. В почвенных образцах наблюдался только прометрин. Весной его содержание в отдельных пробах не превышало концентрации 0,014 мг/кг, а к осени - 0,003 мг/кг.

Южный федеральный округ. В 2023 г. на территории ЮФО проводились наблюдения за загрязнением почв ОК пестицидов в Астраханской, Волгоградской, Ростовской областях и Краснодарском крае. Всего весной и осенью было обследовано 5154 га. В почвах определялось содержание шести пестицидов, среди которых ХОП, трифлуралин, метафос, суммарный ДДТ и ГХЦГ. ОК суммарного ДДТ было зафиксировано в почвах сельхозугодий в отдельных пробах в следовых количествах. Среднее содержание в почвах суммарного ДДТ весной составило 0,003 мг/кг, а осенью - 0,002 мг/кг, а годовой максимум - 0,021 мг/кг был зафиксирован осенью на 10 га на пахоте в Семикаракорском районе Ростовской области. Суммарный ГХЦГ был выявлен в почвах всех обследованных субъектов, однако его концентрация не превышала весной 0,04 ПДК, а осенью - 0,07 ПДК. Содержание трифлуралина не превышало 0,004 мг/кг. На содержание пестицида метафоса было обследовано 708 га. Загрязнение данным пестицидом не было выявлено.

Северо-Кавказский федеральный округ. В 2023 г. на территории СКФО были обследованы почвы Ставропольского края и Карачаево-Черкесской Республики. На обследованной почве общей площадью 399 га на содержание 6 действующих пестицидов загрязненные пестицидами почвы не были выявлены. Средняя концентрация суммарного ДДТ не превышала 0,003 мг/кг весной и 0,001 мг/кг осенью, а годовой максимум - 0,014 мг/кг был зафиксирован весной в Ставропольском крае. Среднее ОК суммарного ГХЦГ для обоих субъектов не превышало значений 0,001 мг/кг, а максимальная концентрация составила 0,05 ПДК. Остальные определяемые в почве пестициды находились на низком уровне: максимальное содержание трифлуралина составило 0,004 мг/кг, метафос не был выявлен.

Приволжский федеральный округ. В 2023 г. в ПФО выборочно были обследованы почвы Республик: Башкортостан, Марий Эл, Мордовии, Удмуртской, Чувашской, областей: Кировской, Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской общей площадью 8695 га на содержание 14 действующих веществ пестицидов, а также полихлорированных бифенилов (ПХБ). Также в 2023 г. было продолжено обследование почв в местах складирования и захоронения пестицидов.

Среднее содержание суммарного ДДТ весной находилось в пределах от 0,002 до 0,008 мг/кг, а осенью от 0,001 мг/кг до 0,005 мг/кг, с годовым максимумом - 0,68 ПДК (Самарская область), также высокие концентрации были

зафиксированы в Оренбургской области (0,19 мг/кг). На территории Республик Башкортостан, Удмуртской Республики, а также Кировской и Саратовской областей ОК суммарного ДДТ не было выявлено.

В 2023 г. максимальное содержание суммарного ГХЦГ было выявлено в Самарской области осенью и составляло 1,17 ПДК. ОК ГХБ были выявлены в Самарской и Саратовской областях в количестве, не превышающем 0,04 ОДК.

В 2023 г. на территории ПФО на площади 652,6 га., ОК метафоса на уровне 0,2 ПДК было выявлено осенью в одной пробе в Самарской области.

Гербицид 2,4-Д является одним из наиболее широко применяемых средств защиты растений. В 2023 г. превышение содержания 2,4-Д было отмечено на участках общей площадью 277,8 га в Ульяновской (максимум 1,1 ПДК), Самарской (максимум 2,3 ПДК), Пензенской (максимум 2,05 ПДК), Оренбургской (максимум 1,4 ПДК) областях. В целом же среднее содержание 2,4-Д весной находилось в диапазоне 0,05-0,11 мг/кг, а осенью в диапазоне 0,06-0,10 мг/кг.

При оценке содержания пестицида трифлуралина в почвах ПФО загрязненных участков не было выявлено. Среднее содержание пестицида в почвах округа весной не превышало значений 0,02 ОДК, а осенью 0,01 ОДК, а годовой максимум - 0,16 ОДК был зафиксирован в Ульяновской области на поле под зерновыми в Сурском районе.

Гербицид далапон, который в настоящее время не входит в перечень разрешенных к применению в России пестицидов, был выявлен и в весенний, и в осенний пробоотбор, среднее содержание весной составило 0,6 ПДК, а осенью - 0,5 ПДК (0,308 мг/кг и 0,239 мг/кг). Весной максимальная концентрация далапона наблюдалась на уровне 1,2 ПДК под масличными в Самарской области. Осенью максимум наблюдался на уровне 0,7 ПДК под зерновыми в Пензенской области. В предыдущем году среднее содержание ОК далапона по региону составило весной 0,1 ПДК, осенью - 0,4 ПДК (0,060 мг/кг и 0,197 мг/кг), максимальное содержание далапона весной составило 0,5 ПДК, осенью - 0,7 ПДК.

ТХАН присутствовал в отдельных пробах и весной, и осенью, однако его концентрация не превышала ОДК. В весенний период его среднее содержание находилось в диапазоне 0,008-0,024 мг/кг (максимум 0,15 ОДК), а осенью в диапазоне 0,038-0,066 мг/кг (максимум 0,49 ОДК)

Наблюдения за содержанием триазиновых гербицидов прометрина, симазина и атразина в почвах проводились на территории Оренбургской, Ульяновской и Пензенской областей. Несмотря на отсутствие разрешения к применению симазина, в 2023 г. его ОК были выявлены в некоторых из отобранных в оба сезона проб. Средние концентрации варьировались весной от 0,002 мг/кг до 0,004 мг/кг, осенью - от 0,007 мг/кг до 0,02 мг/кг. Максимальная концентрация была зафиксирована в осенний период в Оренбургской области (0,18 ПДК). Прометрин в настоящее время разрешен к применению в сельском хозяйстве. По результатам наблюдений почвы ПФО не были загрязнены ОК прометрина, его среднее содержание не превышало значений 0,02 мг/кг весной в Ульяновской области и 0,16 мг/кг - осенью в Пензенской области, а годовой максимум составил 0,65 ПДК. Атразин не рекомендован к применению в РФ с 2007 г. и редко выявляется при анализе, однако в 2023 г. ОК атразина были зафиксированы в единичных пробах, с максимальным содержанием весной - 0,001 мг/кг в Оренбургской области, а осенью - 0,588 мг/кг в Пензенской области.

Одновременно с обследованием почв на содержание хлорорганических пестицидов наблюдалось содержание в почвах полихлорированных бифенилов (ПХБ), которые включены в список стойких загрязняющих веществ Стокгольмской конвенции. В 2023 г. ОК ПХБ в почвах Кировской, Нижегородской областей, Республики Мордовия, Удмуртской Республики не было выявлено ни в одной из проанализированных проб.

Уральский федеральный округ. В 2023 г. на территории УФО наблюдения за содержанием пестицидов в почве проводились в Курганской области в Белозерском, Лебяжьеvском, Юргамышском районах. Весной и осенью было обследовано 2600 тыс. га территории, что составляет 0,19% от общей посевной площади Курганской области. Помимо сельхозугодий обследовалась зона рекреационного назначения - лагерь им. Коли Мяготина (пункт многолетних наблюдений) в Белозерском районе. Было продолжено обследование состояния почв вблизи захоронения пестицидов в Лебяжьеvском районе. В пробах определялось содержание ДДТ и его метаболита ДДЕ, изомеров ГХЦГ и гербицида 2,4-Д. Суммарный ГХЦГ не был выявлен ни в одной пробе, как и в предыдущие годы. ОК суммарного ДДТ были выявлены в почвах сельхозугодий под зерновыми, картофелем и парами в отдельных пробах на уровне следовых количеств. Среднее содержание не превышало 0,005 мг/кг весной и 0,001 мг/кг осенью. Максимальное содержание суммарного ДДТ составило 0,14 ПДК весной и 0,07 ПДК осенью. В 2023 г. среднее содержание суммарного ДДТ на территории лагеря снизилось до 0,116 мг/кг, но по-прежнему превышало действовавший ранее гигиенический норматив. Максимальное значение 0,722 мг/кг в отобранных на этой территории пробах было зафиксировано осенью. Анализ проб почвенного разреза показал проникновение ДДТ на глубину до 1,5 м. На этой глубине масса ДДТ и ДДЕ составляла до 60% от запаса в профиле почвы.

Так же, как и в предыдущие годы, в почвах на территории Курганской области определялось содержание гербицида 2,4-Д. Весной ОК 2,4-Д было выявлено под зерновыми, картофелем и парами в количествах, не превышающих гигиенические нормативы. Среднее содержание 2,4-Д находилось в диапазоне 0,026-0,040 мг/кг, при максимальном уровне 0,37-0,51 ПДК. Осенью ОК этого пестицида на полях области не было выявлено.

Сибирский федеральный округ. В 2023 г. на территории СФО были обследованы почвы Алтайского края, Иркутской Кемеровской, Новосибирской, Омской, Томской областях общей площадью 11450 га на содержание 9 действующих веществ пестицидов, а также рН и содержание нитратов. Также были обследованы территории, прилегающие к 2 складам устаревших пестицидов и проведена работа по оценке содержания ХОП в донных отложениях рек в развитых сельскохозяйственных районах Иркутской области.

На обследованной территории СФО в 2023 г. не наблюдалось превышений установленных гигиенических нормативов. Суммарный ДДТ на обследованной территории наблюдался в следовом количестве, его среднее содержание не превышало 0,003 мг/кг. Лишь в одной пробе весной в Искитимском районе Новосибирской области был выявлен ДДТ в количестве 0,052 мг/кг.

Незначительное количество суммарного ГХЦГ было зафиксировано в образцах, отобранных на территории Кемеровской и Новосибирской областей, максимальное значение в почве составило 0,004 мг/кг.

ГХБ в почвах в 2023 г. определялось в Иркутской и Омской областях, ОК не было выявлено.

Содержание трифлуралина в почве оценивалось на территории Новосибирской и Омской областей. Максимальное содержание 0,57 ОДК было выявлено весной в Искитимском районе Новосибирской области. В Омской области присутствие гербицида в пробах зафиксировано не было.

Обследование почв на загрязнение 2,4-Д проводилось на территории СФО в Иркутской области на площади 800 га. Лишь в одной пробе было выявлено присутствие 2,4-Д (0,001 ПДК).

В 2023 г. наблюдения в почвах Иркутской области за содержанием метафоса проводилось выборочно, площадь обследования составила около 1,9 тыс. га. ОК метафоса было выявлено в единственной пробе, отобранной в Иркутском районе (0,001 ПДК). Содержание пиклорама определялось в пробах, отобранных в д. Куда ОАО «Хомутовское» (пункт многолетних наблюдений) Иркутской области, площадь обследования составила 260 га и весной, и осенью. ОК данного пестицида, как и в предыдущем году, не было выявлено.

Дальневосточный федеральный округ. В 2023 г. на территории ДФО обследование почвы проводилось на территории Приморского края на 15 полях в 6 хозяйствах, в 6 районах (Уссурийский, Октябрьский, Ханкайский, Черниговский, Кировский, Чугуевский) на землях сельхозназначения осенью общей площадью 699 га, что составило примерно 0,32% от общей посевной площади Приморского края. В почвах определялись галоидорганические пестициды ДДТ и его метаболиты; изомеры ГХЦГ, ГХБ и гербицид трифлуралин.

Среднее содержание суммарного ДДТ по Приморскому краю под всеми видами культур (зерновыми, зерновыми, картофелем, и многолетними травами) составило 0,060 мг/кг. Максимальное значение содержания ДДТ в почве было зафиксировано в Уссурийском районе (рис. 3.27) и составило 0,306 мг/кг (в 2022 г. - 0,039 мг/кг). Число случаев превышения ПДК составило 10,3% (60 га) от общей обследованной площади.

Почвы Приморского края не загрязнены ОК ГХЦГ. Среднее содержание суммы ГХЦГ составило 0,001 мг/кг, максимальное - 0,005 мг/кг. Среднее содержание ГХБ в обследованных почвах Приморья составило 0,001 мг/кг.

Трифлуралин активно используется в сельском хозяйстве, в 2023 г. он был выявлен практически в каждой пробе, отобранной на территории ДФО, однако концентрация в почвах была незначительной и не превысила 0,009 мг/кг.

При обследовании пункта многолетних наблюдений в объединении личных подсобных хозяйств в с. Халкидон Черниговского района было выявлено, что среднее ОК суммарного ДДТ в почвах под зерновыми культурами составило 0,08 мг/кг, суммарный ГХЦГ и ГХБ был выявлен в следовом количестве, среднее содержание трифлуралина составило 0,006 мг/кг. Средства химизации на поле в 2023 г. не применялись.

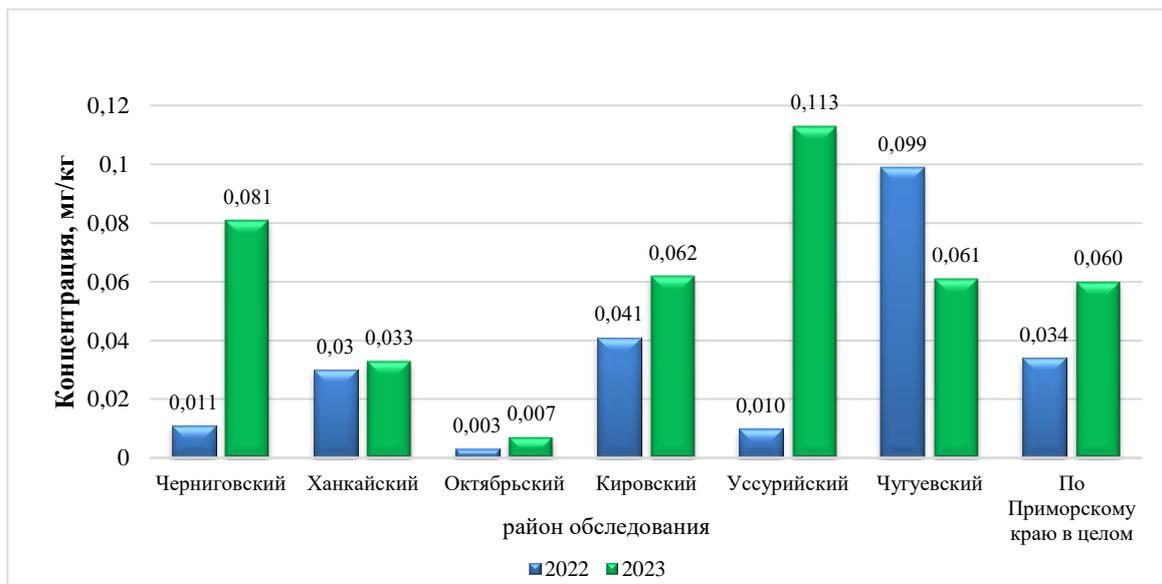


Рис. 3.27. Содержания суммы ДДТ в почвах Приморского края в 2023 г. и 2022 г.

Состояние участков, прилегающих к местам хранения пестицидов

В 2023 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 2023 г. было проведено обследование вокруг 7 складов неликвидных пестицидов в 6 субъектах Российской Федерации.

Как и в предыдущие годы, в 2023 г. было продолжено наблюдение за состоянием почвы ОПХ «Минское» Костромской области, прилегающей к заброшенным местам складирования пестицидов. Пробы отбирались весной и осенью на расстоянии до 1,5 км по четырем направлениям от склада. Проб с превышением нормативов не было выявлено. Содержание суммарного ДДТ варьировало в пределах от 0,005 до максимального значения 0,017 мг/кг, что незначительно выше прошлогоднего содержания. Максимальные уровни содержания суммарного ГХЦГ не превышали значения

0,017 мг/кг за оба периода пробоотбора. Максимальная зафиксированная концентрация в почве трифлуралина весной составила 0,040 мг/кг, осенью - 0,02 мг/кг.

В Удмуртской Республике проводилось обследование почв в с. Дебессы Дебесского района в радиусе 100 м от бывшего склада удобрений на содержание в них суммарного ДДТ, суммарного ГХЦГ, ГХБ, трифлуралина, 2,4-Д, ПХБ. Результаты анализа показали, что во всех отобранных пробах перечисленные пестициды не были выявлены. Содержание ПХБ было выявлено весной во всех отобранных на данной территории пробах почвы. Среднее содержание весной составило 0,032 мг/кг (1,6 ОДК), максимальное - 0,09 мг/кг (4,5 ОДК). Осенью ПХБ в почве не были выявлены.

В Саратовской области на границе Дергачевского и Новоузенского районов на расстоянии до 500 м от склада пестицидов весной определялись в почвах четырнадцать действующих веществ и метаболитов пестицидов. Максимальный суммарный ДДТ составил 0,20 мг/кг, а среднее содержание составило 0,042 мг/кг. Среднее содержание 2,4-Д в отобранных пробах составило 0,09 мг/кг, максимальное - 0,12 мг/кг. Среднее и максимальное содержание далапона составило 0,8 и 2 ПДК, ТХАН - 0,06 и 0,08 ОДК соответственно. Содержание атразина, прометрина, трефлана не было выявлено, симазин присутствовал в следовом количестве.

В с. Новотулка Хворостянского района Самарской области осенью проводилось обследование почвы вокруг склада пестицидов по четырем румбам на расстоянии от 0 до 500 м. ХОП определялись в каждой пробе, остальные компоненты определялись выборочно в 20% образцов. Было выявлено превышение действовавшего ранее норматива содержания ДДТ. Среднее содержание суммарного ДДТ составило 0,18 мг/кг, максимальное - 1,82 мг/кг. Суммарный ГХЦГ присутствовал в почве в количестве 0,001 мг/кг. ОК метафоса, прометрина, атразина, трефлана не было зафиксировано ни в одной из отобранных проб. Гербицид 2,4-Д присутствовал в максимальном количестве - 0,063 мг/кг, что ниже установленных гигиенических нормативов. Средние концентрации соответствовали для далапона 0,44 ПДК, симазина - 0,22 ПДК, ТХАН - 0,37 ОДК.

В Иркутской области были обследованы участки, прилегающие к складам пестицидов в Осинском и Боханском районах в четырех направлениях на расстоянии до 1,0 км на содержание в почвах ХОП и гербицида 2,4-Д. В Осинском районе максимальное содержание суммарного ДДТ составило 0,002 мг/кг, суммарного ГХЦГ - 0,001 мг/кг, присутствие ГХБ и 2,4-Д не было выявлено. В Боханском районе ХОП вблизи склада были выявлены в следовом количестве.

В Курганской области было продолжено наблюдение за содержанием пестицидов в почве поля, расположенного на расстоянии 10-200 м от захоронения ядохимикатов в Лебяжьеvском районе весной и осенью с трех полей общей площадью 402 га. В 2023 г. ОК суммарного ДДТ было выявлено весной на уровне следовых количеств, при этом в осенних пробах ОК этого пестицида выявлено не было. Изомеры ГХЦГ, как и в прошлые годы, не были выявлены. ОК 2,4-Д наблюдались в почве в весенних пробах на уровне, не превышающем ПДК. Среднее содержание 2,4-Д составило 0,040 мг/кг, при максимуме 0,050 мг/кг. Результаты обследования показывают, что захоронение ядохимикатов не оказывает негативного воздействия на окружающую среду.

В 2023 г., также, как и в предыдущие годы, результаты обследований свидетельствуют, что в большинстве случаев распространения загрязнения от складов пестицидов не происходит. Однако, есть объекты (такие как склады Самарской и Саратовской областей), требующие повышенного внимания в связи с их негативным влиянием на окружающую среду.

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 Росгидромета за загрязнением поверхностных вод суши (по гидрохимическим показателям) в 2023 г. по наиболее характерным для каждого водного объекта показателям.

Качество поверхностных вод описано 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

Наиболее высокая загрязненность воды рек Калининградской области наблюдается в местах расположения промышленно развитых городов на р. Преголя - гг. Черняховск, Гвардейск, Калининград, на р. Неман - гг. Неман, Советск.

Вода р. Преголя в многолетнем плане характеризуется как «загрязненная». Характерными загрязняющими веществами р. Преголя в 2023 г., как и в предыдущие годы, сохранились органические вещества (по ХПК и БПК₅) нитритный азот, соединения железа, среднегодовые концентрации которых по течению реки изменялись в пределах: 32,9-42,9 и 3,08-3,84 мг/л, 1-3, 2-3 ПДК соответственно. Основные источники загрязнения реки располагаются в приустьевой части реки от 5,0 до 0,5 км от устья, поэтому нагрузка на реку распределена крайне неравномерно.

Участок р. Преголя в самом нижнем течении (г. Калининград) на протяжении многих лет характеризуется «грязной» водой.

В летний период, экологическую ситуацию усугубляют сгонно-нагонные явления со стороны Калининградского залива, способствующие интенсивному перемешиванию вод реки, что активизирует анаэробные процессы в донных отложениях. Наличие сульфатов и хлоридов в количествах, превышающих ПДК объясняется влиянием морских вод Калининградского залива, подпирающих воды реки.

В целом вода р. Неман в многолетнем плане оценивается как «загрязненная». В 2023 г., по сравнению с предыдущими годами, уровень загрязненности воды на участке 14,5 км выше - 1,5 км ниже г. Советск характерными загрязняющими веществами существенно не изменился и составил: органическими веществами (по ХПК - 33,1-33,7 мг/л и БПК₅ - 3,09-3,18 мг/л), нитритным азотом - 1,3 -1,4 ПДК, соединениями железа - 2 ПДК.

Загрязненность воды трансграничных водотоков на территории Калининградской области р. Шешупе и рукава Мамоновка сохраняется на уровне «загрязненная». В 2023 г. содержание характерных загрязняющих веществ в воде органических веществ (по БПК₅ и ХПК), нитритного азота, соединений железа превысило ПДК в 3-4 раза, при среднегодовых значениях 1-3 ПДК.

Качество воды бассейна Невы (без бассейнов Ладожского и Онежского озер) сохраняется стабильным, вода большинства створов относится к классу «загрязненных». В 2023 г. содержание характерных загрязняющих веществ: соединений меди, цинка, железа, марганца, реже аммонийного и нитритного азота изменялось в широком диапазоне от ниже 1 ПДК до 30 ПДК, органических веществ (по БПК₅ и ХПК) 0,80-3,57 и 16,3-39,9 мг/л соответственно. В 2023 г. критический уровень загрязненности воды достигался: соединениями марганца - рр. Нева, Славянка (29 ПДК), соединениями железа - рр. Мга, Охта (12-21 ПДК), соединениями меди - рр. Нева, Большая Невка, Ждановка, Мга, Охта (13-27 ПДК), нитритным азотом - рр. Нева, Ижора, Охта (13-24 ПДК). В 2023 г. в бассейне Невы было зарегистрировано 11 случаев высокого загрязнения (ВЗ) соединениями марганца (р. Охта - 32-49 ПДК) и 7 случаев нитритным азотом (рр. Нева, Ижора, Славянка, Охта - 12-47 ПДК).

Самым загрязненным притоком р. Нева на протяжении десятилетий, оцениваемым как «грязный», сохраняется р. Охта в створе г. Санкт-Петербург (рис. 3.28).

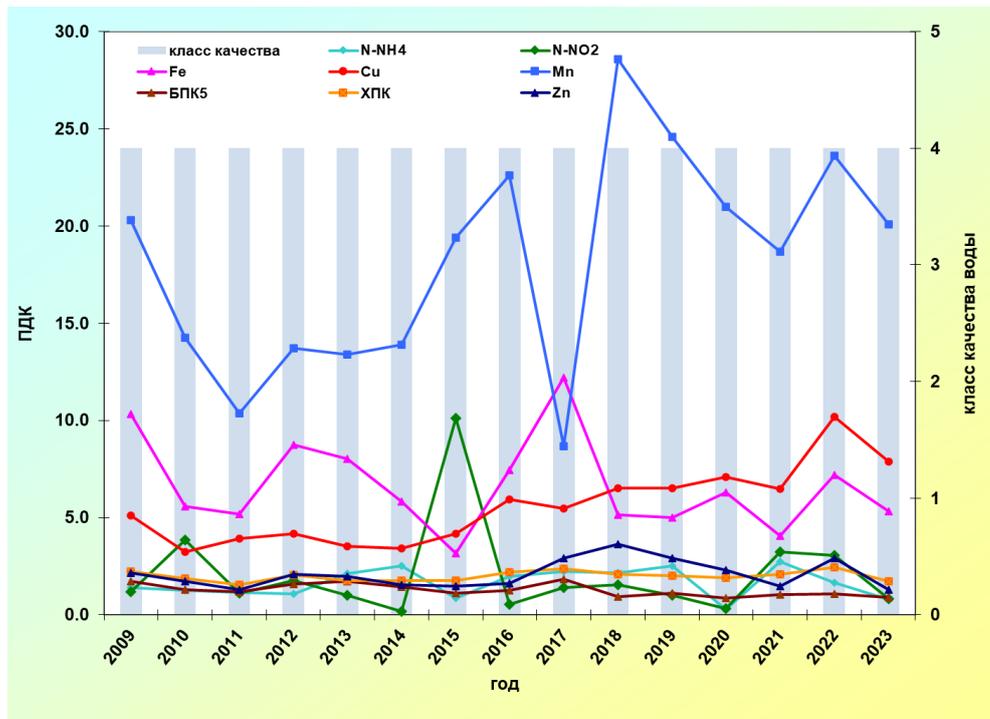


Рис. 3.28. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Охта, 0,05 км выше устья, в черте г. Санкт-Петербург в многолетнем плане

Основными источниками загрязнения водных объектов Волховского бассейна являются сточные воды промышленных, гидроэнергетических и коммунальных предприятий Новгородской и Ленинградской областей. В 2023 г. качество воды р. Волхов на всем протяжении от истока до устья оценивалось как «загрязненная», притоков: рр. Большая Вишера, Кереть, Шарья, Тигода, Черная - как «грязная». Среднегодовые концентрации характерных в целом для бассейна р. Волхов загрязняющих веществ: соединений железа, меди, марганца, фенолов не превышали 9 ПДК, органических веществ (по ХПК) - 90,7 мг/л. Разовые концентрации соединений марганца достигали уровня ВЗ в воде р. Волхов и р. Большая Вишера (34, 38, 48 ПДК).

Поверхностные воды в бассейне р. Волхов отличаются повышенным содержанием органических веществ (по ХПК), концентрации которых на протяжении многих лет в районе г. Кириши достигали критического уровня: 100-167 мг/л в 2013-2022 гг., 166 мг/л в 2023 г.

Малые реки Кольского полуострова (Мурманская область). Характерными загрязняющими веществами воды малых рек Кольского полуострова на протяжении длительного ряда лет сохраняются соединения никеля, железа, меди, марганца, молибдена, ртути, алюминия, дитиофосфат крезиловый (в отдельных водных объектах - нитритный

азот, сульфаты, фосфор фосфатов и фториды), по некоторым из них в 2023 г. было зафиксировано 90 случаев высокого и 34 случая экстремально высокого уровня загрязнения воды.

Сточные воды предприятий горнодобывающей, горноперерабатывающей и металлургической промышленности оказывают наиболее негативное влияние на качество воды малых рек Хауки-лампи-йоки, Колос-йоки, Ньюдауй, Белая, Можель, Ковдора, Сергевань и оз. Большой Вудъявр, вода которых в многолетнем плане сохраняется на уровне «грязная».

Наиболее загрязнена в бассейне р. Печенга - р. Хауки-лампи-йоки, качество воды которой стабильно оценивается как «грязная», с ухудшением в 2022 г. до «экстремально грязной», за счет повышенных среднегодовых концентраций в воде соединений никеля в диапазоне 20-25 ПДК, марганца - 7-9 ПДК и меди - 6-9 ПДК. В последние годы наблюдений отмечается тенденция снижения в воде реки содержания дитиофосфата крезилового от 10-27 ПДК (2011-2017 гг.) до 3-6 ПДК, а содержание соединений ртути, цинка и сульфатов стабилизировались на уровне 2-4 ПДК (рис. 3.29).

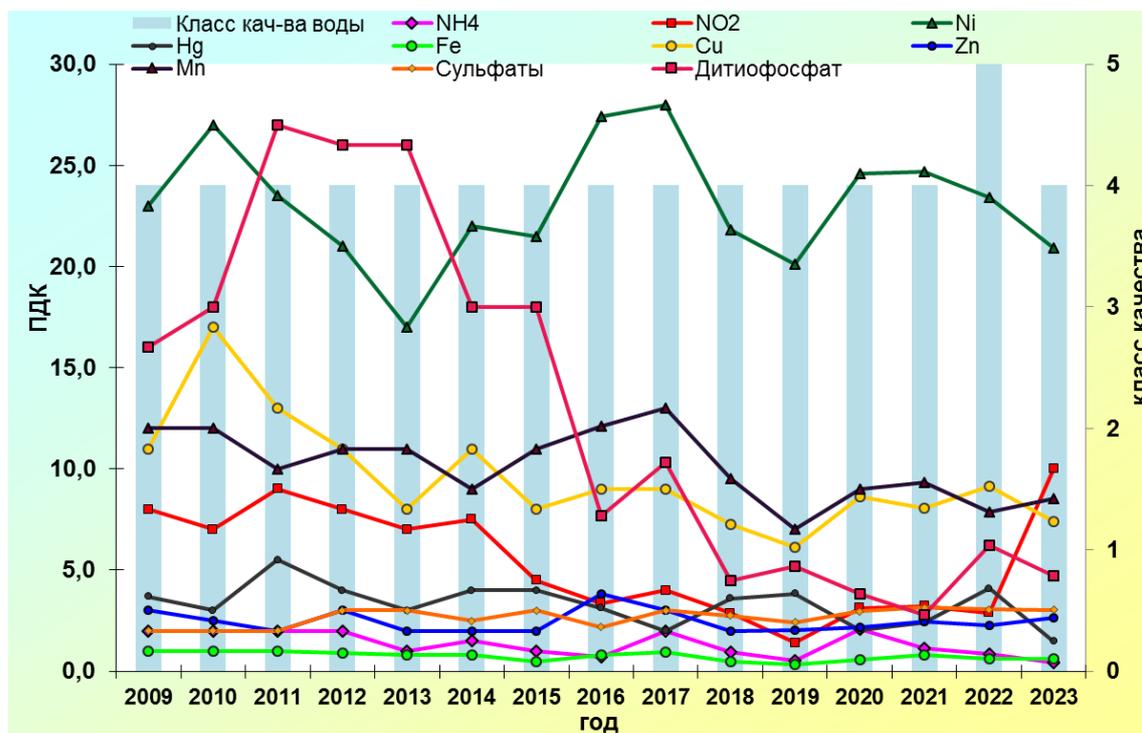


Рис. 3.29. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Хауки-лампи-йоки, г. Заполярный в многолетнем плане

На протяжении последних двух десятилетий наихудшим качеством - «экстремально грязная» стабильно оценивается руч. Варничный, обусловленным высоким содержанием в воде аммонийного азота в диапазоне 24-38 ПДК, органических веществ (по БПК₅ и ХПК) - 31,1-52,0 мг/л и 63,2-123 мг/л соответственно, соединений марганца и меди - 13-17 и 9-16 ПДК, фосфора фосфатов - 6-11 ПДК, соединений железа - 5-6 ПДК, АСПАВ - 4-8 ПДК, нитритного азота - 1-3 ПДК, соединений цинка - 2-3 ПДК; отмечено снижение в воде реки среднегодового содержания нефтепродуктов от 7-14 ПДК (2011-2020 гг.) до 3-4 ПДК (2021-2023 гг.).

В бассейне р. Нива, наиболее загрязненной сохраняется р. Ньюдауй, оцениваемая «грязной» водой за счет высокой загрязненности соединениями меди и никеля (среднегодовые концентрации в пределах 51-84 ПДК и 29-54 ПДК); содержание соединений ртути, марганца и сульфатов в многолетнем плане изменялось незначительно и составляло в среднем 2-5 ПДК, 3-6 и 3-10 ПДК соответственно.

Загрязненность воды малых рек Кольского полуострова, испытывающих постоянную нагрузку сточными водами промышленных предприятий и жилищно-коммунального хозяйства при низкой способности к самоочищению в условиях Арктики, в течение ряда десятилетий носит хронический характер.

Бассейн р. Северная Двина (Архангельская область). Верхнее течение р. Северная Двина загрязнено сточными водами предприятий гг. Великий Устюг, Красавино, Котлас, льяльными водами судов речного флота и водой наиболее загрязненных притоков рр. Сухона и Вычегда. По качеству вода реки у гг. Великий Устюг, Красавино и Котлас на протяжении 2010-2023 г. стабильно оценивалась «грязной» водой (рис. 3.30). Среднее и нижнее течение, а также устье и дельта Северной Двины продолжают в многолетнем плане характеризоваться «загрязненными» водами, (за исключением прот. Маймакса и Кузнечиха, где в отдельные годы отмечалось незначительное ухудшение качества воды до «грязной»).

Загрязненность воды реки органическими веществами (по ХПК) в верхнем течении у г. Великий Устюг и г. Красавино была повышенной в среднем на уровне 32,7-63,9 мг/л, в остальных пунктах наблюдения не превышала 24,4-45,7 мг/л; нефтепродуктами была невысокой и изменялась от значений ниже ПДК до 3 ПДК в створах верхнего и среднего течения реки. Концентрации соединений железа сохранились стабильными, в среднем варьируя в диапазоне от 2 до 7 ПДК; соединений меди изменялось от значений ниже нормативных до 2-5 ПДК (в отдельные годы, возрастая в воде верхнего течения до 9-10 ПДК и снижаясь до 1-3 ПДК в нижнем течении, устье и дельте реки).

Среднегодовые концентрации в воде реки соединений марганца сохранились повышенными, варьировали от 2-5 до 8 ПДК (в верхнем течении с возрастанием до 10-13 ПДК в 2022-2023 гг.; в нижнем течении, устье и дельте реки со

снижением значений до 1-3 ПДК); соединений цинка и алюминия в отдельных створах превышали норматив в 1-4 раза.

Практически ежегодно, на фоне низкой водности в марте, августе и октябре в прот. Кузнечиха (4 км выше устья) и в прот. Маймакса, наблюдались случаи нагонных явлений, сопровождающиеся проникновением морских вод в дельту реки. В этот период минерализация воды достигала 1,32-1,50 г/л, концентрации хлоридов - 642-692 мг/л, сульфатов - 185-245 мг/л.

Крупнейший левобережный приток р. Северная Двина р. Сухона (Вологодская область) преимущественно характеризуется «загрязненной» водой, в верховье у г. Сокол и в устье у г. Великий Устюг - «грязной».

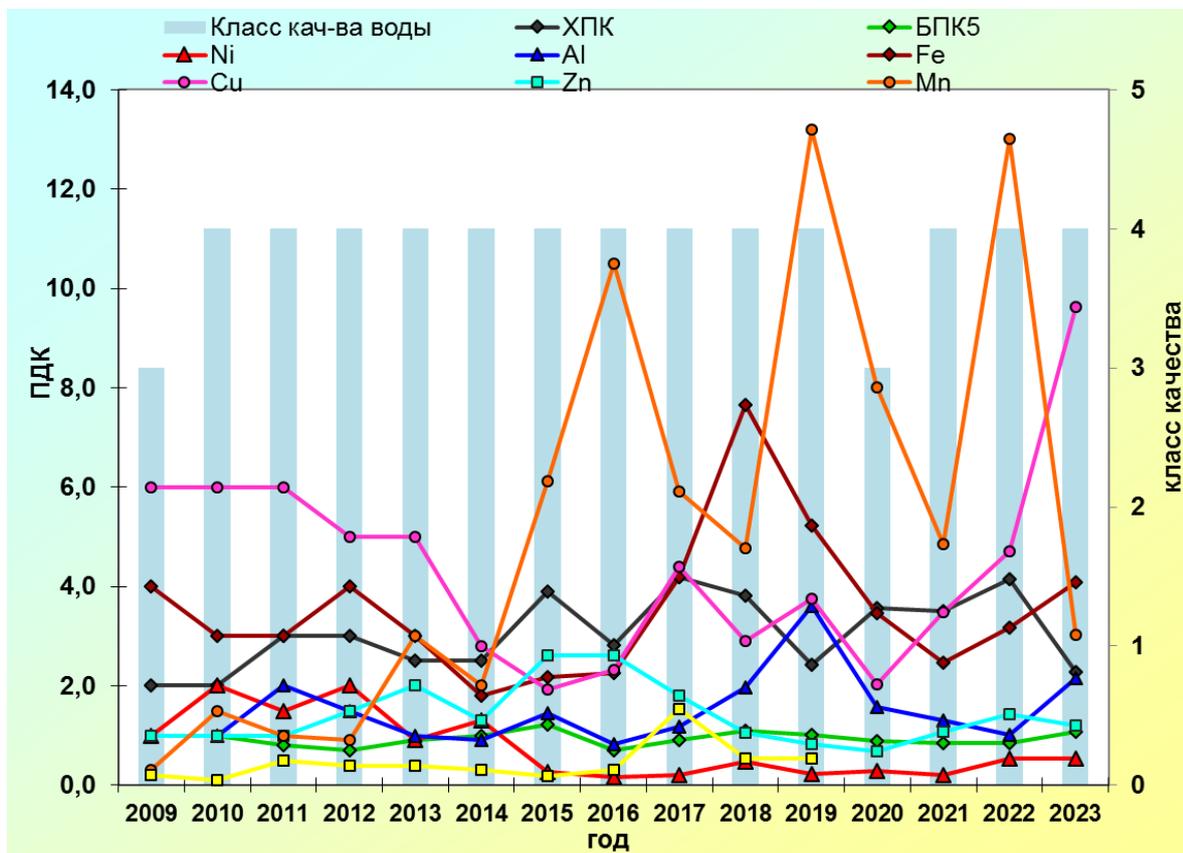


Рис. 3.30. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Северная Двина, 3,5 км ниже г. Красавино в многолетнем плане

В многолетнем плане среднегодовое содержание органических веществ (по ХПК) в воде реки сохранилось в пределах 45,7-70,2 мг/л; легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) превышало норматив в 1-2 раза в створах г. Сокол и районе впадения р. Пельшма; в этих же створах наблюдалась тенденция к снижению концентраций соединений железа до 1-2 ПДК (в остальных створах составляла 3-7 ПДК). Загрязненность воды реки соединениями меди и цинка носила неустойчивый характер и изменялась от значений, не превышающих норматив до 1-2 ПДК (соединениями меди у г. Великий Устюг повышалась до 5-6 ПДК); соединениями марганца изменялась в широком диапазоне от 2-3 до 11-12 ПДК. Наблюдается тенденция снижения содержания в воде реки метанола от 1-3 ПДК до уровня норматива в створах г. Сокол и стабилизация концентраций в пределах 1-2 ПДК в районе впадения р. Пельшма.

Вода р. Пельшма десятилетиями характеризуется «экстремально грязной», незначительно улучшившись в 2020 г. и 2022-2023 гг. до уровня «грязная», за счет снижения загрязненности воды соединениями железа от 10-14 ПДК (2017-2019 гг.) до 4-5 ПДК (2020-2022 гг.) и 3 ПДК в 2023 г. (рис. 3.31). Среднегодовые концентрации в воде реки органических веществ (по ХПК) стабилизировались на уровне 70,4-86,3 мг/л; для легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) отмечена тенденция снижения содержания от 26,6-43,4 мг/л (в 2009-2016 гг.) до 4,83-13,6 мг/л (в 2017-2020 и 2022 гг.) с возрастанием до 22,7-35,5 мг/л (в 2021 и 2023 гг.). Зафиксирован резкий рост содержания летучими фенолами от 2-6 ПДК в 2019-2020 гг. до 13-29 ПДК в 2021-2022 гг. и последующим снижением до 5 ПДК в 2023 г.

Вода р. Вычегда (Республика Коми) правобережного притока р. Северная Двина продолжала характеризоваться «загрязненной» водой, в отдельные годы, ухудшаясь до уровня «грязная» в створах г. Корьяжма. Загрязненность воды органическими веществами (по ХПК) составила в среднем 19,4-40,6 мг/л; соединениями меди варьировала от значений, не превышающих норматив до 2-3 ПДК; соединениями марганца была повышенной и изменялась в широких пределах от 1 до 10 ПДК; соединениями алюминия стабилизировались в большинстве створов на уровне 1-2 ПДК. Загрязненность воды соединениями железа снизилась от 3-8 ПДК в предыдущие годы наблюдений до 2-3 ПДК в 2021-2023 гг., сохраняясь на уровне 4-16 ПДК в среднем в створах г. Корьяжма.

Бассейн р. Онега (Архангельская область). Вода р. Онега и рек её бассейна преимущественно характеризовалась как «загрязненная»; в устье реки у с. Порог как «грязная». За последние годы наблюдений

среднегодовое содержание в воде органических веществ (по ХПК) варьировало от 16,0 до 56,8 мг/л; содержание соединений железа - от 2 до 6 ПДК; меди, цинка, алюминия и нефтепродуктов - от значений ниже ПДК до 4-7 ПДК (с возрастанием за последние 5 лет нефтепродуктов в р. Кодина до 5-10 ПДК).

Бассейн р. Мезень (Архангельская область). Вода р. Мезень и рек её бассейна в многолетнем плане характеризовалась как «загрязненная», в отдельные годы в устье реки, ухудшаясь до «грязной». Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) в воде рек бассейна было невысоким, в среднем 2,15-3,52 мг/л, органических веществ (по ХПК) сохранилось в пределах 17,8-48,3 мг/л. Среднегодовые концентрации соединений марганца и алюминия изменялись от 1-2 до 4-7 ПДК; меди и цинка варьировали в широком диапазоне от значений ниже ПДК до 2-4 ПДК. Загрязненность воды р. Мезень соединениями железа повышалась от 2-3 ПДК в верховье, до 3-5 и 7-14 ПДК в среднем и нижнем течении соответственно; в реках бассейна превышала уровень норматива в 6-15 раз.

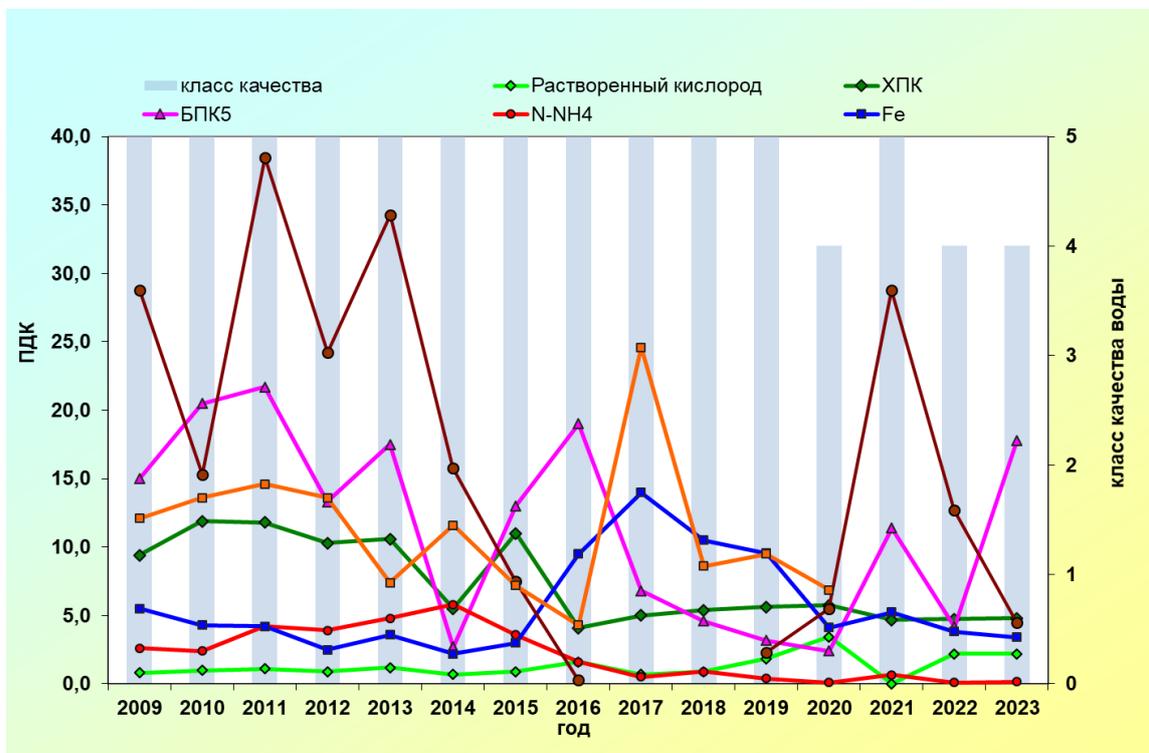


Рис. 3.31. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Пельшма, г. Сокол в многолетнем плане

Бассейн р. Печора (Республика Коми, Ненецкий Автономный округ). В бассейне р. Печора основными источниками загрязнения поверхностных вод являются сточные воды предприятий энергетической, нефтеперерабатывающей, угледобывающей, газодобывающей, лесозаготовительной и деревообрабатывающей отраслей. Вода р. Печора в большинстве рассматриваемых лет оценивалась как «загрязненная», ухудшаясь в отдельные годы до уровня «грязная» у г. Нарьян-Мар. В 2023 г. качество воды р. Печора, в основном, не претерпело существенных изменений и продолжало оцениваться широким диапазоном от уровня «слабо загрязненная» до уровня «грязная».

Среднегодовые концентрации соединений железа в воде р. Печора варьировали в верхнем и среднем течении от 2-5 ПДК до 8-12 ПДК в нижнем; соединений меди изменялись от значений ниже предельно допустимых до 2-6 ПДК; соединений цинка изменялось от 1-4 ПДК в верховье и устье реки, снижаясь до значений ниже ПДК в среднем и нижнем течении. Загрязненность воды реки соединениями марганца в среднем повышалась от 1-4 ПДК в верхнем до 2-10 ПДК в нижнем течении и устье; соединений алюминия сохранялась по всему протяжению реки в пределах 1-8 ПДК. Нефтепродукты в воде реки были зафиксированы у г. Нарьян-Мар в среднем на уровне 2-6 ПДК (с возрастанием до 10-20 ПДК в 2019-2021 гг.).

Загрязненность воды рек бассейна р. Печора органическими веществами (по ХПК) изменялась в среднем от значений ниже нормативных до 9,95-41,3 мг/л; соединений железа изменялась в широком диапазоне от значений ниже нормативных до 5-9 ПДК (возрастая в р. Уса и её притоках до 6-18 ПДК); соединений меди и цинка сохранялась в пределах 1-3 ПДК; соединений марганца в большинстве рек варьировала в диапазоне от 1 до 7 ПДК; алюминия не превышала 1-3 ПДК.

Бассейн р. Волга. В течение многолетнего периода вода р. Волга и ее водохранилищ в большинстве створов оценивалась как «загрязненная», число которых возросло от 78,1-82,3% в 2017-2018 гг. до 87,9% в 2023 г. за счет уменьшения доли створов с «грязной» водой соответственно от 15,6-17,7% до 1,00%, а также увеличения доли створов со «слабо загрязненной» водой от 6,30% до 11,1%.

В 2011-2023 гг. вода р. Волга у г. Ржев и Верхне-Волжских водохранилищ (Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Горьковское и Чебоксарское) в преобладающем числе створов сохранялась на уровне «загрязненная». В 2023 г. по сравнению с предыдущим годом качество воды в Рыбинском водохранилище ниже г. Череповец и в черте с. Мякса улучшилось от «грязной» до «загрязненной»; в Иваньковском водохранилище ниже г. Конаково - ухудшилось от «загрязненной» до «грязной».

Характерными загрязняющими веществами воды Ивановского, Угличского, Рыбинского и Горьковского водохранилищ являются органические вещества (по ХПК), соединения меди, железа, серебра - цинка, фенолы; на отдельных участках - легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), Рыбинского водохранилища ниже г. Череповец - соединения алюминия, среднегодовые концентрации которых, как правило, не превышали 1-3 ПДК.

Характерными загрязняющими веществами воды для большей части акватории Чебоксарского водохранилища являются: органические вещества (по ХПК), соединения меди; на отдельных участках к ним добавляется нитритный азот (в среднем 2-5 ПДК) - г. Нижний Новгород, г. Кстово и с. Безводное; аммонийный азот (в среднем 1 ПДК) - ниже г. Нижний Новгород, выше и ниже г. Кстово; легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) (в среднем 1 ПДК) - в черте и ниже г. Нижний Новгород; соединения марганца (4 ПДК) - г. Балахна. В течение многолетнего периода в воде водохранилища ниже сброса сточных вод Нижегородской станции аэрации ОАО «Нижегородский Водоканал» отмечались значительные колебания среднегодовых концентраций в воде: аммонийного азота от значений ниже ПДК в 2008-2015 гг. до 1-2 ПДК в последующие годы; нитритного азота - от 1-2 ПДК в большую часть рассматриваемого периода до 3-5 ПДК в 2015-2017 гг. и 2021-2023 гг. (рис. 3.32). В 2023 г. ниже с. Безводное был зафиксирован случай загрязненности воды водоема метанолом, в концентрациях, незначительно превышающих ПДК.

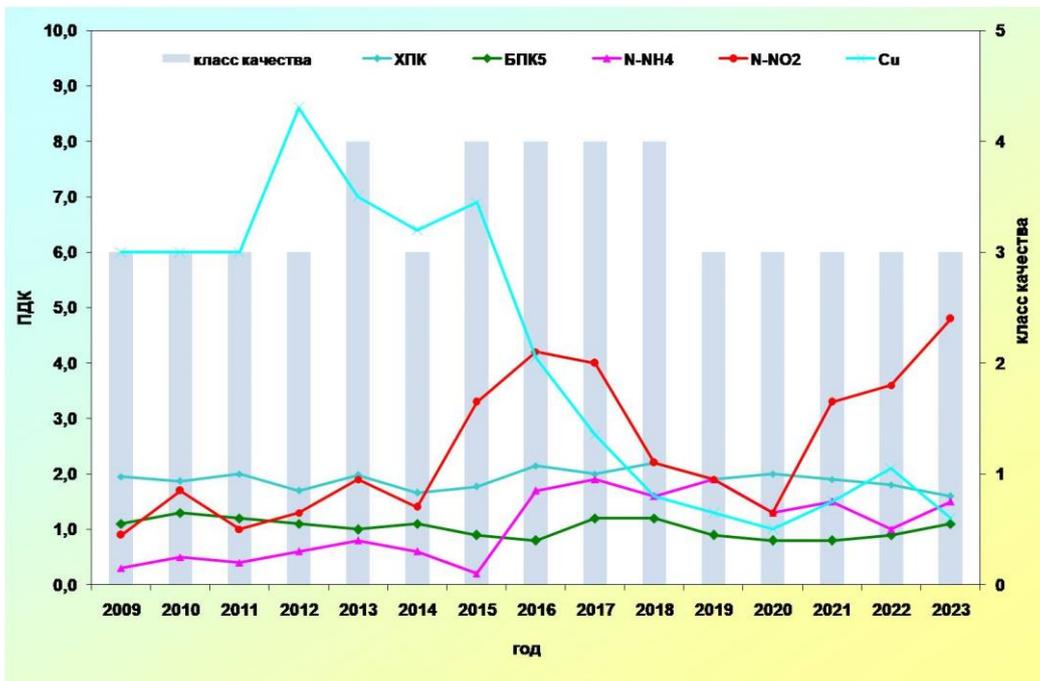


Рис. 3.32. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды Чебоксарского водохранилища, 4,2 км ниже г. Нижний Новгород в многолетнем плане

В течение многолетнего периода в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах преобладала «загрязненная» вода. До уровня «грязная» снижалось качество воды Саратовского водохранилища выше и ниже г. Самара - в 2018 г.; Куйбышевского водохранилища у г. Зеленодольск и г. Казань (2011-2020 гг.). Среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ в воде находились в пределах: органические вещества (по ХПК) и соединения меди 1-2 ПДК, марганца 1-4 ПДК. К характерным загрязняющим веществам Куйбышевского водохранилища на территории Республики Татарстан кроме вышеперечисленных добавлялись соединения алюминия, среднегодовые концентрации которых незначительно превышали ПДК. В 2023 г. загрязненность воды Куйбышевского водохранилища ниже г. Казань аммонийным азотом возросла в среднем до 2 ПДК. В воде Куйбышевского водохранилища в сентябре 2023 г. был зарегистрирован 1 случай ВЗ аммонийным азотом.

Вода Волгоградского водохранилища в пунктах наблюдений на территории Волгоградской области (г. Камышин и г. Волжский) в течение 2011-2023 гг. оценивалась как «загрязненная», Саратовской области в 2020-2023 гг. - варьировала от «слабо загрязненной» до «загрязненной»; р. Волга в районе г. Волгоград - сохранялась на уровне «загрязненной». К характерным загрязняющим веществам воды перечисленных водных объектов со среднегодовыми концентрациями от 1 ПДК до 2 ПДК относились органические вещества (по ХПК) и соединения меди; в Волгоградском водохранилище у городов Камышин и Волжский добавлялись нефтепродукты, в пунктах наблюдений на территории Саратовской области - соединения марганца; р. Волга у г. Волгоград - соединения цинка.

В 2019-2023 гг. по сравнению с предыдущим многолетним периодом качество воды р. Волга ниже г. Астрахань улучшилось от «грязной» до «загрязненной». В 2023 г. в районе г. Астрахань были зарегистрированы 3 случая ВЗ соединениями цинка. В течение многолетнего периода отмечались значительные колебания среднего уровня загрязненности воды соединениями цинка от 4-5 ПДК в 2020-2022 гг. до 1-2 ПДК в большую часть многолетнего периода и в 2023 г. В 2020-2023 гг. наблюдалась тенденция снижения среднего уровня загрязненности воды соединениями меди до 1-2 ПДК, нитритным азотом и легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) до значений ниже ПДК; стабилизация органическими веществами (по ХПК) (рис. 3.33).

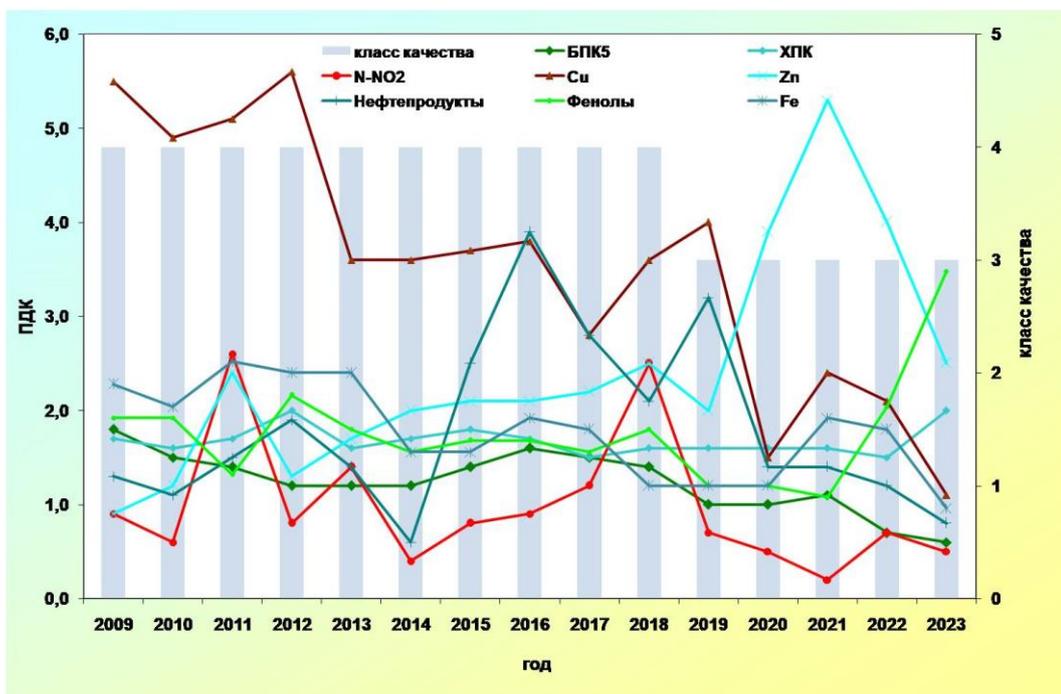


Рис. 3.33. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Волга, 5,5 км ниже г. Астрахань в многолетнем плане

В 2019-2023 гг. по сравнению с предыдущим периодом качество воды дельты р. Волга улучшилось от «грязная» до «загрязненная». Среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ воды устьевого участка Волги находились в пределах: фенолы 2-4 ПДК, соединения меди 1-3 ПДК, цинка 2-5 ПДК, молибдена - 1 ПДК, органические вещества (по ХПК) - 19,1-37,5 мг/л. В 2023 г. в воде рук. Ахтуба выше п. Аксарайский был зарегистрирован 1 случай, а в прот. Кигач ниже п. Подчалык - 2 случая ВЗ соединениями цинка.

В притоках Верхне-Волжских водохранилищ сохраняется тенденция уменьшения числа створов с «грязной» водой от 30,1% и 28,3% в 2021-2022 г. до 22,4% в 2023 г. К наиболее характерным загрязняющим веществам воды водотоков относились: органические вещества (по ХПК), соединения меди, железа; для рек Ивановского и Углицкого водохранилища добавлялись фенолы, соединения цинка; для отдельных рек Углицкого водохранилища - нитритный азот (Дубна, Кунья, Сестра); Горьковского и Чебоксарского - аммонийный и нитритный азот (Шача, Сунжа, Пыра, Линда, Кудьма, Керженец, Инсар, Нуя, Ветлуга, Большая Какша).

В 2023 г. случаи высокого загрязнения воды в бассейне Верхне-Волжских водохранилищ отдельными загрязняющими веществами были отмечены: в р. Гжать фенолами, нитритным азотом; р. Кунья и р. Кошта в черте г. Череповец - легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅); р. Ягорба в черте г. Череповец - соединениями железа и легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅); р. Остречина и р. Шача - аммонийным и нитритным азотом; р. Сунжа - нитритным азотом, р. Пыра - соединениями железа и марганца; р. Пьяна - соединениями цинка. Случаи экстремально высокого уровня загрязненности воды, обусловленного природным фоном, были зафиксированы в р. Пыра соединениями железа и марганца; р. Везлома - соединениями железа. Дефицит растворенного в воде кислорода был зафиксирован в июле в р. Гжать (2,33 мг/л).

В 2023 г. в бассейнах Куйбышевского и Саратовского водохранилищ наиболее распространенной была «загрязненная» вода; доля створов с «грязной» водой составляла 32% и 14% соответственно. Одной из наиболее загрязненных рек, протекающих по территории Самарской области, является р. Падовая, качество воды которой в течение 2020-2023 гг. стабилизировалось на уровне «экстремально грязная». Характерными загрязняющими веществами воды преобладающего числа водотоков, среднегодовые концентрации которых, как правило, не превышали 1-2 ПДК, были органические вещества (по ХПК и БПК₅), соединения меди, марганца; в бассейне Саратовского водохранилища добавлялись фенолы. На уровне критической оценивалась загрязненность воды р. Малая Кокшага нитритным азотом (в среднем 7 ПДК), р. Чапаевка ниже г. Чапаевск - аммонийным азотом (в среднем 4 ПДК), р. Падовая - аммонийным и нитритным азотом (в среднем 23 и 10 ПДК соответственно). В 2023 г. были зафиксированы случаи высокого загрязнения воды р. Малая Кокшага нитритным азотом, фосфором фосфатов, легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅), р. Падовая - аммонийным и нитритным азотом, в сентябре отмечался дефицит растворенного в воде кислорода.

Бассейн р. Ока. В течение многолетнего периода качество воды р. Ока варьировало от «загрязненной» до «грязной». В целом по реке процент створов, характеризующихся «грязной» водой, в 2018-2019 гг. по сравнению с 2015-2017 гг. уменьшился от 48,8-53,6% до 21,4% с последующим возрастанием до 35,7% в 2020-2021 гг. и 2023 г. В 2023 г. по сравнению с 2022 г. ухудшилось качество воды реки на территории Тульской области в черте г. Белев, выше и ниже г. Алексин от «загрязненной» до «грязной» за счет возрастания загрязненности воды легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) до критического уровня. Качество воды на уровне «грязная» сохранилось на территории Московской области в преобладающем числе створов, в Рязанской - в створе ниже г. Рязань, Владимирской - выше и ниже г. Муром. Характерными загрязняющими веществами воды р. Ока являлись органические вещества (по ХПК и по БПК₅) - по всему течению реки; нитритный азот и соединения меди (среднегодовые концентрации 1-4 ПДК) - в преобладающем числе створов; аммонийный азот (1-2 ПДК) - ниже

г. Калуга, выше и в черте г. Дзержинск; соединения цинка (3-4 ПДК) - во всех створах на территории Московской области, а также Владимирской области в створах выше и ниже г. Муром. В 2023 г. критическими загрязняющими веществами воды реки являлись: легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) на участках реки выше и ниже г. Белев, выше и ниже г. Алексин; нитритный азот - ниже г. Рязань. В 2023 г. в воде реки ниже г. Рязань было зафиксировано 2 случая высокого загрязнения воды нитритным азотом. В 2023 г. в створе ниже г. Коломна, являющемся замыкающим для реки на территории Московской области, наметилась тенденция снижения загрязненности воды соединениями цинка до 3 ПДК и сохранилась тенденция снижения среднего уровня загрязненности воды нитритным азотом до 2 ПДК, аммонийным азотом до значений ниже ПДК (рис. 3.34).

В 2023 г. по сравнению с 2021-2022 гг. в притоках р. Ока число створов по классам качества изменилось незначительно и составило: «слабо загрязненная» - 2,40%, «загрязненная» - 37,5%, «грязная» - 57,7%, «экстремально грязная» - 2,40% створов.

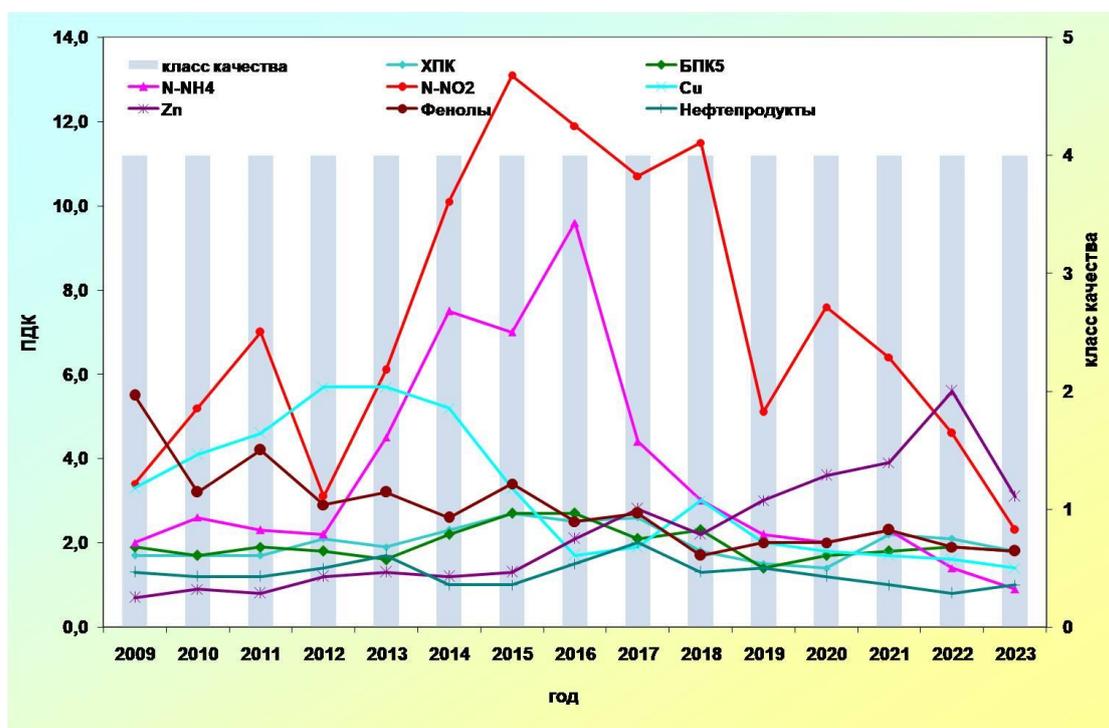


Рис. 3.34. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Ока, ниже г. Коломна в многолетнем плане

В верхнем течении бассейна Оки к «грязным» относятся водные объекты Тульской области: рр. Упа, Воронка, Мышега и Шатское водохранилище. Критическими показателями загрязненности воды являются: легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) и нитритный азот. В течение 2023 г. в р. Мышега было зарегистрировано 23 случая высокого загрязнения воды, из которых 4 - нитритным азотом, 13 - легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) и 6 - органическими веществами (по ХПК).

Вода большинства левых притоков Оки на территории Московской области, в том числе бассейна р. Москва, оценивалась как «грязная». Критического уровня загрязненности воды достигали: р. Нара - легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) и аммонийный азот; р. Осетр - легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅); р. Москва и ее притоков, как правило - аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), реже - соединения цинка; р. Яуза - нефтепродукты. Во всех створах наблюдений на участке р. Москва от Бабьегородской плотины вплоть до устья были зарегистрированы случаи ВЗ, наибольшее число - в черте г. Москва выше Беседенского моста МКАД: 10 - нитритным азотом, 1 - легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅). По 1 случаю ВЗ соединениями цинка было зафиксировано выше и ниже г. Воскресенск. Средний уровень загрязненности воды в створе выше Беседенского моста МКАД уменьшился: аммонийным и нитритным азотом в 2022-2023 гг. по сравнению с предыдущим десятилетием соответственно от 7-24 ПДК до 4 ПДК и 8-9 ПДК, соединениями цинка от 5-7 ПДК в 2019-2022 г. до 3 ПДК в 2023 г.: нефтепродуктами в течение 2019-2023 гг. стабилизировался на уровне 2-5 ПДК (рис. 3.35). В 2023 г. в притоках р. Москва было зафиксировано 67 случаев ВЗ, из них 33 - нитритным, 11 - аммонийным азотом, 19 - легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅), 3 - соединениями цинка и 1 - нефтепродуктами.

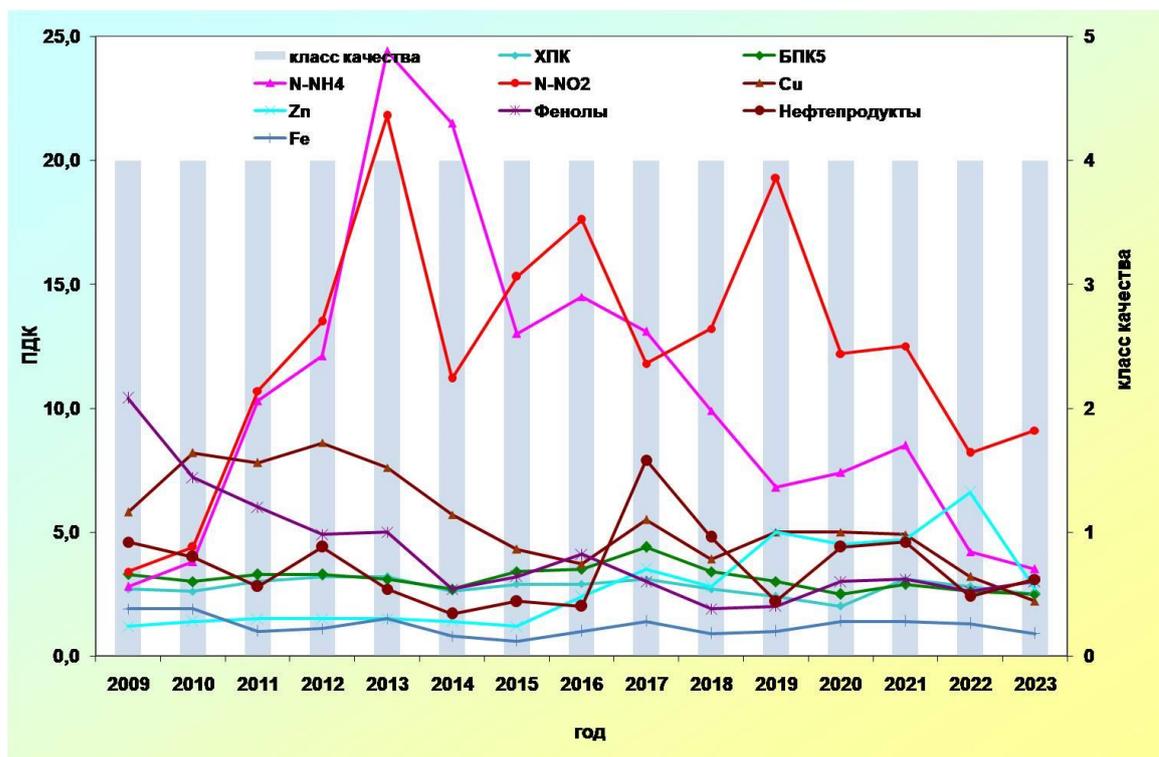


Рис. 3.35. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Москва, в черте г. Москва выше Бесединского моста МКАД в многолетнем плане

На территории Рязанской и Владимирской областей критическими показателями загрязненности воды р. Верда ниже г. Скопин являлись аммонийный азот; р. Гусь - аммонийный азот, органические вещества (по ХПК) и соединения железа. В течение 2023 г. в р. Гусь ниже г. Гусь-Хрустальный было зарегистрировано 4 случая ВЗ аммонийным азотом, 1 - соединениями железа, 2 - фосфором фосфатным, 5 - случаев дефицита растворенного в воде кислорода. Как «грязная» характеризовалось качество воды рек Пра и Бужа, критическими показателями загрязненности воды являлись соединениями железа, а также дефицит растворенного кислорода в воде р. Пра обусловлены формированием химического состава воды в условиях болотного питания.

На территории Тамбовской области снизилось качество воды от уровня «загрязненная» до «грязной» р. Цна в 2018-2022 гг. по сравнению с предыдущим десятилетним периодом и ее притока - р. Лесной Тамбов в 2023 г. по сравнению с 2022 г. в результате роста загрязненности воды нитритным азотом до критического уровня в среднем до 5-7 ПДК.

В 2020-2023 г. качество воды р. Клязьма ниже сброса сточных вод очистных сооружений «Экоаэросталкер» г. Щелково стабилизировалось на уровне «грязная». Критическими загрязняющими веществами воды реки ниже г. Щелково были легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), нитритный азот, соединения цинка, максимальные концентрации которых превышали критерии ВЗ. Вода большинства притоков р. Клязьма характеризовалась как «грязная». Как «экстремально грязная» оценивалась вода рек Воймега и Ундолка; к критическим показателям загрязненности воды относились аммонийный и нитритный азот, соединения железа, органические вещества (по ХПК и БПК₅), случаи ВЗ которыми неоднократно фиксировались в течение года.

Бассейн р. Кама. Качество воды бассейна р. Кама определяется влиянием сточных вод предприятий Соликамско-Березниковского промышленного района, бывшего Кизеловского угольного бассейна, предприятий г. Пермь, районов Чусовского, Лысьвенского, Краснокамского, Чайковского. К потенциальным источникам загрязнения водоемов и водотоков относятся полигоны твердых бытовых и промышленных отходов, животноводческие комплексы, площадки промышленных предприятий, территории населенных пунктов, недостаточная мощность очистных сооружений и их неэффективное использование.

Общий уровень загрязненности воды р. Кама не претерпел существенных изменений и определяется содержанием в воде соединений марганца, меди, железа, органических веществ (по ХПК), иногда фенолов, среднегодовые концентрации которых варьировали в пределах от 1 до 9 ПДК. В 2023 г. был зафиксирован один случай ВЗ воды Камского водохранилища соединениями марганца (39 ПДК).

По всему течению вода р. Кама и каскада ее водохранилищ в многолетнем плане, характеризуется как «загрязненная», в створе п. Гайны в 2016-2018 и 2020-2022 гг. - как «грязная».

Низким качеством, как «грязная», продолжает характеризоваться вода притоков р. Кама рек Косьва, Чусовая, Северушка, Иж.

Характерными загрязняющими веществами для воды р. Косьва на участке ниже г. Губаха являются соединения железа, меди, марганца, аммонийный азот, фенолы, органические вещества (по ХПК). В воде стабильно регистрируются случаи высокого и экстремально высокого загрязнения соединениями железа: в 2023 г. - два случая ЭВЗ (57, 53 ПДК) и один ВЗ (42 ПДК).

К характерным загрязняющим веществам воды р. Чусовая многие годы относятся соединения железа, меди, цинка, марганца, органические вещества (по БПК₅ и ХПК), реже соединения шестивалентного хрома, нефтепродукты,

фенолы, нитритный азот, сульфаты, среднегодовые концентрации которых в течение 2023 г. изменялись в пределах 1-14 ПДК, соединений цинка и марганца - 2-30 ПДК.

В течение многолетнего периода на участке р. Чусовая 1,7 - 17 км ниже г. Первоуральск вода оценивалась как «грязная», в 2014, 2023 гг. - как «экстремально грязная» (рис. 3.36).

В 2023 г. были зафиксированы случаи ВЗ воды: 12 случаев соединениями марганца (31-47 ПДК), 17 случаев соединениями цинка (11-48 ПДК); 3 случая нитритным азотом (13-23 ПДК); случаи ЭВЗ: 2 случая соединениями марганца (54-55 ПДК), 4 случая соединениями цинка (57-95 ПДК) - р. Чусовая; легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) - 12,7 мг/л - Волчихинское водохранилище.

Вода устьевого участка р. Северушка (левобережный приток р. Чусовая) в 2023 г. оценивалась как «грязная»; вода реки хронически загрязнена органическими веществами (по ХПК и БПК₅), нитритным азотом, соединениями меди, железа, цинка, фенолами, нефтепродуктами, фторидами, среднегодовые концентрации которых в 2023 г. не превышали 8 ПДК, максимальные 23 ПДК. Сохраняется высокой загрязненность воды реки соединениями марганца. В 2023 г. фиксировались случаи высокого загрязнения воды: 5 случаев - соединениями марганца (32-49 ПДК), 1 случай - нитритным азотом (17 ПДК).

Река Иж загрязняется сточными водами Ижевского промузла, среди которых преобладают сбросы машиностроительной, оборонной, электротехнической промышленности и коммунального хозяйства. В воде р. Иж, 10 км ниже г. Ижевск наблюдается повышенное содержание органических веществ (по ХПК и БПК₅), аммонийного и нитритного азота, соединений меди, железа, цинка, фосфора фосфатов, фенолов, среднегодовое содержание которых в 2023 г. не превысило 9 ПДК. К критическим показателям загрязненности воды относились аммонийный и нитритный азот, соединения меди.

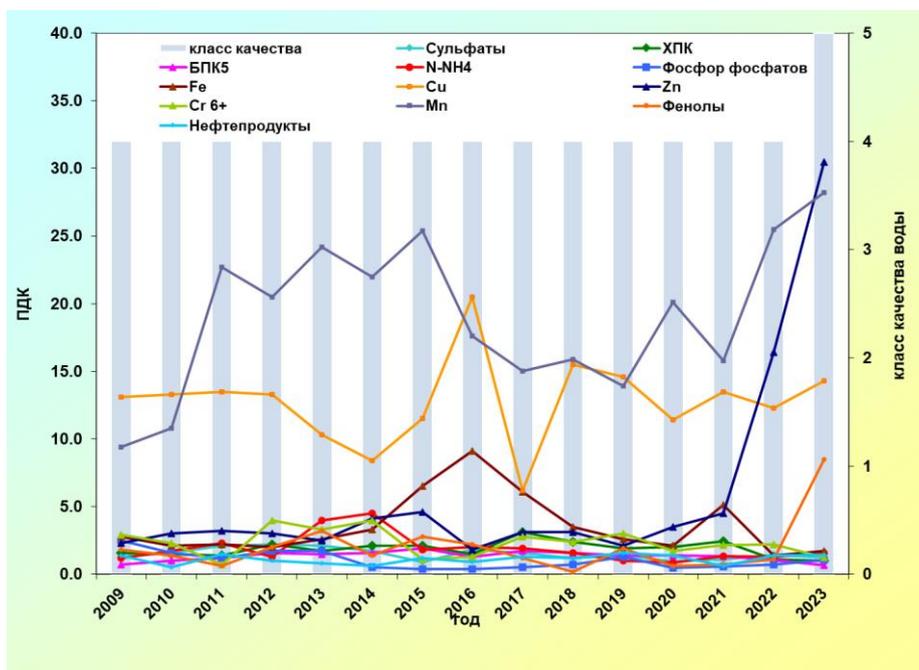


Рис 3.36. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Чусовая, 1,7 км ниже г. Первоуральск в многолетнем плане

Бассейн р. Белая. В 2018-2023 гг. в большинстве створов качество воды р. Белая характеризовалось как «загрязненная». Хронически «грязной» сохранилась вода в створах ниже г. Ишимбай и в районе г. Стерлитамак, где испытывает антропогенную нагрузку сточными водами предприятий химической, нефтедобывающей и пищевой промышленности, машиностроения и жилищно-коммунального хозяйства (рис. 3.37). В 2023 г. до «грязной» ухудшилась вода в створах: 17 км ниже г. Белорецк, в черте г. Салават, р.п. Прибельский.

Как и в предыдущие годы, в 2023 г. по всей длине реки в воде р. Белая наблюдалось повышенное содержание соединений марганца и на отдельных участках соединений железа, органических веществ (по ХПК), среднегодовое содержание которых для р. Белая в целом в 2023 г. составило 9 и 2 ПДК соответственно, органических веществ (по ХПК) - 23,2 мг/л.

Среди притоков р. Белая преобладают створы, вода которых оценивается как «загрязненная». В 2023 г. вода рр. Ашкадар, Уршак, Куса, Шугуровка, Быстрый Танып (д. Алтаево) ухудшилась от «загрязненной» до «грязной».

Стабильно «грязной» сохраняется вода р. Уфалейка в створах 3 и 30 км ниже г. Верхний Уфалей и р. Ай, ниже г. Златоуст на территории Челябинской области. Наблюдается характерная загрязненность воды рек органическими веществами (по ХПК), соединениями железа, меди, цинка, марганца, реже аммонийным азотом, нефтепродуктами, в р. Ай добавлялся нитритный азот. Влияние месторождения никелевых руд, расположенного на водосборной площади, обусловило повышенную загрязненность воды р. Уфалейка соединениями никеля, среднегодовые концентрации не превышали 2 ПДК. Практически ежегодно фиксируется критический уровень загрязненности воды этих рек соединениями марганца, р. Ай - нитритным азотом.

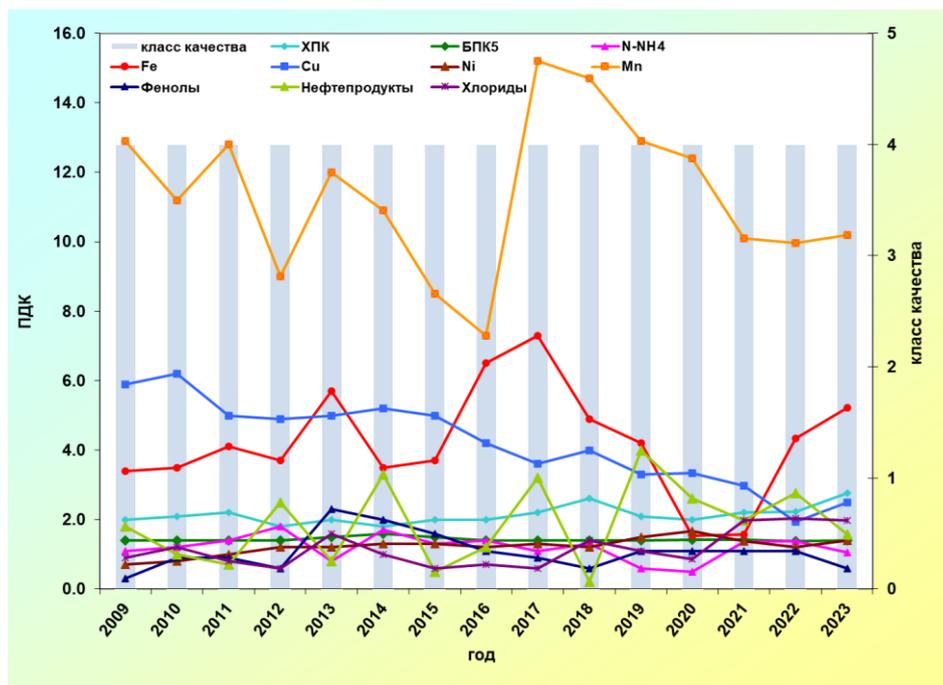


Рис. 3.37. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Белая, 10,5 км ниже г. Стерлитамак в многолетнем плане

Бассейн р. Дон. Качество воды р. Дон в многолетнем плане колеблется, в основном, от «слабо загрязненной» до «грязной». В 2023 г. качество воды р. Дон изменилось в большинстве створов (55,3%), из них в сторону улучшения - 13,2% и ухудшения - 42,1%.

В 2023 г. в верхнем и среднем течении р. Дон преобладала «загрязненная» вода, в нижнем течении реки – «грязная».

В 2023 г. стабилизировалось качество воды р. Дон в верховье, выше и ниже г. Донской (ЦФО) на уровне «загрязненная». К характерным загрязняющим веществам в обоих створах города относились органические вещества (по БПК₅ и ХПК), среднегодовые концентрации которых составляли 4,92-5,54 мг/л и 25,6-27,1 мг/л, нитритный азот (2-3 ПДК) и соединения меди (2-4 ПДК).

В 2023 г. по сравнению с 2022 г. ухудшилось качество воды р. Дон в большинстве створов на участке г. Данков - г. Павловск и характеризовалось как «загрязненная» и «грязная» (в 2022 г. варьировало от «условно-чистая» до «слабо загрязненная»). На участке реки ниже г. Данков - ниже г. Задонск увеличилось среднегодовое содержание соединений железа от значений ниже ПДК до 2-3 ПДК. Наблюдался рост числа случаев нарушения норматива нитритным азотом от 0-12% до 38-88%, среднегодовые концентрации колебались в пределах 1-2 ПДК. Наиболее загрязнена в 2023 г. в верхнем течении р. Дон вода в створах г. Воронеж и в контрольном створе г. Нововоронеж, характеризующаяся как «грязная». К характерным загрязняющим веществам воды относились: органические вещества (по БПК₅ и ХПК), среднегодовые концентрации которых составляли 2,55-2,66 мг/л и 2,81 мг/л, 26,3-27,1 мг/л и 27,6 мг/л соответственно; нитритный азот (1-2 ПДК), соединения меди (2-3 ПДК), к которым добавлялись нефтепродукты в створах г. Воронеж (1-2 ПДК). Сохранилось качество воды в створах среднего течения р. Дон (ст-ца Казанская - г. Калач-на-Дону), на этом участке вода характеризовалась как «загрязненная». К характерным загрязняющим веществам воды реки, как и в предыдущие годы, относились соединения железа, меди, сульфаты и органические вещества (по БПК₅ и ХПК), среднегодовые концентрации которых мало изменились и колебались в пределах 1-2 ПДК; соединения меди (4 ПДК); органические вещества (по БПК₅ и ХПК) - 3,30-3,54 мг/л и 19,1-19,2 мг/л.

Качество воды Цимлянского водохранилища в 2020-2023 гг. стабилизировалось: на территории Волгоградской области (с. Ложки, х. Красноярский) на уровне «грязная», Ростовской области - «загрязненная».

В 2023 г., как и в предыдущем году, в нижнем течении на участке г. Константиновск - р.п. Багаевский качество р. Дон характеризовалось как «грязная». Наблюдался некоторый рост среднегодовых содержаний аммонийного азота в створах г. Семикаракорск и ст-цы Раздорская до 3 ПДК, сульфатов до 4 ПДК (ниже г. Константиновск), соединений меди до 2,5 ПДК (ниже р.п. Багаевский) и снижение нефтепродуктов до 1 ПДК, соединений магния до значений ниже ПДК (ст-ца Раздорская).

Вода реки на устьевом участке (г. Ростов-на-Дону - г. Азов) в течение последних 6-8 лет оценивалась стабильно как «грязная». В 2023 г. улучшилось от уровня «грязная» до уровня «загрязненная» качество воды в створах г. Ростов-на-Дону и выше г. Азов. Снизилось число случаев нарушения норматива нитритным азотом от 33-40% до 0%, в отдельных створах соединениями меди от 24-30% до 11-0%. Среднегодовое содержание нитритного азота уменьшилось до значений, не превышающих ПДК в воде реки ниже г. Ростов-на-Дону. К характерным загрязняющим веществам устьевого участка р. Дон относились нефтепродукты, сульфаты, органические вещества (по БПК₅ и ХПК), к которым добавлялся нитритный азот на участке х. Колузаево - г. Азов. Среднегодовые концентрации нитритного азота колебались в пределах 1-3 ПДК, легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) - 2,43-3,21 мг/л, органических веществ (по ХПК) - 26,8-28,6 мг/л. В 2023 г. в воде р. Дон ниже г. Азов и в районе х. Колузаево были зарегистрированы 3 случая ВЗ соединениями ртути (3,1-4,9 ПДК).

В течение 2017-2022 гг. вода р. Дон ниже г. Ростов-на-Дону характеризовалась как стабильно «грязная», в 2023 г. - «загрязненная» (рис. 3.38).

В 2023 г. наблюдалась тенденция ухудшения качества воды большинства створов на притоках верхнего течения р. Дон. В 2023 г. преобладала «загрязненная» вода. Сохранилось низким качество воды Воронежского водохранилища (ниже г. Воронеж), несколько ухудшилось качество воды р. Тихая Сосна (ниже г. Острогожск) и р. Битюг (контрольные створы р.п. Анна и г. Бобров), оцениваясь как «грязная». Как «слабо загрязненная» характеризовалась вода Матырского водохранилища (г. Липецк, г. Грязи).

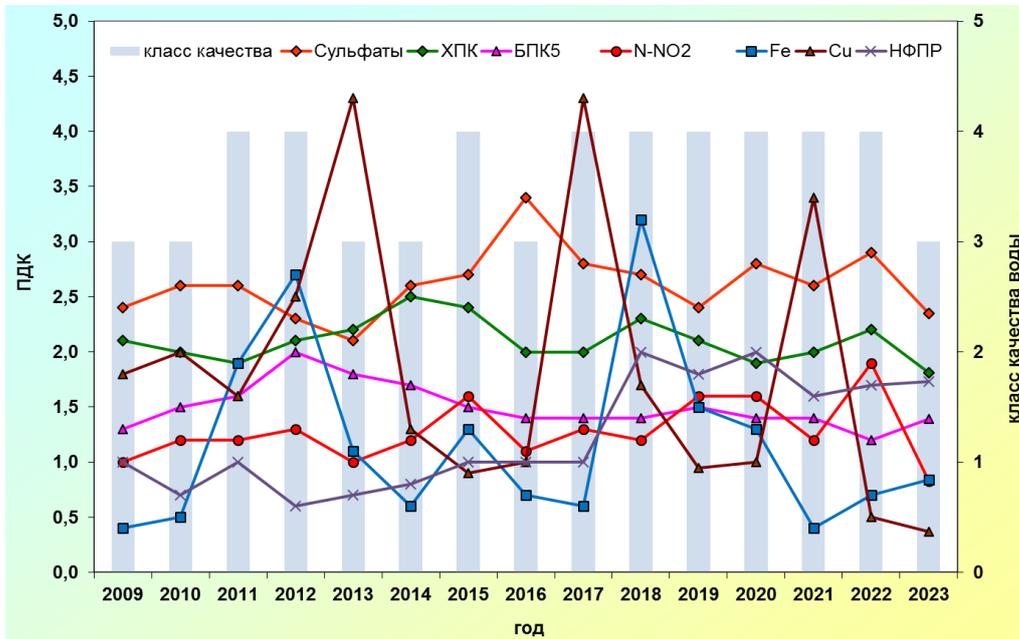


Рис. 3.38. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Дон, ниже г. Ростов-на-Дону в многолетнем плане

Вода притоков среднего течения р. Дон в большинстве створов характеризовалась как «загрязненная». Повысилось до уровня «слабо загрязненная» качество воды р. Карай, р. Аткара и р. Медведица (р.п. Лысье Горы).

В многолетнем плане качество воды притоков нижнего течения р. Дон в большинстве створов оценивается как «грязная». Наиболее крупным притоком в нижнем течении р. Дон является р. Северский Донец, берущая начало в Белгородской области (ЦФО), протекающая по территории Украины, республик ДНР и ЛНР и впадающая в р. Дон в Ростовской области (ЮФО). В многолетнем плане р. Северский Донец практически на всем протяжении характеризуется как «грязная», за исключением верхнего течения у с. Беломестное - «загрязненная». Стабильно «грязной» сохраняется вода Белгородского водохранилища в обоих створах г. Белгород.

В 2023 г. были зарегистрированы 5 случаев ВЗ нитритным азотом (12-18 ПДК) в створах, расположенных в 6 и 21 км ниже г. Белгород, причиной которых являлся сброс сточных вод ГУП «Белоблводоканал» г. Белгород. Как и в предыдущие годы, в 2023 г. вода р. Северский Донец на территории Ростовской области характеризовалась как «грязная». Практически во всех створах реки (х. Поповка - устье) наблюдался рост уровня загрязненности воды аммонийным азотом от 1 до 3-4 ПДК, в створах г. Каменск-Шахтинский и в устье реки - соединениями меди от значений, не превышающих ПДК до 2-3 ПДК; соединениями железа от 1 до 3 ПДК и легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) от 2,49 мг/л до 5,42 мг/л в среднем - в устье реки. В большинстве створов снизилось содержание нитритного азота до значений, не превышающих или незначительно превышающих норматив. Для воды р. Северский Донец (с. Беломестное - устье) характерна загрязненность органическими веществами (по БПК₅ и ХПК), в большинстве створов аммонийным азотом, сульфатами, соединениями меди, к которым добавлялись: в верхнем течении реки нитритный азот, соединения марганца; в нижнем - нефтепродукты, соединения железа и магния. Среднегодовые концентрации колебались в основном в пределах 1-5 ПДК, за исключением нитритного азота - 5-6 ПДК (Белгородское водохранилище). Содержание органических веществ (по БПК₅ и ХПК) изменялось в пределах 2,02-5,42 мг/л и 20,5-30,7 мг/л.

В 2023 г. вода большинства створов на притоках р. Северский Донец - реках Болховец, Оскол (контрольные створы г. Старый Оскол), Большая Каменка, Глубокая, Калитва, Быстрая, Кундрючья, (х. Павловка, ниже г. Красный Сулин) характеризовалась как «грязная». Незначительно ухудшилось качество воды р. Кундрючья выше г. Красный Сулин, не изменилось - в устье реки. В 2023 г. отмечался рост среднегодового содержания аммонийного азота до 3-5 ПДК в воде р. Большая Каменка (устье), р. Глубокая (выше г. Миллерово), р. Кундрючья; и снижение концентраций нитритного азота - р. Глубокая (ниже г. Миллерово, в черте г. Каменск-Шахтинский), р. Калитва, р. Быстрая до значений ниже ПДК, р. Кундрючья (ниже г. Красный Сулин) до 4 ПДК. В 2023 г. были зарегистрированы случаи ВЗ: 6 случаев - сульфатами (р. Кундрючья, в районе г. Красный Сулин и устья) - 12-15 ПДК; 2 случая - нитритным азотом (устье р. Кундрючья) - 11-15 ПДК.

Качество воды протоки Аксай, ниже г. Новочеркасск и р. Большой Несветай у с. Гребцово несколько ухудшилось и характеризовалось как «грязная», за счет увеличения количества загрязняющих веществ от 8-9 до 11 из 14, учтенных в комплексной оценке и среднего содержания аммонийного азота до 4 ПДК, соединений меди до 2-7 ПДК. На уровне

«грязная», как и в 2022 г., сохранилась вода р. Грушевка в устье. Для воды рек Тузлов, Большой Несветай и Грушевка характерно высокое содержание сульфатов, в ряде случаев достигающих уровня ВЗ.

В 2023 г., как и в 2022 г., вода р. Средний Егорлык выше и ниже г. Сальск характеризовалась как «экстремально грязная». В воде реки, несмотря на небольшое снижение, сохранилось высоким содержание сульфатов в обоих створах (среднегодовые концентрации 22-25 ПДК); ниже г. Сальск - нитритного азота (9 ПДК); несколько возросло аммонийного азота (5-6 ПДК). В воде реки в створах г. Сальск было зарегистрировано по 6 случаев ВЗ сульфатами (10-32 и 11-32 ПДК) и 2 случая - нитритным азотом (32 ПДК) - ниже г. Сальск.

В 2023 г. качество воды р. Егорлык у с. Новый Егорлык несколько ухудшилось и оценивалось как «грязная» за счет увеличения среднегодового содержания легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) до 6,13 мг/л, аммонийного азота до 5 ПДК, соединений меди до 12 ПДК, сульфатов до 10 ПДК. В воде было зарегистрировано 2 случая ВЗ сульфатами (12-15 ПДК) и 1 случай соединениями меди (36 ПДК).

Бассейн р. Кубань. В многолетнем плане вода большинства створов р. Кубань характеризовалась как «загрязненная». В 2023 г. стабилизировалось на уровне «грязная» качество воды реки в створе 24,5 км ниже г. Краснодар. В течение последних 2-х лет наблюдался рост среднего содержания нитритного азота до 4-6 ПДК (рис.3.39). В этом створе был зарегистрирован 1 случай ВЗ нитритным азотом (20 ПДК). Ухудшилось до «грязных» качество воды р. Кубань 30 км ниже г. Краснодар. В воде реки в 2 раза возросли среднегодовые концентрации соединений железа (до 4 ПДК) и цинка (до 2 ПДК). Как «грязная» оценивалась в 2023 г. вода реки ниже г. Кропоткин. Снижение содержания в воде соединений железа наблюдалось в большинстве створов устьевого участка р. Кубань.

В 2023 г. «условно чистой» и «слабо загрязненной» оценивалась вода р. Кубань на участке г. Карачаевск - г. Невинномысск. Для р. Кубань на участке г. Невинномысск - г. Темрюк характерной является загрязненность воды соединениями железа и меди, к которым добавлялись: в Краснодарском водохранилище - фенолы (среднегодовые концентрации 2-4 ПДК), в контрольных створах г. Краснодар - нитритный азот (2-3 ПДК), в большинстве створов - сульфаты (1-6 ПДК) и органические вещества (по ХПК) - 16,5-22,5 мг/л; на устьевом участке (х. Тиховский - г. Темрюк) - нефтепродукты и фенолы (1-2 ПДК).

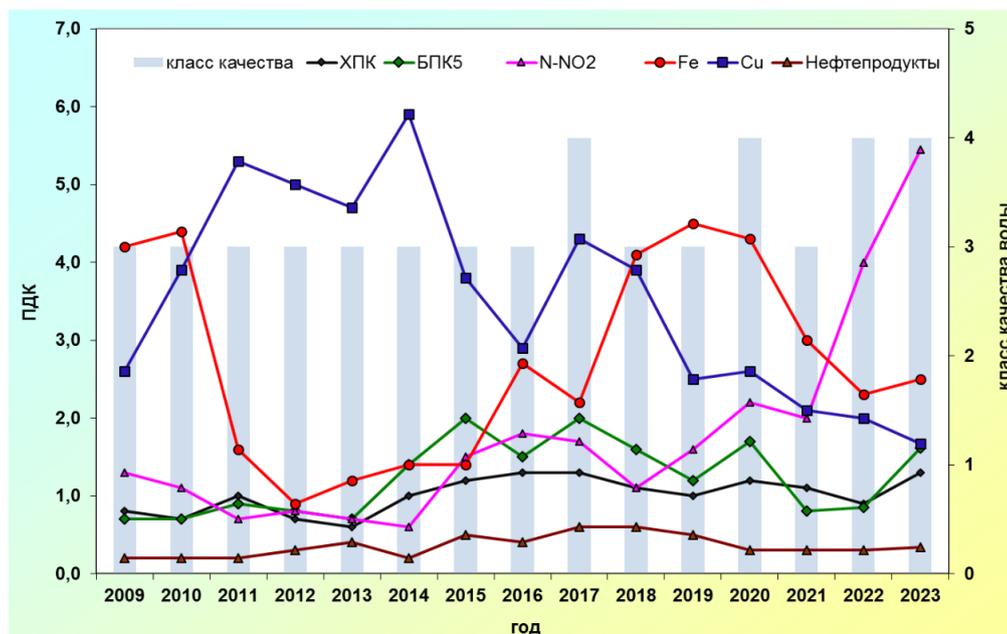


Рис. 3.39. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Кубань, 24,5 км ниже г. Краснодар в многолетнем плане

В 2023 г. качество воды притоков р. Кубань улучшилось в 26,4%, не изменилось - в 36,8% створов. «Слабо загрязненной» характеризовалась вода р. Большой Зеленчук (г. Невинномысск), р. Белая (ниже г. Майкоп), р. Пшеха (выше г. Апшеронск), р. Пшиш (выше г. Хадыженск, х. Фокин), р. Псекупс (г. Горячий Ключ); в остальных створах притоков р. Кубань вода характеризовалась, в основном, как «загрязненная». В 2023 г. снизилось до 1-3 ПДК содержание соединений железа в воде р. Лаба (выше г. Лабинск), р. Псекупс, р. Адагум (ниже г. Крымск); соединений меди до 2 ПДК - р. Адагум; до 3-4 ПДК возросли концентрации фенолов в воде р. Лаба (г. Лабинск). Характерной для воды всех притоков является загрязненность соединениями железа (среднегодовые концентрации 1-4,5 ПДК) и меди (1-3 ПДК), в отдельных створах рек в 2023 г. к ним добавлялись органические вещества (по ХПК) - 16,2-26,5 мг/л.

Реки Крыма, впадающие в Черное море. В 2023 г. качество воды большинства рек Крыма, впадающих в Черное море, не изменилось и характеризовалось как «условно чистая» (рр. Кача, Биюк-Узенбаш, Кучук-Узенбаш, Черная), «слабо загрязненная» (рр. Дерекойка, Улу-Узень, Демерджи) и «загрязненная» (р. Ускут); улучшилось до уровня «слабо загрязненная» р. Таракташ и р. Альма, до уровня «условно чистая» р. Бельбек. В большинстве рек Крыма, впадающих в Черное море, в 2023 г. загрязненность воды соединениями меди из характерной перешла в устойчивую низкого уровня. Характерной являлась загрязненность воды нитритным азотом и легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) - р. Демерджи; соединениями меди, сульфатами и органическими веществами (по ХПК) - р. Ускут; нитритным азотом, соединениями меди и сульфатами - р. Таракташ, среднегодовые концентрации варьировали в пределах 1-2 ПДК.

В 2023 г. вода Партизанского, Счастливого и Чернореченского водохранилищ характеризовалась как «условно чистая».

Реки Крыма, впадающие в Азовское море. В 2023 г. качество воды р. Салгир (с. Пионерское) и р. Бююк-Карасу (ниже г. Белогорск) сохранилось на уровне 2016-2022 гг., улучшилось и характеризовалась как «слабо загрязненная» качество воды р. Салгир (с. Двуречье), р. Малый Салгир (выше г. Симферополь). До уровня «условно чистая» повысилось качество воды р. Бююк-Карасу выше г. Белогорск. Вода остальных створов рек (Салгир, Малый Салгир) оценивалась как «загрязненная». Для рек Крыма, впадающих в Азовское море, характерна загрязненность воды соединениями меди, к которым добавлялись: в отдельных створах сульфаты, органические вещества (по ХПК); р. Малый Салгир (ниже г. Симферополь) - нитритный азот, среднегодовые концентрации которого колебались в пределах 1-2 ПДК и органические вещества (по ХПК) – 15,0-15,1 мг/л.

В 2023 г. вода Аянского и Симферопольского водохранилищ оценивалась как «слабо загрязненная», Феодосийского – «условно чистая».

Бассейн р. Обь. Вода р. Обь в 2023 г. в 73% створов оценивалась как «грязная», в 24% - «загрязненная», в 3% - «слабо загрязненная». В 2023 г. в части створов отмечалось ухудшение качества воды от «загрязненной» до «грязной» (Новосибирское водохранилище и 3 км ниже г. Новосибирск); улучшение - от «грязной» до «загрязненной» (9 км ниже г. Новосибирск и 0,5 км выше г. Нижневартовск).

В 2023 г. вода, оцениваемая как «загрязненная» сохранялась в верхнем и частично среднем течении р. Обь, на территории Алтайского края, Томской и Новосибирской областей: участок от г. Барнаул до г. Камень-на-Оби, в черте г. Новосибирск, 3 км выше г. Колпашево. Основными загрязняющими веществами воды для этих участков реки являлись соединения алюминия, нефтепродукты, реже соединения цинка, меди и марганца.

На территории Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов, в среднем и нижнем течении р. Обь (3 км ниже г. Новосибирск - г. Салехард) вода, за исключением трех створов, оценивалась как «грязная».

Основными загрязняющими веществами воды нижнего и частично среднего течения р. Обь были соединения железа и марганца, реже соединения меди и нефтепродукты. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, достигших критического уровня загрязненности воды, составляли: соединения марганца (9-16 ПДК), железа (9-15 ПДК); нефтепродукты в районе с. Мужи и на участке г. Колпашево - с. Александровское (7-12 ПДК); соединения цинка в районе г. Нижневартовск, д. Белогорье и ниже г. Салехард (4-5 ПДК) (рис. 3.40).

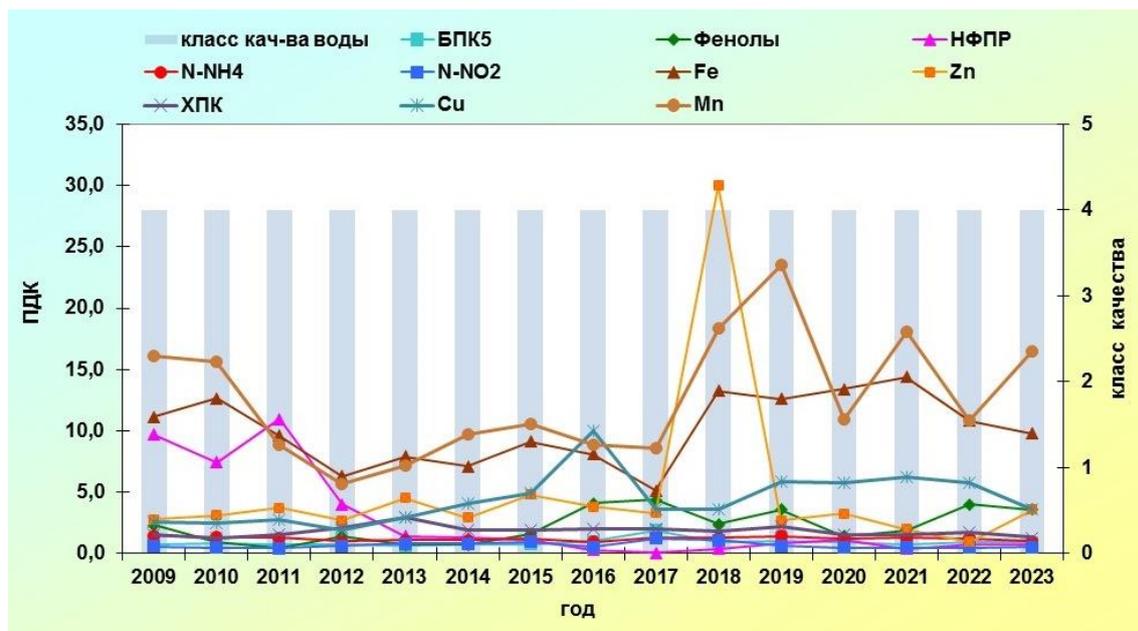


Рис. 3.40. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Обь ниже г. Салехард в многолетнем плане

В 2023 г. качество воды Новосибирского водохранилища в 2023 г. изменялось от «загрязненная» до «грязная». Основными загрязняющими веществами воды были соединения меди, цинка, марганца, алюминия, реже нефтепродукты. В 2023 г. всего в воде р. Обь, включая Новосибирское водохранилище, был зарегистрирован 31 случай ВЗ: 18 случаев соединениями марганца (31-49 ПДК), 7 случаев - соединениями алюминия (12-18 ПДК), 2 случая - соединениями цинка (15 ПДК), 2 случая - нефтепродуктами (37-49 ПДК), по 1 случаю соединениями железа (31 ПДК) и кадмия (3,1 ПДК). Отмечали 9 случаев ЭВЗ воды: 5 - соединениями марганца (52-128 ПДК), 1 - соединениями кадмия (14,7 ПДК), 4 - нефтепродуктами (58-139 ПДК). Вследствие ледостава в воде среднего и нижнего течения р. Обь фиксировалось снижение растворенного в воде кислорода до 3,09-3,89 мг/л. В течение года отмечались единичные случаи дефицита растворенного в воде кислорода до 2,5-2,7 мг/л в районе с. Полноват и ниже г. Салехард. В районе пгт. Октябрьское в воде ежегодно регистрируются случаи дефицита и острого дефицита растворенного в воде кислорода, в 2023 г. минимальные концентрации варьировали от 0,83 до 2,7 мг/л.

Вода р. Полуи, одного из наиболее загрязненных притоков нижнего течения р. Обь на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, в 2023 г. по-прежнему оценивалась как «грязная». Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ сохранялись на уровне 2020-2022 гг. и составили: соединения железа - 19-20 ПДК, марганца - 24-26 ПДК, цинка - 2-4 ПДК, меди - 3-4 ПДК, фенолы - 5 ПДК, аммонийного азота - 2 ПДК, органические

вещества (по ХПК) - 19,1-19,9 мг/л. В 2023 г. в воде р. Полуй было зарегистрировано 3 случая ВЗ и 5 случаев ЭВЗ воды соединениями марганца, на уровне 44-48 ПДК и 56-75 ПДК соответственно, были зарегистрированы единичные случаи снижения дефицита и глубокого дефицита растворенного в воде реки, минимальное содержание которого снижалось до 1,34- 2,14 мг/л.

Качество воды малых рек, протекающих в районе г. Новосибирск (рр. Каменка, Камышенка, Тула, Ельцовка I, Ельцовка II) в многолетнем плане оценивается как «грязная». Качество воды р. Плючиха в 2023 г. ухудшилось от «грязной» до «экстремально грязной». Основными загрязняющими веществами воды реки являлись соединения марганца, среднегодовые концентрации которого находились на уровне 47 ПДК, алюминия и цинка (3 ПДК), нефтепродуктов (10 ПДК).

Одной из наиболее загрязненных малых рек г. Новосибирск является р. Каменка, в 2022-2023 г. оцениваемая «экстремально грязной» водой (рис. 3.41). Критического уровня загрязненности воды реки достигали соединения марганца, среднегодовые концентрации которого находились на уровне (46 ПДК), меди (14 ПДК), цинка (4 ПДК), кадмия (1,4 ПДК) и аммонийного азота (4 ПДК). В 2023 г. в воде реки было зарегистрировано 4 случая высокого и 3 случая экстремально высокого загрязнения соединениями марганца на уровне 45-47 ПДК и 51-74 ПДК соответственно; 1 случай экстремально высокого загрязнения соединениями кадмия на уровне 5,7 ПДК.

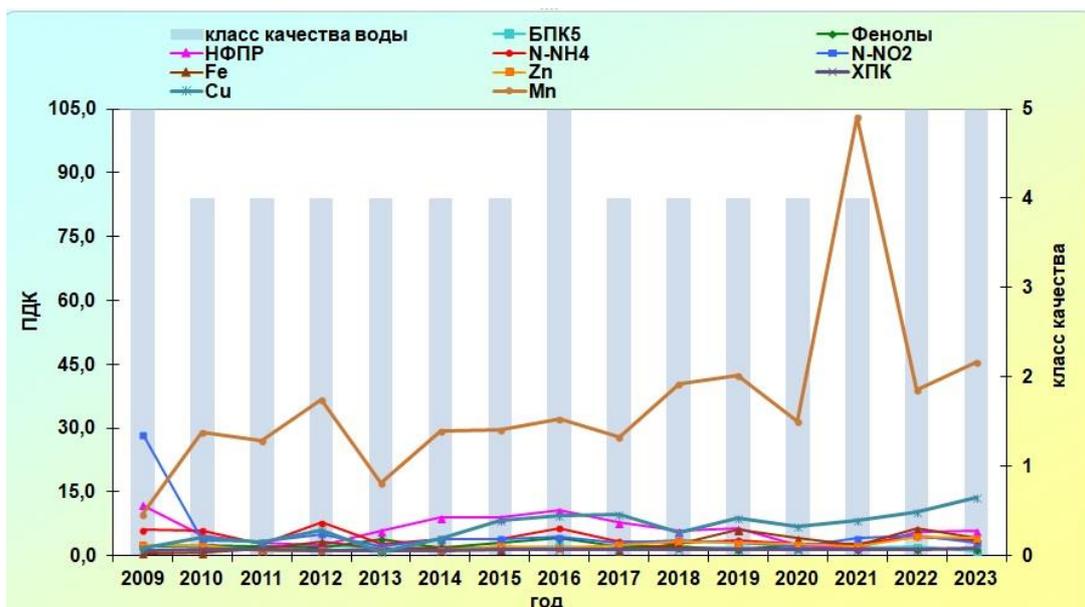


Рис. 3.41. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Каменка в многолетнем плане

Суммарно в малых реках г. Новосибирск в 2023 г. был зарегистрирован 41 случай ВЗ воды соединениями марганца (31-49 ПДК), 1 случай - соединениями алюминия (13 ПДК), 7 случаев - соединениями цинка (11-45 ПДК), 2 случая - соединениями меди (33-46 ПДК). Было зарегистрировано 35 случаев ЭВЗ воды: 30 случаев - соединениями марганца (51-369 ПДК), 3 случая - соединениями меди (90-233 ПДК), 1 случай - соединениями кадмия (5,7 ПДК), 1 случай - нефтепродуктами на уровне 83 ПДК.

Бассейн р. Иртыш. Река Иртыш в 2023 г. в 22,3% створов оценивалась как «грязная», в 72,3% створов - «загрязненная», в 5,4% створов - «слабо загрязненная».

Вода реки Иртыш в пределах Омской и Тюменской областей на участке с. Татарка - г. Тобольск в многолетнем плане оценивалась как «загрязненная», в пределах с. Уват, в основном, «грязной». В верхнем течении реки, ниже г. Омск, качество воды в 2023 г. ухудшилось от «слабо загрязненной» до «загрязненной»; в районе д. Карташово - улучшилось от «загрязненной» до «слабо загрязненной».

Характерными загрязняющими веществами воды верхнего и среднего течения р. Иртыш являлись соединения меди, среднегодовые концентрации которых были на уровне 4-5 ПДК, реже соединения марганца (2-4 ПДК) и легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) - 2,03-2,69 мг/л. В районе с. Уват к ним добавлялись соединения меди (5 ПДК) и фенолы (3 ПДК).

На территории Ханты-Мансийского автономного округа, в нижнем течении реки, на участке п. Горноправдинск - г. Ханты-Мансийск, вода р. Иртыш на протяжении многих лет сохранялась на уровне «грязная». Основными загрязняющими веществами воды р. Иртыш на этом участке сохраняются соединения железа и марганца, среднегодовые концентрации которых находятся на уровне 14-16 ПДК, реже цинка (3-5 ПДК) и меди (5-7 ПДК).

В 2023 г. в воде р. Иртыш было зарегистрировано 5 случаев высокого загрязнения воды: 3 случая - соединениями марганца (36-40 ПДК), 1 случай - нитритным азотом (25 ПДК), 1 случай - соединениями ртути (4,8 ПДК).

На территории Свердловской, Курганской, Тюменской и Челябинской областей на протяжении многолетнего периода сохраняется низким качество рек Исеть, Миасс и Пышма.

Вода р. Исеть (Свердловская, Курганская, частично Тюменская области), на протяжении длительного времени в большинстве створов оценивается как «грязная». В верхнем течении, в районе г. Екатеринбург (створ 7 км ниже города) в течение последних лет вода стабильно характеризовалась как «экстремально грязная» (рис. 3.42, а).

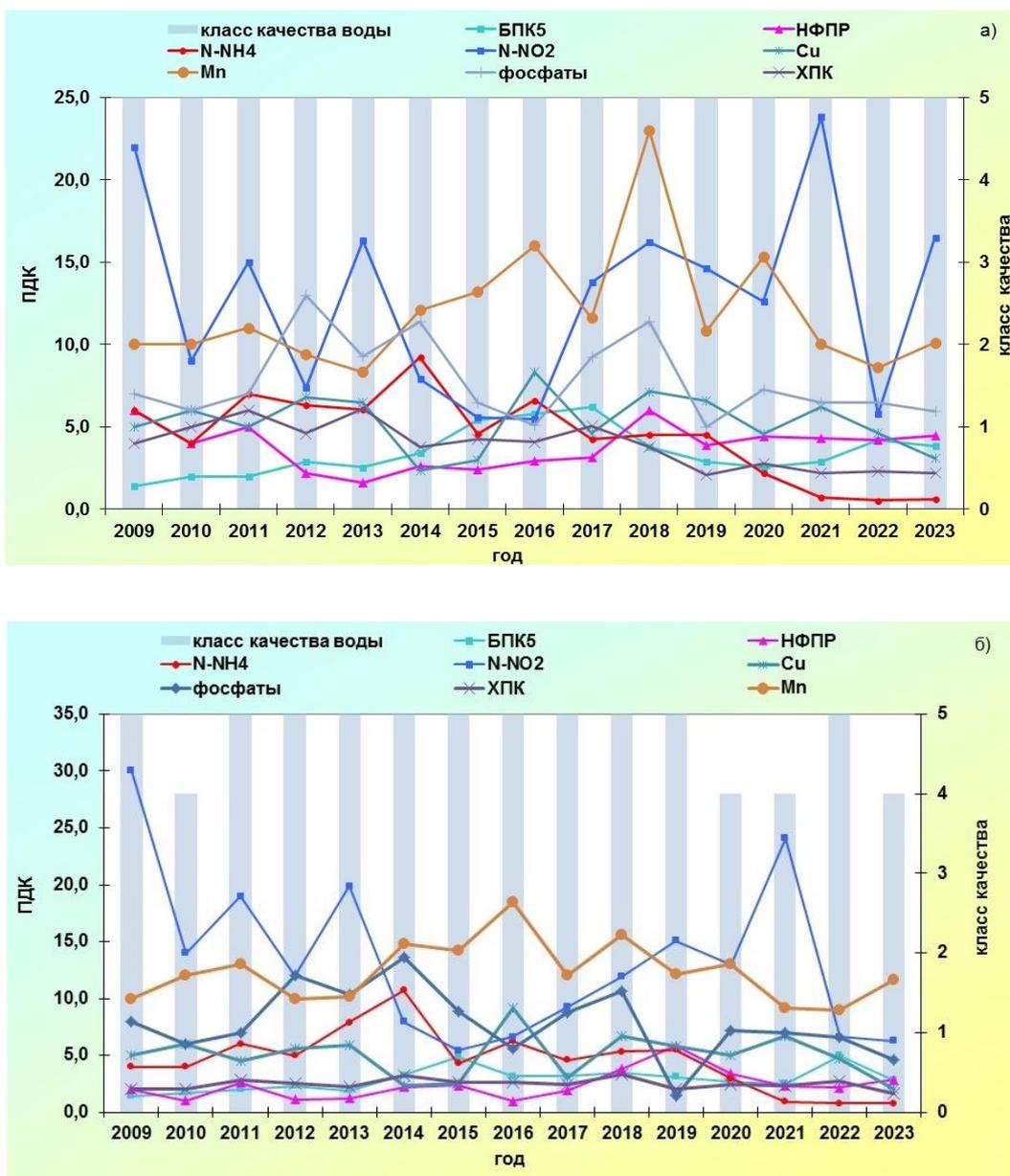


Рис. 3.42. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Исеть а) 7 км ниже г. Екатеринбург, б) 19,1 км ниже г. Екатеринбург в многолетнем плане

Ниже по течению, в створе в 19,1 км ниже г. Екатеринбург, качество воды за последние 15 лет, в основном, сохранялось на уровне «экстремально грязной», за исключением 2010, 2020-2021 и 2023 гг. (рис. 3.42 б).

Основными загрязняющими веществами воды р. Исеть на всем протяжении в течение последних лет сохраняются соединения меди и цинка, реже легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅). На участке г. Екатеринбург - с. Исетское в 2023 г. к ним добавлялся нитритный азот, среднегодовые концентрации которого составляли 6-9 ПДК; на участке г. Екатеринбург - г. Каменск-Уральский - фосфор фосфатов (5-6 ПДК) и легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) - 5,56-7,63 мг/л.

В воде р. Исеть в 2023 г. было зарегистрировано 80 случаев ВЗ воды (из них 18 случаев в воде Аргазинского водохранилища): 40 случаев - нитритным азотом (11-49 ПДК), 15 случаев - легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) - 10,3-12,7 мг/л, 7 случаев - соединениями марганца (33-48 ПДК), 13 случаев - соединениями цинка (13-48 ПДК), 3 случая - фосфором фосфатов (11-13 ПДК), по 1 случаю - соединениями меди (35 ПДК) и фенолами (32 ПДК). Было зарегистрировано по 1 случаю ЭВЗ воды: нитритным азотом - на уровне 142 ПДК и соединениями марганца - 61 ПДК. В воде р. Исеть в районе г. Екатеринбург в течение 2023 г. отмечались единичные случаи дефицита растворенного в воде кислорода - 2,11-2,95 мг/л; в районе с. Исетское регистрировался случай острого дефицита - на уровне 1,49 мг/л.

Одной из наиболее загрязненных рек, протекающих по территории Челябинской области, является река Миасс, вода которой в большинстве створов оценивается как «грязная». В 2022-2023 гг. исключение составили створы, расположенные в 1,5 и 3,8 км выше г. Челябинск, где вода оценивалась как «загрязненная».

Основными загрязняющими веществами воды реки являются соединения меди, цинка, марганца, среднегодовые концентрации которых в большинстве створов находятся на уровне 3-5 ПДК, достигая критического уровня

загрязненности воды в створе г. Карабаш (20-29 ПДК); органические вещества (по ХПК) - 19,3-32,0 мг/л. В створе ниже г. Миасс к ним добавлялись нитритный азот (9 ПДК); на участке г. Челябинск – р.п. Каргаполье - аммонийный и нитратный азот (1-2 ПДК).

Река Пышма, протекающая преимущественно по территории Свердловской области, в обоих створах г. Березовский на протяжении последних лет оценивается «экстремально грязной» водой. Основными загрязняющими веществами воды в обоих створах являлись: соединения марганца (среднегодовые концентрации которых варьировали от 15 до 35 ПДК), меди (11-14 ПДК), фосфора фосфатов (4-9 ПДК); в створе выше г. Березовский к ним добавлялись соединения никеля (18 ПДК); ниже - нитритный азот (8 ПДК) и легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) - 7,79 мг/л.

В 2023 г. в створе, расположенном выше р.п. Белоярский, произошло улучшение качества воды с переходом из «грязных» в «загрязненные». На остальном участке р.п. Белоярский - с. Богандинское вода реки Пышка, как в предыдущие годы, оценивалась как «грязная».

В 2023 г. в р. Пышма было зарегистрировано 26 случаев высокого загрязнения воды (из них 24 - в районе г. Березовский): 7 случаев – соединениями мышьяка (3,2-4,7 ПДК), 3 случая - соединениями марганца (33-47 ПДК), 6 случаев - соединениями никеля (13-45 ПДК), 1 случай - соединениями меди (32 ПДК), 9 случаев - нитритным азотом (11-46 ПДК). Были зарегистрированы случаи ЭВЗ воды: 1 случай - соединениями марганца на уровне 60 ПДК, 2 случая - соединениями мышьяка (5,7-16,5 ПДК). В районе пгт. Богандинское отмечался единичный случай острого дефицита кислорода - 1,32 мг/л.

Бассейн р. Енисей. В 2023 г. вода реки Енисей, протекающей преимущественно на территории Красноярского края, в 50% створов оценивалась как «загрязненная» и в 50% створов как «грязная».

В 2023 г. качество воды ухудшилось практически на всем протяжении течения р. Енисей от «слабо загрязненной» до «загрязненной» (в районе г. Саяногорск), от «загрязненной» до «грязной» (ниже г. Кызыл, выше и ниже г. Красноярск, окраина с. Селиваниха). Улучшение качества воды от «грязной» до «загрязненной» наблюдалось только в створе в СЗ пгт Стрелка.

Характерными загрязняющими веществами воды р. Енисей являлись органические вещества (по ХПК), среднегодовые концентрации которых изменялись по течению реки от 15,3 до 29,07 мг/л, реже соединения железа (1-2 ПДК), меди (2-14 ПДК). В некоторых створах к ним добавлялись нефтепродукты (1-4 ПДК), в верхнем течении - фенолы (2 ПДК), в нижнем течении - соединения алюминия и цинка (2-4 ПДК), в среднем и нижнем - соединения марганца (1-4 ПДК).

На участке г. Дивногорск - г. Дудинка в части створов критического уровня загрязненности воды достигали соединения меди (7-12 ПДК), цинка (2-4 ПДК), кадмия (1,35-1,42 ПДК), алюминия (3 ПДК).

В 2023 г. в р. Енисей сохранялся удовлетворительный кислородный режим, содержание растворенного в воде кислорода не опускалось ниже 6,9 мг/л.

Основными загрязняющими веществами воды Красноярского водохранилища в 2023 г. были нефтепродукты (1-2 ПДК), соединения меди (2-14 ПДК), алюминия (2 ПДК), марганца (кроме створа р.п. Приморск) (1-2 ПДК), органические вещества (по ХПК) - 17,55-19,69 мг/л, в обоих створах р.п. Усть-Абакан к ним добавлялись фенолы и соединения железа, среднегодовые концентрации которых составляли 2 ПДК; в районе р.п. Приморск - соединения цинка (2 ПДК). Критического уровня загрязнения в створах р.п. Приморск и д. Хмельники достигали соединения меди.

В 2023 г. в воде р. Енисей было зарегистрировано 2 случая высокого загрязнения соединениями цинка (15-21 ПДК), 1 случай экстремально высокого загрязнения соединениями меди (65 ПДК).

Среди наиболее загрязненных притоков р. Енисей, характеризующихся в 2023 г. «грязной» водой была: р. Кача (г. Красноярск), р. Кан (г. Канск, п. Усть-Кан). Критического уровня загрязненности воды в обеих реках (кроме створа выше п. Памяти 13 борцов) достигали соединения меди (среднегодовые концентрации были на уровне 4-18 ПДК), в некоторых створах к ним добавлялись соединения марганца (10-12 ПДК) и цинка (4 ПДК).

В 2023 г. в воде р. Кача было зарегистрировано 3 случая высокого загрязнения воды соединениями марганца (32-46 ПДК); в воде р. Кан - 1 случай высокого загрязнения соединениями марганца (33 ПДК) и по 1 случаю ВЗ и ЭВЗ воды соединениями меди (37 и 58 ПДК).

Бассейн р. Ангара. В 2023 г. значительно улучшилось качество воды Братского и Усть-Илимского водохранилищ, расположенных на р. Ангара (за исключением створов г. Усолье-Сибирское), от «слабо загрязненной» до «условно чистой». Вода Братского водохранилища в 2023 г. оценивалась как «условно чистая» в 69%, «слабо загрязненная» в 31% створов. Качество воды Усть-Илимского водохранилища в 2023 г. оценивалось: «условно чистая» - 54% створов, «слабо загрязненная» - 31% створов, «загрязненная» - 15% створов. В некоторых створах Усть-Илимского водохранилища устойчивого уровня загрязненности воды достигали органические вещества (по ХПК), среднегодовые концентрации которых варьировали от 21,04 до 24,19 мг/л.

В 2023 г. в целом в бассейне р. Ангара кислородный режим был удовлетворительным, среднегодовое содержание растворенного в воде кислорода варьировало от 6,66 мг/л (р. Игирма, р.п. Новая Игирма) до 12,2 мг/л (р. Татарка, д. Татарка).

В 2023 г. было зарегистрировано 2 случая ВЗ воды Усть-Илимского водохранилища нитритным азотом (13-34 ПДК), 5 случаев ЭВЗ воды Братского водохранилища соединениями ртути (6-25 ПДК).

В 2023 г. наиболее загрязнены притоки бассейна р. Ангара - рр. Карабула, Каменка, Тасеева, Решеты, Усолка, качество воды которых характеризовалось как «грязная». Основными загрязняющими веществами в этих реках являлись соединения железа (3-6 ПДК), меди (6-26 ПДК), марганца (2-10 ПДК), цинка, кроме створа п. Машуковка (1-3 ПДК), органические вещества (по ХПК) - 25,19-32,8 мг/л, в некоторых створах к ним добавлялись соединения алюминия (2-6 ПДК). Критического уровня загрязненности воды во всех створах (кроме п. Машуковка) достигали соединения меди, в некоторых створах к ним добавлялись соединения марганца и алюминия.

В 2023 г. было зарегистрировано 3 случая высокого и 1 случай экстремально высокого загрязнения воды соединениями меди: р. Решеты (31-46 ПДК), р. Каменка соединениями меди (32 ПДК), р. Усолка (52 ПДК).

В 2023 г. ухудшилось качество воды р. Ушаковка от «слабо загрязненной» до «загрязненной». Характерного уровня загрязненности воды достигали фенолы (1-2 ПДК), органические вещества (по ХПК) (17,68-18,55 мг/л), в некоторых створах к ним добавлялись соединения железа (2 ПДК), марганца (3-4 ПДК), нефтепродукты (2 ПДК).

Самым грязным притоком р. Ангара в течение многих лет сохраняется р. Вихорева, однако в 2023 г. качество воды улучшилось в районе п. Чекановский от «загрязненной» до «слабо загрязненной», в створах г. Вихоревка и с. Кобляково - от «грязной» до «загрязненной». Характерными загрязняющими веществами являлись аммонийный азот (кроме створа п. Чекановский), среднегодовые концентрации которого были на уровне 2 ПДК, в районе г. Вихоревка - фенолы (2 ПДК), в районе с. Кобляково - органические вещества (по ХПК), среднегодовая концентрация которых составила 29,63 мг/л, сульфатный лигнин (1 ПДК). Случаи ВЗ и ЭВЗ в воде реки в 2023 г. не были зарегистрированы.

В 2023 г. в целом по бассейну р. Ангара количество створов с «условно чистой» водой увеличилось на 21%, а со «слабо загрязненной» и «грязной» водой уменьшилось по сравнению с предыдущим годом на 16% и на 5% соответственно. Количество створов, качество воды которых характеризовалось как «загрязненная» сохранилось на уровне 19% от общего числа створов.

Бассейн р. Лена. В 2023 г. вода р. Лена в 54,2% створов оценивалась как «загрязненная», в 8,3% створов - «грязная», в 37,5% створов - «слабо загрязненная». Незначительно улучшилось качество воды р. Лена в створах выше и в черте г. Усть-Кут, выше и ниже г. Киренск, выше п. Пеледуй от уровня «загрязненная» до «слабо загрязненная», в черте с. Кюсюр от «грязная» до «загрязненная». В створах выше г. Олекминск и п.ст. Хабарова незначительно ухудшилось качество воды р. Лена от уровня «загрязненная» до «грязная», выше п. Витим от «слабо загрязненная» до «загрязненная». В многолетнем плане вода реки в створе ниже г. Якутск характеризуется как «загрязненная» (рис. 3.43).

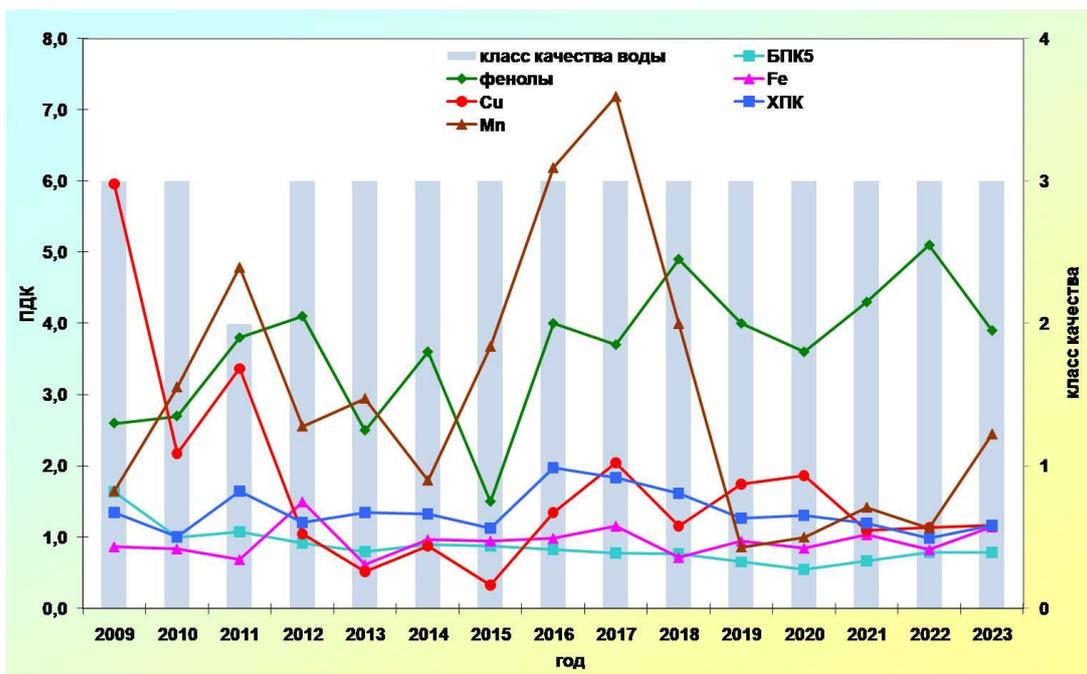


Рис. 3.43. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Лена, г. Якутск в многолетнем плане

Характерными загрязняющими веществами воды бассейна сохранялись фенолы, органические вещества (по ХПК), соединения меди, железа и марганца.

В 2023 г. вода притоков р. Лена в большинстве створов оценивалась как «загрязненная».

В 2023 г. качество воды водных объектов бассейна р. Лена улучшилось: от «слабо загрязненной» до «условно чистой» - р. Киренга, с. Казачинское; от «загрязненной» до «условно чистой» - р. Киренга, д. Шорохово; от «грязной» до «загрязненной» - р. Бирюк, с. Бирюк, р. Кэнкэмэ, з.с. Второй Станок, оз. Мюрю, с. Борогонцы; ухудшилось от «загрязненной» до «грязной» - р. Олекма, с. Усть-Нюкжа, р. Чара, с. Чара.

Река Колыма. Вода рек бассейна р. Колыма в 2023 г. в 70% створов оценивалась как «грязная», в 30% створов - «загрязненная».

К характерным загрязняющим веществам бассейна р. Колыма относились соединения марганца и меди, фенолы, соединения железа, аммонийный азот, нефтепродукты, повторяемость превышения ПДК которыми составляла 86%, 75%, 70%, 51%, 48% и 47% соответственно. Непосредственно в р. Колыма были отмечены повышенные концентрации в воде фенолов, соединений марганца и меди в 70%, 58% и 57% отобранных проб воды.

В районе г. Усть-Среднекан качество воды р. Колыма сохранилось на уровне предыдущего года - «грязная». По сравнению с 2022 г. незначительно уменьшилось число случаев превышений ПДК соединениями меди и марганца (от 100 до 98%), увеличилось количество превышений ПДК нефтепродуктами (от 31 до 75%) и аммонийным азотом (от 39 до 58%) (рис. 3.44).

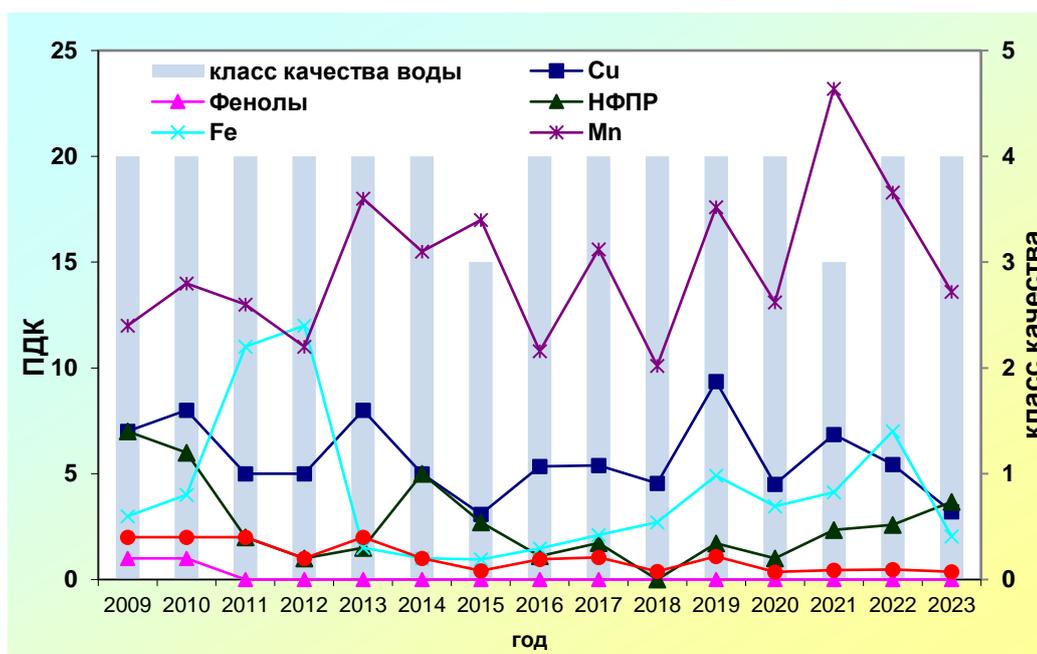


Рис. 3.44. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Колыма, п. Усть-Среднекан в многолетнем плане

В 2023 г. в бассейне р. Колыма были зафиксированы 6 случаев высокого уровня загрязнения воды: соединениями марганца - по одному случаю в воде р. Тенке (0,5 км ниже п. Транспортный), р. Дебин, 2 случая - в воде р. Оротукан; 1 случай - соединениями свинца - вдхр. Колымское. Был зарегистрирован 1 случай экстремально высокого загрязнения воды соединениями марганца (р. Оротукан).

Бассейн р. Амур. Качество поверхностных вод бассейна р. Амур формируется в существенно различающихся по территории своеобразных природных условиях, характерных для Дальневосточного региона. Антропогенная нагрузка, включающая влияние рудоносных и коллекторно-дренажных вод, сточных вод золото- и угледобывающих предприятий, жилищно-коммунальных служб, распределена по бассейну неравномерно. В водные объекты бассейна, как и в предыдущие годы, поступают «недостаточно-очищенные» сточные воды жилищно-коммунальных хозяйств, железнодорожного и речного транспорта, золото- и рудодобывающих предприятий.

В 2023 г. по сравнению с 2022 г. в поверхностных водах бассейна р. Амур возросло до 52,1% количество створов, вода в которых оценивалась как «грязная». При этом существенно уменьшилось до 44,1% количество створов, вода в которых характеризовалась как «загрязненная». Как и в предыдущем году, качество воды в фоновых створах р. Левый Хинган, 1 км выше п. Хинганск на территории Еврейской автономной области и в р. Левый Ул на участке 1 км выше п. Многовершинный характеризовались «слабо загрязненными» водами.

К загрязняющим веществам воды водных объектов бассейна р. Амур в 2023 г. относились в разные периоды на отдельных участках от 2 до 15 химических веществ. Наиболее распространенными из них были соединения металлов и органические вещества (по ХПК).

В 2023 г. как и в предыдущие годы, наблюдалась загрязненность воды водных объектов, соединениями железа, концентрации которых превышали ПДК в 77% проб. В единичных пробах при этом фиксировались случаи повышенного содержания в воде соединений железа, близкого к высокому уровню загрязнения. Широко распространена была также загрязненность поверхностных вод бассейна р. Амур соединениями меди, алюминия и марганца, повторяемость превышения ПДК, которыми, в 2023 г. достигала 73%, 72% и 72% соответственно. В 69% проб отмечалась загрязненность воды водных объектов органическими веществами (по ХПК).

В 2023 г. в отличие от последних лет в Забайкальском крае преобладали створы с «загрязненной» водой. По сравнению с предыдущим годом до 38,5%, снизилось количество створов с «грязной» водой. В то же время в отдельных створах рр. Аргунь, Борзя, Унда, Талангуй, Чита и Нерча были зарегистрированы случаи высокого загрязнения воды соединениями марганца. В некоторых водных объектах наблюдалась высокая загрязненность воды соединениями ванадия, повышенная для отдельных рек бассейна (р. Аргунь и р. Ингода), а также загрязненность воды органическими веществами (по ХПК).

Практически во всех водных объектах Забайкальского края (не более чем в 50% проб) отмечалось загрязнение воды фенолами (до 6 ПДК).

В 2023 г. в р. Аргунь в пункте с. Олочи; р. Талангуй, 0,5 км ниже с. Ложниково; р. Ингода в створах 5 км выше с. Атамановка и ниже ст. Тарская наблюдалось ухудшение качества воды с переходом из «загрязненной» в 2022 г. в «грязные» воды.

В 2023 г. улучшение качества воды от «грязной» до «загрязненной» отмечалось в р. Урулюнгуй (с. Маргуцек), р. Шилка (12 км выше г. Сретенск), р. Ага (выше с. Агинское), р. Никишка (на участке в черте п. Атамановка), оз. Кенон (в черте г. Чита).

Химический состав воды р. Амур в 2023 г. по сравнению с предыдущими годами по-прежнему отличался повышенным содержанием в воде соединений меди, в существенно меньшей степени соединений марганца и алюминия. По сравнению с 2022 г. ухудшилось качество воды р. Амур (в створе с. Игнашино) и в протоке Амурская (на участках 1 км выше х. Телегино – 5 км ниже г. Хабаровск), а также в районе г. Комсомольск-на-Амуре (в створах 6 км выше и 5 км ниже города), где вода р. Амур оценивалась в 2023 г. как «грязная». Критическими показателями

загрязненности воды в створах, расположенных в районе влияния г. Хабаровск и в основном русле протоки Амурская являлись соединения алюминия и меди.

На участке с. Игнашино – г. Благовещенск в р. Амур и в районе г. Хабаровск в протоке Амурская в 2023 г. были зафиксированы случаи высокого загрязнения воды соединениями алюминия; в створах в черте и ниже г. Амурск в основном русле р. Амур – соединениями кадмия.

Практически по всему течению р. Амур с различной периодичностью была зафиксирована загрязненность воды реки соединениями молибдена и свинца до 3 ПДК. В единичных пробах воды в районе влияния г. Амурск и ниже по течению р. Амур наблюдалась концентрации в воде мышьяка до 1,3-2,5 ПДК.

В 2023 г., как и в 2022 г. в воде р. Амур в районе г. Амурск, наблюдалась стабилизация невысокой загрязненности воды органическими веществами (по ХПК и БПК₅), соединениями железа, марганца, нефтепродуктами (рис. 3.45).

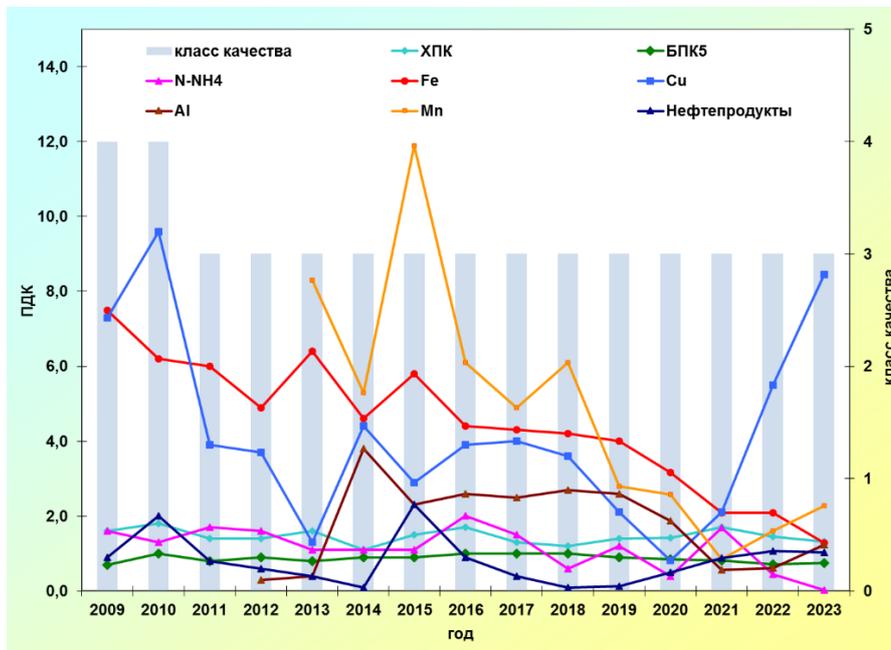


Рис. 3.45. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Амур в пункте г. Амурск в многолетнем плане

В 2023 г. заметно повысилась загрязненность воды р. Зeya и ее притоков, Зейского водохранилища. В 95% створов в бассейне р. Зeya поверхностные воды характеризовались как «грязные». Критическими показателями загрязненности воды являлись соединения меди, железа, марганца и алюминия. Характерной для бассейна р. Зeya в 2023 г. была загрязненность поверхностных вод бассейна аммонийным азотом, соединениями свинца.

В 2023 г. возросла степень загрязненности воды р. Бурeya и ее притоков, среди которых преобладали «грязные» воды (92% створов). Среди критических показателей загрязненности воды в бассейне р. Бурeya выделялись соединения металлов – алюминия, меди, цинка, железа, марганца, свинца.

В Хабаровском крае в 2023 г. по сравнению с 2019-2022 гг., повысилась загрязненность воды р. Березовая на участке ниже с. Федоровка и р. Черная, ниже с. Сергеевка, среднегодовые концентрации аммонийного и нитритного азота в воде составляли 3-4 и 6-9 ПДК соответственно. В ряде проб была зафиксирована загрязненность воды соединениями свинца, мышьяка, фосфатами, соединениями цинка. Вода этих рек характеризовалась как «грязная». В р. Черная был зарегистрирован случай высокого загрязнения соединениями молибдена 3 ПДК.

Вода р. Дачная в бассейне р. Уссурй в зоне влияния г. Арсеньев в многолетнем плане оценивается как «экстремально грязная» (рис. 3.46). В течение 2023 г. в реке были зафиксированы случаи высокого загрязнения воды соединениями алюминия, аммонийного и нитритного азота, были отмечены единичные случаи дефицита растворенного в воде кислорода. К критическим показателям загрязненности воды относились фенолы, аммонийный и нитритный азот, соединения железа, органические вещества.

Вода большинства рек бассейна Японского моря в 2023 г. характеризовалась, в основном, как «грязная» или «загрязненная». В р. Кневичанка ниже г. Артем, в зоне влияния сточных вод Артем-ГЭЦ, уменьшилось от 7 до 1 количество критических показателей загрязненности воды, к которым относились в 2023 г. только соединения марганца. На протяжении многих лет наиболее загрязненными сохраняются р. Комаровка и р. Раковка в зоне влияния г. Уссурйск, в воде которых 10-12 веществ из 16 наблюдаемых в 2023 г. являлись загрязняющими. В р. Раковка был зарегистрирован случай экстремально высокого загрязнения воды соединениями марганца. И в р. Раковка, и в р. Комаровка в пунктах г. Уссурйск отмечались единичные случаи дефицита растворенного в воде кислорода.

В Сахалинской области в 2023 г. возросло количество рек, вода которых оценивалась как «слабо загрязненная». Вода р. Рогатка характеризовалась как «условно чистая». В 2023 г. наиболее загрязненной сохранилась р. Охинка, в черте г. Оха, вода которой характеризовалась как «грязная». Периодически в различных водотоках были зарегистрированы случаи высокого загрязнения соединениями кадмия (р. Поронай, р. Черная, р. Пугачевка), органическими веществами (по ХПК) (р. Поронай), нефтепродуктами (р. Охинка), аммонийным азотом (р. Сусуя).

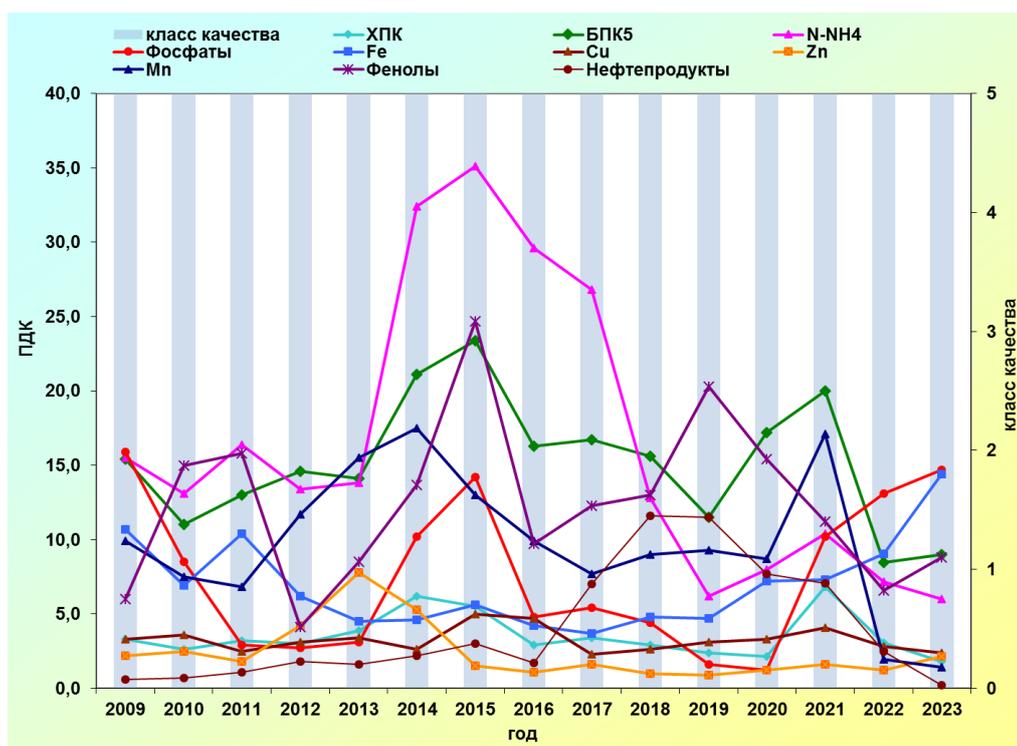


Рис. 3.46. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Дачная, в черте г. Арсеньев в многолетнем плане

Реки Камчатского края в 2023 г. относились к наименее загрязненным и варьировали в диапазоне от «условно чистой» (р. Кирганик) до «загрязненной» (р. Паужетка, р. Удова). Превалировали в Камчатском крае «слабо загрязненные» водные объекты, к которым относились 51,7% створов наблюдений.

Уровень загрязненности поверхностных вод на территории Федеральных округов Российской Федерации и входящих в них субъектов федерации (данные за 2022 г.)

В связи с существующим регламентом сбора, анализа и обобщения данных государственной наблюдательной сети за загрязнением поверхностных вод водных объектов полная информация о загрязнении поверхностных вод в разрезе федеральных округов и входящих в них субъектов Российской Федерации представлена за 2022 г.

Центральный федеральный округ (ЦФО)

В 2022 г. на территории Центрального округа на ряде водных объектов наметилась тенденция ухудшения качества воды от уровня «загрязненной» до «грязной». По сравнению с 2021 г. число створов, вода которых характеризовалась как «грязная», увеличилось в областях: Белгородской от 38,9% до 44,4%, Владимирской от 82,3% до 88,2%, Воронежской от 12,5% до 20,8%; уменьшилось - в Рязанской от 40,0% до 33,3%, Смоленской от 38,1% до 23,5%, Ивановской от 35,7% до 21,4%, Ярославской от 22,2% до 11,1%; незначительно уменьшилось в Московской области от 71,6% до 70,0%.

Число створов с «экстремально грязной» водой составило в Московской области 8,30%, Владимирской - 5,90%.

Большинство водных объектов, расположенных на территории Брянской, Калужской, Орловской, Белгородской, Воронежской, Ивановской, Костромской, Рязанской, Смоленской, Тамбовской, Тверской, Тульской, Ярославской областей продолжало характеризоваться «загрязненной» водой.

«Слабо загрязненной» водой оценивался ряд створов на водных объектах в областях: Брянской - 40,9%, Воронежской - 4,20%, Ивановской - 7,20%, Костромской - 6,70%, Курской - 53,3%, Липецкой - 38,9%, Орловской - 30,8%, Рязанской - 13,3%, Тамбовской - 13,3%, Тульской - 14,3%, Ярославской - 3,70%. На водных объектах Липецкой и Тамбовской областей были отмечены створы, оцениваемые «условно чистой» водой.

Северо-Западный федеральный округ (СЗФО).

На территории Северо-Западного федерального округа, кроме Республики Карелия и Вологодской области, большинство водных объектов оценивалось «загрязненной» водой. Число таких створов увеличилось в областях: Ленинградской от 61,4% до 71,4%, Псковской от 86,2% до 96,6%; в Республике Коми от 83,4% до 93,7%; сохранилось на уровне 2021 г. в Архангельской и Калининградской областях, составив соответственно 72,0% и 94,4%; уменьшилось в Новгородской области от 90,3% до 67,7%.

Возросло число створов, характеризующихся «грязной» водой в Архангельской области от 26,0% до 28,0%; Новгородской - от 9,70% до 32,3%.

В Республике Карелия число створов, оцениваемых «слабо загрязненной» водой увеличилось почти в 2 раза и составляло 73,9%; незначительно уменьшилось в Республике Коми, Ленинградской и Мурманской областях. В Мурманской области единичные створы на водных объектах оценивались «условно чистой» водой; 5,2% створов - «экстремально грязной».

Южный федеральный округ (ЮФО).

Большинство водных объектов на территории Южного федерального округа, в многолетнем плане характеризуются «загрязненной» водой.

Наиболее высокий уровень загрязненности воды водных объектов характерен для Ростовской области, где в 2022 г. 87,9% створов относились к «грязной», 3,50% створов характеризовались «экстремально грязной» водой.

В Астраханской области все водные объекты оцениваются «условно-чистой» водой.

В ряде субъектов Южного федерального округа в 2022 г. были зафиксированы водные объекты хорошего качества воды, составившие в Республике Крым 34,6% створов как «условно чистая» и 30,8% - «слабо загрязненная»; Краснодарском крае 5,10% - «условно чистая» и 15,4% - «слабо загрязненная»; Республике Адыгея 66,7% - «слабо загрязненная».

Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО).

Водные объекты СКФО на протяжении ряда лет в большинстве створов характеризуются как «загрязненные», составившие в 2022 г. в Республиках: Дагестан - 60,0%; Кабардино-Балкарской - 42,9%; Северная Осетия-Алания - 5,90%, что меньше, чем в 2021 г. соответственно на 10,0%; 42,8%; 5,90%.

Число створов, характеризующихся «грязной» водой, сохранилось в Республике Дагестан и составило 10,0%, увеличилось в Республике Северная Осетия-Алания от 11,8% до 17,7%; в Ставропольском крае от 16,7% до 27,8%.

В 2022 г. водные объекты характеризовались «слабо загрязненной» водой в Республиках Дагестан - в 30,0%; Кабардино-Балкарской в 57,1% створах; в Северной Осетии-Алании - как «условно чистая» оценивалась вода в 52,9%, как «слабо загрязненная» в 23,5% створах; в Ставропольском крае - как «слабо загрязненная» в 5,60%, как «условно чистая» в 33,0% створов. Створы с «экстремально грязной» водой в 2022 г. отсутствовали.

Приволжский федеральный округ (ПФО).

На территории Приволжского федерального округа большинство водных объектов в многолетнем плане оцениваются «загрязненной» водой. Число таких створов увеличилось в Республиках: Башкортостан - от 71,7% до 83,0%, Марий-Эл - от 33,0% до 50,0%, Удмуртской - от 50,0% до 91,7%, Чувашской - от 75,0% до 100%; областях: Оренбургской - от 80,0% до 88,7%, Самарской от 66,7% до 75,8%, Саратовской - от 50,0% до 65,2%; уменьшилось в Республике Мордовия от 70,0% до 50,0%; в Пермском крае от 88,9% до 85,3%; областях: Кировской от 100% до 96,7%, Нижегородской от 82,2% до 74,5%, Ульяновской от 92,9% до 75,0%; стабилизировалось на уровне 2021 г. и составило в Республике Татарстан - 70,0%; Пензенской области - 100%.

Наибольшее число створов с «грязной» водой было отмечено в Республиках Марий-Эл и Мордовия - 50,0%.

Водой хорошего качества «слабо загрязненная» оценивались водные объекты Республик: Башкортостан - 11,3%, Татарстан - 2,50%; Пермского края - 4,90%; областей: Кировской - 3,30%, Саратовской - 34,8%. В Оренбургской области створы, оцениваемые водой как «экстремально грязные», составили 3,60%.

Уральский федеральный округ (УФО).

Поверхностные воды УФО в многолетнем плане оцениваются высоким уровнем загрязненности. В 2022 г. число створов, характеризующихся «грязной» водой, возросло в областях: Свердловской - от 52,4% до 70,7%, Челябинской - от 40,4% до 45,1%; в Ханты-Мансийском автономном округе - от 94% до 97%; незначительно уменьшилось в Тюменской области - от 77,0% до 74,0%; практически не изменилось и составляло 93,0% в Курганской области. Все створы, наблюдаемые на водных объектах Ямало-Ненецкого автономного округа, так же, как и в 2021 г., оценивались «грязной» водой.

В Свердловской и Челябинской областях отмечены створы, оцениваемые «экстремально грязной» водой, составившие соответственно 4,90% и 3,90%; в Ханты-Мансийском автономном округе створы, оцениваемые в 2021 г. «экстремально грязной» водой, в 2022 г. отсутствовали.

Число створов, оцениваемых «загрязненной» водой уменьшилось в областях: Свердловской - от 42,7% до 24,4%, Челябинской - от 55,8% до 51,0%; увеличилось в Тюменской - от 23,0% до 26,0%; практически не изменилось в Курганской области и Ханты Мансийском автономном округе, составив соответственно 7,00% и 3,00%.

В 2022 г., как и в предыдущие годы, в Уральском федеральном округе отсутствовали водные объекты с «условно чистой» и «слабо загрязненной» водой.

Сибирский федеральный округ (СФО).

Большинство водных объектов Сибирского федерального округа в 2022 г. оценивались «загрязненной» водой. В 2022 г. по сравнению с 2021 г. увеличилось число створов, вода которых оценивалась как «загрязненная» в областях: Иркутской - от 9,00% до 16,0%, Кемеровской - от 43,0% до 49,0%; Новосибирской - от 22,0% до 24,0%; уменьшилось в Республиках: Алтай - от 33,0% до 11,0%, Тыва - от 71,0% до 57,0%; Хакасия - от 54,0% до 52,0%; краях: Алтайском - от 68,2% до 64,0%, Красноярском - от 55,0% до 43,0%; областях: Омской - от 63,0% до 55,5%, Томской - от 26,9% до 22,0%.

На протяжении ряда лет водные объекты на территории Красноярского края, Новосибирской и Томской областей оцениваются «грязной» водой, число которых увеличилось в Красноярском крае от 43,0% до 53,0%; областях: Томской - от 74,0% до 78,0%; в Новосибирской - сохранилось высоким, несмотря на незначительное уменьшение от 72,7% до 71,0% створов. Также наблюдалось увеличение числа створов, вода которых характеризовалась как «грязная» в Республике Хакасия от 8,00% до 9,00%; областях: Иркутской - от 2,00% до 4,00%, Кемеровской - от 13,0% до 20,5%, Омской - от 37,0% до 40,5%. В Республике Алтай были отмечены 11,0% створов с «грязной» водой, не наблюдаемые в предыдущие годы.

Как «экстремально грязная» оценивалась водные объекты в Алтайском крае, число створов которых сохранилось на уровне 2020-2021 гг. - 4,50%. В Новосибирской области наметилась тенденция уменьшения числа таких створов от 5,30% до 5,00%.

Водой хорошего качества - «условно чистые» характеризовались в Иркутской 37,0% и Кемеровской областях 2,50% створов; как «слабо загрязненные» - в Республиках: Алтай - 78,0%, Тыва - 43,0%, Хакасия - 39,0%; краях: Алтайском - 4,50%, Красноярском - 4,00%; областях: Иркутской - 43,0%, Кемеровской - 28,0%, Омской - 4,00% створов.

Дальневосточный федеральный округ (ДФО).

Поверхностные водные объекты на территории Дальневосточного федерального округа на протяжении 10-15 лет в большинстве створов оцениваются как «загрязненные». В 2022 г. по сравнению с 2021 г. количество створов с «загрязненной» водой уменьшилось: в Республике Бурятия от 88,4% до 79,1%; краях: Забайкальском - от 88,2% до 69,1%, Камчатском - от 75,8% до 51,9%, Приморском - от 60,9% до 56,1%, Хабаровском - от 76,0% до 58,0%; областях:

Магаданской от 75,0% до 60,7%, Сахалинской от 67,5% до 57,5%; увеличилось: в Республике Саха (Якутия) от 77,8% до 82,9%; Амурской области от 65,0% до 67,5%; Еврейской автономной области от 69,3% до 77,0%.

В 2022 г. по сравнению с 2021 г. число створов, оцениваемых «грязной» водой, увеличилось и составило в Республике Бурятия - 7,50%, Саха (Якутия) - 9,77%; края: Забайкальском - 30,9%, Приморском - 39,0%, Хабаровском - 38,0%; областях: Магаданской - 32,2%, Сахалинской - 35,0%.

В Хабаровском крае «условно чистой» и слабо загрязненной» водой оценивалось по 2,00% створов.

Число створов, оцениваемой «слабо загрязненной» водой, увеличилось в Республике Бурятия от 4,64% до 13,4%, Камчатском крае от 20,7% до 48,3%; уменьшилось в Республике Саха (Якутия) от 17,3% до 7,33%, Сахалинской области от 12,5% до 7,50%, Еврейской автономной области от 23,1% до 7,60%.

3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов

Гидробиологические наблюдения за состоянием пресноводных экосистем проводятся по основным экологическим показателям: состояния сообществ фитопланктона, зоопланктона, перифитона и зообентоса. Каждый из них наблюдается по ряду параметров, позволяющих получать информацию о количественном и качественном составе экосистем поверхностных вод различных регионов России.

По данным наблюдений рассчитываются обобщенные гидробиологические индексы, на основе которых проводится оценка качества вод по пятибалльной шкале: от 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 2023 г. проводилась на 142 водных объектах, в 259 гидробиологических пунктах и 359 створах. Наблюдения осуществлялись в 20 субъектах Российской Федерации, в том числе в 10 областях (Амурская, Астраханская, Иркутская, Ленинградская, Псковская, Мурманская, Нижегородская, Самарская, Вологодская, Архангельская), в Еврейской АО, в Ненецком АО, в Республиках Бурятия, Карелия, Коми, Татарстан, Саха (Якутия), в Забайкальском, Хабаровском и Приморском краях, а также в г. Санкт-Петербург.

Основным объектом наблюдений являлись: каскад водохранилищ рек Волга, крупные и трансграничные реки Лена, Ангара, Амур, Северная Двина и Селенга, Паз, водные объекты городов: Санкт-Петербург, Казань, Астрахань, Тольятти, Мурманск, Чита, Самара, Нижний Новгород, Владивосток, Хабаровск и Петрозаводск, а трансграничные озера: Псковское, Чудское и Ханка.

В 2023 г. прослеживались следующие изменения в состоянии и загрязнении водных объектов по гидрографическому региону.

Баренцевский гидрографический район. Качество вод большинства водных объектов региона на протяжении 2014-2023 гг. сохраняется неизменным и варьирует от «условно чистых» до «слабо загрязненных» с межгодовыми колебаниями в пределах класса качества.

В 2023 г. 61% экосистем гидрографического района - реки: Колос-йоки, Патсо-Йоки, Печенга, Нама-Йоки, Акким, Кица, Нива, протока Сальми-ярви, Верхнетуломское водохранилище, озера: Большое, Колозеро, Умбозеро и Имандра находились в состоянии антропогенного экологического напряжения. По показателям планктонных сообществ эти поверхностные водные объекты соответствовали «слабо загрязненным» водам. Качество вод в придонном слое по показателям зообентоса варьировало в этих водных объектах от «слабо загрязненных» (реки: Патсо-Йоки, Печенга, протока Сальми-ярви) и «загрязненных» (реки: Акким, Нама-Йоки) до «грязных» (реки: Луоттн-Йоки, Патсо-Йоки, Нота, Вува, Кола, озера: Имандра, Семеновское, Умбозеро и Ледовое). Экосистемы долгое время находились под интенсивным воздействием загрязнения горнорудной промышленности и восстановление экосистем идет медленно. Придонный горизонт в состоянии антропогенного экологического регресса, наблюдалось низкое разнообразие зообентоса и практическое отсутствие чувствительных индикаторных групп. В поверхностном слое 22% водных объектов – рек: Кица, Лотта, Вите, Нива и озеро Чунозеро – наблюдалось массовое развитие видов-индикаторов олигосапробных и ксеносапробных условий. Донная фауна даже в фоновых объектах, к которым относятся описываемые водотоки, характеризуется низким качественным и количественным развитием видов-индикаторов, в результате чего качество вод по показателям зообентоса соответствовало «грязным» водам. Устьевые участки рек Роста и Колос-йоки (9% водных объектов) – по гидробиологическим показателям относятся к «загрязненным» и «грязным». По-прежнему здесь отмечалось низкое качественное разнообразие и количественное развитие всех наблюдаемых показателей со значительными колебаниями значений в течение года. Полученные параметры развития флоры и фауны свидетельствуют об экологическом регрессе экосистемы.

По показателям фитопланктона воды рек Архангельской области (Северная Двина, Онега, Пинега, Кена, Кулой, Мезень), Вологодской области (Сухона, Вологда), Республики Коми (Вычегда, Сысола), Ненецкого автономного округа (Печора) были отнесены к «слабо загрязненным». Изменения состояния водных экосистем не было отмечено.

По показателям зоопланктона воды рек Архангельской области (Пинега, Кена, Кулой, Мезень), Вологодской области (Сухона, Вологда), Республики Коми (Вычегда, Сысола), Ненецкого автономного округа (Печора) соответствовали «условно чистым».

Балтийский гидрографический район. Наиболее загрязненными водными объектами района по показателям зообентоса являются Свирская губа Ладожского озера и Невская губа, воды придонного слоя которых в 2023 г. характеризовались как «грязные». К «загрязненным» относились воды придонного горизонта Псковского озера и Копорской губы Финского залива. Качество вод поверхностных горизонтов всех наблюдаемых водных объектов по показателям зоопланктона соответствовало «условно чистым», по показателям зоопланктона - «слабо загрязненным». Экосистемы всех наблюдаемых водных объектов находились в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Каспийский гидрографический район. Наблюдения проводились на каскаде водохранилищ р. Волга и ее крупных притоках. По показателям фито- и зоопланктона воды Горьковского и Чебоксарского водохранилищ, рек Ока, Теша и Кудьма в 2023 гг. соответствовали «слабо загрязненным». По показателям зоопланктона отмечается тренд по снижению показателя сапробности на исследуемых створах.

Воды Куйбышевского водохранилища, в районе городов Тольятти, Ульяновск, по показателям фитопланктона, зоопланктона и перифитона в 2023 гг. оценивались как «слабо загрязненные», как и в районе городов Казань, Зеленодольск, Тетюши, Чистополь, Набережные Челны, Нижнекамск по показателям фитопланктона и зоопланктона. По показателям зообентоса воды характеризовались как «загрязненные» (в районе городов Тольятти, Ульяновск, Казань) и «слабо загрязненные» (в районе городов Зеленодольск, Чистополь, Тетюши).

Воды Саратовского водохранилища по показателям фитопланктона, зоопланктона и перифитона в 2023 гг. характеризовались как «слабо загрязненные», по показателям зообентоса - как «загрязненные». В 2023 г. по сравнению с предыдущим годом было отмечено улучшение качества вод придонного слоя по показателям зообентоса в створах в районе городов Хвалынский, Балаково и Сызрань от «загрязненных» до «слабо загрязненных». Улучшение качества вод по показателям фитопланктона было отмечено на р. Падовка (в черте пос. Стройкерамика), по показателям зообентоса улучшение качества вод было отмечено на реках Кондурча (устье), Б. Кинель (в районе пгт. Отрадное, и Тимашево), Съезжая (устье) и Чагра (в районе с. Новотулка).

Воды Волгоградского водохранилища по показателям фитопланктона, зоопланктона и перифитона в 2023 г., как и в предыдущем году, оценивались как «слабо загрязненные», а качество вод придонного слоя по показателям зообентоса - как «загрязненные».

Качество вод в районе г. Астрахань в 2023 г. по показателям состояния фитопланктона не изменилось. Воды рукавов Камызяк, Бузан, Кривая Болда, Кигач и Ахтуба характеризовались как «слабо загрязненные». По показателям зообентоса в 2023 г. воды характеризовались как «загрязненные» в районе г. Астрахань, рук. Ахтуба (п. Аксарайский, с. Подчалык), рук. Кривая Болда (с. Яманцуг), рук. Бузан (с. Красный Яр), рук. Камызяк (г. Камызяк). Произошло ухудшение качества вод от «слабо загрязненных» в 2022 г. до «загрязненных» в 2023 г. в районе п. Селитренный (рук. Ахтуба) и в районе г. Астрахань (ЦКК).

В целом значительных изменений состояния рассмотренных водных экосистем не произошло, экосистемы находились в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Карский гидрографический район. В 2023 г. состояние экосистем большинства водотоков, питающих оз. Байкал, сохранилось без существенных изменений и варьировало в пределах одного класса качества вод. Поверхностные горизонты водных объектов рек: Ленга, Турка, Большая Речка, Джида, Чикой и Уда по показателям планктонных сообществ (фитопланктон и зоопланктон) характеризовались «условно чистыми», «слабо загрязненными» водами. Воды рек Турка и Большая Речка по показателям зообентоса оценивались как «условно чистые».

В 2023 г. поверхностные горизонты Иркутского и Братского водохранилищ, а также р. Ангара в районе городов Иркутск и Ангарск по показателям фитопланктона характеризовались как «слабо загрязненные», по показателям зоопланктона - как «условно чистые». Изменений в состоянии экосистем Иркутского и Братского водохранилищ, а также р. Ангара в 2014-2023 гг. не было выявлено.

В целом экосистемы водотоков находятся в пределах сложившегося состояния экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения.

Восточно-Сибирский гидрографический район. В 2023 г. наиболее загрязненным водным объектом района являлась река Лена в двух наблюдаемых пунктах по показателям зообентоса. Воды придонного горизонта наблюдаемого участка реки характеризовались как «загрязненные». Качество вод поверхностного горизонта по показателям фитопланктона от с. Кюсюр до п. Тикси улучшилось от «слабо загрязненных» до «условно чистых». По показателям фитопланктона наблюдались ежегодные колебания качества вод, так положительная динамика от «слабо загрязненных» к «условно чистым» была зарегистрирована на р. Лене в районе ст. Хабарова, Копчик-Юргэ и оз. Мелкое. Снижение качества вод по наблюдаемым показателям в 2023 г. не отмечалось.

Состояние экосистем соответствовало экологическому благополучию с элементами антропогенного экологического напряжения.

В среднем течении р. Лена были обследованы пойменные водоемы р. Буотама, а также р. Буотама и р. Лена в районе национального парка «Ленские столбы» и в пределах г. Якутска по показателям зообентоса. Воды всех обследованных водных объектов оцениваются как «условно чистые». Экосистемы водных объектов находились в состоянии экологического благополучия.

Состояние экосистем соответствовало экологическому благополучию с элементами антропогенного экологического напряжения.

Тихоокеанский гидрографический район. В 2023 г. экосистемы рек-притоков Амура в Забайкалье: Ингоды, Читы по всем наблюдаемым показателям не претерпели изменений - качество вод варьировало в пределах одного класса качества и соответствовало «слабо загрязненным» и «условно чистым» водам. В оз. Кенон по показателям зообентоса

было отмечено снижение качества воды от «слабо загрязнённых» до загрязнённых». Экосистемы рек притоков Амура в Забайкалье находились в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В Хабаровском крае на р. Амур и его притоках отмечена положительная динамика улучшения качества вод от «грязных» до «загрязнённых» в реках: протока Амурская, Амур (в районе городов Амурск, Комсомольск на Амуре), Хор и Черная. Снижение качества вод по показателям зообентоса от «слабо загрязнённых» к «загрязнённым» наблюдалось на реке Кия, от «загрязнённых» к «грязным» - на реке Березовая. Экологическое состояние и качество вод остальных водных объектов в 2023 г. не изменились и находились в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения.

В Приморском крае экосистемы рек - притоков Амура и Японского моря в Приморском крае по показателям зообентоса находились в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения. В оз. Ханка в районе сел: Астраханка, Троицкое и Камень-Рыболов биозениты придонного слоя воды соответствовали «слабо загрязнённым» водам. Качество вод водотоков: Комиссаровка, Мельгуновка, питающих оз. Ханка по показателям зообентоса оценивалось как «условно чистые» и «слабо загрязнённые» соответственно.

Водотоки бассейна Японского моря - реки Раковка и Комаровка в районе г. Уссурийск - оценивались как «слабо загрязнённые» и только воды р. Раздольная - «грязные». В районе г. Артем - по показателям зообентоса вода р. Кневичанка характеризовалась как «условно чистая».

3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации

В 2023 г. экстремально высокие уровни загрязнения (ЭВЗ⁴) поверхностных пресных вод на территории Российской Федерации отмечались на 162 водных объектах в 883 случаях (в 2022 г. - на 122 водных объектах в 544 случаях), высокие уровни загрязнения (ВЗ⁵) - на 306 водных объектах в 1879 случаях (в 2022 г. - на 320 водных объектах в 1927 случаях). Всего в 2023 г. было зарегистрировано 2762 случаев ЭВЗ и ВЗ по 31 загрязняющему веществу и 5 показателям качества воды (АСПАВ, БПК₅, растворенному в воде кислороду, ХПК, запаху).

Как и в предыдущие годы, в 2023 г. максимальную нагрузку от загрязнения испытывали водные объекты бассейнов рек Волга и Обь, на долю которых приходилось 56% всех случаев ВЗ и ЭВЗ (рис. 3.47). В табл. 3.8 приведено количество случаев ВЗ и ЭВЗ, зарегистрированных в 2023 г. в бассейнах рек Российской Федерации. По сравнению с прошлым годом общее количество случаев ВЗ и ЭВЗ в бассейне р. Амур возросло на 29%, р. Обь - на 15%, р. Урал - в 2 раза, р. Днепр - 2,3 раза, р. Енисей - почти в 3 раза; р. Волга снизилось на 8%, р. Нева - в 2 раза.

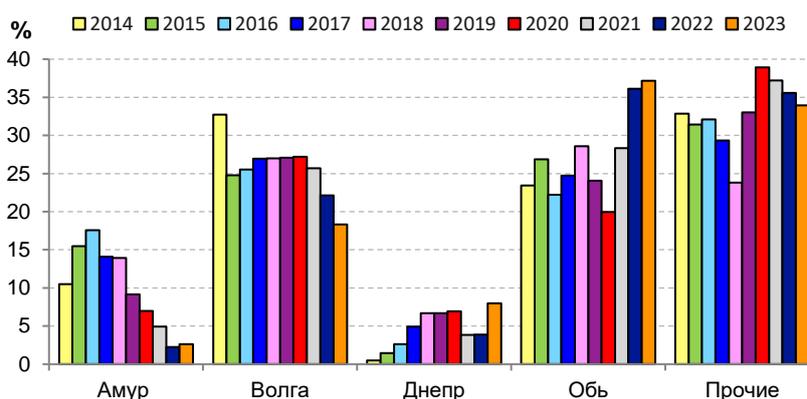


Рис. 3.47. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по бассейнам рек (в % от общего количества случаев за год на территории Российской Федерации) за период 2014-2023 гг.

В 2023 г. ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод было зафиксировано в 53 субъектах Российской Федерации. Наибольшее суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ (свыше 100) было отмечено на водных объектах в 6 регионах: Свердловской, Смоленской, Мурманской, Московской и Новосибирской областях, а также Красноярском крае, что в совокупности составило 60% случаев ВЗ и ЭВЗ в стране (рис. 3.48, 3.49). В 5 регионах было зарегистрировано от 50 до 100 случаев ВЗ и ЭВЗ, в 25 - от 10 до 50, в 17 - менее 10.

Суммарный вклад соединений марганца, меди и цинка, нитритного азота, а также дефицита растворенного в воде кислорода до 3 мг/л и увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) до 10 мг/л в загрязнение поверхностных вод составил 72% всех случаев (рис. 3.49), при этом доля загрязнения тяжелыми металлами (Mn, Zn, Cu, Ni, Fe, Mo) составила 50% от общего числа случаев ВЗ и ЭВЗ.

В 239 случаях наблюдалось снижение концентрации растворённого в воде кислорода до 3 мг/дм³ и ниже, в 110 случаях из них его содержание было менее 1 мг/дм³. Шесть случаев острого дефицита растворённого в воде кислорода - менее 0,1 мг/дм³ - были зафиксированы в июле 2023 г. в р. Вязьма (г. Вязьма, Смоленская область) и обусловлены неэффективной работой городских очистных сооружений и (или) несанкционированным сбросом загрязнённых сточных вод. Увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) до 10 мг/л и выше было зарегистрировано 376 раз, из них - 135 случаев на уровне ЭВЗ. Максимальное содержание легкоокисляемых

⁴ 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.

⁵ 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.

органических веществ (по БПК₅), 272 мг/дм³, наблюдалось в октябре 2023 г. в р. Немда (пгт. Куженер, Республика Марий Эл) в 500 м ниже сброса сточных вод с очистных сооружений канализации МП «Куженерводоканал».

Таблица 3.8. Экстремально высокое и высокое загрязнение поверхностных пресных вод Российской Федерации в 2023 г.

Бассейны крупнейших водных объектов	Количество случаев			Субъекты Российской Федерации*
	ВЗ	ЭВЗ	Сумма	
Обь	690	337	1027	Курганская, Новосибирская, Омская, Свердловская, Тюменская, Челябинская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий авт. округа; Красноярский край
Волга	428	78	506	г. Москва, Владимирская, Ивановская, Московская, Нижегородская, Рязанская, Свердловская, Тульская области, Республики Марий Эл и Татарстан
Днепр	10	210	220	Смоленская область
Енисей	91	46	137	Иркутская область; Красноярский край
Амур	67	5	72	Забайкальский, Приморский и Хабаровский края
Урал	20	39	59	Оренбургская область
Нева	47	6	53	г. Санкт-Петербург, Ленинградская и Новгородская области
Сев. Двина	40	11	51	Вологодская область
Терек	43	0	43	Респ. Северная Осетия - Алания
Дон	41	0	41	Ростовская область
Надым	24	8	32	Ямало-Ненецкий авт. округ
Пур	18	9	27	Ямало-Ненецкий авт. округ
оз. Байкал	7	9	16	Респ. Бурятия
Прочие	353	125	478	г. Санкт-Петербург, Ленинградская, Мурманская, Новосибирская и Свердловская области, Приморский край, Респ. Коми
Итого	1879	883	2762	

* Приведены субъекты Российской Федерации, для которых суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ за год превысило 10

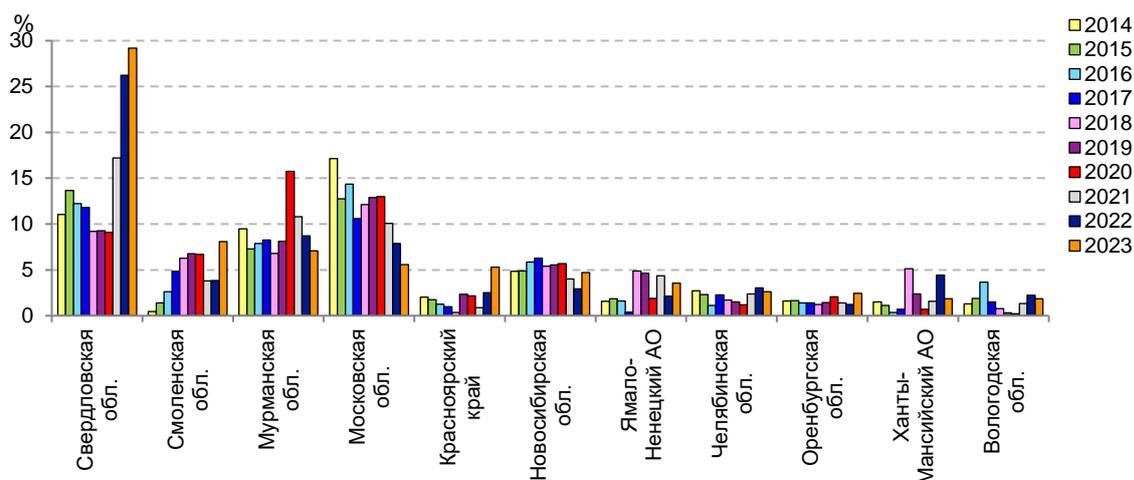


Рис. 3.48. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам Российской Федерации, в которых регистрировалось наибольшее количество случаев ВЗ и ЭВЗ в 2023 г. (% от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ на территории Российской Федерации)

В 2023 г. случаи ЭВЗ были зафиксированы на 190 пунктах наблюдения, ВЗ - на 381 пункте. В 2023 г. максимальное количество повторений случаев ВЗ и ЭВЗ - 217 раз - наблюдалось на пункте р. Вязьма, г. Вязьма (Смоленская область), 106 из них было связано с увеличением биохимического потребления кислорода (БПК₅), 111 - с дефицитом растворенного в воде кислорода, которые регистрировались с июля по октябрь 2023 г. и были обусловлены антропогенным фактором. В течение года в р. Черная (приток р. Тальтия) и р. Тальтия (г. Ивдель, Свердловская область) в районе деятельности АО «Святогор» (производство меди) было зафиксировано 79 и 62 случаев ВЗ и ЭВЗ соответственно преимущественно соединениями тяжелых металлов (Zn, Cu, Mn). В 17 пунктах наблюдения было отмечено от 25 (включ.) до 50 случаев ВЗ или ЭВЗ: в Мурманской области - р. Нюдауй (г. Мончегорск), руч. без названия (бассейн Белого моря, г. Кандалакша); в Оренбургской области - р. Блява (г. Медногорск); в Свердловской области - р. Исеть (г. Екатеринбург, г. Каменск-Уральский), р. Пышма (г. Березовский), р. Калатинка (г. Кировград), р. Мундыр и руч. Безымянный, впадающий в р. Черная, (г. Ивдель), р. Салда (д. Прокопьевская Салда), р. Лая (г. Красноуральск), р. Чусовая (г. Первоуральск); в Вологодской области - р. Пельшма (г. Сокол); Красноярский край - прот. Теплый исток (д. Кубеково); в Московской области - р. Воймега (г. Рошаль), р. Рожая (д. Домодедово); во Владимирской области - р. Ундолка (г. Лакинск). В остальных пунктах наблюдения регистрировалось менее 25 случаев ВЗ и ЭВЗ.

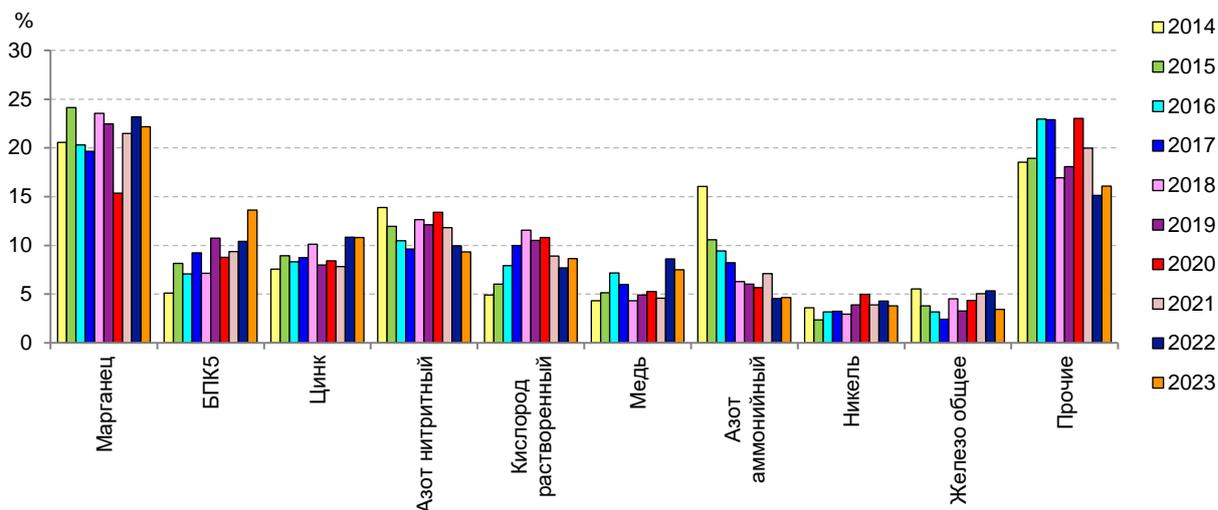


Рис. 3.49. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод по загрязняющим веществам и показателям качества воды (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ на территории Российской Федерации)

В 2023 г. было зарегистрировано 14 аварий на поверхностных пресноводных объектах Российской Федерации, из них в бассейнах рек: Волга (включая приток Каму) - 5, Лена - 2, Амур - 1, Северная Двина - 2, Ангара - 1, Печора - 1, Урал - 1; в бассейне Тихого океана - 1. В 12 случаях аварии привели к загрязнению водных объектов нефтепродуктами в результате разлива: нефтесодержащих льяльных вод с судна (Архангельская область), дизельного топлива на почву (Респ. Башкортостан), из мазутопровода станции ТЭЦ (Камчатский край); утечки топлива с судна (г. Москва; Архангельская и Иркутская области); переоборудования магистрального нефтепровода (Оренбургская область); разгерметизации нефтепровода (Респ. Коми) и законсервированной нефтяной скважины (Оренбургская обл.); при транспортировке на суше (Хабаровский край; Респ. Саха (Якутия)); от неустановленного источника (Чувашская Респ.). Причинами остальных аварийных ситуаций стали: разлив шламовых вод из пульпопровода золоотвала ТЭЦ на рельеф (Иркутская область); залповый сброс загрязненных сточных вод с очистных сооружений (Оренбургская область). Последствием 6 аварийных ситуаций стало ЭВЗ и/или ВЗ водных объектов, в 1 одном случае - значительный замор рыбы; в 3 случаях наблюдалось образование обширного нефтяного пятна или масляной пленки и в 4-х - отдельные масляные и нефтяные пятна на водной поверхности.

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 2023 г. на 41 водном объекте (37 рек, 2 протоки, 1 озеро, 1 водохранилище) в 56 пунктах, 56 створах, на 61 вертикали.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в воде водных объектов на границе с Россией с сопредельными государствами являлись: на границе с Норвегией - соединения никеля, меди, марганца, цинка, дитиофосфаты; с Финляндией и Эстонией - органические вещества по ХПК (далее ОВ), соединения меди; с Литвой и Польшей - легкоокисляемые о

органические вещества по БПК₅ (далее ЛОВ), ОВ, соединения железа, нитритный азот; с Белоруссией - ОВ, ЛОВ, фенолы летучие, соединения железа, меди, марганца, цинка; с Украиной - ОВ, ЛОВ, соединения меди, марганца, сульфаты, аммонийный и нитритный азот; с Азербайджаном - соединения меди, сульфаты; с Казахстаном - ОВ, ЛОВ, соединения меди, марганца; с Монголией - соединения марганца, меди; с Китаем - ОВ, ЛОВ, соединения железа, меди, марганца, алюминия, ванадия.

Критические показатели загрязнённости воды установлены для 16 пунктов наблюдений, расположенных на 10 водных объектах. На границе с Норвегией критическими показателями являлись соединения меди, никеля и дитиофосфаты (2 пункта); с Украиной - аммонийный азот (1 пункт); с Казахстаном - соединения цинка (2 пункта), марганца (2 пункта), растворённый в воде кислород (1 пункт); с Китаем - соединения марганца (3 пункта), алюминия (3 пункта), железа (2 пункта), меди (2 пункта) и ОВ (1 пункт).

Нарушение норм качества воды в пограничных районах России, в основном, находилось в пределах от 1 до 10 ПДК, 50 ПДК достигали на границах с Норвегией - соединениями никеля (р. Колос-йоки пгт. Никель); с Казахстаном (р. Уй с. Усть-Уйское, р. Тобол с. Звериноголовское) и Китаем (р. Аргунь с. Молоканка) - соединениями марганца. Превышения ПДК в 100 и более раз соединениями марганца отмечались в воде рек, протекающих на границе с Казахстаном (р. Тобол с. Звериноголовское) и Китаем (р. Аргунь с. Молоканка). Случаи дефицита и острого дефицита растворённого в воде кислорода регистрировались в р. Уй (в районе с. Усть-Уйское) в январе - марте 2023 г. и составляли 1,9 - 2,8 мг/л.

В течение 2019-2023 гг. качество воды рек, расположенных на границе с Норвегией (р. Патсо-йоки, ГЭС Хеваскоски) и с Финляндией (рр. Лендерка, Патсо-йоки, ГЭС Янискоски) оценивалось как «слабо загрязнённая»; на границе с Грузией (р. Терек г. Владикавказ) - «условно чистая» или «слабо загрязнённая». Наиболее загрязнённой была вода водных объектов на границах с Норвегией (Протока без названия, р. Колос-йоки), с Украиной (вдхр. Белгородское) и с Казахстаном (р. Уй с. Усть-Уйское, р. Тобол с. Звериноголовское), качество воды водных

объектов оценивалось как «грязная», за исключением р. Колос-йоки, качество воды которой в 2022 г. оценивалось как «экстремально грязная». В остальных пунктах наблюдений качество воды оценивалась как «загрязнённая», реже «грязная».

Расчет переноса химических веществ по результатам наблюдений на 29 реках в районе пересечения границы с Финляндией, Польшей, Белоруссией, Украиной, Грузией, Азербайджаном, Казахстаном, Монголией и Китаем приведён за предыдущий 2022 г., что обусловлено регламентом поступления необходимой гидрологической информации.

Наибольшее количество водной массы было внесено на территорию России через границу с Казахстаном, Монголией и Финляндией (соответственно 33, 27 и 24%), вынесено с территории России в Белоруссию и Украину (соответственно 46 и 38%).

Максимальное количество суммы главных ионов, хлоридов и сульфатов, аммонийного и нитритного азота, общего фосфора, соединений кремния и меди, летучих фенолов и Σ ГХЦГ поступило в 2022 г. с речным стоком на территорию России из Казахстана; соединений общего железа, никеля, цинка и нефтепродуктов - из Монголии; органических веществ, фосфора фосфатов и нитратного азота - из Финляндии, Σ ДДТ - из Грузии.

В 2022 г. максимальное количество суммы главных ионов, аммонийного и нитритного азота, фосфора общего, соединений кремния и железа общего поступило с территории России в Украину; органических веществ, летучих фенолов, нитратной формы азота, нефтепродуктов, соединений меди и цинка - в Белоруссию; соединений никеля и хрома общего - в Казахстан; хлорорганических пестицидов - в Монголию.

В 2023 г. максимальные количества переносимых отдельными реками химических веществ уменьшались в следующей последовательности: суммы главных ионов - 5 214 тыс. т; органических веществ - 251 тыс. т; биогенных элементов (соединений кремния - 80,4 тыс. т, минерального азота - 15 тыс. т, соединений железа общего - 8,74 тыс. т, фосфора общего - 0,644 тыс. т); нефтепродуктов - 945 т; соединений меди - 161 т; соединений цинка - 133 т, соединений никеля - 46,3 т; фенолов летучих - 27,7 т; соединений хрома общего - 0,876 т; хлорорганических пестицидов (Σ ДДТ - 66 кг, Σ ГХЦГ - 14 кг) (табл. 3.9).

Таблица 3.9. Количество химических веществ, перенесенных на территорию Российской Федерации отдельными реками через границу с сопредельными государствами в 2023 г. (тыс. т; фенолов летучих, соединений меди, цинка - т)

Река, пункт	Водный сток, км ³	Органические вещества	Сумма главных ионов	Сумма азота минерального	Фосфор общий	Соединения:				Нефте-продукты	Фенолы летучие
						кремния	железа общего	меди	цинка		
Финляндия											
Патсо-йоки, пгт Кайта-коски	5,34	26,5	91,5	0,162	0,027	21,4	0,253	5,87	51,3	0,072	Нд
Вуокса, пгт Лесогорский	19,9	251	821	2,99	0,119	21,9	1,24	161	Нд	0	Нд
Польша											
Лава, г. Знаменск*	0,935	23,7	391	1,35	0,143	4,84	0,216	Нд	Нд	Нд	Нд
Мамоновка, г. Мамоново	0,089	2,39	30,9	0,156	0,029	0,596	0,028	Нд	Нд	Нд	Нд
Грузия											
Терек, г. Владикавказ	1,16	5,45	325	0,946	0,009	6,33	0,045	0,655	3,44	0,004	0
Казахстан											
Ишим, с. Ильинка	1,97	21,0	1021	0,601	0,096	4,88	0,096	4,17	7,29	0,033	4,89
Иртыш, с. Татарка	25,3	144	5214	15,0	0,644	71,2	2,62	138	96,3	0,338	18,4
Тобол, с. Звериноголовское	0,469	6,56	373	0,908	0,092	3,12	0,051	0,686	12,2	0,054	1,78
Монголия											
Селенга, п. Наушки	15,6	142	3434	3,21	0,433	80,4	1,91	42,2	133	0,945	27,7
Онон, с. Верхний Ульхун	7,88	78,6	720	0,217	0,27	34,4	1,95	25,2	25,0	0,341	7,88
Китай											

Река, пункт	Водный сток, км ³	Органические вещества	Сумма главных ионов	Сумма азота минерального	Фосфор общий	Соединения:				Нефтепродукты	Фенолы летучие
						кремния	железа общего	меди	цинка		
Раздольная, с. Новогеоргиевка	5,47	103	623	2,07	0,545	45,3	8,74	19,3	117	0,075	2,19

Примечание. НД - нет данных.

*Перенос веществ рассчитан по среднесезонному водному стоку за 2018-2022 гг.

В целом за период 2019-2023 гг. через границу было перенесено повышенное количество: с водой р. Вуокса - органических веществ (1,49 млн т); с водой р. Иртыш - суммы главных ионов (26,7 млн т), соединений кремния (336 тыс. т), минерального азота (69,7 тыс. т), фосфора общего (4,02 тыс. т), соединений меди (774 т), фенолов летучих (152 т), Σ ДДТ - 227 кг и Σ ГХЦГ - 98 кг; с водой р. Селенга - нефтепродуктов (2,92 тыс. т), соединений цинка (557 т) и никеля (222 т); с водой р. Ишим - соединений хрома общего (6,13 т); с водой р. Раздольная - соединений железа общего (14,8 тыс. т).

Динамика поступления загрязняющих веществ на территорию России в результате их переноса с водами рек в 2019-2023 гг. была неоднозначна и во многом зависела от водного режима водотоков. Водный сток р. Патсо-Йоки не имел выраженной тенденции, в связи с чем изменчивость химического стока веществ, перенос которых прямо пропорционально связан с водным стоком (органических веществ, суммы главных ионов и соединений кремния) из Финляндии в Россию также менялся без выраженной тенденции. В то же время перенос нефтепродуктов, общего фосфора, соединений цинка и никеля заметно возрос в самом многоводном 2022 г. Кроме того, в этот же год впервые был отмечен перенос Σ ДДТ и Σ ГХЦГ. Поступление соединений железа общего характеризовалось продолжающейся тенденцией роста, начало которой пришлось на 2021 г. В переносе соединений меди каких-либо тенденций не было отмечено.

В 2019-2023 гг. перенос определяемых химических веществ в Россию со стоком р. Вуокса характеризовался следующим: в 2023 г. по сравнению с предыдущим годом на фоне незначительного повышения водности реки наблюдался заметный рост переноса соединений кремния, железа общего, меди и общего фосфора. В 2022-2023 гг. сохранялись снижение и стабилизация поступления суммы главных ионов, органических веществ и минеральных форм азота. Максимальные значения переноса органических веществ, минеральных форм азота и соединений железа общего пришлось на самый многоводный 2021 г. Для остальных растворенных веществ подобной связи с водным режимом выявлено не было. За период 2019-2023 гг. как и в предыдущие годы наблюдений концентрации хлорорганических пестицидов сохранялись ниже пределов обнаружения используемых методик. В 2023 г. концентрации нефтепродуктов были также ниже пределов обнаружения используемых методик.

Динамика поступления определяемых химических веществ из Польши со стоком рек Лава и Мамоновка за период 2019-2023 гг. во многом определялась динамикой их водного стока. В наибольшей степени от водности этих рек зависел перенос органических веществ, суммы главных ионов, соединений кремния, минеральных форм азота, соединений железа общего и фосфора общего. Так, с 2021 г. для перечисленных веществ наблюдалось увеличение переноса с водой р. Мамоновка, а с 2022 г. - с водой р. Лава. Максимальное значение водного стока р. Лава было отмечено в 2021 г., р. Мамоновка - в 2023 г., что сопровождалось и максимальными значениями массопереноса большинства определяемых веществ. Концентрации Σ ДДТ и Σ ГХЦГ в воде обеих рек с 2019 по 2023 гг. были ниже пределов обнаружения используемых методик.

На границе с Грузией сохраняется относительно стабильный водный режим р. Терек и, несмотря на это, в 2023 г. было отмечено заметное сокращение переноса органических веществ и общего фосфора. С 2021 г. сложилась тенденция к возрастанию поступления суммы главных ионов, с 2019 г. - тенденция к сокращению поступления соединений цинка и минеральных форм азота. Перенос других растворенных веществ не имел однозначной направленности или в значительной степени повторял тенденции водности. Концентрации в воде летучих фенолов сохранялись ниже пределов обнаружения.

Динамика переноса большинства определяемых химических веществ из Казахстана с водой р. Ишим за период 2019-2023 гг. характеризовалась убывающей тенденцией до 2022 г., что напрямую связано с динамикой его водного стока. Увеличение водности в 2023 г. повлекло за собой и увеличение поступления в Россию с водой этой реки большинства определяемых химических веществ, за исключением Σ ДДТ, содержание которого сократилось до нулевых значений.

Поступление определяемых химических веществ со стоком р. Иртыш отличалось разнонаправленной динамикой. Как и у р. Ишим, водный режим р. Иртыш за период 2019-2023 гг. характеризовался убывающей тенденцией до 2022 г., после чего в 2023 г. было отмечено увеличение водности. Однако однонаправленная изменчивость химического стока была характерна только для общего фосфора, в то время как для большинства других определяемых веществ эта связь отчетливо не прослеживалась. В 2023 г. продолжилось снижение поступления из Казахстана органических веществ, нефтепродуктов и летучих фенолов, стабилизировался перенос суммы главных ионов, минеральных форм азота, соединений меди и цинка. В 2023 г. значительно увеличился перенос соединений кремния и Σ ДДТ, сократился перенос Σ ГХЦГ. С 2020 г. наблюдается тенденция к увеличению поступления соединений железа общего. Кроме того, впервые за период 2019-2023 гг. был отмечен перенос соединений никеля.

В 2022-2023 гг. водный сток р. Тобол сохранялся относительно стабильным и пониженным относительно уровня 2020-2021 гг. За период с 2019 по 2023 гг. наибольшее количество определяемых химических веществ поступило в Россию из Казахстана с водой этой реки в самом многоводном 2021 г. В последующие годы стабилизировался перенос органических веществ, соединений кремния, суммы главных ионов, нефтепродуктов, соединений железа общего, цинка, меди, фенолов летучих, минеральных форм азота и общего фосфора. Как и в предыдущие годы поступления хлорорганических пестицидов не было выявлено.

В 2019-2023 гг. с водой р. Селенга максимальное количество определяемых химических веществ из Монголии было перенесено в Россию в наиболее многоводном 2021 г. Для большинства компонентов была характерна тесная связь величины их переноса с водным режимом реки за исключением соединений меди, цинка и никеля. В 2023 г. водный сток и, соответственно, перенос большинства веществ характеризовались тенденцией к увеличению, одновременно наблюдалась стабилизация переноса соединений железа общего и цинка, а также сокращение поступления соединений никеля.

Динамика поступления большинства определяемых веществ с территории Монголии с водой р. Онон слабо зависела от водного стока и в основном определялась изменчивостью концентраций загрязняющих веществ. Исключением являлись сумма главных ионов, общий фосфор, соединения кремния и нефтепродукты. В 2020-2023 гг. водный сток менялся слабо, но при этом в 2023 г. сохранились сложившиеся в 2019-2021 гг. тенденции увеличения поступления соединений железа общего, меди, цинка, общего фосфора. За период 2019-2023 гг. впервые был отмечен перенос Σ ДДТ. Поступление с территории Монголии соединений никеля и хрома общего с водой р. Онон в 2023 г., как и ранее, выявлено не было.

В 2023 г. отмечалось кратное увеличение водного стока р. Раздольная, что привело к возрастанию поступления с территории Китая большинства определяемых химических веществ. В 2023 г. перенос химических веществ был максимальным за период 2019-2023 гг. (за исключением минеральных форм азота, максимум поступления которых был отмечен в 2019 г.). Концентрации соединений хрома общего в воде р. Раздольная сохранялись ниже пределов обнаружения используемых методик.

За период 2019-2023 гг. определяющим фактором в существенном изменении величин переноса большинства определяемых химических веществ для рек Патсо-йоки, Лава, Мамоновка, Ишим, Селенга и Раздольная был их водный сток; для рек Вуокса, Терек, Иртыш, Тобол и Онон - как водный сток, так и концентрация химических веществ в воде.

3.3.5. Загрязнение морских вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям

Для сравнения качества морских вод в разные годы и в разных районах наблюдений используется комплексный расчетный индекс загрязненности вод ИЗВ. Для расчета определяются три показателя/загрязнителя, средние значения которых в наибольшей степени превышали норматив ПДК, а также растворенный в воде кислород с нормативом $6 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. Полученное значение сравнивается с установленной шкалой качества вод (табл. 3.10).

Таблица 3.10. Классы качества вод и соответствующие им значения индекса загрязненности вод ИЗВ.

Класс качества вод		Диапазон значений ИЗВ
Очень чистые	I	ИЗВ < 0,25
Чистые	II	0,25 < ИЗВ < 0,75
Умеренно загрязненные	III	0,75 < ИЗВ < 1,25
Загрязненные	IV	1,25 < ИЗВ < 1,75
Грязные	V	1,75 < ИЗВ < 3,00
Очень грязные	VI	3,00 < ИЗВ < 5,00
Чрезвычайно грязные	VII	ИЗВ > 5,00

Каспийское море

Северный Каспий. В западной части Северного Каспия (разрез IIIa) концентрация (среднее/максимум) приоритетных загрязняющих веществ составила: нефтяных углеводородов (НУ) - 0,70/1,00 ПДК, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) - 0,56/0,99 ПДК, аммонийного азота - 0,09/0,15 ПДК. Среднее содержание растворенного кислорода на разрезе IIIa вернулось к обычному уровню и составило $10,97 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. В центральной части Северного Каспия (разрез III) концентрация приоритетных загрязняющих веществ составила: НУ - 0,74/1,14 ПДК, СПАВ - 0,66/1,28 ПДК, аммонийного азота - 0,11/0,24 ПДК. Содержание растворенного кислорода составило $10,15/8,59 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, что заметно выше прошлогодних значений и приблизительно соответствует его среднему уровню в 2010-2020 гг., следовательно, делать вывод о тенденции к понижению концентрации растворенного кислорода в водах Северного Каспия преждевременно. За последние семь лет (2017-2023 гг.) концентрация НУ и СПАВ показывала тенденцию к понижению, а концентрация аммонийного азота - к росту. Однако эти тренды не были статистически значимыми даже на 90% уровне надежности.

На южной границе Северного Каспия (разрез IV) наибольший вклад в загрязнение вносили фенолы ($1,88/3,00$ ПДК), нефтяные углеводороды ($0,80/1,40$ ПДК), аммонийный азот ($0,86/1,03$ ПДК), а также медь ($0,55/0,70$ ПДК), фосфаты ($0,22/0,30$ ПДК) и СПАВ ($0,11/0,13$ ПДК). Начиная с 2017 г. концентрация фенолов на разрезе имела тенденцию к уменьшению, а концентрация аммонийного азота - к увеличению. Содержание НУ сохранилось приблизительно на одном уровне (рис. 3.50). Показатели кислородного режима находились в пределах норматива ($9,57/8,57 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$).

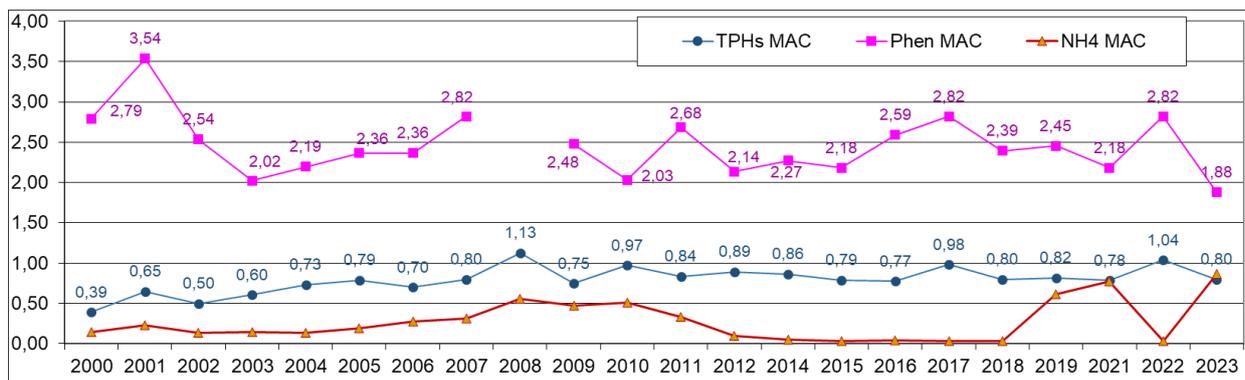


Рис. 3.50. Динамика содержания фенолов (Phen MAC), НУ (TPHs MAC) и аммонийного азота (NH₄ MAC) в ПДК в 2000-2023 гг. на южной границе Северного Каспия (разрез IV) в 2000-2023 гг. MAC - предельно допустимая концентрация (ПДК).

На разрезах III и IIIa значение ИЗВ, рассчитанное по средней концентрации НУ, СПАВ и аммонийного азота, составило 0,53 и 0,47, соответственно. В предыдущем году также в условиях отсутствия определения фенолов значение ИЗВ составило 0,43 (III) и 0,55 (IIIa). Таким образом, состояние вод центральной части акватории немного улучшилось, а в западной - ухудшилось. В связи с прекращением наблюдений за фенолами, вносящими наибольший вклад в ИЗВ, приведенные выше значения могут использоваться для сравнения условий в последние два года. На южной границе Северного Каспия (разрез IV) в связи с уменьшением содержания фенолов и НУ значение ИЗВ (1,04) понизилось по сравнению с предыдущим годом (1,29), а состояние вод соответствовало классу «умеренно загрязненные». Динамика ИЗВ за длительный период показывает медленный процесс ухудшения качества вод на фоне значительных межгодовых колебаний в районе IV разреза.

Дагестанское взморье. Приоритетными загрязняющими веществами во всех районах наблюдений сохранились фенолы, нефтяные углеводороды и аммонийный азот (табл. 3.11). Кислородный режим во всех районах был благоприятным; среднее содержание кислорода изменялось от района к району в пределах 9,36-10,17 мгО₂/дм³. Минимальная концентрация кислорода (8,51 мг О₂/дм³) заметно превышала норматив и была зарегистрирована на взморье р. Терек.

Таблица 3.11. Концентрация приоритетных загрязняющих веществ, кислорода и ИЗВ в прибрежных водах различных районов Дагестанского шельфа в 2023 г.

Район	Фенолы, ПДК	Нефтяные углеводороды, ПДК	Аммонийный азот, ПДК	Растворенный кислород, мгО ₂ /дм ³	ИЗВ
Лопатин	2,57	0,93	0,90	9,49	1,25
Взморье р. Терек	2,72	0,93	0,85	9,59	1,28
Взморье р. Сулак	2,62	0,94	0,85	9,61	1,26
г. Махачкала	3,54	1,01	0,87	9,57	1,51
г. Каспийск	3,17	0,88	0,94	9,62	1,40
г. Изербаш	3,00	0,92	0,89	10,17	1,35
г. Дербент	3,38	1,00	0,86	9,84	1,46
Взморье р. Самур	3,25	0,95	0,83	9,36	1,42

По сравнению с 2022 г. концентрация фенола понизилась в северной части побережья на участке п. Лопатин - Каспийск и немного возросла в районе Дербента (рис. 3.51); концентрация нефтяных углеводородов (рис. 3.52), аммонийного азота и кислорода сохранилась на прежнем уровне во всех районах наблюдений. За период 2011-2023 гг. отмечается статистически значимый рост средней годовой концентрации фенолов в районе г. Махачкала. В районе п. Лопатин наблюдался сначала рост концентрации фенолов до уровня 4,3 ПДК в 2017 г., а затем ее понижение до 2,5 ПДК в 2023 г.

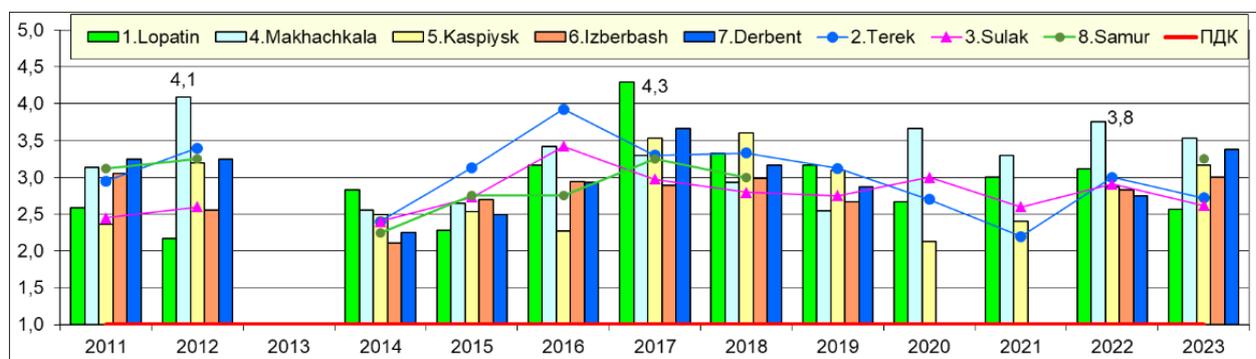


Рис. 3.51. Динамика средней годовой концентрации фенолов (мкг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского взморья в 2011-2023 гг.

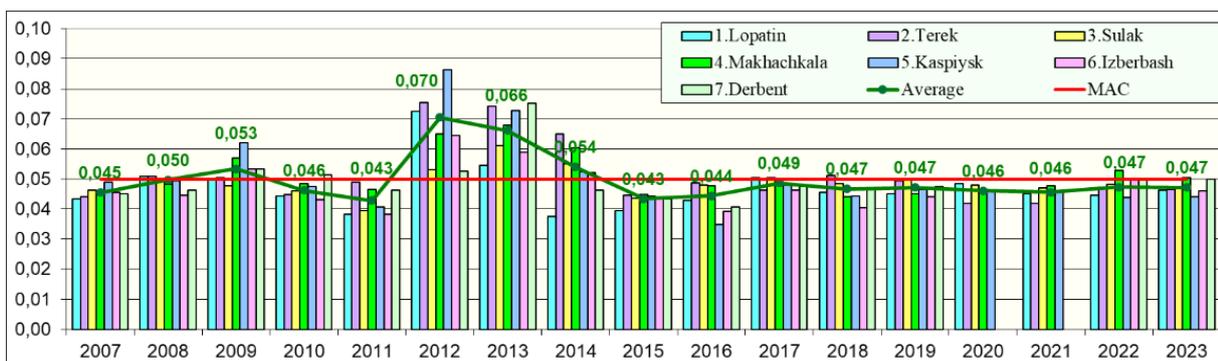


Рис. 3.52. Динамика средней годовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Дагестанского восточного шельфа в 2007-2023 гг. Average - среднее по всем районам восточного шельфа, MAC - предельно допустимая концентрация (ПДК).

В 2023 г. значение ИЗВ составило от 1,25 (п. Лопатин) до 1,51 (г. Махачкала), а в среднем по Дагестанскому шельфу - 1,37, что соответствует значениям предыдущего года. За последний десятилетний период в районе Махачкалы отмечался устойчивый рост ИЗВ, в других районах выраженная динамика отсутствовала.

Азовское море

Дельта р. Дон. В 2023 г. гидрохимические наблюдения проводились в восточной и центральной частях Таганрогского залива, а также на трех станциях в устьевой области р. Дон (устья рукавов Мёртвый Донец, Переволока и Песчаный). Соленость речного стока в устьях рукавов р. Дон изменялась в пределах 0,50-1,03‰. За последние три десятилетия наметился тренд к увеличению солености в устьевых водах Дона (рис. 3.53).

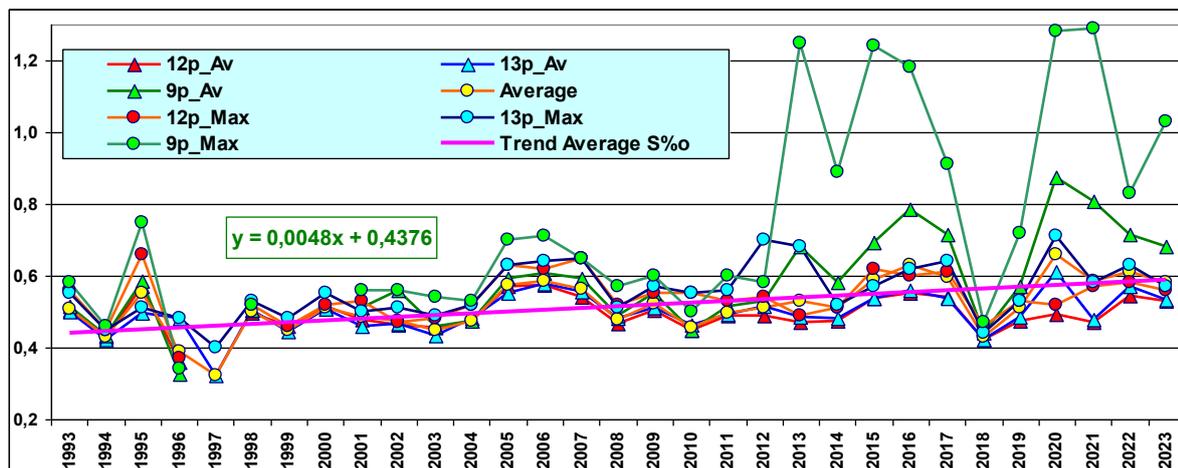


Рис. 3.53. Многолетняя динамика среднегодовой и максимальной солености (‰) в устьевых протоках р. Дон в период 1993-2023 гг. Av - средняя, Max - максимальная соленость, Trend Average 5% - тренд средней солености.

Значения водородного показателя изменялись в диапазоне 7,90-8,79 ед. рН. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 0,8-4,6 ПДК (max 24 мая в рукаве Мертвый Донец); среднегодовая составила 2,19 ПДК. Загрязнение вод реки Дон в устьевой области нефтяными углеводородами является хроническим, в особенности - рукава Мертвый Донец. Максимальная концентрация поверхностно-активных веществ составила 0,25 ПДК. В рукавах дельты р. Дон, за исключением р. Песчаный, была выявлена растворенная ртуть, концентрация которой достигала 2,90 ПДК, в среднем 1,70 ПДК. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ в отобранных пробах воды не были отмечены. Содержание азота нитратов составило 36%, нитритов 68% и аммонийного азота 122% от среднего за последние 20 лет. Кислородный режим вод в течение всего года в рукавах дельты был удовлетворительным, за исключением одной пробы, отобранной в июне у дна в рукаве Мертвый Донец (5,65 мгО₂/дм³); средняя концентрация растворенного кислорода составила в рукаве Мертвый Донец 8,14 мгО₂/дм³, в рукаве Переволока 8,48 мгО₂/дм³, в рукаве Песчаный 8,36 мгО₂/дм³. В донных отложениях концентрация нефтяных углеводородов в рукавах Дона изменялась от 120 до 250 мкг/г. Максимум был отмечен в октябре в устье рукава Песчаный. Среднегодовое содержание НУ составило 168 мкг/г (3,36 ДК).

Соленость мелководного Таганрогского залива в значительной степени зависит от речного стока. Она неравномерно распределяется по акватории залива, чем дальше от места впадения р. Дон, тем выше соленость воды. В 2023 г. соленость в заливе изменялась в диапазоне 0,50-5,13‰, составив в среднем 1,71‰, что почти в два раза меньше среднего за последние 10 лет (3,18‰). Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от аналитического нуля до 7,20 ПДК, что в 1,7 раза больше значений последних 10 лет. Среднегодовая концентрация составила 0,083 мг/дм³ (1,65 ПДК). Как и в предыдущие годы, максимальная величина во много раз превышала среднюю. В последние тридцать лет наблюдается незначительный тренд на повышение среднегодовой концентрации НУ в водах залива (рис. 3.54). Концентрация нефтяных углеводородов в донных отложениях Таганрогского залива изменялась от 100 до 240 мкг/г. Среднегодовое содержание НУ составило 154 мкг/г (3,08 ДК), что почти в два раза больше среднего за последние 10 лет (1,56 ДК). Концентрация растворенной ртути изменялась в пределах 1,0-

2,6 ПДК. Максимальная зафиксированная концентрация аммонийного азота на акватории залива составила 716 мкгN/дм³, что почти в 1,5 раза больше средней за последние 10 лет. Среднее содержание фосфора фосфатов составило 12,7 мкгP/дм³ и сохраняется достаточно стабильным в последние пять лет. Содержание общего фосфора изменялось в интервале 11,3-115,3 мкгP/дм³, составив в среднем 35,3 мкгP/дм³. Концентрация кислорода в водах залива изменялась в диапазоне 6,69-15,32, составив в среднем 10,50 мгO₂/дм³. Уровень содержания растворенного в воде кислорода был значительно выше значений предыдущих лет. Расчет значения индекса загрязненности вод (ИЗВ) производился по нефтяным углеводородам, ртути, нитритам и растворенному в воде кислороду. По ИЗВ (1,05) воды Таганрогского залива в 2023 г. классифицируются как «умеренно загрязненные». Качество вод залива не изменилось по сравнению с предыдущими годами.

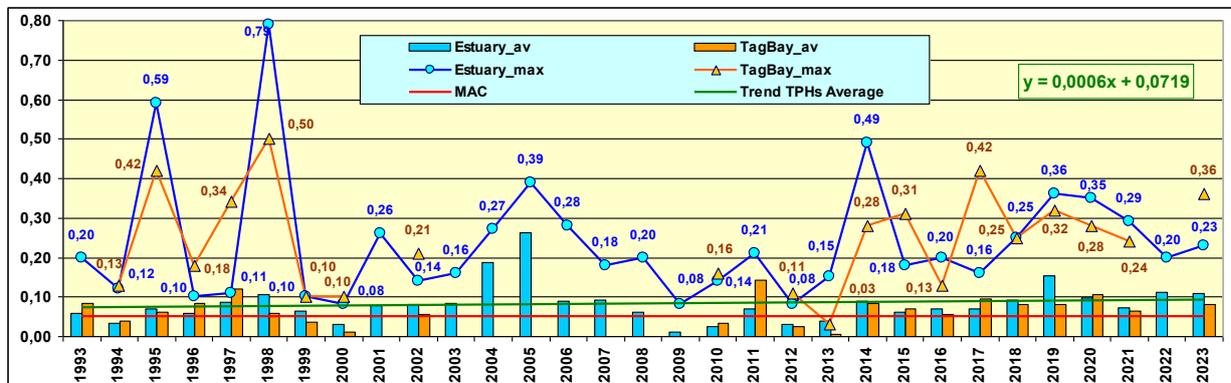


Рис. 3.54. Многолетняя динамика максимальной и средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах устьевых протоков р. Дон и восточной части Таганрогского залива в период 1993-2023 гг. MAC - предельно допустимая концентрация (ПДК), Trend TPHs Average - тренд средней концентрации нефтяных углеводородов.

Устьевое взморье и дельта р. Кубань. Гидрохимические наблюдения в 2023 г. на устьевом взморье и в дельте р. Кубань проводились в пяти районах на 18 станциях: низовья дельты р. Кубань (две станции), подходной канал порта Темрюк (одна станция), в Темрюкском заливе на взморье рукава Кубань (семь станций), на взморье рукава Протока (две станции) и вблизи гирл лиманов (шесть станций).

Низовья дельты р. Кубань. В 2023 г. соленость в Петрушином рукаве реки изменялась пределах 0,22-0,28‰, в рукаве Протока от 0,25‰ до 0,29‰ (рис. 3.55). Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов на обеих станциях была выше значений предыдущего года (0,049 мг/дм³) и составила 0,058 мг/дм³ (1,15 ПДК); максимальная - 0,076 мг/дм³ (1,52 ПДК). Хлорорганические пестициды α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, а также ДДТ и его метаболиты во всех районах исследований в Темрюкском заливе не были выявлены. Качество вод по ИЗВ=1,03, рассчитанному по средней концентрации НУ, РО₄, NO₂ и растворенного кислорода, в низовье дельты реки Кубань характеризуется как «умеренно загрязненные». По сравнению с предыдущим годом (ИЗВ=0,76) качество вод заметно ухудшилось.

Порт Темрюк. Соленость воды в канале порта изменялась в диапазоне 11,66-15,76‰, среднегодовая величина составила 13,77‰, что близко к показаниям предыдущего года (13,92‰). За последние 30 лет отмечается синхронное изменение среднегодовой солености в различных районах Темрюкского залива (рис. 3.56). До 2003 г. наблюдалось снижение солености на 1,5-2,0‰, однако затем началось постепенное, и неуклонное повышение среднегодовой солености до 12-13‰, достигнув максимального значения 15,96‰ в 2022 г. Концентрация НУ изменялась от предела обнаружения применяемого метода анализа до 2,20 ПДК (0,11 мг/дм³), что выше прошлогоднего максимума 1,93 ПДК (0,093 мг/дм³). Среднегодовое значение НУ составило 0,046 мг/дм³ (0,92 ПДК), что больше, чем на 20% превышает прошлогоднее значение 0,038 мг/дм³ (0,76 ПДК). В отобранных в течение года пробах из поверхностного и придонного слоев сероводород обнаружен не был. Концентрация растворенной ртути изменялась от 0,010 мкг/дм³ (0,10 ПДК) до 0,029 мкг/дм³ (0,29 ПДК); среднегодовая составила 0,017 мкг/дм³ (0,17 ПДК). Среднегодовая концентрация биогенных веществ, включая соединения азота и фосфора, в водах канала порта Темрюк в течение всего года не превышала ПДК. Кислородный режим был удовлетворительным, за исключением августа, когда содержание кислорода в поверхностных и в придонных пробах составило 5,77 мг/дм³ и 5,53 мг/дм³ соответственно, а минимальное насыщение - 72%. Расчет индекса загрязненности воды выполнен по среднегодовым концентрациям НУ, РО₄, NO₂ и растворенного кислорода. В 2023 г. по сравнению с предыдущим годом качество вод канала порта Темрюк не изменилось, по ИЗВ (0,63) воды относились к «чистым».

Взморье реки Кубань. Соленость вод взморья изменялась в диапазоне 4,39-15,89‰, при средней солености 11,00‰. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от аналитического нуля до 0,10 мг/дм³ (1,0 ПДК), максимальная была в два раза больше предыдущего года (0,050 мг/дм³), а среднегодовая составила 0,036 мг/дм³, 0,72 ПДК, что больше значений предыдущего года (0,028 мг/дм³, 0,56 ПДК). Среднегодовая концентрация растворенной ртути составила 0,005 мкг/дм³, при максимуме 0,011 мкг/дм³ (0,11 ПДК для морских вод). Концентрация соединений азота и фосфора была близкой к прошлогодним значениям. Среднегодовая концентрация нитритов составила 9,9 мкг/дм³ (в 2022 г. - 5,0 мкг/дм³), нитратов - 134,0 мкг/дм³ (12,2 мкг/дм³), аммонийного азота - 135,4 мкг/дм³ (178 мкг/дм³), фосфатов - 13,28 мкг/дм³ (24,2 мкг/дм³) и общего фосфора - 26,04 мкг/дм³ (33,0 мкг/дм³). Кислородный режим был удовлетворительным: среднегодовая концентрация составила 9,31 мгO₂/дм³. Расчет индекса загрязненности выполнен по среднегодовой концентрации НУ, аммонийного азота, растворенной ртути и кислорода. По индексу загрязненности ИЗВ (0,53) воды взморья р. Кубань в 2023 г. по сравнению с предыдущим годом не изменились и относятся к «чистым».

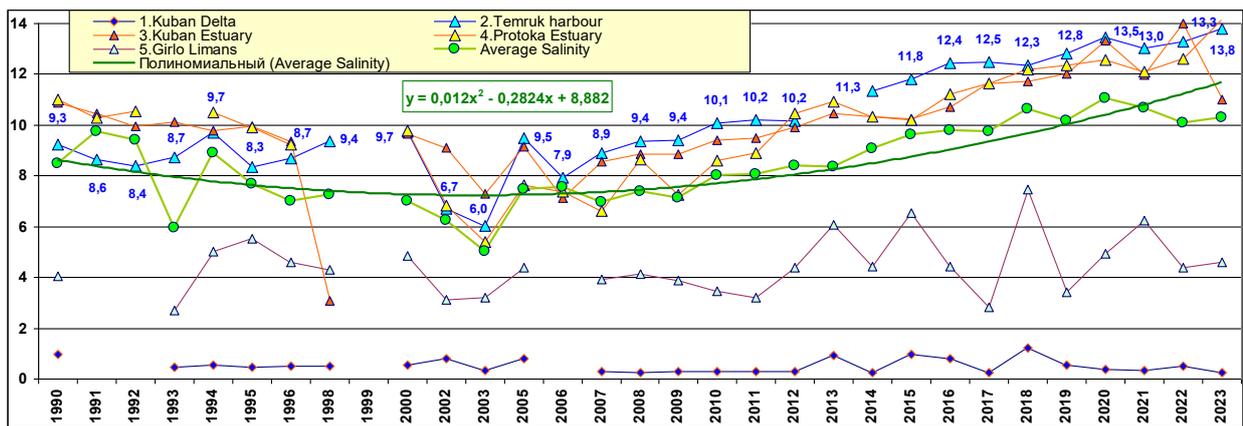


Рис. 3.55. Динамика среднегодовой солености (‰) в различных районах устьевой области р. Кубань и Темрюкском заливе в 1990-2023 гг. Average Salinity - тренд средней солености

Взморье рукава Протока. В 2023 г. соленость воды изменялась от 9,82‰ до 16,29‰, среднегодовая составила 14,16‰, что на 15% больше средней многолетней за предыдущие 5 лет (12,31‰). Средняя концентрация нефтяных углеводородов составила 0,01 мг/м³ (0,20 ПДК), а максимальное зафиксированное значение 0,040 мг/м³ (0,80 ПДК). Хлорорганические (γ-ГХЦГ, α-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганические (метафос, карбофос, фозалон и рогор) пестициды, а также растворенная ртуть и сероводород в водах взморья Протоки не были выявлены. Концентрации биогенных элементов не превышали нормативов. По ИЗВ (0,34), определенному по среднегодовым значениям концентрации НУ, NH₄, и Нg, воды взморья рукава Протока в Темрюкском заливе относились к «чистым, что соответствовало уровню предыдущих лет.

Устьевая область р. Кубань (гирла лиманов). Соленость вод устьевой области изменялась в широком диапазоне 0,25-13,94‰. Средняя за год соленость составила 4,59‰, что незначительно отличается от прошлого года (4,37‰). Максимальная зафиксированная концентрация НУ составила 0,08 мг/дм³ (1,60 ПДК), что меньше прошлогоднего значения (2,20 ПДК). Среднегодовая концентрация НУ составила 0,042 мг/дм³ (0,84 ПДК), что больше прошлогоднего значения 0,026 мг/дм³ (0,52 ПДК). Концентрация биогенных элементов (аммонийного азота, нитритов, нитратов и фосфатов) не превышала ПДК. Кислородный режим вод в течение всего года был удовлетворительный. Среднегодовая концентрация составила 9,31 мгО₂/дм³. Минимальное содержание растворенного кислорода в прилегающих к устью лиманов участкам устьевой области р. Кубань в 2023 г. составило 80% насыщения, а среднее насыщение составило 99,56%. Наличие сероводорода не было выявлено. Расчет ИЗВ был выполнен по среднегодовым концентрациям НУ, NH₄, NO₂ и растворенного кислорода. По ИЗВ (0,65) воды гирл лиманов относились к «чистым». Состояние вод по сравнению с предыдущим годом ИЗВ (0,50) немного ухудшилось.

Крым. Керченский пролив. В северной узости пролива на разрезе между портами Крым и Кавказ диапазон и средние значения стандартных гидрохимических параметров в водах пролива составили: температура 13,0-26,7°C; соленость 13,99-17,57‰, в среднем 15,12‰, что на 1,03‰ меньше показателя предыдущего года. Однако многолетний тренд на осолонение вод пролива нельзя считать исчерпанным. Водородный показатель 8,04-8,48/8,29 ед.рН (все значения выше прошлогодних); щелочность 2,592-2,985/2,769 мг-экв/дм³. Значения концентрации биогенных элементов (мкг/дм³): фосфатный фосфор P-PO₄ 4,5-15,9/8,4; общий фосфор P_{total} 13-45/22,7; силикаты в пересчете на кремний Si-SiO₄ 140-550/350; аммонийный азот N-NH₄ 11-32/22,7; нитритный азот N-NO₂ 5,0-11,0/7,2 (0,3 ПДК); нитратный азот N-NO₃ 8-25/16,0 мг/дм³. В целом содержание биогенных элементов в водах пролива было в пределах естественных межгодовых изменений.

Содержание нефтяных углеводородов, которые являются основным загрязнителем вод пролива, значительно возросло по сравнению с предыдущим годом и стало максимальным за последние 5 лет. Средняя концентрация НУ составила 0,087 мг/дм³ (1,8 ПДК), максимальная - 0,570 мг/дм³ (11,4 ПДК). Значения концентрации НУ выше предельно допустимой были зафиксированы в 51 пробе (58%). В среднем содержание НУ в поверхностном слое было на 0,018 мг/дм³ больше придонного. Концентрация СПАВ варьировала в диапазоне 5-16 мг/дм³, в среднем 10,1 мг/дм³ (0,1 ПДК). Содержание фенолов было ниже предела обнаружения во всех пробах. Хлорорганические пестициды (ДДД) были выявлены в двух из 25 проанализированных проб. Средняя концентрация ДДД составила 0,08 нг/дм³, максимальная - 1,02 нг/дм³ (0,1 ПДК). Альдрин был выявлен в одной пробе в июне (0,67 нг/дм³, менее 0,1 ПДК). Изомеры линдана α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ, гептахлор, и полициклические хлорированные бифенилы (ПХБ) не были выявлены. Концентрация растворенного в воде кислорода была выше установленного норматива во всех пробах и варьировала в пределах 7,10-10,39, составив в среднем 8,54 мгО₂/дм³. Расчет индекса загрязненности выполнен по среднегодовым концентрациям нефтяных углеводородов, нитритов, СПАВ и кислорода. По ИЗВ (0,73) воды Керченского пролива в 2023 г., как и в 2022 г. - ИЗВ (0,55) относились к «чистым». Несмотря на снижение частоты выявления и абсолютной концентрации хлорорганических соединений, из-за роста загрязненности углеводородами состояние вод Керченского пролива несколько ухудшилось.

Черное море

Крым. Порт Ялта. В течение года в кутовой части порта Ялта с глубиной 6 м было отобрано 72 пробы морской воды из поверхностного и придонного слоев. Диапазон и средние значения стандартных гидрохимических параметров морской вод составили: температура - 8,5-25,6°C; соленость - 10,10-19,10‰, в среднем 16,876‰; хлорность - 5,54-10,62/9,38‰; водородный показатель - 7,88-8,25/8,10 ед.рН. На щелочность и биогенные элементы анализировались 24 пробы, диапазон концентрации и средние (мкг/дм³): щелочность - 3,051-4,304/3,511 мг-экв/дм³; фосфаты P-PO₄ - 3-24/10,5 (max 0,21 ПДК); общий фосфор - 21-136/62,4; силикаты - 23-1061/454; аммонийный азот - N-NH₄ 3-30/12,4;

нитритный азот N-NO₂ - 0,4-7,5/3,5 (максимум 0,15 ПДК); нитратный азот N-NO₃ - 13-564/160,6 мкг/дм³. Диапазон значений гидрологических параметров и концентраций биогенных элементов в целом соответствовали многолетним значениям. Три случая значительного (менее 12‰) распреснения вод в кутовой части порта вблизи устья реки Дерекойка пришлось на половодье в апреле-мае, а также один раз в декабре. Средняя годовая концентрация фосфатов, аммонийного, нитритного и нитратного азота уменьшилась в 1,4-1,6 раза; кремния увеличилась в 1,1 раза, а общего фосфора практически не изменилась.

Содержание НУ в водах акватории морского пассажирского порта изменялось от аналитического нуля до 0,432 мг/дм³. Значимые концентрации наблюдались в течение года, а наибольшие величины (более 0,408 мг/дм³) были зафиксированы в ноябре - в среднем 0,421 мг/дм³. Средняя за год концентрация НУ составила 0,037 мг/дм³, что выше прошлогоднего в 5,8 раза (рис. 3.56).

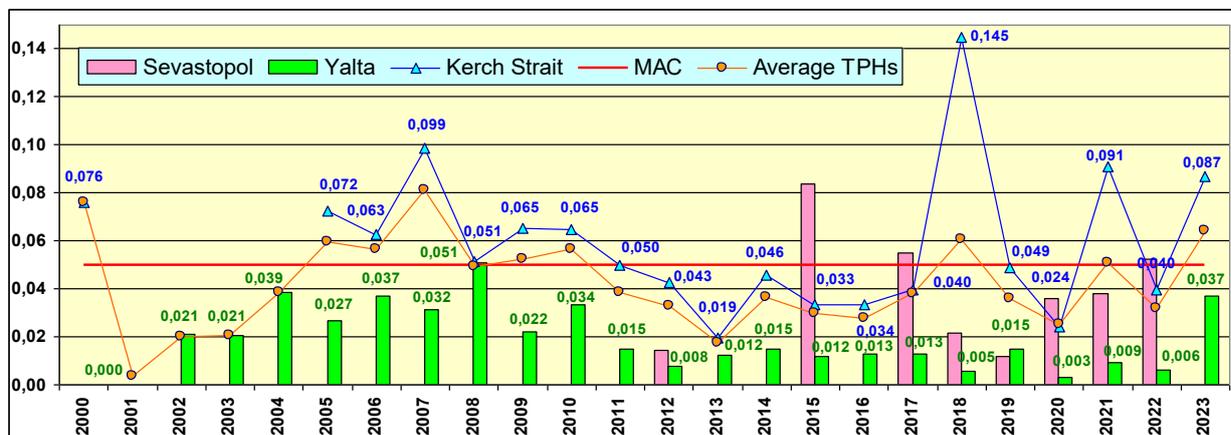


Рис. 3.56. Многолетняя динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Крыма. MAC - предельно допустимая концентрация (ПДК), Average TPHs - средняя концентрация нефтяных углеводородов.

Средняя концентрация СПАВ в водах порта немного уменьшилась до 9,6 мкг/дм³; диапазон значений 0-30 мкг/дм³ (0,3 ПДК). Фенолы не были выявлены. Из хлорорганических пестицидов ДДТ был выявлен в концентрациях 0,60-1,62 нг/дм³, метаболит ДДЕ - 2,29 нг/дм³, в среднем 0,74 нг/дм³; ДДД с концентрацией 10,3 нг/дм³ (1,0 ПДК, 15 марта), что в среднем вдвое ниже прошлогодних значений 2,2 нг/дм³ (0,2 ПДК). Из пестицидов группы ГХЦГ был зафиксирован линдан дважды (0,69 и 1,34 нг/дм³), а его изомер α-ГХЦГ не был отмечен. Альдрин был выявлен в одной пробе (4,95 нг/дм³). Содержание полихлорбифенилов в водах порта было ниже предела определения. В отличие от предыдущего года гептахлор часто определялся в пробах, только в пяти пробах концентрация была ниже предела обнаружения, а в остальных достигала 3,57, в среднем 1,35 нг/дм³ (0,14 ПДК). Значения растворённого в воде кислорода были немного меньше среднемноголетних и варьировали в очень широком диапазоне 5,52-9,95 мгО₂/дм³; средняя величина (8,16 мгО₂/дм³) на 3,7% меньше прошлогодней. Процент насыщения вод кислородом был примерно на уровне прошлого года и варьировал в диапазоне 73-100%, в среднем 90,0% насыщения против 105,1%. Комплексный индекс загрязненности вод ИЗВ (0,48), рассчитанный по среднегодовым концентрациям нефтяных углеводородов (0,74), ДДД (0,22), фосфатов (0,21) и кислорода (0,74), хотя немного возрос за счет НУ, однако позволяет оценить воды морского пассажирского порта Ялта как «чистые».

Район Анапа-Туапсе. В прибрежных водах в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе в 2023 г. диапазон и средние значения стандартных гидрохимических параметров и биогенных элементов (мкг/дм³) составили: температура - 7,9-28,1/17,6°C; соленость - 15,27-18,95/17,97‰; водородный показатель - 7,35-8,74/8,22 ед. рН; щелочность - 0,83-3,594/2,964 мг-экв/дм³; фосфаты P-PO₄ - 0-124,2/10,9; силикаты - 16,9-1011/151,8; аммонийный азот N-NH₄ - 0-269,2/103,0; нитритный азот N-NO₂ - 0,9-19,8/6,3 (табл. 3.12).

Таблица 3.12. Средние и максимальные значения параметров по районам Анапа-Туапсе в 2023 г.

Район	S, ‰	Щелочность, мг-экв/дм ³	O ₂ , мг/дм ³	pH	PO ₄ , мкг/дм ³	SiO ₂ , мкг/дм ³	NH ₄ , мкг/дм ³	NO ₂ , мкг/дм ³
Анапа	18,627	3,050	9,52	8,26	4,54	120	101,82	4,6
	18,950	3,481	7,53	8,35	12,50	169	119,00	7,3
Новороссийск	18,372	3,123	9,42	8,29	6,37	127	117,58	6,1
	18,950	3,405	7,05	8,38	14,40	204	150,00	9,7
Геленджик	18,365	3,173	9,43	8,30	7,10	151	104,56	6,1
	18,950	3,594	7,69	8,37	15,70	205	118,00	9,6
Туапсе	17,360	2,687	10,13	8,15	19,93	186	94,94	7,7
	18,810	3,444	7,39	8,74	124,20	1011	269,20	19,8

* - Для растворенного кислорода приводятся средние и минимальные значения

В водах районов Анапы, Новороссийска и Геленджика нефтяные углеводороды в основном присутствовали в незначительном количестве (рис. 3.57), однако в июле и августе в порту Туапсе были зафиксированы неоднократные превышения ПДК более чем в 80 раз, и этот участок побережья в 2023 г. оказался наиболее загрязненным НУ - в среднем 7,57 ПДК. Содержание СПАВ выше аналитического нуля (от 1,0 до 1,7 ПДК) было зафиксировано в трех

пробах из 123 обработанных ($DL=100 \text{ мкг/дм}^3$). Показатель БПК₅ в среднем, составил $1,49 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, при максимуме в $1,79 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (0,85 ПДК). Концентрация растворенной в воде ртути превышала предел обнаружения ($DL=0,01 \text{ мкг/дм}^3$) в 20 из 25 проанализированных проб и достигала $0,049 \text{ мкг/дм}^3$ (0,49 ПДК); в среднем $0,016 \text{ мкг/дм}^3$. Содержание железа варьировало от 20 до 48 мкг/дм^3 , в среднем составил 40 мкг/дм^3 (0,8 ПДК). Хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ не были выявлены. Значения растворенного в воде кислорода варьировали в пределах $7,05\text{-}15,24 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, в среднем $9,76 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, что чуть ниже прошлогоднего значения.

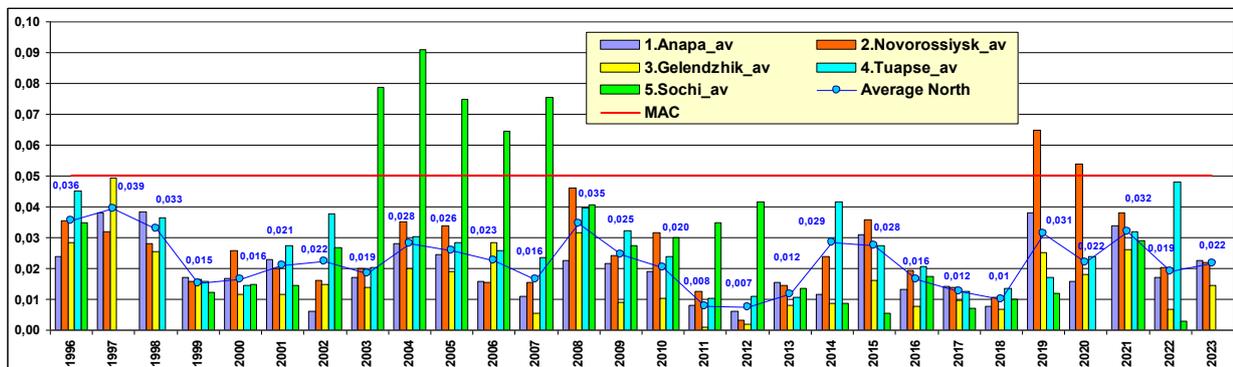


Рис. 3.57. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в прибрежных водах Кавказа в 1996-2023 гг. Район Туапсе в 2023 г. на графике исключен (значение $0,379 \text{ мг/дм}^3$). Сокращения: Average North - средняя величина в северной части Кавказского побережья; MAC - предельно допустимая концентрация (ПДК).

Комплексный индекс загрязненности вод ИЗВ сохранился на уровне двух предыдущих лет в трех районах северной части побережья, а в Туапсе из-за экстремально высокого загрязнения нефтяными углеводородами состояние вод района оценивается как «грязные» (табл. 3.13).

Таблица 3.13. Качество вод по ИЗВ для районов Кавказского побережья.

Район	ИЗВ	класс	Приоритетные ЗВ
Анапа	0,51	II	Fe 0,76; HУ 0,45; NO ₂ 0,19; O ₂ 0,63
Новороссийск	0,53	II	Fe 0,81; HУ 0,44; NO ₂ 0,25; O ₂ 0,64
Геленджик	0,48	II	Fe 0,75; HУ 0,29; NO ₂ 0,25; O ₂ 0,64
Туапсе	2,33	V	HУ 7,57; Fe 0,76; PO ₄ 0,4; O ₂ 0,59

Район Сочи-Адлер. В 2023 г. значения основных гидрохимических параметров в прибрежных водах между устьями рек Мзымта и Сочи соответствовали диапазону: температура - $10,4\text{-}26,4/16,1^\circ\text{C}$; соленость - $17,15\text{-}19,29/18,0\text{‰}$; водородный показатель - $6,48\text{-}9,69/8,26$ ед.рН; щелочность - $2,30\text{-}3,35/3,00$ мг-экв/ дм^3 ; биогенные элементы - фосфаты P-PO₄ $0\text{-}32,5/14,7$ мг/ дм^3 ; общий фосфор $0\text{-}34,5/15,5$ мг/ дм^3 , силикаты - $11,2\text{-}838,2/180,8$ мг/ дм^3 ; аммонийный азот N-NH₄ $0\text{-}46,55/5,35$ мг/ дм^3 ; нитритный азот N-NO₂ - $0\text{-}4,34/0,37$ мг/ дм^3 ; нитратный азот N-NO₃ $0\text{-}173,65/25,27$ мг/ дм^3 . По сравнению с прошлым годом в водах района среднее содержание фосфатов снизилось в 1,6 раза, аммонийного и нитритного азота также снизилось примерно в 2 раза, а нитратного возросло в 2 раза. В период с конца прошлого века до 2015 г. наблюдалось постепенное повышение среднегодового содержания фосфатов в водах Кавказского побережья, которое сменилось понижением, а после минимума в 2021 г. оно снова возросло (рис. 3.58).

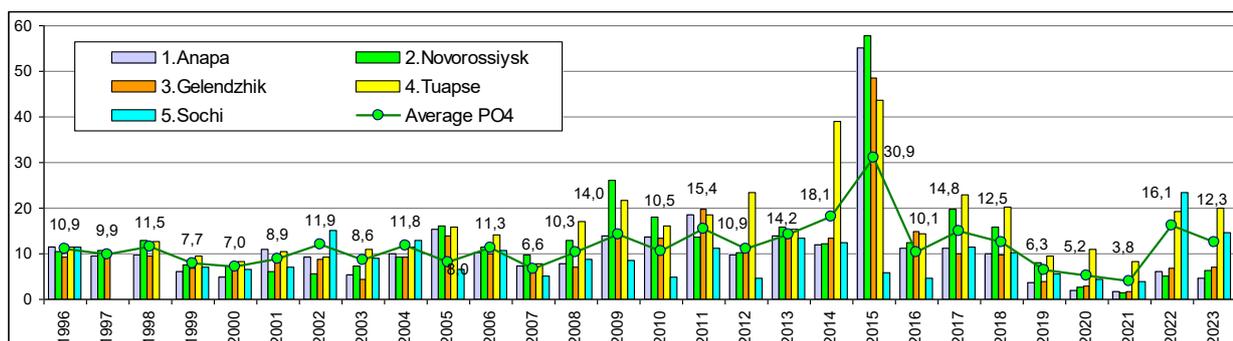


Рис. 3.58. Динамика средней концентрации фосфатов P-PO₄ (мг/дм^3) в прибрежных водах Кавказа в 1996-2023 гг. Average PO₄ - средняя концентрация фосфатов.

Содержание СПАВ в водах района продолжило тенденцию к снижению. Выше аналитического нуля их концентрация была только в 8 пробах из 64 проанализированных, средняя концентрация $7,6 \text{ мкг/дм}^3$, а максимум составил 70 мкг/дм^3 (0,7 ПДК). Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ варьировало от 0,4 до $2,9 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (1,4 ПДК); в среднем $1,92 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Содержание взвешенных веществ было в пределах $0,0\text{-}9,0/1,13 \text{ мг/дм}^3$. Хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ не были выявлены. Содержание растворенной в воде ртути было ниже предела обнаружения ($DL=0,01 \text{ мкг/дм}^3$) во всех пробах. Концентрация свинца была ниже предела обнаружения ($DL=0,01 \text{ мкг/дм}^3$) в 8 пробах из 64, а в остальных достигала $15,1 \text{ мкг/дм}^3$, в среднем $2,2 \text{ мкг/дм}^3$ (0,2 ПДК). Железо было отмечено во всех пробах: диапазон $2\text{-}52 \text{ мкг/дм}^3$, средняя концентрация $15,27 \text{ мкг/дм}^3$.

Значения растворённого в воде кислорода варьировали в пределах 8,97-11,5 мгО₂/дм³, в среднем 10,04 мгО₂/дм³. Средняя годовая концентрация всех нормируемых загрязняющих веществ была ниже установленных для морских вод нормативов. Максимальная концентрация в отдельных пробах в 2023 г. превышала ПДК железа (1,04 ПДК), свинца (1,51 ПДК), и БПК₅ (1,38 ПДК). Для расчета ИЗВ принимались: БПК₅ - 0,92; Fe - 0,31; PO₄ - 0,29; доля O₂ - 0,60. По индексу загрязненности качество вод района Адлер-Сочи (ИЗВ=0,53) позволяет оценить как «чистые», продолжилась тенденция к улучшению качества вода по сравнению с 2021 г. (рис. 3.59).

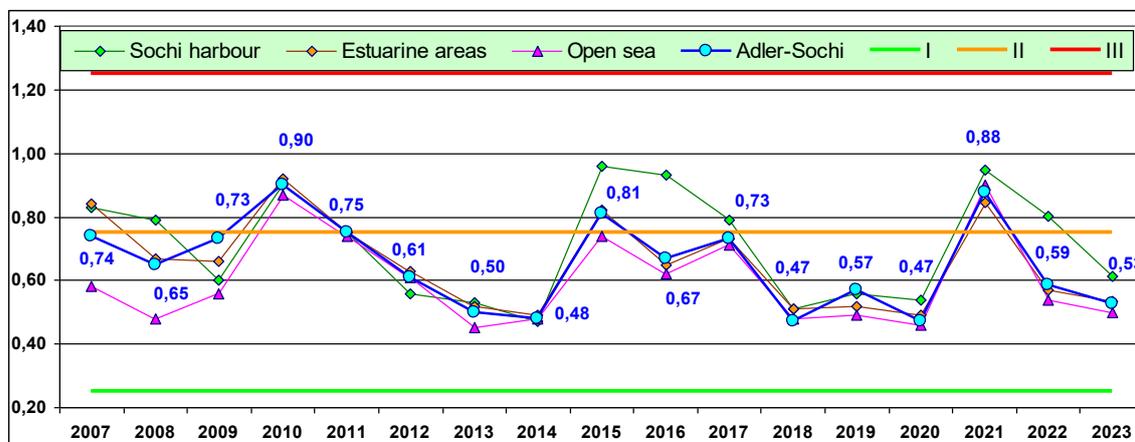


Рис. 3.59. Многолетняя динамика значений индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2007-2023 гг. *Sochi harbour* - порт Сочи, *Estuarine areas* - эстуарные районы, *Open sea* - открытое море, *Adler-Sochi* - среднее по району Адлер-Сочи.

Балтийское море

Невская губа. Центральная часть губы. В 2023 г., как и в предыдущие годы, при оценке качества вод Невской губы были использованы значения ПДК для пресных вод. Диапазон гидрохимических показателей в слое поверхность-дно составил: температура - 0,0-21,0°C; соленость - 0,05-3,1/0,09‰; щелочность - 0,48-1,19/0,56 ммоль/дм³; водородный показатель - 7,03-8,07/7,55 ед.рН. Кислородный режим в целом был удовлетворительным (среднее содержание растворенного кислорода 9,89 мгО₂/дм³, насыщение вод 93,38%), за исключением отобранных в августе-сентябре семи проб; минимум составлял 4,54 мгО₂/дм³. Диапазон концентрации биогенных веществ (мкг/дм³) в слое поверхность-дно составил: аммонийный азот NH₄ 0-1619 (4,1 ПДК), в среднем 91,24, это максимальное значение с 1999 г.; азот нитритов N-NO₂ 0-69,9 (2,9 ПДК)/13,3; азот нитратов N-NO₃ 35-663/240,7; фосфатный фосфор P-PO₄ 0-97,2 (1,9 ПДК)/6,0. Концентрация легко окисляемых органических веществ по БПК₅ была высокой в отдельных пробах: 0-8,9 (4,2 ПДК)/1,77 мгО₂/дм³. В целом, содержание биогенных и органических веществ в водах губы было выше средних многолетних значений. Во всей Невской губе нефтяные углеводороды были зафиксированы только в пяти пробах в концентрации до 6 мкг/дм³, а содержание СПАВ и фенолов во всех пробах было ниже предела обнаружения использованной методики анализа. Содержание металлов в водах центральной части губы находилось в диапазоне (мкг/дм³): Cu 0-27,5 (27,5 ПДК), в среднем 8,81 (8,8 ПДК); Zn 0-60,5 (6,1 ПДК)/13,47 (1,3 ПДК); Mn 0-59,8 (6,0 ПДК)/5,8; Fe 0-185 (1,9 ПДК)/67,27; Al 0-85,2 (2,1 ПДК)/27,91 мкг/дм³. Содержание металлов находилось на среднем многолетнем уровне за исключением меди, средняя и максимальная концентрация которой показали абсолютный максимум за весь период наблюдений (рис. 3.60). Основной вклад в загрязнение вод центральной части Невской губы вносили медь, цинк и легкоокисляемые органические вещества по БПК₅. Индекс загрязнения вод (ИЗВ) в 2023 г. составил 2,9, что позволяет оценить воды центральной части Невской губы как «грязные» и это худший показатель за последние пять лет.

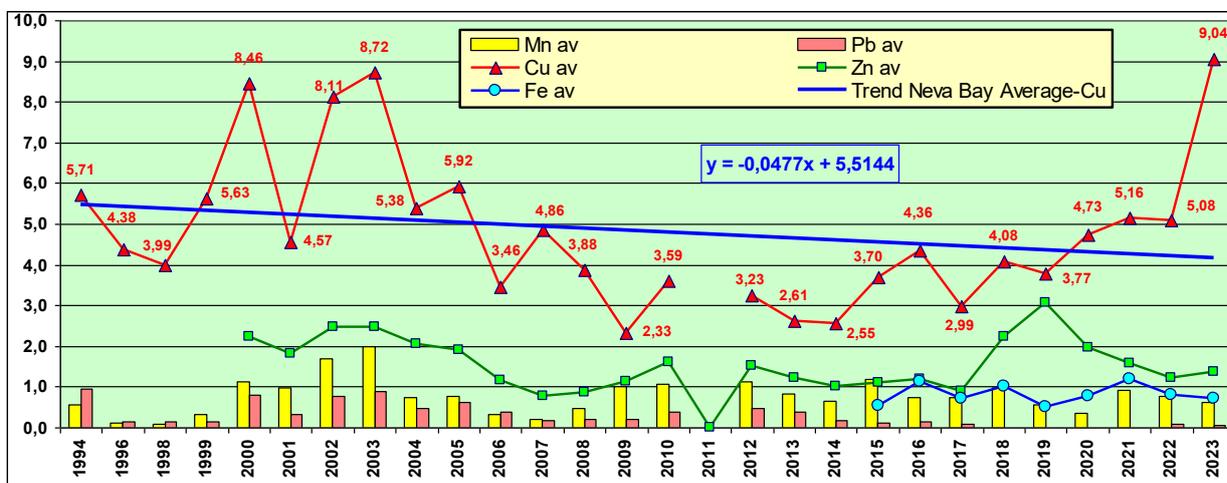


Рис. 3.60. Динамика средней концентрации меди (мкг/дм³) в водах Невской губы в 1994-2023 гг. Av - средняя концентрация, Trend Neva Bay Average Cu - тренд средней концентрации меди в Невской губе.

Северный и Южный курортные районы. Средняя температура воды (18,8⁰С) показала максимальное значение за последние десять лет. Диапазон солености составил 0,06-0,08‰, в среднем 0,07‰; водородного показателя - 7,2-9,01/7,84 ед.рН. Среднее содержание кислорода - 12,37 мгО₂/дм³ и среднее насыщение кислородом - 134,88% показали максимальное значение за последние десять лет, как и рН. Среднее значение щелочности соответствовало многолетнему уровню. Содержание биогенных веществ составило: N-NH₄ - 0-107/21,5 мкг/дм³ (минимальное значение с 2014 г.); N-NO₂ - 2,5-34,9/16,22 мкг/дм³; N-NO₃ - 13-415/110,83 мкг/дм³; P-PO₄ - 0-16,5/6,15 мг/дм³ (минимальное значение с 2017 г.). Содержание органических веществ по БПК₅ было максимальным за последнее десятилетие: 1,9-10,8 (5,1 ПДК)/6,6 мгО₂/дм³ (3,1 ПДК). Содержание металлов в водах района находилось в диапазоне/средняя: меди 8,8-16,0 мкг/дм³ (16,0 ПДК)/11,92 мкг/дм³ (11,9 ПДК), что является максимальным за десятилетие и почти в два раза превышает среднее многолетнее значение; цинка 8,2-46,5 мкг/дм³ (4,7 ПДК)/24,5 мкг/дм³ (2,5 ПДК); марганца 1,5-37,7 мкг/дм³ (3,8 ПДК)/13,0 мкг/дм³ (1,3 ПДК, существенно выше среднемноголетних); железа 0-198 мкг/дм³ (2,0 ПДК)/116,7 мкг/дм³ (1,2 ПДК); алюминия 13,8-102,5 мкг/дм³ (2,6 ПДК)/60,5 мкг/дм³ (1,5 ПДК). Основной вклад в загрязнение вод Северного Курортного района Невской губы вносили медь, легкоокисляемые органические вещества по БПК₅ и цинк. Индекс загрязнения вод ИЗВ (4,49) позволяет оценить воды Северного Курортного района как «очень грязные». Это худший показатель за последние десять лет среди всех районов Балтийского моря. В Южном курортном районе значения основных гидрохимических параметров и концентрации биогенных веществ были близкими к значениям северного побережья. Кислородный режим был удовлетворительный, случаев дефицита кислорода не было выявлено. Воды южного побережья не загрязнены НУ, фенолами и СПАВ. Концентрация меди стала максимальной с 2003 г., а цинка вернулась в диапазон средних многолетних значений после экстремально высоких показателей. Основной вклад в загрязнение вод Южного района вносили медь, органические вещества по БПК₅ и цинк. Индекс загрязнения вод ИЗВ (3,45) в 2023 г. позволяет оценить воды Южного курортного района как «очень грязные» и это худший показатель для района за весь период наблюдений.

Морской торговый порт. Стандартные гидрохимические параметры вод порта находились на уровне прошлогодних значений. Кислородный режим был удовлетворительным, и случаев дефицита кислорода зафиксировано не было. Превышение ПДК по биогенным и органическим загрязняющим веществам было зарегистрировано в июле и августе: диапазон значений азота нитритов N-NO₂ составил 2,2-50,1 (2,1 ПДК)/среднее 16,17 мкг/дм³; БПК₅ 0,5-3,2 (1,5 ПДК)/1,47 мгО₂/дм³. В остальных случаях содержание биогенных элементов находилось на уровне прошлых лет, превышения ПДК не было выявлено. Концентрация органических ЗВ была ниже предела обнаружения. Содержание металлов в водах района находилось в диапазоне (мкг/дм³): Cu 4,3-19,7 (19,7 ПДК)/9,74 (9,7 ПДК); Zn 0-29,7 (3,0 ПДК)/11,9 (1,2 ПДК); Mn 0-16,5 (1,7 ПДК)/6,64; Fe 56,0-187,0 (1,9 ПДК)/93,0 мкг/дм³ (0,9 ПДК). В водах порта значительно увеличилось содержание меди, концентрация стала максимальной с 2003 г., а алюминия с 2015 г. Содержание Zn, Mn и Fe было ниже средних многолетних значений. Основной вклад в загрязнение вод Морского порта Невской губы вносили медь, цинк и алюминий. Индекс загрязнения вод ИЗВ (3,17) позволяет оценить воды Морского порта Невской губы как «очень грязные» и это худший показатель с 2004 г.

Северная станция аэрации. Стандартные гидрохимические параметры вод Северной станции аэрации находились на уровне прошлогодних значений. Кислородный режим был удовлетворительным и случаев дефицита кислорода зафиксировано не было. Значение водородного показателя (7,43 ед.рН) и щелочности (0,61 ммоль/дм³) немного превысили средние значения за последние пять лет. Традиционно воды у оголовка Северной станции аэрации загрязнены биогенными элементами. Диапазон концентрации составил (мкг/дм³): аммонийный азот - 29,0-1263 (3,2 ПДК)/746,9 (1,9 ПДК); азот нитритов - 2,8-109,6 (4,6 ПДК)/42,1 (1,8 ПДК); азот нитратов - 131,0-919/364,14 мг/дм³, фосфор фосфатов - 0-52,4 (1,1 ПДК)/27,82 (0,6 ПДК); органические вещества по БПК₅ 1,5-6,9 (3,3 ПДК)/4,33 мгО₂/дм³ (2,1 ПДК). Содержание СПАВ, фенолов и нефтяных углеводородов было ниже предела определения. Концентрация аммонийного азота показала максимальное значение за весь период наблюдений, а азота нитритов с 2014 г. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ показало абсолютный максимум за весь период наблюдений. Содержание металлов в водах района находилось в диапазоне (мкг/дм³): Cu 2,0-17,5 (17,5 ПДК)/8,76 (8,8 ПДК); Zn 0-40,4 (4,0 ПДК)/16,89 (1,7 ПДК); Mn 0-40,0 (4,0 ПДК)/13,7 (1,4 ПДК); Fe 68,0-138,0 (1,4 ПДК)/93,0; Al 18,5-54,0 (1,4 ПДК)/31,37 мкг/дм³. Концентрация меди и алюминия показала абсолютный максимум за весь период наблюдений в этом районе, а цинка, марганца и железа было на уровне средних многолетних значений. Основной вклад в загрязнение вод вблизи точки сброса Северной станции аэрации вносили медь, органические вещества по БПК₅ и аммонийный азот. Индекс загрязнения вод ИЗВ (3,34) позволил оценить воды Северной станции аэрации, как «очень грязные» и это худший показатель за весь период наблюдений.

В целом, 2023 г. характеризуется повышенными показателями ИЗВ, что говорит об ухудшении экологического состояния Невской губы. Основным загрязняющим элементом стала медь, концентрация которой более чем в 10 раз превышала ПДК. Также существенный вклад вносили легкоокисляемые органические вещества по БПК₅ и цинк. Рассчитанный для всей акватории индекс загрязненности вод Невской губы ИЗВ (3,0) позволил оценить воды как «грязные» (табл. 3.14).

Таблица 3.14. Оценка качества вод Невской губы Финского залива по индексу загрязненности вод ИЗВ в 2019-2023 гг.

Район	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Содержание ЗВ в 2023 г. (в ПДК)
	ИЗВ/ класс	ИЗВ/ класс	ИЗВ/ класс	ИЗВ/ класс	ИЗВ/ класс	
Центральная часть Невской губы	1,99/ V	2,05/ V	2,07/ V	1,93/ V	2,90 V	Cu 8,81; Zn 1,35; БПК ₅ 0,84; O ₂ 0,61
Северный курортный р-н	2,50/ V	2,15/ V	2,29/ V	2,37/ V	4,49 VI	Cu 11,92; БПК ₅ 3,14; Zn 2,43; O ₂ 0,49
Южный курортный р-н	2,36/ V	2,09/ V	2,48 V	2,13 V	3,45 VI	Cu 10,47; БПК ₅ 1,43; Zn 1,31; O ₂ 0,59

Район	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	Содержание ЗВ в 2023 г. (в ПДК)
	ИЗВ/ класс V	ИЗВ/ класс V	ИЗВ/ класс V	ИЗВ/ класс V	ИЗВ/ класс VI	
Морской торговый порт	2,28/ V	1,88/ V	1,85/ V	1,95 V	3,17 VI	Cu 9,74; Zn 1,19; Al 1,18; O ₂ 0,56
Северная станция аэрации	2,38/ V	1,97/ V	2,41 V	2,11 V	3,34 VI	Cu 8,76; БПК ₅ 2,06; NH ₄ 1,92; O ₂ 0,63
Невская губа	2,3/ V	2,03/ V	2,22 V	2,1 V	3,00 V	Cu 9,04; Zn 1,38; БПК ₅ 1,00; O ₂ 0,60

Белое море

Двинский залив. Температура летом варьировала в диапазоне от -0,4^oC до +13,6^oC, а осенью: 0,34-4,99^oC. Соленость находилась в диапазоне 14,325-28,281‰, а среднее значение (24,542‰) повысилось по сравнению с предыдущим годом. Водородный показатель 7,70-8,14/7,96 ед.рН. Прозрачность вод залива по диску Секки варьировала от 1,0 до 4,0 м, при среднем 2,7 м, что ниже значения предыдущего года (3,8 м). Содержание различных форм биогенных элементов было намного ниже ПДК, сохраняясь на уровне или ниже прошлогодних значений. Аммонийный азот: 4-29/19 мкг/дм³; нитраты 0-136,1/52,05 мкг/дм³; нитриты 0,6-6,7/2,6 мкг/дм³; фосфаты 5-36,3 мкг/дм³ (0,73 ПДК)/14,6; общий фосфор 5,94-44,09/18,08 мкг/дм³; силикаты 191,5-656,4/372 мкг/дм³ (снижение по сравнению предыдущим годом во всех трех слоях вод залива (рис. 3.61). В целом в режиме многолетней динамики содержания кремнекислоты очевидно выделяются циклические подъемы и спады примерно 11-летнего периода. Концентрация кислорода изменялась в диапазоне 8,04-11,41 мгО₂/дм³, среднее значение 9,75 мгО₂/дм³ было немного выше прошлогоднего. Процент насыщения вод кислородом изменялся в диапазоне 71,0-102,0%, в среднем 89,5%.

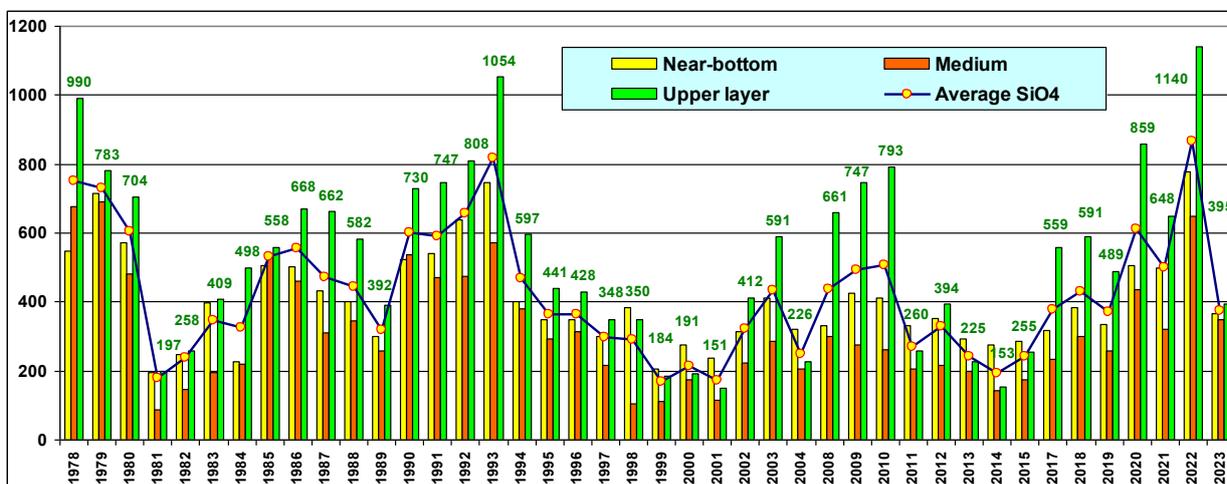


Рис. 3.61. Динамика средней и максимальной концентрации силикатов (мкг/дм³) в поверхностном, промежуточном и придонном слоях вод Двинского залива Белого моря в 1978-2023 гг. Average SiO₄ - средняя концентрация силикатов. Near-bottom - придонный слой, Upper layer - поверхностный слой, Medium - средний слой.

Содержание нефтяных углеводородов изменялось от 0,015 до 0,124 мг/дм³ (2,48 ПДК) при среднем 0,015 мг/дм³, что незначительно ниже 0,018 мг/дм³ в 2022 г. Максимум был зафиксирован 12 ноября на северном мелководье приустьевых района Северной Двины на глубине 5 м. Сохраняется высоким загрязнение вод залива СПАВ (0-630/156 мкг/дм³), хотя среднее значение 1,56 ПДК немного меньше прошлогоднего (1,69 ПДК). Содержание меди (0-2,33/0,70 мкг/дм³) снизилось, а максимум составил лишь 0,47 ПДК. Содержание свинца (0-6,3/0,61) тоже снизилось, среднее значение уменьшилось в 2 раза и составило 0,06 ПДК. Расчеты ИЗВ выполнен по среднегодовым концентрациям СПАВ (1,56), НУ (0,31), фосфатов (0,29) и кислорода (0,62). Значение ИЗВ (0,69) позволяет характеризовать воды Двинского залива как «чистые».

Кандалакшский залив. В 2023 г. на водпосту акватории Кандалакшского морского торгового порта значения температуры находились в диапазоне от -0,2^oC (в марте) до 17,4^oC (в августе); соленость воды изменялась в пределах 6,3-17,8‰, среднее значение 9,98‰ было на уровне прошлогоднего. Водородный показатель варьировал в пределах 7,0-8,92 ед. рН, среднее значение 7,63 ед.рН. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в диапазоне 7,27-12,54 мгО₂/дм³, составив в среднем 10,12 мгО₂/дм³, что существенно выше прошлогоднего значения (7,79 мгО₂/дм³), т.е. кислородный режим в порту несколько улучшился. Содержание легко окисляемых органических веществ по БПК₅ изменялось от 0 до 2,1 (1,0 ПДК), составив в среднем 1,32 мгО₂/дм³ (0,63 ПДК). Значения аммонийного азота в 5 пробах из 6 значительно превысили норматив ПДК при солености <13‰, максимум в марте составил 3000 мкг/дм³ (7,71 ПДК), в среднем 1830 (4,70 ПДК), что более чем в 2 раза больше прошлогоднего значения 879 мкг/дм³. По фосфатам в июне и июле наблюдалось многократное превышение установленной нормы (в июле 269,7 мкг/дм³, 9,75 ПДК), а в остальных пробах - ниже норматива. Среднее значение составило 92,38 мкг/дм³ (1,85 ПДК), что соответствовало уровню предыдущего года (1,87 ПДК). Высокая концентрация фосфатов (246 и 1374 мкг/дм³) также была отмечена в 2020 г. Нитриты находились в диапазоне 1,1-17,9 (0,75 ПДК)/7,0 мкг/дм³ (среднее значение в 4 раза выше прошлого года); нитраты 6-50/19,6 мкг/дм³ (в 1,5 раза ниже предыдущего года); силикаты 273-1228/746 мкг/дм³ (в 2022 г. - 927 мкг/дм³).

Содержание нефтяных углеводородов в водах порта изменялись в диапазоне 0,006-0,217 мг/дм³, максимум 4,34 ПДК был зафиксирован в июле, составив в среднем 0,053 мг/дм³ (1,07 ПДК), что в два раза выше прошлогоднего

уровня. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не определялись, а содержание СПАВ было ниже предела обнаружения. Концентрация растворенных форм тяжелых металлов (мкг/дм³) изменялась в пределах: медь 1,2-7,2, при среднем значении 4,62↑ (0,92 ПДК); никель 0-3,0/1,3↓ (0,13 ПДК); марганец 2,7-22,9/10,13 (0,20 ПДК); цинк 11,0-32,3/19,2↓ (0,38 ПДК); содержание кадмия было ниже предела обнаружения в 4 из 6 проб, максимум составил 0,6 мкг/дм³; железо 31-86/52,17 (1,04 ПДК), максимум (1,72 ПДК) был отмечен в июле; хром выявлен в трех пробах - максимум 6,8, средняя 1,9↑ мкг/дм³. Содержание свинца и ртути было ниже предела обнаружения. В целом, по меди, кадмию, железу и хрому наблюдается увеличение средней концентрации ТМ, по остальным отмечено снижение, причем ртуть и свинец - до аналитического нуля. Для расчета индекса загрязненности вод использовались средние концентрации аммонийного азота (4,70), фосфатов (1,85), НУ (1,07) и кислорода (0,59). Значение ИЗВ (2,05) позволяет характеризовать воды водпоста Кандалакша как «грязные».

Баренцево море

Кольский залив. В 2023 г. на водпосту торгового порта г. Мурманска температура варьировала в пределах 1,0-9,0°С; соленость находилась в диапазоне 11,7-27,7‰, в среднем 20,3‰; значения водородного показателя 6,5-7,9 ед. рН; общая щелочность достигала 1,49 мг-экв/дм³ в январе. Среднее содержание взвешенных веществ в воде составило 1,6 мг/дм³, максимальное - 2,9 мг/дм³ (0,3 ПДК). Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ только в сентябре составило 1,5 мгО₂/дм³. Биогенные элементы (мкг/дм³): концентрация аммонийного азота понизилась по сравнению с прошлым годом и изменялась в диапазоне 32-130 (0,06 ПДК), максимум был отмечен в ноябре; нитритный азот изменялся в пределах 2,5-4,5/3,5 мкг/дм³; концентрация нитратов заметно повысилась, диапазон значений находился в пределах 6,1-77,2 мкг/дм³, составив в среднем 26,5 мкг/дм³; силикаты составили 611-1784/1123,2 мкг/дм³. Содержание фосфатов в водах вблизи водпоста в течение всего года было незначительно ниже прошлогоднего и изменялось в диапазоне 2,07-39,7/19,6 мкг/дм³ (0,39 ПДК). Среднегодовая концентрация кислорода составила 9,73, пределы значений 8,40-11,05 мгО₂/дм³; насыщение вод кислородом варьировало в диапазоне 75,6-95,1%.

Концентрация нефтяных углеводородов (НУ) изменялась в диапазоне 0,02-0,14 мг/дм³; среднегодовое составило 0,055 мг/дм³ (1,1 ПДК). Содержание НУ соответствовало уровню предыдущего года, сохраняется тенденция снижения содержания нефтяных углеводородов за последние одиннадцать лет (рис. 3.62). Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) были зафиксированы в январе - 3,8 и сентябре - 13,2 нг/дм³ (0,13 ПДК).

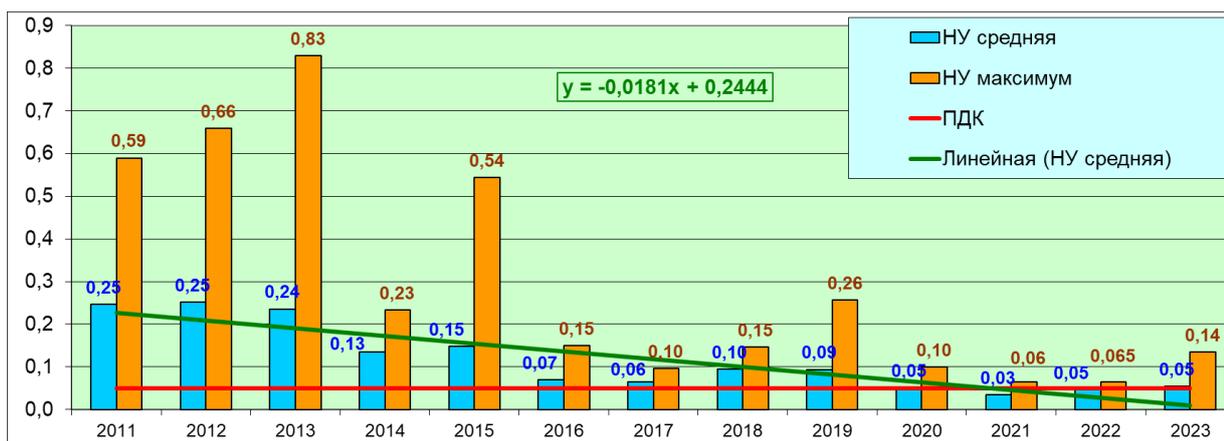


Рис. 3.62. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в торговом порту Мурманска в 2011-2023 гг.

Загрязнение тяжелыми металлами (мкг/дм³) по сравнению с предыдущим годом сохранилось примерно на том же уровне, с небольшим повышением для меди - среднее значение составило 1,6 (0,32 ПДК), максимальное - 2,9 (0,58 ПДК); марганец 5,65/8,9 (0,18 ПДК, повышение в 3 раза); железо 48,5/84 (1,7 ПДК); никель 0,50/3,0 (0,30 ПДК). Концентрация свинца, ртути и кадмия была ниже предела обнаружения. Приоритетными загрязнителями в 2023 г. были нефтяные углеводороды, железо и фосфаты. По индексу загрязненности вод ИЗВ (0,77) качество морских вод в районе водпоста в торговом порту г. Мурманск оценивается как «умеренно загрязненные», что немного хуже ИЗВ прошлого года, когда воды оценивались как «чистые» (ИЗВ=0,64).

Гренландское море (Шпицберген)

В августе 2023 г. в восточной части акватории залива Гренфьорд у пос. Баренцбург и в заливе Биллефьорд у пос. Пирамида в морской воде определялись основные гидрохимические показатели содержания большого спектра загрязняющих веществ. Концентрация фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), а также пестицидов группы ДДТ и их метаболитов ДДЭ и ДДД, гексахлорбензола, хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов ПХБ в водах обследованных акваторий была ниже предела чувствительности используемого метода анализа. Максимальное содержание легко окисляемых органических веществ по БПК₅ в заливе Гренфьорд составляло 2,08 мгО₂/дм³, в заливе Биллефьорд - 2,32 мгО₂/дм³ (1,1 ПДК). Концентрация растворённого кислорода в заливах в среднем составила 12,91-12,17 мг/дм³; насыщение вод кислородом в водах двух заливов варьировало в диапазоне 90,9-112%. Концентрация аммонийного азота в водах заливов была ниже предела определения использованной методики анализа. Содержание нитритного азота изменялось в пределах 0-2,30 мкг/дм³; фосфатов немного повысились и в водах залива Гренфьорд достигало 2,8 мкг/дм³, в заливе Биллефьорд - 3,1 мкг/дм³.

Содержание НУ в воде было зафиксировано только в заливе Гренфьорд в диапазоне от менее 5,0 до 7,12 мкг/дм³ (0,1 ПДК). Максимальная концентрация была зафиксирована в поверхностном горизонте на станции севернее

пос. Баренцбург. Из 16 определяемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в морских водах залива Гренфьорд были выявлены только антрацен и флуорантен (средняя 11,75 нг/дм³), в водах залива Биллефьорд фенантрен и флуорантен (38,86 нг/дм³), что существенно ниже значений предыдущих двух лет.

В 2023 г. содержание большинства определяемых тяжелых металлов (ТМ) в пробах морской воды снизилось; свинец, железо и ртуть были ниже пределов обнаружения. Концентрация никеля, марганца и хрома в заливе Гренфьорд увеличилась в сравнении с прошлым годом. Максимальное содержание определяемых ТМ в пробах морской воды залива Гренфьорд составило (мкг/дм³): марганца 19,7; меди 14,3 (2,9 ПДК); никеля 15,9 (1,6 ПДК); кобальта 1,8; кадмия 0,16; хрома 9,5; ртути 0,013 (0,13 ПДК) и мышьяка 11 мкг/дм³. Для расчета индекса загрязненности вод использовались средние концентрации меди (0,69), никеля (0,62), БПК₅ (0,82) и кислорода (0,47). Качество морских вод значительно улучшилось по сравнению с двумя предыдущими годами, а ИЗВ (0,65) позволяет характеризовать качество воды залива Гренфьорд у пос. Баренцбург и залива Биллефьорд у пос. Пирамида как «чистые».

Тихий океан

Шельф полуострова Камчатка. Авачинская губа и прибрежная часть Авачинского залива (район Халактырского пляжа). Среднегодовая концентрация фосфатов в 2023 г. в целом по толще вод Авачинской губы и в прибрежной части Авачинского залива в районе Халактырского пляжа составила 37,20 мкг/дм³, максимальная - 168,30 мкг/дм³ (3,37 ПДК). Содержание нитритного азота составило 4,61 мкг/дм³, а максимум достигал 27,52 мкг/дм³ (1,15 ПДК) в июле в центральной части губы в придонном слое. Средняя концентрация аммонийного азота составила 38,90 мкг/дм³, а максимум (311,10 мкг/дм³) был отмечен в июле у дна в центре Авачинской губы.

В 2023 г. приоритетными загрязняющими веществами в водах Авачинской губы были нефтяные углеводороды и фенолы. Среднегодовое содержание НУ по сравнению с прошлым годом уменьшилось вдвое (0,006 мг/дм³, 0,12 ПДК), максимальное значение составило 0,07 мг/дм³ (1,4 ПДК), (рис. 3.63). Значения выше или равные ПДК были отмечены в 3% отобранных проб. Среднегодовое содержание фенолов в водах Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива было невысоким (0,60 мкг/дм³), максимальное значение достигало 4,7 мкг/дм³ (4,7 ПДК). На протяжении длительного периода наблюдений содержание детергентов (СПАВ) в морских водах этого района сохраняется невысоким. Однако в 2023 г. содержание детергентов повысилось и было выше ПДК в 17 пробах из 150. Максимум был отмечен в сентябре в толще вод и у дна на входе в бухту Крашенинникова, а также в приустьевой зоне р. Авача. Среднее содержание СПАВ в водах Авачинской губы составило 0,2 ПДК.

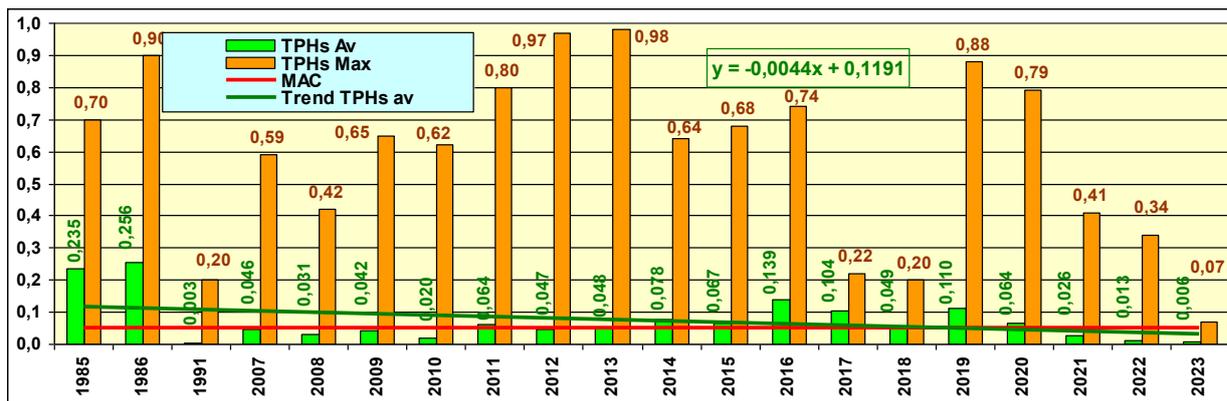


Рис. 3.63. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Авачинской губы в 1985-2023 гг. MAC - предельно допустимая концентрация (ПДК), Trend TPHs Av - тренд средней концентрации нефтяных углеводородов.

Среднегодовая концентрация растворенного кислорода в водной толще составила 10,40 мгО₂/дм³ при среднем значении уровня насыщения 102,6%. Концентрация растворенного кислорода ниже норматива (<6,0 мгО₂/дм³) была зарегистрирована в 19% проб. Минимум был отмечен в августе на придонном горизонте в центре Авачинской губы - 4,16 мгО₂/дм³ (57% насыщения). По результатам расчета ИЗВ (0,51) воды Авачинской губы характеризовались как «чистые». Для расчета индекса использовались среднегодовые значения нефтяных углеводородов (0,12), фенолов (0,60), фосфатов (0,74) и доля О₂ (0,58).

Охотское море

Гидрохимические наблюдения проводились в трех прибрежных акваториях острова Сахалин, расположенных на побережье в окрестностях села Стародубское, у порта Пригородное и в районе порта Корсаков.

В районе села Стародубское значения большинства гидрохимических показателей находились в пределах среднегодовых значений. По сравнению с 2020-2022 гг. снизилась средняя и максимальная концентрация меди (средняя 3,5 мкг/дм³; максимальная 5,1 мкг/дм³ (1,02 ПДК)). Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ превышало ПДК: среднее значение 4,0 мг/дм³ (1,9 ПДК), максимальное 6,6 мг/дм³ (3,1 ПДК). Средняя концентрация нефтяных углеводородов составила 0,036 мг/дм³ (0,7 ПДК), максимальная снизилась до 0,074 мг/дм³ (1,5 ПДК), что ниже в два раза по сравнению с прошлогодним значением (рис. 3.64). Концентрация СПАВ (среднегодовая 0,10 мкг/дм³, максимальная 0,11 мкг/дм³), цинка (7,6/10,0 мкг/дм³), свинца (0,2/0,58 мкг/дм³) и кадмия (0,1/0,46 мкг/дм³) не превышали нормативных показателей. Фенолы были зафиксированы в максимальной концентрации 2,2 мкг/дм³, а в предыдущие два года их содержание во всех пробах было ниже предела обнаружения при фотометрическом методе измерений (<2,0 мкг/дм³). Кислородный режим в период наблюдений был несущественно ниже нормы: среднее содержание растворенного кислорода составило 5,44 мгО₂/дм³, а минимальное

снижалось до 4,61 мгО₂/дм³. В 2023 г. качество вод акватории у села Стародубское ухудшилось на один класс и соответствовало «грязным» водам (ИЗВ=1,95).

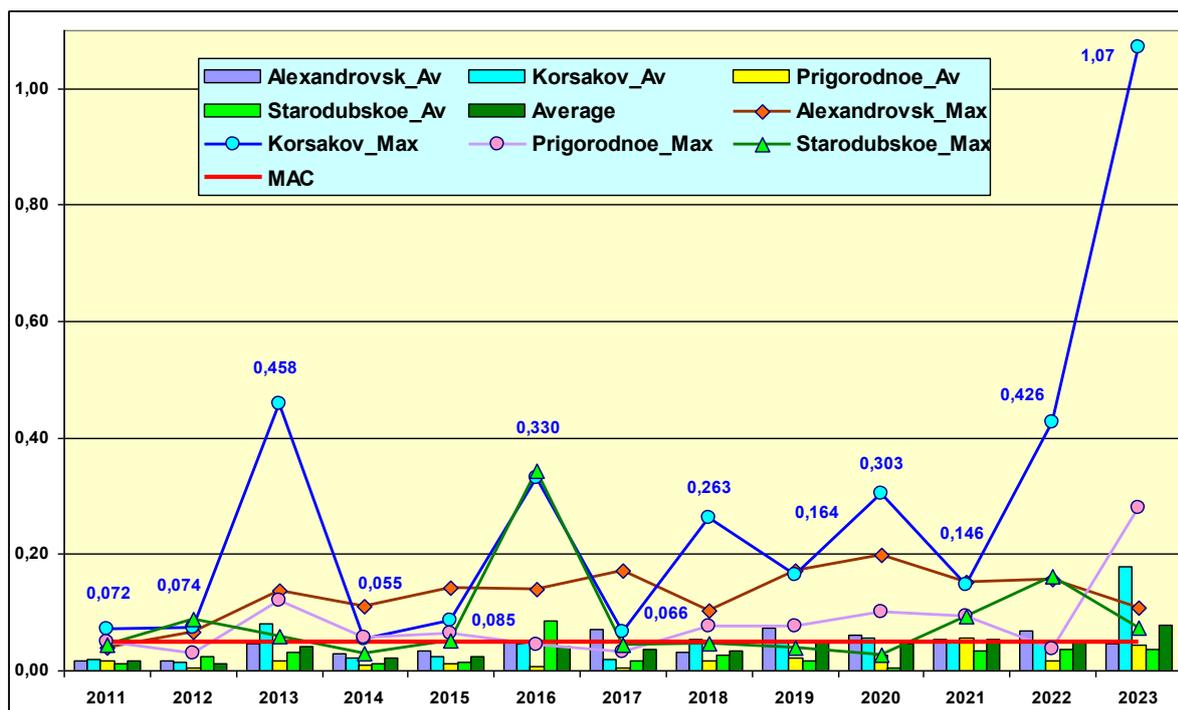


Рис. 3.64. Динамика средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Сахалина в 2011-2023 гг. MAC - предельно допустимая концентрация (ПДК), Av - средняя концентрация, Max - максимальная концентрация.

В донных отложениях в районе села Стародубское концентрация нефтяных углеводородов соответствовала уровню 2022 г. (среднее значение 31,2 мкг/г, 0,62 ДК; максимальное 83 мкг/г, 1,66 ДК), что свидетельствует о дальнейшей стабилизации экологического состояния и незначительном снижении уровня техногенного воздействия на акваторию. Содержание фенолов, цинка и свинца было ниже предела обнаружения, а кадмия и меди было незначительным. Максимальные значения концентрации меди не превышали 0,2 ДК, кадмия - 0,1 ДК, как и в предыдущие четыре года.

В заливе Анива в акватории порта Пригородное сохранился прежний уровень загрязнения морских вод легкоокисляемыми органическими веществами по БПК₅ (среднее значение 2,5 мг/дм³, 1,2 ПДК, максимальное 6,8 мг/дм³, 3,2 ПДК). Наблюдалось незначительное снижение средней концентрации меди (средняя 3,4 мкг/дм³, 0,7 ПДК; максимальная 7,0 мкг/дм³, 1,4 ПДК). Повысилась концентрация нефтяных углеводородов, особенно максимальная (средняя 0,04 мг/дм³, 0,9 ПДК; максимальная 0,279 мг/дм³, 5,6 ПДК). Средние и максимальные значения концентрации других загрязняющих веществ - кадмия, свинца и СПАВ, не превышали 0,1 ПДК, как и в период наблюдений 2022 г. Свинец был выявлен в максимальной концентрации 0,62 мкг/дм³ (0,06 ПДК). Кислородный режим был в пределах нормы. Среднее содержание растворенного кислорода составило 6,38 мгО₂/дм³, однако было отмечено минимальное значение существенно ниже норматива (3,99 мгО₂/дм³).

В 2023 г. класс качества вод акватории порта Пригородное соответствовал «умеренно загрязненным» водам (ИЗВ 1,06). За период 2016-2021 гг. качество вод снизилось от «чистых» до «загрязненных», затем в 2022 г. улучшилось до «умеренно-загрязненных». В 2023 г. ИЗВ несколько увеличился, но класс качества вод не изменился.

В донных отложениях содержание нефтяных углеводородов превысило уровень прошлого года - среднее значение 23,9 мкг/г, 0,5 ДК; максимальное 53,1 мкг/г, 1,1 ДК. Средние и максимальные значения содержания меди не превышали норматив для донных отложений и находились на уровне двух последних лет, максимальное значение составило 0,1 ДК. Цинк и свинец не были отмечены, а максимальная концентрация кадмия составила 0,07 ДК.

В водах залива Анива в районе города и порта Корсаков в 2023 г. было отмечено значительное увеличение максимальной концентрации НУ - 1,07 мг/дм³ (21,4 ПДК), при этом среднее значение повысилось в 3,5 раза (0,18 мг/дм³, 3,6 ПДК). Также повысилось содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅: среднее значение составило 4,0 мг/дм³ (1,9 ПДК), максимальное - 6,7 мг/дм³ (3,2 ПДК). Содержание меди несколько лет сохраняется на высоком уровне, но в 2023 г. снизилось - среднее значение составило 3,6 мкг/дм³ (0,7 ПДК), максимальное повысилось до 12,6 мкг/дм³ (2,5 ПДК). Содержание фенолов незначительно повысилось: средняя концентрация составила 0,6 мкг/дм³ (0,6 ПДК), при этом снизилась максимальная концентрация 4,3 мкг/дм³ (4,3 ПДК). Средние и максимальные концентрации кадмия, цинка, СПАВ, свинца и аммонийного азота не превышали 0,2 ПДК. Среднегодовое содержание кислорода составило 6,34 мгО₂/дм³, минимальное значение опускалось ниже уровня норматива и составило 4,33 мгО₂/дм³. В 2023 г. класс качества вод залива Анива в районе города и порта Корсаков снизился и соответствовал «грязным» водам (ИЗВ=1,79).

В донных отложениях было отмечено кратное повышение содержания нефтяных углеводородов (среднее значение 976 мкг/г, 19,5 ДК; максимальное 2513 мкг/г, 50 ДК). Следует отметить, что концентрация НУ в донных

отложениях и ранее превышала ДК и значительно выше, чем в других точках наблюдений на юго-восточном побережье о. Сахалин. Содержание кадмия сохранилось на прошлогоднем уровне (среднее значение 0,06 мкг/г, 0,1 ДК; максимальное 0,07 мкг/г, 0,1 ДК). Концентрация меди также сохранилась на прошлогоднем уровне (среднее значение 9,5 мкг/г, 0,2 ДК; максимальное 10,2 мкг/г, 0,3 ДК). Концентрация цинка соответствовала прошлогоднему уровню (среднее значение 103 мкг/г, 0,7 ДК; максимальное 115 мкг/г, 0,8 ДК), а свинца не превышала 0,1 ДК. По результатам гидрохимического мониторинга вод Охотского моря в 2023 г. можно отметить ухудшение качества вод по ИЗВ в с. Стародубское и акватории порта Корсаков. Отмечено значительное загрязнение акватории и донных отложений порта Корсаков нефтяными углеводородами.

**Японское море
Залив Петра Великого**

В 2023 г. почти во всех прибрежных районах залива среднегодовая концентрация НУ повысилась: в проливе Босфор Восточный в 3,3 раза с 0,018 до 0,060 мг/дм³; в Амурском заливе в 1,83 раза с 0,30 до 0,055 мг/дм³; в Уссурийском заливе в 1,25 раза с 0,04 до 0,05; в заливе Находка в 1,1 раза с 0,03 до 0,033 мг/дм³. В бухтах Золотой Рог и Диомид уровень загрязненности морских вод НУ не изменился по сравнению с прошлым годом и составил 1,05 и 1,03 ПДК соответственно (рис. 3.65). Максимальная концентрация НУ в морской воде в бухте Золотой Рог была отмечена в мае в вершине бухты (2,40 ПДК); в бухте Диомид (1,80 ПДК) и в проливе Босфор Восточный (5,40 ПДК), в Амурском и Уссурийском заливах в сентябре в центральной части (2,80 ПДК), в прибрежной зоне Владивостока (3,00 ПДК), а в заливе Находка в бухте Врангеля и в центральной части залива (1,20 ПДК), соответственно.

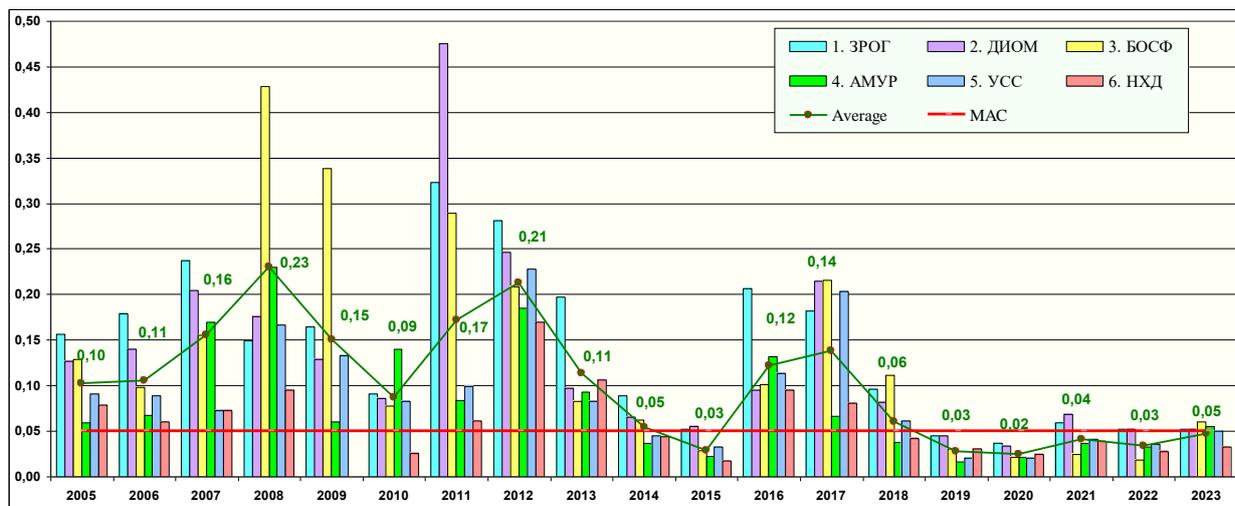


Рис. 3.65. Межгодовые изменения среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах залива Петра Великого Японского моря: 1. ЗРОГ – бухта Золотой Рог, 2. ДИОМ – бухта Диомид, 3. БОСФ – пролив Босфор Восточный, 4. АМУР – Амурский залив, 5. УСС – Уссурийский залив, 6. НХД – залив Находка. МАС - предельно допустимая концентрация (ПДК), Average - средняя концентрация нефтяных углеводородов.

По сравнению с 2022 г. уровень загрязненности прибрежных районов залива Петра Великого фенолами не изменился или незначительно снизился. Не изменилось среднее содержание фенолов в бухте Золотой Рог (1,75 ПДК), в проливе Босфор Восточный (1,65 ПДК) и в Амурском заливе (1,56 ПДК). В бухте Диомид снизилось с 1,68 до 1,45 ПДК (в 1,6 раза), в Уссурийском заливе - с 1,96 до 1,66 ПДК (в 1,66 раза). И только в заливе Находка было отмечено незначительное повышение среднегодовой концентрации до уровня 2,09 ПДК (повышение в 1,1 раза), в бухте Находка среднее содержание составило 2,13 ПДК. Максимальные значения были отмечены в вершине залива Находка в июле (3,50 ПДК) и в центральной части Амурского залива в июне (3,0 ПДК).

Загрязненность морских вод АПАВ повысилась в 2023 г. во всех прибрежных районах за исключением Уссурийского залива. В бухте Золотой Рог она увеличилась в 2,48 раза до 2,56 ПДК, в бухте Диомид в 1,86 раза до 1,56 ПДК, в проливе Босфор Восточный в 1,51 раза до 1,58 ПДК, в Амурском заливе в 1,32 раза до 1,23 ПДК, в заливе Находка в 1,07 раза до 1,20 ПДК. Максимум был зафиксирован в бухте Золотой Рог в августе - 7,82 ПДК, а второй экстремум был отмечен в проливе Босфор Восточный между мысом Безымянный и маяком Токаревского также в августе - 6,48 ПДК.

В прибрежных водах залива Петра Великого в 2023 г. среднегодовое содержание определяемых металлов (медь, железо, цинк, свинец, марганец и кадмий) практически везде было менее 1 ПДК. Превышение среднего содержания железа было отмечено в бухтах Золотой Рог и Диомид (1,03-1,04 ПДК), в проливе Босфор Восточный (1,44 ПДК) и в заливе Находка (1,28 ПДК). В бухте Золотой Рог максимум по меди составил 1,24 ПДК, по железу 3,24 ПДК, по цинку 1,62 ПДК, по ртути - 2,30 ПДК. В бухте Диомид максимум по меди составил 1,20 ПДК, по железу 1,58 ПДК, по цинку - 1,35 ПДК. В проливе Босфор Восточный максимумы по меди, железу и цинку составляли 1,64 ПДК, 9,63 ПДК и 2,20 ПДК соответственно. В Амурском заливе было отмечено превышение ПДК по меди, железу, цинку и свинцу (1,58, 1,90, 2,57 и 1,88 ПДК соответственно). В Уссурийском заливе максимум по меди и железу составил 1,80 ПДК, по цинку - 1,68 ПДК. В заливе Находка превышение ПДК отмечалось по железу - 12,46 ПДК и по цинку 1,13 ПДК. Среднегодовое содержание ртути в морской воде в прибрежных районах изменялось в пределах 0,08-0,24 ПДК и по сравнению с 2022 г. снизилось во всех районах в 1,3-9,6 раза. Значения, превышающие норматив, были отмечены в бухте Золотой Рог, максимум составил 2,30 ПДК.

Среднее значение БПК₅ в 2023 г. изменялось в диапазоне 0,77-2,55 ПДК, максимальное значение (4,75 ПДК) было зарегистрировано в бухте Золотой Рог в октябре. Среднее содержание взвешенных веществ в морских водах во всех

прибрежных районах снизилось и изменялось в диапазоне 0,43-0,74 ПДК. Максимальные показатели выше норматива были зафиксированы во всех районах (кроме бухты Диомид): в бухте Золотой Рог 1,54 ПДК, в проливе Босфор Восточный 1,12 ПДК, в Амурском заливе 1,20 ПДК, в Уссурийском заливе 1,05 ПДК, а в заливе Находка в вершине залива 1,64 ПДК в октябре.

Кислородный режим улучшился во всех прибрежных районах: среднегодовые показатели растворенного кислорода изменялись в диапазоне 8,46-12,44 мгО₂/дм³. Минимальные значения наблюдались в октябре в проливе Босфор Восточный (2,93 мгО₂/дм³, 0,49 ПДК) и в Амурском заливе (4,01 мгО₂/дм³, 0,67 ПДК).

По результатам комплексной оценки (ИЗВ) в 2023 г. четыре прибрежных района залива Петра Великого из шести относились к «загрязненным» (рис. 3.66). Исключением стал Уссурийский залив, качество вод которого по-прежнему соответствовало «умеренно загрязненным» водам. Резко ухудшилось качество вод бухты Золотой Рог, которое в 2021-2022 гг. соответствовало «умеренно загрязненным», а в 2023 г. характеризовалось как «грязная». По сравнению с 2022 г. качество вод всех прибрежных районов, кроме Уссурийского залива, ухудшилось.

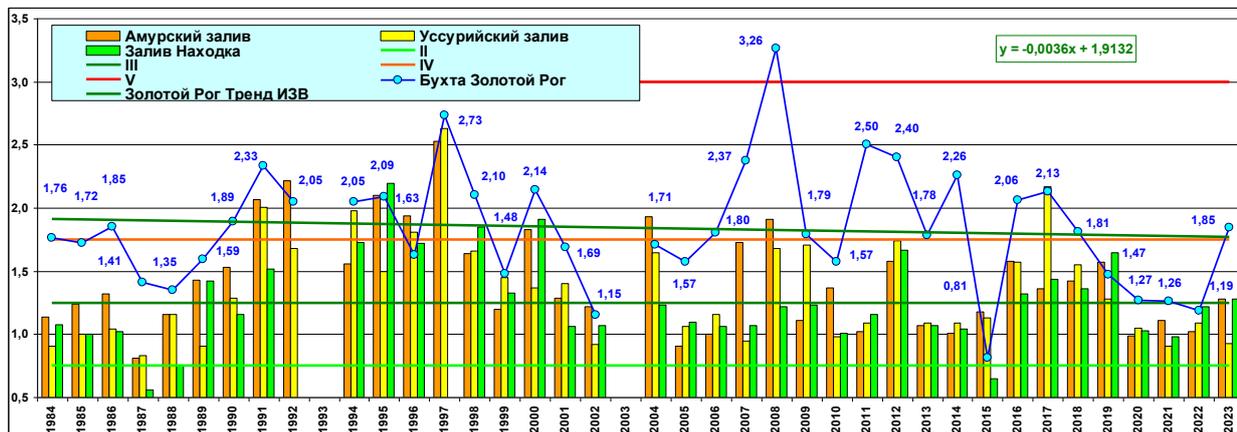


Рис. 3.66. Многолетняя динамика индекса загрязненности вод (ИЗВ) в различных районах залива Петра Великого Японского моря.

Донные отложения. В 2023 г. среднегодовое содержание НУ в донных отложениях прибрежных районов залива Петра Великого изменялось в диапазоне 0,109-8,577 мг/г сухого вещества. По-прежнему в наибольшей степени загрязнен грунт бухты Золотой Рог, среднегодовое содержание НУ в котором составило 171,55 ДК, максимальная концентрация - 339,6 ДК (24,58 мг/г). По сравнению с 2022 г. незначительное снижение среднегодовой концентрации НУ в донных отложениях было отмечено в бухте Золотой Рог (в 1,05 раза) и в бухте Диомид (в 1,03 раза); в Амурском заливе оно практически не изменилось. В проливе Босфор Восточный, в Уссурийском заливе и в заливе Находка произошел рост среднегодового содержания НУ в донных отложениях в 3,5, 1,2 и в 1,1 раза соответственно. Наибольший рост загрязнения донных отложений НУ произошел в проливе Босфор Восточный.

Среднегодовое содержание фенолов в донных отложениях залива Петра Великого варьировало в диапазоне 2,70-5,26 мкг/г. Почти во всех прибрежных районах отмечалось некоторое повышение уровня загрязненности донных отложений фенолами в 1,15-1,41 раза. В Уссурийском заливе средняя концентрация фенолов практически не изменилась и составила 2,70 мкг/г. В заливе Находка было отмечено некоторое снижение уровня загрязненности в 1,09 раза. В наибольшей степени были загрязнены фенолами осадки пролива Босфор Восточный (средняя 4,12 мкг/г, максимальная 13,0 мкг/г), Амурского залива (средняя 5,26/10,0 мкг/г) и залива Находка (3,74/6,70 мкг/г).

В донных отложениях всех прибрежных районов залива Петра Великого по-прежнему отмечалась высокая концентрация железа. Среднегодовая концентрация изменялась в диапазоне 12049-24697 мкг/г. Наиболее высокие значения наблюдались в проливе Босфор Восточный, бухте Диомид, в бухте Золотой Рог (24697, 17507 и 16185 мкг/г соответственно). Средние показатели повысились во всех районах, за исключением залива Находка. Максимальная концентрация меди наблюдалась в проливе Босфор Восточный: среднегодовое значение 4,63 ДК (ДК=35 мкг/г), в бухте Золотой Рог 3,76 ДК и в бухте Диомид 2,99 ДК. В остальных районах она не превышала 1,0 ДК. Средняя концентрация ртути превысила ДК=0,3 мкг/г в бухте Диомид 4,07 ДК, в бухте Золотой Рог 3,32 ДК и в проливе Босфор Восточный 1,37 ДК. Превышение среднегодовых значений (ДК=0,8 мкг/г) по кадмию было зафиксировано также в бухтах Золотой Рог, Диомид (1,97 ДК и 1,75 ДК соответственно) и в проливе Босфор Восточный 1,41 ДК; в проливе этот показатель увеличился по сравнению с 2022 г. в 4,9 раза. В бухтах Золотой Рог, Диомид и в проливе Босфор Восточный были отмечены повышенные средние значения концентрации свинца (1,18; 1,33 и 1,60 ДК соответственно по районам) и цинка (2,15; 1,94 и 1,94 ДК соответственно). По остальным районам среднегодовая концентрация металлов в донных отложениях не превышала допустимого уровня. Повышение по сравнению с 2022 г. в пределах 1 ДК было зафиксировано в проливе Босфор Восточный по кобальту, никелю, хрому; в Амурском заливе по меди, кадмию, свинцу, цинку, хрому и ртути; в Уссурийском заливе по меди, кадмию, свинцу, никелю, цинку и хрому; в заливе Находка - по кадмию, никелю и ртути.

Татарский пролив. В 2023 г. в районе порта г. Александровск-Сахалинский среднегодовое содержание в воде НУ снизилось почти в 1,5 раза и составило 0,94 ПДК, максимальное значение 2,14 ПДК. СПАВ не были выявлены в период проведения наблюдений. Содержание аммонийного азота было значительно ниже норматива - максимум составил 0,01 ПДК. Среднегодовая концентрация БПК₅ (0,75 ПДК) снизилась по сравнению с прошлым годом в 1,25 раза, максимальная величина - 2,43 ПДК. Среднегодовое содержание меди снизилось по сравнению с предыдущим годом и составило 0,74 ПДК, максимум - 1,12 ПДК. Среднегодовые значения кадмия и свинца в период проведения наблюдений не превышали 0,1 ПДК; цинка - 0,15 ПДК, максимум 1,25 ПДК.

Кислородный режим в 2023 г. был в пределах нормы: среднее содержание растворенного кислорода составило $8,97 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, значений ниже норматива не было отмечено. Качество морских вод по ИЗВ в Татарском проливе в районе г. Александровск улучшилось по сравнению с 2022 г. и оценивалось как «умеренно-загрязненные». Значение индекса ИЗВ снизилось с 0,98 до 0,79.

Загрязненность донных отложений прибрежной зоны района г. Александровск НУ повысилась по сравнению с предыдущим годом в 2,35 раза. Содержание НУ в среднем составило 23,4 мкг/г (0,47 ДК); максимум - 1,28 ДК. В 2021 г. среднее содержание составило 23,15 мкг/г (0,46 ДК), в 2022 г. - 9,9 мкг/г (0,20 ДК). Среднегодовое содержание фенолов снизилось в 3,5 раза с 0,07 до 0,02 мкг/г, максимум - 0,10 мкг/г. Среднее и максимальное содержание тяжелых металлов (мкг/г): медь 3,91/5,50; цинк 59,0/89,0; кадмий 0,03/0,044; свинец не был выявлен. Среднегодовое содержание всех определяемых металлов в донных отложениях в районе Александровска было ниже 1,0 ДК.

3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских вод

Гидробиологические наблюдения за состоянием прибрежных морских экосистем Российской Федерации в 2023 г. проводились по основным показателям экологических группировок: бактериопланктон, фитопланктон и фотосинтетические пигменты, мезозоопланктон и макрозообентос в Балтийском, Белом и Лаптевых морях. Каждая из этих экологических групп наблюдается по целому ряду показателей, позволяющих получать информацию о количественном и качественном составе сообществ прибрежных морских экосистем России.

Балтийское море. В 2023 г. наблюдения проводились в восточной части Финского залива. Содержание хлорофилла «а» в акватории восточной части Финского залива распределялась неоднородно по акватории и варьировало от 0,12 до 36,14 мкг/л. Минимальные значения были отмечены в августе в южной части Невской губы, максимальные - в акватории мелководного района. Воды восточной части Финского залива характеризовались как мезотрофные с чертами эвтрофных вод «загрязненные».

В составе фитопланктона было отмечено 315 видов водорослей, относящихся к 8 отделам. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым - 98, зеленым - 79, и синезеленым - 53, пиридиновым и золотистые - по 19 видов, харовые и эвгленовые - по 13, остальные отделы были представлены единичными видами: желто-зеленые - 3 вида, динофитовые - 3 и гаптофитовые - 2. Общее число видов в пробе варьировало от 27 до 65. Основу флористического комплекса составляли диатомовые и зеленые водоросли, а также цианобактерии. Средние значения количественных характеристик планктонного биоценоза составляли 1883,1 млн.кл./м³, а средняя биомасса - 2,9 г/м³. В 2023 г. по доле в биомассе фитопланктона доминировали цианобактерии, достигая 99,7% в мелководном районе Финского залива, в мористой части в районе Глубоководного района, Копорской и Лужской губ - их доля в биомассе достигала 62%. В Невской губе, подверженной интенсивному распреснению р. Нева основу видового разнообразия, численности и биомассы до 70% формировали диатомовые водоросли, что характерно для большинства водных объектов России. Доля зеленых водорослей возросла по сравнению с 2019 г. В сезонной динамике выделялся один четко выраженный весенний пик, связанный с вегетацией диатомовых водорослей. Качество воды соответствовало «слабо загрязненным» водам (рис. 3.67). Экосистема поверхностного слоя находилась в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В составе мезозоопланктона восточной части Финского залива было отмечено 88 видов и вариетета. Наибольшим числом видов обладали ветвистоусые раки - 32 вида и коловратки - 27 видов, качественный состав веслоногих раков сохранился на прежнем уровне и составлял 23 видов. Существенных изменений в качественном составе мезозоопланктона по сравнению с предшествующими периодами наблюдений не было отмечено. В 2023 г. количественные характеристики варьировали от 0,02 до 91,00 тыс.экз/м³, биомасса составила от 14,73 до 5659,10 мг/м³. Полученные данные свидетельствуют о том, что уровень развития зоопланктона был довольно низким. Качество воды в период наблюдений соответствовало «условно чистым» водам (рис. 3.67). Экосистема поверхностного слоя находилась в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В 2023 г. в составе макрозообентоса восточной части Финского залива было отмечено 59 видов донных беспозвоночных, относящихся к 14 таксономическим группам. К группам с высоким видовым разнообразием относились: Oligochaeta (18 видов), Chironomidae (13), Mollusca (12), Bivalvia (8), Gastropoda (4). Также были отмечены: Hirudinea (4), Polychaeta (3) Trichoptera (2), Crustacea - 3: (Amphipoda (2), Isopoda (1)), Coelenterata, Odonata, Nematoda, Turbellaria и Hemiptera - по 1 виду. Основной вклад в формирование биомассы зообентоса, как и в предыдущие годы, вносили олигохеты, полихеты, моллюски и личинки хирономид. Средняя численность и биомасса макрозообентоса в восточной части Финского залива варьировали от 0,17 до 12,10 тыс. экз/м², а биомасса - от 0,47 до 66,88 г/м². Высокие значения среднегодовых биомасс макрозообентоса при относительно невысоких значениях численности, обуславливаются тем, что основу биомассы зообентоса на этих станциях формируют крупные виды моллюсков. По численности и биомассе на большинстве станций доминировали олигохеты, составляя до 100% и формируя основу биоценоза Невской губы. Значительные межгодовые колебания численности донных беспозвоночных связаны с многолетними изменениями речного стока и являются характерной особенностью восточной части Финского залива. В 2023 г. видовое разнообразие сохранилось неизменным по отношению к предыдущим годам наблюдений. Количественные показатели незначительно снизились по сравнению с предыдущим годом.

Полученные данные свидетельствуют о том, что уровень развития макрозообентоса был довольно низким. Качество воды в период наблюдений варьировало от «слабо загрязненных» до «грязных» (рис. 3.67). Экосистема придонного слоя находилась в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Таким образом, результаты наблюдений за состоянием и загрязнением Восточной части Финского залива в 2023 г. позволили сделать вывод, что по всем наблюдаемым гидробиологическим показателям экосистема водного объекта находилась в состоянии антропогенного экологического напряжения, между тем качество вод

поверхностного (фито- и зоопланктон, концентрация хлорофилла «а») и придонного слоя имели значительные расхождения в пределах 1-2 классов. Тем не менее, качество воды и состояние экосистемы Восточной части Финского залива сохраняются неизменными на протяжении последних 10 лет.

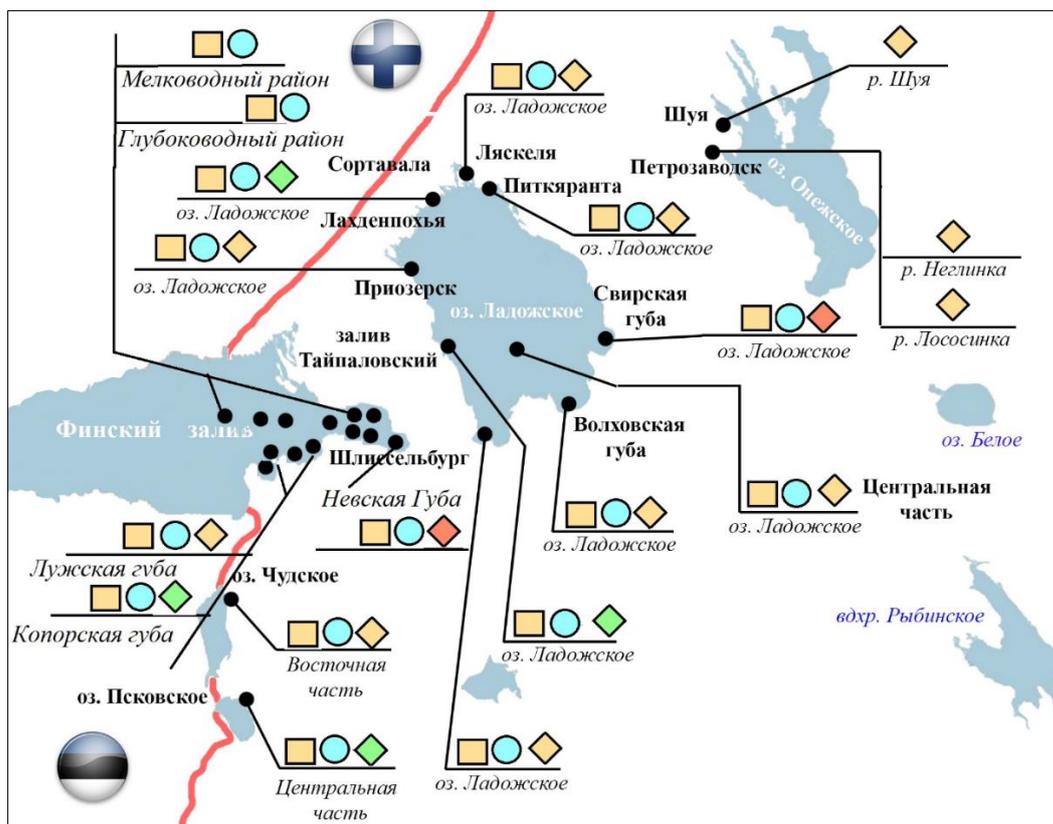


Рис. 3.67. Картограмма качества вод г. Санкт-Петербург и Ленинградской области по гидробиологическим показателям в 2023 г. Обозначения на картограммах характеризуют качество поверхностных вод по комплексным показателям. Цветом указан класс качества, формой значка - показатель биоценоза.

1 - условно чистая		Бентос –	
2 - слабо загрязненная		Фитопланктон –	
3 - загрязненная		Зоопланктон –	
4 - грязная			

Белое море. В 2023 г. наблюдения проводились в Двинском заливе (рис. 3.68). В наблюдаемой акватории было отмечено 19 видов водорослей, принадлежащих четырем систематическим группам. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым (Bacillariophyta) - 13 видов. Среди динофитовых (Dinophyta) отмечено 3 вида, зеленых (Chlorophyta) - 2, золотистых (Chrysophyta) - 1 вид. Количество видов в пробе изменялось от 6 до 12. Основу качественного и количественного состава формировали диатомовые *Chaetoceros* sp., *Thalassiosira nordenskioeldii*, *Thalassionema nitzschioides*, *Skeletonema costatum*. Наибольший вклад в общую численность и биомассу вносили также представители диатомовых - 74% и 88% соответственно. Вклад динофитовых в общую биомассу составил 6%.

В составе зоопланктона было отмечено 30 видов, из них наибольшего видового разнообразия достигали веслоногие раки (Copepoda) - 9 видов, меньшее видовое разнообразие принадлежало следующим группам: ветвистоусые раки (Cladocera) - 2, оболочники (Appendicularia) - 3, бокоплавы (Amphipoda) - 2, гидромедузы (Hydromedusae) - 3. Единичными видами и надвидовыми таксонами были представлены: двустворчатые моллюски (Bivalvia), мшанки (Bryozoa), щетинкочелюстные (Chaetognatha), усонogie раки (Cirripedia), щетинкочелюстные (Chaetognatha), гребневники (Stenophora), десятиногие ракообразные (Decapoda), иглокожие (Echinodermata), брюхоногие моллюски (Gastropoda), многощетинковые черви (Polychaeta), коловратки (Rotatoria). По сравнению с 2022 г. сократилось число видов в основных группах Cladocera и Copepoda группам (в 2022 г. 2 - Cladocera, 13 - Copepoda). По численности на всех станциях доминировали виды Copepoda - *Oithona similis*, *Pseudocalanus minutus*, *Oncaea borealis*, наряду с вышеперечисленными видами доминировала Copepoda - *Microsetella norvegica*. Наибольший вклад в общую численность и биомассу вносили также представители ветвистоусых раков - до 80%. Экосистема поверхностного слоя находилась в состоянии антропогенного экологического напряжения.



Рис. 3.68. Карта-схема расположений станции мониторинга в Двинском заливе Белого моря в 2023 г.

Море Лаптевых. В 2023 г. наблюдения проводились в заливе Неёлова и в дельте р. Лена в районе острова «столб Хабарова» (рис. 3.69).

В составе фитопланктона р. Лена было отмечено 12 видов водорослей, относящихся к 3 отделам. Основу видового разнообразия формировали диатомовые (Bacillariophyta) водоросли - 9 видов, зеленые (Chlorophyta) водоросли и золотистые (Chrysophyta) водоросли были представлены единичными видами 2 и 1 вид соответственно. Число видов в пробе варьировало от 2 до 8. Качество воды соответствовало «слабо загрязненным» водам, а экосистема реки находилась в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Качественный состав зообентоса реки в районе о. Столб Хабарова был представлен 14 видами (в 2022 г. - 26 видами; в 2021 г. - 28 видами, в 2020 и 2019 гг. - по 27, в 2018 г. - 18, в 2017 г. - 23) из 8 групп: комары-звонцы (Chironomidae) - 5 видов, подёнки (Ephemeroptera) - 3 вида, малощетинковые черви (Oligochaeta) - 2, веснянки (Plecoptera), двустворчатые моллюски (Bivalvia), бокоплавы (Amphipoda), ручейники (Trichoptera) и клопы (Hemiptera) - по 1 виду. Пространственное распределение видов зообентоса по наблюдаемой акватории крайне неоднородно. Качество вод по показателям зообентоса также соответствовало «загрязненным», а экосистема дельты реки находилась в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В 2023 г. фитопланктон залива Неёлова был представлен 9 пресноводными эвригалинными видами, среди которых в качественном и количественном отношении доминировали диатомовые водоросли - 7 видов, зеленые водоросли были представлены 2 видами. В 2023 г. видовое разнообразие фитопланктона соответствовало среднемноголетним значениям, существенных изменений не было выявлено. Качество его придонных вод соответствовало «слабо загрязненным».

В составе макрозообентоса залива Неёлова в 2023 г. было отмечено 15 видов беспозвоночных, распределённых по 9 таксономическим группам: наибольшее видовое разнообразие, традиционно принадлежало комарам-звонцам (Chironomidae) - 10 видов и малощетинковым червям (Oligochaeta) - 4 вида. Бокоплавы (Amphipoda) - 4, двустворчатые моллюски (Bivalvia) - 3 вида, мизиды (Mysidacea), типулиды (Tipulidae), поденки (Ephemeroptera), круглые черви (Nematoda) и приапулиды (Priapulidae) - были представлены единичными видами. Качество вод по показателям зообентоса также соответствует «загрязненным».

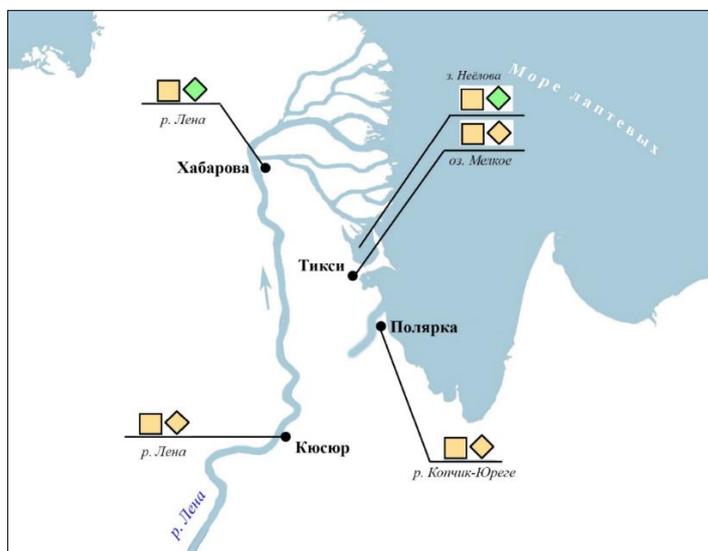


Рис. 3.69. Картограмма качества вод нижнего течения р. Лена и залива Неёлова моря Лаптевых в 2023 г. по гидробиологическим показателям. Обозначения как на рис. 3.67

Результаты наблюдений за состоянием и загрязнением дельты р. Лена и залива Неёлова в 2023 г. позволили сделать вывод о том, что качество воды и состояние экосистем р. Лена и залива Неёлова сохраняется неизменным на протяжении последних 10 лет в пределах сложившегося состояния экологической системы, соответствующего экологическому антропогенному напряжению и экологическому регрессу.

4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных территорий

4.1. Московский регион

Граница Московского региона объединяет два субъекта федерации: Московскую область и г. Москву. Регион является наиболее урбанизированным регионом страны (75 городов и 71 поселок городского типа), при этом более 80% населения Московской области относится к городскому населению. В регионе развита химическая, машиностроительная, металлургическая, атомная и другие отрасли промышленности. Сельское хозяйство носит пригородный характер: овощеводство, кормовые травы, животноводство, птицеводство.

В регионе постоянно растет городское население, происходит строительство нового жилья, расширение дорожно-транспортной сети, что сопровождается сокращением лесопокрытых территорий, земель сельскохозяйственного назначения и усилением негативной антропогенной нагрузки, и как следствие, ухудшением качества атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвенного покрова.

Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды, осуществляемый в Московском регионе, включает: наблюдения за уровнями загрязнения атмосферы, почвенного покрова, поверхностных вод и за 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.

4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в 2023 г. в Московском регионе по данным государственной наблюдательной сети Росгидромета осуществлялся в городе Москве и девяти городах Московской области.

В 2023 г. по сравнению с предыдущим годом уровень загрязнения воздуха снизился до высокого в Серпухове и до низкого - в Щёлкове, увеличился до высокого в Мытищах и Подольске и сохранился на прежнем уровне в Москве - высокий; в Коломне - повышенный, в Воскресенске, Дзержинском, Клину и Электростали - низкий.

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в 2023 г. на территории деятельности ФГБУ «Центральное УГМС» в Московском регионе осуществлялся в городе Москве, девяти городах Московской области и в Приокско-Тerrasном биосферном заповеднике на станциях государственной сети наблюдения Росгидромета.

Из анализа и оценки результатов наблюдений за 2023 г. следует, что степень загрязнения воздуха снизилась до высокой в городе Серпухове и до низкой - в Щёлкове, увеличилась до высокой: в Мытищах и Подольске и осталась на прежнем уровне: высокая - в Москве; повышенная - в Коломне и низкая - в Воскресенске, Дзержинском, Клину, и Электростали.

Средние за год концентрации загрязняющих веществ выше 1,0 ПДК отмечались во всех городах, за исключением Воскресенска. Средние за год концентрации диоксида азота превышали ПДК в 3 городах из 10, взвешенных веществ - в 1 из 10, формальдегида - в 5 из 7, хлорида водорода - в 2 из 3.

В 2023 г. случаев высокого и экстремально высокого загрязнения воздуха в Москве и в городах Московской области не было зарегистрировано.

В городах на территории Московского региона основной вклад в загрязнение воздуха вносят выбросы автотранспорта, предприятий теплоэнергетики и нефтехимической промышленности.

За пятилетний период 2019-2023 гг. в городах Московского региона было отмечено:

Подольск - рост концентраций взвешенных веществ, хлорида водорода, этилбензола;
- снижение концентраций бенз(а)пирена;

Мытищи - рост концентраций взвешенных веществ;
- снижение концентраций бенз(а)пирена и оксида азота;

Дзержинский - рост концентраций этилбензола;
- снижение концентраций бенз(а)пирена, взвешенных веществ, диоксида азота и бензола;

Серпухов - снижение концентраций бенз(а)пирена;

Коломна - снижение концентраций бенз(а)пирена;

Клин - снижение концентраций бенз(а)пирена, взвешенных веществ и формальдегида;

Воскресенск - снижение концентраций взвешенных веществ, аммиака, оксида азота;

Москва - снижение концентраций взвешенных веществ, диоксида и оксида азота, аммиака, бензола;

Электросталь - снижение концентраций взвешенных веществ, оксида углерода, бенз(а)пирена;

Щёлково - рост концентраций хлора и снижение - оксида углерода.

4.1.2. Загрязнение почвенного покрова

В результате систематического сухого и влажного осаждения загрязняющих веществ из атмосферы, отложений бытовых и промышленных отходов, их ветрового переноса и вывоза отходов вокруг городов за многолетний период формируются зоны хронического загрязнения. Они охватывают саму городскую застройку, пригородные территории и занимают площади, в несколько раз превышающие территорию города. Каждый город, в силу своего техногенного воздействия, влияет на окружающую среду, вызывает аномальное разрушение естественного фона. Тяжелые металлы, попадая из атмосферы на земную поверхность, плохо вымываются из почвенного покрова.

Московская область покрыта сетью федеральных трасс, по которым круглосуточно идет движение легкового и грузового автотранспорта, что, безусловно, оказывает негативное влияние на качество почвенного покрова вдоль трасс и в городских поселениях.

ФГБУ «Центральное УГМС» Росгидромета проводит регулярные наблюдения за загрязнением почвенного покрова Московской области вдоль автотрасс девятью тяжелыми металлами (ТМ). В период с 2009 по 2023 гг. включительно ежегодно обследовалась одна из 15 трасс, приведенных в таблице 4.1, с протяженностью маршрута обследования от 20 до 130 км. Для каждой трассы выбиралась своя фоновая точка, удаленная от основных источников загрязнения. Концентрации всех ТМ в большинстве точек отбора проб по маршрутам обследования находились в пределах, установленных ПДК и ОДК, но на отдельных участках маршрутов, в 2023 г. – от 14 до 92% проб, были зарегистрированы повышенные по сравнению с фоновыми точками концентрации.

Таблица 4.1. Фоновое загрязнение почв ТМ вдоль федеральных трасс Московской области

Маршрут отбора проб вдоль автодорог, направление, общая протяженность (км), год отбора проб		Массовые доли кислоторастворимых форм ТМ, мг/кг								
		Pb	Zn	Cd	Cu	Co	Ni	Cr	Mn	Fe
1	Трасса А-108 (МБК) от Горьковского шоссе (М7 «Волга») и д. Малая Дубна через города Орехово-Зуево и Ликино-Дулево до д. Коротково и д. Запрудино, 80, 2023.	11,1	17,2	0,4	12,2	2,1	9,3	12,4	98,4	2977
2	Ярославское шоссе, от д. Голыгино вдоль шоссе в северо-восточном направлении, через д. Назарьево, д. Глинково, по г. Сергиев Посад, 85, 2022	15,4	40,2	0,15	10,9	4,1	9,5	21,4	155,2	13518
3	Трасса Р110 (Фряновское шоссе) от 12 км Щелковского шоссе (А103, д.Б.Жеребцы) через гг. Щелково, Фрязино до п. Фряново с возвратом в п. Монино по территории городского округа Щёлково, 80, 2021	9,0	38,0	1,0	11,6	2,13	10,8	14,2	139,6	16720
4	Трасса А-104 от Клязьминского до Икшинского в-ща на территории Мытищинского городского округа, 20, 2020	9,2	39,6	0,3	21,4	5,7	14,7	12,7	225	12980
5	Трасса М-4 от г. Ступино в сторону г. Москва, 100, 2019	8,3	25	1	6	2	11	14,4	385	9124
6	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
7	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
8	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
9	Горьковское, на В от МКАД; 65; 2015	9,5	21	0,6	8	3	7	20	200	6000
10	Ленинградское, на СЗ от г. Москва; 90; 2014	6,5	30	0,5	11	5	9	25	400	7000
11	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
12	Симферопольское, от пос. Стрелково; 36; 2012	14	26	0,3	14	10	10	40	600	8000
13	Горьковское, на В от д. Новая Купавна; 80; 2011	10	20	0,7	10	10	14	40	300	5000
14	шоссе Р-106, от г. Куровское; 40; 2010	7	20	0,3	10	9	13	25	300	5000
15	Киевское, от г. Москва; 60; 2009	8	40	0,5	11	8	16	30	400	10000

Таким образом, значительная часть территории Московского региона находится под воздействием токсикантов антропогенного происхождения. При этом концентрации комплекса загрязняющих веществ на этой территории устойчиво превышают концентрации в фоновых точках маршрутов обследования, но не выше двух ПДК/ОДК, что свидетельствует о недостижении опасного уровня загрязнения. Потенциальная опасность заключается в продолжающейся урбанизации Московского региона, что, в свою очередь, может привести к росту загрязнения почвенного покрова Московского региона.

При оценке уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами необходимо учитывать, что экологические последствия этого антропогенного воздействия обычно проявляются позже, чем при загрязнении атмосферы и поверхностных вод, но они гораздо более устойчивы и сохраняются в течение длительного времени.

4.1.3. Загрязнение поверхностных вод

Основными источниками загрязнения крупных водотоков Московского региона сохраняются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды городов: Одинцово, Клина, Серпухова, Каширы, Коломны, Москвы, Воскресенска, Подольска, Наро-Фоминска, Щелково, Ногинска, Орехово-Зуево, и других, а также сельскохозяйственные стоки, поступающие непосредственно в речную сеть.

Характерными загрязняющими веществами являются соединения азота и фосфора, взвешенные и органические вещества, нефтепродукты, фенолы, анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ) и тяжелые металлы.

Температура воды в реках в зависимости от сезона 2023 г. колебалась от минимального значения 0,6°С в марте (Иваньковское вдхр., - г. Дубна) до максимального 24,5°С в августе (р. Москва - Бесединский мост МКАД). Средняя величина температуры воды по региону составила 10,1°С, что на 1,4°С выше, чем в 2022 г.

Реакция среды (рН) была близка к нейтральной (7,82 ед. рН). Более кислая среда - 6,24 ед. рН была отмечена в воде в воде р. Воймега ниже г. Рошаль в январе; более щелочная (8,53 ед. рН) - в воде р. Москва ниже д. Нижнее Мячково в августе.

Кислородный режим на водных объектах был удовлетворительный, среднее содержание растворенного в воде кислорода составило 7,52 мг/л, процент насыщения воды кислородом в среднем равнялся 67, что соответствует уровню 2020-2022 гг. Дефицит растворенного в воде кислорода отмечался в сентябре (2,4 мг/л) в воде р. Воймега ниже г. Рошаль.

Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ в водотоках и водоемах Московской области было невысоким и составило 2,1 ПДК, что соответствует уровню 2012-2022 гг. Минимальные значения (0,5 ПДК) были отмечены в воде р. Москва выше г. Звенигород и в районе д. Барсуки, а также в р. Лама в районе с. Егорье. Максимальная величина (19,0 ПДК) была зафиксирована в воде р. Воймега ниже г. Рошаль в сентябре.

Количество органических веществ по ХПК изменялось значительно от 0,3 ПДК в воде Иваньковского вдхр. - г. Дубна (февраль и апрель) и в воде р. Москва - д. Барсуки (февраль) до 18,5 ПДК в воде р. Воймега ниже г. Рошаль (октябрь).

Степень загрязненности рек Московского региона различными формами азота была весьма разнообразной. В воде Иваньковского водохранилища в районе г. Дубна, р. Лама - д. Егорье, р. Дубна выше п. Вербилки, р. Воря ниже г. Красноармейск, р. Осетр - д. Городня и Московских водохранилищ содержание нитритного азота не превышало десятых долей ПДК, а нитратного и аммонийного азота - сотых долей ПДК. Наибольшая загрязненность вышеупомянутыми формами азота была зафиксирована в 2023 г. в воде р. Воймега ниже г. Рошаль: нитритным (48,0 ПДК) и аммонийным азотом (43,8 ПДК) - в октябре, нитратным азотом (10,7 ПДК) - в январе. В среднем по Московскому региону содержание нитритного азота составило 4,2 ПДК; аммонийного азота - 2,3 ПДК; нитратного азота - 0,2 ПДК. Содержание фосфатов в среднем по региону было на уровне 1,5 ПДК, однако в воде р. Закса - д. Большое Сареево достигало 6,5 ПДК (май). Содержание фосфатов и нитритного азота снизились по сравнению с 2022 г.

Изменения среднегодовых концентраций примесей представлено на рис. 4.1-4.3.

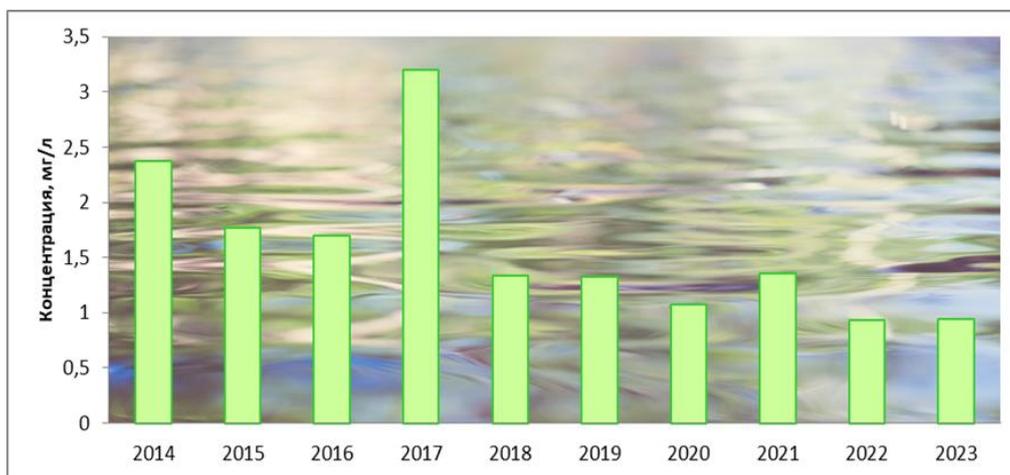


Рис. 4.1. Динамика среднегодовых концентраций аммонийного азота в воде водных объектов Московского региона

Минерализация воды водотоков и водоемов Московского региона в среднем составила 427,5 мг/л, что на 21,6 мг/л меньше, чем в предыдущем году. Наибольшая величина (1082,0 мг/л) была отмечена в воде р. Яуза - г. Москва (февраль). Минимальная минерализация (57,0 мг/л) — в воде р. Воймега выше г. Рошаль (апрель). Характер воды во всех водных объектах гидрокарбонатно-кальциевый, жесткость воды была умеренная (4,78 мг-экв/л), что ниже на 0,44 мг-экв/л, чем в 2022 г. Выщелачивающей агрессией вода не обладала. Содержание хлоридов и сульфатов, как и в предыдущем году, в среднем составило 0,2 ПДК и 0,3 ПДК, соответственно. Максимальная концентрация сульфатов (2,0 ПДК) была зафиксирована в воде р. Куныя выше г. Краснозаводск (февраль). Максимальное содержание хлоридов (1,2 ПДК) отмечено в воде р. Яузы - г. Москва (февраль). Минимальное содержание сульфатов в воде р. Нара ниже г. Наро-Фоминск и хлоридов в р. Осетр в районе д. Городня (ниже ПДК) было отмечено в мае.

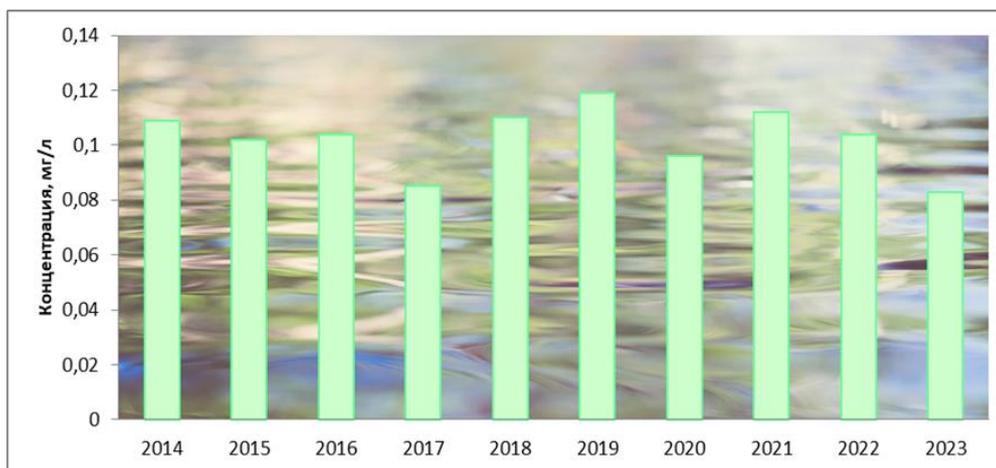


Рис. 4.2. Динамика среднегодовых концентраций нитритного азота в воде водных объектов Московского региона

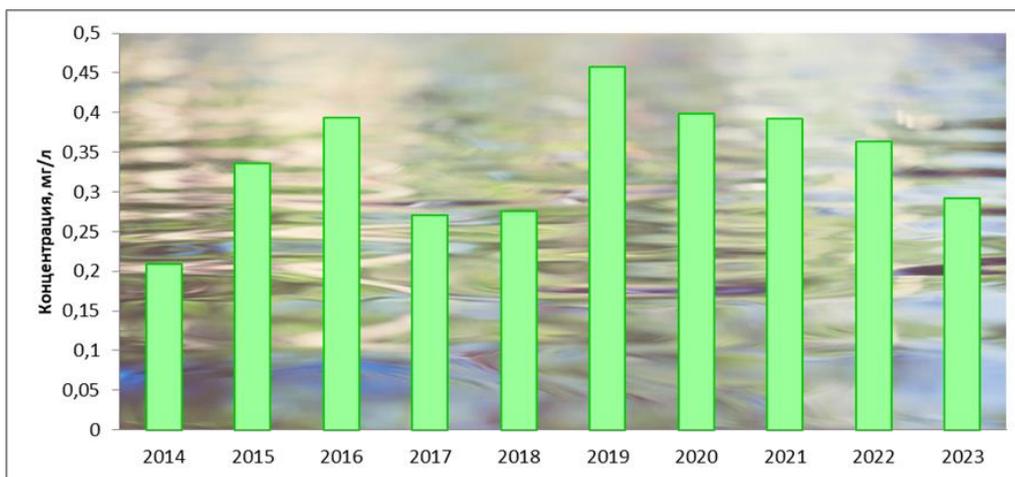


Рис. 4.3. Динамика среднегодовых концентраций фосфатов в воде водных объектах Московского региона

Загрязнение водных объектов тяжелыми металлами было несущественным. Осредненные концентрации составили: хрома шестивалентного - 0,1 ПДК; никеля и свинца - 0,2 ПДК; меди - 1,8 ПДК; цинка - 3,0 ПДК. Наибольшие концентрации меди (48,5 ПДК) наблюдались в октябре в воде р. Воймега ниже г. Рошаль, цинка (17,8 ПДК) и свинца (4,7 ПДК) - в апреле в воде р. Клязьма выше г. Щелково. Величины растворенного в воде железа составили 1,8 ПДК, что на 0,2 ПДК выше, чем в 2022 г. В воде р. Воймега выше г. Рошаль в феврале величины железа достигали 46,2 ПДК.

Среднее содержание фенолов составило 2,0 ПДК; нефтепродуктов - 1,4 ПДК; АПАВ - 0,3 ПДК. Максимальная величина нефтепродуктов (39,0 ПДК) была зафиксирована, как и в прошлом году, в воде р. Яуза - г. Москва в апреле, фенолов (12,4 ПДК) в марте и АПАВ (2,9 ПДК) в мае - в воде р. Кунья выше г. Краснозаводск.

Содержание формальдегида во всех водных объектах было на порядок ниже ПДК и лишь в воде р. Закса - д. Большое Сареево достигало 2,2 ПДК в октябре.

Оценка качества воды водотоков и водоемов по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ) показала, что качественный состав поверхностных вод Московского региона в 2023 г. представлен классами качества: от второго - слабо загрязненные воды, до пятого - экстремально грязные воды.

Таблица 4.2. Характеристики качества воды водных объектов Московского региона

Классы качества воды	Водные объекты Московского региона
1	нет
2	<i>Рузское</i> водохранилище;
3	Водохранилища: <i>Озернинское, Можайское, Истринское</i> ; Реки: <i>Лама, Ока</i> (выше г. Серпухов), <i>Протва</i> (выше и ниже г. Верея), <i>Москва</i> (г. Звенигород, п. Ильинское), <i>Истра</i> , и <i>Нерская</i> выше г. Куровское;
4	<i>Иваньковское</i> водохранилище; Реки: <i>Дубна</i> (в районе п. Вербилки), <i>Кунья</i> (в районе г. Краснозаводск), <i>Сестра</i> , <i>Ока</i> (в районе г. Кашира, Коломна и ниже г. Серпухов), <i>Нара</i> (в районе г. Наро-Фоминск и г. Серпухов), <i>Лопасня, Осетр</i> , <i>Москва</i> (г. Москва: «Бабьегородская плотина», Бесединский мост МКАД; д. Нижнее Мячково, г. Воскресенск и г. Коломна), <i>Яуза, Пахра</i> (г. Подольск и д. Нижнее Мячково), <i>Нерская, Медвенка, Закса, Рожая</i> , <i>Клязьма</i> (на участке - от г. Щелково до г. Орехово-Зуево), <i>Воря, Воймега</i> выше г. Рошаль.
5	Река <i>Воймега</i> , ниже г. Рошаль

В 2023 г. на водных объектах Московского региона было зафиксировано 168 случаев высокого загрязнения (ВЗ) различными веществами, что на 47 случаев меньше, чем в 2022 г. (рис. 4.4).

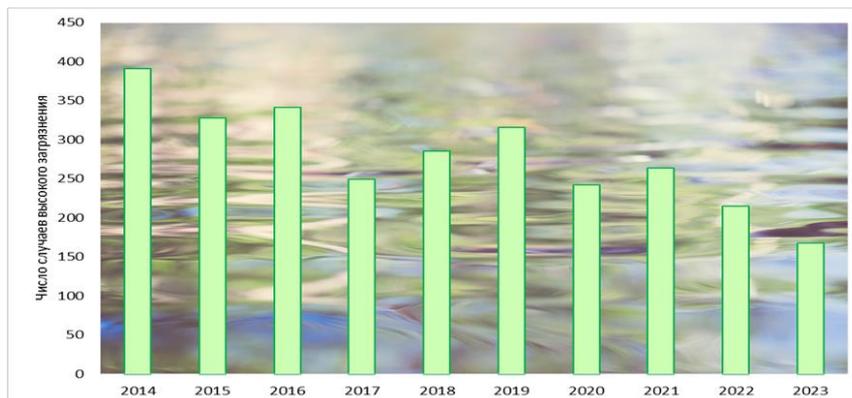


Рис. 4.4. Количество случаев высокого загрязнения воды водотоков Московского региона

Из общего количества ВЗ отмечено:

- 1 случай медью (р. Воймега);
- 1 случай дефицита кислорода (р. Воймега);
- 2 случая свинцом (р. Клязьма);
- 2 случая железом (р. Воймега);
- 2 случая нефтепродуктами (р. Яуза);
- 4 случая органическими веществами по ХПК (р. Воймега);
- 8 случаев цинком (рр. Яуза, Нерская, Клязьма, Москва, Рожая);
- 22 случая аммонийным азотом (рр. Кунья, Москва, Закса, Пахра, Рожая, Воймега);
- 47 случаев легкоокисляемыми органическими веществами по БПК5 (рр. Кунья, Нара, Москва, Медвенка, Закса, Пахра, Рожая, Нерская, Клязьма, Воймега);
- 79 случаев нитритным азотом (рр. Москва, Закса, Пахра, Рожая, Нерская, Клязьма, Воря, Воймега).

На рис. 4.5. представлена диаграмма распределения количества случаев высокого загрязнения воды по водотокам Московского региона в 2023 г., которая отражает лидерство р. Москвы (53 случая), после которой следуют реки: Рожая и Воймега (по 28 случаев), Пахра (25 случаев), Клязьма (10 случаев).

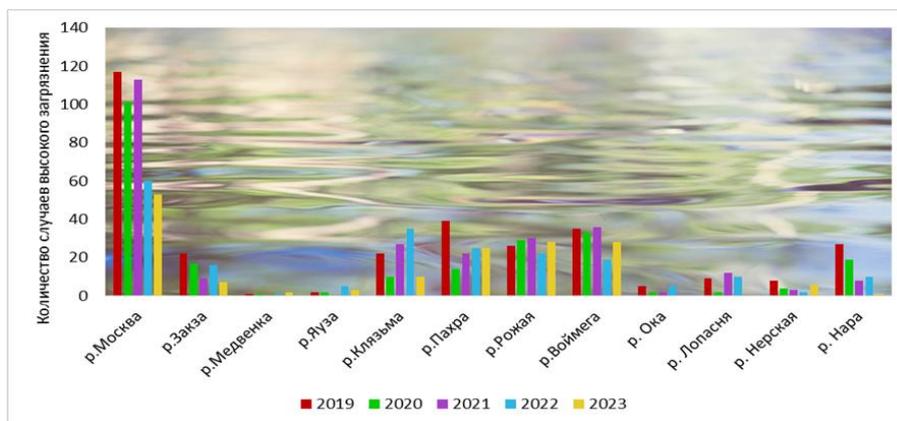


Рис. 4.5. Реки Московского региона с максимальным количеством случаев высокого загрязнения

4.1.4. Характеристика радиационной обстановки

Наблюдения за содержанием техногенных и природных радионуклидов в приземном слое атмосферы проводились непрерывно на Воднобалансовой станции Подмосковная и на метеорологической станции М- II Москва (Тушино) путем отбора проб аэрозолей с помощью воздухо-фильтрующей установки «МР-39» на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией в пять суток. Среднегодовое значение объемной суммарной бета-активности аэрозолей составило $13,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальное значение среднемесячной объемной суммарной бета-активности аэрозолей наблюдалось в феврале на Воднобалансовой станции Подмосковная и составило $50,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что не превысило расчетных уровней ВЗ (РД 52.18.826-2015). Среднемесячные значения объемной суммарной бета-активности аэрозолей в приземном слое атмосферы представлены на рис. 4.6.

Радиоактивные выпадения на подстилающую поверхность определялись 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 2023 г. составило 1,1 Бк/м² в сутки. Максимальные суточные выпадения были зарегистрированы в августе на метеорологической станции М-II Ново-Иерусалим и составили 4,8 Бк/м² в сутки, что не превысило расчетных уровней ВЗ (РД 52.18.826-2015). Данные о суммарной бета-активности выпадений представлены на рис. 4.7.



Рис. 4.6. Среднемесячная объемная суммарная бета-активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2023 г.

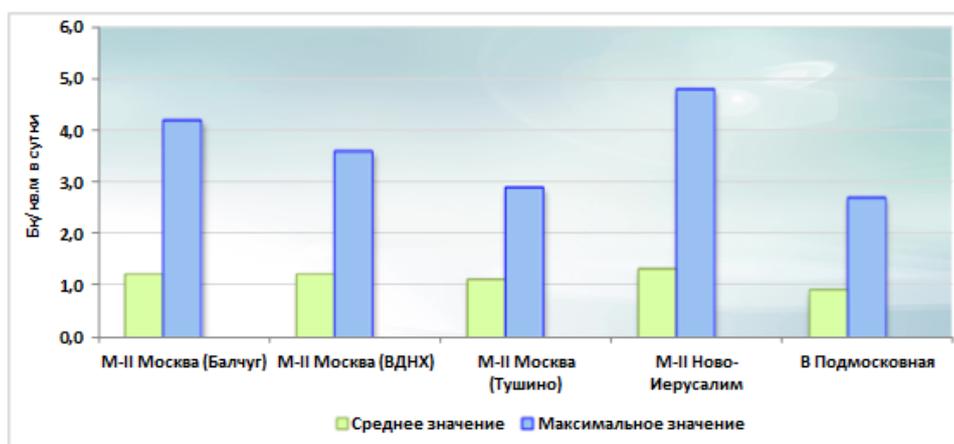


Рис. 4.7. Среднемесячные и максимальные суточные значения радиоактивных выпадений в 2023 г.

Мощность AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД) измерялась ежедневно на 17 станциях. Среднегодовые величины МАЭД для станций Московского региона в 2023 г. находились в диапазоне от 0,11 мкЗв/ч до 0,14 мкЗв/ч, что соответствует пределам колебаний естественного гамма-фона. Максимальные значения наблюдались в г. Москве в июне и в июле на метеорологической станции М-II Москва (Тушино) и составили 0,17 мкЗв/ч, а в Московской области: в марте на Воднобалансовой станции Подмосковная и в ноябре на метеорологической станции М-II Кашира, и составили 0,19 мкЗв/ч, что не превысило расчетных уровней ВЗ (РД 52.18.826-2015). Среднее значение МАЭД по данным станции фонового мониторинга (СФМ) составило 0,12 мкЗв/ч, а максимальное значения 0,16 мкЗв/ч было зарегистрировано в ноябре. В среднем радиационный фон по г. Москве и по Московской области не превысил 0,12 мкЗв/ч. Данные о мощности AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения представлены на рис. 4.8.

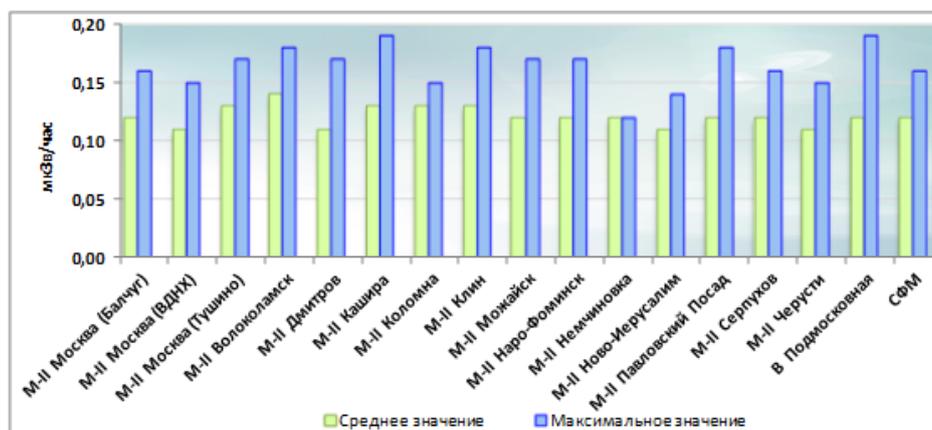


Рис. 4.8. Мощности AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД) в 2023 г.

В 2023 г. в Московском регионе превышений допустимых значений объемной суммарной бета-активности аэрозолей, выпадений радионуклидов из атмосферы и мощности AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения не было зарегистрировано.

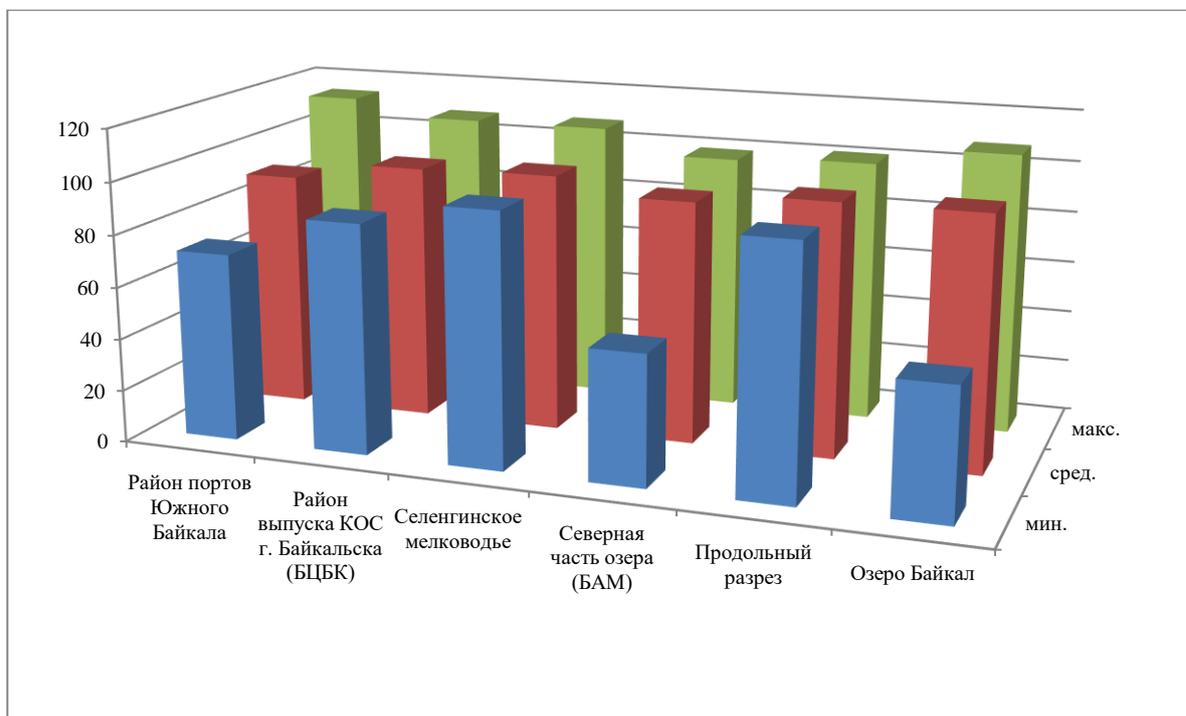


Рис. 4.10. Минерализация воды оз. Байкал в 2023 г., мг/л

Гидрохимические наблюдения поверхностных вод оз. Байкал включают фоновые наблюдения по продольному разрезу протяженностью 633 км (через все озеро), и в районах, испытывающих антропогенную нагрузку - район выпуска канализационных очистных стоков (КОС) г. Байкальска (250 км²), дельту реки Селенги (234 км²), район северной оконечности озера, прилегающий к трассе Байкало-Амурской магистрали (БАМ) (162 км²), район расположения портов Южного Байкала.

Район выпуска КОС г. Байкальска расположен между устьями рек Безымянная и Хара-Мурун и охватывает часть акватории озера протяженностью 40 км при максимальном удалении от берега до 15 км. Внутри этого участка более подробно контролируется район площадью 35 км² и контрольный створ, расположенный на расстоянии 100 м восточнее выпуска сточных вод.

В районе контрольного 100-метрового створа в 2023 г. было проведено семь съёмок с февраля по октябрь, на пяти вертикалях с отбором проб воды через 10 м по глубине, всего в течение года было отобрано 147 проб воды. Данные о нарушении качества воды оз. Байкал в исследуемом районе в 2023 г. по сравнению с 2022 г. наблюдений приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Сведения о нарушениях качества воды оз. Байкал в районе контрольного 100 метрового створа

Показатели	Пределы концентраций, мг/дм ³		Число наблюдений: общее - с нарушениями ПДК		Максимальное превышение ПДК	
	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.	2022 г.	2023 г.
Водородный показатель, ед. рН	7,6 - 8,3	7,2 - 8,4	7 - 0	7 - 0	-	-
Сумма минеральных соединений, мг/л	91 - 104	95 - 105	7 - 0	7 - 0	-	-
Сульфаты, мг/л	5,0 - 7,4	5,6 - 8,2	7 - 0	7 - 0	-	-
Хлориды, мг/л	0,6 - 1,1	0,6 - 0,9	7 - 0	7 - 0	-	-
Взвешенные вещества, мг/л	0,0 - 2,2	0,1 - 2,7	7 - 1	7 - 5	1,0	2,5
Летучие фенолы, мг/л	0,0 - 0,002	0,0 - 0,002	7 - 7	7 - 7	2	2

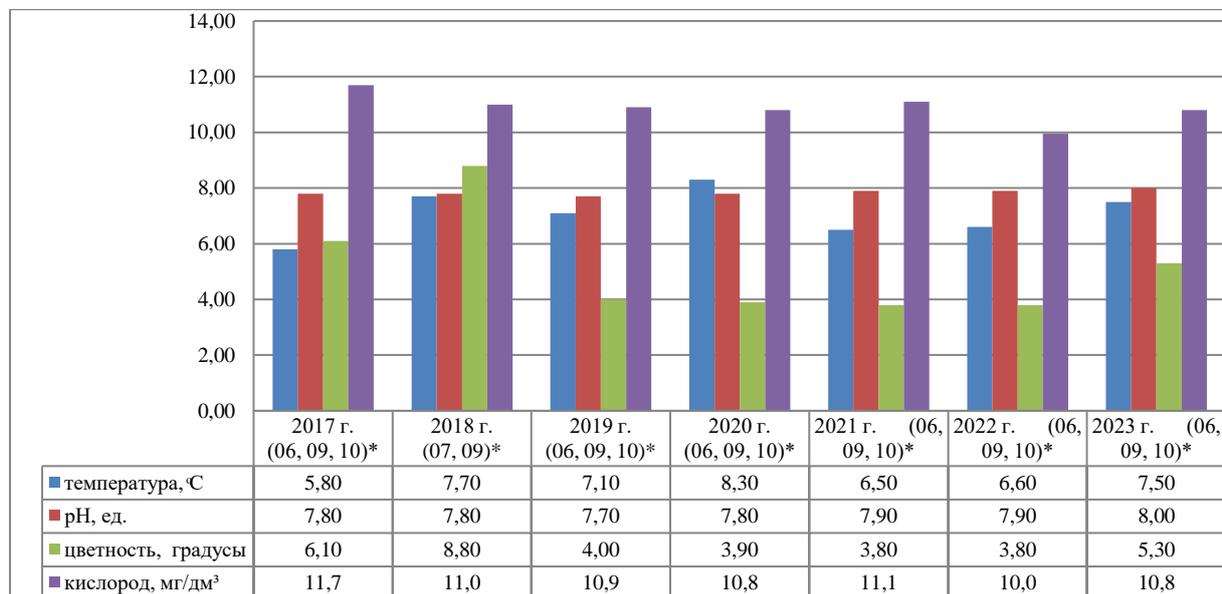
В 2023 г. в районе 100-метрового контрольного створа, расположенного в месте глубоководного выпуска КОС г. Байкальска в пяти из семи съёмок, преимущественно в сентябре, наблюдалось превышение установленных норм содержания взвешенных веществ, а содержание летучих фенолов превышало установленные нормы в каждой из семи съёмок.

В районе выпуска КОС г. Байкальска (ранее район БЦБК) в 2023 г. отбор проб проводился в марте, июне и августе с горизонтов 0,5 м, 25-50 м, 75-100 м, 200 м и придонном слое. Водородный показатель среды находился в пределах нормы 7,3 - 8,2 ед. рН (7,3 - 8,4 рН в 2022 г.) с увеличением щелочной реакции. Кислородный режим в целом был удовлетворительным, максимальная и среднегодовая величина растворенного в воде кислорода увеличилась относительно 2022 г. и составила 13,9 мг/л и 11,6 мг/л соответственно (13,0 мг/л и 10,9 мг/л

в 2022 г.). Максимальные значения растворенного в воде кислорода наблюдались в июне, насыщение воды кислородом составляло в среднем 92%.

В 2023 г. по сравнению с предыдущим периодом и с фоновым районом наблюдалось увеличение максимальных и среднегодовых концентраций взвешенных веществ - до 2,5 мг/л и 0,7 мг/л соответственно. По остальным наблюдаемым показателям превышений не наблюдалось.

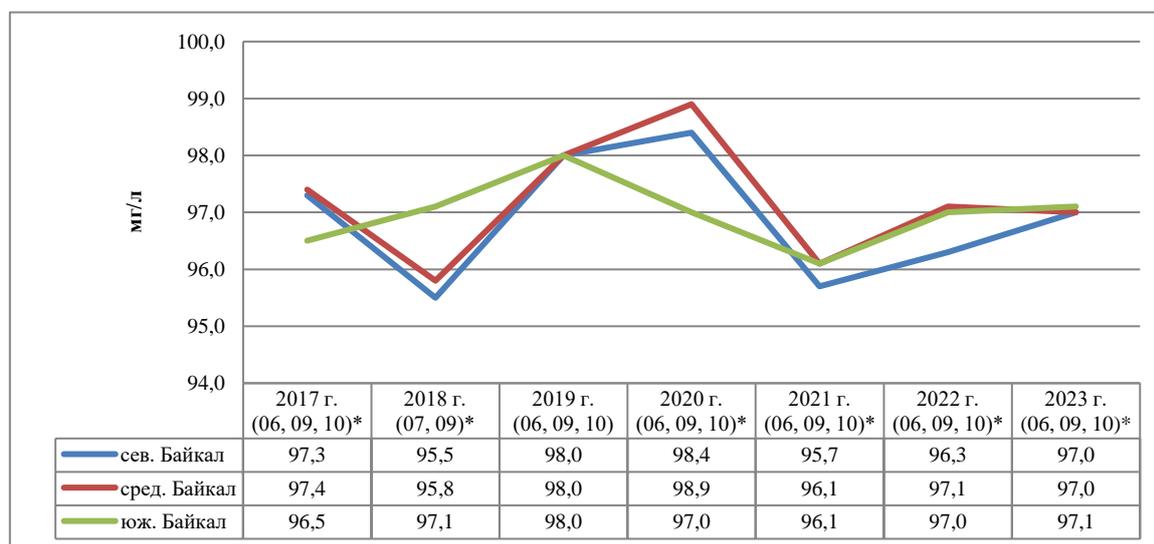
В районе продольного разреза гидрохимические наблюдения проводились на всех контролируемых горизонтах (0,5, 25, 50, 100 м и придонном). Общая гидрохимическая характеристика воды озера (среднегодовые концентрации) в 2023 г. в сравнении с периодом 2017-2022 гг. приведена на рис. 4.11 - 4.13.



*-месяц отбора проб

Рис. 4.11. Общая гидрохимическая характеристика воды в районе продольного разреза оз. Байкал

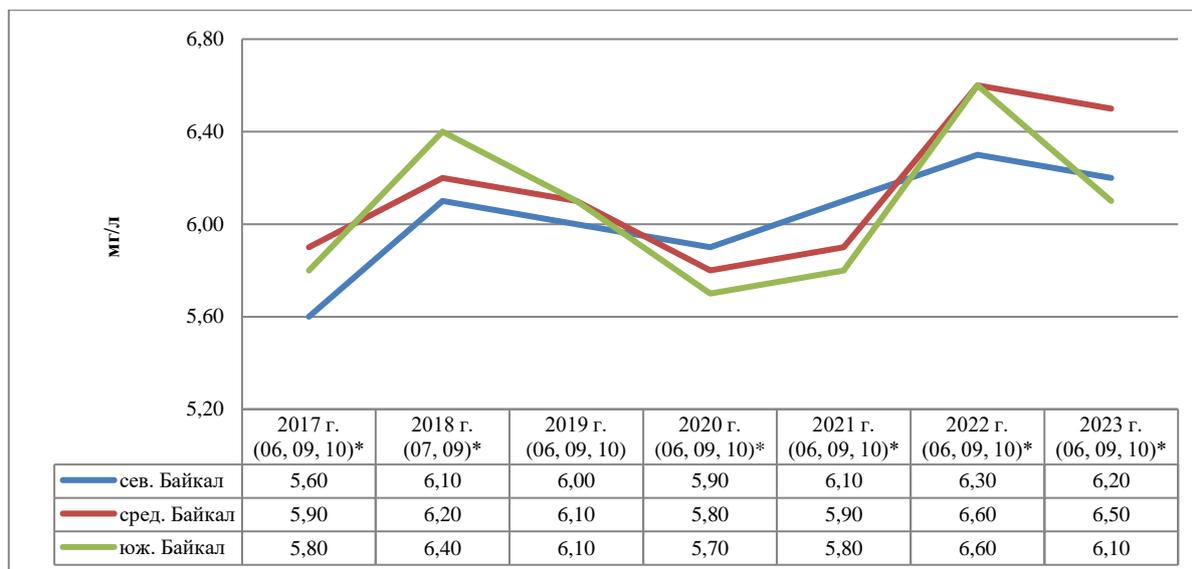
Наблюдения в исследуемый период проводились с июня по октябрь. Значения водородного показателя изменялись в пределах от 7,5 до 8,3 ед. рН, а содержание растворенного кислорода в пределах от 8,90 до 12,3 мг/л. В 2023 г. минерализация воды озера в северной, средней и южной частях соответствовала среднемноголетним значениям (рис. 4.12).



*-месяц отбора проб

Рис. 4.12. Минерализация воды озера по котловинам продольного разреза

В 2023 г. по сравнению с предыдущим годом содержание в воде озера сульфатных ионов незначительно снизилось (рис. 4.13).



*-месяц отбора проб

Рис. 4.13. Динамика сульфатных ионов по котловинам продольного разреза

В районе северной оконечности озера, прилегающей к трассе БАМ, водородный показатель среды изменялся в диапазоне 7,20 - 8,30 ед. рН, со средним значением 8,00 рН. Максимальное содержание растворенного в воде кислорода составило 13,9 мг/л (13,0 мг/л в 2022 г.) со средним значением 11,6 мг/л (10,9 мг/л в 2022 г.). В воде отмечалось увеличение максимальных и среднегодовых концентраций сульфатов до 8,4 мг/л и 6,7 мг/л соответственно (фон - 6,7 мг/л и 6,2 мг/л). Максимальные и среднегодовые концентрации остальных наблюдаемых показателей в данном районе сохранились на прежнем уровне и соответствовали фоновым значениям.

В районе Селенгинского мелководья в 2023 г. водородный показатель составил 8,3 ед рН, а максимальное содержание растворённого кислорода - 9,2 мг/л. Увеличение содержания в воде загрязняющих веществ не наблюдалось.

В районах расположения портов Южного Байкала (п. Байкал, п. Байкальск, п. Выдрино, п. Култук, п. Большое Голоустное) наблюдались повышенные концентрации взвешенных веществ, хлоридов и нефтепродуктов в портах Култук и Байкал. Таким образом, вода в районе портов Култук и Байкал является самой загрязненной в данном районе наблюдений, что связано с влиянием территориального хозяйственного комплекса населенных пунктов и активным судоходством.

4.2.2. Состояние донных отложений

Состояние донных отложений в районе выпуска канализационных очищенных стоков (КОС) г. Байкальска. В 2023 г. в районе выпуска КОС г. Байкальска были выполнены две запланированные геохимические съемки: в марте с отбором 28 проб и в августе с отбором 30 проб донных отложений и грунтовой воды.

Площадь контролируемого полигона в марте 2023 г. составила 14,2 км², в августе - 15,2 км². Общее количество проб за две съемки составило по 58 проб донных отложений и грунтовой воды, которые были отобраны на глубинах 15-280 м и 20-730 м, соответственно. На фоновом участке были отобраны 3 пробы донных отложений и грунтовой воды на глубинах 40-220 м и 20-220 м.

Перечень определяемых показателей в грунтовой воде: растворенный кислород, минеральный азот (нитратный, нитритный, аммонийный), фосфатный фосфор, органические кислоты летучие, органические кислоты нелетучие, летучие фенолы и 7 геохимических показателей: органический азот, органический углерод, сульфидная сера, легкогидролизуемые углеводы - гемицеллюлоза (ЛГУ), трудногидролизуемые углеводы-целлюлоза (ТГУ), лигнино-гумусовый комплекс-лигнин (ЛГК), относительное содержание в сумме органических веществ (ТГУ+ЛГУ/Общая органика) непосредственно в донных отложениях.

Площадь зоны загрязнения в донных отложениях рассчитывалась по сумме определяемых показателей в грунтовой воде и донных отложениях. Изменение величины площади загрязнения за последние 10 лет в районе КОС г. Байкальска представлено на рис. 4.14.

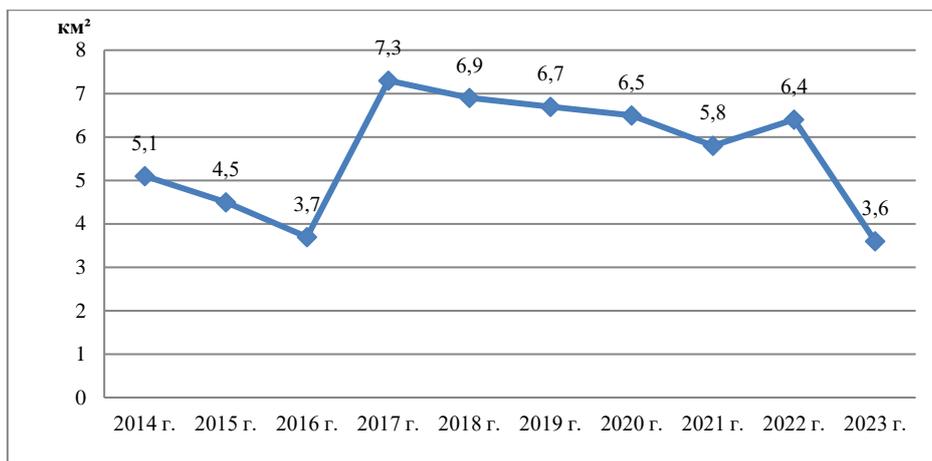


Рис 4.14. Изменение площади зоны загрязнения в районе выпуска КОС г. Байкальска за 2014-2023 гг.

Данные результаты за 2023 г. свидетельствуют о некотором снижении в годовом (суммарном) расчете антропогенной нагрузки на качественный состав донных отложений полигона. Геохимические изменения основных качественных характеристик донных отложений и грунтовой воды в районе выпуска КОС г. Байкальска, в целом связаны с внутриводоемными (гидробиологическими) процессами - с ростом лабильного органического вещества, представленного фитопланктоном и его дальнейшей седиментацией в донные отложения озера.

Полициклические ароматических углеводороды (ПАУ) и бенз(а)пирен (БП) в поверхностном слое донных отложений озера Байкал.

Район КОС г. Байкальска. Наблюдения за содержанием полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и индикаторного представителя этой группы полиаренов бенз(а)пирена (БП) в поверхностном слое донных отложений оз. Байкал является важным направлением в экологическом мониторинге. Концентрация суммы полиаренов ПАУ в донных отложениях водоемов в пределах до 100 нг/г с.о. считается слабым загрязнением. В таблице 4.4 представлены данные о степени загрязненности ПАУ и БП донных отложений оз. Байкал в 2023 г.

Таблица 4.4. Степень загрязненности ПАУ донных отложений оз. Байкал в 2023 г., нг/г с.о (числитель - диапазон значений, знаменатель среднее значение, время отбора проб)

Район	Слабое загрязнение		Сильное загрязнение	
	Выпуск КОС г. Байкальска			28,2-574,4 293,5(март)
БАМ	23,6- 113,3 66,1 сентябрь (весь район).			
р. Селенга	28,0-137,1 85,1(сентябрь).			
Малое море	27,6-140,7 43,1(июнь)	38,4-140,7 73,7(сентябрь)		

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. Поэтому для геохимического анализа площадь была разделена по глубинам отбора проб две части - 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 должна превышать 2,0 нг/г сухого остатка (с.о.), для глинистых илов - 5,0 нг/г с.о.; умеренная концентрация соответственно 2,0-5,0 нг/г с.о. и 5,0-30,0 нг/г с.о.; на сильно загрязненных участках -более 5,0 нг/г с.о. и более 30 нг/г с.о. соответственно.

В марте 2023 г. в донных отложениях на глубинах менее 100 м, средняя концентрация БП составила 6,3 нг/г с.о. при диапазоне значений от 0,3 до 18,9 нг/г с.о., что в 1,4 раза меньше значений 2022 г. (9,4 нг/г с.о. и 1,3 - 48,2 нг/г с.о. соответственно). Фоновое значение на полигоне в марте 2023 г. составило 4,6 нг/г с.о. По шкале сравнительных оценок пески на полигоне в марте соответствуют сильно загрязненным донным отложениям.

В сентябре 2023 г. в донных отложениях - песках средняя концентрация БП составила 4,1 нг/г с.о., (фоновое содержание в песках - 0,9 нг/г с.о.). В августе 2022 г. концентрация арена составляла 12,2 нг/г с.о., (фоновое значение - 11,0 нг/г с.о.). По шкале сравнительных оценок пески на полигоне в сентябре соответствуют сильно загрязненным донным отложениям.

Среднее содержание бенз(а)пирена в донных отложениях в марте 2023 г. на глубинах более 100 м (илы), составляло 17,0 нг/г с.о. при диапазоне значений 1,3 - 25,9 нг/г с.о., (фоновое значение - 11,9 нг/г с.о.). В сентябре 2023 г. содержание арена составило - 14,1 нг/г с.о., (фоновое значение - 0,2 нг/г с.о.). По шкале сравнительных оценок донных отложений внутриконтинентальных водоемов, содержание БП в 2023 г. в илах полигона соответствуют умеренно загрязненным донным отложениям (норматив шкалы 5,0-30 нг/г с.о.).

Таблица 4.5. Степень загрязненности БП донных отложений озера Байкал в 2023 г., нг/г с.о (числитель - диапазон значений, знаменатель среднее значение, время отбора проб)

Районы (литотипы донных отложений)	Фоновое содержание	Умеренное загрязнение	Сильное загрязнение
КОС г. Байкальск (пески, илы)		$\frac{1,3-25,9}{17,0}$ (11,9) (только илы - март) $\frac{2,4-42,6}{14,1}$ (0,2) (только илы - сентябрь)	$\frac{0,3-18,9}{6,3}$ (4,6) (только пески - март)
БАМ (все пробы - илы)	$\frac{0,1-4,10}{1,40}$ сентябрь	$\frac{0,2-29,3}{6,4}$ (июнь)	
р. Селенга (все пробы - илы)	$\frac{0,3-4,4}{2,2}$ (сентябрь).		
Малое море (все пробы - илы)	$\frac{0,3-1,5}{0,8}$ (июнь), $\frac{0,3-1,5}{0,8}$ (сентябрь)		

В марте и августе 2022 г. содержание БП в илистых отложениях полигона было следующим: 14,2 и 13,3 нг/г с.о., (фоновое значение - 2,6 и 6,8 нг/г с.о.), что соответствует умеренно загрязненным донным отложениям.

В 2023 г. по сравнению с предыдущим годом среднее содержание БП в донных отложениях на полигоне незначительно уменьшилось и составило 11,8 нг/г с.о., (2022 г. - 12,7 нг/г с.о.). Наблюдалось также снижение среднего содержания бенз(а)пирена в фоновом полигоне 3,8 нг/г с.о. и 5,0 нг/г с.о. Динамика изменения среднего содержания БП в донных отложениях за 2019-2023 гг. представлена в таблице 4.6.

Таблица 4.6. Среднее содержание бенз (а) пирена в донных отложениях оз. Байкал, в районе выпуска КОС г. Байкальска в 2019-2023 гг., нг/г с.о. (числитель - пределы значений, знаменатель - среднее значение, в скобках среднее содержание на фоновом участке полигона)

Донные отложения (литотипы)	Годы наблюдений				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
По всему полигону	$\frac{0,60-43,9}{18,1}$ (8,80)	$\frac{0,10-32,4}{10,6}$ (2,0)	$\frac{0,40-35,9}{8,60}$ (7,90)	$\frac{1,3-48,2}{11,8}$ (1,5)	$\frac{0,3-25,9}{10,3}$ (4,3)
Пески	$\frac{0,60-43,9}{15,7}$ (5,20)	$\frac{0,10-31,6}{7,80}$ (2,40)	$\frac{0,40-19,4}{6,70}$ (4,10)	$\frac{1,3-48,2}{9,4}$ (0,4)	$\frac{0,3-18,9}{5,2}$ (2,7)
Илы	$\frac{1,60-32,3}{20,5}$ (12,4)	$\frac{1,80-32,4}{13,4}$ (1,60)	$\frac{0,70-35,9}{10,5}$ (11,7)	$\frac{1,3-31,0}{14,2}$ (2,6)	$\frac{1,3-25,9}{15,5}$ (11,9)

Максимальное загрязнение БП наблюдалось в песчаных отложениях полигона в районе выпуска КОС г. Байкальска (более 5,0 нг/г с.о.).

Состояние донных отложений в районе авандельты р. Селенги. В сентябре 2023 г. в донных отложениях было отобрано 13 проб (из них 4 пробы в районе речных выносов основной протокой Харауз).

В таблицах 4.7 и 4.8 представлено среднее содержание ПАУ в районе авандельты р. Селенга. В сравнении с предыдущим годом произошло некоторое увеличение содержания ПАУ, как в районе выноса протокой Харауз, так и во всем исследованном районе озера.

Таблица 4.7. Среднее содержание ПАУ в донных отложениях авандельты р. Селенга в 2019-2023 гг. нг/г с.о. (числитель - пределы значений, знаменатель среднее значение)

Полигон	ПАУ				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Авандельта р. Селенга	$\frac{24,3-219,3}{73,0}$	$\frac{42,4-175,3}{96,9}$	$\frac{12,6-100,3}{40,4}$	$\frac{39,0-102,1}{83,1}$	$\frac{28,0-137,1}{85,1}$
Основная протока Харауз	$\frac{70,8-125,8}{92,8}$	$\frac{80,9-172,9}{104,2}$	$\frac{16,4-100,3}{52,1}$	$\frac{60,4-91,7}{78,4}$	$\frac{53,7-127,7}{92,3}$

В 2023 г. в донных отложениях в районе речных выносов протокой Харауз наблюдалось незначительное уменьшение содержания арена до 2,7 нг/г с.о. (2022 г. - 3,0 нг/г с.о.) (табл. 4.8). Также наблюдалось уменьшение содержания БП в донных отложениях на самом полигоне до 2,2 нг/г с.о. (2022 г. до 2,6 нг/г с. о.). Таким образом, уровень загрязненности донных отложений БП на авандельте р. Селенга в 2023 г., как и в 2022 г. сохраняется на уровне фоновых значений (< 5,0 нг/г с. о.).

Таблица 4.8. Среднее содержание бенз(а)пирена в донных отложениях авандельты р. Селенга в 2019-2023 гг., нг/г с. о. (числитель - пределы значений, знаменатель - среднее значение)

	Годы наблюдений				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Авандельта р. Селенга - весь полигон (содержание в илах)	<u>0,60-5,80</u> 3,00	<u>0,40-5,90</u> 2,10	<u>0,20-5,20</u> 1,70	<u>0,6-5,0</u> 2,6	<u>0,3-4,4</u> 2,2
Авандельта р. Селенга - протока Харауз (содержание в илах)	<u>4,30-5,80</u> 5,00	<u>1,50-5,90</u> 2,90	<u>0,40-5,20</u> 2,50	<u>0,6-4,4</u> 3,0	<u>1,1-3,7</u> 2,7

Состояние донных отложений в районе северной части озера, в зоне влияния трассы БАМ. В сентябре 2023 г. в донных отложениях было отобрано 18 проб. Подробное изучение ПАУ в донных отложениях полигона представлено в таблице 4.9.

Таблица 4.9. Среднее содержание бенз(а)пирена в донных отложениях оз. Байкал в 2019-2023 гг. в северной части озера в зоне влияния трассы БАМ, нг/г с.о. (числитель - пределы значений, знаменатель - среднее значение)

Район	Годы наблюдений				
	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
Зона влияния трассы БАМ (весь полигон содержание в илах)	<u>0,10-22,0</u> 3,40	<u>0,10-6,90</u> 1,50	<u>0,10-16,4</u> 1,90	<u>0,20-29,3</u> 4,2	<u>0,1-4,0</u> 1,4
Зона влияния трассы БАМ (участок) (содержание в илах)	<u>2,50-5,00</u> 4,00	<u>0,50-6,90</u> 2,90	<u>1,70-3,90</u> 2,10	<u>0,20-29,3</u> 6,4	<u>1,1-4,0</u> 2,2

В сентябре 2023 г. по сравнению с июнем 2022 г. отмечалось снижение среднего содержания бенз(а)пирена, как на полигоне с 4,2 нг/г с.о. до 1,4 нг/г с.о., так и на Участке с 6,4 нг/г с.о. до 2,2 нг/г с.о., что соответствует фоновому значению (< 5,0 нг/г с. о.).

4.2.3. Гидробиологические наблюдения на озере

В 2023 г. гидробиологические наблюдения за состоянием акватории озера проводились в четырех районах. В южном Байкале в районе, непосредственно примыкающем к месту выпуска канализационных очищенных стоков (КОС) г. Байкальска в три периода наблюдений: подледный (март), весенний (июнь) и осенний (август); в северной части озера и Малом море в июне и сентябре; в районе Селенгинского мелководья в сентябре.

Анализ гидробиологических характеристик в районе КОС г. Байкальска свидетельствует об увеличении антропогенной нагрузки на зоопланктон в весенний период и ее снижении в подледный и осенний периоды наблюдений. Площадь зон загрязнения в подледный период по бактерио- и фитопланктону увеличилась в 2,4 и 2,3 раза соответственно, по фитопланктону в весенний период в 1,5 раза. Уменьшение площади загрязнения наблюдалось по бактериопланктону в 1,2 раза в весенний период, по фитопланктону в 2,6 раза в осенний период.

По результатам осенней съемки в районе наибольшего влияния КОС наблюдалось увеличение численности бактериопланктона в 3,6 раза, площадь зоны загрязнения составила 4,1 км², что находится в пределах среднемноголетних значений.

В донных отложениях по бактериобентосу площадь зоны загрязнения в подледный период увеличилась в 4,5 раза, в осенний - увеличилась незначительно. Численность гетеротрофной микрофлоры в зоне загрязнения в оба сезона наблюдений была выше фоновых характеристик в 5,8-3,5 раза соответственно.

По величине олигохетного индекса исследованный участок озера можно охарактеризовать как «слабо загрязненный» (34% проб) - «относительно чистый» (66% проб).

Развитие углеводородокисляющих бактерий отмечалось во все периоды наблюдений, с максимальной численностью 100 кл/мл в весенний и летний периоды. Фенолоксиляющие бактерии были выявлены во все периоды наблюдений, в основном в пробах, отобранных на станциях, расположенных в районе выпуска КОС г. Байкальска, где численность была низкой, составляя на отдельных станциях до 28 кл/мл.

В пробах зоопланктона нитчатые водоросли рода *Spirogira* Link были выявлены в осенний период. Наиболее активно водоросли развивались на станциях, расположенных в прибрежной полосе к западу от места выпуска КОС г. Байкальска и на участке, между устьями рек Безымянная и Утулик с наибольшим удалением от берега 3,5 км.

В марте в 46% отобранных проб зообентоса, спирогира была выявлена на глубинах от 25 до 130 м, преимущественно с западной стороны от выпуска условно чистых вод. На фоновом участке, расположенном в районе устья р. Безымянная, нити спирогиры были выявлены в двух пробах, отобранных на глубинах 90 - 100 м.

В северной части озера анализ состояния донных сообществ свидетельствует о сохранении здесь антропогенной нагрузки. В весенний сезон наблюдений численность бактериопланктона была одинакова в западной и восточной прибрежной зоне озера. Численность фито- и зоопланктона была выше в западной прибрежной зоне. В осенний сезон максимальное развитие бактериопланктона 259 кл/мл и фитопланктона 497 тыс. кл/л наблюдалось в восточной прибрежной зоне, минимальное - в центральной (реперной) части озера, где наблюдалось максимальное развитие зоопланктона 14 тыс. экз./м³.

По численности бактериопланктона наиболее загрязненными в оба сезона наблюдений были устьевые участки рек Кичера, Верхняя Ангара, Томпуда, в июне к ним присоединялась р. Рель, в сентябре - р. Тья. Весной численность бактериопланктона в реках изменялась от 114 до 344 кл/мл, а осенью - от 172 до 362 кл/мл. В воде этих рек наблюдалось повышенное количество углеводородокисляющих бактерий весной от 1 тыс. кл/мл до 10 тыс. кл/мл, осенью это значение было на порядок ниже от 100 кл/мл до 1 тыс. кл/мл. Фенолоксиляющие бактерии были выявлены весной в воде р. Тья, их численность составляла 46 кл/мл. Полученные данные свидетельствуют о поступлении в озеро загрязняющих веществ с водами этих рек.

Развитие водорослей рода *Spirogira* Link. отмечалось в оба сезон наблюдений в прибрежной полосе вдоль западного побережья от устья р. Рель до устья р. Верхняя Ангара. Максимальное скопление выявлено на участке между устьями рек Рель и Тья, вызывая здесь активное цветение воды. В восточной прибрежной зоне массовое развитие спиригиры наблюдалось в предустьевом участке р. Томпуда.

По среднему значению величины олигохетного индекса, исследованный участок озера в целом можно характеризовать как «слабо загрязненный», однако прибрежная полоса озера от устья р. Рель до устья р. Кичера характеризуется как «загрязненный» (62-80%).

По результатам проведенных наблюдений наиболее загрязненной по численности бактериопланктона и фитопланктона является южная и средняя часть Малого моря. Тогда как максимальное развитие зоопланктона весной отмечалось в северной части, осенью - в средней части Малого моря. По величине олигохетного индекса исследованный район озера характеризуется как «загрязненный».

В районе Малого моря спиригиры наблюдалась в пробах зоопланктона, отобранных только в сентябре на всех трех станциях. В пробах донных отложений спиригиры не была выявлена.

Комплексные исследования состояния гидробионтов водной толщи и донных отложений Селенгинского мелководья, проведенные в сентябре, показали, что численность и биомасса всех наблюдаемых гидробионтов значительно возросла по сравнению с 2022 г., достигнув среднесезонных значений. Наибольшее загрязнение водной толщи по бактериопланктону было выявлено в южной и северной частях, по фитопланктону, зоопланктону и зообентосу - в центральной и северной частях. В донных отложениях развитие гетеротрофных бактерий было максимальным в северной части мелководья. В южной части мелководья напротив залива Сор также была отмечена повышенная численность организмов зоопланктона и зообентоса.

Углекислородфиксирующие бактерии были выявлены повсеместно, в водной толще их численность составляла от 10 до 1 тыс. кл/мл, в донных отложениях - от 1 тыс. до 100 тыс. кл/г вл. ила, что свидетельствует о загрязнении нефтепродуктами всего исследованного района озера.

По величине олигохетного индекса участки дна на большей части станций характеризуются как «загрязненные», достигая максимальных значений 68-80% в северной части мелководья.

В 42% отобранных проб зообентоса в центральной и северной части Селенгинского мелководья были выявлены нити спиригиры.

Наблюдения, проведенные на озере Байкал, показали, что исследованные районы озера сохраняются под влиянием антропогенного загрязнения и требуют проведения дальнейших наблюдений.

4.2.4. Характеристика поступления загрязняющих веществ с водным стоком основных притоков оз. Байкал

Водный сток в замыкающих створах рек-притоков озера оценен по откорректированным среднемесячным расходам воды за 2023 г. и предыдущие периоды наблюдений (2012-2022 гг.).

Река Селенга. В 2023 г. по сравнению с предыдущим годом водный сток главного притока озера - р. Селенга повысился на 34% до 43,3 км³ (в 2022 г. - 28,7 км³) и соответствовал уровню 1990 г. (43,4 км³).

Поступления веществ с водным стоком р. Селенга в 2023 г. по сравнению с 2022 г. и 1990 г. представлены в таблице 4.10.

Таблица 4.10. Сравнительные данные о поступлении химических веществ через замыкающий створ р. Селенга - с. Кабанск в 1990, 2022 и 2023 гг.

Показатели	Годы наблюдений		
	1990	2022	2023
Взвешенные вещества, тыс. т	1367	947	1225
Органические вещества, тыс. т	460	280	370
Легкоокисляемые органические вещества, тыс. т	43,0	71,0	80,0
Нефтяные углеводороды, тыс. т	1,30	1,34	1,53
АСПАВ, тыс. т	-	0,072	0,285
Жиры, тыс. т	-	0,92	1,25
Летучие фенолы т	43,4	48,0	82,0
Кремний, тыс. т	260	147	260
Водный сток, км ³	43,4	28,7	43,3

Примечание: (-) нет достоверных данных

В замыкающем створе р. Селенга - с. Кабанск средневзвешенная концентрации летучих фенолов сохранялась на уровне 2 ПДК (2022-2023 гг.). Средневзвешенная концентрация нефтяных углеводородов снизилась до 35,0 мкг/дм³ в 1,3 раза, АСПАВ - возросла в 2,5 раза - до 6,5 мкг/дм³, в 2023 г. по сравнению с 2022 г. вынос АСПАВ возрос почти в 4 раза.

Данные таблицы 4.10 показывают сопоставимость выноса с территории водосборного бассейна р. Селенга кремния - 260 тыс. т в годы.

В замыкающем створе реки снизился вынос взвешенных веществ на 10%, органических веществ на 20%, нефтепродуктов - возрос на 15%, в 2023 г. по сравнению с 1990 г. почти в 2 раза увеличилось поступление легкоокисляемых органических веществ и летучих фенолов.

Реки Баргузин, Турка, Верхняя Ангара и Тья. В 2023 г. в замыкающих створах рек Баргузин и Турка (средний Байкал) и р. Верхняя Ангара (северный Байкал) средневзвешенные концентрации взвешенных веществ находись в пределах 10,2-6,5 мг/дм³, БПК₅ - 1,25-1,58 мг/дм³, нефтяных углеводородов - 42-47 мкг/дм³. В 2023 г. по

сравнению с 2022 г. в створе р. Тья, расположенном в 1 км ниже г. Северобайкальск, 1 км ниже ГОС, средневзвешенная концентрация взвешенных веществ повысилась в 2 раза до 7,5 мг/дм³, нефтяных углеводородов в 1,4 раза до 53 мкг/дм³.

В 2023 г. средневзвешенная концентрация летучих фенолов в замыкающем створе р. Верхняя Ангара составила 1,6 ПДК, р. Тья - 1,9 ПДК (1,3 ПДК в 2022 г.).

Данные о выносе веществ с водным стоком рек Баргузин и Турка (основные притоки среднего Байкала), северных притоков озера - рек Верхняя Ангара и Тья представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.11. Поступления химических веществ через замыкающие створы основных притоков среднего и северного Байкала в 2022 г. (верхняя строка) и в 2023 г. (нижняя строка)

Показатели	Притоки озера			
	Баргузин п. Баргузин	р. Турка с. Соболиха	р. В. Ангара с. В. Заимка	Тья - 1 км ниже г. Северобайкальск
Взвешенные вещества, тыс. т	48,5	5,35	79,1	7,15
	46,9	16,5	71,5	13,7
Органические вещества, тыс. т	53,2	6,70	78,0	9,40
	36,9	17,8	70,0	11,4
Легкоокисляемые органические вещества, тыс. т	4,10	1,90	16,8	3,05
	5,75	3,95	14,9	2,90
Нефтяные углеводороды, тыс. т	0,148	0,042	0,535	0,075
	0,191	0,115	0,519	0,099
Смолы+асфальтены, тыс. т	0,006	0,003	0,020	0,004
	0,001	0,002	0,009	0,002
АСПАВ, тыс. т	0,028	0,007	0,030	0,004
	0,028	0,016	0,044	0,009
Летучие фенолы, т	7,0	1,5	15,5	2,5
	6,4	1,7	18,2	3,3
Водный сток, км ³	3,97	1,24	11,2	1,93
	4,60	2,50	11,0	1,87

Оценка поступления веществ с общим водным стоком рек. Динамика поступления загрязняющих веществ с общим водным стоком изученных рек-притоков по данным наблюдений 2012-2023 гг. представлена таблице 4.12.

Общий годовой водный сток пяти изученных рек-притоков Байкала в 2023 г. повысился в 1,3 раза - до 63,3 км³ (в 2022 г. - 47,0 км³). В общем водном стоке доля р. Селенга возросла до 68,3% от 61,1% (2022 г.). В 2023 г. в поступление наблюдаемых веществ вклад главного притока озера сохранился приоритетным, составляя 89,3% - взвешенных веществ, 73,1% - органических веществ, 75,0% - легкоокисляемых органических веществ, 74,3% - летучих фенолов, 75,0% - АСПАВ, 62,4% - нефтяных углеводородов, 59,0% - смолистых компонентов.

Таблица 4.12. Поступления химических веществ с водным стоком рек Селенга, Баргузин, Турка, Верхняя Ангара, Тья - средние в 2012-2016 гг., 2017-2019 гг., 2020-2022 гг., годовые в 2023 г.

Показатели	Годы наблюдений			
	2012-2016	2017-2019	2020-2022	2023
Взвешенные вещества, тыс. т	877	286	1033	1373
Органические вещества, тыс. т	369	368	590	506
Легкоокисляемые органические вещества, тыс. т	52,0	61,8	100	107
Нефтяные углеводороды, тыс. т	0,73	1,35	2,32	2,45
Смолистые компоненты, тыс. т	0,31	0,10	0,08	0,03
АСПАВ, тыс. т	0,21	0,24	0,33	0,38
Летучие фенолы, т	26,0	43,0	71,0	112
Водный сток, км ³	35,0	39,3	56,6	63,3

В 2023 г. в створе р. Тья ниже г. Северобайкальск наблюдалось повышение выноса взвешенных веществ в 1,9 раз, АСПАВ - в 2,0 раза, нефтяных углеводородов и летучих фенолов - в 1,3 раза по сравнению с 2022 г., близким по значению годового водного стока (таблица 4.11).

В целом, в 2023 г. по сравнению с 2012-2019 гг., наблюдается тенденция повышения выноса легкоокисляемых органических веществ, нефтяных углеводородов, АСПАВ, летучих фенолов с водным стоком представленных рек, что свидетельствует о сохранении устойчивого влияния этих загрязняющих веществ на оз. Байкал в условиях повышающейся водности его изученных рек-притоков в 2020-2023 гг. (таблица 4.12).

4.2.5. Комплексное обследование загрязнения окружающей среды в районе г. Байкальска

Акватория и береговая зона Южного Байкала в значительной степени подвержены антропогенному воздействию локальных и региональных источников загрязнения окружающей среды. К локальным источникам поступления СОЗ следует относить накопленные отходы ныне не действующего Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК), к региональным - выбросы Иркутско-Черемховского промышленного района, расположенного в зоне атмосферного влияния экосистемы оз. Байкал. Нельзя исключать поступления СОЗ за счет атмосферного трансграничного переноса с территории сопредельных стран.

Атмосферный воздух

Регулярный отбор проб для измерения содержания СО₂ и ПАУ в атмосферном воздухе в 2023 г. проводился на трех станциях, расположенных в прибрежной зоне оз. Байкал: метеостанции (МС) Байкальск, МС Листвянка и аэрологической станции (АС) Усть-Баргузин. На всех станциях пробы отбирались синхронно с недельной экспозицией, всего 20 проб в год на каждой станции.

Обобщенные данные об уровнях содержания СО₂ и ПАУ (диапазоны, средние и медианные значения концентраций) в пробах атмосферного воздуха в 2023 г. приведены в таблице 4.13.

Таблица 4.13. Концентрации СО₂ и ПАУ в атмосферном воздухе в 2023 г.

Показатели	Диапазоны / среднее / медиана, пг/м ³ , *) нг/м ³		
	МС Байкальск	МС Листвянка	АС Усть-Баргузин
Σ три_ПХБ	(2,7-111) / 25,2 / 11,7	(0,1-15,2) / 5,8 / 5,9	(1,5- 9,45) / 4,9 / 3,0
Σ тетра_ПХБ	(18,4-267) / 87,4 / 69,1	(13,3-114) / 49,0 / 42,1	(10,6-73,6) / 28,8 / 25,0
Σ пента_ПХБ	(57,5-512) / 192 / 152	(18,5-478) / 184 / 152	(26,7-379) / 125 / 101
Σ гекса_ПХБ	(22,0-147) / 63,8 / 46,0	(7,6-167) / 65,3 / 54,7	(8,6-159) / 48,6 / 33,4
Σ гепта_ПХБ	(1,1-7,1) / 3,3 / 3,1	(0,2-11,5) / 3,6 / 2,9	(0,2-7,8) / 2,8 / 2,6
Σ ПХБ 6	(31,6-369) / 117 / 81,7	(7,4-125) / 39,4 / 20,1	(22,0-151) / 53,4 / 38,2
Σ ПХБ	(104 -1056) / 375 / 288	(48,0-786) / 310 / 251	66,8-623,5/212,3/168,8
ГХБ	(2,7-16,1) / 8,6 / 7,7	(9,7-32,0) / 16,8 / 13,0	(3,6-25,7) / 14,0 / 16,9
Σ ГХЦГ	(1,5-10,9) / 4,2 / 3,7	(2,7-9,0) / 5,0 / 4,1	(2,9-16,4) / 6,8 / 5,4
Σ ДДЕ	(0,6-7,4) / 3,0 / 1,8	(0,8-4,7) / 2,0 / 1,5	(0,8-2,4) / 1,5 / 1,3
Σ ДДД	(0,1-1,6) / 0,6 / 0,3	(0,2-3,5) / 1,5 / 0,8	(0,2-1,2) / 0,5 / 0,5
Σ ДДТ	(0,3-5,8) / 2,2 / 1,3	(0,7-18,7) / 6,8 / 4,3	(0,4-2,6) / 1,3 / 0,9
Гептахлор	(0,01-0,02) 0,01 / 0,01	(0,04-0,84) / 0,42 / 0,40	(0,002-0,003)/0,002/0,002
Оксихлордан	(0,03-0,80) / 0,16 / 0,06	(0,06-0,08) / 0,07 / 0,07	(0,04-0,10) / 0,07 / 0,06
Σ ТОХ	(0,02-0,24) / 0,10 / 0,09	(0,03-0,21) / 0,09 / 0,07	(0,04-0,20) / 0,12 / 0,12
Σ ПБДЭ	(0,06-1,54) / 0,53 / 0,55	(0,21-3,04) / 1,20 / 0,93	(0,21-5,15) / 1,37 / 1,10
Бенз(а)пирен*	(0-0,68) / 0,18 / 0,04	(0,02-1,2) / 0,3 / 0,1	(0,03-28,5) / 5,4 / 2,8
Σ ПАУ*)	(3,3-56,3) / 18,5 / 12,6	(12,9-77,3) / 31,6 / 22,1	(13,3-1077) / 234 / 137

Годовая динамика концентраций большинства групп СО₂ носит сезонный характер на всех пунктах наблюдений (рис. 4.15). При положительных температурах (апрель-октябрь) средняя концентрация ΣПХБ, ΣГХЦГ, ΣДДТ существенно возрастает с максимумами в июне-июле, минимальные концентрации наблюдаются в феврале-марте. Для ПАУ, основными источниками которого являются выбросы установок сжигания топлива, зависимость обратная: максимумы - в зимний период, минимумы - в летний период.

Имеются существенные различия в уровнях концентраций некоторых групп антропогенных токсикантов в зависимости от места отбора проб. Например, на МС Байкальск заметно выше среднегодовая концентрация легких трех- и тетразамещенных конгенов ПХБ (25,2 и 87, 4 нг/м³), чем на МС Листвянка (5,8 и 49,0 нг/м³) и Усть-Баргузин (4,9 и 28,8 нг/м³). Для более тяжелых конгенов ПХБ, содержащих 5-8 атомов хлора, такая тенденция не наблюдается. Наиболее вероятно это может быть объяснено наличием вблизи г. Байкальска локального источника поступления легких конгенов ПХБ, каковым может быть промплощадка БЦБК.

В атмосферном воздухе в 2023 г. наблюдались и другие аномалии. Так, среднегодовая концентрация суммы конгенов ДДТ на МС Листвянка в 3,1 и в 5,2 раза выше, чем на МС Байкальск и АС Усть-Баргузин (таблица 4.13), при том, что концентрации метаболита ДДЕ на трех станциях различаются значительно меньше. Это является свидетельством свежего поступления ДДТ, который не применяется уже более 30 лет. Источник такого поступления неизвестен и, скорее всего, связан с атмосферным трансграничным переносом.

Следует отметить повышенный уровень загрязнения атмосферного воздуха бенз(а)пиреном и ПАУ в п. Усть-Баргузине (таблица 4.13), особенно в зимний период времени, что напрямую связано с дровяным отоплением частного сектора.

Для таких показателей как токсафены и полибромированные дифениловые эфиры на всех трех станциях наблюдались фоновые уровни концентраций с незначительными вариациями, свидетельствующие о поступлении этих токсикантов в результате глобального переноса в атмосфере.

В атмосферном воздухе по данным синхронных наблюдений за содержанием СО₂ и ПАУ в 2023 г. на трех метеостанциях (МС Байкальск, МС Листвянка, АС Усть-Баргузин) был установлен сезонный ход концентраций СО₂ и ПАУ, обусловленный как глобальным и региональным переносом (ГХЦГ, ДДТ, ТОХ, ПБДЕ), так и влиянием локальных источников (ПХБ, ПАУ).

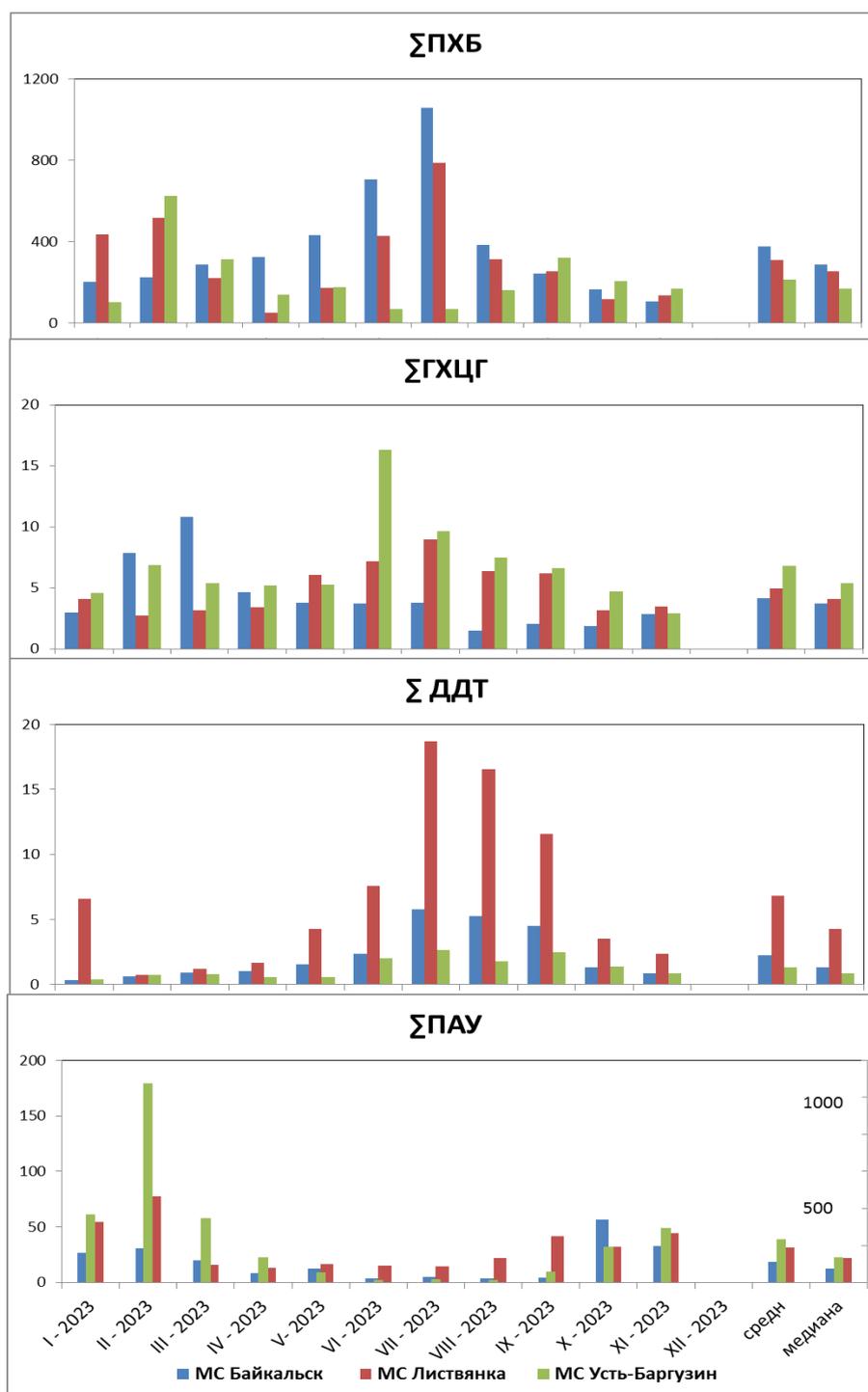


Рис. 4.15. Ход приземных концентраций ΣПХБ, ΣГХЦГ, ΣДДТ (пг/м³) и ΣПАУ (нг/м³) в атмосферном воздухе в 2023 г.

Вода озера Байкал

В 2021-2023 гг. проводились работы по исследованию загрязнения вод оз. Байкал СОЗ. Для определения динамики изменения загрязнения воды токсичными компонентами СОЗ проводилось зондирование с отбором проб по горизонтам на фиксированных глубинах - 0, 25, 50, 200 м и вода придонного слоя. Изучение распределения концентраций токсикантов по профилю глубин позволяет наиболее полно оценить масштабы загрязнения озера. В течение трех лет отбор проб проводился в одних и тех же точках в следующих районах (рис. 4.16):

- южная котловина
- центральная часть (о. Ольхон),
- центральная часть - м. Святой Нос, (Максимиха)
- северная котловина (Северобайкальск).

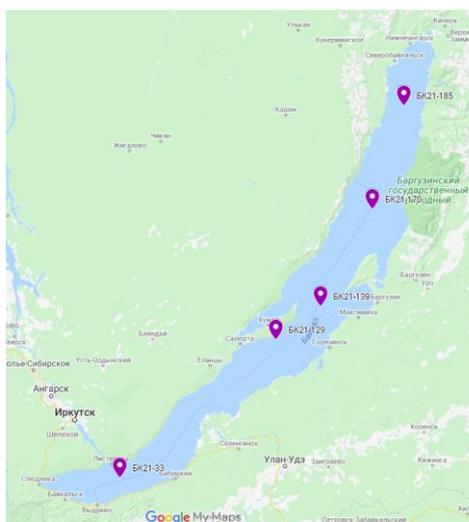


Рис. 4.16. Точки отбора проб воды на акватории оз. Байкал

В результате предыдущих исследований было установлено, что основными видами СОЗ в водах оз. Байкал являются полихлорированные бифенилы, ДДТ и его метаболиты, токсафены и α и β -ГХЦГ.

Содержание хлорорганических веществ в воде различалось в зависимости от места и глубины отбора пробы. В таблице 4.14 представлены диапазоны варьирования содержания СОЗ в слое от 0 до 100 м и в придонном горизонте в различных точках отбора по данным наблюдений 2021-2023 гг., на рис. 4.16 представлены средние значения концентраций хлорорганических соединений.

Таблица 4.14. Концентрации СОЗ в поверхностном и придонном слоях воды оз. Байкал по данным отбора проб 2021-2023 гг. (пг/л), для ПХБ (пг/л*0,1)

Точка отбора	СОЗ	Концентрации (мин-макс)/средн/медиана	
		Поверхностный слой (0-100 м)	Придонный слой
Южная котловина, т.33	ГХБ	(6,3 - 278)/44,3/14,6	(23,7-192)/90,5/55,8
	ΣГХЦГ	(88,4-1168)/252,5/164,5	(107,2-202,8)/139,5/108,4
	Σ(ДДТ+ДДЕ+ДДД)	(0-1366)/162,1/31,7	(13,1-206,1)/115,3/126,7
	ΣПХБ (x 0,1)	(12,8-/9613/1100/135,1	(147,3-1458,1)/701,3/498,4
Ольхон, т.129	ГХБ	(5,6-42,5)/16,4/9,8	(14,4-26)/18,6/15,3
	ΣГХЦГ	(82,6-196,6)/119,2/101,2	(89,24-155,1)/118,6/111,5
	Σ(ДДТ+ДДЕ+ДДД)	(0-105,4)/26,9/6,3	(1,2-29)/11,8/5,3
	ΣПХБ (x 0,1)	(2,49-2450)/358,8/33,8	(11,1-91,1)/42,6/25,5
Центр, т.139	ГХБ	(7,1-23,2)/13,0/12,1	(5,4-11,8)/8,3/7,6
	ΣГХЦГ	(95,2-221,3)/139,5/136,8	(114,9-191)/141,9/119,9
	Σ(ДДТ+ДДЕ+ДДД)	(2,68-34)/14,3/11,7	(4,1-134,7)/55,6/28,0
	ΣПХБ (x 0,1)	(4,26-564,5)/126,9/90,6	(5,75-381,71)/163,8/103,8
Север, т.170	ГХБ	(7,3-135)/27,2/17,2	(18,3-23,5)/20,6/19,9
	ΣГХЦГ	(136,9-234,3)/172,8/171,7	(143,5-177,7)/155,8/146,3
	Σ(ДДТ+ДДЕ+ДДД)	(0-210,5)/50,8/34,3	(4,8-79,9)/34,8/19,6
	ΣПХБ (x 0,1)	(37,4-1590)/448,2/94,5	(21,2-452,6)/182,2/72,6
Северобайкальск, т.185	ГХБ	(7-44,6)/18,2/10,8	(9,8-22,6)/15,8/15,0
	ΣГХЦГ	(112,5-416,3)/183,2/127,0	(121,1-148,3)/127,0/121,1
	Σ(ДДТ+ДДЕ+ДДД)	(0-314)/66,1/59,3	(26,7-151,1)/59,3/26,7
	ΣПХБ (x 0,1)	(16,3-2217)/406,1/326,6	(21,3-939)/326,6/21,3
Южная котловина, т.23, полигон БЦБК (данные 2023 года)	ГХБ	(3,3-303,0)/182,8/212,5	(0,9-238,0)/100,1/124,0
	ΣГХЦГ	(140,7-355,9)/258,9/302,2	(171,1-347,8)/235,9/209,5
	Σ(ДДТ+ДДЕ+ДДД)	(6,6-3696)/1314/1214	(0-2121)/772/578
	ΣПХБ (x 0,1)	(29,8-1123)/622,3/657,8	(7,2-1734)/537/242

В поверхностных горизонтах содержание было, как правило, выше, чем на глубине (таблица 4.14, рис. 4.17). Следует отметить, что возраст вод на разных глубинах, т.е. время, которое прошло с момента пребывания их на поверхности, имеет зависимость от глубины водного горизонта. Более высокое содержание СОЗ в верхних горизонтах может свидетельствовать о продолжающемся антропогенном влиянии.

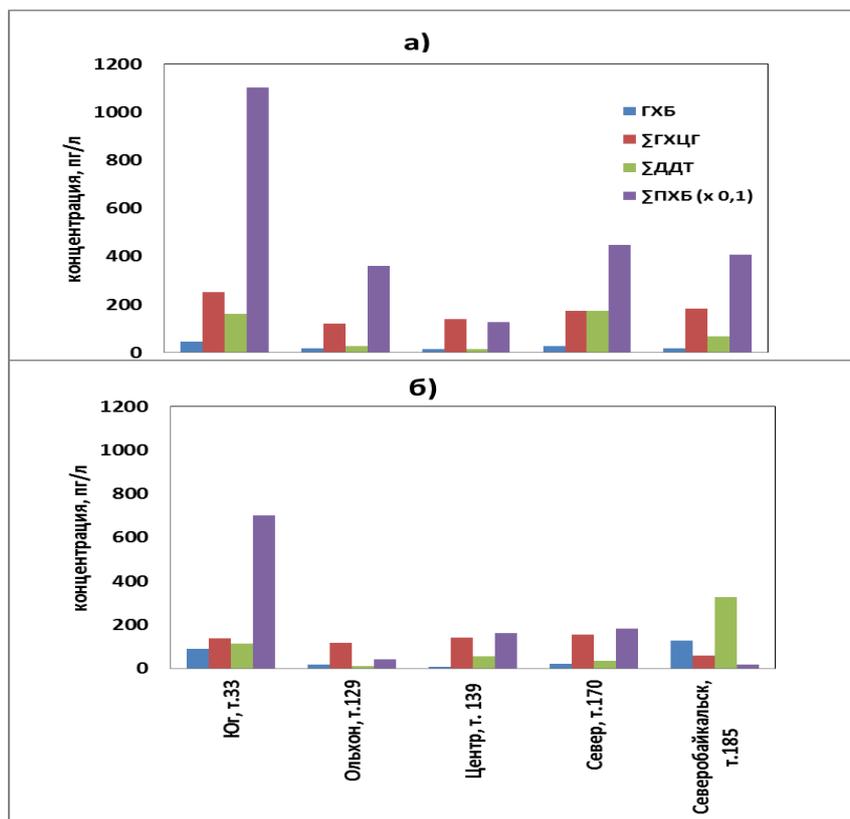


Рис. 4.17. Концентрации CO_3 в поверхностном (0-100 м) (а) и придонном (б) слое воды озера Байкал по данным наблюдений 2021-2023 гг.

Наименьшее содержание загрязняющих веществ характерно для центральной части акватории озера. Максимальные уровни загрязнения вод были выявлены в Южной котловине, подвергавшейся значительному антропогенному воздействию из местных локальных источников. Подтверждением этого служит конгенерный состав ПХБ из проб данного района, который показывает повышенное содержание малолетучих тяжелых гексагепта хлорированных конгенов по сравнению с пробами из Центральных и Северных районов озера (рис. 4.18). Средние значения соотношения величины суммарного содержания ПХБ к сумме содержания гексахлорированных конгенов для Южного, Центрального и Северного районов составляют: 5,3: 7,2: 10,7. Конгенерный состав ПХБ из Центрального и Северного районов, представленный, в основном легколетучими три и пента хлорированными конгенерами, может свидетельствовать о поступлении токсикантов за счет глобального атмосферного переноса.

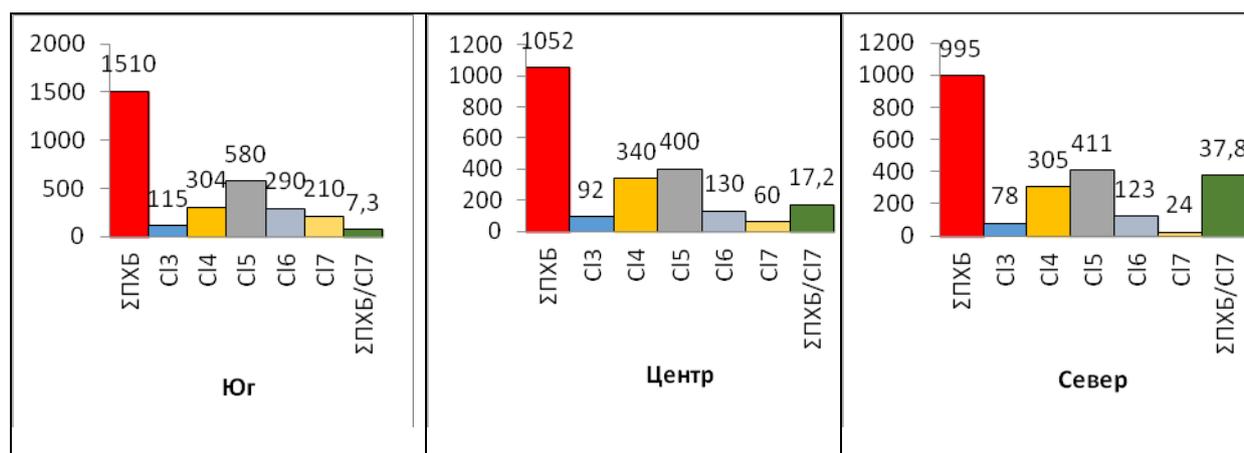


Рис. 4.18. Содержание ПХБ в поверхностном слое воды $\text{пг}/\text{дм}^3$, конгенерный состав

В 2023 г. в Южной котловине оз. Байкал на полигоне БЦБК (т. 23) в поверхностном слое воды наблюдались повышенные концентрации ГХБ и суммы (ДДТ+ ДДЕ+ДДД) (182,8 и 1314 $\text{пг}/\text{л}$) по отношению к удаленной от полигона точке 33 (44,3 и 162,1 $\text{пг}/\text{л}$). Стоит отметить, что повышенные концентрации суммы (ДДТ+ ДДЕ+ДДД) были обусловлены вкладом изомера ДДД, что свидетельствует о «старом» возрасте загрязнения ДДТ. В то же время, в концентрациях суммы ГХЦГ и суммы ПХБ такого различия в концентрациях на полигоне БЦБК и в удаленной точке 33 не наблюдалось.

В 2021 г. в пробах воды были идентифицированы биологически активные конгенеры токсафена (Tox26, Tox50, Tox62) - хлорорганического пестицида сложного состава, включенного в список Стокгольмской конвенции. По результатам исследования 2021 г. суммарная концентрация токсафенов в поверхностном слое воды не превышала

8 пг/л для всех районов озера. Для глубинных слоев водной толщи концентрация токсафенов изменялась от 6 до 21 пг/л. В 2022 и 2023 гг. в проанализированных пробах токсафены не были выявлены.

По результатам исследований содержания СОЗ в поверхностной и глубинной воде оз. Байкал в 2021-2023 гг. можно заключить, что характер загрязнения поверхностных вод претерпевает заметные изменения. Эти изменения характеризуются повышением варибельности и появлением в отдельных пробах аномально высоких уровней содержания ПХБ в верхних (25-50 м) горизонтах вод в южной (Листвянка) и северной котловинах (Северобайкальск, Елохин мыс). Для получения надежных трендов изменения концентраций СОЗ в воде оз. Байкал необходимо продолжать наблюдения с использованием методов хромато-масс-спектрометрии с изотопным разбавлением.

Загрязнение почв в районе промышленной площадки ОАО «БЦБК» и на прилегающих территориях

В 2021 г. были проведены рекогносцировочные комплексные работы по установлению содержания широкого спектра загрязняющих веществ в различных природных средах на территории г. Байкальска. В 2022 г. обследования были продолжены и расширены: были отобраны и проанализированы пробы донных отложений (ДО) оз. Байкал и его притоков, почв, воды оз. Байкал, биологических объектов, атмосферного воздуха.

На выявленных загрязненных участках почв в зоне влияния БЦБК накопленный вред обусловлен в основном присутствием ПХБ и ПАУ. ПХБ были выявлены во всех пробах почв, отобранных в 2021-2023 гг. Суммарная концентрация ПХБ в пробах колеблется от 0,98 до 674 мкг/кг сухого веса, преобладают пента- и гексахлорбензолы.

В 2023 г. на обследуемой территории было отобрано 10 проб почвы для уточнения ранее полученной информации о фоновом содержании загрязняющих веществ, уточнению ареалов распространения загрязнения, а также для оценки глубины проникновения выявленного загрязнения по почвенному профилю.

Максимальные массовые доли суммы ПХБ (18,1 ОДК в 2021 г., 33,7 ОДК в 2022 г. и 13,9 ОДК в 2023 г.) были зафиксированы на территории промышленной площадки БЦБК вблизи шламонакопителя 9. С помощью программного обеспечения Surfer 10 по экспериментальным данным обследования 2021-2023 гг. (45 точек) были рассчитаны изолинии концентраций ПХБ на обследуемой территории. Расчетная площадь загрязнения выше установленных гигиенических нормативов на территории промплощадки БЦБК составила 5 км², на территории Бабхинских шламохранилищ площадь загрязнения составила около 0,7 км², а на территории микрорайона «Строитель» г. Байкальска - 1,8 км².

Исследованные пробы почв содержали хлорорганические пестициды, преимущественно ГХБ и метаболиты ДДТ. Концентрации пестицидов достаточно низкие - от следовых до 35,3 мкг/кг. Максимальные значения ХОП также были выявлены в пробе почвы на территории промышленной площадки БЦБК вблизи шламонакопителя 9. Токсафены в почвах не были выявлены (чувствительность метода 0,01 мкг/кг).

Послойный отбор проб почв на глубину до 20 см с шагом 5 см был проведен в двух точках, расположенных в двух разных наиболее загрязненных районах г. Байкальска - на территории микрорайона «Строитель» и на промплощадке БЦБК. Усредненные результаты измерений вертикального профиля загрязнения почв различными загрязняющими веществами представлены на рис. 4.19. Установлено, что в верхнем десятисантиметровом слое содержится более 90% от общей концентрации всех определяемых веществ (за исключением пентахлорбензола). На долю горизонта от 10 до 15 см приходится не более 8%. В следовых количествах миграция загрязняющих веществ выявлена на глубине от 15 до 20 см, содержание в этом горизонте почвы не превышает 2%.

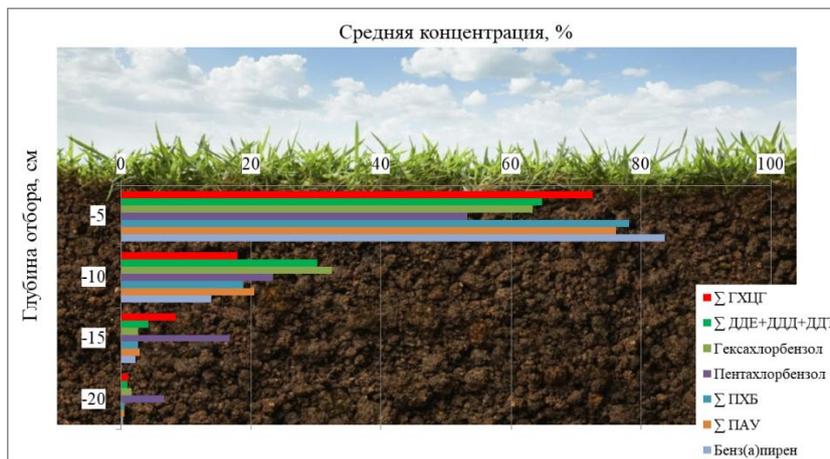


Рис. 4.19. Вертикальный профиль загрязнения почв г. Байкальск различными веществами

Распределение по профилю пентахлорбензола имеет иной характер. В верхнем горизонте до 10 см его запасы составляют три четверти от общей концентрации, что может быть связано с частичным испарением этого более летучего вещества. В слое почвы 15-20 см среднее содержание пентахлорбензола зафиксировано на уровне 0,01 мкг/кг, что составляет 7% от суммарной концентрации.

Содержание бенз(а)пирена в пробах почв варьировалось в диапазоне от 0,30 до 362 мкг/кг (18,1 ПДК). Суммарные концентрации шестнадцати приоритетных ПАУ находились в диапазоне от 58,9 до 5396 мкг/кг. Среднее содержание бенз(а)пирена в почвах на обследованной территории составило 31,7 мкг/кг, суммы ПАУ - 785 мкг/кг. Согласно расчету, загрязнение бенз(а)пиреном выше ПДК распространяется не только на территорию города, но и на расстояние до 3 км в юго-западном направлении от основного источника - действующей ТЭЦ.

Состояние почв г. Байкальск и прилегающих территорий с точки зрения опасности загрязнения почв комплексом тяжелых металлов по суммарному показателю загрязнения Z_ф (с учётом фонов) является допустимым. В отдельных пробах было отмечено превышение установленных нормативов содержания никеля (до

2,6 ОДК), цинка (до 5 ОДК), свинца (до 1,9 ОДК), меди (до 11,1 ОДК), кадмия (до 1,7 ОДК). Интервал содержания мышьяка в почвах составлял от 2,0 до 9,5 мг/кг, что соответствует среднему содержанию в почвах мира. Средние уровни мышьяка в почвах промышленной площадки и города сопоставимы с фоновыми значениями, незначительно их превышая.

Среднее содержание общей ртути в пробах почв составило 0,067 мг/кг. Максимальная концентрация была зафиксирована на территории БЦБК и составляла 0,37 мг/кг. Максимальные концентрации в фоновых и городских районах были в 3-4 раза меньше и составили 0,096 и 0,108 мг/кг соответственно. В среднем на полигонах захоронения отходов и вблизи промышленной площадки содержание ртути в почвах было примерно в два раза выше по сравнению с фоновыми и селитебными территориями (0,081 и 0,046 мг/кг соответственно). Содержание метилртути варьировалось в диапазоне от <0,15 до 0,59 мкг/кг, среднее содержание составило 0,15 мкг/кг. Вклад метилированных форм в общее содержание ртути не превышал 0,79 % (в среднем - 0,24 %).

4.3. Арктическая зона Российской Федерации

Общая характеристика

Арктическая зона Российской Федерации (АЗ РФ) - регион огромного потенциального источника природных ресурсов (нефти, газа, минералов) и транспортного морского пути Европа - Азия.

Согласно утвержденным Указом Президента Российской Федерации от 5 марта 2020 г. № 164 «Основам государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2035 г.» развитие Арктической зоны Российской Федерации, определенной Указом Президента Российской Федерации от 02.05.2014 г. N 296 (с изменениями и дополнениями) «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации» (рис. 4.20), в качестве стратегической ресурсной базы и ее рациональное использование в целях ускорения экономического роста Российской Федерации, развитие Северного морского пути, охрана окружающей среды и обеспечение экологической безопасности относятся к национальным интересам Российской Федерации в Арктике.



1. Мурманская область;
2. Республика Карелия (в составе Беломорского, Лоухского, Калевальского, Кемского, Сегежского муниципальных районов, Костомукшского г.о.);
3. Архангельская область (в составе Лешуконского, Мезенского, Онежского, Пинежского и Приморского муниципальных районов, территории муниципальных образований «Город Архангельск», «Город Новодвинск», «Северодвинск», «Новая Земля»);
4. Ненецкий АО;
5. Ямало-Ненецкий АО;
6. Республика Коми (в составе Усть-Цилемского муниципального района, муниципальных образований городских округов «Воркута», «Инта», «Усинск»);
7. Красноярский край (в составе Таймырского Долгано-Ненецкого, Туруханского, Эвенкийского муниципальных районов, территории городского округа города Норильск, сельских поселений «Суринда», «Тура», «Нидым», «Учами», «Тутончаны», «Есей», «Чиринда», «Эконда», «Кислокан», «Юкта»);
8. Республика Саха (Якутия) (в составе Абыйского, Аллаиховского, Анабарского (Долгано-Эвенкийского), Булунского, Верхнеколымского, Верхоянского, Жиганского, Момского, Нижнеколымского, Оленекского, Среднеколымского, Усть-Янского и Эвено-Бытантайского улусов (районов));
9. Чукотский АО;
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. 4.20. Картосхема территории Арктической зоны Российской Федерации в соответствии с Указом Президента Российской Федерации от 02.05.2014 г. N 296 (с изменениями и дополнениями) «О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации»

Территория суши Арктической зоны Российской Федерации составляет 4,01 млн. км², где в настоящее время проживает около 2,5 млн. чел, что составляет менее 2% населения России (табл. 4.15).

Таблица 4.15. Территории Арктической зоны Российской Федерации

№	Территории	Площадь, км ²	Население, чел.	АЗ в субъекте: площадь/насел.%
1.	Мурманской области	144 902,00	732 864	АЗ: 100 / 100%
2.	Ненецкого автономного округа	176 700,00	44 389	
3.	Чукотского автономного округа	721 481,00	49 527	
4.	Ямало-Ненецкого автономного округа	769 250,00	547 010	
5.	Мун. обр. "Беломорский муниципальный район"	12 797,00	15 190	Республика Карелия АЗ: 39 / 18%
6.	Мун. обр. "Лоухский муниципальный район"	22 551,00	10 262	
7.	Мун. обр. "Кемский муниципальный район"	8 029,00	13 961	
8.	Мун. обр. «Калевальский муниципальный район»	13 259,90	6 489	
9.	Мун. обр. «Сегежский муниципальный район»	10 570,97	34 761	
10.	Г.о. Костомукшский городской округ	4 046,00	30 273	
Итого АЗ Республики Карелия		71 253,87	111 293	
Республика Карелия		180 520,00	609 071	
11.	Мун. обр. "Город Архангельск"	294,42	344 979	Архангельская область АЗ: 42 / 58%
12.	Мун. обр. "Мезенский муниципальный район"	34 410,21	8 127	
13.	Мун. обр. "Новая Земля"	83 000,00	3 576	
14.	Мун. обр. "Город Новодвинск"	41,00	37 256	
15.	Мун. обр. "Онежский муниципальный район"	23 755,73	29 031	
16.	Мун. обр. "Приморский муниципальный район"	46 133,61	24 278	
17.	Мун. обр. "Северодвинск"	120,51	180 806	
18.	Мун. обр. Лешуконский муниципальный район»	28 083,59	5 840	
19.	Мун. обр. «Пинежский муниципальный район»	32 116,39	20 496	
Итого АЗ Архангельской области		247 955,46	654 389	
Архангельская область		589 913,0	1 127 051	
20.	Мун. обр. городского округа "Воркута" - - АЗ Республики Коми	24 179,64	52 292	Республика Коми АЗ: 31 / 16%
21.	Мун. обр. «Усть-Цилемский муниципальный район»	42 511,10	11 056	
22.	Мун. обр. городского округа "Инта"	30 100,00	26 779	
23.	Мун. обр. городского округа «Усинск»	30 564,20	42 780	
Итого АЗ Республики Коми		127 354,94	132 907	
Республика Коми		415 900,00	813 590	
24.	Абыйского улуса (района)	69 435	3 916	Республика Саха (Якутия) АЗ: 22 / 7%
25.	Аллаиховского улуса (района)	107 300,00	2 726	
26.	Анабарского национального (Долгано-Эвенкийского) улуса (района)	55 600,00	3 672	
27.	Булунского улуса (района)	223 582,55	8 501	
28.	Верхоянского улуса (района)	134,4	10 981	
29.	Верхнеколымского улуса (района)	67,8	3 984	
30.	Жиганского улуса (района)	140,2	4 179	
31.	Момского улуса (района)	104,6	4 051	
32.	Нижнеколымского района	87 117,54	4 228	
33.	Оленекского улуса (района)	318,0	4 326	
34.	Среднеколымского улуса (района)	125,2	7 312	
35.	Усть-Янского улуса (района)	120 278,08	7 035	
36.	Эвено-Бытантайского улуса (района)	52,3	2 879	
Итого АЗ Республики Саха (Якутия)		664 255,67	67 790	
Республика Саха (Якутия)		3 083 523	981 971	
37.	Городского округа города Норильска	23,16	182 701	Красноярский край АЗ: 47 / 8%
38.	Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района	879 900,00	31 627	
39.	Туруханского района	209 309,18	15 660	
40.	сельское поселение "Поселок Суринда"	0,52	435	
41.	сельское поселение "Поселок Тура"	12,93	5 343	
42.	сельское поселение "Поселок Нидым»	0,90	170	
43.	сельское поселение "Поселок Учами"	0,38	97	
44.	сельское поселение "Поселок Тутончаны",	0,82	209	
45.	сельское поселение "Поселок Ессей"	0,92	639	
46.	сельское поселение "Поселок Чиринда"	0,66	197	
47.	сельское поселение "Поселок Эконда»	0,43	288	
48.	сельское поселение "Поселок Кислокан"	0,74	101	
49.	сельское поселение "Поселок Юкта"	0,80	89	
Итого АЗ Красноярского края		1 089 251,44	237 556	
Красноярский край		2 339 700	2 855 899	
Всего АЗ России		4 012 404,38	2 577 725	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 относятся 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 разнообразность мхов. В лесотундре в европейской части Арктической зоны появляется сосна обыкновенная, ель, береза. В сибирской части АЗ в средней и восточной частях 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 T3288 среднемесячной температуры на 3288 станциях Земного шара (расположение станций на территории Российской Арктики (РА) показано на рис. 4.21), для осадков - по данным архива R1383 (оба массива поддерживаются в ФГБУ «ИГКЭ» Росгидромета для целей мониторинга климата). 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 ФГБУ «АНИИ» Росгидромета.

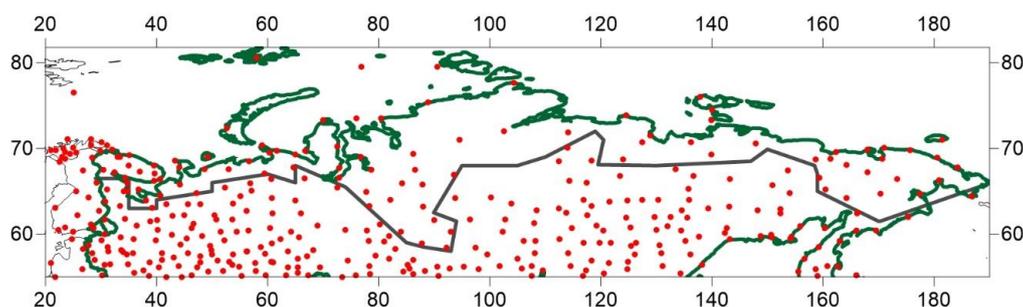


Рис. 4.21. Положение станций архива T3288 (граница Российской Арктики показана жирной линией)

Температура воздуха

Данные о годовых и сезонных региональных аномалиях температуры воздуха в РА в 2023 г. представлены в таблице 4.16. Географическое распределение аномалий - на рис. 4.22.

Таблица 4.16. Характеристики годовых (январь-декабрь) и сезонных аномалий температуры воздуха в секторах Российской Арктики в 2023 г. Аномалии (VT, °C) рассчитаны относительно норм периода 1991-2020 гг., ранги приведены для рядов с 1936 г. Красной заливкой выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранг 1, 2 или 3), розовой - имеющие ранг 4 или 5.

	Год (январь-декабрь)		Зима		Весна		Лето		Осень	
	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг
Российская Арктика (РА)	1,12	8	1,62	9	0,51	18	0,93	3	1,96	3
Европейский сектор РА	1,55	4	2,99	7	1,56	10	1,61	5	0,76	21
Сибирский сектор РА	1,51	5	1,41	22	0,35	20	1,33	4	2,88	2
Восточный сектор РА	0,35	12	0,82	17	-0,12	27	0,01	19	1,90	8

В 2023 г. температура в Российской Арктике была выше нормы на 1,12°C. Температуры выше нормы наблюдались всюду в РА. Осредненные аномалии температуры по Европейскому (1,55°C) и Сибирскому (1,51°C) секторам - среди пяти самых крупных, а по Восточному сектору (0,35°C). Наиболее теплые условия наблюдались всюду от Белого моря до Обской губы.

Зимой в Российской Арктике аномалия температуры составила 1,62°C, в Европейском (2,99°C), тепло всюду, на побережье Белого и Баренцево морей отмечались 95%-е экстремумы, аномалии на Северном Урале около +4°C. На западе Сибирского сектора (1,41°C) температуры были выше климатической нормы, а на востоке (на Северо-Сибирской низменности) - ниже климатической нормы. В Восточном секторе (0,82°C) от дельты Лены до течения Колымы температуры ниже климатической нормы (аномалии до -2°C), а на Чукотке - выше климатической нормы.

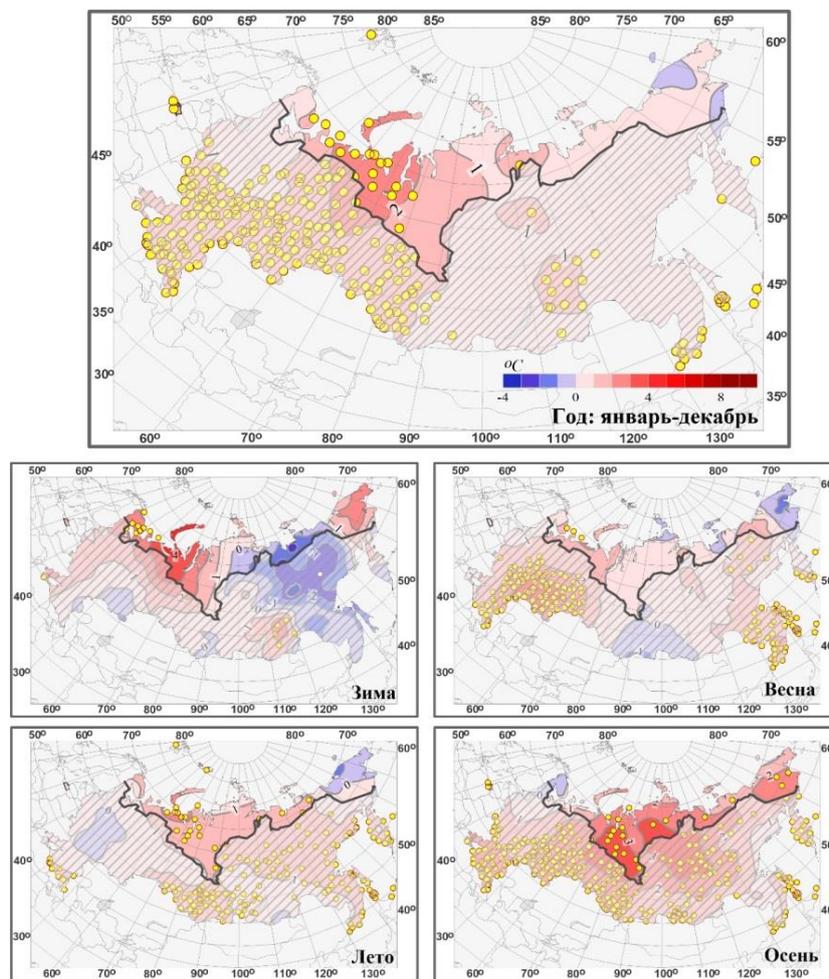


Рис. 4.22. Годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии температуры воздуха в Российской Арктике. Аномалии (°C) рассчитаны относительно норм периода 1991-2020 гг. Желтыми кружками показаны аномалии выше 95-го процентиля.

Весна была близка к норме, осредненная по РА аномалия температуры составила 0,51°C. На большей части РА температуры были выше климатической нормы. В Европейском секторе (1,56°C) аномалии температуры были выше 1°C, на ряде станций побережья Белого и Баренцево морей отмечались 95%-е экстремумы температуры. В Сибирском секторе (0,35°C) температуры ниже климатической нормы наблюдались лишь на севере Таймыра и на островах Северной Земли. В Восточном секторе (-0,12°C) температуры ниже климатической нормы наблюдались на Яно-Индигорской низменности и на Новосибирских островах, на Чукотке и в бассейне Алдана, а выше нормы - в нижнем течении Лены и в бассейне Колымы.

Лето на большей части РА было очень теплым, от западных границ до течения Колымы температуры были выше климатической нормы, осредненная по РА летняя аномалия температуры составила 0,93°C. Наиболее теплые условия сложились в Европейском секторе: аномалия температуры составила 1,61°C, и в Сибирском секторе (1,33°C, на западе отмечались 95%-е экстремумы температуры). В Восточном секторе (0,01°C) температуры выше нормы наблюдались от нижнего течения Лены до течения Колымы - на ряде станций отмечались 95%-е экстремумы, а далее на восток температуры были ниже климатической нормы.

Осенью осредненная по РА аномалия температуры составила 1,96°C. На большей части РА (кроме Кольского полуострова) температуры были выше климатической нормы. Наиболее теплые условия сложились в Сибирском секторе (2,88°C) и в Восточном секторе (1,90°C) - на многих станциях отмечались 95%-е экстремумы. В Европейском секторе (0,76°C) температуры были выше нормы от Белого моря до Урала, а на Кольском полуострове - температуры были ниже нормы (аномалии до -1°C).

Временные ряды региональных средних годовых аномалий для РА и ее секторов показаны на рис. 4.23, сезонных (для РА в целом) - на рис. 4.24. Рост среднегодовой температуры наблюдается в РА и всех секторах с 1970-х гг. и резко ускоряется в XXI веке. Максимальное потепление за 1976-2023 гг. происходит в восточном секторе РА: 0,80°C/10 лет и Сибирском секторе РА: 0,74°C/10 лет (в целом по РА 0,70°C/10 лет).

Из сезонов в целом по РА самое быстрое потепление отмечено весной (0,91°C/10 лет). Во все сезоны отмечается ускорение потепления в XXI веке. Осенью оно приостанавливалось между 2010-2015 гг.

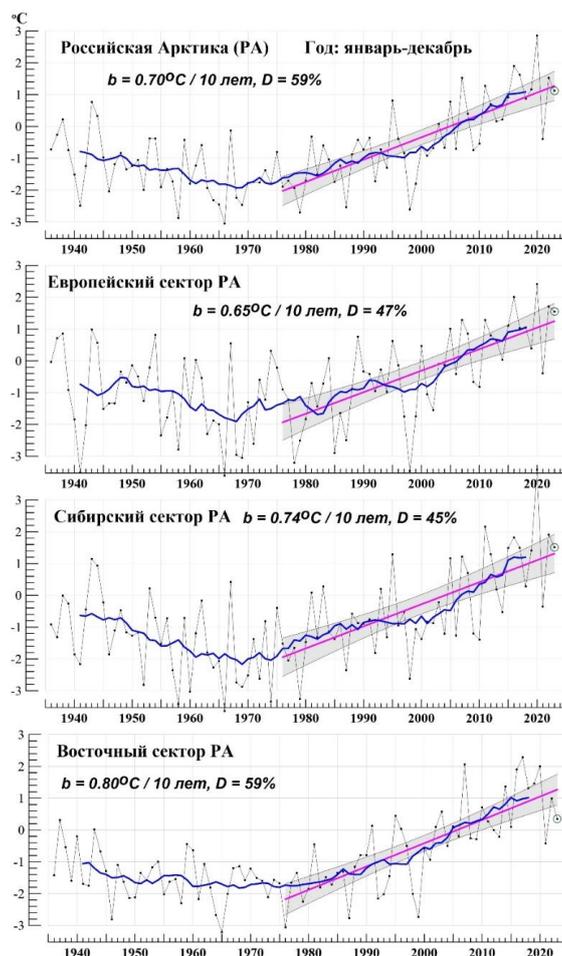


Рис. 4.23. Годовые (январь-декабрь) аномалии температуры воздуха в Российской Арктике и ее секторах в 1936-2023 гг. Жирная синяя кривая - 11-летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2023 гг.

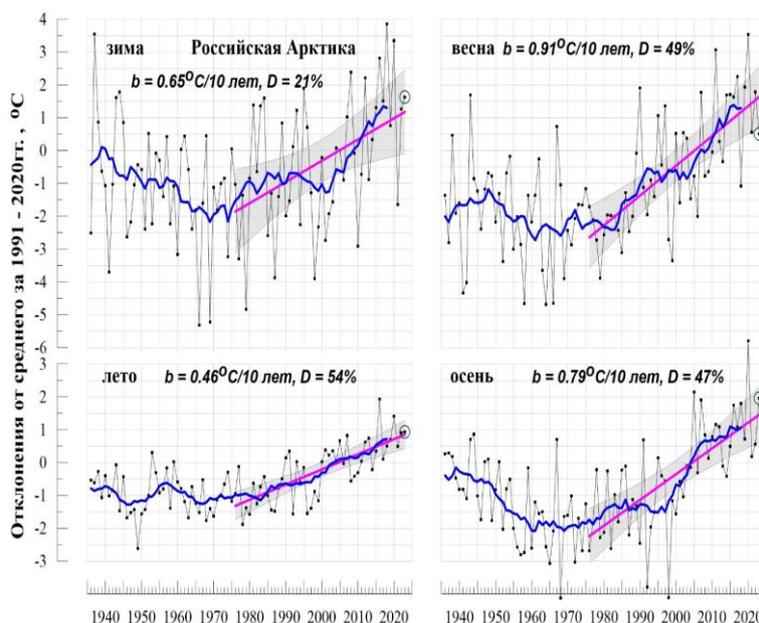


Рис. 4.24. Сезонные аномалии температуры воздуха в Российской Арктике в 1936-2023 гг. Жирная синяя кривая - 11-летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2023 гг.

Осадки

Данные о годовых и сезонных суммах осадков в секторах Российской Арктики в 2023 г. представлены в таблице 4.17, а географическое распределение осадков за год в целом и сезоны представлено на рис. 4.25.

В целом за 2023 г. по РА выпало 108% нормы осадков, особенно много осадков выпало в Сибирском секторе (112% нормы) - превышение осадков над нормой наблюдалось восточнее течения рек Таз и Енисей, на ряде станций отмечались 95%-е экстремумы. В Европейском секторе (105% нормы осадков) превышение осадков над нормой наблюдалось на Кольском полуострове, на побережье Баренцево моря, на Новой Земле, дефицит - на побережье

Белого моря. В Восточном секторе (100%) превышение осадков над нормой наблюдалось на побережье моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря, а дефицит - на Анадырском плоскогорье, на Чукотском полуострове.

Таблица 4.17. Характеристики годовых (январь-декабрь) и сезонных осадков (% от нормы периода 1991-2020 гг.) в секторах Российской Арктики. Ранги приведены для рядов с 1936 г. Зеленой заливкой выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранг 1, 2 или 3), бледно-зеленой - имеющие ранг 4 или 5.

	Год (январь-декабрь)		Зима		Весна		Лето		Осень	
	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг
Российская Арктика (РА)	108	11-13	100	39-44	101	23-27	105	38-41	129	2
Европейский сектор РА	105	17-19	97	35	100	24-27	91	54-56	129	3
Сибирский сектор РА	112	4	106	16-17	107	16-17	112	28	124	5
Восточный сектор РА	100	58-59	89	65	79	72-74	100	62-65	134	12

Зимой, в целом за сезон по РА выпало 100% нормы осадков. В Европейском секторе (97%) всюду (кроме запада Кольского полуострова) наблюдался дефицит осадков. В Сибирском секторе также выпало 100% нормы осадков; дефицит осадков был отмечен в районе Обской губы, а на востоке сектора - превышение осадков. В Восточном секторе (89% нормы) преобладал дефицит осадков (превышение осадков наблюдалось лишь в нижнем течении Лены и южнее течения реки Анадырь).

Весной, в целом за сезон по РА выпало 101% нормы осадков. В Европейском секторе (100% нормы) и на востоке Восточного сектора (79% нормы) преобладал дефицит осадков. В Сибирском секторе выпало 108% нормы. Превышение осадков наблюдалось от течения Енисея до течения Индигирки.

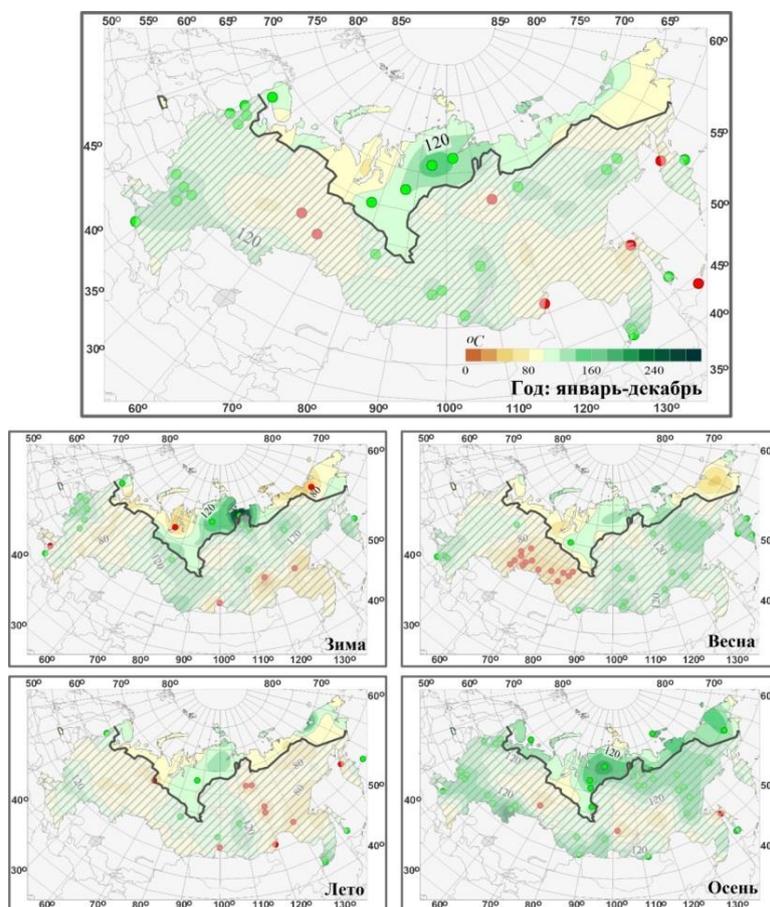


Рис. 4.25. Годовые (январь-декабрь) и сезонные суммы осадков (% от нормы периода 1991-2020 гг.) в Российской Арктике. Зелеными кружками показаны станционные аномалии выше 95-го перцентиля, красными - ниже 5-го.

Летом в целом по РА выпало 105% нормы. В Европейском секторе (91% нормы), дефицит осадков наблюдался всюду кроме Кольского полуострова. В Сибирском секторе (112% нормы) превышение осадков наблюдалось на большей территории, кроме полуострова Ямал и Гыданского полуострова. В Восточном секторе (100% нормы) превышение осадков наблюдалось на Новосибирских островах, на побережье - от течения Колымы до Чукотской губы и на побережье Анадырского залива, дефицит осадков - на остальной части сектора.

Осенью в целом по РА выпало 129% нормы - вторая величина в ряду с 1936 г и первая за последние 50 лет (рекордное значение было зафиксировано осенью 1966 г. - 132% нормы). Превышение осадков наблюдалось всюду в РА, кроме верховьев Оби. В целом во всех секторах наблюдалось превышение осадков, особенно в Европейском (129%) и в Сибирском (124%) секторах, на ряде станций были отмечены 95%-е экстремумы.

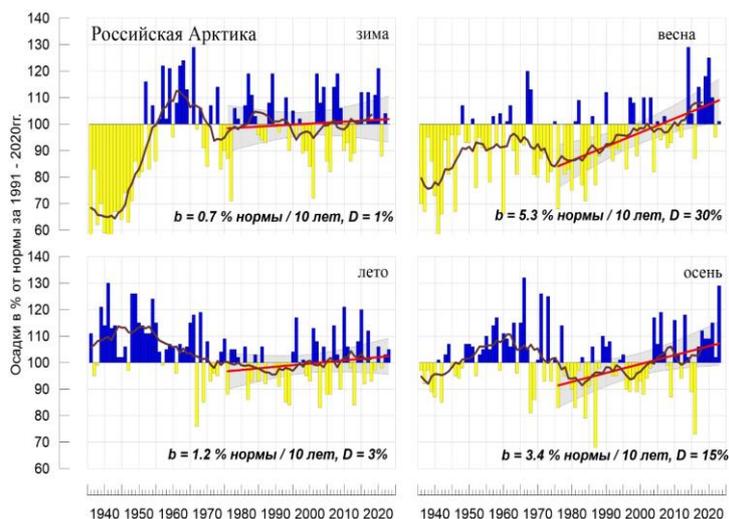


Рис. 4.26. Сезонные суммы осадков (% нормы) в Российской Арктике в 1936-2023 гг. Жирная темная кривая - 11-летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2023 гг.

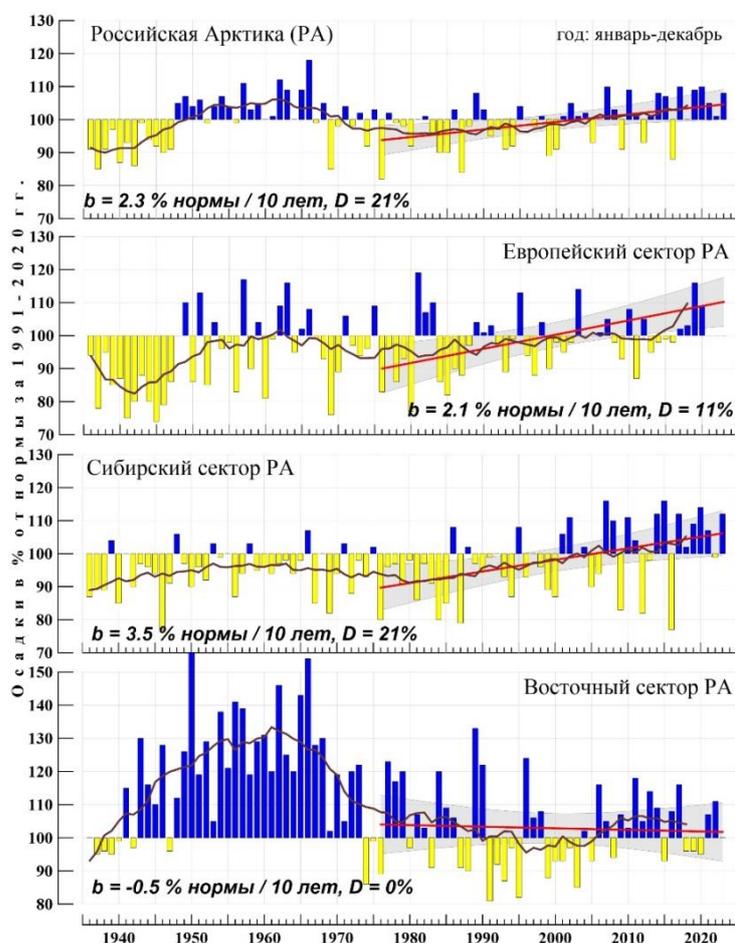


Рис. 4.27. Годовые (январь-декабрь) суммы осадков (% нормы) в Российской Арктике и ее секторах в 1936-2023 гг. Жирная темная кривая - 11-летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2023 гг.

За период 1976-2023 гг. наблюдается значимый на 1%-м уровне рост среднегодовых осадков в целом по РА: 2,3% нормы за 10 лет (рис. 4.27). Рост среднегодовых осадков наблюдался во всех секторах, кроме Восточного.

В Европейском секторе прослеживается монотонное увеличение с 1970-х, тренд значим на 5%-м уровне.

В Сибирском секторе тренд составляет в этот период 3,5% нормы за 10 лет, и он значим. В Восточном секторе наблюдался рост осадков с начала XX века до начала 1960-х и с середины 1990-х по 2010-е гг.

Поведение осадков в азиатских секторах РА похоже на долгопериодные колебания с периодом около 50-60 лет. Максимум около 1960 г. прослеживается также в Европейском секторе.

Рост весенних осадков в РА составляет 5,3% нормы за 10 лет и объясняет 30% общей дисперсии ряда, осенних осадков 3,5% нормы за 10 лет (объясняет 15% общей дисперсии), (рис. 4.26). Осадки растут также и зимой, и летом, но тренды 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.

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 с 1951 по 2023 гг. в районе акватории арктических морей, по которым проходит трасса СМП (моря Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское) по данным 24 метеостанций, расположенных на побережье и островах, представлены на рис. 4.28.

Наряду с большей межгодовой изменчивостью приповерхностной температуры воздуха (ПТВ) отмечаются те же особенности, что и во всей морской Арктике. Начало потепления приходится на 1998 г. зимой и на 1996 г. летом с абсолютным летним максимумом в 2020 г. и зимним в 2018 г.

Особенно заметно потеплело в 2010-е гг. Данные метеорологических станций на побережье и островах морей показывают повышение зимней температуры воздуха с 1970-х гг. по 2018 г. на 6 °С, а летней к 2020 г. почти на 3 °С. В 2023 г. зимой температура понизилась на 0,7 °С, а летом повысилась на 0,2 °С.

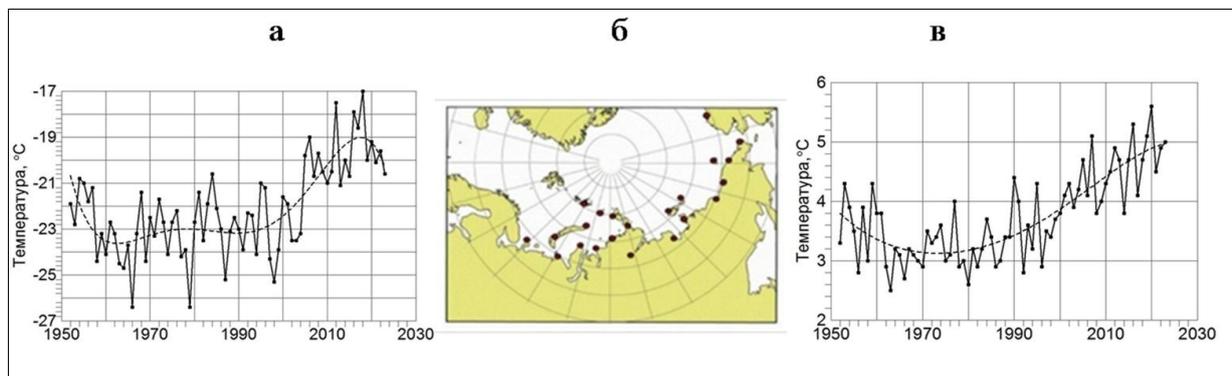


Рис. 4.28. ПТВ зимой (а) и летом (в) на акватории морей СМП по данным 24 станций, расположенных на островах и берегах морей (б). Пунктир – полином 5-й степени

Сокращение морского ледяного покрова является наиболее обсуждаемым проявлением глобального потепления в Арктике. Современный период сокращения площади арктического морского льда хорошо документирован по данным измерений со спутников.

В Северном Ледовитом океане площадь, занятая льдом (ледовитость) на сезонном минимуме в сентябре сократилась с 1980 г. до 2012 г. в 2,2 раза. При этом сокращение тесно связано с ростом летней температуры воздуха.

На акватории арктических морей, по которым пролегает Северный морской путь (СМП), ледовитость в сентябре (рис. 4.29), сокращалась с 1996 г. вместе с ростом летней температуры воздуха и за десять лет уменьшилась в восемь раз, с 1892 тыс. км² до 234 тыс. км². В последующие годы площадь колебалась вблизи этого уровня с минимальным значением 26,3 тыс. км² в 2020 г. Зимой сокращение морского ледяного покрова много меньше, чем летом. От максимума в марте 1982 г. до минимума в марте 2016 г. сокращение составило около 1% в морях СМП.

Значительно уменьшилась с 1999 по 2017 гг. сумма градусодней мороза (СГДМ), влияющая на разрастание ледяного покрова на акватории морей СМП в холодную часть года с октября по апрель и на последующее летнее таяние и сокращение площади морских льдов. После 2017 г. этот показатель климата Арктики растет вместе с ростом ледовитости морей СМП (рис. 4.30).

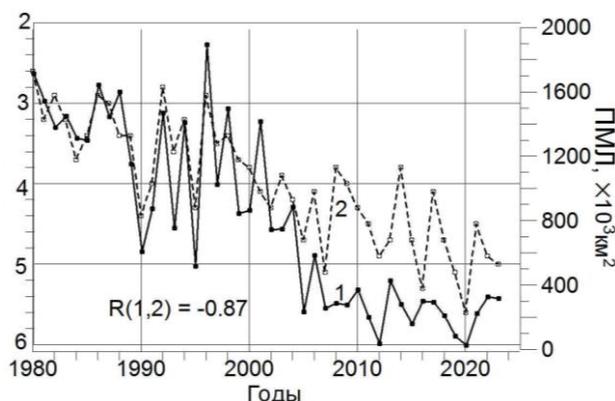


Рис. 4.29. Площадь, занятая морским льдом в сентябре (1), и летняя температура воздуха (2) на акватории морей Северного морского пути в 1980-2023 гг.

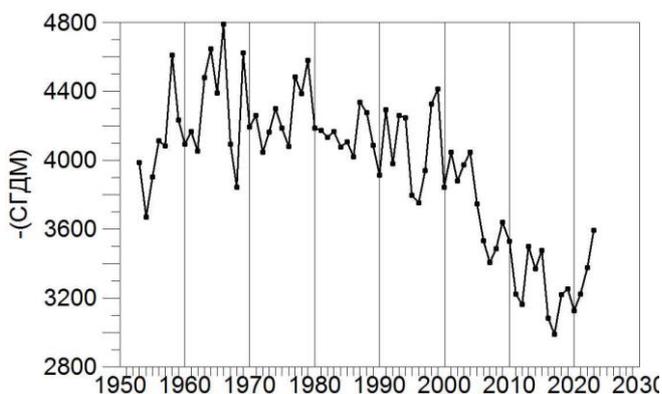


Рис. 4.30. Сумма градусодней мороза за октябрь-апрель по данным о ПТВ на 24 станциях на побережье и островах морей Северного морского пути

4.3.2. Комплексная оценка состояния и загрязнения окружающей среды в Арктической зоне Российской Федерации

Состояние озонового слоя над Арктическими регионами Российской Федерации

В Арктической зоне РФ по результатам многолетнего мониторинга состояния озонового слоя станции Арктического региона при проведении анализа разделены на 2 части: западная часть включает станции - Мурманск, Печора, Архангельск, Баренцбург, Остров Хейса; восточная часть - Тикси, Оленек, Остров Котельный, Мыс Баранова. Станции о-ва Хейса и мыса Баранова сложно однозначно отнести к одному из двух регионов из-за их пограничного географического и климатического расположения. В зависимости от особенностей циркуляции в рассматриваемый период состояние озонового слоя над этими станциями приобретает черты то одного региона, то другого.

Среднемесячные и среднегодовые значения общего содержания озона (ОСО) в 2023 г. на каждой станции Арктического региона приведены в таблице 4.18.

Таблица 4.18. Общее содержание озона на станциях Арктического региона в 2023 г.

Месяцы / Станции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
<i>Общее содержание озона в 2023 г., е.Д.*</i>													
Баренцбург			487	385	372	372	307	278	275				353
Мурманск		319	458	381	361	361	312	280	263	258	299		329
Печора	310	327	417	402	355	355	311	292	273	290	291		329
Архангельск	309	310	399	374	353	353	316	274	269	269	291		320
о.Хейса			439	424	390	341	309	267	262				347
Тикси		463	453	436	403	329	316	279	290	305			364
Оленек		429	432	439	407	343	322	289	291	303	323	365	358
о.Котельный			461	419	409	339	371	283	287	296			358
Мыс Баранова			456	436	382	333	318	266	245	239			334

Примечание:

* 1 е.Д. = 0.001 атм. см;

Полученные за 50 лет ряды наблюдений позволили рассчитать для каждой станции Арктического региона, а также для восточной и западной его частей климатические нормы, за которые приняты средние многолетние значения ОСО за период 1991-2020 гг. (табл. 4.19).

Ежемесячные и среднегодовые значения ОСО за 2023 г. над восточной и западной Арктикой, новые тридцатилетние нормы и средние квадратичные отклонения для этих секторов, а также отклонения значений ОСО от нормы (в процентах) приведены в таблице 4.19.

Таблица 4.19. Общее содержание озона в Западной и Восточной Арктике в 2023 г., нормы** и средние квадратичные отклонения

Месяцы / Регионы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
<i>Общее содержание озона в 2023 г., е.Д.*</i>													
Вост. Арктика		446	451	432	400	336	332	279	278	286	323		354
Зап. Арктика	309	319	440	393	366	356	311	278	268	272	294		336
<i>Норма, е.Д. и стандартные отклонения, %</i>													
Вост. Арктика		408 49,5	417 41,8	424 36,4	400 20,2	350 13,5	315 12,5	299 9,7	294 15,1	292 18,4	296 23,2		365 23,2
Зап. Арктика	328 51,6	362 39,9	385 38,7	394 29,6	382 13,1	351 12,4	322 10,4	307 12,4	288 10,6	273 12,5	270 20,2		334 14,1

Примечание: * 1 е.Д. = 0.001 атм. -см;

**норма - средние многолетние значения и стандартные отклонения (нижняя строка) за 1991-2020 гг.

Результаты, приведенные в таблицах 4.18 и 4.19, а также на рис. 4.31 демонстрируют наличие всех особенностей поля ОСО, которые были отмечены при анализе вариаций поля озона для прилежащих регионов РФ, но все аномалии несколько отличаются по амплитуде и иногда смещены по времени.

В начале года основной центр циркумполярного вихря (область с традиционно низкими значениями ОСО) располагался в канадском секторе Арктики, но постепенно сместился в Арктическую зону РФ. Затем его вытеснил высотный арктический антициклон (образование с высокими значениями ОСО), который занял практически всю полярную зону. Значения ОСО в нем ближе к центру в конце февраля достигали 600 е.Д., что выше нормы на 50%. Западная часть Арктики РФ в конце февраля - начале марта находилась под влиянием этого образования. Превышение нормы в ежедневных значениях по станции Баренцбург составило до +50%, по станциям Мурманск и Архангельск до +35%.

Со второй декады марта влияние на западную Арктику оказали крупномасштабные устойчивые атмосферные процессы, из-за которых возникла область с низкими значениями ОСО от северной Атлантики через северную Европу и до акватории Баренцева моря. Дальнейшее продвижение на восток было блокировано арктическим антициклоном, под влиянием которого, в основном находилась восточная Арктика.

В 2023 г. в западной части Арктического региона среднее за год значение составило 336 е.Д., что достаточно близко к норме (-1,2%). Особенности в годовом ходе отклонений практически повторяют особенности, характерные для Севера ЕЧР. Имеют место значительные колебания отклонений при близком к норме среднегодовом значении. Отрицательные отклонения - в феврале (-12%) и августе (-9,4%), положительные - в марте (+14%) и ноябре (+9%).

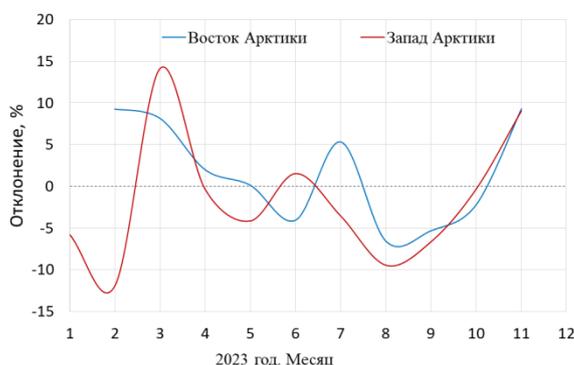


Рис. 4.31. Отклонения от нормы среднемесячных значений ОСО для восточного и западного секторов Арктики в 2023 г.

В восточном секторе Арктического региона отклонения распределялись иначе. До мая ОСО в среднем было выше нормы, а затем началось чередование положительных и отрицательных отклонений. Максимальное отрицательное отклонение наблюдалось в августе (-6%), а положительное - в феврале (+9,2%), июле (+6,8%), ноябре (+9,3%). Среднее за год значение ОСО составило 354 е.Д., что существенно выше нормы по региону (+2,9%). Значительное влияние на восточный сектор Арктики оказывал арктический антициклон.

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 станциях Тикси и Диксон. По сумме L_+ и L_- определяется суммарное значение электрической проводимости воздуха L_5 .

В таблице 4.20 представлены обобщенные за год результаты измерений V' и L_5 . В скобках указаны минимальные и максимальные значения измеряемых параметров за год.

Таблица 4.20. Среднегодовые ($V'_г$) и ($L_г$) минимальные и максимальные (в скобках) значения V' (даВ/м) и L_5 (фСм/м) за 2015-2023 гг. на станции Тикси и за 2017-2023 гг. на станции Диксон (Д)

Годы	Тикси		Годы	Диксон	
	$V'_г$	$L_г$		V'	$L_г$
2023	31 (24, 37) Т	18 (13, 24) Т	2023	32 (29, 35) Т	13 (10, 16) Т
2022	-	-	2022	33 (21, 45)	14 (10, 19) Т
2021	30 (24, 34)	16 (11, 24)	2021	-	16 (12, 20)
2020	27 (19, 42)	16 (10, 20)	2020	-	18 (12, 25)
2019	32 (21, 39) Т	16 (11, 23)	2019	45 (24, 64)	18 (13, 23)
2018	-	16 (10, 19) Т	2018	42 (23, 74)	18 (10, 30)
2017	31 (27, 37)	16 (9, 22) Т	2017	48 (30, 69)	17 (8, 28)
2016	31 (22, 37)	18 (13, 21)	2016		
2015	34 (28, 42)	18 (11, 21)	2015		

Как следует из таблицы 4.20, среднегодовые значения V' и L_5 на станции Тикси, а также L_5 на станции Диксон в 2023 г. не претерпевали значительных изменений по сравнению с предыдущими годами. Значительное уменьшение V' на станции Диксон произошло из-за вынужденной смены места установки выносного блока измерителя V' .

На рис. 4.32 показан суточный ход V' на станции Тикси в 2023 г. на фоне осредненного суточного хода V' за предшествующий период измерений.

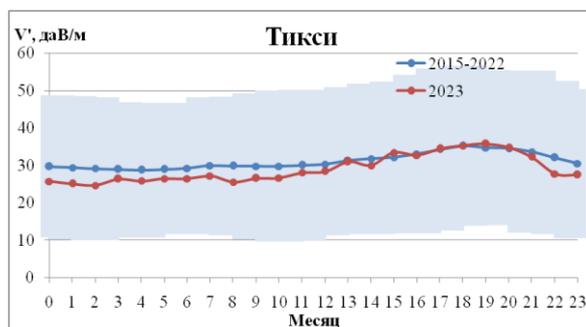


Рис. 4.32. Суточный ход V' по станции Тикси в 2023 г. на фоне осредненных значений за период 2015-2022 гг. Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения $\pm\sigma$ от среднего значения за 2015-2022 гг.

Несмотря на неполный ряд полученных в 2023 г. данных, суточный ход V' близок к осредненному ходу этого параметра за предыдущие годы. Значительные вариации значений V' обусловлены изменчивостью погодных условий Арктической зоны. Сильнейшее влияние на значения V' оказывают метели, грозы и осадки.

Оптическая плотность и прозрачность атмосферы в Арктической зоне Российской Федерации

Для оценки общего замутнения атмосферы Арктической зоны РФ в 2023 г. были использованы данные девяти арктических станций, приведенных в таблице 4.21. В 2023 г. по сравнению с 2022 г., к списку станций добавлена станция Белый Нос. Данные ОПА по станциям о-в Диксон и Сеяха из-за отсутствия погодных условий представлены за июль и август 2023 г. Если все станции расположены севернее Северного Полярного круга ($-66,6^\circ$ с.ш.), то станция Архангельск находится несколько южнее ($64,6^\circ$ с.ш.). Все станции перечислены по направлению с запада на восток. Первые 5 станций принадлежат к Западному арктическому району, о-в Диксон является пограничной станцией, последние три относятся к Центральному арктическому району. Для климата Западного района характерным является влияние североатлантических циклонов, повышенная облачность и аэрозольное загрязнение. В Центральном (Сибирском) арктическом районе основное воздействие оказывает сибирский антициклон.

Таблица 4.21. Координаты арктических станций

Станции	Северная широта ($^\circ$ с.ш.)	Восточная долгота ($^\circ$ в.д.)
Архангельск	64,6	40,5
Бугрино	68,8	49,3
Белый Нос	69,6	60,2
Елецкая	67,1	64,1
Сеяха	70,2	72,6
о-в Диксон	73,5	80,4
г. Норильск	69,3	88,3
м. Челюскин	77,7	104,3
Оленёк	68,5	112,4

Наблюдательный период в АЗРФ сокращен из-за полярной ночи, а также в отдельные месяцы могут отсутствовать условия для проведения наблюдений, а именно открытое от облаков Солнце в 5-градусной зоне вокруг солнечного диска. На рис. 4.33 представлены средние значения ОПА и их стандартные отклонения ($\pm\sigma$) за июль и август, когда наблюдения проводились на большинстве станций (без станций Сеяха и о-в Диксон).

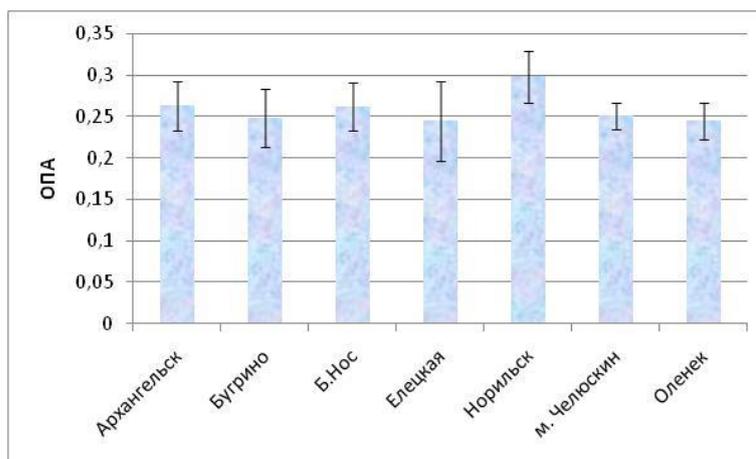


Рис. 4.33. Осредненные за наблюдательный период 2023 г. значения ОПА и их стандартные отклонения ($\pm\sigma$) на арктических станциях

Как следует из рис. 4.33, среднегодовые значения ОПА в 2023 г., в основном не выходят за пределы интервала $0,245 \div 0,265$. Лишь в г. Норильск, который является крупным промышленным центром Арктической зоны и отличается высоким аэрозольным загрязнением атмосферы, среднее значение ОПА достигало 0,298.

На станциях Арктической зоны летом возможно как увеличение, так и уменьшение оптической плотности атмосферы. Всё зависит от количества облачности и, соответственно, от соотношения вклада водяного пара и аэрозоля в ослабление солнечной радиации, максимум которой, как правило, приходится на июнь.

Различия между уровнем оптического замутнения атмосферы весной и летом 2023 г. показаны на рис. 4.34, на котором приведены значения оптической плотности атмосферы в марте и июле по большинству станций. Поскольку на станциях Сеяха и о-в Диксон не было условий для проведения наблюдений в марте, то на рисунке указаны только средние значения ОПА за июль.

На большинстве арктических станций, за исключением г. Норильска, где среднее значение ОПА в марте составило 0,317, весенние значения не превышали 0,25 и были ниже таковых в июле. Обратное соотношение имело место лишь на одной станции м. Челюскин (обсерватория им. Е.К.Федорова), где оптическая толщина в марте составила 0,256 и превосходила таковую в июле (0,236) на 8,5%.

Максимальные различия между мартом и июлем были зафиксированы на станции Елецкая, где среднее за июль значение на 62,7% превысило мартовское. Освобождение от снега земной поверхности и повышение турбулентного обмена также способствуют повышению оптической плотности атмосферы в летние месяцы.

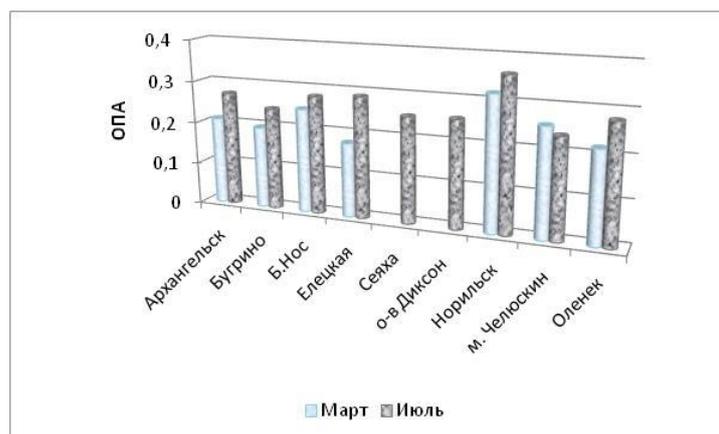


Рис. 4.34. Значения ОПА в марте и июле 2023 г. на станциях Арктической зоны

В рассматриваемой выборке фигурируют две городских станции - Архангельск и Норильск. Из рис. 4.33 и 4.34 отчетливо видно, насколько атмосфера в Норильске является более загрязненной по сравнению с Архангельском. Если в среднем за наблюдательный период 2023 г. ОПА в Норильске превышала таковую в Архангельске на 13,3%, то в марте на 51,7%, а в июле на 32,4%. Столь заметные различия в степени общего замутнения атмосферы этих городов обусловлены высоким вкладом аэрозольной составляющей в общее оптическое загрязнение атмосферы в г. Норильск.

На рис. 4.35 показано, как соотносятся между собой средние значения оптической плотности атмосферы, полученные в 2023 г., со средними значениями ОПА за последнее десятилетие с 2014 по 2023 гг., а также указан доверительный интервал $\pm\sigma$ для средних годовых значений ОПА для каждой станции относительно среднего значения ОПА за десятилетний период. Стандартные отклонения $\pm\sigma$ для средних значений ОПА за 2023 г. были показаны ранее на рис. 4.33.

Для станций Сеяха и о-в Диксон на рис. 4.35 приведены значения ОПА, осредненные лишь за сокращенный десятилетний период по причине недостаточности данных в 2023 г.

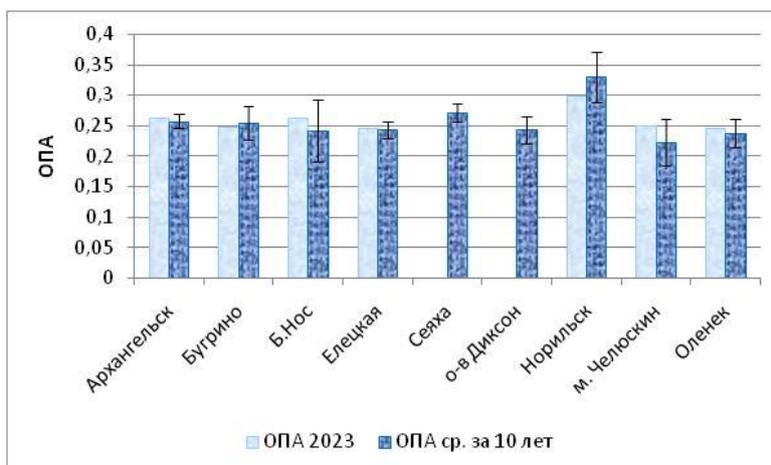


Рис. 4.35. Осредненные значения ОПА за наблюдательный период 2023 г. и за 10 лет (2014-2023 гг.), а также доверительные интервалы ($\pm\sigma$) для них

Как следует из рис. 4.35, средние значения ОПА за наблюдательный период 2023 г. менялись относительно последнего десятилетия незначительно. Наиболее значительные изменения произошли на станциях Белый Нос (+8,3%), Норильск (-9,1%) и м. Челюскин (+13,1%), однако, осредненные значения ОПА в 2023 г. не выходили за пределы доверительного интервала ($\pm\sigma$) для средних значений ОПА за десятилетний период.

Сопоставление средних уровней степени оптического замутнения атмосферы по семи станциям Арктики (без городов) и шести среднеширотным региональным станциям РФ (также без парных городов) показало, что, как и в предшествующие годы, эти уровни близки между собой. В Арктике осредненное по указанным станциям значение ОПА за 2023 г. составило $0,248 \pm 0,007$. На среднеширотных фоновых станциях $ОПА = 0,241 \pm 0,038$, причем если не учитывать низкое значение ОПА на горной станции Шаджатмаз, то $ОПА = 0,252 \pm 0,029$, т.е. различие оказывается еще меньше.

Таким образом, оптическая плотность атмосферы на фоновых станциях средних широт, как и в предшествующие годы, незначительно отличается от таковой в Арктическом регионе. Это свидетельствует о том, что арктические станции находятся под влиянием меридионального переноса загрязненных воздушных масс, поступающих с промышленно развитых регионов Евразийского континента.

Ионный состав и кислотность атмосферных осадков Арктической зоны Российской Федерации

На территории Арктической зоны РФ (АЗРФ) расположены 18 станций наблюдений за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков:

- Янискоски, Никель, Зареченск, Падун, Мурманск, Краснощелье (Мурманская обл.);

- Архангельск, Онега, Северодвинск, Мудьюг (Архангельская обл.);
- Нарьян-Мар (Ненецкий АО);
- Уренгой (Ямало-Ненецкий АО);
- Диксон, Туруханск и Норильск (Красноярский край);
- Тикси, Кюсюр и Депутатский (Республика Саха (Якутия)).

В пробах осадков анализировалось содержание основных ионов - гидрокарбонатов (HCO_3^-), хлоридов (Cl^-), сульфатов (SO_4^{2-}), нитратов (NO_3^-), ионов аммония (NH_4^+), калия (K^+), натрия (Na^+), магния (Mg^{2+}), кальция (Ca^{2+}), а также определялись показатели удельной электропроводности (проводимости) k и величины pH. Сумма основных ионов характеризует минерализацию осадков (M).

Химический состав и кислотность атмосферных осадков.

Арктический регион неравномерно испытывает антропогенную нагрузку, а химический состав осадков зависит от влияния как природных, так и антропогенных источников загрязнения (табл. 4.22).

Таблица 4.22. Минимальные (числитель) и максимальные (знаменатель) значения средневзвешенных концентраций основных ионов, минерализации (M), pH и удельной электрической проводимости (k) атмосферных осадков станций Арктической зоны РФ, 2023 г.

АЗРФ	SO_4^{2-}	Cl^-	NO_3^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	M	pH	k , мкСм/см
	мг/л											
Европейская территория Арктики												
Мурманская обл. (10 мес.)	$\frac{0,80}{2,98}$	$\frac{0,89}{2,87}$	$\frac{<0,05}{1,21}$	$\frac{<0,05}{0,64}$	$\frac{<0,05}{0,060}$	$\frac{0,58}{1,82}$	$\frac{0,16}{0,32}$	$\frac{0,27}{0,91}$	$\frac{<0,05}{0,18}$	$\frac{3,53}{9,16}$	$\frac{4,8}{5,9}$	$\frac{10}{29}$
Архангельская обл.	$\frac{1,30}{4,82}$	$\frac{0,51}{5,16}$	$\frac{0,65}{1,70}$	$\frac{0,59}{2,21}$	$\frac{0,08}{0,56}$	$\frac{0,60}{3,74}$	$\frac{0,26}{0,90}$	$\frac{0,19}{1,07}$	$\frac{0,11}{0,41}$	$\frac{5,46}{19,94}$	$\frac{5,4}{6,2}$	$\frac{10}{47}$
Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	1,94	1,62	0,46	2,48	0,24	1,50	0,48	0,77	0,12	9,61	6,0	18
Азиатская территория Арктики												
Ямало-Ненецкий АО (Уренгой)	1,18	2,11	1,14	3,47	0,60	1,36	0,55	0,72	0,15	11,28	6,1	21
Красноярский край	$\frac{1,27}{15,7}$	$\frac{0,89}{23,91}$	$\frac{0,51}{1,97}$	$\frac{1,98}{6,44}$	$\frac{0,17}{0,47}$	$\frac{0,34}{12,60}$	$\frac{0,23}{1,45}$	$\frac{1,15}{4,60}$	$\frac{0,22}{2,05}$	$\frac{7,66}{53,61}$	$\frac{5,1}{6,2}$	$\frac{16}{134}$
Республика Саха (Якутия)	$\frac{1,18}{4,50}$	$\frac{2,27}{11,62}$	$\frac{0,22}{1,13}$	$\frac{0,68}{21,83}$	$\frac{0,15}{2,88}$	$\frac{1,19}{7,39}$	$\frac{0,49}{3,12}$	$\frac{0,74}{2,43}$	$\frac{0,19}{1,05}$	$\frac{12,29}{47,15}$	$\frac{5,7}{7,0}$	$\frac{20}{112}$
Наиболее загрязненные станции АЗРФ												
Диксон	3,54	23,91	1,97	6,44	0,32	12,60	1,28	1,47	2,05	53,61	6,1	134
Норильск	15,65	1,71	0,69	1,98	0,47	0,82	1,45	4,60	0,40	27,77	5,6	105
Кюсюр	4,50	6,33	0,50	21,83	2,88	5,25	3,12	2,43	0,30	47,15	7,0	112

Для осадков, выпадающих на Европейской территории Арктики, характерны более низкие значения основных ионов по сравнению с Азиатской территорией Арктики. Максимальное средневзвешенное значение минерализации на Европейской территории Арктики было зафиксировано в осадках Мудьюга и в 2023 г. составило 19,9 мг/л.

На Кольском п-ове высокие значения суммы ионов, как и в предыдущие годы, наблюдались в осадках Мурманска и Никеля и в 2023 г. Высокая минерализация осадков этих станций в 2023 г. определялась повышенным содержанием сульфатов и хлоридов. Минимальные средневзвешенные суммы ионов характерны для осадков Краснощелья, Падуна, Зареченска и Янискоски, и в 2023 г. варьировали в диапазоне 3,5 - 4,5 мг/л.

В Мурманской области минерализация осадков в 2023 г. по сравнению с 2022 г. увеличилась в среднем на 18% в Зареченске и Краснощелье (рис. 4.36 а, б). В осадках Мурманска в 2023 г. минерализация снизилась, в основном, за счет снижения концентрации сульфатов и хлоридов и составила 9,16 мг/л, что на 40% ниже среднего значения за период.

После постепенного снижения минерализация осадков Никеля увеличилась в 2023 г. на 18% по сравнению с 2022 г., в основном, за счет роста концентрации хлоридов, натрия и сульфатов. Однако, в сравнении с 2019 г. сумма ионов снизилась на 40% что, возможно, связано с реализацией мер АО «Кольской ГМК» по снижению уровня выбросов.

Для осадков Янискоски снижение минерализации в 2023 г. находилось в пределах 10% от среднего за 2019-2023 гг. значения, в основном, за счет снижения концентрации сульфатов и гидрокарбонатов в 1,3 - 1,5 раз. Суммарная концентрация нитратов и аммония в осадках Янискоски в 2023 г. составила менее 0,03 мг/л, что в 3 раза ниже значений 2022 г.

Для осадков остальных станций Мурманской области рост или снижение минерализации варьировало в пределах 20 - 30% и также связано в основном с изменением содержания сульфатов и хлоридов (Падун), аммония и нитратов (Краснощелье) или гидрокарбонатов (Зареченск).

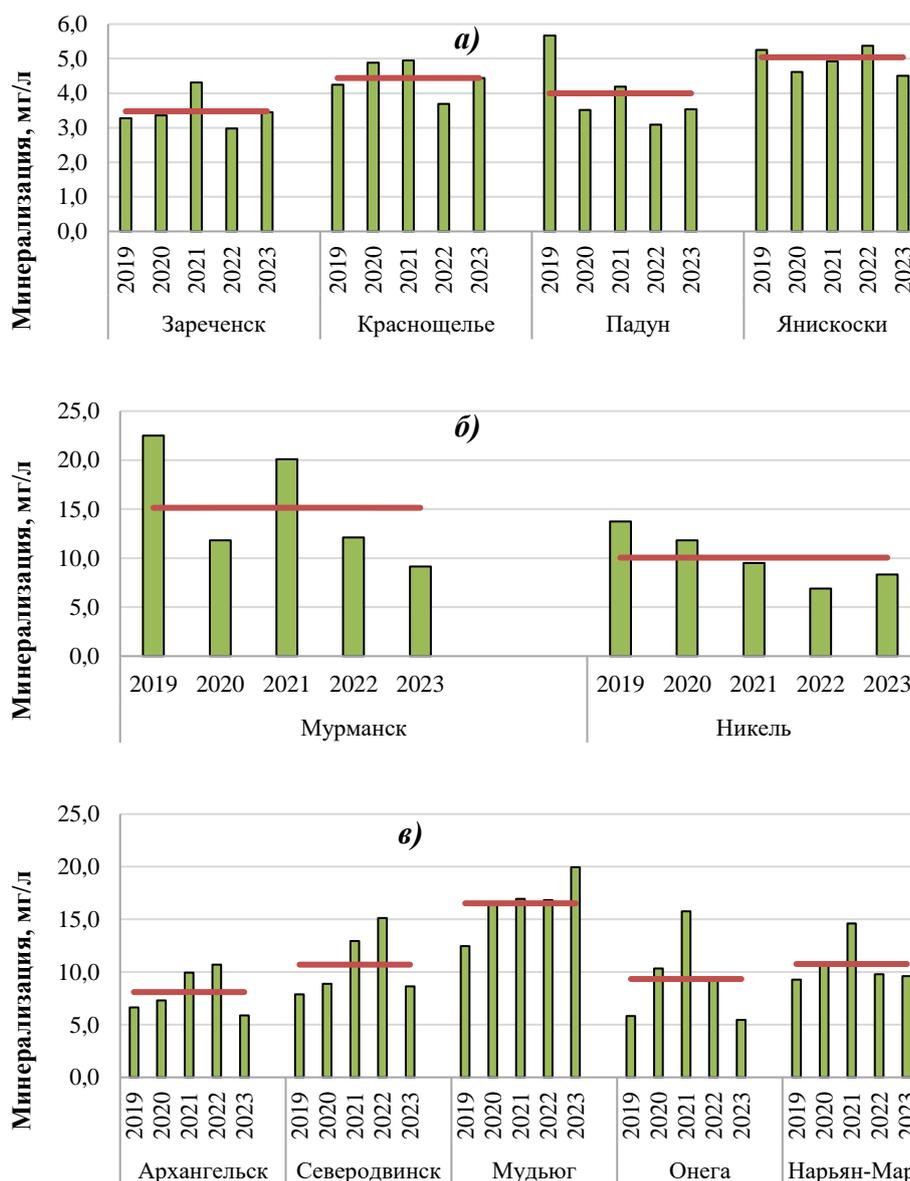


Рис. 4.36. Изменение средневзвешенной минерализации осадков на Европейской территории Арктики, 2019-2023 гг.
 а) Кольский п-ов, кроме станций Мурманск и Никель; б) Мурманск, Никель; в) Архангельская обл. и Ненецкий АО
 *красной линией показано среднее значение за 2019-2023 гг.

В Архангельской области наблюдалось снижение минерализации в осадках всех станций кроме станции Мудьюг. В Архангельске, Северодвинске и Онеге минерализация осадков по отношению к среднему значению за период снизилась на 28, 20 и 42% соответственно из-за снижения концентрации практически всех компонентов, и практически не изменилась в Нарьян-Маре (Ненецкий АО) (рис. 4.36 в). Минерализация осадков станции Мудьюг в 2023 г. была на 18% выше среднего значения за период в основном за счет роста концентраций сульфатов и хлоридов.

Следует отметить, что в предыдущие годы, наибольшее содержание нитратов было характерно для осадков Архангельской области. В 2023 г. в этом регионе снизилось содержание нитратов, аммония и гидрокарбонатов и увеличилось содержание сульфатов и хлоридов. В 2023 г. концентрация нитратов варьировала от 0,65 до 1,70 мг/л (1,78 - 2,91 мг/л в 2022 г). Содержание аммония также снизилось практически на всех станциях Архангельской области в среднем на 20%.

На Азиатской территории Арктики диапазон изменения средневзвешенной минерализации в 2023 г. составил 7,66 - 53,61 мг/л (7,5 - 71,4 мг/л в 2022 г.). Максимальные средневзвешенные значения минерализации в этом регионе, как и в предыдущие годы, были характерны для осадков Красноярского края - в Норильске из-за высокого содержания сульфатов и кальция, на станциях Диксон и Тикси вследствие высоких концентраций хлоридов и натрия преимущественно морского происхождения (рис. 4.37), а также в Республике Саха (Якутия) на ст. Кюсюр из-за высокого содержания гидрокарбонатов и хлоридов (рис. 4.38).

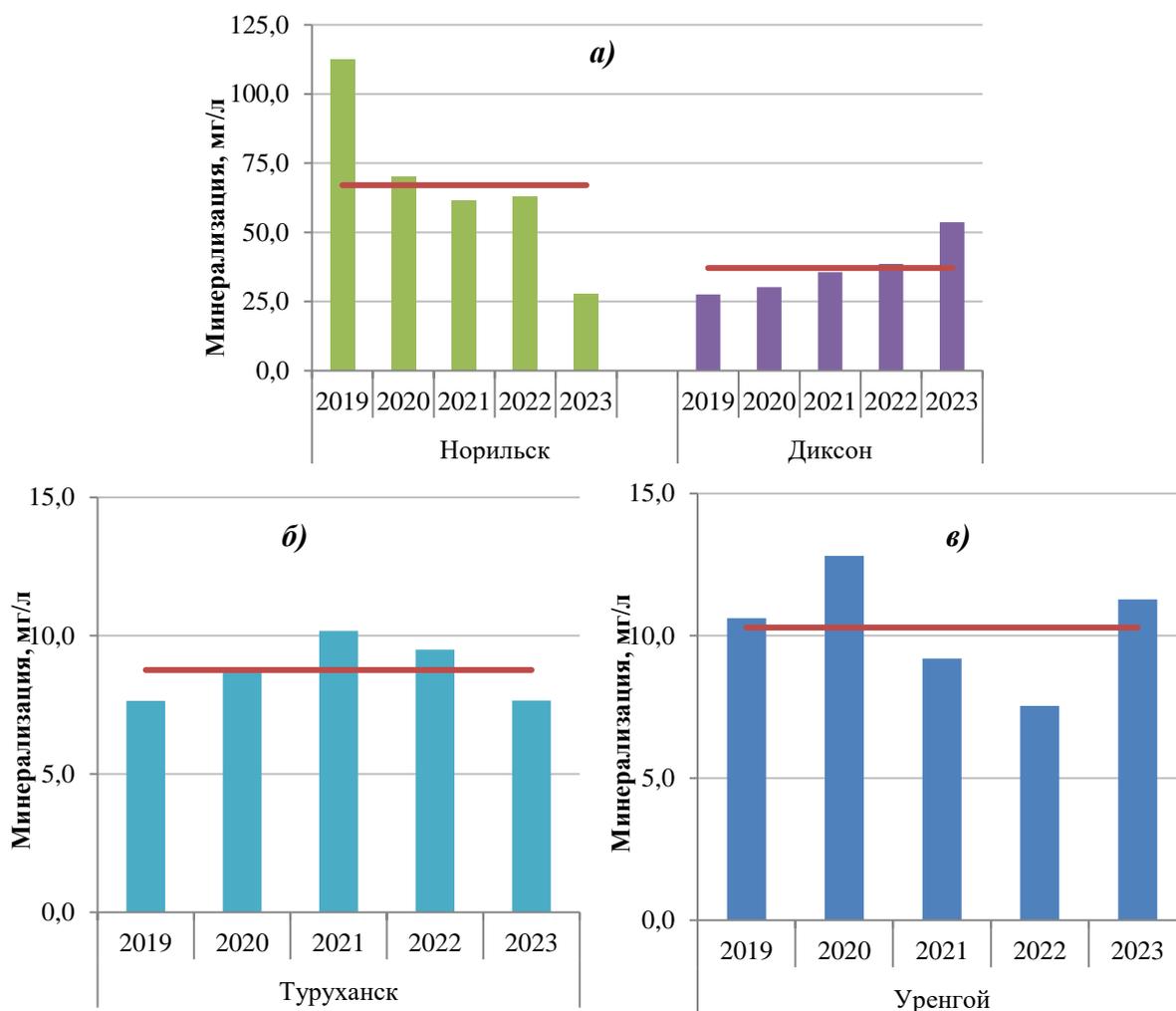


Рис. 4.37. Изменение средневзвешенной минерализации осадков на территории Красноярского края (а, б) и Ямало-Ненецкого АО (в), 2019-2023 гг. *красной линией показано среднее значение за 2019-2023 гг.

Минерализации осадков Норильска в 2023 г. составила 27,7 мг/л, что в 2,3 раза ниже, чем в 2022 г.

В 2023 г. содержание сульфатов в осадках, вносящих основной вклад в сумму ионов, уменьшилось по сравнению с 2022 г. на 40% и составило 15,65 мг/л, что является самым низким показателем в осадках Норильска за последние 5 лет. В 7 раз снизилось содержание гидрокарбонатов и в 2,5 раза кальция.

Как правило, маломинерализованные осадки выпадают в районе фоновой станции Туруханск и в Уренгое, где минерализация осадков в 2023 г. и в целом за период 2019–2023 гг. обычно не превышала значения регионального фона 15,0 мг/л (рис. 4.37).

Диапазон изменения средневзвешенной минерализации осадков в арктической зоне Республики Саха (Якутия) в 2023 г. составил 12,3 – 47,2 мг/л, а тенденция изменения по станциям показана на рис. 4.38.

В 2023 г. суммарное значение компонентов в осадках станции Кюсюр составило 47,15 мг/л, что было ниже на 44% по сравнению с 2022 г. и определялось высокими концентрациями гидрокарбонатов, которые в химическом составе составляют около 46%. Средневзвешенная концентрация гидрокарбонатов в 2023 г. составила 21,8 мг/л, что ниже значения 2022 г., но является самым высоким показателем содержания гидрокарбонатов в осадках арктических станций.

По сравнению со средним значением за 2019-2023 гг. сумма ионов в осадках Тикси увеличилась на 52% в основном за счет вклада морской составляющей. Концентрации хлорида и натрия в сумме составляют 73% от общего состава. При этом доля сульфатов увеличилась до 13%.

В целом, 2023 г. характеризуется снижением минерализации осадков на большей территории АЗРФ. Рост минерализации осадков на отдельных станциях может свидетельствовать о влиянии локальных источников загрязнения. Однако снижение минерализации осадков практически на всех станциях Кольского п-ова в 2023 г., возможно, является следствием изменения влияния региональных факторов на химический состав.

На рассматриваемой территории величина pH месячных проб осадков в 2023 г. изменялась от 4,3 (Падун) до 7,6 (Кюсюр). Намечается слабая тенденция к снижению кислотности осадков от западных к восточным районам (рис. 4.39).

На большинстве станций показатель pH осадков или снизился на 0,1 – 0,2 ед. pH или сохранился на уровне 2022 г. Наибольшие изменения произошли в Мурманске, где среднегодовое значение pH осадков уменьшилось на 0,7 ед. pH по сравнению с предыдущим годом, что, скорее всего, и связано со снижением концентрации гидрокарбонатов, и среднегодовое значение pH составило 4,8. Для Кольского п-ова (кроме ст. Падун и Зареченск) среднегодовые значения pH в 2023 г. были близки к равновесному значению (5,6 ед. pH).

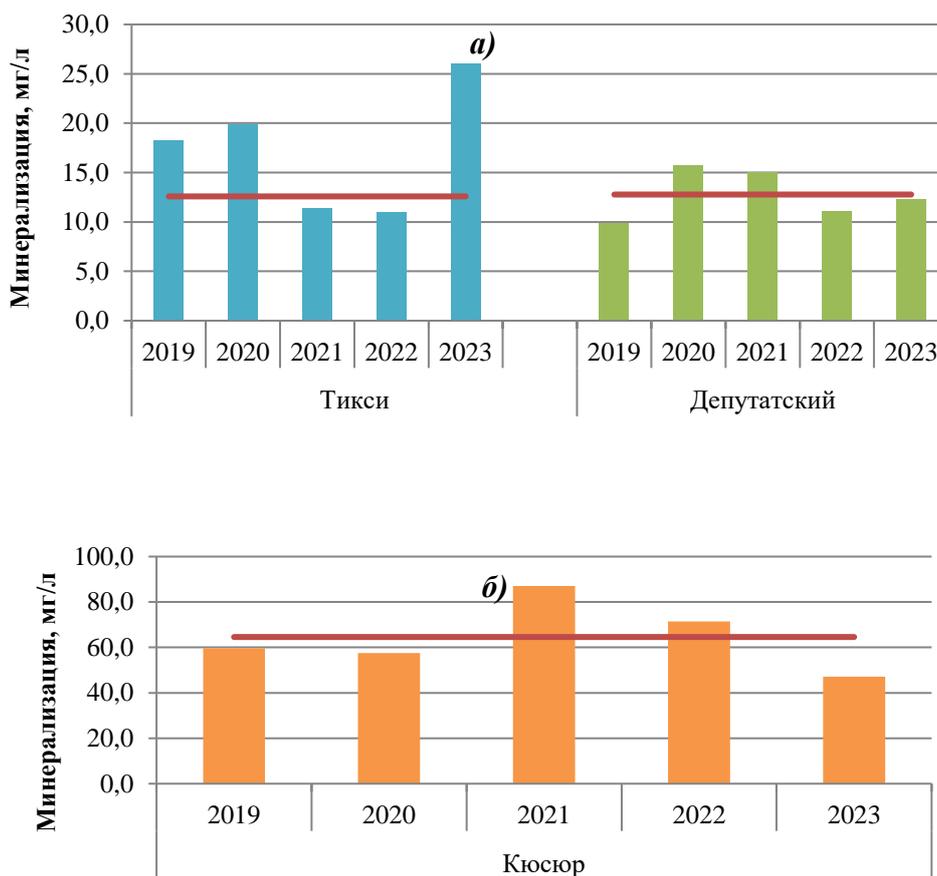


Рис. 4.38. Изменение средневзвешенной минерализации осадков на территории Республики Саха (Якутии), 2019-2023 гг. *красной линией показано среднее значение за 2019-2023 гг.

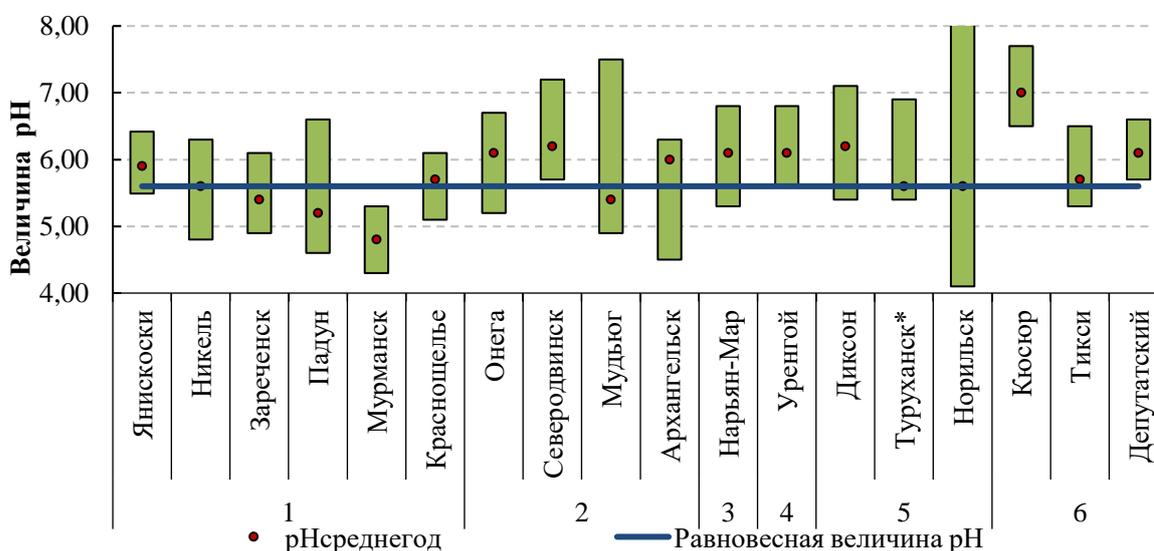


Рис. 4.39. Диапазон изменений значений pH суммарных ежемесячных проб осадков на арктических станциях в 2023 г. 1 - Мурманская обл.; 2 - Архангельская обл.; 3 - Ненецкий АО; 4 - Ямало-Ненецкий АО; 5 - Красноярский край; 6 - Республика Саха (Якутия); *для Туруханска представлены значения pH недельных проб осадков

Влажные выпадения серы, суммарного азота и суммы ионов в Арктической зоне.

Уровень суммарных годовых выпадений связан с условиями расположения станции и активности вблизи неё хозяйственной деятельности, поэтому в табл. 4.23 приведено как среднее значение суммарных выпадений и кислотообразующих веществ, так и диапазон выпадений по региону.

Таблица 4.23. Среднее значение (числитель) и диапазоны (знаменатель) выпадений серы, азота и суммы ионов с атмосферными осадками в Арктической зоне РФ в 2023 г.

АЗРФ	S (сера)	N(O) (азот нитратный)	N(H) (азот аммиачный)	Σ N (азот суммарный)	P (суммарные выпадения)	N(H) N(O)	S/Σ N
	т/км ² ·год						
Европейская территория Арктики							
Мурманская обл. (10 мес.)	0,26 0,13-0,61	0,07 0,01-0,16	0,01 0,01-0,02	0,01 0,01-0,17	3,07 1,47-5,63	0,27 0,0-0,22	7,7 0,8-22,0
Архангельская обл.	0,34 0,17-0,71	0,52 0,07-0,23	0,13 0,04-0,19	0,23 0,18-0,27	4,99 3,55-8,75	1,24 0,17-1,71	1,56 0,7-3,3
Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	0,30	0,06	0,10	0,16	5,06	1,67	1,9
Азиатская территория Арктики							
Ямало-Ненецкий АО (Уренгой)	0,19	0,13	0,23	0,36	5,55	1,77	0,5
Красноярский край	2,06 0,32-5,46	0,13 0,09-0,15	0,19 0,10-0,38	0,32 0,18-0,54	17,6 5,73-29,0	1,34 0,5-2,4	4,5 1,7-10,1
Республика Саха (Якутия)	0,27 0,09-0,53	0,04 0,01-0,06	0,28 0,03-0,79	0,32 0,04-0,83	8,19 5,01-16,7	7,8 0,5-19,8	2,1 0,6-4,5

Для арктических станций особенности формирования интенсивности выпадений кислотообразующих соединений на подстилающую поверхность выражаются при значимом влиянии концентраций этих веществ. Более высокие концентрации веществ в осадках обуславливают более высокие их выпадения. В региональном масштабе при сравнимых значениях концентраций кислотообразующих соединений величины влажных выпадений определяются особенностями влияния количества осадков.

На территории Мурманской области практически на всех станциях наблюдается снижение влажных выпадений. Наибольшие влажные выпадения в 2023 г. наблюдались в районе станции Мурманск и составили 5,63 т/км² (рис. 4.40). Более низкий уровень выпадений зафиксирован на станции Падун 1,47 т/км².

Суммарные влажные выпадения в Мурманске и Никеле определяются, в основном, содержанием сульфатов и хлоридов. Данная тенденция характерна и для станции Падун. В 2023 г. уровни влажных выпадений на ст. Никель и Янискоски были сопоставимы из-за количества выпавших осадков. Так, при годовой сумме осадков 862,8 мм в Янискоски и 561,9 мм в Никеле уровень влажных выпадений составил 4,63 и 4,13 т/км² соответственно (рис. 4.40 а, б).

Следует также отметить снижение уровня выпадений суммарного азота и сульфатов, увеличение выпадений сульфатной серы на станции Янискоски, связанное со снижением содержания в химическом составе осадков аммония, нитратов и ростом концентрации сульфатов. В целом для Кольского п-ова увеличение влажных выпадений S(SO₄) по сравнению с 2022 г. было отмечено только в Янискоски - на 0,10 т/км². На остальных станциях Мурманской обл. влажные выпадения серы или сохранились на уровне 2022 г. или снизились. Суммарные влажные выпадения азота на территории Кольского п-ова в 2023 г. не превышали 0,16 т/км².

В Архангельской области в 2023 г. уровень суммарных выпадений находился в диапазоне от 3,55 (Архангельск) до 8,75 т/км² (Мудьюг) (рис. 4.40 в). Изменение интенсивности суммарных выпадений в Северодвинске по сравнению с 2022 г составило от 8,01 до 3,96 т/км², в Онеге - от 5,65 до 3,69 т/км². Для Северодвинска изменение уровня суммарных выпадений связано со снижением концентрации сульфатов и хлоридов, для Онеги - со снижением концентрации сульфатов, гидрокарбонатов и нитратов.

В целом интенсивность влажных выпадений в Архангельской области определяется содержанием в осадках гидрокарбонатов и хлоридов. При этом, уровни выпадений серы и суммарного азота с осадками на территории Архангельской области были сопоставимы вследствие высокого содержания в осадках нитратов и аммония.

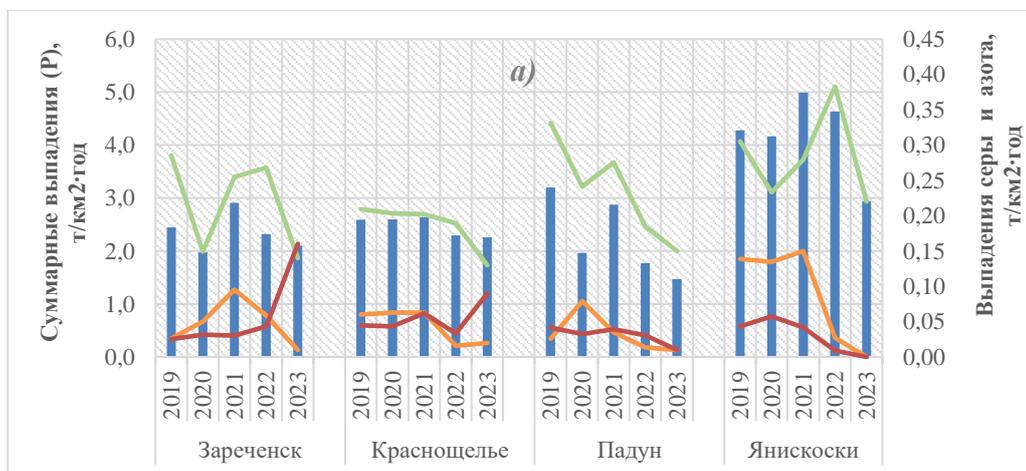


Рис. 4.40 (начало). Межгодовой ход суммарных влажных выпадений (P) и выпадений серы (S), нитратного (N(O)) и аммиачного (N(H)) азота на территории Мурманской обл. (а, б), Архангельской обл. и Ненецкого АО (в)

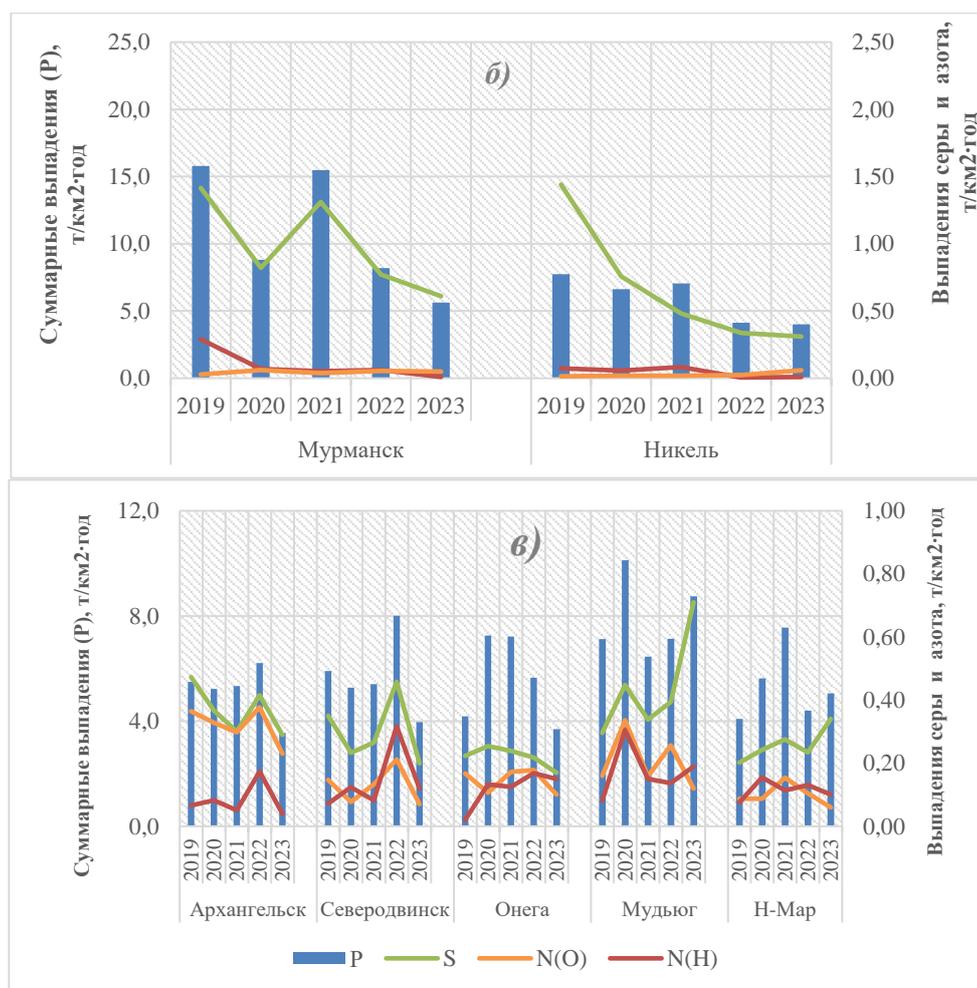


Рис. 4.40 (окончание). Межгодовой ход суммарных влажных выпадений (P) и выпадений серы (S), нитратного (N(O)) и аммиачного (N(H)) азота на территории Мурманской обл. (а, б), Архангельской обл. и Ненецкого АО (в)

В Ненецком АО уровень суммарных выпадений увеличился по сравнению с предыдущим годом в 1,7 раз вследствие значительного повышения концентрации гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов и аммония в осадках и в 2023 г. составил 5,06 т/км² (рис. 4.41 а).

В Красноярском крае суммарные выпадения варьировали от 5,73 т/км² на фоновой ст. Туруханск до 29,01 т/км² в Норильске. Для Туруханска снижение суммарных выпадений в 2023 г. коррелировало со снижением количества выпавших осадков и уменьшением в них концентраций сульфатов и гидрокарбонатов.

В Норильске несмотря на рост годовой суммы осадков на 53% влажные выпадения серы увеличились только на 11% за счет снижения концентрации сульфатов и гидрокарбонатов в осадках и соответственно снижение выпадения сульфатной серы. Как и в предыдущие годы, в Норильске, наблюдался наибольший уровень выпадений серы сульфатной, не только на территории Арктики, но и в целом на территории РФ, составив 5,46 т/км² в 2023 г. (рис. 4.41).

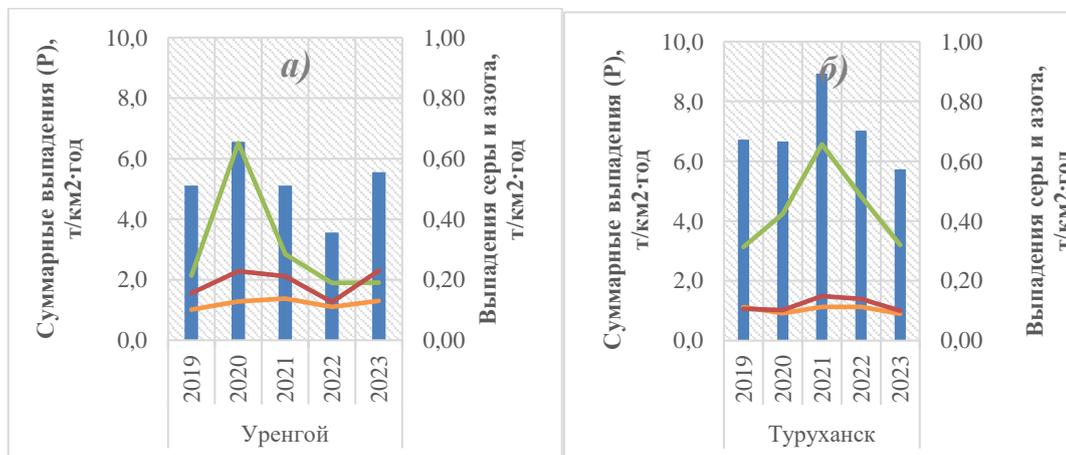


Рис. 4.41 (начало). Межгодовой ход суммарных влажных выпадений (P) и выпадений серы (S), нитратного (N(O)) и аммиачного (N(H)) азота на территории Ямало-Ненецкого АО (а) и Красноярского края (б, в)

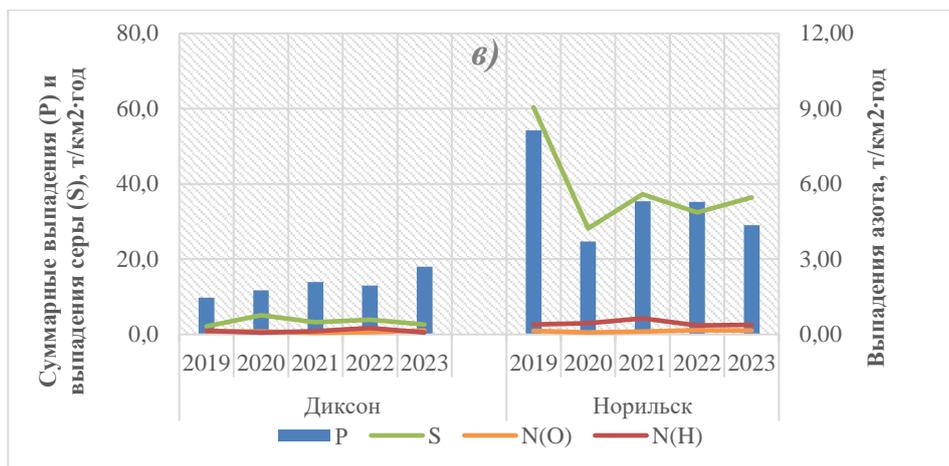


Рис. 4.41 (окончание). Межгодовой ход суммарных влажных выпадений (P) и выпадений серы (S), нитратного (N(O)) и аммиачного (N(H)) азота на территории Ямало-Ненецкого АО (а) и Красноярского края (б, в)

На арктической территории Республики Саха (Якутия) фоновый уровень суммарных выпадений, определяемый по фоновой станции Тикси в 2023 г. увеличился в 2 раза и составил 5,01 т/км²-год в основном за счет гидрокарбонатов и хлоридов (рис. 4.42). При этом уровень выпадения серы сульфатной был сопоставим со значением 2022 г.

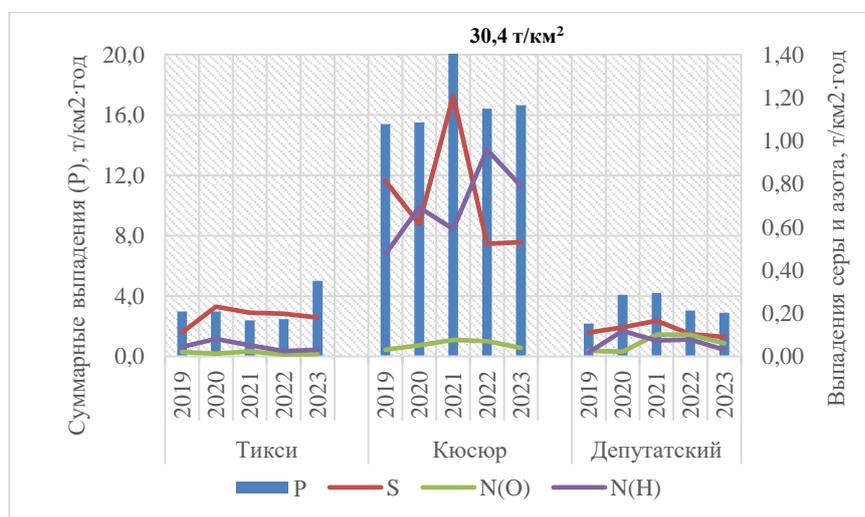


Рис. 4.42. Межгодовой ход суммарных влажных выпадений (P) и выпадений серы (S), нитратного (N(O)) и аммиачного (N(H)) азота в Республике Саха (Якутия)

Величина суммарных выпадений азота в 2023 г. по сравнению с предыдущим годом практически не изменилась.

В районе станции Кюсюр значения суммарных выпадений могут быть выше фонового значения в несколько раз, что связано с высокой минерализацией осадков. В 2023 г. уровень суммарных выпадений составил 16,7 т/км², что сопоставимо с уровнем 2022 г.

Загрязнение и закисление снежного покрова в Арктической зоне Российской Федерации

Мониторинг химического состава снежного покрова (ХССП) в Арктической зоне (АЗ) РФ в 2023 г. осуществлялся по данным 81 пункта наблюдений (ПН), распределённых по 9 субъектам РФ на Европейской (ЕЧР) и Азиатской (АЧР) частях России.

В снежном покрове определялись кислотность (водородный показатель pH) и концентрации основных ионов, из которых в Обзоре представлены сульфат-ион (SO₄²⁻), нитрат-ион (NO₃⁻) и ион аммония (NH₄⁺).

В зимний период 2022-2023 гг. значения выпадения серы на снежный покров на ЕЧР находились в диапазоне от 3 до 15 кг/км²-мес. Минимальные значения были отмечены на территории Республики Коми (3 кг/км²-мес.), и в Архангельской области (4 кг/км²-мес.). В Республике Карелия они достигали 7 кг/км²-мес., а в Ненецком автономном округе - 9 кг/км²-мес., интенсивность выпадения серы на снежный покров в промышленно развитой Мурманской области составила 15 кг/км²-мес. Значения выпадения серы на АЧР в зимний период 2022-2023 гг. - от 5 до 49 кг/км²-мес. На части территории Республики Саха (Якутия), входящей в состав АЗ РФ выпадение серы составило 5 кг/км²-мес., в Ямало-Ненецком автономном округе - 8 кг/км²-мес., в Чукотском автономном округе - 10 кг/км²-мес. Максимальная интенсивность выпадения серы в снежном покрове на АЧР была отмечена на севере Красноярского края - 49 кг/км²-мес.

Показатели интенсивности выпадения азота на снежный покров были рассчитаны для суммы ионов нитрата и аммония и на территории АЗ РФ находились в пределах от 3 до 14 кг/км²-мес. На ЕЧР минимальные значения этого показателя наблюдались на территории Республики Коми (7 кг/км²-мес.), Ненецкого автономного округа

(8 кг/км²·мес.) и Мурманской области (9 кг/км²·мес.). В Республике Карелия и в Архангельской области этот показатель составил 12 кг/км²·мес. На АЧР, кроме Ямало-Ненецкого автономного округа (14 кг/км²·мес.), значение интенсивности выпадения азота составило менее 10 кг/км²·мес. На севере Красноярского края - 6 кг/км²·мес., на части территории Республики Саха (Якутия), входящей в состав АЗ РФ и в Чукотском автономном округе - 3 кг/км²·мес.

Среднемесячные значения показателя рН снежного покрова по регионам в зимний период 2022-2023 гг. находились в пределах 5,5-6,5 ед. на большей части территории АЗ РФ. Минимальные значения были отмечены на севере Красноярского края (5,2 ед.). На АЧР на территории Чукотского автономного округа, где за счёт близости незамерзающего моря и преобладающего содержания гидрокарбонатов в снежном покрове происходит регулярное подщелачивание, показатель рН составил 6,7 ед.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах Арктической зоны Российской Федерации

В 2023 г. мониторинг загрязнения атмосферного воздуха на АЗРФ осуществлялся в 21 городе и поселке (таблица 4.24) на 33 пунктах государственной наблюдательной сети и на 5 пунктах территориальной системы наблюдений Мурманской области. В городах Певеке и Анадыре Чукотского АО на 2 пунктах проводятся наблюдения по ограниченному перечню веществ. В Тикси проводятся наблюдения за содержанием в воздухе загрязняющих веществ только на региональном фоновом уровне. В целом проводятся наблюдения за концентрациями в атмосферном воздухе 27 загрязняющих веществ, включая газовые и аэрозольные примеси, в том числе тяжелые металлы.

За последние пять лет в ряде городов АЗ РФ наблюдается рост уровня загрязнения атмосферного воздуха, отмечается увеличение концентраций формальдегида в 2-4 раза в Архангельске, Воркуте, Заполярном, Мурманске и Никеле; в Мурманске и Норильске возросли концентрации взвешенных веществ. Изменение оценки качества воздуха также связано с введением в действие новых санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

По результатам анализа показателей качества воздуха в городах АЗ РФ в 2023 г. 5 городов характеризуются оценкой загрязнения атмосферного воздуха, соответствующей значению ИЗА <5, Салехард и Северодвинск – ИЗА от 5 до 6, 8 городов – ИЗА от 7 до 13 (таблица 4.24). Степень загрязнения воздуха в 6 городах не определен из-за недостаточного объема данных наблюдений или количества измеряемых веществ.

Таблица 4.24. Оценка степени загрязнения атмосферы по ИЗА в населенных пунктах АЗРФ в 2019-2023 гг.

Населенный пункт	Степень загрязнения атмосферы по ИЗА				
	2019	2020	2021	2022	2023
г. Анадырь, Чукотский АО	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
г. Апатиты, Мурманская обл.	<5	<5	<5	<5	<5
г. Архангельск, Архангельская обл.	5-6	5-6	5-6	5-6	7-13
г. Воркута, Республика Коми	<5	<5	7-13	5-6	7-13
г. Заполярный, Мурманская обл.	<5	<5	<5	7-13	7-13
г. Кандалакша, Мурманская обл.	<5	<5	<5	<5	<5
г. Кировск, Мурманская обл.	н/о	н/о	<5	<5	<5
г. Кола, Мурманская обл.	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
г. Мончегорск, Мурманская обл.	<5	<5	5-6	7-13	7-13
г. Мурманск, Мурманская обл.	<5	<5	5-6	7-13	7-13
г. Нарьян-Мар, Ненецкий АО	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
пгт. Никель, Мурманская обл.	5-6	<5	7-13	7-13	7-13
г. Новодвинск, Архангельская обл.	5-6	5-6	5-6	5-6	7-13
г. Новый Уренгой, Ямало-ненецкий АО	н/о	н/о	н/о	н/о	<5
г. Норильск МО, Красноярский край	≥14	≥14	≥14	≥14	7-13
г. Ноябрьск, Ямало-ненецкий АО	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
г. Оленегорск, Мурманская обл.	<5	<5	<5	<5	<5
г. Певек, Чукотский АО	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
г. Салехард, Ямало-Ненецкий АО	<5	<5	<5	<5	5-6
г. Северодвинск, Архангельская обл.	<5	<5	5-6	7-13	5-6
пос. Тикси, республика Саха (Якутия)	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

*н/о – степень загрязнения атмосферы не определена.

Сравнительный анализ среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в городах России в целом и на территории АЗРФ за 2023 г. представлен на рис. 4.43.

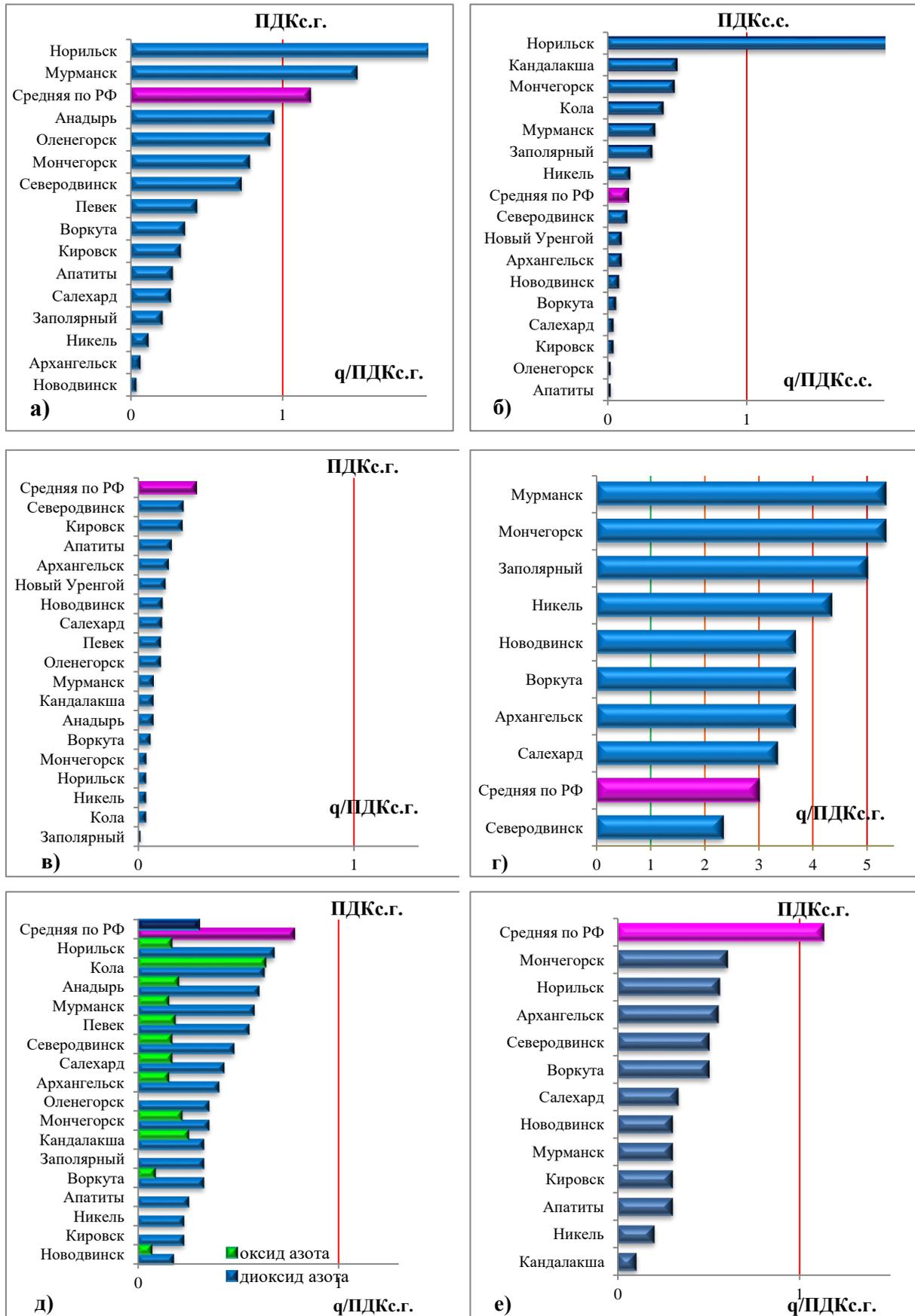


Рис. 4.43. Средние за год концентрации: взвешенных веществ (а), диоксида серы (б), оксида углерода (в), формальдегида (г), диоксида и оксида азота (д), бенз(а)пирена (е), q, ПДКс.г., в городах АЗРФ и в целом по России в 2023 г.

В большинстве городов АЗРФ среднегодовые концентрации взвешенных веществ ниже ПДКс.г. Только в Норильске и Мурманске средняя за год концентрация превысила ПДКс.г. в 2 и 1,5 раза, соответственно (рис. 4.43 а). Максимальные разовые концентрации взвешенных веществ достигали: 2-2,1 ПДКм.р.

в Северодвинске, Новодвинске и Апатитах, еще в 4 городах – 1,3-1,7 ПДКм.р. В остальных городах Арктической зоны РФ сверхнормативного загрязнения воздуха взвешенными веществами не было отмечено.

В 7 городах на АЗРФ среднегодовые концентрации диоксида серы превысили среднее значение по стране, в Норильске была отмечена наибольшая среднегодовая концентрация – 2,1 ПДКс.с., в остальных городах – ниже ПДКс.с. (рис. 4.43 б). Максимальные разовые концентрации диоксида серы превысили ПДКм.р. в Норильске – 24,3 ПДКм.р., Мончегорске – 4 ПДКм.р. и Новом Уренгое – 1,1 ПДКм.р. В Мончегорске повышенные концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе связаны с выбросами предприятий АО «Кольская ГМК», в Норильске – ЗФ ПАО «ГМК «Норильский Никель».

Во всех городах среднегодовые концентрации оксида углерода ниже норматива и среднего значения по стране (рис. 4.43 в). Максимальные разовые концентрации оксида углерода превысили ПДКм.р. в 4 городах, наибольшие значения было зафиксированы в Воркуте (4,1 ПДКм.р.) и Новом Уренгое (4,3 ПДКм.р.). В районах Оганер, Талнах и Кайеркан г. Норильска по данным маршрутных наблюдений были зафиксированы максимальные разовые значения оксида углерода от 1,8 до 2,2 ПДКм.р.

Во всех городах АЗРФ среднегодовые концентрации формальдегида превышают норматив (рис. 4.43 г). В Мурманске и Мончегорске среднегодовые концентрации формальдегида составили 5,3 ПДКс.г., в Заполярном – 5,0 ПДКс.г., в Никеле – 4,3 ПДКс.г., в Архангельске, Воркуте, Новодвинске и Салехарде концентрации составили 3,3-3,7 ПДКс.г. В Северодвинске средняя за год концентрация не превысила среднее значение по стране, но была выше ПДКс.г. в 2,3 раза (рис. 4.43 г). В Воркуте, Мурманске и Мончегорске также превысили норматив максимальные разовые концентрации формальдегида и достигли значений 1,4-2,0 ПДКм.р.

Во всех рассматриваемых городах среднегодовые концентрации диоксида и оксида азота ниже ПДКс.г., в Коле средняя концентрация оксида азота превысила среднее значение по РФ (рис. 4.43 д). Максимальные разовые концентрации диоксида азота превысили ПДКм.р. в 7 городах, с максимальным значением в Мурманске (2,5 ПДКм.р.), оксида азота – в трех городах, с максимальным значением в Центральном районе Норильска (2,9 ПДКм.р.). В районах Оганер, Талнах и Кайеркан г. Норильска по данным маршрутных наблюдений были зафиксированы максимальные разовые значения диоксида азота на уровне 4,5-6,0 ПДКм.р., оксида азота – 4,5-5,0 ПДКм.р.

На рис. 4.44 отображен годовой ход концентраций формальдегида в некоторых городах АЗРФ. Формальдегид является вторичным веществом, образуется при фотоокислении разнообразных органических соединений под воздействием солнечной радиации. Лето 2023 г. стало для России 3-м самым жарким в метеорологической истории, а август 2023 г. оказался самым тёплым в истории регулярных метеонаблюдений в России, т.е. с 1891 г. Среднедекадные температуры в Арктической зоне РФ превосходили нормы на 2-5°C. Как результат, среднемесячные концентрации формальдегида в летний период в несколько раз выше, чем в зимний и превышают ПДКс.с. в 2-4 раза.

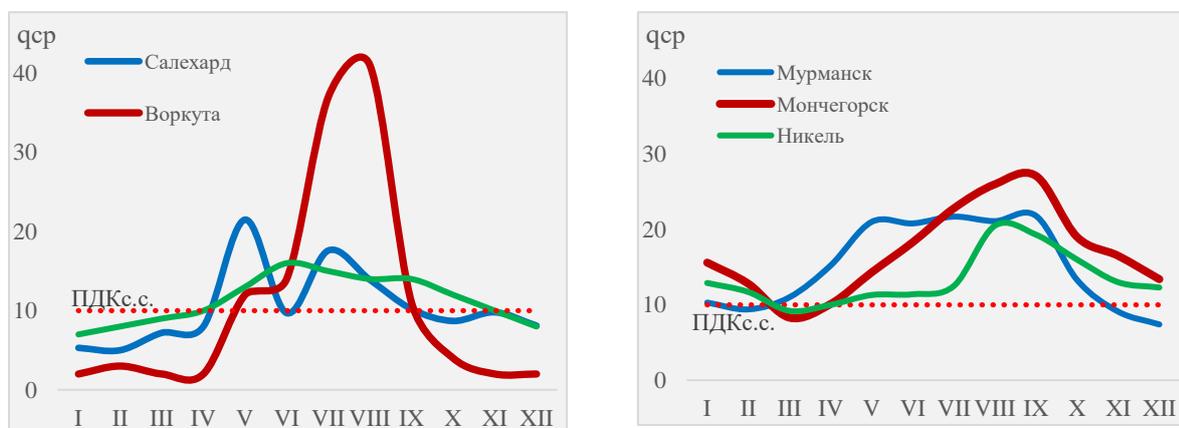


Рис. 4.44. Годовой ход концентраций формальдегида в городах АЗРФ в 2023 г., Q_{cp} , $мг/м^3$

Во всех городах, где проводятся наблюдения, средние за год концентрации *бенз(а)пирена* ниже среднего значения по городам России и не превысили санитарно-гигиенический норматив (рис. 4.43 е). В 6 городах были отмечены среднемесячные концентрации выше нормы, наибольшая из них была зафиксирована в Норильске – 5,5 ПДКс.с.

Измерения концентраций *сероводорода* проводятся в 8 городах, только в Новодвинске средняя за год концентрация превысила норматив в 1,5 раза, в остальных городах – менее 1 ПДКс.г. В Архангельске, Нарьян-Маре, Новодвинске, Новом Уренгое, Норильске и Северодвинске максимальные разовые концентрации сероводорода превысили ПДКм.р., наибольшие значения, более 10 ПДКм.р., были отмечены в Новодвинске (25,1 ПДКм.р.) и Центральном районе Норильска (14,3 ПДКм.р.).

В 9 городах АЗРФ проводятся наблюдения за концентрациями мелкодисперсных взвешенных частиц PM_{10} и $PM_{2.5}$. В Новом Уренгое и Новодвинске максимальные разовые концентрации PM_{10} составили 9,7 и 1,1 ПДКм.р., соответственно, $PM_{2.5}$ – 1,7 и 1,3 ПДКм.р. В остальных городах концентрации PM_{10} и $PM_{2.5}$ норматив не превысили.

В связи с влиянием выбросов Архангельского целлюлозно-бумажного комбината, расположенного в Новодвинске, в Архангельске и Новодвинске проводятся наблюдения за концентрациями *метилмеркаптана*. Превышений санитарно-гигиенических нормативов не было зафиксировано.

В Архангельске максимальная разовая концентрация *стирола* составила 2,2 ПДКм.р., *этилбензола* – 1,2 ПДКм.р. В Норильске средняя за год концентрация *озона* достигла 1,2 ПДКс.г., максимальная разовая концентрация превысила санитарно-гигиенический норматив в 1,3 раза.

В районах города Норильск – Оганер, Кайеркан и Талнах – по данным маршрутных наблюдений были зафиксированы превышения максимальных разовых концентраций: аммиака – в 4,0 раза, фенола – в 2,0 раза; стирола – в 1,9 раза.

В 11 городах АЗРФ проводятся наблюдения за концентрациями семи тяжелых металлов. В г. Мончегорск средняя за год концентрация никеля составила 1,0 ПДКс.г., в остальных городах концентрации тяжелых металлов – ниже 1,0 ПДК.

Состояние поверхностных вод водных объектов Арктической зоны Российской Федерации и их загрязнение по гидрохимическим и гидробиологическим показателям

Водные ресурсы бассейнов репрезентативных рек Арктической зоны Российской Федерации (наблюдённый годовой сток рек) в 2023 г. в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений, имевших место в 2022 г. (табл. 4.25).

Картина водности в бассейнах всех относительно крупных рек Кольского полуострова характеризовалась сохранением высокой водности Поноя и Варзуги (восточный и южный склоны) и резким снижением стока Туломы (северный склон) практически до нормы с отклонением от неё на -1,1% против 27,3% в 2022 г. Для Туломы это означало завершение фазы высокой водности, начавшейся в 2015 г. Для Поноя и Варзуги фаза повышенной водности продолжилась. При этом сток Поноя не изменился. Отклонение от нормы для этих рек составило, соответственно, 14,3% и 13,4% против 14,3% и 29,1% в 2022 г.

Сток наиболее крупных водотоков Карелии, принадлежащих бассейну Белого моря - Ковды, Кеми и Беломорско-Балтийского канала - по-прежнему превышал норму. Если для Ковды и Беломорско-Балтийского канала превышение нормы было незначительным (соответственно 4,0% и 4,6% при 20,2% и 5,3% в 2022 г.), то для Кеми оно составило 28,9% при 8,1% в 2022 г. Продолжительность фазы повышенной водности для Ковды достигла четырёх лет, а для Кеми и Беломорско-Балтийского канала - десяти лет.

Таблица 4.25. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км ³ /год	Водные ресурсы 2023 года, км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Тулома	21,5	7,11	7,03	-1,1
Поной	15,5	5,31	6,07	14,3
Варзуга	9,84	3,06	3,47	13,4
Ковда	26,1	8,65	9,00	4,0
Кемь	27,7	8,17	10,5	28,9
Беломорско-Балтийский канал	27,1	8,42	8,81	4,6
Северная Двина	357	101,0	85,4	-15,4
Мезень	78,0	27,2	21,4	-21,3
Печора	322	129,0	142,0	10,1
Обь	2990	405,0	322,0	-20,5
Енисей	2580	635,0	648,0	2,0
Хатанга	364	109,0	105,2	-3,5
Анабар	100	16,3	21,5	31,9
Оленёк	219	34,4	36,2	5,2
Лена	2490	537,0	642,0	19,6
Яна	238	30,8	31,2	1,3
Индигирка	360	54,7	59,5	8,8
Колыма	647	131,0	140,0	6,9
Анадырь	191	59,7	62,6	4,9

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

Бассейны крупнейших рек европейской части Арктической зоны Российской Федерации - Северной Двины, Мезени и Печоры - имели различный характер водности. Для Северной Двины и Мезени продолжилась фаза низкой водности, начавшаяся в 2021 г. Что касается Печоры, сток которой в 2022 г. приблизился к норме (-1,6%) после восьмилетнего высоководного периода, в 2023 г. вновь превысил норму на 10,1%.

В бассейне одной из крупнейших рек азиатской части Арктической зоны Российской Федерации - Оби - продолжилась фаза низкой водности, начавшаяся в 2021 г. после семилетнего высоководного периода. Сток реки был ниже нормы на 20,5%.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек - Енисея и Лены - продолжилась фаза высокой водности, начавшаяся в 2019 для Енисея и в 2020 г. для Лены. При этом по сравнению с 2022 г. имело место снижение стока Енисея с 7,6% над нормой до 2,0%, а Лены - с 31,5% до 19,6%.

В бассейнах Яны, Индигирки, Оленёка и Анабара сохранилась повышенная водность, начавшаяся для Яны и Индигирки в 2022 г., а для Оленёка и Анабара в 2021 г. При этом в бассейнах Яны, Индигирки и Оленёка произошло значительное снижение стока (1,3%, 8,8% и 5,2% при 33,1%, 17,2% и 53,5% в 2022 г.). Бассейн Анабара, напротив, характеризовался значительным повышением водности от значения 9,2% до значения 31,9%.

В бассейне Хатанги вновь началась фаза низкой водности, прерванная в 2022 г., с показателем -3,5% против 13,8% над нормой.

В бассейнах крупных рек востока азиатской части Арктической зоны - Колымы и Анадыря - завершилась фаза пониженной водности, начавшаяся в 2019-2020 гг. Превышение нормы стока для этих рек составило соответственно 6,9% и 4,9%.

Исследование водных ресурсов арктического региона России входит в число приоритетных государственных направлений, призванных обеспечить устойчивое развитие и экологическую безопасность в регионе.

В Арктической зоне РФ в 2023 г. наблюдениями за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям были охвачены 87 водотоков (реки, ручьи) и 19 водоемов (озер, водохранилищ и заливов) в 144 пунктах (табл. 4.26).

Таблица 4.26. Распределение водных объектов и пунктов наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши в пределах АЗРФ (по состоянию на 01.01.2024 г.)

Сектор	Количество			
	рек (водотоков)	озер, водохранилищ и заливов	пунктов наблюдений	створов
Европейский	60	16	100	115
Западно-Сибирский	17	1	23	28
Восточно-Сибирский	10	2	21	24
Всего в АЗРФ	87	19	144	167

Большинство арктических рек расположено на территории единой географической зоны тундр и лесотундр. Локальные отличия между компонентным составом воды водных объектов различных секторов Арктики обусловлены прямым и косвенным антропогенным влиянием. Пространственная изменчивость содержания приоритетных загрязняющих веществ (органических, биогенных и соединений металлов) рассмотрена по секторам арктического побережья: Европейский, Западно- и Восточно-Сибирский и представлена в таблицах 4.27 и 4.28.

Таблица 4.27. Содержание органических и биогенных веществ в воде отдельных участков рек АЗ РФ в 2023 г.

Река, пункт	Концентрации (в мг/дм ³)					
	ОВ (по ХПК)	ЛОВ (по БПК ₅)	НФПР*	N(NH ₄)	N(NO ₂)	P(PO ₄)
Европейский сектор						
р. Колос-йоки, пгт.Никель	11,8	2,76**	0,049	0,059	0,005***	0,015
р. Печенга, ст. Печенга	13,4	1,36	0,013	0,012	0,003	0,010
р. Кола, г. Кола	11,9	0,65	0,010	0,010	0,004	0,007
р. Вирма, с. Ловозеро	17,5	1,50	0,010	0,198	0,007	0,011
р. Поной, с. Краснощелье	13,0	0,51	0,009	0,024	0,005	0,007
р. Кереть, автодорожный мост	24,0	0,85	0,010	0,015	0,001	0,002
р. Гридина, с. Гридино	43,3	-****	0,008	0,013	0,002	0,001
р. Поньгома, с. Поньгома	39,5	-	0,005	0,015	0,004	0,003
р. Летняя, п. Летний	36,8	1,12	0,015	0,028	0,001	0,001
р. Кемь, г. Кемь	32,0	1,34	0,016	0,026	0,002	0,001
р.Нюхча, с. Нюхча	51,8	1,23	0,015	0,005	0,002	0,009
р. Онега, с. Порог	44,0	1,05	0,100	0,484	0,00001	0,017
р. Северная Двина, г. Новодвинск	32,0	1,45	0,030	0,085	0,0004	0,009
р. Мезень, д.Малонисогорская	25,8	1,79	0,08	0,055	0,0006	0,011
р. Печора, г. Нарьян-Мар	15,8	0,72	0,084	0,186	0,001	0,030
Западно-Сибирский сектор						
р. Обь, г. Салехард	19,2	1,46	0,038	0,377	0,009	0,046
р. Ныда, пос. Ныда	14,5	2,70	0,113	0,280	0,002	0,033
р. Седэ-Яха, г. Новый Уренгой	21,1	-	0,218	0,601	0,010	0,086
р. Пур, пос. Самбург	17,4	-	0,242	0,292	0,002	0,033
р. Таз, пгт. Тазовский	19,7	-	0,386	0,380	0,011	0,072

Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации за 2023 год

р. Енисей, г. Игарка	22,9	0,72	0,174	0,022	0,004	0,020
р. Норильская, г. Норильск	23,5	1,78	0,067	0,023	0,004	0,020
р. Щучья, г. Норильск	43,8	2,52	0,101	0,060	0,060	0,025
р. Амбарная, ж/д ст. Алыкель	40,5	1,68	0,083	0,015	0,002	0,024
Восточно-Сибирский сектор						
р. Анабар, с. Саскылах	30,1	0,75	0,012	0,040	0,002	0,008
р. Оленёк, п.ст. Тюмети	20,0	1,59	0,057	0,037	0,012	0,013
р. Лена, с. Кюсюр	25,3	2,03	0,047	0,149	0,037	0,009
р. Яна, п.ст. Юбилейная	18,6	1,36	0,054	0,066	0,028	0,008
р. Индигирка, п. Чокурдах	20,7	1,44	0,009	0,404	0,028	0,009
р. Алазeya, п. Андрюшкино	34,8	1,15	0,013	0,127	0,002	0,030
р. Колыма, с. Колымское	8,4	2,16	0,011	0,029	0,002	0,002

* - нефтепродукты; ** - жирным шрифтом выделены значения среднегодовых концентраций, превышающие ПДК; *** - красным выделены выявленные тенденции к увеличению содержания, зеленым - к снижению содержания показателя в речных водах АЗРФ за период 2019-2023 гг.; **** - прочерк означает отсутствие данных по показателю

Таблица 4.28. Содержание соединений металлов в воде отдельных участков рек АЗ РФ в 2023 г.

Река, пункт	Концентрации соединений металлов (в мг/мд ³ или в *мкг/дм ³)		
	Fe _{общ}	Cu*	Zn*
Европейский сектор			
р. Колос-йоки, пгт.Никель	0,13**	13,0***	21,8
р. Печенга, ст. Печенга	0,15	5,6	11,3
р. Кола, г. Кола	0,16	1,8	10,4
р. Вирма, с. Ловозеро	0,68	1,9	13,0
р. Поной, с. Краснощелье	0,70	0,6	17,1
р. Кереть, автодорожный мост	0,55	0,2	_****
р. Гридина, с. Гридино	0,55	0,0	-
р. Поньгома, с. Поньгома	0,71	0,2	-
р. Летняя, п. Летний	0,35	0,4	-
р. Кемь, г. Кемь	0,28	0,2	-
р. Нюхча, с. Нюхча	0,83	0,2	-
р. Онега, с. Порог	0,39	1,7	21,4
р. Северная Двина, г. Новодвинск	0,20	1,3	3,3
р. Мезень, д.Малонисогорская	0,39	1,9	5,8
р. Печора, г. Нарьян-Мар	0,38	2,3	9,1
Западно-Сибирский сектор			
р. Обь, г. Салехард	0,88	3,5	37,8
р. Ныда, пос. Ныда	0,69	4,2	28,6
р. Седэ-Яха, г. Новый Уренгой	2,71	1,7	25,5
р. Пур, пос. Самбург	1,24	1,8	28,3
р. Таз, пгт. Тазовский	1,19	4,0	24,0
р. Енисей, г. Игарка	0,15	10,7	9,7
р. Норильская, г. Норильск	0,06	10,9	15,8
р. Щучья, г. Норильск	0,16	15,3	15,7
р. Амбарная, ж/д ст. Алыкель	0,19	13,1	7,7

Восточно-Сибирский сектор			
р. Анабар, с. Саскылах	0,12	0,8	5,5
р. Оленёк, п.ст. Тюмети	0,51	3,7	6,0
р. Лена, с. Кюсюр	0,42	4,1	5,1
р. Яна, п.ст. Юбилейная	0,20	3,6	7,2
р. Индигирка, п. Чокурдах	0,08	1,4	6,2
р. Алазея, п. Андрюшкино	0,17	1,1	9,2
р. Колыма, с. Колымское	0,09	1,2	6,4

* - концентрации соединений меди и цинка приведены в мкг/дм³; ** - жирным шрифтом выделены значения среднегодовых концентраций, превышающие ПДК; *** - красным выделены выявленные тенденции к увеличению содержания, зеленым - к снижению содержания показателя в речных водах АЗРФ за период 2019-2023 гг.; **** - прочерк означает отсутствие данных по показателю

Органические вещества. Результаты анализа показали для большинства рек АЗРФ превышение среднегодовых концентраций органических веществ (по ХПК) над ПДК в 1-3 раза, за исключением рек Кольского полуострова (Европейский сектор АЗРФ), где превышение было выявлено только для р. Вирма (с. Ловозеро). Согласно данным проведенного анализа, статистически достоверных тенденций изменчивости содержания данного компонента в речных водах для большинства водотоков за последнее пятилетие (2019-2023 гг.) выявлено не было, за исключением рр. Щучья, Амбарная и Лена (Западно-Сибирский и Восточно-Сибирский секторы АЗРФ), где тренды изменчивости концентраций органических веществ (по ХПК) - возрастающие (табл. 4.27).

Для легкоокисляемых органических веществ (ЛОВ) (по БПК₅) превышение среднегодовых концентраций ПДК было отмечено в разных секторах АЗРФ только для рр. Колос-Йоки, Ныда, Щучья и Колыма с кратностью превышения - до 2 ПДК, что соответствует «низкому» уровню загрязненности речных вод данным компонентом (в соответствии с РД 52.24.643-2002). Статистически значимые разнонаправленные тенденции содержания ЛОВ (по БПК₅) в речных водах за 2019-2023 гг. для рек в Европейском секторе АЗРФ были выявлены только для рр. Поной (тренд на увеличение концентраций ЛОВ (по БПК₅)) и Летняя (тренд на снижение концентраций данного компонента), а для рек Западно-Сибирского сектора АЗРФ - для р. Енисей (убывающий тренд концентраций). Для остальных рек на территории АЗРФ за последнее пятилетие статистически значимых тенденций изменчивости содержания ЛОВ по БПК₅ не было выявлено (табл. 4.27).

В арктических реках превышения ПДК среднегодовыми концентрациями нефтепродуктов были выявлены в Европейском секторе АЗРФ только для рр. Онега и Печора и составляли 1-2 ПДК (низкий уровень загрязненности по данному компоненту). Аналогичная ситуация наблюдалась для Восточно-Сибирского сектора АЗРФ, где превышения с кратностью в пределах 1-2 ПДК были выявлены только в воде рр. Оленек и Яна. Для Западно-Сибирского сектора АЗРФ в воде большинства водотоков установлено превышение ПДК среднегодовыми концентрациями нефтепродуктов в диапазоне 1 - 7,7 раз (р. Таз), что свидетельствует о низком и среднем уровне загрязненности речных вод этого сектора АЗРФ данным компонентом. При этом статистически значимые тенденции изменчивости содержания нефтепродуктов за последнее пятилетие были установлены только для некоторых рек Европейского сектора АЗРФ (р. Мезень - увеличение, а рр. Поньгома и Кемь - снижение содержания нефтепродуктов) (табл. 4.27).

Биогенные вещества. Результаты анализа данных о содержании биогенных веществ в арктических речных водах показали, что для большинства водотоков Европейского и Западно-Сибирского секторов АЗРФ среднегодовые концентрации аммонийного и нитритного азота, а также фосфора фосфатов не превышали ПДК. Для рек Восточно-Сибирского сектора АЗРФ незначительные превышения по аммонийному азоту были выявлены для р. Индигирка, а по нитритному азоту - в рр. Лена, Яна и Индигирка (табл. 4.27).

Вместе с тем, результаты анализа показали, что в Европейском секторе АЗРФ в речных водах Кольского полуострова за последнее пятилетие наблюдаются тенденции увеличения содержания аммонийного и нитритного азота, а также фосфора фосфатов. Снижение содержания нитритного азота было выявлено в воде рр. Онега и Северная Двина, фосфора фосфатов - в рр. Гридина, Кемь и Северная Двина. Изменчивость содержания биогенных веществ в речных водах Западно-Сибирского сектора АЗРФ также показала разнонаправленные тенденции: возрастающие по нитритному азоту (рр. Енисей, Норильская и Амбарная) и убывающие по аммонийному азоту (рр. Енисей и Амбарная). В Восточно-Сибирском секторе АЗРФ тенденции к увеличению содержания за период с 2019 по 2023 гг. по аммонийному азоту наблюдаются для р. Лена, нитритному азоту - для рр. Анабар, Алазея и фосфору фосфатов - для р. Алазея.

Соединения металлов. Для большинства изученных арктических рек характерно превышение ПДК среднегодовыми концентрациями соединений металлов. Так, кратность превышения ПДК среднегодовыми концентрациями соединений железа варьировала в пределах 1-8 ПДК (р. Печора) в Европейском секторе, 2-27 ПДК (р. Пур) в Западно-Сибирском секторе и 1-5 ПДК (р. Оленек) в Восточно-Сибирском секторе АЗРФ. Превышение ПДК среднегодовыми концентрациями соединений меди составляло 2-13 ПДК (р. Колос-Йоки) в Европейском секторе АЗРФ (за исключением рек Карелии, где превышений ПДК среднегодовыми концентрациями меди не было выявлено), 1-15 ПДК (р. Щучья) в Западно-Сибирском секторе и 1-4 ПДК (р. Лена) - в Восточно-Сибирском секторе АЗРФ. Кратность превышения ПДК среднегодовыми концентрациями соединений цинка составляла 10-21 раз (р. Колос-Йоки) в Европейском секторе для рек Кольского полуострова, 15-37 раз (р. Обь) - в Западно-Сибирском секторе. Для рек Восточно-Сибирского сектора АЗРФ превышений ПДК среднегодовыми концентрациями цинка выявлено не было (табл. 4.28).

При этом, результаты анализа показали, что для исследованных арктических рек характерны тенденции к снижению содержания соединений железа (за исключением рр. Печенга и Поной в Европейском секторе и рр. Оленек и Лена в Восточно-Сибирском секторе АЗРФ). Для соединений меди в различных частях АЗРФ были выявлены разнонаправленные тенденции: увеличение содержания в Западно-Сибирском секторе (рр. Ныда, Таз Енисей) и снижение - в Европейском (рр. Колос-Йоки и Кола) и Восточно-Сибирском секторах (р. Алазея). Для соединений цинка тенденции к увеличению содержания были выявлены в Европейском секторе (рр. Печенга и Поной) и снижению - в Восточно-Сибирском секторе (р. Алазея).

Таким образом, неоднородность содержания химических веществ в арктических речных водах может быть обусловлена, в первую очередь, неравномерностью антропогенной нагрузки на водосборах рек и плотности размещения основных источников загрязнения речных вод. Отдельные локальные отличия в химическом составе воды рек различных секторов Арктики могут быть обусловлены также и природно-климатическими факторами. Помимо этого, неоднородность распределения и разнонаправленность тенденций содержания органических и биогенных веществ, соединений металлов в речных водах Арктики свидетельствует о сложном характере влияния совокупности природных и антропогенных факторов на компонентный состав воды рек АЗРФ.

Тенденции изменения химического состава поверхностных вод Арктической зоны РФ находят свое отражение в динамике качества воды (степени ее загрязненности).

Качество воды рек Европейского сектора АЗРФ изменялось от «слабо загрязненной» до «экстремально грязной» (р. Колос-Йоки, 2022 г.). В основном, речные воды оценивались как «загрязненные». Среди водных объектов данного сектора Арктики отдельно выделяются реки Карелии, качество воды которых оценивалась в основном как «слабо загрязненные». А наиболее загрязненными водными объектами за последнее пятилетие являются рр. Колос-Йоки, Онега и Печора (рис. 4.45).

Вода рек Западно-Сибирского сектора АЗРФ, в основном, оценивалась как «грязная», а Восточно-Сибирского - «загрязненная» (рис. 4.46, 4.47). По сравнению с другими секторами АЗРФ речные воды Восточно-Сибирского сектора наименее загрязнены.

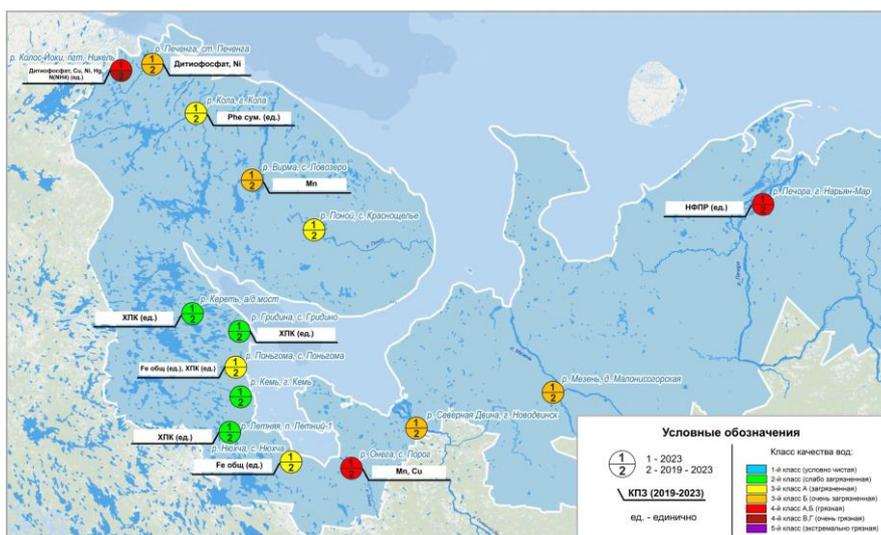


Рис. 4.45. Пространственная изменчивость качества вод для рек Европейского сектора АЗРФ за 2019-2023 гг.

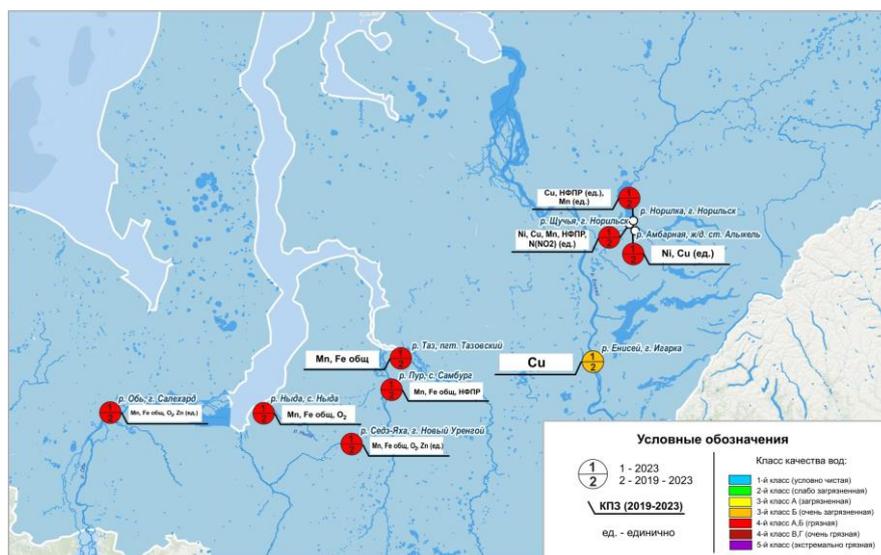


Рис. 4.46. Пространственная изменчивость качества вод для рек Западно-Сибирского сектора АЗРФ за 2019-2023 гг.

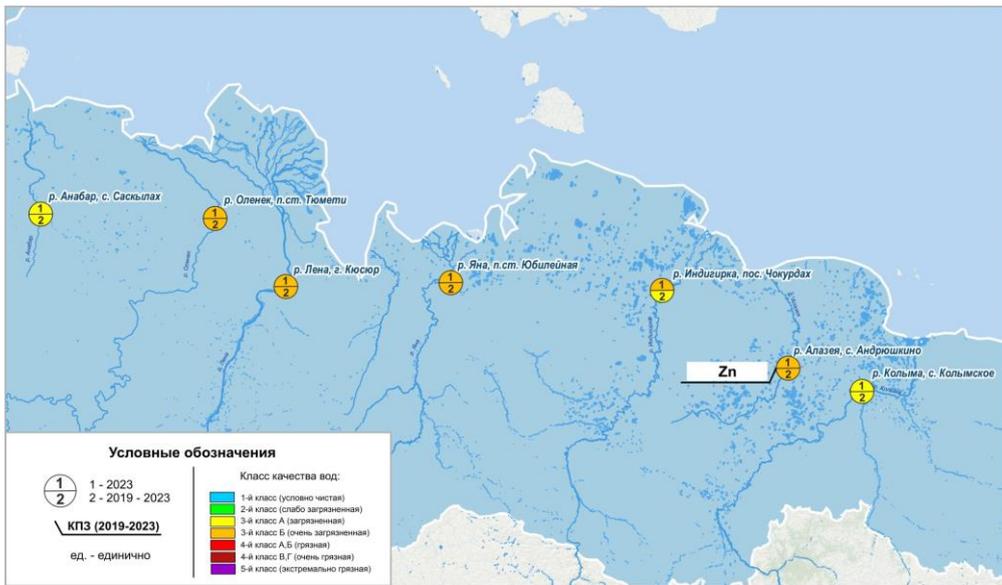


Рис. 4.47. Пространственная изменчивость качества вод для рек Восточно-Сибирского сектора АЗРФ за 2019-2023 гг.

Результаты анализа значений УКИЗВ за период с 2000 по 2023 гг. показали, что для большинства рек АЗРФ статистически значимых тенденций не выявлено. За исключением некоторых рек Европейского сектора АЗРФ, где разнонаправленные тенденции изменчивости значений УКИЗВ были выявлены: для рр. Колос-Йоки, Печенга и Онега - возрастающие, а для рр. Кола, Поньгома и Летняя - убывающие. В Западно-Сибирском секторе АЗРФ статистически значимые убывающие тенденции изменчивости значений УКИЗВ характерны для рр. Обь, Ныда, Таз и Енисей, а в Восточно-Сибирском - для рр. Анабар и Колыма.

Высокие и экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод Арктической зоны РФ

В 2023 г. высокие уровни загрязнения (ВЗ⁶) поверхностных вод Арктической зоны Российской Федерации отмечались на 42 водных объектах в 232 случаях, экстремально высокие уровни загрязнения (ЭВЗ⁷) - на 26 водных объектах в 105 случаях. Следует отметить, что в 2023 г. по сравнению с периодом 2014-2023 гг. суммарное количество ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод увеличилось почти на 50% (рис. 4.48).

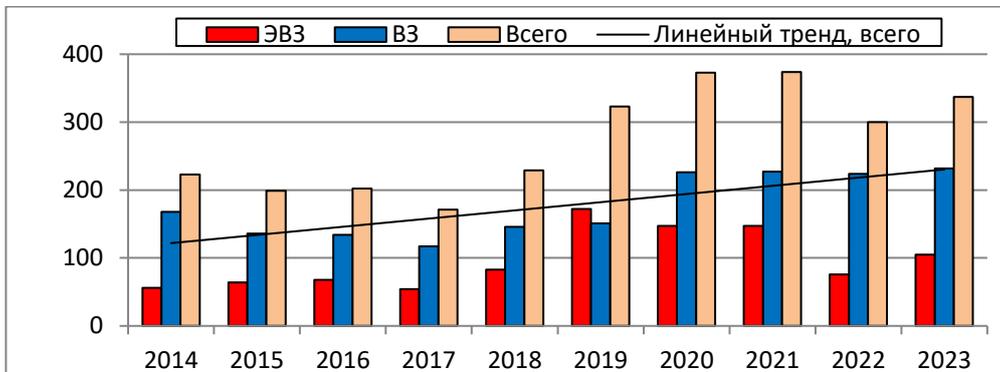


Рис. 4.48. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод Арктической зоны РФ

Поверхностные воды загрязнены, в основном, соединениями никеля, марганца, меди, алюминия, железа общ., молибдена, ртути и цинка (рис. 4.49).

В 2023 г. по сравнению с периодом 2014-2023 гг. участились случаи загрязнения поверхностных вод соединениями алюминия, марганца, железа и меди.

Следует отметить, что в 2023 г. уменьшилось до 20 количество случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод бенз(а)пиреном, для сравнения в 2020 г. было зафиксировано 35 случаев.

В 13 случаях наблюдалось снижение концентрации растворенного в воде кислорода, минимальное содержание которого составило 0,16 мг/л в июне в ручье Варничный, г. Мурманск. Увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) до 10 мг/л и выше было зарегистрировано 13 раз с максимальным значением 74 мг/л в январе 2023 г. в р. Воркута, г. Воркута (Республика Коми).

Более 60% всех случаев ВЗ и ЭВЗ в континентальной Арктической зоне РФ приходится на водные объекты Мурманской области. В 2023 г. в Мурманской области было зарегистрировано 140 случаев высокого и 64 случая экстремально высокого загрязнения по 19 загрязняющим веществам и показателям качества воды на 20 водных объектах (табл. 4.29).

⁶ 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

⁷ 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

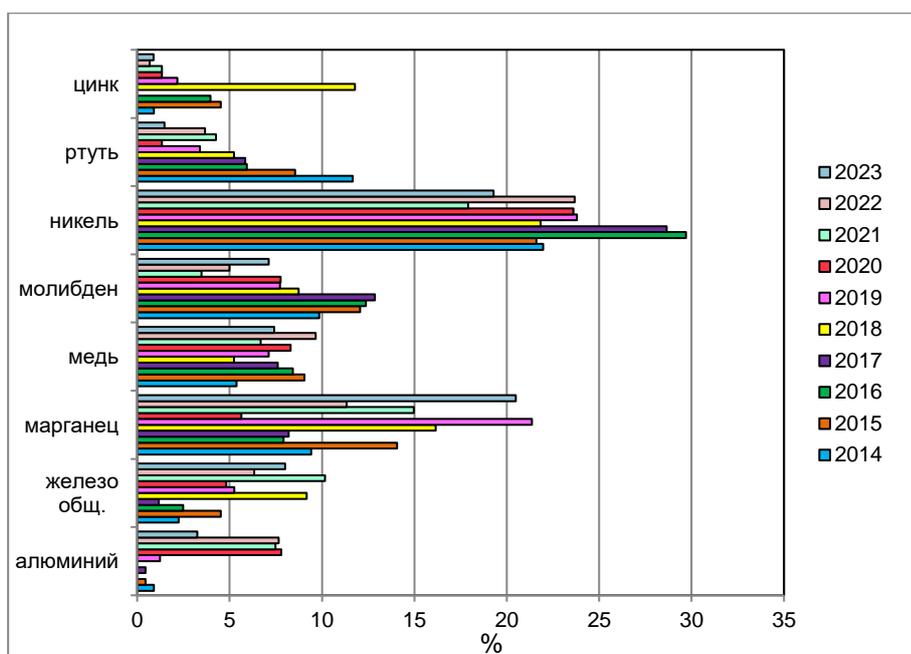


Рис. 4.49. Распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ по ингредиентам (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ Арктической зоны РФ)

Таблица 4.29. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам Арктической зоны РФ за период 2014-2023 гг.

Регион	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.
	<u>ЭВЗ+ВЗ</u> всего	<u>ЭВЗ+ВЗ</u> всего	<u>ЭВЗ+ВЗ</u> всего	<u>ЭВЗ+ВЗ</u> всего	<u>ЭВЗ+ВЗ</u> всего	<u>ЭВЗ+ВЗ</u> всего	<u>ЭВЗ+ВЗ</u> всего	<u>ЭВЗ+ВЗ</u> всего	<u>ЭВЗ+ВЗ</u> всего	<u>ЭВЗ+ВЗ</u> всего
Мурманская обл.	45+136 181	46+107 153	56+100 156	50+102 152	41+91 132	63+113 176	106+170 276	81+164 245	55+164 219	64+140 204
Ямало-Ненецкий АО	10+18 28	15+22 37	10+21 31	0+7 7	42+54 96	62+39 101	8+25 33	59+39 98	19+35 54	32+64 96
Ненецкий АО	0+1 1	3+2 5	1+2 3	4+1 5	0	5+1 6	22+3 25	4+10 14	0+1 1	0+5 5
Республика Коми ¹	0	0	0+1 1	0	0+1 1	11+1 12	0+1 1	2+13 15	0+1 1	8+14 22
Архангельская обл. ²	0+9 9	0+2 2	0+7 7	0+6 6	0	2+3 5	0+10 10	0	0+9 9	1+5 6
Красноярский край ³	0+4 4	0+2 2	0+2 2	0+1 1	0	8+15 23	11+17 28	1+1 2	2+14 16	0+3 3
Республика Саха (Якутия) ⁴	0	0	0+1 1	0	0	0	0	0	0	0
Чукотский АО	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Республика Карелия ⁵	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0+1 0
Всего:	55+168 223	64+135 199	68+134 202	54+117 171	83+146 229	151+172 323	147+226 373	147+227 374	76+224 300	105+232 337

Примечание: ¹ городские округа: Воркута, Инта и Усинск, муниципальный район «Усть-Цилемский»; ² Лешуконский, Мезенский, Онежский, Пинежский, Приморский муниципальные районы, городские округа: Архангельск, Северодвинск, Новодвинск, муниципальный район о. Новая Земля; ³ Таймырский (Долгано-Ненецкий), Туруханский муниципальные районы, г. о. Норильск, сельские поселения (поселки): Суринда, Тура, Нидым, Учамы, Тутончаны, Ессей, Чиринда, Эконда, Кислокан, Юкта Эвенкийского муниципального района; ⁴ Абыйский, Аллаиховский, Анабарский (Долгано-Эвенкийский), Булунский, Верхнеколымский, Верхоянский, Жиганский, Момский, Нижнеколымский, Оленекский, Среднеколымский, Усть-Янский и Эвено-Бытантайский улусы (районы); ⁵ Беломорский, Калевальский, Кемский, Костомукшский, Лоухский, Сеgezский муниципальные районы.

В Мурманской области примерно 60% всех случаев ВЗ и ЭВЗ связано с загрязнением поверхностных вод соединениями тяжелых металлов. В 2023 г. в поверхностных водах были зафиксированы максимальные концентрации соединений: меди (163 ПДК), никеля (85 ПДК) - в р. Кумужья, г. Мончегорск; железа общ. (850 ПДК), фтора (23,7 ПДК) - в ручье без названия, г. Кандалакша; ртути (5 ПДК) - в р. Ньюдай, г. Мончегорск; марганца (70 ПДК) - в р. Можель, г. Ковдор; молибдена (10,7 ПДК) - в оз. Имандра, г. Апатиты.

В 2023 г. по сравнению с периодом 2014-2023 гг. в Мурманской обл. почти в 10 раз уменьшилось количество случаев загрязнения водных объектов дитиофосфатом крезиловым и в 5 раз соединениями ртути (рис. 4.50).

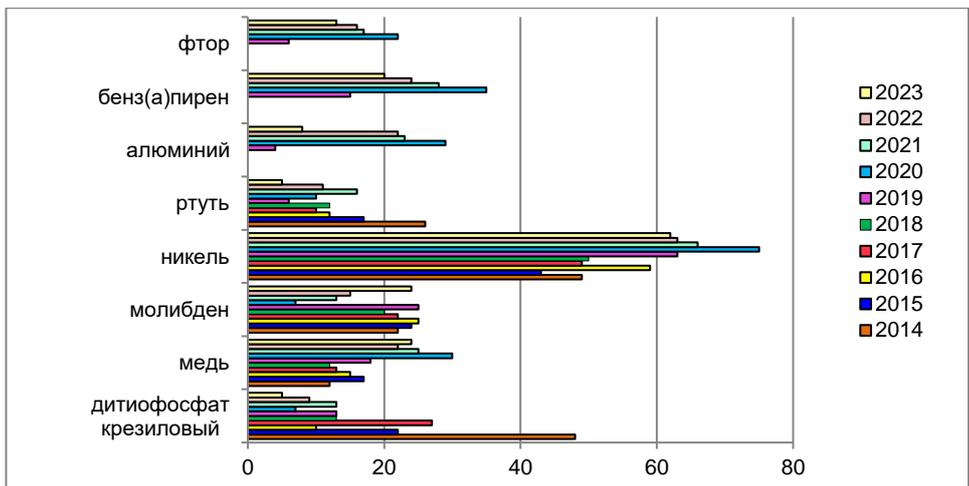


Рис. 4.50 Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по основным загрязняющим веществам в Мурманской обл. за период 2014-2023 гг.

Как и в предыдущие годы, максимальную нагрузку от загрязнения испытывают реки: Ньюдай, Колос-йоки, Хаукилампи-йоки, на которых наблюдается наибольшее число повторений случаев высокого загрязнения. Максимальное число повторений случаев - 48 ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод в Мурманской обл. было зарегистрировано в ручье без названия в г. Кандалакша (рис. 4.51).

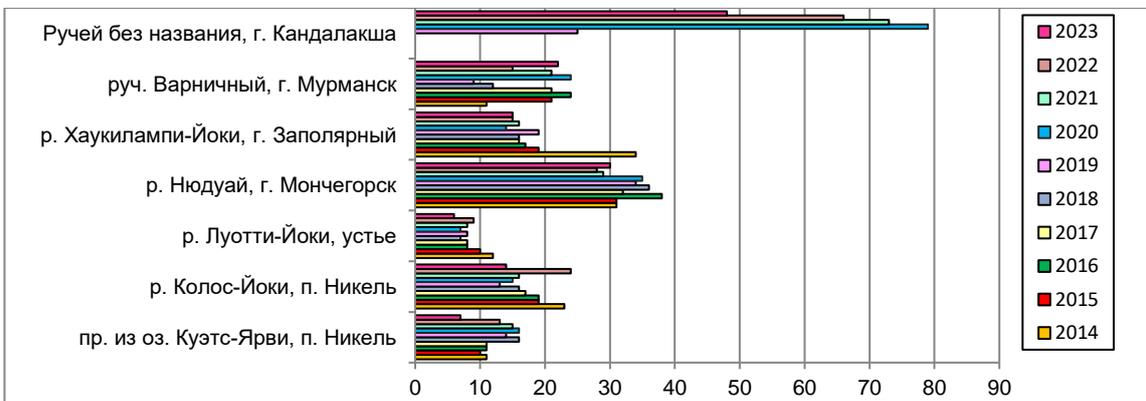


Рис. 4.51. Пункты наблюдений в Мурманской обл., в которых регистрировалось максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2014-2023 гг.

В Ямало-Ненецком автономном округе в 2023 г. было зарегистрировано 64 случая высокого загрязнения на 10 водных объектах и 32 случая экстремально высокого загрязнения на 10 водных объектах. На химический состав рек существенное влияние оказывает антропогенный фактор, связанный с разведкой, обустройством и эксплуатацией нефтегазовых месторождений автономного округа. На протяжении длительного периода в водоемах округа фиксируются значительные загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами и тяжелыми металлами (рис. 4.52). В 2023 г. в поверхностных водах были зафиксированы максимальные концентрации соединений: марганца (100 ПДК) - в районе губы Тазовская, п. Находка; железа общ. (80,4 ПДК) - в р. Надым, г. Надым. Следует отметить, что в бассейне р. Правая Хетта, пгт. Пангоды было зарегистрировано максимальное количество случаев - 18 высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод (рис. 4.53).

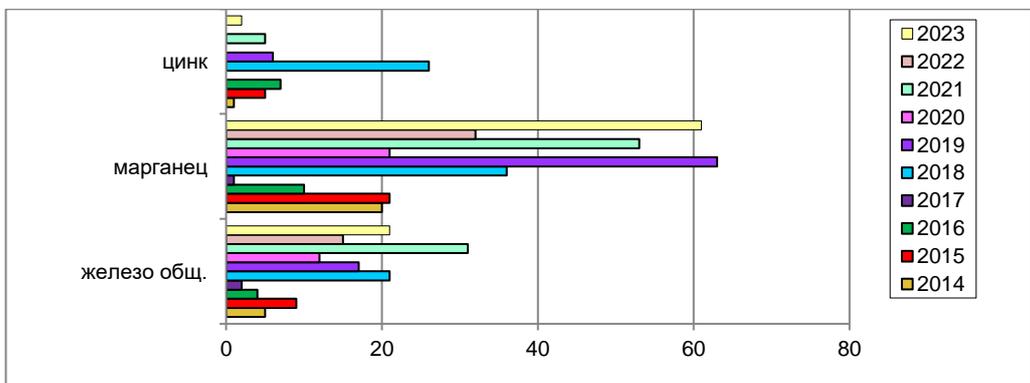


Рис. 4.52. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по основным загрязняющим веществам в Ямало-Ненецком АО за период 2014-2023 гг.

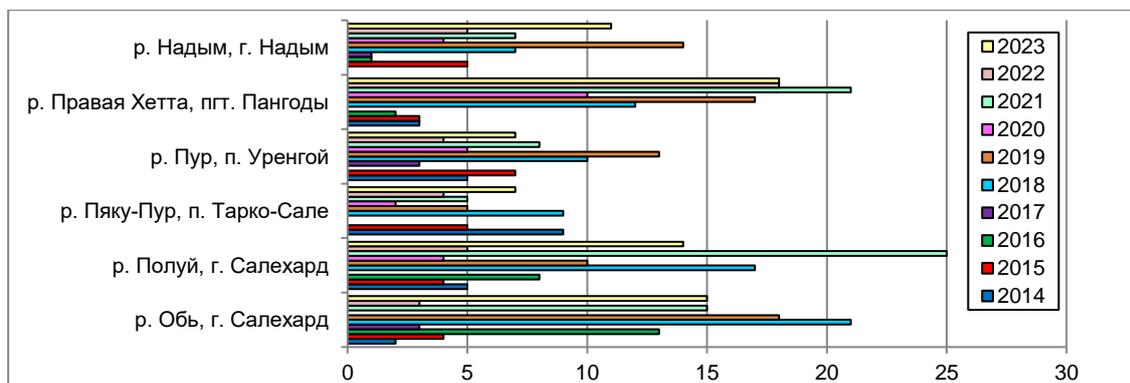


Рис. 4.53. Пункты наблюдений в Ямало-Ненецком АО, в которых регистрировалось максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2014-2023 гг.

Основными загрязнителями водных объектов Республики Коми являются предприятия теплоэнергетики, нефтегазоперерабатывающей, угледобывающей, нефтегазодобывающей, лесозаготовительной и деревообрабатывающей отраслей промышленности. В 2023 г. в Республике Коми было зарегистрировано 8 случаев ЭВЗ и 14 случаев ВЗ поверхностных вод с максимальными значениями загрязняющих веществ: марганца (93,7 ПДК) - в р. Колва, с. Колва, г/о Усинск; азота аммонийного (52 ПДК) - в р. Воркута, г. Воркута, ЦЛАТИ; фосфатов (24,5 ПДК) - в руч. Параллельный, г. Воркута; алюминия (17,4 ПДК) - в р. Уса, с. Усть-Уса, г/о Усинск.

Для устьевой части р. Северная Двина (Архангельская область) характерна загрязненность воды металлами, а также лигнинными веществами и формальдегидом, в результате сброса сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий, жилищно-коммунального хозяйства, а также судами речного и морского флота. В 2023 г. в Архангельской области было зарегистрировано 5 случаев высокого и 1 случай экстремально высокого загрязнения поверхностных вод (табл. 4.29) с максимальными значениями загрязняющих веществ: ионов натрия (13,4 ПДК) - в прот. Кузнечиха, г. Архангельск; нефтепродуктов (1880 ПДК) - в р. Северная Двина, г. Архангельск.

Загрязнение бассейна р. Печора (Ненецкий АО) связано с добычей и переработкой углеводородного сырья и поступлением в водотоки со сточными водами нефтепродуктов. В Ненецком АО регулярно фиксируются от 1 до 6 случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод, за исключением 2020 г., когда было зафиксировано максимальное суммарное число ВЗ и ЭВЗ - 25. В 2023 г. в поверхностных водах Ненецкого АО было зарегистрировано 5 случаев высокого загрязнения с максимальными значениями загрязняющих веществ: марганца (47,4 ПДК) - в прот. Городецкий Шар, г. Нарьян-Мар; азота аммонийного (20 ПДК) - оз. Пеляжье, г. Нарьян-Мар. Также наблюдалось снижение концентрации растворенного в воде кислорода ниже 3 мг/л, минимальное содержание которого составило 2,86 мг/л в июне в прот. Городецкий Шар, г. Нарьян-Мар.

Негативное влияние на состояние водных объектов Красноярского края оказывают сточные воды предприятий медно-никелевого производства. В 2023 г. в Красноярском крае было зарегистрировано 3 случая ВЗ поверхностных вод соединениями никеля с максимальным значением (35 ПДК) - в р. Щучья, г. Норильск (табл. 4.29).

В 2023 г. в Республике Карелия был зарегистрирован 1 случай ВЗ поверхностных вод, обусловленный низким значением pH (4,88) в р. Поньгома, с. Поньгома. Это единственный случай высокого загрязнения поверхностных вод за период 2014-2023 гг.

В остальных субъектах Арктической зоны: Республике Саха (Якутия), а также в Чукотском АО случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод в 2023 г. зарегистрировано не было.

В 2023 г. было зарегистрировано 3 аварии на поверхностных водах Арктической зоны Российской Федерации, которые привели к разливу нефтепродуктов: 2 аварии в бассейне Сев. Двины и 1 авария в бассейне р. Лена. В одном случае в районе морского порта г. Архангельск, р. Северная Двина у кромки льда было зафиксировано экстремальное загрязнение поверхностных вод нефтепродуктами - более 100 ПДК. В ходе работы по ликвидации загрязнения было собрано 2600 кг нефтеводной смеси и 5200 кг загрязненного нефтепродуктами льда и снега, после чего были отобраны пробы воды, по результатам анализов которых концентрации нефтепродуктов составляли от 1,6 до 28 ПДК, уровней высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод зарегистрировано не было. В двух других случаях угрозы водоемам и уровней высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод зарегистрировано не было.

Состояние водных экосистем в Арктической зоне

Гидробиологические наблюдения за состоянием поверхностных вод Арктической зоны России проводились по показателям основных экологических группировок: фитопланктон, зоопланктон и зообентос, каждая из которых наблюдалась по ряду параметров, позволяющих получать информацию о качественном составе экосистем водных объектов и их количественных характеристиках. Наблюдения водных объектов Арктической зоны в период 2014-2023 гг. проводились в Восточно-Сибирском и Баренцевском гидрографических районах.

Баренцевский гидрографический район. Гидробиологические наблюдения проводились в Мурманской области на 34 водных объектах, среди которых 26 водотоков и 8 водоемов, принадлежащих бассейнам Баренцева и Белого морей, в 61 пункте. На рис. 4.54 представлена картограмма качества вод Мурманской области в 2023 г., на рис. 4.55 - Архангельской, Вологодской областей, Республики Коми и Ненецкого автономного округа.

В составе фитопланктона р. Патсо-Йоки в 2023 г. было выявлено 66 видов и вариететов (в 2022 г. - 63; в 2020-2021 гг. - по 69 видов) принадлежащих к 6 таксономическим группам. Наибольшее разнообразие в арктических водах формируют диатомовые водоросли (Bacillariophyta) - 30 видов. Также присутствуют (Chrysophyta) золотистые - 11 видов, (Chlorophyta) зеленые - 8, (Cyanophyta) синезеленые - 7, (Cryptophyta) пиропитовые и (Charophyta) харовые -

по 5 видов. В пробах было выявлено от 16 до 24 видов. Качество воды по показателям фитопланктона соответствовало «слабо загрязненным» водам.

Зоопланктон р. Патсо-Йоки включает 39 видов (в 2022 г. - 35, в 2021 г. - 17, в 2020 г. - 39), из них: 24 - Rotifera, 10 - Cladocera, 5 - Сорерода (по 2-3 вида Cyclopoidea и Calanoida). Качества воды соответствовало «условно чистым» водам.

Зообентос в 2023 г. был представлен 17 видами (в 2022 г. - 14, в 2021 г. - 13, в 2020 г. - 8), относящимися к 5 таксономическим группам. Максимального видового разнообразия достигали малощетинковые черви (Oligochaeta) и личинки комаров звонцов (Chironomidae) - 5 и 6 видов соответственно, ручейники (Trichoptera) были представлены 3 видами, поденки (Ephemeroptera) и брюхоногие моллюски (Gastropoda) - единичными представителями 2 и 1 вид соответственно. Воды поверхностного слоя соответствовали «условно чистым» и «слабо загрязненным». В придонном горизонте класс качества соответствовал «загрязненным» водам. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Фитопланктон р. Нама-Йоки был представлен 25 видами, зоопланктон - 17, бентофауна - 19. Воды поверхностного слоя соответствовали «условно чистым» и «слабо загрязненным». В придонном горизонте класс качества соответствовал «условно чистым» водам.

Видовой состав фитопланктона р. Лотта сохранился в пределах диапазона среднемноголетних значений, в 2023 г. было выявлено 24 вида. Качество вод по показателям фитопланктона сохраняется по-прежнему высоким и соответствует «условно чистым» водам. Зоопланктон был представлен 20 видами. Качество вод оценивается как «слабо загрязненные». В составе зообентоса было выявлено 7 видов. В придонном горизонте класс качества соответствовал «грязным» водам.

В целом качество вод трансграничной реки Патсо-Йоки ниже пос. Никель, рек Нама-Йоки и Лотта на протяжении последних 10 лет не изменилось. Биоценозы рек находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Альгофлора р. Печенга была представлена 49 видами. Наибольшим разнообразием характеризовались диатомовые водоросли (Bacillariophyta), к которым относилось 23 вида, зеленые (Chlorophyta) включали 15, по 3 таксона - цианобактерии (Cyanophyta), золотистые (Chrysophyta) и харовые (Charophyta), Эвгленовые водоросли (Euglenozoa) и динофитовые водоросли (Myxozoa) по 1 виду. До 23 видов альгофлоры наблюдалось в пробе. В составе зоопланктона было выявлено 26 видов. Качество вод поверхностного слоя р. Печенга сохранилось неизменным, воды соответствовали «условно чистым» и «слабо загрязненным». В составе зообентоса было выявлено 24 вида. Биоценозы реки находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

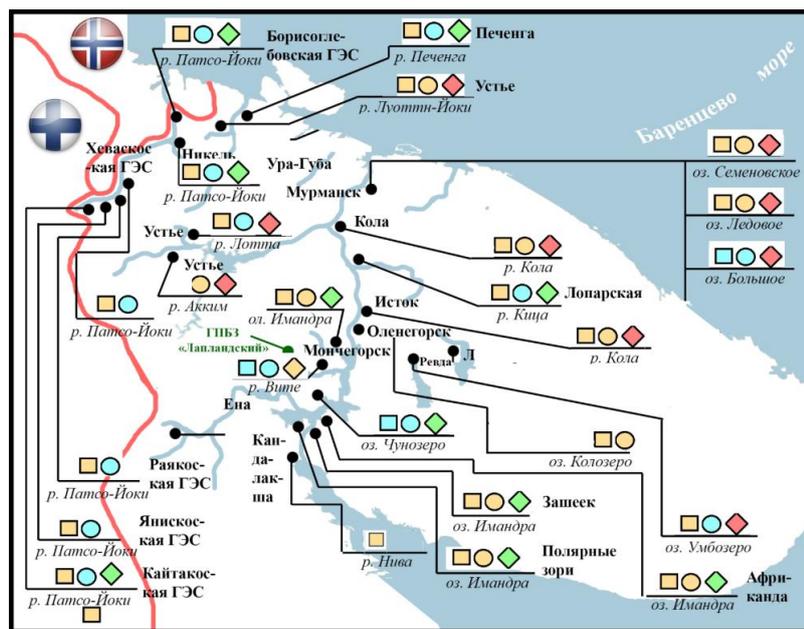
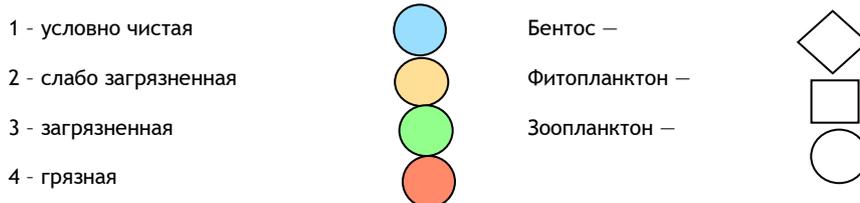


Рис. 4.54. Картограмма качества вод Мурманской области по гидробиологическим показателям в 2023 г. Обозначения на картограммах характеризуют качество поверхностных вод по комплексным показателям. Цветом указан класс качества, формой значка - показатель биоценоза. Стрелками показаны тенденции качества в сравнении с предыдущим годом: ↑ - улучшение; ↓ - ухудшение.



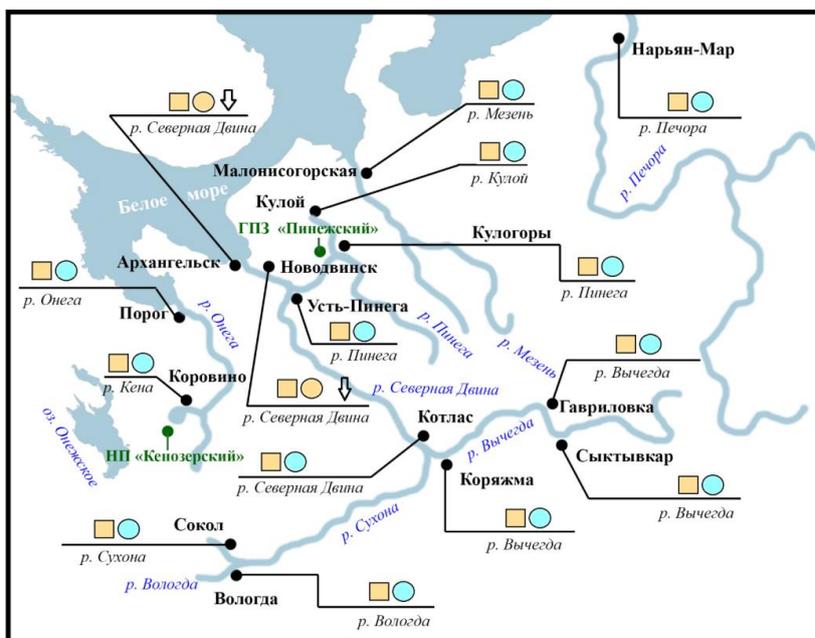


Рис. 4.55. Качество вод водотоков Севера Европейской части России по гидробиологическим показателям в 2023 г. Обозначения такие же, как на рис. 4.54

В фитопланктоне р. Кола было выявлено 45 видов, наибольшее видовое разнообразие из которых принадлежало отделу диатомовых водорослей (Ochrophyta - Bacillariophyta) - 24 вида, 6 видов принадлежали харовым (Charophyta), по 5 видов зеленым (Chlorophyta) и пирозитовым (Myzozoa) водорослям, по 2 вида выявлено в группах цианобактерии (Cyanobacteria) и хризомонадовых рода Dinobryon (Ochrophyta - Chrysophyceae), а также 1 вид эвгленовых (Euglenozoa). В зоопланктоне было выявлено 15 видов. Качество вод поверхностного слоя сохранилось на прежнем уровне - «слабо загрязненные». В составе зообентоса было выявлено 6 видов.

Таким образом, качество вод р. Кола на протяжении последних 10 лет сохранилось неизменным. В целом биоценозы р. Кола находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В составе фитопланктона р. Кица в 2023 г. было выявлено 37 видов. В составе зоопланктона - 17 видов. Качество вод поверхностного горизонта соответствовало «условно чистым» по показателям фитопланктона и «слабо загрязненным» по показателям зоопланктона. В составе зообентоса реки было выявлено 16 видов донных беспозвоночных (в 2020 г. - 18, в 2021 г. - 22, 2022 г. - 6), относящихся к 8 таксономическим группам, из них 6 видов личинок комаров-звонцов (Chironomidae), 3 вида малощетинковых червей (Oligochaeta), 2 вида двустворчатых моллюсков (Bivalvia), все остальные группы были представлены единичными видами: брюхоногие моллюски (Gastropoda), ручейники (Trichoptera), поденки (Ephemeroptera), жуки (Coleoptera) и личинки мокрецов (Ceratopogonidae). Биоценозы реки находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В составе фитопланктона р. Нива было выявлено 14 видов. Традиционно наибольшим разнообразием характеризовались диатомовые водоросли (Ochrophyta - Bacillariophyta) - 7 видов, по 3 вида принадлежали зеленым (Chlorophyta) и харовым (Charophyta), единственным видом был представлен отдел цианобактерии (Cyanobacteria). Состояние биоценозов р. Нива сохраняется неизменным - антропогенное экологическое напряжение.

В альгофлоре планктона р. Вите в 2023 г. было выявлено 37 видов. Наибольший вклад в общее разнообразие вносили диатомовые водоросли, представленные 12 видами, к зеленым (Chlorophyta) - 8 и харовым (Charophyta) - 7. Цианобактерии (Cyanobacteria) и динофитовые (Myzozoa) - по 4 вида, единичными видами были представлены эвгленовые (Euglenozoa) и золотистые (Ochrophyta - Chrysophyceae) водоросли. Качество вод по показателям фитопланктона соответствует «условно чистым» водам. Зоопланктон был представлен 28 видами. Качество вод по показателям зоопланктона соответствует «условно чистым» водам. В составе бентофауны р. Вите было выявлено 15 видов. Качество вод по показателям зообентоса соответствует «слабо загрязненным». Состояние биоценозов реки сохраняется неизменным - на фоне экологического благополучия испытывают антропогенное экологическое напряжение.

Качество вод в поверхностном слое оз. Имандра в последнее десятилетие сохраняется неизменным и соответствует «слабо загрязненным». Качественный состав альгофлоры был разнообразен - 87 видов. Наибольшее число видов - 33 принадлежало к отделу диатомовых водорослей. На втором месте по разнообразию находились зеленые, включавшие 27 видов. Синезеленые водоросли насчитывали 9 видов, по 6 видов относилось к (Chrysophyta) золотистым и (Charophyta) харовым, 5 видов пирозитовые (Cryptophyta), единственным видом были представлены эвгленовые (Euglenozoa) водоросли. Зоопланктон был представлен 54 видами. В составе зообентоса озера было выявлено 19 видов. Состояние биоценозов озера соответствует антропогенному экологическому напряжению.

Качество вод оз. Чуозеро в 2023 г. сохранилось неизменным. В составе фитопланктона было выявлено 38 видов, наибольшее видовое разнообразие из которых принадлежало отделу диатомовых водорослей (Ochrophyta - Bacillariophyta) - 14 видов и золотистые (Ochrophyta - Chrysophyceae) водоросли - 7 видов. Харовые (Charophyta) и динофитовые (Myzozoa) - по 5 видов, цианобактерии (Cyanobacteria) - 4 и зеленые (Chlorophyta) - 3 вида. Зоопланктон был представлен 37 видами. Качество вод поверхностного слоя характеризуется как «условно чистые». В составе зообентоса озера было выявлено 12 видов. Биоценозы озера находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В фитопланктоне оз. Умбозера было выявлено 42 вида, в зоопланктоне - 29 видов, а в зообентосе - 3 вида. Качество поверхностного слоя воды в оз. Умбозере в последнее десятилетие не изменилось. Состояние биоценозов озера сохранилось неизменным - они испытывают антропогенное экологическое напряжение.

В Верхнетуломском водохранилище качество вод поверхностного слоя сохранилось неизменным. Состояние биоценозов озера соответствует антропогенному экологическому напряжению.

В целом состояние биоценозов большинства рек и озер Мурманской области сохраняется неизменным в пределах сложившегося состояния экологической системы от экологического благополучия до экологического напряжения.

В фитопланктоне р. Онега было выявлено 50 видов водорослей. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым (Bacillariophyta) - 32 вида. Зеленые (Chlorophyta) были представлены 9 видами, харовые (Charophyta) - 2 видами, синезеленые (Cyanophyta) - 5, желтозеленые (Xanthophyta) и криптофитовые (Cryptophyta) по 1 виду. Видовое разнообразие в пробе варьировало от 14 до 23 видов. По показателям фитопланктона качество воды оценивается как «слабо загрязненные». В составе зоопланктона было выявлено 11 видов, из них наибольшего видового разнообразия достигали ветвистоусые раки - 6, веслоногие раки - 5 видов. Экосистема реки находится в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения.

Фитопланктон р. Кена включал 43 вида водорослей. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым (Bacillariophyta) - 28 вида. Меньшее видовое разнообразие принадлежало зеленым (Chlorophyta) - 4, золотистые (Chrysophyta) - 4, харовые (Charophyta), динофитовые (Dinophyta) и синезеленые (Cyanophyta) - по 2 вида, криптофитовые (Cryptophyta) - 1, вида. В сравнении с 2022 г. качественное разнообразие фитопланктона практически не изменилось. В 2023 г. количество видов в пробе варьировало от 12 до 25 видов. В составе зоопланктона реки было выявлено 40 видов, в том числе 18 представителей ветвистоусых раков, 14 - веслоногих и 1 вид многощетинковых червей. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В фитопланктоне р. Северная Двина был выявлен 121 вид водорослей, принадлежащих шести систематическим группам: диатомовые - 75 видов, зеленые - 21, синезеленые - 6, золотистые - 5, эвгленовые - 2, динофитовые и желтозеленые - по 1 виду. Количество видов в пробе варьировало от 25 до 43. Воды реки соответствуют «слабо загрязненным». В составе зоопланктона реки было выявлено 36 видов, включающих 13 видов веслоногих и 18 ветвистоусых раков, а также 5 видов коловраток. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Фитопланктон р. Сухона среди наблюдаемых рек отличался высоким видовым разнообразием и включал 78 видов водорослей, из них 53 вида диатомовых, 11 - зелёных, 6 - харовые, 5 - синезеленых, золотистых и эвгленовых по 4 вида, пиридиновые - 2, криптофитовые и желтозеленые - по 1 виду. Диатомовый комплекс видов доминировал. В 2023 г. количество видов в пробе варьировало от 13 до 47. В составе зоопланктона было выявлено 34 вида, из них наибольшего видового разнообразия достигали ветвистоусые - 17 и веслоногие раки - 15 видов, коловраток выявлено 2 вида.

Фитопланктон р. Вологда включал 68 видов водорослей. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым (Bacillariophyta) - 36 видов и зеленым (Chlorophyta) - 15, меньшее видовое разнообразие принадлежало золотистым (Chrysophyta) - 5, эвгленовые (Euglenophyta) - 5, динофитовые (Dinophyta) - 3, синезеленые (Cyanophyta) - 2, криптофитовые (Cryptophyta) и желтозеленые (Xanthophyta) - по 1 виду. Количество видов варьировало от 12 до 30. В составе зоопланктона было выявлено 39 видов, включающих 20 видов ветвистоусых раков, 14 - веслоногих раков и 5 видов коловраток. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В фитопланктоне р. Вычегда было выявлено 64 вида водорослей. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым (Bacillariophyta) - 43 вида. Среди фитопланктона были отмечены зеленые микроводоросли (Chlorophyta) - 10 видов, золотистые (Chrysophyta) - 4, синезеленые (Cyanophyta) - 3, эвгленовые (Euglenophyta) - 2, динофитовые (Dinophyta) и криптофитовые (Cryptophyta) - по 1 виду. Количество видов в пробе варьировало от 15 до 25. Воды реки соответствовали «слабо загрязненным». В составе зоопланктона было выявлено 45 видов, из них наибольшего видового разнообразия достигали ветвистоусые раки (Cladocera) - 25 видов и веслоногие раки (Copepoda) - 10 видов, наименьшего - коловратки (Rotatoria) - 9 видов, ракообразные карпеды (Branchiura) - 1 вид. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Фитопланктон р. Сысола включал 37 видов водорослей. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым (Bacillariophyta) - 23 вида. Среди фитопланктона были отмечены зеленые микроводоросли (Chlorophyta) - 6 видов, золотистые (Chrysophyta) - 3, синезеленые (Cyanophyta) - 2, единичными видами были представлены эвгленовые (Euglenophyta) и желтозеленые (Xanthophyta). Количество видов в пробе варьировало от 9 до 20. Значения индексов сапробности находились в диапазоне характеристик класса качества «слабо загрязнённые». В составе зоопланктона реки было выявлено 26 видов, среди них наибольшего видового разнообразия достигали ветвистоусые раки (Cladocera) - 12, веслоногих раков (Copepoda) - 8 видов, наименьшего - коловратки (Rotatoria) - 6. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Фитопланктон р. Пинега включал 65 видов водорослей, которые в систематическом отношении распределялись следующим образом: диатомовые (Bacillariophyta) - 48 видов и зеленые (Chlorophyta) - 12, меньшее число видов было выявлено в группах золотистых (Chrysophyta) - 2, синезеленых (Cyanophyta) - 2, криптофитовые (Cryptophyta) - 1 вид. В сравнении с 2022 г. видовое богатство снизилось. В 2023 г. количество видов в пробе варьировало от 13 до 35. Преобладали диатомовые. Воды реки соответствовали «слабо загрязнённым». В составе зоопланктона реки было выявлено 52 вида, в том числе ветвистоусые раки (Cladocera) - 26, и веслоногие раки (Copepoda) - 14, коловратки (Rotatoria) - 11 видов, 1 вид Branchiura. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В фитопланктоне р. Кулой было выявлено 35 видов водорослей. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым (Bacillariophyta) - 27 видов. Меньшее качественное разнообразие отмечено для групп - золотистые (Chrysophyta) - 3, зеленые (Chlorophyta) - 2, синезеленые (Cyanophyta), криптофитовые (Cryptophyta) и динофитовые (Dinophyta) - по 1 виду. В сравнении с 2022 г. видовое разнообразие снизилось. В 2023 г. количество видов в пробе варьировало от 11 до 17. Индексы сапробности по фитопланктону соответствовали классу качества «слабо загрязненные» воды. В составе зоопланктона было выявлено 25 видов, из них наибольшего видового

разнообразия достигали ветвистоусые раки (Cladocera) и веслоногие раки (Copepoda) - по 11 и 9 видов соответственно, наименьшего - коловратки (Rotatoria) - 4 вида, ракообразные карпоеды (Branchiura) - 1 вид. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Число выявленных видов фитопланктона в р. Мезень составило - 50 видов. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым (Bacillariophyta) - 39 видов, меньшее видовое разнообразие принадлежало зеленым (Chlorophyta) - 6, золотистым (Chrysophyta) - 2; криптофитовые (Cryptophyta), синезеленые (Cyanophyta), и динофитовые (Dinophyta) - по 1 виду. По сравнению с 2022 г. видовое разнообразие фитопланктона возросло. В 2023 г. количество видов в пробе изменялось от 18 до 30. Индексы сапробности по фитопланктону соответствовали «слабо загрязнённым» водам. В составе зоопланктона реки выявлен 21 вид, из них наибольшего качественного разнообразия достигали ветвистоусые раки (Cladocera) - 13, веслоногие раки (Copepoda) представлены - 6, коловратки (Rotatoria) и ракушковые рачки (Ostracoda) - по 1 виду. По сравнению с 2022 г. увеличилось число видов в группе Cladocera (в 2022 г. Cladocera - 9 видов, Copepoda - 7 видов, коловратки Rotatoria - 1 вида). Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В составе фитопланктона р. Печора было выявлено 39 видов водорослей, принадлежащих семи систематическим группам. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым (Bacillariophyta) - 26 видов. Зеленые (Chlorophyta) представлены 7 видами, синезеленые (Cyanophyta) - 2, золотистые (Chrysophyta), криптофитовые (Cryptophyta), динофитовые (Dinophyta) и эвгленовые (Euglenophyta) - по 1 виду. Количество видов в пробе изменялось от 12 до 22. В составе зоопланктона было выявлено 26 видов, из них наибольшего видового разнообразия достигали ветвистоусые раки (Cladocera) - 17 видов и веслоногих раков (Copepoda) - 6 видов, коловратки (Rotatoria) представлены 3 видами. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Качество вод в большинстве водных объектов Баренцевского гидрографического района на протяжении 2014-2023 гг. сохраняется неизменным и варьирует от «условно чистых» до «слабо загрязненных» вод, с межгодовыми флуктуациями в пределах класса качества.

Восточно-Сибирский гидрографический район. В 2023 г. наблюдения проводились в низовье р. Лена и заливе Неёлова, данные о состоянии качества вод представлены на рис. 4.56.

В составе фитопланктона реки Лена было выявлено 12 видов, относящихся к 3 отделам. Основу видового разнообразия формировали диатомовые (Bacillariophyta) водоросли - 9 видов, зеленые (Chlorophyta) водоросли и золотистые (Chrysophyta) водоросли были представлены единичными видами 2 и 1 вид соответственно. Число видов в пробе варьировало от 2 до 8. Значения индексов сапробности соответствуют «слабо загрязненным» водам, а экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения. Качественный состав зообентоса реки в районе о. Столб Хабарова был представлен 14 видами (в 2022 г. - 26 видами; в 2021 г. - 28 видов, в 2020 и 2019 г. - по 27, в 2018 г. - 18, в 2017 г. - 23) из 8 групп: комары-звонцы (Chironomidae) - 5 видов, подёнки (Ephemeroptera) - 3 вида, малощетинковые черви (Oligochaeta) - 2, веснянки (Plecoptera), двустворчатые моллюски (Bivalvia), бокоплавы (Amphipoda), ручейники (Trichoptera) и клопы (Hemiptera) - по 1 виду. Пространственное распределение видов зообентоса по наблюдаемой акватории крайне неоднородно. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Фитопланктон озера Мелкое был представлен 12 видами и вариантами (в 2022 г. - 11, в 2021 г. - 22, в 2020 г. - 18, в 2019 г. - 22, в 2018 г. - 10, в 2017 г. - 16). Основу разнообразия фитопланктона формировали диатомовые (Bacillariophyta), представленные 8 видами-космополитами, синезеленые (Cyanophyta) водоросли насчитывали 3 вида, золотистые (Chrysophyta) включали 1 вид. Значения индексов сапробности соответствуют «слабо загрязненным» водам, а экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения. Зообентос озера насчитывал 11 видов (в 2022 г. - 16 видов; в 2021 г. - 18 видов, в 2020 и в 2019 г. - по 14, в 2018 г. - 22, в 2017 г. - 15 видов), относящихся к 7 группам: наибольшим видовым разнообразием обладали двустворчатые моллюски (Bivalvia) - 3 вида малощетинковые черви (Oligochaeta) - 5 видов, комары-звонцы (Chironomidae) - 3 вида, ручейники (Trichoptera) - 3 вида, веснянки (Plecoptera), бокоплавы (Amphipoda) и подёнки (Ephemeroptera) - по 2 вида. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

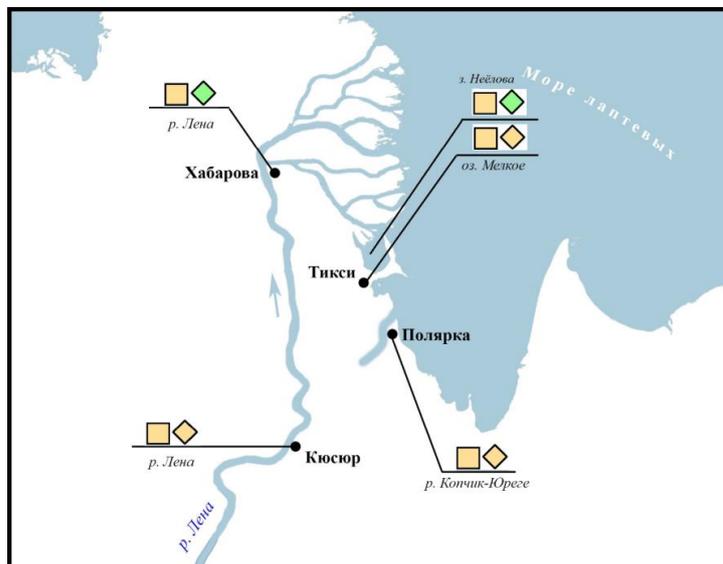


Рис. 4.56. Картограмма качества вод Республики Саха (Якутия) в 2023 г. по гидробиологическим показателям. Обозначения как на рис. 4.54

В составе фитопланктона реки р. Копчик-Юрэгэ (п. Полярка) было выявлено 6 видов, относившихся к диатомовым водорослям (Bacillariophyta). Наибольший вклад в общие количественные показатели фитопланктона также вносили представители диатомовых. В целом, количественные показатели фитопланктона находятся в диапазоне многолетних наблюдений. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения. Зообентос реки в 2023 г. был представлен 7 видами донных беспозвоночных (в 2022 г. – 7 видами; в 2021-2020 гг. – 6, в 2019-2018 гг. – 7), в том числе, поденок (Ephemeroptera) и комаров-звонцов (Chironomidae) – по 2 вида, по 2 вида ручейников (Trichoptera) и малощетинковых червей (Oligochaeta), веснянки (Plecoptera) и мошки (Simuliidae) были представлены 2 и 1 видом соответственно. Количественные и качественные характеристики зообентоса по сравнению с 2014-2021 гг. не изменились. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Прибрежные морские экосистемы моря Лаптевых были обследованы в заливе Неёлова у пос. Тикси. В 2023 г. фитопланктон залива Неёлова был представлен 9 пресноводными эвригалинными видами, среди которых в качественном и количественном отношении доминировали диатомовые водоросли – 7 видов, зеленые водоросли были представлены 2 видами. В 2023 г. видовое разнообразие фитопланктона находилось в пределах среднемноголетних значений, существенных изменений не выявлено. Экосистема залива находится в состоянии антропогенного экологического напряжения. В составе макрозообентоса залива Неёлова в 2023 г. было выявлено 15 видов беспозвоночных, распределённых по 9 таксономическим группам: наибольшее видовое разнообразие традиционно принадлежало комарам-звонцам (Chironomidae) – 10 видов и малощетинковым червям (Oligochaeta) – 4 вида. Бокоплавы (Amphipoda) – 4, двустворчатые моллюски (Bivalvia) – 3 вида, мизиды (Mysidacea), типулиды (Tipulidae), поденки (Ephemeroptera), круглые черви (Nematoda) и приапулиды (Priapulidae) – были представлены единичными видами. Экосистема залива находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Основу пресноводного фитопланктона арктических водоемов и водотоков, как в качественном, так и в количественном отношении формируют представители диатомовых водорослей. Фауна макрозообентоса в Арктике сильно варьирует год от года, так как формируется ежегодно приносимыми с паводковыми водами рек гидробионтами. Особенности гидрологического режима арктических водных объектов с преобладающим питанием тальными водами, их сезонным промерзанием, продолжительным нахождением под толщей льда и близостью многолетнемерзлых пород являются причинами того, что гидробиологические сообщества формируются только к июлю. Низкие температуры и отсутствие пищевых объектов ведут к низкой продуктивности сообществ и как следствие их низкому количественному и качественному развитию. В эстуарно-дельтовых системах формирование гидробиологических сообществ осложняется периодическими затоками морских вод, приводящих к гибели пресноводных стеногалинных видов гидробионтов, являющихся в большинстве своем индикаторами чистых вод, и, как следствие, невозможности адекватной оценки качества воды водного объекта. В целом, пресноводные биоценозы в нижнем течении р. Лена соответствуют 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) регистрируются ежегодные флуктуации качества поверхностного слоя воды в пределах сложившихся классов, что говорит об относительной стабильности экологического статуса описанных водных объектов.

Таким образом, в период 2014-2023 гг. состояние наблюдаемых арктических акваторий России сохраняется на стабильном уровне, кардинальных изменений в таксономическом составе и структуре сообществ, а также градации состояния экосистем не было выявлено.

Радиационная обстановка на Сухопутных территориях Арктики и прибрежных водах Белого и Баренцева морей

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.

Подсистема государственного мониторинга радиационной обстановки на территории Арктической зоны Российской Федерации на базе государственной наблюдательной сети состоит из 94 пунктов наблюдения за мощностью амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД), 43 пунктов наблюдений за радиоактивными атмосферными выпадениями и 8 пунктов наблюдений за радиоактивными аэрозолями воздуха, 5 пунктов наблюдений на Белом море и 1 пункта наблюдений на Баренцевом море за объемной активностью ^{90}Sr в прибрежных водах.

На стационарных пунктах проводятся наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха ^{137}Cs и ^{90}Sr . Регулярно выполняются 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 в последние 18 лет (за исключением 2011 г.) значительно ниже средневзвешенного значения по территории РФ. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в разных пунктах наблюдения в 2005-2010 и 2012-2022 годов колебалась в интервале $(0,2-1,7) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, за исключением Мурманска и Нарьян-Мара, где за счет воздушного переноса промышленных выбросов не только с территории России, но и европейских стран, среднегодовая активность ^{137}Cs в воздухе повышалась на один-два порядка. Так, например, в Мурманске в 2016, 2017 и 2020 годах его величина поднималась от $5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ до $11 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в Нарьян-Маре в 2007 и 2015 годах его величина превышала $4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В 2023 г. составила $1,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в 2022 г. было $5,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

В 2023 г. объемная активность ^{137}Cs в Мурманске находилась в диапазоне $(0,9-1,3) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и составила в среднем $1,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В 2011 г. объемная активность ^{137}Cs по всей европейской части 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, и в отдельных пунктах наблюдения в арктической зоне достигала $(15-30) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Объемная активность ^{90}Sr в воздухе Арктической зоны России (Диксон и Мурманск) ниже средневзвешенных по территории России, и до 2016 г. колебалась в пределах от $0,02 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ до $0,26 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Аварийные выбросы АЭС

«Фукусима-1» практически не содержали стронция и не отразились на величине объемной активности ^{90}Sr в 2011 г. Однако в 2016-2017 и 2019 годах наблюдалось увеличение средних значений объемной активности ^{90}Sr в арктической зоне, так в Мурманске - до $0,61 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, $0,45 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $0,54 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно.

В 2018-2019 годах произошло снижение активности ^{90}Sr в среднем по России до $0,91 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а в Диксоне - до $0,11 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В 2023 г. в Нарьян-Маре была зафиксирована активность ^{90}Sr около $0,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

За период с 2000 по 2016 годы объемная активность ^{90}Sr в прибрежных водах Белого и Баренцева морей колебалась в пределах 1,7-4,4 мБк/л. С 2017 г. активность ^{90}Sr в Белом море устойчиво снижалась и в 2019 г. составила 2,1 мБк/л, а в Баренцевом море наметилась стабилизация на уровне около 1,9 мБк/л. Эти уровни занимают среднее положение по активности ^{90}Sr , между наиболее низкими значениями в Тихом океане, у восточного побережья Камчатки (1,0-1,8 мБк/л), и водами Каспийского моря (4-5 мБк/л). При этом почти всегда концентрация в Белом море выше, чем в Баренцевом. В Белом и Баренцевом морях активность ^{90}Sr в 2021 г. составила (2,7-2,2) мБк/л, а в 2022 г. - в обоих случаях - 2,1 мБк/л. В 2023 г. в Баренцевом море было 1,6 мБк/л.

В настоящее время потенциальными источниками поступления техногенных радионуклидов в воды Баренцева моря являются затонувшие вследствие аварий атомные подводные лодки: «Комсомолец», затонувшая в Норвежском море, воды которого обмениваются с водами Баренцева моря, и «К-159», затонувшая в Баренцевом море в районе о. Кильдин.

Для оценки радиационной обстановки в Баренцевом море проводятся морские научные исследования (МНИ) морской среды: воды, донных отложений и морских организмов. В 2021 году были проведены МНИ в Норвежское море к месту затопления АПЛ «Комсомолец», а в 2023 году проведены МНИ в район затопления АПЛ К-159 у о. Кильдин. В результате экспедиционных исследований установлено, что утечек радиоактивных материалов с затонувших подводных лодок не происходит, содержание радионуклидов в компонентах природной среды соответствует уровням, характерным для данного региона.

Таким образом, можно сделать вывод, что радиоактивное загрязнение воздушной и водной среды Арктики в 2023 году находилось на низком уровне.

4.4. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в районе пос. Баренцбург и прилегающих территорий

В 2023 г. было выполнено обследование районов расположения поселков Баренцбург и Пирамида, прилегающих к ним территорий, акватории и побережья заливов Гренфьорд и Биллефьорд.

Наблюдения проводились в зимне-весенний (март-апрель) и летний (июль-август) периоды за загрязнением атмосферного воздуха и атмосферного аэрозоля 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.

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 $8,79$ мкг/м³), диоксида серы (до $3,05$ мкг/м³), оксида углерода (до 401 мкг/м³) и диоксида азота (до $1,46$ мкг/м³) были зафиксированы в атмосферном воздухе поселка Баренцбург. В воздухе поселка Пирамида были зафиксированы концентрации пыли ($4,01$ мкг/м³), диоксида серы ($1,49$ мкг/м³), оксида углерода (302 мкг/м³) и диоксида азота ($0,69$ мкг/м³).

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, что не позволило их надежно идентифицировать.

По сравнению со средними уровнями за период 2016-2022 гг. загрязненность атмосферного воздуха в 2023 г. существенно не изменилась.

Полученные данные по уровням концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе района исследований в 2023 г. близки к данным норвежских исследователей, осуществляющих подобные наблюдения на ст. Цеппелин в Нью-Олесунде (AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Oslo. 1998, 2008).

Снежный покров

В образцах снежного покрова, отобранных в районе расположения пос. Баренцбург и Пирамида в ходе весенних экспедиционных исследований 2023 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 (рН) снежного покрова в районе пос. Баренцбург варьировался в пределах от 5,34 до 6,16 ед. рН. Минимальные значения рН были отмечены в снежном покрове в центральной части поселка Баренцбург.

В районе пос. Пирамида водородный показатель (рН) распределялся более однородно и находился в пределах от 5,95 до 6,17 ед. рН.

Концентрации главных ионов в снежном покрове обследованной территории п. Баренцбург изменялись в следующих пределах: хлориды - от 3,11 до 37,8 мг/л талой воды; сульфаты - от 0,33 до 13,8 мг/л; натрий - от 3,56 до

46,6 мг/л; калий - от <0,1 до 1,24 мг/л; кальций - от <0,3 до 2,74 мг/л. Концентрации минеральных форм азота в снежном покрове изменялись следующим образом: для нитратов - от 20 до 80 мг/л при среднем содержании 65,0 мг/л; для нитритов - от <0,5 до 2,47 мг/л при среднем содержании 1,47 мг/л; для азота общего - от 65,0 до 350 мг/л при среднем значении 72,4 мг/л.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега изменялось от 10,0 до 125 мкг/л талой воды, максимальная концентрация НУ была выявлена 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 93,2 нг/л при максимальной концентрации 294 нг/л, зафиксированной в пробах снега, отобранных южнее пос. Баренцбург.

Концентрации главных ионов в снежном покрове обследованной территории п. Пирамида изменялись в следующих пределах: хлориды - от 1,37 до 56,7 мг/л талой воды; сульфаты - от 0,53 до 6,39 мг/л; натрий - от 0,54 до 29,4 мг/л; калий - от 0,17 до 1,12 мг/л; кальций - от 0,76 до 1,64 мг/л; магний - от 0,66 до 3,88 мг/л. Концентрации минеральных форм азота в снежном покрове изменялись следующим образом: для аммония - <0,25 мкг/л; для нитратов - от 21,0 до 41 мкг/л при среднем содержании 30,5 мкг/л; для нитритов - от 0,67 до 0,92 мкг/л, при среднем содержании 0,80 мкг/л; для азота общего - от 65,0 до 78 мкг/л, при среднем значении 72 мкг/л.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега в районе поселка Пирамида изменялось от 5,0 до 20 мкг/л талой воды. 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 42,0 нг/л при максимальной концентрации 332 нг/л, зафиксированной в пробах снега, отобранных в пос. Пирамида.

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах снежного покрова в районе Баренцбурга были выявлены соединения только группы ПХБ. Концентрации хлорбензолов, пестицидов групп хлорбензолов, ГХЦГ, ДДТ и соединений группы полихлорциклодиенов находились ниже пределов обнаружения. Из 15 контролируемых индивидуальных конгенов ПХБ в пробах талого снега с различной частотой обнаружения были отмечены конгенеры #52, #101, #118, #138, #153, #180. Максимальные концентрации отдельных конгенов ПХБ составляли: для #52 - 0,28 нг/л; для #101 - 0,23 нг/л; для #118 - 4,28 нг/л; для #138 - 0,6 нг/л; для #153 - 0,99 нг/л; для #180 - 0,23 нг/л. Среднее суммарное содержание полихлорбифенилов составило 0,95 нг/л, при максимальной концентрации 2,11 нг/л, зафиксированной в пробах талого снега, отобранных севернее поселка Баренцбург.

На территории расположения поселка Пирамида из 15 контролируемых индивидуальных конгенов ПХБ в пробах талого снега с различной частотой обнаружения были отмечены конгенеры #99, #101, #105, #118, #153. Максимальные концентрации отдельных конгенов ПХБ составляли: для #99 - 0,68 нг/л, для #101 - 0,83 нг/л, для #118 - 4,28 нг/л, для #153 - 3,88 нг/л. Среднее суммарное содержание полихлорбифенилов составило 1,60 нг/л, при максимальной концентрации 7,49 нг/л.

Содержание контролируемых тяжелых металлов в пробах снега в районе пос. Баренцбург находилось в следующих пределах: марганца - от 1,4 до 186 мкг/л (в среднем 13,6 мкг/л талой воды); цинка - от 11,4 до 44,8 мкг/л, при среднем содержании 21,2 мкг/л; никеля - от 1,06 до 11,9 мкг/л, при среднем содержании 6,48 мкг/л; кобальта - от <1,0 до 5,56 мкг/л, при среднем содержании 1,0 мкг/л. Концентрации железа, меди, свинца, кадмия, хрома, ртути и мышьяка находились ниже пределов обнаружения. Максимальные уровни содержания марганца и никеля были зафиксированы в пробах снега, отобранных в районе устья реки Грендалсэльва, цинка - севернее поселка Баренцбург. В районе пос. Пирамида были отмечены следующие уровни содержания ТМ: марганца - от 1,94 до 6,78 мкг/л (в среднем 4,38 мкг/л талой воды); цинка - от 10,6 до 33,2 мкг/л, при среднем содержании 17,5 мкг/л; хрома - от <1,0 до 74,4 мкг/л, при средней концентрации 21,2 мкг/л талой воды; никеля - от <1,0 до 7,45 мкг/л, при среднем содержании 1,0 мкг/л. Концентрации железа, меди, свинца, кадмия, ртути и мышьяка находились ниже пределов обнаружения на территории пос. Пирамида.

Таким образом, снежный покров территории поселка Баренцбург и его окрестностей, в целом, характеризуется повышенными суммарными концентрациями ПАУ, ПХБ и некоторых тяжелых металлов по сравнению с фоновыми районами Российской и Канадской Арктики (Карское море и ледник Агассиз на о. Элсмир в Канадской Арктике). Загрязнение снежного покрова ПАУ, вероятно 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 (рН), окислительно-восстановительного потенциала (Еh), растворенного кислорода, БПК₅, биогенных элементов (кремниеслоты, 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, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) в водах обследованных акваторий за периоды наблюдений были ниже предела чувствительности используемого метода анализа, что не позволяло их надежно идентифицировать. Из загрязняющих веществ в водах обследованных акваторий в 2023 г. были выявлены нефтяные углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), тяжелые металлы (ТМ) и хлорорганические соединения (ХОС).

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в водах обследованной акватории залива Гренфьорд находилось в пределах от <5,0 до 7,12 мкг/л. Максимальное содержание НУ было зафиксировано в придонном и поверхностных слоях морских вод севернее п. Баренцбург. Суммарное содержание НУ в водах залива Биллефьорд находилось ниже предела обнаружения.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в морских водах залива Гренфьорд и залива Биллефьорд были выявлены 11 соединений. Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах восточной акватории залива Гренфьорд в летний период составило 20,1 нг/л, в водах залива Биллефьорд - 31,1 нг/л.

В пробах морской воды заливов Гренфьорд и Биллефьорд за летний период наблюдений 2023 г. значимых концентраций полихлорбензолов, полихлорированных бифенилов (ПХБ), ГХЦГ, и полихлорциклодиеновых соединений (группа ПХЦД) выявлено не было.

Максимальное содержание контролируемых ТМ в пробах морской воды залива Гренфьорд составляло: марганца - до 19,7 мкг/л, меди - до 14,2 мкг/л, никеля - до 15,9 мкг/л, цинка - до 25 мкг/л, кобальта - до 1,74 мкг/л, кадмия - до 0,15 мкг/л, хрома - до 7,22 мкг/л; мышьяка - до 8,76 мкг/л. Массовая доля свинца, ртути и железа в морской воде находилась ниже пределов обнаружения методики выполнения измерений.

Максимальные концентрации контролируемых тяжелых металлов в пробах морской воды залива Биллефьорд составляли: марганца - 15,0 мкг/л, меди - 14,3 мкг/л, никеля - 12,3 мкг/л, кобальта - 1,80 мкг/л, хрома - до 9,49 мкг/л, мышьяка - до 5,82 мкг/л, остальные контролируемые тяжелые металлы находились ниже уровня определения.

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 2023 г. в среднем как «загрязненные», а на отдельных участках как «умеренно загрязненные». На акватории залива Гренфьорд значения большинства основных гидрохимических показателей, а также концентрации загрязняющих веществ в морских водах, не выходили за рамки установленных ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов, за исключением концентраций меди, марганца, цинка, БПК₅.

В местах поступления неочищенных коммунально-бытовых сточных вод поселка наблюдается локальное загрязнение морских вод, что может оказывать влияние на качество вод залива Гренфьорд в целом.

Качество морских вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать воды залива Биллефьорд в районе пос. Пирамида как «умеренно загрязненные». За период наблюдений 2023 г. на акватории залива Биллефьорд в районе пос. Пирамида значения основных гидрохимических показателей, а также концентраций ЛАУ, ПАУ и ХОС в морских водах не выходили за рамки установленных ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов.

В целом, можно отметить, что качество вод в заливах Гренфьорд и Биллефьорд в 2023 г. существенно не изменилось по сравнению с наблюдениями за 2016-2022 гг., при этом следует отметить, что поступление загрязняющих веществ может быть связано с местными источниками загрязнения.

Поверхностные воды суши

Отбор проб поверхностных вод суши производился в весенний и летний периоды из оз. Биенда-Стемме, используемого для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения п. Баренцбург, а также р. Грендалсэльва, оз. Голубое и Безымянное в летний период. В пробах поверхностных вод выполнялись определения основных гидрохимических характеристик - водородного показателя (рН), окислительно-восстановительного потенциала (Eh), щелочности, растворенного кислорода, биохимического потребления кислорода (БПК₅), химического потребления кислорода (ХПК), биогенных элементов (кремниевые кислоты, минеральных форм азота и фосфора и их общего количества), компонентов минерального состава, а также загрязняющих веществ - тяжелых металлов, ПАУ, НУ, ЛАУ, ЛАУ, индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), ХОС, включая ПХБ.

Из загрязняющих веществ в озерных и речных водах в 2023 г. были выявлены нефтяные углеводороды, тяжелые металлы, соединения групп ПАУ и ХОС.

Концентрации неполярных алифатических углеводородов (НАУ), ЛАУ, СПАВ и индивидуальных фенолов в поверхностных водах реки и озер за периоды наблюдений были ниже пределов чувствительности методик анализа.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в поверхностных водах озера Биенда-Стемме в весенний период наблюдений составляло в среднем 15 мкг/л, летом изменялось от 5,5 до 7,4 мкг/л, в оз. Голубое составляло <5,0 мкг/л, а в водах оз. Безымянное - 5,4 мкг/л. В водах реки содержание НУ колебалось от 6,2 до 8,8 мкг/л при среднем значении 7,5 мкг/л.

Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах оз. Голубое изменялось от 43 до 49 нг/л, Безымянного от <5,0 до 42,3 нг/л и в воде р. Грендалсэльва от <5,0 до 50,2 нг/л.

В оз. Биенда-Стемме в весенний период наблюдений, значения суммы ПАУ составляло от <5,0 до 59,7 нг/л и 45,8 до 47,1 нг/л в летний период.

В воде р. Грендалсэльва хлорорганические соединения (ХОС) в 2023 г. не были выявлены.

В водах оз. Биенда-Стемме в весенний период наблюдений среднее суммарное содержание пестицидов группы ПХБ составляло от 0,28 до 0,32 нг/л. В летний период в водах этого озера было также зафиксировано наличие соединений группы ПХБ, среднее суммарное содержание которых составило 3,54 нг/л.

В районе пос. Пирамида в водах озер суммарное содержание ПХБ не превышало пределов обнаружения методики выполнения измерений.

Максимальные концентрации марганца, железа, кобальта, свинца, кадмия, хрома, ртути, мышьяка и олова в водах оз. Биенда-Стемме весной не превышали пределов чувствительности используемого метода анализа. Летом в озерных водах максимальные концентрации составили: цинка - 22,4 мкг/л, железа - 211 мкг/л, марганца - 2,35 мкг/л, никеля - 14,7 мкг/л, хрома - 85,5 мкг/л, содержание остальных ТМ находилось ниже предела обнаружения.

В водах озера Голубое содержание тяжелых металлов составило: для меди - 1,82 мкг/л, цинка - 12,5 мкг/л, марганца - 10,9 мкг/л, никеля - 1,04 мкг/л. Концентрации железа, кобальта, свинца, кадмия, ртути, и олова не достигали предела обнаружения используемого метода анализа. Концентрации железа, марганца, меди, свинца, хрома, ртути, мышьяка и олова в водах оз. Безымянное находились ниже предела обнаружения используемого метода анализа.

Анализ проб речных вод выявил следующие максимальные содержания тяжелых металлов: марганца - 309 мкг/л (средняя концентрация 270 мкг/л), железа - 339 мкг/л (средняя концентрация 169 мкг/л), цинка - 16,2 мкг/л (средняя концентрация 15,4 мкг/л), никеля - 23,8 мкг/л (средняя концентрация 16,8 мкг/л), кобальта - 2,71 мкг/л (средняя концентрация 2,36 мкг/л), хрома - 134 мкг/л (средняя концентрация 68 мкг/л), мышьяка - 5,02 мкг/л (средняя концентрация 2,51 мкг/л). Концентрации свинца, меди, кадмия, ртути и олова находились ниже пределов обнаружения.

Сравнительная характеристика гидрохимических показателей и средних концентраций загрязняющих веществ в поверхностных водах суши в районе поселков Баренцбург и Пирамида представлена на рис. 4.57.

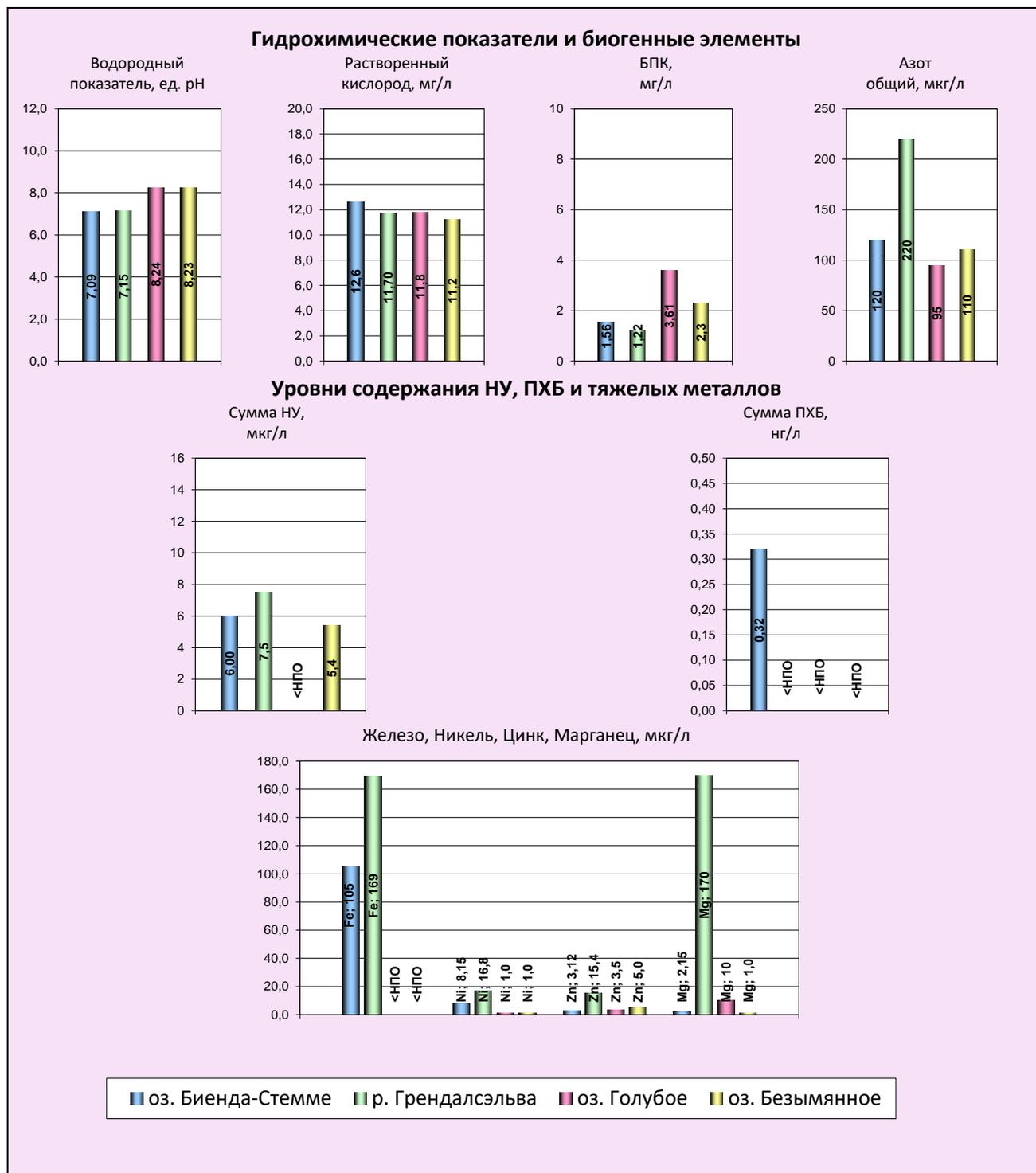


Рис. 4.57. Средние значения основных гидрохимических показателей и загрязняющих веществ поверхностных вод суши в летний период 2023 г.

В водах реки Грендалсэльва были отмечены превышения ПДК по марганцу (до 17 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 2023 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 2023 г. воды озер Биенда-Стемме, Голубое и Безымянное могут использоваться для целей хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования без дополнительной водоподготовки.

В соответствии с принятой классификацией вод по индексу УКИЗВ воды озера Биенда-Стемме в весенний и летний периоды наблюдений 2023 г., а также воды озер Голубое и Безымянное в летний период классифицировались как «условно чистые», вода реки Грендалсэльва классифицировалась как «грязная».

Донные отложения

В донных отложениях обследованных частей акваторий заливов Гренфьорд и Биллефьорд, а также и водоемов суши (озер Голубое, Безымянное, Биенда-Стемме и р. Грендалсэльва) проводилось определение содержания загрязняющих веществ: нефтяных углеводородов, НАУ, ПАУ, фенолов, тяжелых металлов и ХОС.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов достигало 61 мкг/г при среднем значении 58 мкг/г для морских донных отложений залива Гренфьорд; 55 мкг/г (среднее - 47 мкг/г) для речных донных отложений; в донных отложениях озера Биенда-Стемме - в пределах 8-10 мкг/г), а также достигало 10 мкг/г для донных отложений озера Голубое и 13 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, что не позволяло их надежно идентифицировать.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в донных отложениях заливов Гренфьорд и Биллефьорд, а также и водоемов суши (озер Голубое, Безымянное, Биенда-Стемме и р. Грендалсэльва) были выявлены все соединения с различной частотой обнаружения.

Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ достигало в донных отложениях оз. Биенда-Стемме 111 нг/г, озера Голубое - 59 нг/г, в озере Безымянное - 179 нг/г, реки Грендалсэльва - 768 нг/г, в донных отложениях залива Гренфьорд - 1256 нг/г, в донных отложениях залива Биллефьорд - 920 нг/г.

Максимальные концентрации ПХБ достигали: в донных отложениях залива Гренфьорд - 2,1 нг/г, в донных отложениях залива Биллефьорд - 2,5 нг/г, в донных отложениях р. Грендалсэльва - 0,13 нг/г, в донных отложениях озера Биенда-Стемме - 21,6 нг/г, в донных отложениях озера Голубое - 1,74 нг/г, в донных отложениях озера Безымянное - 36,2 нг/г. Содержание полихлорциклодиенов, соединений групп ГХЦГ, ДДТ и хлорбензолов в морских и пресноводных донных отложениях не превышало предела обнаружения (<0,05 нг/г).

В морских донных отложениях превышение ДК было отмечено только в заливе Гренфьорд для суммы ПАУ - до 1,2 ДК. Остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК.

В целом, вклад техногенной составляющей в формирование уровней содержания загрязняющих веществ в донных отложениях залива Гренфьорд и Биллефьорд существенен, так как отмечается значительное загрязнение отложений ПАУ и ПХБ.

В донных отложениях водоемов суши не было выявлено значительных превышений допустимого уровня. 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). Источником загрязнения донных отложений, по-видимому, являются выходы на поверхность горных выработок и отвалы породы, содержащей примесь угля.

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. 4.30.

Таблица 4.30. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в пробах почвы в 2023 г.

Показатель	П. Баренцбург и окрестности			П. Пирамида и окрестности		
	Интервал	Среднее	Интервал	Среднее		
Суммарные НУ. мкг/г	5.0 - 480	61.5	6.0 - 200	30.0		
Сумма НАУ (C ₁₅ -C ₃₁). мкг/г	<0.1	-	<0.1	-		
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). нг/г						
Сумма ПАУ*	139 - 10800	1800	211 - 5925	894		
Тяжелые металлы. мкг/г						
Железо. мг/г	19.0 - 753	31.7	8.7 - 386	20.2		
Марганец	88.3 - 2150	427	186 - 689	336		
Цинк	38.3 - 90.0	61.1	18.3 - 111	60.1		
Медь	12.2 - 43.8	20.6	4.84 - 34.6	15.9		
Никель	12.9 - 37.5	22.8	8.56 - 38.7	22.1		
Кобальт	6.48 - 21.7	10.8	3.40 - 13.9	8.36		
Свинец	9.81 - 44.5	17.4	4.61 - 19.3	11.7		
Кадмий	0.10 - 0.67	0.32	0.1 - 0.23	0.17		
Хром	17.4 - 44.5	17.4	7.57 - 36.4	20.6		
Ртуть	0.022 - 0.28	0.07	0.005 - 0.07	0.025		
Мышьяк	6.18 - 95.5	16.9	2.12 - 9.99	4.48		
Хлорорганические соединения. нг/г						

Показатель	П. Баренцбург и окрестности				П. Пирамида и окрестности			
	Интервал		Среднее		Интервал		Среднее	
Сумма ГХЦГ*	<0.05	-	2.22	0.18	<0.05	-	0.29	0.05
Сумма ДДТ*	<0.05	-	47.6	5.69	0.12	-	462	58.2
Сумма ХБ*	<0.05	-	3,26	0.36	<0.05	-	0.23	0.05
Сумма ПХБ*	0.48	-	696	78.2	2.04	-	565.5	64.1

Примечание: Сумма ПАУ - сумма концентраций 16-ти приоритетных ПАУ: нафталина, аценафтилена, флуорена, аценафтена, фенантрена, антрацена, флуорантена, пирена, бенз/а/антрацена, хризена, бенз/б/флуорантена, бенз/к/флуорантена, бенз/а/пирена, дибенз/аh/антрацена, индено/123cd/пирена, бенз/ghi/перилена;

Сумма ГХЦГ - сумма концентраций изомеров ГХЦГ;

Сумма ДДТ - сумма концентраций 2.4 ДДЕ, 4.4 ДДЕ, 2.4 ДДД, 4.4 ДДД, 2.4 ДДТ и 4.4 ДДТ;

Сумма ХБ - сумма концентраций хлорбензолов,

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 (превышение ПДК отмечено в 100% образцов в п. Баренцбург и в п. Пирамида), нефтяные углеводороды (превышение ПДК было отмечено в 25% образцов в п. Баренцбург и в 10% в п. Пирамида), бенз/а/пирен (превышения ПДК в 35% образцов в п. Баренцбург и в 25% образцов в п. Пирамида), суммарное содержание ПАУ (40% образцов в п. Баренцбург и 17% образцов в п. Пирамида), сумма ПХБ (в 14% и 80% образцов, соответственно), суммарное содержание ДДТ (18% образцов в п. Баренцбург и 40% образцов в п. Пирамида), содержание гамма-ГХЦГ (линдан) (15% образцов в п. Баренцбург), единичные случаи превышения ПДК для меди, никеля, кобальта, свинца, марганца.

Для отобранных проб почвы были рассчитаны суммарные показатели химического загрязнения Zс по тем загрязняющим веществам, концентрации которых превышали установленные ПДК. На основании комплексной оценки степени загрязненности почв по показателю Zс на территории поселков Баренцбург, Пирамида и их окрестностей выявлены районы с различным уровнем загрязнения:

- содержание загрязняющих веществ на территориях фоновых районов характеризуется - допустимым уровнем загрязнения почв по содержанию мышьяка, суммы ПАУ;
- окрестности поселка Баренцбург характеризуются - допустимым уровнем загрязнения почв по общему содержанию нефтяных углеводородов, суммарному содержанию ПАУ (в том числе бенз/а/пирена), гамма-ГХЦГ, свинца и мышьяка;
- территория расположения поселка Пирамида - умеренно опасным уровнем загрязнения почв по суммарному содержанию ПХБ, общему содержанию нефтяных углеводородов, бенз/а/пирена, суммарному содержанию ДДТ, мышьяка;
- территория расположения поселка Баренцбург- умеренно опасным уровнем загрязнения почв по суммарному содержанию ПХБ, суммы ПАУ; общему содержанию нефтяных углеводородов, суммарному содержанию ДДТ, мышьяка, марганца.

Сопоставление с характером многолетнего загрязнения почвенного покрова, наблюдаемого в 2016-2022 гг., показывает на то, что концентрации загрязняющих веществ почвы в поселке Баренцбург, по отдельным показателям, находятся на высоком уровне, при сохранении загрязненности почв на фоновых территориях на уровне предыдущих лет (рис. 4.58).

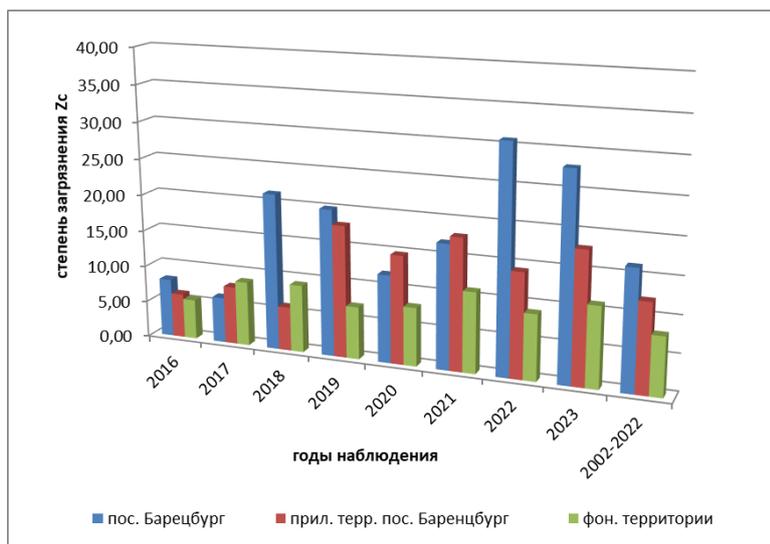


Рис. 4.58. Межгодовая изменчивость суммарного показателя химического загрязнения Zс в районе поселка Баренцбург, его окрестностях и фоновых территориях и осредненные значения за 2002-2022 гг.

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 ЗВ, определенных для этих растений, ниже приводятся сведения об уровнях содержания ЗВ, определенных для этих растений (табл. 4.31 и табл. 4.32).

Уровни загрязнения растительного покрова изучаемого региона обусловлены несколькими факторами. Из-за отсутствия развитой корневой системы содержание ЗВ во мхах в значительной степени зависит от химического состава атмосферных осадков. В силу своего приземного расположения, а также благодаря большой поверхности, мхи способны аккумулировать большое количество пыли и атмосферных аэрозолей. Таким образом, загрязнение мхов в большей степени зависит от загрязнения атмосферного воздуха. В то же время содержание загрязняющих веществ в сосудистых растениях, прежде всего, определяется их концентрациями в почве и почвенных водах.

Максимальные значения суммарного содержания ПАУ для мхов в районе пос. Баренцбург было отмечено в образцах, отобранных в районе расположения свалки бытовых отходов и расположения вертолетной площадки, а для сосудистых растений - в образцах, отобранных в центральной части пос. Баренцбург. Максимальное суммарное содержание ПАУ в районе пос. Пирамида для мхов было отмечено в образцах, отобранных в районе порта, а для сосудистых растений - в образцах, отобранных на территории пос. Пирамида в центральной части.

В образцах растительности, как в образцах мха, так и в сосудистых растениях, отобранных в районах расположения поселков Баренцбург и Пирамида, были зафиксированы все контролируемые тяжелые металлы, кроме олова, концентрации которого не превышали предела обнаружения (<0,1 мкг/г). Следует отметить, что относительно повышенные концентрации практически всех загрязняющих веществ были отмечены для мхов, более низкие - для сосудистых растений.

Таблица 4.31. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в растительности в районе пос. Баренцбург в 2023 г.

Показатель	Сосудистые растения				Мхи			
	Интервал		Среднее	Интервал		Среднее		
Полициклические ароматические углеводороды, нг/г								
Сумма ПАУ	166	-	594	328	370	-	4655	1515
Тяжелые металлы, мкг/г								
Железо	91.4	-	859	361	2060	-	16900	8697
Марганец	26.8	-	396	107	45.2	-	346	147
Цинк	13.6	-	70.5	31.8	18.1	-	98.1	39/8
Медь	2.21	-	5.11	4.00	2.86	-	45.8	12.6
Никель	1.26	-	7.76	3.56	4.09	-	31.2	14.3
Кобальт	<0.5	-	1.01	0.5	1.10	-	9.37	4.58
Свинец	<0.5	-	1.16	0.5	1.90	-	11.5	6.67
Кадмий	0.05	-	0.38	0.10	0.05	-	13.3	1.14
Хром	0.51	-	4.70	2.44	7.84	-	37.0	19.6
Ртуть	0.009	-	0.041	0.015	0.039	-	0.20	0.08
Мышьяк	<0.5	-	3.67	0.65	0.5	-	7.39	3.95
Олово	<0.1		<0.1	<0.1	<0.1		<0.1	<0.1
Хлорорганические соединения (ХОС), нг/г								
Сумма ГХЦГ	<0.1	-	0.20	0.1	<0.1		-	-
Сумма ДДТ	<0.1	-	0.70	0.13	<0.1	-	6.36	1.12
Полихлорированные бифенилы (ПХБ), нг/г								
Сумма ПХБ	3.21	-	15.5	7.71	2.46	-	163	33.8

Таблица 4.32. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в растительности в районе пос. Пирамида в 2023 г.

Показатель	Сосудистые растения				Мхи			
	Интервал		Среднее	Интервал		Среднее		
Полициклические ароматические углеводороды, нг/г								
Сумма ПАУ	388	-	566	436	300	-	662	490
Тяжелые металлы, мкг/г								
Железо	53.0	-	1820	573	2830	-	11200	6222
Марганец	17.5	-	62.6	38.7	102	-	155	127
Цинк	12.5	-	26.5	20.5	28.2	-	48.4	37.2
Медь	1.71	-	5.88	3.87	6.15	-	8.88	7.12
Никель	0.52	-	19.4	4.14	5.32	-	12.6	9.43
Кобальт	<0.5	-	1.07	0.50	1.52	-	4.62	2.74
Свинец	<0.5	-	1.31	0.50	6.40	-	13.2	9.68
Кадмий	<0.05	-	0.23	0.09	0.05	-	0.19	0.10
Хром	1.19	-	59.4	11.8	12.8	-	28.7	20.3
Ртуть	0.005	-	0.054	0.019	0.025	-	0.10	0.05
Мышьяк	<0.5	-	1.56	0.55	<0.5	-	2.59	1.46
Олово	<0.1		-	-	<0.1		-	-
Хлорорганические соединения (ХОС), нг/г								
Сумма ГХЦГ	<0.1		-	-	<0.1		-	-
Сумма ДДТ	<0.1	-	3.02	0.62	<0.1	-	3.45	2.04
Полихлорированные бифенилы (ПХБ), нг/г								
Сумма ПХБ	4.49	-	112	25.1	2.19	-	113	54.6

Наибольшие значения содержания суммы ПХБ и суммы пестицидов ДДТ во мхах и сосудистых растениях в районе пос. Баренцбург были отмечены для образцов, отобранных севернее поселка, в районе расположения вертолетной

площадки и в центральной части поселка. В районе пос. Пирамида наибольшие суммарные концентрации ПХБ и ДДТ для мхов и сосудистых растений были отмечены в образцах, отобранных в центральной части и в районе порта.

Уровни содержания ХОС в растительности исследуемого района были выше, чем в растительности других фоновых арктических регионов. Так, средняя концентрация суммы ХОС во мхах превышала значения, характерные для Арктических тундр, в 3 раза, а в образцах сосудистых растений - в 2 раза. На участках фонового мониторинга среднее содержание суммарных ПХБ во мхах превышает фоновые значения в 4 раза, в образцах сосудистых растений - в 1,5 раза. Средние значения суммы ДДТ в образцах, отобранных на участках мониторинга, превышали фоновые 2 раза для сосудистых растений и для мхов.

Уровни содержания полициклических ароматических углеводородов, а также тяжелых металлов (ртути, свинца и кадмия) в образцах растительности обследованной территории были выше фоновых значений, характерных для других районов Арктики. В образцах мхов, отобранных на участках фонового мониторинга, среднее содержание суммарных ПАУ превышает фоновые значения в 3 раза, в образцах сосудистых растений - в 7 раз. На территории пос. Баренцбург и его окрестностей среднее содержание ПАУ во мхах превышает фоновые в 12 раз, в образцах сосудистых растений - в 4,0 раза. Максимальные значения ПАУ наблюдаются в пробах растительности, отобранных севернее поселка, в районе расположения комплекса зданий вертолетной площадки.

Среднее содержание свинца в пробах, отобранных на участках фонового мониторинга, превышало значения, характерные для фоновых районов Арктики, в 1,5 раза для мхов и в 5 раз для сосудистых растений. На территории пос. Баренцбург и его окрестностей среднее содержание ртути во мхах превышает фоновые в 1.2 раза.

Уровни содержания сумм ГХГЦ и ПХЦД в пробах растительности, отобранных в районе пос. Баренцбург, не превышали фоновые значения, характерные для арктических регионов.

Присутствие значимых концентраций бенз(а)пирена, превышающих уровень обнаружения, отмечено в 100% проб растительности. При концентрациях бенз(а)пирена в растительном покрове менее 10 нг/г степень загрязненности растительного покрова считается «умеренной», при концентрациях от 11 до 20 нг/г - «значительной», при концентрациях выше 20 нг/г - «высокой».

Степень загрязнения растительного покрова территории пос. Баренцбург и других опробованных участков характеризуется как «умеренная», за исключением участка в районе расположения вертолетной площадки, где степень загрязнения растительного покрова бенз(а)пиреном расценивается как «высокая».

Загрязненность растительного покрова фоновых участков также можно оценить как «умеренную».

Таким образом, можно отметить, что доминирующими группами загрязняющих веществ в растительном покрове исследуемого района являются ПАУ и хлорорганические соединения. В отдельных районах отбора отмечены и значительные превышения фоновых уровней и по содержанию тяжелых металлов.

Многолетние наблюдения за характером загрязненности растительного покрова, выполненные в период 2016-2022 гг., показали, что доминирующими группами загрязняющих веществ, как и в предыдущие годы, являются хлорорганические соединения (ПХБ и ДДТ), а также ПАУ. Изменения содержания ПХБ в растительном покрове в районе пос. Баренцбург представлены на рис. 4.59. В 2023 г. было отмечено снижение среднего содержания конгенеров ПХБ в образцах растительности отобранных в районе пос. Баренцбург и Пирамида, относительно предыдущего периода наблюдения с 2016 по 2021 гг.

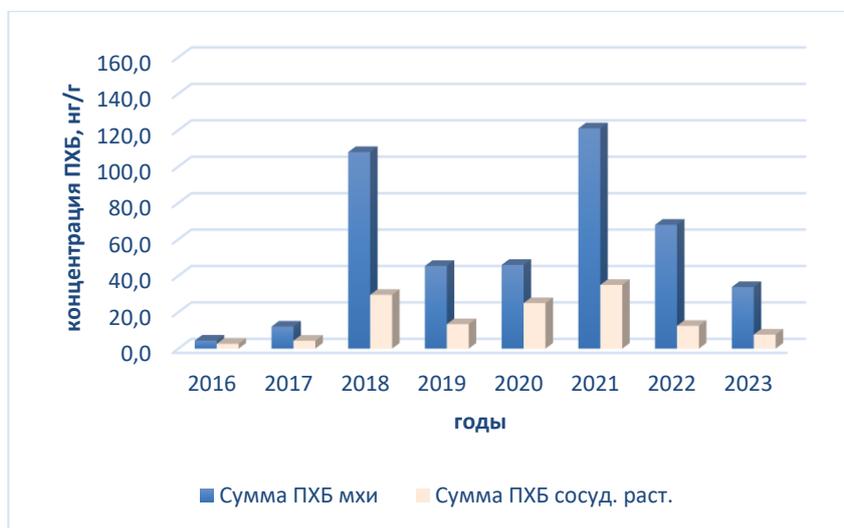


Рис. 4.59. Изменение средних концентраций ПХБ в растительности за период 2016-2023 гг.

Заклучение

Подразделениями Росгидромета в 2023 г. проводились так же, как и на протяжении ряда десятилетий, регулярные наблюдения за параметрами абиотических составляющих 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.

Потепление в 2023 г. продолжилось на всей территории России в целом за год и во все сезоны. Среднегодовая аномалия (отклонение от среднего за 1991-2020 гг.) температуры воздуха в среднем по Российской Федерации составила +0,99°C. Температуры выше климатической нормы наблюдались практически на всей территории страны, кроме отдельных районов Чукотки. Доля площади страны под экстремальными аномалиями составила 16%. Экстремумы отмечались на Европейской части России (ЕЧР) (кроме северо-запада), в Западной Сибири, на Алтае.

Осадки в 2023 г. в целом по России составили 106% нормы. Значительный избыток осадков наблюдался на большей части ЕЧР (111%, особенно в центре и на юге) и на большей части Сибирского федерального округа (109%). Небольшой дефицит осадков наблюдался на Урале, в бассейне Амура, на северо-востоке страны.

В 2023 г. на территории РФ было зарегистрировано 1191 опасное гидрометеорологическое явление, включая агрометеорологические и гидрологические явления. Из опасных явлений (ОЯ), наблюдавшихся в 2023 г., 448 нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения. Наибольший ущерб был нанесен, в первую очередь, дождевыми паводками, а также очень сильными дождями и порывистым ветром. В 2023 г. на территории России было зарегистрировано рекордное количество: 642 случая возникновения метеорологических (ОЯ) и комплексов метеорологических явлений (КМЯ), сочетание которых образует ОЯ. Самой высокой была повторяемость очень сильных осадков, очень сильного ветра, КМЯ и заморозков. Суммарное количество этих четырех явлений составило 78 % от всех опасных метеорологических явлений в 2023 г. По-прежнему наибольший ущерб нанесли очень сильные осадки (снег, дождь, ливень), очень сильный ветер (в т.ч. шквал), град, заморозки и чрезвычайная пожарная опасность, сохранявшаяся в ряде регионов на протяжении нескольких месяцев в течение всего периода апрель-октябрь.

Водные ресурсы Российской Федерации в 2023 г. составили 4311,6 км³, превысив среднее многолетнее значение на 2,1%. Большая часть этого объема - 4089,2 км³ - сформировалась в пределах России, и 222,4 км³ воды поступило с территорий сопредельных государств. На реках Центрального и Дальневосточного федеральных округов наблюдалась повышенная водность, в Северо-Западном, Северо-Кавказском, Южном и Сибирском федеральных округах - близкая к норме. В Приволжском и Уральском федеральных округах водные ресурсы были ниже среднемноголетних значений. В 2023 г. высокая водность сохранилась, дополнительно повысилась или пришла на смену низкой водности на северо-западе, в центре и на западе ЕЧР, в ряде горных и предгорных районов Северного Кавказа, а также на южном берегу Крыма. На АЧР это имело место на Анабарском плато, Восточно-Сибирской низменности, Чукотском полуострове, в Прибайкалье и Забайкалье, Приморье и на полуострове Камчатка. Наиболее высокой водностью характеризовались территории запада ЕЧР и Приморья. В других частях России наблюдалась низкая или средняя водность, сохранившаяся или пришедшая на смену высокой водности, наблюдавшейся в 2022 г.

По результатам мониторинга в районах, удаленных от крупных городов, промышленных предприятий и центров разработки месторождений полезных ископаемых, большую часть территории страны по физико-химическим показателям качества атмосферного воздуха, осадков, почв, поверхностных вод в соответствии с отечественными нормативами можно отнести к чистым территориям.

Увеличение концентрации парниковых газов в атмосфере Земли продолжается. В 2023 г. концентрация углекислого газа достигла очередного максимума. Среднегодовое значение концентрации CO₂ на станции Териберка превысило 423 млн⁻¹, а максимальные среднемесячные значения, из наблюдаемых в зимние месяцы, превысили 430 млн⁻¹. Среднегодовое значение концентрации метана в фоновых условиях северных широт превысило 2020 млрд⁻¹. Для станций Териберка и Воейково приросты составили 4 млрд⁻¹ и 7 млрд⁻¹, соответственно. В 2023 г. значения превышений для этих станций не выходили за пределы многолетних вариаций.

В 2023 г. почти во всех регионах РФ наблюдались близкие к норме значения общего содержания озона (ОСО). Среднегодовое значение ОСО над всей территорией РФ составило 344 е.Д. и оказалось близким к норме (347 е.Д.). Пространственно-временные особенности поля ОСО над Арктическими станциями соответствуют особенностям поля над соответствующими регионами РФ. Значительное влияние на поле озона в зимне-весенний период оказал арктический антициклон, особенно в арктической зоне.

Анализ всей совокупности данных наблюдений показал, что в последние годы радиационная обстановка на территории Российской Федерации была стабильной и в 2023 г. по сравнению с предыдущими годами (2018-2022 гг.) существенно не изменилась. В целом содержание техногенных радионуклидов на территории России в приземной атмосфере 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.

Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха городов остается неудовлетворительным:

- В 120 городах (51% городов, где проводятся наблюдения) с населением 51,8 млн человек (47% городского населения России) качество атмосферного воздуха характеризовалось ИЗА>7.

- В 200 городах (81% городов, где проводятся наблюдения) с населением 73,2 млн человек средние за год концентрации какого-либо вещества превысили 1 ПДК.
- В 30 городах с населением 6,7 млн человек максимальные концентрации загрязняющих веществ превысили 10 ПДК, за год было отмечено 188 случаев превышения 10 ПДК различными загрязняющими веществами.
- В 43 городах (17 % городов, где проводятся наблюдения) с численностью населения 10,6 млн человек средние за год концентрации бенз(а)пирена - вещества первого класса опасности, поступающего в атмосферу при сгорании топлива, превысили 1 ПДК. В 40 городах с населением 12 млн человек максимальные из среднемесячных (среднесуточных) концентраций бенз(а)пирена превысили 5 ПДК.
- Список городов с $IЗА \geq 14$ включает 33 города с населением 10,1 млн человек. В большинстве городов из списка основными источниками выбросов являются предприятия топливно-энергетического комплекса, в 13 городах – предприятия черной и цветной металлургии, алюминиевой промышленности, в 9 – химической, в 11 – лесной и деревообрабатывающей.

Вокруг городов, особенно городов с объектами металлургической, топливной, энергетической, химической, нефтехимической промышленности, сложились ареалы хронически загрязненных почв с радиусом от 1 до 20 км. Почвы территорий промышленных центров и прилегающих к ним районов загрязнены тяжелыми металлами (ТМ), которые накапливаются в условиях перманентного техногенного воздействия при поступлении загрязняющих веществ из атмосферы и другими путями.

В 2023 г. на содержание токсикантов промышленного происхождения (ТПП) были обследованы почвы вокруг городов территорий Дальневосточного, Приволжского, Сибирского, Уральского и Центрального федеральных округов (ФО). Результаты наблюдений показали, что отдельные участки обследованных почв на территории Дальневосточного федерального округа загрязнены кадмием, свинцом, цинком; Сибирского ФО - водорастворимыми соединениями фтора, нефтепродуктами, кадмием, свинцом, цинком, сульфатами; Уральского ФО - кадмием, медью, никелем, свинцом, цинком; Приволжского ФО - нефтепродуктами, полихлорбифенилами (ПХБ), бенз(а)пиреном (БП). В целом, почвы обследованных в 2023 г. территорий можно отнести к допустимой категории загрязнения тяжелыми металлами (ТМ), за исключением отдельных районов. За период наблюдений 2014-2023 гг. к опасной категории загрязнения отнесены почвы 3,3% населенных пунктов, к умеренно опасной категории загрязнения – почвы 10,5% населенных пунктов. Почвы 86,2% населённых пунктов относятся к допустимой категории загрязнения ТМ. Отдельные участки почв обследованных территорий могут иметь более высокую категорию загрязнения ТМ.

В 2023 г. на территориях 39 субъектов Российской Федерации были выборочно обследованы почвы сельскохозяйственного назначения и зоны отдыха на содержание в них остаточных количеств пестицидов. Загрязненные выше установленных гигиенических нормативов участки сельскохозяйственных угодий выявляются на территории Российской Федерации ежегодно. Загрязненные пестицидами площади составили от обследованной площади:

- 2,4-Д - в 2023 г.- 2,3%, 7300 га; в 2022г.- 1%, 9840 га; в 2021 г - 0,1%, 10676 га; в 2020 г. - 0,2%, 10041 га; в 2019 г. - 4,2%, 9830 га; в 2018 г. - 0,5 %, 13100 га;

- атразином в 2023 г.-3,8%, 545 га. В период 2019-2022 гг. загрязненные атразином территории отсутствовали.

Выполненные в 2023 г. обследования почв вокруг 7 складов неликвидных пестицидов в 6 субъектах Российской Федерации показали, что, как и в предыдущие годы, распространение загрязнения от складов пестицидов, в основном, не происходит.

Результаты анализа многолетних наблюдений за изменением содержания химических веществ в поверхностных водах Российской Федерации свидетельствуют о сохранении качества воды большинства водных объектов на уровне «загрязненная». Вместе с тем, в ряде регионов, в крупных промышленных центрах, в районах разведки, добычи и освоения природных ресурсов на территории Центрального, Северо-Западного, Приволжского, Уральского, Сибирского федеральных округов сложилась напряженная экологическая ситуация на водных объектах малой, в меньшей степени средней категории водности, где значительное число створов характеризуется «грязной» водой, в единичных случаях «экстремально грязной» водой. В 2023 г. в ряде бассейнов рек отмечены створы с «условно чистой» или «слабо загрязненной» водой. Так, к «условно чистым» отнесены створы водных объектов, в том числе: Республика Крым, бассейн Черного моря - 53,3%; Республика Крым, бассейн Азовского моря - 18,2%; бассейн р. Енисей (21%), бассейн р. Кубань (14,9%), полуостров Камчатка (13,8%), Республика Карелия (7,1%), бассейн р. Лена (2,8%), о. Сахалин (2,5%), Кольский полуостров (1,7%), бассейн р. Нева (1,5%). К «слабо загрязненным» отнесены створы водных объектов: Республика Карелия (85,8%); Республика Крым, бассейн Азовского моря - 54,5%; полуостров Камчатка (51,7%), Республика Крым, бассейн Черного моря - 40,0%, Кольский полуостров (37,9%), бассейн р. Нева (33,3%), о. Сахалин (22,5%); бассейн р. Кубань (19,1%), бассейн р. Лена (16,7%), бассейн р. Енисей (14%), бассейн Японского моря (5,6%), бассейн р. Волга (5,2%), бассейн р. Обь (4,8%), бассейн р. Дон (4,0%), бассейн р. Печора (2,9%), бассейн р. Амур (1,2%).

В 2023 г. случаи высокого (ВЗ) и экстремально высокого (ЭВЗ) загрязнения поверхностных пресных вод были зафиксированы в 53 субъектах Российской Федерации. Наибольшее суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ (свыше 100) было отмечено на водных объектах в 6 регионах: в Свердловской, Смоленской, Мурманской, Московской и Новосибирской областях, а также в Красноярском крае, что в совокупности составило 60% случаев ВЗ и ЭВЗ в стране. Всего в 2023 г. было зарегистрировано 2762 случая ЭВЗ и ВЗ по 31 загрязняющему веществу и 5 показателям качества воды (АСПАВ, БПК₅, растворенному в воде кислороду, ХПК, запаху).

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в водах трансграничных водных объектов являлись органические вещества (по ХПК), легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), сульфаты, нитритный азот и соединения металлов (железо, медь, марганец, алюминий, цинк). Максимальное количество загрязняющих веществ, достигающих критических уровней загрязненности воды, по-прежнему определялось в воде участков рек, расположенных на границах с Китаем, Казахстаном и Норвегией.

В 2023 г. все морские районы, где проводятся наблюдения, могут быть разделены на следующие группы по качеству вод: чистые воды - Северный Каспий (разрез III, IIIa), порт Темрюк, взморье Кубани, Протока, Устье Кубани,

Керченский пролив, Ялта, Анапа, Новороссийск, Геленджик, Сочи, Двинский залив, заливы Гренфьорд и Биллефьорд (Шпицберген), Авачинская губа; умеренно загрязненные - Северный Каспий (разрез IV), Таганрогский залив, низовья дельты реки Кубань, Кольский залив (Мурманск), залив Анива (Пригородное), Уссурийский залив, Татарский пролив; загрязненные - Дагестанский шельф, устье Дона, Амурский залив, залив Находка, бухта Диомид, пролив Босфор Восточный; грязные воды - Туапсе (неоднократное ЭВЗ нефтяными углеводородами), Невская губа (высокое содержание меди), курортный район восточной части Финского залива (относительно высокое содержание металлов), торговый порт Кандалакша (высокое содержание аммония и фосфатов), бухта Золотой Рог (нефтяные углеводороды, АПАВ).

В 2023 г., как и в предыдущие периоды наблюдений, состояние биоценозов поверхностных вод суши и прибрежных морских акваторий России сохраняется на стабильном уровне, кардинальных изменений в таксономическом составе и структуре сообществ, а также в градации состояния экосистем не было выявлено.

Результаты оценки состояния бассейна озера Байкал в 2023 г. свидетельствуют о сохранении негативного влияния на экосистему озера следующих источников загрязнения: вынос загрязняющих веществ в озеро с водным стоком р. Селенга, выпуск КОС г. Байкальска, трассы БАМ на севере озера и порты Южного Байкала.

Гидрохимические наблюдения за качеством воды озера Байкал в 2023 г. показали, что в районе контрольного 100-метрового створа, расположенного в месте глубоководного выпуска КОС г. Байкальска, в воде озера наблюдались превышения нормативов содержания взвешенных веществ и летучих фенолов.

В районе северной оконечности озера было зафиксировано увеличение относительно фонового района озера максимальных и среднегодовых концентраций сульфатов. Также повышенные концентрации взвешенных веществ, хлоридов и нефтепродуктов были отмечены в портах Култук и Байкал.

ПАУ в донных отложениях озера ежегодно фиксируются во всех исследуемых районах. Наиболее сильное загрязнение отмечается в разнотерных песках и в илистых отложениях в районе выпуска КОС г. Байкальска.

Наблюдения за состоянием гидробионтов, проведенные на озере Байкал, показали, что исследованные районы озера остаются под влиянием антропогенного загрязнения и требуют дальнейших наблюдений.

Особое опасение вызывает развитие водорослей рода *Spirogyra* Link., которые были обнаружены в зоопланктонных пробах во всех исследованных районах озера.

В настоящее время развитие спирогиры наиболее часто наблюдается в местах повышенного содержания биогенных элементов в воде, главной причиной которого являются недостаточно очищенные сточные воды.

В целом, по сравнению с 2012-2019 гг., отмечена тенденция повышения выноса легкоокисляемых органических веществ, нефтяных углеводородов, АСПАВ, летучих фенолов с водным стоком рек, что свидетельствует о сохранении устойчивого влияния этих загрязняющих веществ на оз. Байкал в условиях повышающейся водности его изученных рек-притоков в 2020-2023 гг.

Территория суши Арктической зоны Российской Федерации составляет 4,01 млн. км², где в настоящее время проживает около 2,5 млн. чел, что составляет менее 2% населения России. Это территория с наименьшей плотностью населения и наибольшим количеством городских жителей (больше 80%). По данным мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в Арктической зоне РФ, который осуществлялся в 21 городе, было установлено, что за последние пять лет в ряде городов наблюдается рост уровня загрязнения атмосферного воздуха, отмечается увеличение концентраций формальдегида в 2-4 раза, в Архангельске, Воркуте, Заполярном, Мурманске и Никеле, в Мурманске и Норильске возросли концентрации взвешенных веществ.

По результатам анализа показателей качества воздуха в городах АЗ РФ в 2023 г. пять городов характеризуются оценкой загрязнения атмосферного воздуха в соответствии значению ИЗА < 5, Салехард и Северодвинск – ИЗА от 5 до 6, 8 городов – ИЗА от 7 до 13.

На территории АЗ РФ средние за год концентрации превысили среднее значение в целом по России: диоксида серы – в 7 городах, взвешенных веществ – в Норильске и Мурманске, оксида азота – в Коле. Средние за год концентрации формальдегида во всех 9 городах, где проводятся измерения, достигли сверхнормативных значений, в 8 из них – превысили среднее значение по России, среднегодовая концентрация озона в г. Норильске составила 1,2 ПДКс.г.

В г. Норильск максимальные разовые концентрации 11 загрязняющих веществ превысили гигиенические нормативы. Максимальные разовые концентрации сероводорода превысили ПДК в 6 городах, максимум (25,1 ПДКм.р.) был зафиксирован в Новодвинске. Максимальная среднемесячная концентрация бенз(а)пирена – 5,5 ПДКс.с. была зафиксирована в г. Норильск.

В целом за 2023 г. по Российской Арктике выпало 108% нормы осадков.

Водные ресурсы бассейнов репрезентативных рек Арктической зоны Российской Федерации (наблюдённый годовой сток рек) в 2023 г. в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений, имевших место в 2022 г. Однако, в целом речной сток АЗ РФ был близок к норме. В бассейне одной из крупнейших рек, Оби - продолжилась фаза низкой водности, начавшаяся в 2021 г. после семилетнего высоководного периода. Сток реки был ниже нормы на 20,5%. В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек - Енисея и Лены - продолжилась фаза высокой водности, начавшаяся в 2019 г. для Енисея и в 2020 г. для Лены.

В 2023 г. качество воды рек Европейского сектора АЗ РФ изменялось от «слабо загрязненной» до «экстремально грязной». При этом качество воды большинства водных объектов оценивалось как «загрязненная». Среди водных объектов Европейского сектора отдельно выделяются реки Карелии, степень загрязненности воды которых оценивалась в основном «слабо загрязненными» водами. А к наиболее загрязненным водным объектам можно отнести рр. Колос-Йоки, Онега и Печора. Вода большинства рек Западно-Сибирского сектора АЗРФ, оценивалась как «грязная», а Восточно-Сибирского - «загрязненная».

В 2023 г. по сравнению с периодом 2014-2023 гг. суммарное количество ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод АЗ РФ увеличилось почти на 50%. Поверхностные воды загрязнены, в основном, соединениями никеля, марганца, меди, алюминия, железа общ., молибдена, ртути и цинка. В 2023 г. по сравнению с периодом 2014-2023 гг. участились случаи загрязнения поверхностных вод соединениями алюминия, марганца, железа и меди. Максимальное количество случаев ВЗ и ЭВЗ было зафиксировано в Мурманской обл. и в Ямало-Ненецком АО.

Анализ данных, полученных в результате регулярных наблюдений за загрязнением окружающей среды в Российской Федерации в 2023 г., свидетельствует о сохранении на ряде территорий и акваторий страны повышенных уровней загрязнения. Это подтверждает необходимость последовательного снижения уровней негативного техногенного воздействия для минимизации их неблагоприятного влияния на здоровье населения и окружающую среду.

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 фоновое состояние 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., Лашина Г.А.
1.2.	ФГБУ «Гидрометцентр России»	Голубев А.Д., Сидоренков Н.С.
1.3.-1.4.	УГСН Росгидромета ФГБУ «ИГКЭ»	Жемчугова Т.Р. Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я., Платова Т.В., Самохина О.Ф., Антипина У.И.
1.5.	ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»	Коршунова Н.Н.
1.6.	ФГБУ «Гидрометцентр России»	Сидоренков Н.С.
	ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»	Коршунова Н.Н.
	ФГБУ «ГГИ»	Куприёнок Е.И., Гусев С.И.

РАЗДЕЛ 2

2.1.	УМЗА Росгидромета НИУ Росгидромета	Пешков Ю.В., Котлякова М.Г., Красильникова Т.А.
2.2.1.	ФГБУ «ИГКЭ»	Романовская А.А., Нахутин А.И., Бакурова Э.Ю., Вертянкина В.Ю., Гинзбург В.А., Говор И.Л., Грабар В.А., Григурина Т.В., Зайнулин С.М., Имшенник Е.В., Исаева А.В., Коротков В.Н., Литвинчук Г.Г., Лытов В.М., Полумиева П.Д., Попов Н.В., Сорокина Д.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., Занюков В.В.
2.3.3.	ФГБУ «ЦАО»	Вязанкин А.С. , Цветкова Н.Д., Банкова Т.В., Варгин П.Н., Лукьянов А.Н.
2.3.3.1.	ФГБУ «ГГО»	Соломатникова А.А., Павлова К.Г., Жукова М.П.
2.3.4.	ФГБУ «ИГКЭ»	Парамонов С.Г., Иванов В.А., Мищенко К.И., Позднякова Е.А., Кручина Е.Б.
2.3.5.-2.3.6.	ФГБУ «ГГО»	Першина Н.А., Павлова М.Т., Ефимова О.Н., Михайлова А.С.
2.3.6.1.	ФГБУ «ИГКЭ»	Манзон Д.А., Беспалов М.С.
2.3.7.		Парамонов С.Г., Бурцева Л.В., Пастухов Б.В., Алехина М.А.
2.3.8.		Брускина И.М., Громов С.А., Конькова Е.С., Александрова М.С., Иванов В.А.
2.3.9.		Громов С.А., Жигачева Е.С., Галушин Д.А.
2.4.1.	ФГБУ «ИГКЭ»	Парамонова Т.А., Черногаева Г.М.
2.4.2.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Павлова Н.Н., Лукьянова Н.Н., Башилова Н.И.
2.5.	ФГБУ «ИГКЭ»	Парамонов С.Г., Бурцева Л.В., Пастухов Б.В.
2.6.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Каткова М.Н.
2.6.1.		Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Полянская О.Н.
2.6.2.		Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Зубачева А.А.
2.6.3.		Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Богачева Е.Г., Козлова Е.Г.

РАЗДЕЛ 3

3.1.	ФГБУ «ГГО»	Довольская М.Л., 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.		Башилова Н.И., Лукьянова Н.Н.
3.3.1.	ФГБУ «ГХИ»	Трофимчук М.М., Романюк О.Л., Емельянова В.П., Ничипорова И.П., Лямперт Н.А., Первышева О.А., Оленникова Н.Н., Лавренко Н.Ю., Rogozina Т.В., Федотова О.Л., Корягина Н.В., Попова Е.М.
3.3.2.	ФГБУ «ИГКЭ»	Потютко О.М., Буйволов Ю.А., Лазарева Г.А., Чамкина А.В., Пастухова Ю.А.
3.3.3.		Жадановская Е.А.
3.3.4.	ФГБУ «ГХИ»	Даниленко А.О., Якунина О.В., Сазонов А.Д.
3.3.5.	ФГБУ «ГОИН»	Коршенко А.Н., Постнов А.А., Крутов А.Н., Кирьянов В.С., Аляутдинов А.Р., Жохова Н.В., Чекменева Н.А., Погожева М.П., Щербаков К.А., Матвейчук И.Г., Долгова А.О., Спирина В.А.
3.3.6.	ФГБУ «ИГКЭ»	Потютко О.М., Буйволов Ю.А.

РАЗДЕЛ 4

4.1.	ФГБУ «ИГКЭ»	Малеванов Ю.А., Черногаева Г.М., Журавлева Л.Р.
	ФГБУ «Центральное УГМС»	Фурсов Н.А., Плешакова Г.В., Стукалова Е.Г., Маркина О.Д., Крюков Д.С., Волкова Т.А., Иванова Н.К.
4.2.1.	ФГБУ «ГХИ»	Аджиев Р.А.
4.2.2.		Резников С.А.
4.2.3.		Якунина О.В.
4.2.4.		Тезикова Н.Б.
4.2.5.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Запевалов М.А., Лукьянова Н.Н., Левшин Д.Г., Самсонов Д.П.
4.3.	ФГБУ «ИГКЭ»	Черногаева Г.М., Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я., Самохина О.Ф., Платова Т.В., Журавлева Л.Р., Малеванов Ю.А., Беспалов М.С., Манзон Д.А., Потютко О.М., Буйволов Ю.А.
	ФГБУ «АНИИ»	Алексеев Г.В., Иванов Н.Е., Смоляницкий В.М.
	ФГБУ «ГГИ»	Куприёнок Е.И.
	ФГБУ «ГГО»	Парамонова Н.Н., Ивахов В.М., Привалов В.И., Русина Е.Н., Боброва В.К., Соколенко Л.Г., Зайнетдинов Б.Г., Занюков В.В., Соломатникова А.А., Павлова К.Г., Жукова М.П., Першина Н.А., Павлова М.Т., Ефимова О.Н., Михайлова А.С., Довольская М.Л., Загайнова М.С., Ивлева Т.П., Любушкина Т.Н., Смирнова И.В.
	ФГБУ «ГХИ»	Косменко Л.С., Кондакова М.Ю., Коваленко А.А.
	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Каткова М.Н.
4.4.	Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун»	Демешкин А.С., Соломонова Е.А., Яески Е.А.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФГБУ «ИГКЭ»	Черногаева Г.М.
-------------	-----------------