

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)

Обзор

состояния и загрязнения
окружающей среды
в Российской Федерации

2022



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

О Б З О Р
СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗА 2022 ГОД

МОСКВА

2023

УДК 504.5:502.2(470+571)(058)«2022»
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 2022 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/review2022.pdf>.

Дизайн обложки Д. Черногаев

- © Росгидромет, 2023 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 26	26
2.1. Характеристика государственной сети наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды	26
2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему	28
2.2.1. Эмиссия парниковых газов	28
2.2.2. Содержание CO ₂ и CH ₄ в атмосфере	29
2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферы	31
2.3.1. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы	31
2.3.2. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы	35
2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями	38
2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ	39
2.3.4. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по данным сети СКФМ)	43
2.3.5. Ионный состав атмосферных осадков на российских станциях, входящих в систему Глобальной Службы Атмосферы ВМО	45
2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков	53
2.3.6.1. Загрязнение и закисление снежного покрова в регионах Российской Федерации ...	59
2.3.7. Фоновое загрязнение атмосферных осадков (по данным сети СКФМ)	62
2.3.8. Загрязнение воздуха и осадков по данным станций ЕМЕП	64
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	73
2.5. Фоновое загрязнение поверхностных вод (по данным сети СКФМ)	76
2.6. Радиационная обстановка на территории России	77
2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха	77
2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод	79
2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов	79
3. Загрязнение окружающей среды регионов России	81
3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов	81
3.1.1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха	81
3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха	82
3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах	84
3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации	88
3.2. Загрязнение почвенного покрова	90
3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения	90

3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов.....	97
3.3. Загрязнение поверхностных вод	102
3.3.1. Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям	102
на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации	102
3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов	123
3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации	125
3.3.4. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ	127
3.3.5. Загрязнение морских вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям....	130
3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских вод	143
4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных территорий	148
4.1. Московский регион	148
4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха	148
4.1.2. Загрязнение почвенного покрова	148
4.1.3. Загрязнение поверхностных вод	149
4.1.4. Характеристика радиационной обстановки	152
4.2. Озеро Байкал	154
4.2.1. Поступление химических веществ из атмосферы	155
4.2.2. Гидрохимические наблюдения за качеством поверхностных вод	157
4.2.3. Состояние донных отложений	159
4.2.4. Гидробиологические наблюдения на озере	161
4.2.5. Характеристика выноса загрязняющих веществ с водным стоком основных притоков оз. Байкал	162
4.2.6. Комплексное обследование загрязнения окружающей среды в районе г. Байкальска ..	163
4.3. Арктическая зона Российской Федерации	169
4.3.1. Особенности климатического режима года	171
4.3.2. Комплексная оценка состояния и загрязнения окружающей среды в Арктической зоне Российской Федерации.....	176
4.4. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в районе пос. Баренцбург и прилегающих территорий.....	202
Заключение	210
Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета	213



Предисловие

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

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

2022 г. соответствовал продолжению роста 25 солнечного цикла в 11-летних циклах солнечной активности, начавшегося в 2021 г.

На рис. 1.1 представлен официальный прогноз для 25 солнечного цикла: максимум - в июле 2025 г. (+/- 8 месяцев) со сглаженным числом солнечных пятен (SSN) 115 и актуальное состояние развития солнечного цикла на конец декабря 2022 г. Прогнозируется, что 25 солнечный цикл будет аналогичен 24 солнечному циклу, а также в ближайшие несколько лет на диске Солнца появится большое количество солнечных пятен, вспышек на Солнце и выбросов корональной массы (СМЕ).

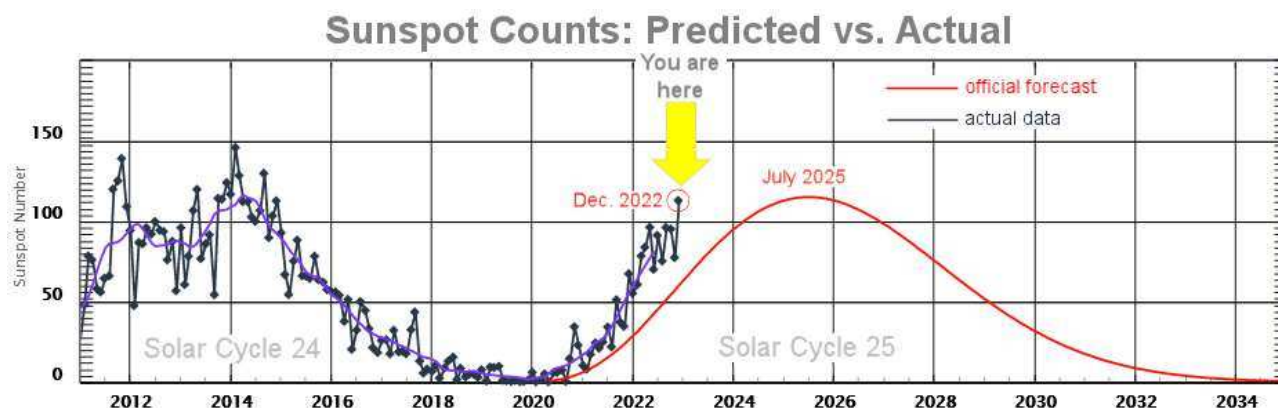


Рис. 1.1. Изменение сглаженных чисел Вольфа по данным Центра прогнозирования космической погоды

На рис. 1.2 представлены более подробные данные (среднемесячные значения чисел Вольфа) за последние 13 лет (с 2010 по 2022 гг.) и прогноз на 2023-2024 гг.

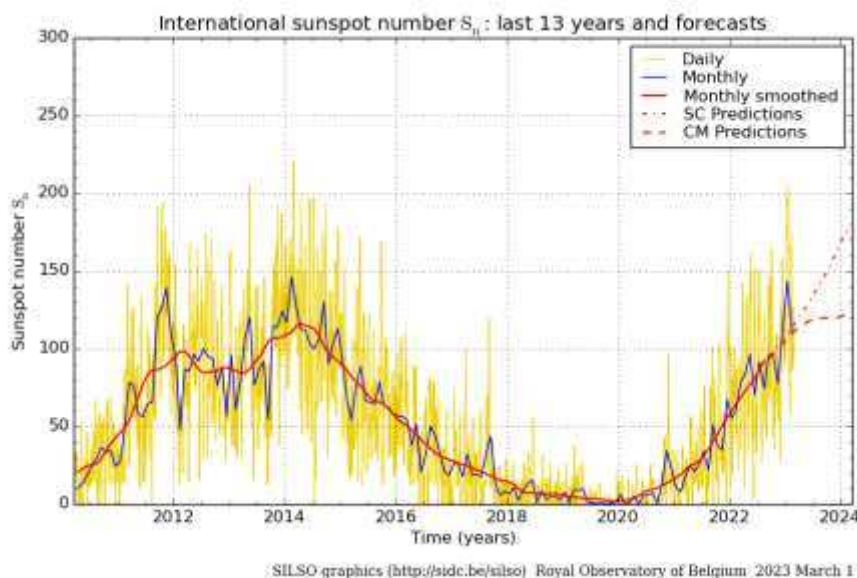


Рис. 1.2. График изменения среднемесячных значений чисел Вольфа

Из данных рисунка видно, что минимум между двумя соседними циклами был очень продолжительный и глубокий, уровень активности в максимуме 24 солнечного цикла значительно уступает предыдущим циклам, а также видна прогрессия роста солнечной активности в 25 солнечном цикле.

Значения числа Вольфа W , по данным Центра прогнозирования космической погоды (США, национальное управление океанических и атмосферных исследований), и значения $F_{10.7}$ потока радиоизлучения на $\lambda = 10,7$ см (станции Пенстиктон и Москва) за 24 солнечный цикл и начало 25 солнечного цикла (с 2008 по 2022 гг.) приведены на рис. 1.3.

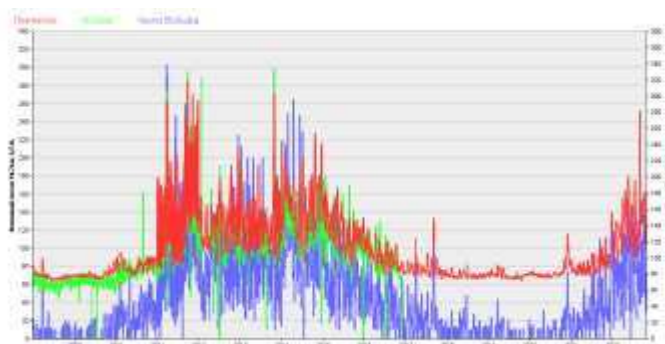


Рис. 1.3. Гистограмма значений числа Вольфа W и потока радиоизлучения Солнца по оперативным данным за период с 2008 по 2022 гг.

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

Интегральная солнечная активность в 2022 г. в течение 187 суток соответствовала «умеренному», в остальное время «низкому» уровню. Для сравнения в 2021 г. интегральная солнечная активность в течение 17 суток соответствовала «умеренному», в остальное время «низкому» уровню.

Среднегодовое значение числа Вольфа в 2022 г. по сравнению с 2021 г. увеличилось в 2,6 раза, среднегодовое значение потока радиоизлучения F на $\lambda=10,7$ см увеличилось в 1,5 раза.

По оперативным данным, получаемым из Центра прогнозирования космической погоды (США, национальное управление океанических и атмосферных исследований), максимальные среднемесячные значения числа Вольфа пришлись на май, июль и декабрь 2022 г., а минимальные - на январь, февраль и ноябрь 2022 г.; максимальные среднемесячные значения потока радиоизлучения на длине волны $\lambda=10,7$ см пришлись на май, сентябрь, октябрь и декабрь 2022 г., а минимальные - на январь, февраль и август 2022 г.

По наблюдениям в спектральной линии $H\alpha$ суммарно за 2022 г. было зарегистрировано 1813 субвспышек; 10 вспышек балла >1 ; 2 вспышки балла 3; 6 вспышек балла 2 и 120 вспышек балла 1.

В 2022 г. было зарегистрировано 120 исчезновений (распадов) системы солнечных волокон (DSF) и 1893 выброса корональной массы (СМЕ), среди них 490 выбросов имели компоненту, направленную в сторону Земли, из которых 201 выброс был геоэффективным, т.е. вызвавшим возмущение геомагнитного поля.

Вспышечная солнечная активность продолжает увеличиваться. В настоящее время она выше, чем за период 2018-2021 гг.

Состояние магнитного поля Земли

В 2022 г. по данным среднеширотных станций Российской Федерации геомагнитное поле было умеренно возмущенное в течение трех суток (13 марта, 14 апреля и 4 сентября); слабо возмущенное в течение 26 суток (15 января; 4 и 10 февраля; 5 и 31 марта, 15 июня; 4 и 9 июля; 7-8 и 17-18 августа; 3 и 5 сентября; 3, 22, и 29 октября; 3 и 29-30 ноября; 1, 23-24, 26-27 и 30 декабря); неустойчивое в течение 45 суток (8, 14, 18 и 19 января; 3, 11 и 13 февраля; 11 и 27 марта; 1, 9-10, 12, 15 и 27 апреля; 27 и 28 мая; 25 и 26 июня; 7-8, 12, 21 и 23 июля; 9, 11, 19, 21 и 27 августа; 6, 8, 10 и 27 сентября; 6, 9, 14, 16 и 28 октября; 7, 25-26 и 28 ноября, 2, 4 и 7 декабря); в остальное время (в течение 291 суток) геомагнитное поле менялось от спокойного до очень спокойного (оценка по ApMos).

Основными источниками магнитных бурь (93 бури) в 2022 г. были выбросы корональной массы и корональные дыры, некоторые из которых существовали на видимом диске Солнца ни один оборот, а также возмущения вспышечного характера.

В 2022 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 зоны - Полярная шапка (от $\varphi = 68^\circ$ до $\varphi = 74^\circ$).

Количество возмущенных дней по станциям авроральной зоны в 2022 г. представлено в таблице 1.1.

Таблица 1.1. Количество и характеристика возмущенных дней по станциям авроральной зоны в 2022 г.

Станция	Мурманск	Амдерма	Диксон	Тикси
Магнитное поле	сутки	сутки	сутки	сутки
Сильно возмущенное	15	7	5	13
Умеренно возмущенное	42	45	36	64
Слабо возмущенное	65	68	78	105
Неустойчивое	50	58	49	58
Спокойное	105	121	106	100
Очень спокойное	79	66	88	21

В зоне Полярной шапки возмущение в главной фазе геомагнитной бури по амплитуде обычно было слабее, чем в авроральной зоне, хотя продолжительность возмущения могла длиться дольше, чем в авроральной зоне и на средних широтах.

Повышение магнитной активности, связанное с магнитной бурей (сентябрь-ноябрь), привело к нарушению радиосвязи, проявлению полярных сияний в авроральной зоне. В высоких широтах наблюдались полярные сияния, некоторые из которых приведены на рис. 1.4.

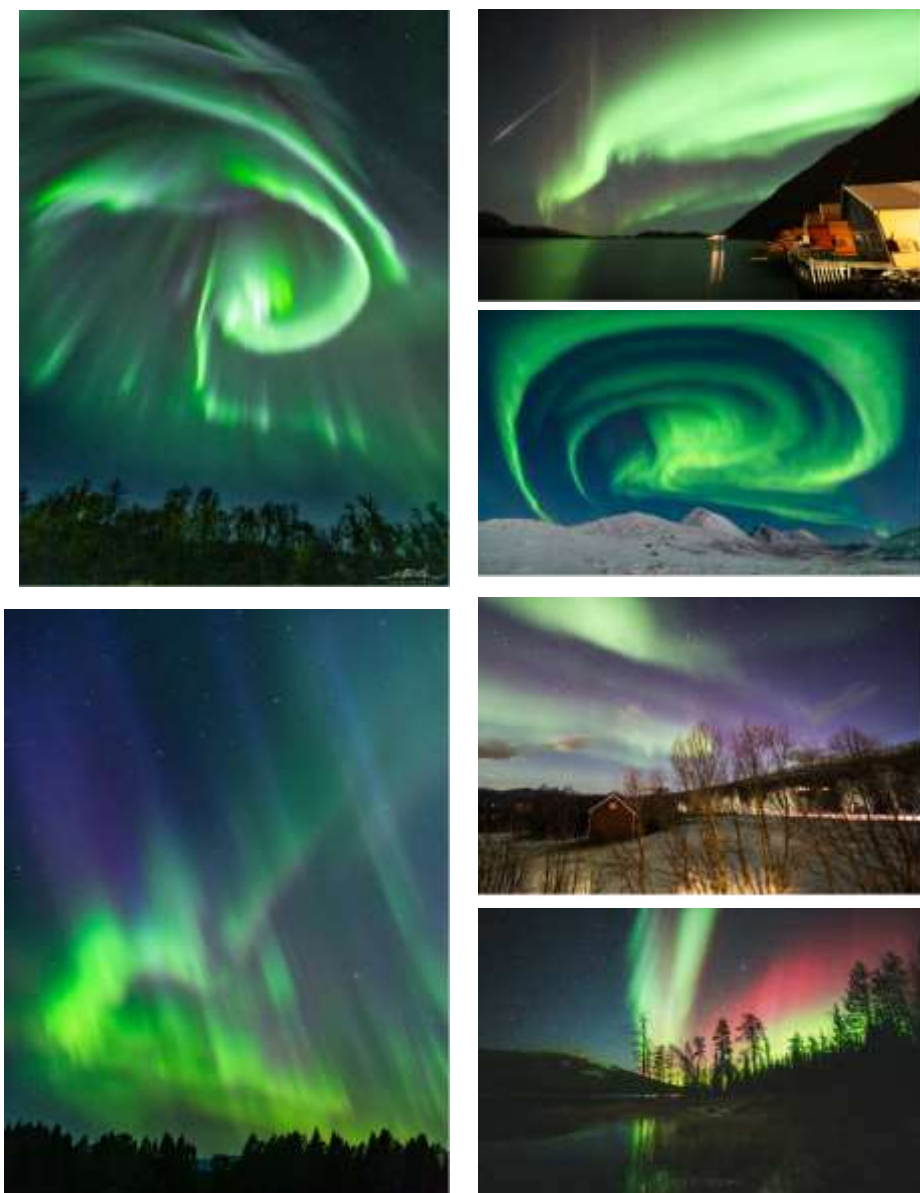


Рис. 1.4. Примеры наблюдения полярных сияний в разных регионах арктической зоны в период с сентября по ноябрь 2022 г.

Источник данных: <http://www.spaceweather.com/archive.php>

Радиационная обстановка в околоземном космическом пространстве

В течение 2022 г. было зарегистрировано девять вторжений потоков протонов в околоземное космическое пространство (ОКП): 20 января, 21 марта, 28 марта, 30 марта, 2 апреля, 11 мая, 9 июля, 27 августа и 12 сентября.

В 2022 г. суммарная продолжительность слабо возмущенного состояния радиационной обстановки в околоземном космическом пространстве и на трассах полетов пилотируемых космических аппаратов составила 4 часа 15 минут, в остальное время радиационная обстановка оценивалась как невозмущенная.

Состояние ионосферы Земли

В 2022 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 131 суток (35,9% времени) слабыми отрицательными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 14 суток (3,8% времени) умеренными отрицательными отклонениями;

- в течение 101 суток (27,7% времени) слабыми положительными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;

- в течение 14 суток (3,8% времени) умеренными положительными отклонениями;

Сильно отрицательных и сильно положительных отклонений критических частот слоя F2 от медианных значений не было зарегистрировано.

По сведениям, полученным от постоянных потребителей радиопрогнозов Мурманского региона, в 2022 г. практическое ухудшение условий радиосвязи в КВ-диапазоне из-за магнитных возмущений отмечалось в течение 209 суток (57,3% времени года), более всего в январе (19 суток), в феврале (19 суток), в марте (19 суток), в апреле (20 суток), в сентябре (20 суток) и в декабре (19 суток).

Гелиогеофизическая служба в 2022 г. выпустила 565 предупреждений о неблагоприятных и опасных гелиогеофизических условиях, что в 1,5 раза больше, чем в 2021 г., из них:

- 153 предупреждения о регистрации мощных вспышек (по интенсивности рентгеновского излучения) - вспышки класса X и M;

- 350 предупреждений о возмущениях магнитного поля Земли и магнитных бурях;

- 38 предупреждений о возмущениях в ионосфере;

- 24 предупреждения о вторжении в околоземное космическое пространство потоков протонов различных энергий и превышениях потоков низкоэнергичных протонов над уровнем фоновых значений.

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.

1.2. Опасные гидрометеорологические явления

По данным Росгидромета в 2022 г. в целом на территории Российской Федерации было зарегистрировано 976 опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), включая агрометеорологические и гидрологические (в 2021 г. - 1205 случаев), что меньше значений последних двух лет. Из всех ОЯ, наблюдавшихся в 2022 г., 334 нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения (в 2021 г. - 417 явлений). Оперативно-прогностическими подразделениями Росгидромета было выпущено 2045 штормовых предупреждений (в 2021 г. - 2833). Своевременное и качественное прогнозирование опасных явлений и заблаговременное доведение информации до потребителей сохранились на достаточно высоком уровне: предупрежденность ОЯ - 95-96%, оправдываемость штормовых предупреждений - 96%, что примерно соответствует уровню прошлого года.

На рис. 1.5 приведена динамика общего числа ОЯ за 15 лет, а на рис. 1.6 представлены данные Росгидромета за 1996-2021 гг. о динамике количества опасных гидрометеорологических явлений (включая гидрологические и агрометеорологические явления), которые нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

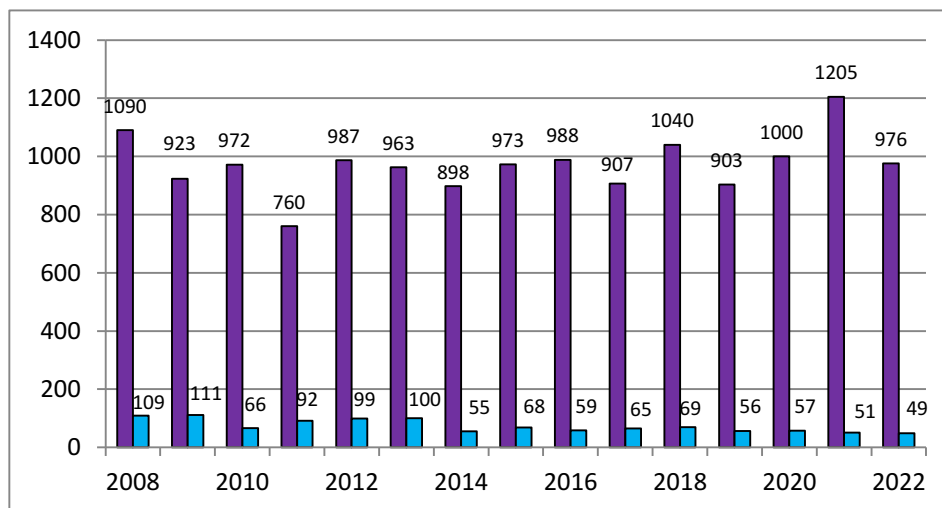


Рис. 1.5. Распределение зарегистрированных гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (фиолетовый) и количество непредусмотренных ОЯ (голубой)

В 2022 г. на территории России было зарегистрировано 474 случая возникновения метеорологических (ОЯ) и комплексов метеорологических явлений (КМЯ), сочетание которых образует ОЯ, также было выпущено 1589 штормовых предупреждений, своевременное их прогнозирование составило 95,2%.

По сравнению с 2021 г. количество зарегистрированных метеорологических ОЯ в 2022 г. уменьшилось на 138 случаев (23%). Высокой была повторяемость сильных осадков, сильного ветра, КМЯ и заморозков, что составило 75% от всех опасных метеорологических явлений. КМЯ по своим параметрам не достигали критериев ОЯ, но в значительной степени затрудняли хозяйственную деятельность регионов.

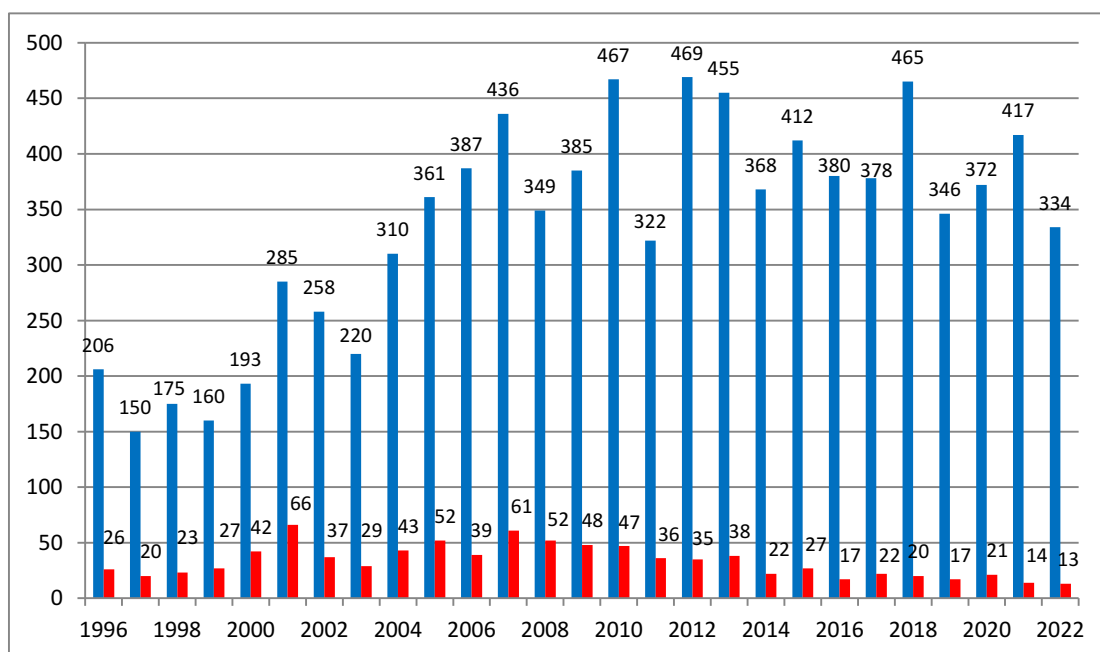


Рис. 1.6. Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам:
общее количество (синий) и количество непредусмотренных ОЯ (красный)

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

Распределение метеорологических ОЯ по годам представлено на рис. 1.7.

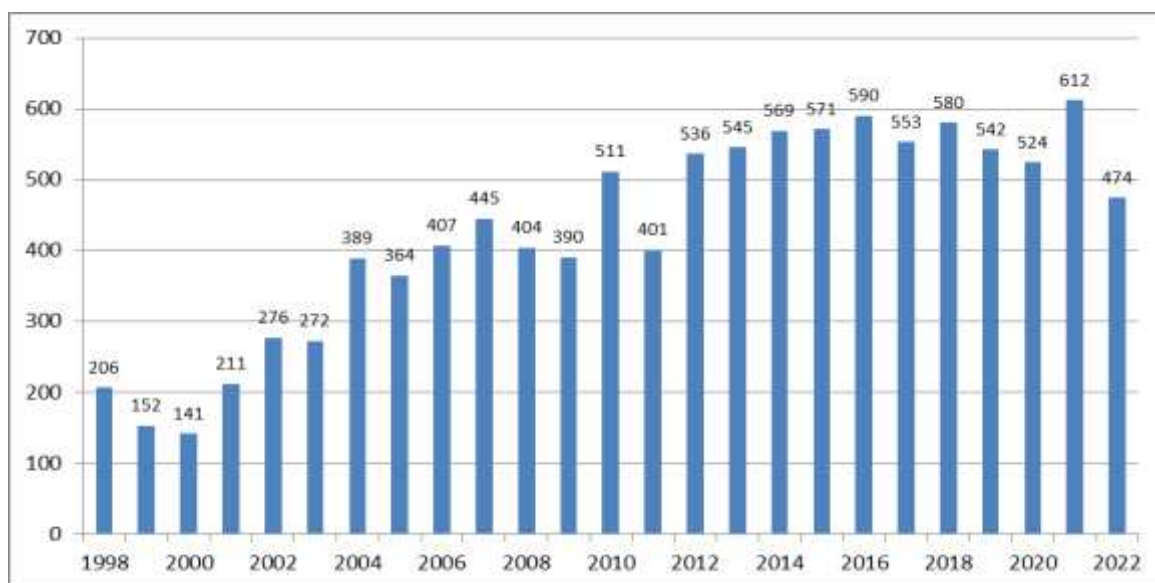


Рис. 1.7. Распределение метеорологических ОЯ по годам

В целом, в большинстве федеральных округов (таблица 1.2) количество метеорологических ОЯ, нанесших материальный и социальный ущерб населению и отраслям экономики, уменьшилось по сравнению с 2021 г., за исключением случаев сильного гололеда и налипания мокрого снега, число которых возросло на 79%.

Таблица 1.2. Распределение метеорологических ОЯ в 2022 г. по территории федеральных округов

№	Явления	Федеральные округа								Всего	
		СЗФО	ЦФО	ПФО	ЮФО	СКФО	УФО	СФО	ДВФО	2022	2021
1	Сильный ветер	13	5	4	12	7	7	33	30	111	134
2	Сильные осадки	6	13	8	34	11	8	15	28	123	142
3	Метель и снег	2						1	9	12	9
4	Смерч		1		3					4	4
5	Сильный мороз							1		1	32

№	Явления	Федеральные округа								Всего	Всего
		СЗФО	ЦФО	ПФО	ЮФО	СКФО	УФО	СФО	ДВФО	2022	2021
6	Аномально холодная погода	1	1	2			3	4		11	28
7	Сильная жара	2	7	1	3	2	3	8	2	28	39
8	Аномально жаркая погода	2	1	2			9	9	2	25	29
9	Град			1	7	3			2	13	29
10	Сильный гололед, налипание мокрого снега	3	4	6	5	3	1	1	2	25	14
11	Заморозки	3	7	11	11	4	8	7	7	58	64
12	Туман				1					1	3
13	КМЯ	2	5	9	12	7		11	16	62	85
Всего - 2022 г.		34	44	44	88	37	39	90	98	474	
Всего - 2021 г.		44	56	77	87	56	60	122	110		612

Из таблицы 1.2 следует, что в 2022 г. по сравнению с 2021 г. во всех федеральных округах (кроме ЮФО) уменьшилось общее количество ОЯ, нанесших материальный и социальный ущерб населению и отраслям экономики.

1.3. Температура воздуха

2022 г. для России в целом занял 5-е место в ранжированном по убыванию ряду среднегодовых температур с 1936 г., аномалия среднегодовой температуры воздуха (отклонение от среднего за 1991-2020 гг.) составила +0,85°C. Температуры выше климатической нормы наблюдались практически на всей территории страны, кроме Саян. Доля площади страны с аномалиями более 80-го перцентиля составила 92% (вторая величина в ряду: больше было только в 2020 г. - 99%). 95%-е экстремумы отмечались на севере страны, в Хабаровском крае, на Сахалине, на Камчатке; а также на юге ЕЧР (во всех физико-географических регионах и федеративных округах средняя температура была не ниже седьмой в ряду с 1936 г.; исключение: регион Прибайкалье и Забайкалье - 15-ая величина в ряду).

Ход средних годовых и сезонных аномалий температуры, осредненных по территории России, приведен на рис. 1.8. Географические распределения средних годовых и сезонных аномалий температуры 2022 г. представлены на рис. 1.9. Регионально-осредненные аномалии приведены в таблице 1.3.

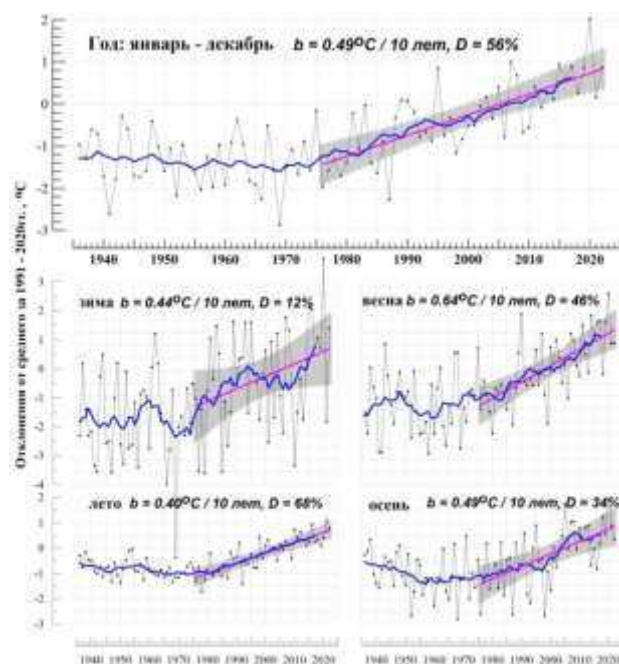


Рис. 1.8. Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°C), осредненные по территории РФ, 1936-2022 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1991-2020 гг. Показаны также 11 - летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2022 гг. с 95%-й доверительной полосой; b - коэффициент тренда (°C/10 лет), D - вклад в суммарную дисперсию (%).

Зимой 2021-2022 гг. осредненная по территории РФ сезонная аномалия составила +1,40°C (9-ая величина в ряду). На большей части страны температуры были выше климатической нормы. 95%-е экстремумы отмечались на юге ЕЧР (в ЮФО средняя по региону аномалия +2,96°C, в СКФО: +2,48°C), на юге Западной и Средней Сибири, на Сахалине, на Камчатке. Температуры ниже климатической нормы наблюдались в некоторых областях Дальнего Востока.

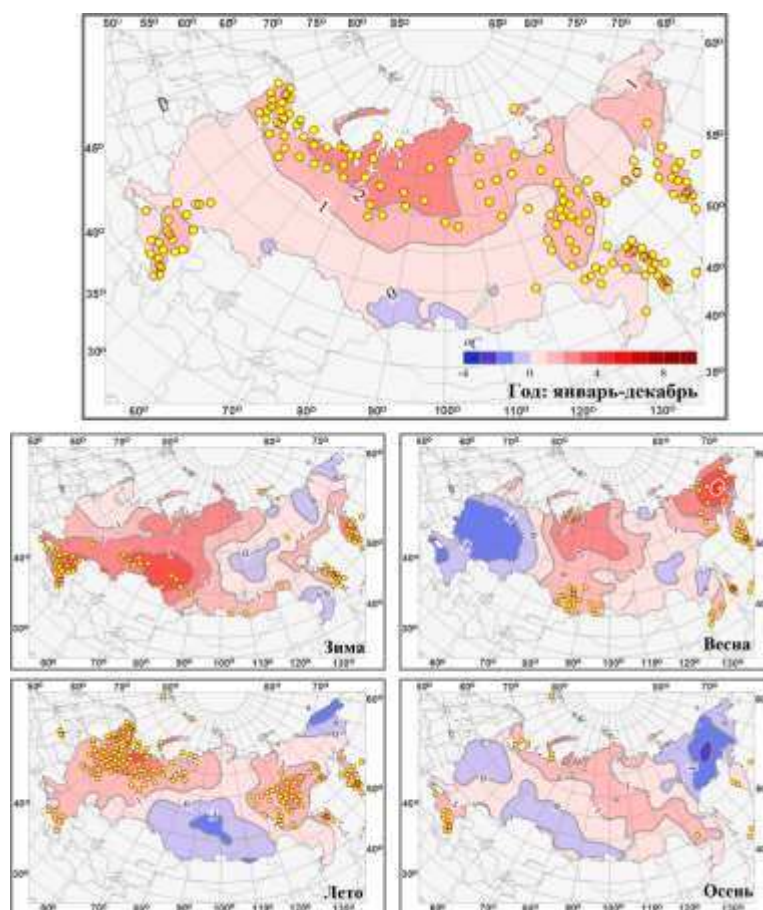


Рис. 1.9. Аномалии средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории России в 2022 г. (отклонения от средних за 1991-2020 гг.) с указанием локализации экстремальных аномалий. Кружками белого и желтого цвета показаны станции, на которых наблюденная температура оказалась ниже 5-го или выше 95-го перцентилля, рассчитанного за 1936-2021 гг.

Таблица 1.3. Средние годовые (январь - декабрь) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха для физико-географических регионов и федеральных округов России в 2022 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	0,87	0,75	1,40	1,62	0,59	1,17	0,77	0,51	0,35	1,12
ЕЧР	0,87	0,77	1,75	2,07	-0,84	1,08	1,69	1,00	0,44	1,31
АЧР	0,87	0,80	1,26	1,65	1,12	1,35	0,43	0,48	0,31	1,15
Федеральные округа										
Северо-Западный	1,16	0,98	0,96	2,59	-0,28	1,45	2,31	0,81	0,51	1,60
Центральный	0,59	0,80	1,42	2,22	-1,40	1,06	1,62	1,13	-0,13	1,44
Приволжский	0,62	0,80	2,43	2,40	-1,33	1,35	1,19	1,16	0,33	1,41
Южный	0,94	0,89	2,96	1,82	-0,88	1,02	1,15	1,23	0,94	1,38
Северо-Кавказский	1,00	0,83	2,48	1,46	-0,58	0,96	1,14	1,05	1,49	1,26
Уральский	1,27	1,22	2,64	2,95	1,06	2,15	0,97	1,13	0,38	1,83
Сибирский	0,69	1,00	1,79	2,73	1,31	1,62	-0,38	0,63	0,47	1,48
Дальневосточный	0,86	0,71	0,68	1,14	1,02	1,26	0,72	0,51	0,22	1,03

Весной средняя по РФ аномалия составила +0,59°C. На большей части АЧР температуры были выше климатической нормы; 95%-е экстремумы отмечались в Восточной Сибири (+1,68°C - четвертая величина в ряду), на юге СФО, в Приморье, на Сахалине. Температуры ниже климатической нормы наблюдались на большей части ЕЧР (-0,84°C, так холодно в ЕЧР весной в XXI веке было лишь в 2005 г.), в отдельных районах ДФО.

Летом осредненная по РФ аномалия составила +0,77°C, по ЕЧР: +1,69°C - третьи величины в соответствующих рядах. 95%-е экстремумы отмечались, в центре и на севере ЕЧР и на севере Западной Сибири, в предгорьях Кавказа; а также на юге Якутии, в Хабаровском крае, на Камчатке, на Сахалине. Температуры ниже климатической нормы наблюдались в центральных и южных районах СФО, в районе Байкала, на Чукотке (аномалии до -2°C).

Осенью средняя по Российской Федерации аномалия составила +0,35°C - середина второго десятилетия в ряду. На большей части страны аномалии по абсолютной величине не превышали 1°C. Тепло (наблюдались 95%-е экстремумы) было вдоль побережья Белого моря, на юге ЕЧР. Аномалии ниже -1°C наблюдались на северо-востоке страны.

На рис. 1.10 представлено географическое распределение коэффициентов линейных трендов температуры воздуха на территории России за 1976-2022 гг. Оценки получены по станционным временным рядам средних годовых и

сезонных аномалий температуры методом наименьших квадратов и выражены в градусах за десятилетие ($^{\circ}\text{C}/10$ лет). В таблице 1.4 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.

Потепление наблюдается на всей территории России во все сезоны. Скорость роста осредненной по России среднегодовой температуры (линейный тренд за 1976-2022 гг.) составила $+0,49^{\circ}\text{C}/10$ лет (вклад в общую изменчивость 56%).

Наиболее быстрый рост наблюдается для весенних температур ($0,64^{\circ}\text{C}/10$ лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом ($0,40^{\circ}\text{C}/10$ лет: описывает 68% суммарной дисперсии). Максимум летнего потепления отмечается на юге ЕЧР: ($0,74^{\circ}\text{C}/10$ лет для ЮФО). Минимум потепления в среднем за год отмечается на юге Сибири, где зимой все еще наблюдается минимальная область убывания температуры. Потепление зим за период 1994-2010 гг. наблюдалось в основном в арктической зоне России; на остальной территории зимние температуры убывали, слабо на ЕЧР (до $-0,2^{\circ}\text{C}/10$ лет) и значительно в АЧР, до $-2^{\circ}\text{C}/10$ 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 ($+0,8^{\circ}\text{C}/10$ лет - $+1,1^{\circ}\text{C}/10$ лет на Таймыре и на побережье Восточно-Сибирского моря). Весной и осенью максимум потепления - на побережье Восточно-Сибирского моря, а зимой - на северо-западе ЕЧР.

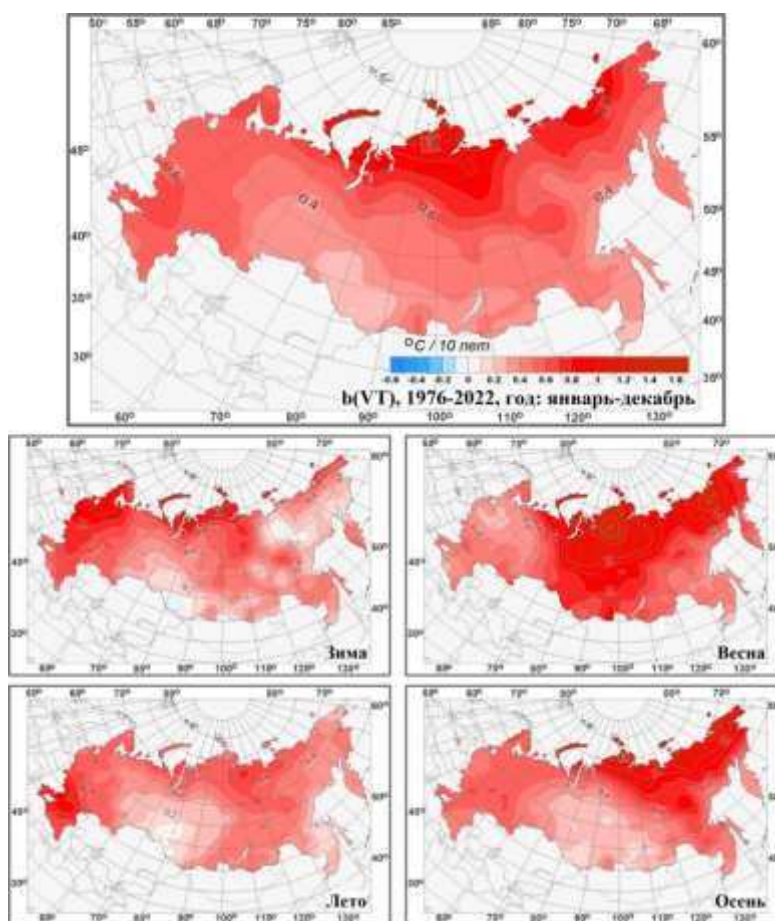


Рис. 1.10. Распределение коэффициентов линейного тренда среднегодовой и средних сезонных значений температуры приземного воздуха на территории России за период 1976-2022 гг. (в $^{\circ}\text{C}/10$ лет)

Летом самое быстрое потепление происходит в ЕЧР южнее 55° ш. Кроме того, необходимо отметить следующие особенности: весной интенсивное потепление наблюдается в Западной ($+0,78^{\circ}\text{C}/10$ лет) и Средней Сибири ($+0,83^{\circ}\text{C}/10$ лет); а также в Восточной Сибири весной ($+0,77^{\circ}\text{C}/10$ лет) и осенью $+0,76^{\circ}\text{C}/10$ лет; летом в ЮФО, ЦФО и СКФО ($+0,74^{\circ}\text{C}/10$ лет, $+0,61^{\circ}\text{C}/10$ лет и $+0,62^{\circ}\text{C}/10$ лет). Осенью незначимые тренды (даже на 5% уровне) отмечаются в Западной Сибири. Не считая зимы, во все сезоны для почти всех регионов тренд потепления значим на уровне 1%.

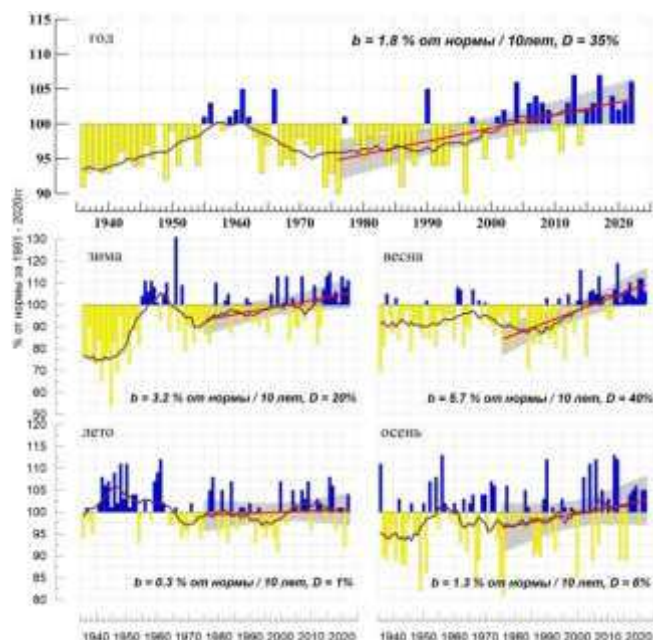
Зимой из-за сильных колебаний масштаба нескольких десятилетий оценки тренда очень неустойчивы. Оцененный за период 1976-2014 гг. зимний тренд по РФ был $+0,15^{\circ}\text{C}/10$ лет и незначим даже на уровне 5%, а для 1976-2020 гг. увеличился до $+0,48^{\circ}\text{C}/10$ лет и стал формально значим благодаря выдающейся зиме 2019-2020 гг. - на $1,5^{\circ}\text{C}$ выше предыдущего максимума температуры зимой 2014-2015 гг. За период 1976-2022 гг. оценки тренда зимней температуры несколько уменьшились (в основном из-за достаточно холодных условий предыдущей зимы 2020-2021 гг.), но тренд остается значимым на уровне 5%. В период с середины 2000-х по 2016 г. наблюдалось определенное убывание осенней температуры (рис. 1.8).

Таблица 1.4. Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха, осредненной за год и по сезонам по территории России, её регионов и федеральных округов за 1976-2022 гг.:*b* - коэффициент линейного тренда (°C/10 лет), *D* - вклад тренда в дисперсию (%); выделены тренды незначимые на 1%-м уровне

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>	<i>b</i>	<i>D</i>
Россия										
Россия	0,49	56	0,44	12	0,64	46	0,40	68	0,49	34
ЕЧР	0,53	53	0,66	15	0,42	23	0,52	41	0,52	31
ДЧР	0,48	51	0,36	9	0,73	46	0,36	67	0,48	29
Федеральные округа										
Северо-Западный	0,56	43	0,76	13	0,46	19	0,47	34	0,53	25
Центральный	0,57	50	0,76	17	0,39	17	0,61	37	0,54	29
Приволжский	0,48	43	0,53	9	0,42	17	0,45	22	0,52	23
Южный	0,56	53	0,61	19	0,43	22	0,74	54	0,49	25
Северо-Кавказский	0,48	56	0,53	25	0,36	25	0,62	56	0,44	24
Уральский	0,48	30	0,43	4	0,77	27	0,32	15	0,37	9
Сибирский	0,42	30	0,32	3	0,82	40	0,30	36	0,27	6
Дальневосточный	0,51	63	0,37	17	0,67	43	0,40	63	0,62	48

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 2022 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 процентилей, рассчитанных по периоду 1936-2021 гг. Регионально осредненные величины и их нормы за период 1991-2020 гг. приведены в таблице 1.5.

**Рис. 1.11.** Средние годовые и сезонные аномалии осадков в % от нормы за 1991-2020 гг., осредненные по территории России, 1936-2022 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 (%)

В 2022 г. средняя по России годовая сумма осадков составила 499 мм, 104% нормы. Доля площади со значительным избытком осадков составила 36%, с дефицитом осадков - 11%. Значительный избыток осадков наблюдался на большей части АЧР (106%), особенно много осадков выпало на Среднесибирском плоскогорье и далее на восток: в Средней Сибири выпало 120%, в ДФО 113% - в основном, за счет лета. Много осадков выпало в центре ЕЧР (в ЦФО 116%) - за счет осени. Сильный дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался в Саянах (за счет весны и осени), а также в районе Обской губы.

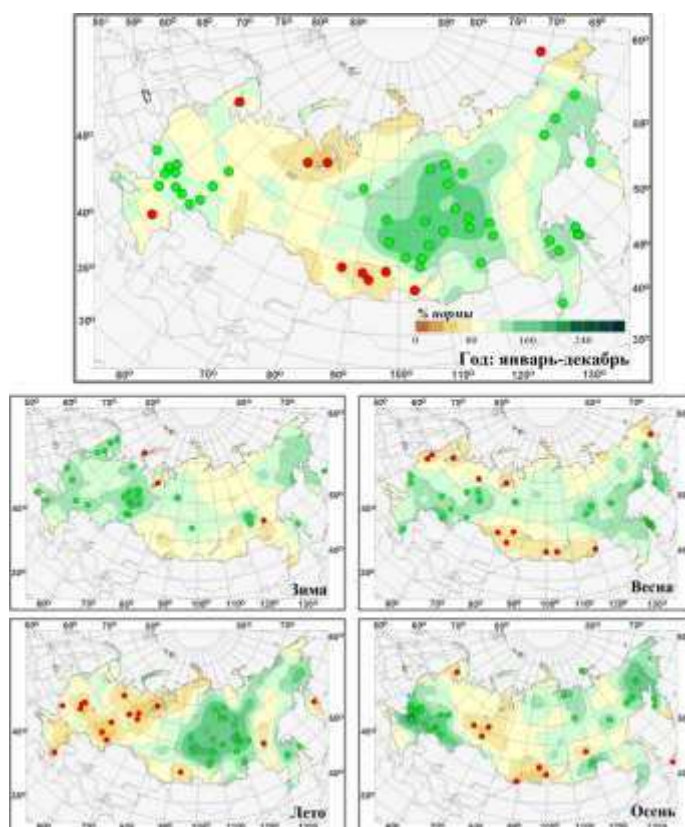


Рис. 1.12. Годовые и сезонные суммы осадков на территории России в 2022 г. (в % от нормы 1991-2020 гг.). Кружками красного и зеленого цвета показаны станции, на которых осадки оказались соответственно ниже 5-го или выше 95-го процентиля.

Таблица 1.5. Годовые и сезонные суммы осадков (в % от нормы) для физико-географических регионов и федеральных округов России в 2022 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	104	480	111	72	106	87	104	191	105	127
Европейская часть России	106	569	120	115	105	115	83	189	118	151
Азиатская часть России	90	448	104	57	106	77	1122	192	98	119
Федеральные округа										
Северо-Западный	94	607	115	117	77	111	93	208	96	170
Центральный	116	614	123	126	118	123	75	204	143	159
Приволжский	108	527	121	109	123	107	72	171	135	137
Южный	116	500	140	116	106	121	86	142	139	125
Северо-Кавказский	89	504	65	90	112	127	95	193	80	129
Уральский	90	515	124	82	119	100	77	198	81	134
Сибирский	102	456	95	67	89	82	117	183	91	117
Дальневосточный	113	430	104	47	115	70	118	195	107	117

Из сезонов выделяются «снежная» зима в ЕЧР (120%) и на Урале (в УФО выпало 124% нормы), «влажное» лето в Средней Сибири (139% - рекордное значение), «влажная» осень в центральных районах ЕЧР, особенно в ЦФО (143%). Следует отметить «сухую» осень в Западной Сибири (82% нормы - среди пяти «самых сухих») и засушливые условия летом на ЕЧР (83% - среди пяти самых сухих).

Зимой 2021-2022 гг., осредненные по территории Российской Федерации, осадки составили 111% нормы. Аномальные осадки наблюдались в ЕЧР - 120%; значительный избыток осадков – в ЮФО (140%), ЦФО (123%). В УФО

выпало 124% нормы; 95%-е экстремумы отмечались в центре Западной Сибири. Дефицит осадков наблюдался на юге АЧР и в Средней Сибири.

Весной, осредненные по территории Российской Федерации, осадки составили 92 мм (106% нормы). Много осадков выпало в центре и на востоке ЕЧР: в ЦФО (118%), в ПФО (123%), в центре и на востоке АЧР, особенно в ДФО (115%). Дефицит осадков наблюдался на севере ЕЧР: в СЗФО (77%); а также на Алтае, в Саянах, в Забайкалье (в регионе Прибайкалье и Забайкалье выпало 76% сезонной нормы).

Летом, осредненные по территории Российской Федерации, осадки составили 104%. Лето было сухим в ЕЧР и влажным в АЧР. Дефицит осадков наблюдался на ЕЧР и в Западной Сибири, наиболее сильный - в ЦФО (75%), в ПФО (72%) и в УФО (77%). Избыток осадков наблюдался на большей части СФО (в Средней Сибири выпало 139% нормы) и в ДФО (в бассейне Лены). Летом атмосферные засухи наблюдались во многих областях ЮФО, СКФО, ПФО, ЦФО и УФО.

Осенью, осредненные по территории Российской Федерации, осадки составили 105% нормы. Значительный избыток осадков (более 120%) наблюдался в центре: в ЦФО выпало 143% нормы, и на юге ЕЧР, а также в Магаданской области, на Камчатке. Дефицит осадков наблюдался в Западной Сибири (82% нормы), в Саянах.

На рис. 1.13 представлено пространственное распределение коэффициентов линейных трендов атмосферных осадков на территории России для 2022 г. в целом и для сезонов года. Оценки получены по стационарным временным рядам годовых и сезонных аномалий осадков за 1976-2022 гг. в точках расположения станций.

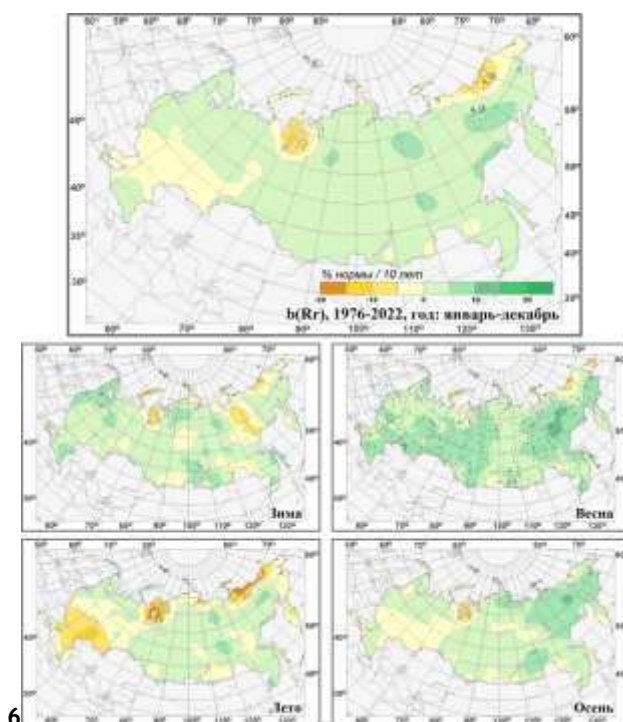


Рис. 1.13. Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда годовых и сезонных сумм атмосферных осадков за 1976-2022 гг. на территории России (% от нормы за 10 лет).

В таблице 1.6 приведены оценки трендов регионально-осредненных осадков; значимость оценивалась с использованием Т-статистики Стьюдента.

Таблица 1.6. Оценки линейного тренда осредненных за год (январь - декабрь) и по сезонам месячных сумм атмосферных осадков для регионов России за 1976-2022 гг. b , % /10 лет - коэффициент линейного тренда, $D\%$ - вклад тренда в дисперсию. Выделены значения тренда, значимые на 1%-м уровне

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$	b	$D\%$
Россия	1,8	35	3,2	20	5,7	40	0,3	1	1,3	6
Европейская часть России	0,9	4	3,4	13	4,9	21	-2,3	6	0,2	0
Азиатская часть России	2,3	45	2,9	14	6,1	42	1,2	9	1,9	13
Федеральные округа										
Северо-Западный	2,4	16	5,5	20	3,7	11	2,0	1	1,4	2
Центральный	0,2	1	4,0	7	5,5	12	-3,8	11	0,1	0
Приволжский	-0,7	1	1,7	1	5,7	11	-3,9	11	-1,9	1
Южный	0,3	0	1,2	1	5,1	9	-5,4	5	0,0	0
Северо-Кавказский	1,8	3	2,4	3	4,6	10	-2,4	1	2,1	1
Уральский	1,7	6	2,1	2	8,0	29	1,3	0	-0,2	0
Сибирский	2,6	29	3,0	8	5,5	21	1,5	9	1,8	6
Дальневосточный	2,4	23	3,1	11	5,8	35	1,4	2	2,5	16

На территории России преобладает тенденция к увеличению годовых сумм осадков: тренд составляет 1,8% нормы /10 лет, вклад в дисперсию 35% (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 1.6) наблюдаются в регионах Средней Сибири (3,3%/10 лет, 32%) и АЧР в целом (2,3%/10 лет; 45%), а из федеральных округов в СФО (2,6%/10 лет, 29%) и ДФО (2,4%/10 лет, 23%).

Убывают осадки в районе Обской Губы, на востоке арктического побережья АЧР. Незначительное убывание наблюдается в ПФО (таблица 1.6).

Рост осадков в целом по Российской Федерации наблюдается во все сезоны. Наиболее значительный рост сезонных сумм осадков наблюдается весной (5.7% нормы / 10 лет, вклад в дисперсию 40%). Осадки растут практически везде, особенно в АЧР; местами тренд превышает 10% нормы за десятилетие (на отдельных станциях до 12-14% за десятилетие). Значимый на 1%-м уровне тренд отмечался в УФО, СФО и ДФО.

Рост осадков зимой происходит, в основном, на севере и юге ЕЧР, севере и востоке Средней Сибири, Прии-Забайкалье, Приморском крае. 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 ЮФО: -5,4% 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.

1.5. Снежный покров

Первый снег зимой 2021-2022 гг. на большей территории ЕЧР выпал позже среднеклиматических сроков на 5-10 дней, за исключением Республики Карелия и отдельных районов Архангельской и Вологодской областей.

На АЧР, раньше климатических сроков на 5-15 дней, снежный покров появился в восточных и центральных районах автономных округов Тюменской области, в Кемеровской и Новосибирской областях, в Хакасии, Тыве, южных районах Хабаровского края, на Камчатке и Сахалине. Необычно рано, на 15-25 дней раньше климатических сроков, снежный покров установился на Чукотке. На остальной территории АЧР снежный покров установился позже климатических сроков. Особенно значительным сдвиг сроков появления снежного покрова оказался на восточном побережье Таймыра и в северных районах Камчатского края (более 40 дней), что было связано с очень теплой погодой в октябре-ноябре.

На большей части страны сход снежного покрова наблюдался в более ранние сроки из-за необычно теплой погоды, которая преобладала на ЕЧР в феврале-марте, а на АЧР - в марте и апреле, что привело к быстрому таянию снега. Несмотря на теплую погоду, снежный покров задержался дольше климатических сроков на большей части Центрального ФО, в Архангельской, Вологодской и Свердловской областях, центральных районах Западной Сибири, Красноярского края и Якутии, что было обусловлено сильными снегопадами, которые прошли в этих районах в феврале-марте.

В таблице 1.7 приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ Российской Федерации.

В 2022 г. на большей части России зима была, в целом, теплее нормы. Снег начал таять в экстремально ранние сроки, но на ЕЧР в марте произошел возврат холодной погоды, из-за чего максимальные запасы воды в снеге на ЕЧР и в Сибири наблюдались почти повсеместно 20 марта 2022 г. Лишь в северо-западных и центральных областях ЕЧР максимальные запасы воды в снеге отмечались в третьей декаде февраля 2022 г.

По состоянию на 20 марта 2022 г. запасы воды в снежном покрове в бассейнах Суры, Чебоксарского, Куйбышевского, Саратовского, Волгоградского и Воткинского водохранилищ составили 121-240% нормы, на остальных территориях бассейна Волги - 77-113% нормы. Снегозапасы, сформировавшиеся в бассейнах Костромы, Унжи, Оки, Москвы-реки, Суры, Ветлуги и Чебоксарского водохранилища, оказались на 19-42 мм меньше значений предыдущего года, а на остальной территории бассейна Волги - на 2-51 мм больше аналогичных значений 2021 г. В целом, в бассейне Волги запасы воды в снеге в 2022 г. составили, как и в 2021 г. - 129 мм (114% нормы). На территории бассейна Дона и его притоков (реки Хопер и Медведица) запасы воды в снеге составили 200-265% нормы и оказались больше аналогичных значений 2021 г. на 31-59 мм (166-223% нормы). Снегозапасы в бассейнах Северной Двины, Сухоны, Ваги, Пинеги, Вычегды и Мезени составили 107-168% нормы, что больше значений предыдущего года на 6-68 мм (105-167% нормы). К 20 марта 2022 г. на северо-западе, в бассейнах Нарвы и Волхова снежный покров растаял полностью, а максимальные снегозапасы здесь наблюдались 20 февраля 2022 г. - 66 и 90 мм (127-148% нормы) соответственно, что составило 165-214% запасов воды 2021 г.

В Сибири запасы воды в снеге на 20 марта составили 84-134% нормы. Во всех бассейнах (за исключением Усть-Илимского водохранилища) снегозапасы были на 5-87 мм меньше значений 2021 г.

В период с 1976 по 2022 гг. на большей части ЕЧР, севере Восточной Сибири, юге Западной Сибири, северо-западе Республики Саха-Якутия, севере Камчатского края, западе Чукотского АО и в Амурской области наблюдается тенденция уменьшения продолжительности залегания снежного покрова. Увеличение продолжительности залегания снежного покрова наблюдается на большей части Тюменской области, на Колыском полуострове. В среднем для России число дней со снегом сокращается на 1,64 дня за 10 лет. На большей части страны максимальная высота снежного покрова растет в среднем по РФ со скоростью 1,32 см/10 лет. Запас воды в снеге в поле преимущественно растет (в среднем по РФ 2,71 мм/10 лет), а в лесу убывает (-1,15 мм/10 лет), преимущественно в ЕЧР, на Южном Урале и в Западной Сибири, в то время как в Средней Сибири заметных изменений не наблюдается, а на Дальнем Востоке запас воды в снеге слабо убывает (рис. 1.14).

Таблица 1.7. Сведения о максимальных запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ Российской Федерации весной 2022 г. (в сравнении с нормой и снегозапасами в аналогичные сроки 2021 г.):
w2021, w2022 - запасы воды в снеге в 2021 и 2022 гг.

№ п/п	Бассейны рек	Запасы воды в снеге				
		норма	w2021	w2022		
		мм	мм	мм	% от нормы	% от w2021
1	ВОЛГА, в том числе:	113	129	129	114	100
2	до Рыбинского водохранилища	101	88	110	109	125
3	р. Кострома и р. Унжа	124	150	110	89	73
4	р. Москва	93	93	72	77	77
5	р. Ока, включая бассейн р. Москвы	65	109	88	135	81
6	р. Сура	77	135	116	151	86
7	р. Ветлуга	133	172	130	98	76
8	Чебоксарское водохранилище	77	123	99	129	80
9	р. Вятка	148	154	156	105	101
10	Куйбышевское водохранилище	132	147	149	113	101
11	Саратовское водохранилище	87	124	131	151	106
12	Волгоградское водохранилище	57	86	137	240	159
13	р. Кама	171	158	177	104	112
14	р. Белая	131	127	159	121	125
15	ДОН, в том числе:	138	129	140	101	109
16	Хопер	39	47	78	200	166
17	Медведица	49	79	130	265	165
Примечание: данные на 20 марта 2022 г.						
Реки северо-запада						
18	Нарва	52	40	66	127	165
19	Волхов	61	42	90	148	214
Примечание: данные на 20 февраля 2022 г.						
Реки севера ЕЧР и Западной Сибири						
20	Северная Двина	121	124	157	130	127
21	Сухона	125	128	134	107	105
22	Вага	124	99	165	133	167
23	Юг	115	144	144	125	100
24	Пинега	101	102	170	168	167
25	Вычегда	139	138	165	119	120
26	Мезень	140	123	161	115	131
27	Верхняя Обь	83	118	75	90	64
28	Тобол	61	87	82	134	94
Примечание: данные на 20 марта 2022 г.						
Реки и водохранилища Сибири						
29	Енисей (Саяно-Шушенское водохранилище)	118	168	107	91	64
30	Енисей (Красноярское водохранилище)	120	188	101	84	54
31	Ангара (оз. Байкал)	79	101	70	89	69
32	Ангара (Братское водохранилище)	70	95	71	101	75
33	Ангара (Усть-Илимское водохранилище)	117	126	135	115	107

Примечание: данные приведены на 20 марта 2022 г.

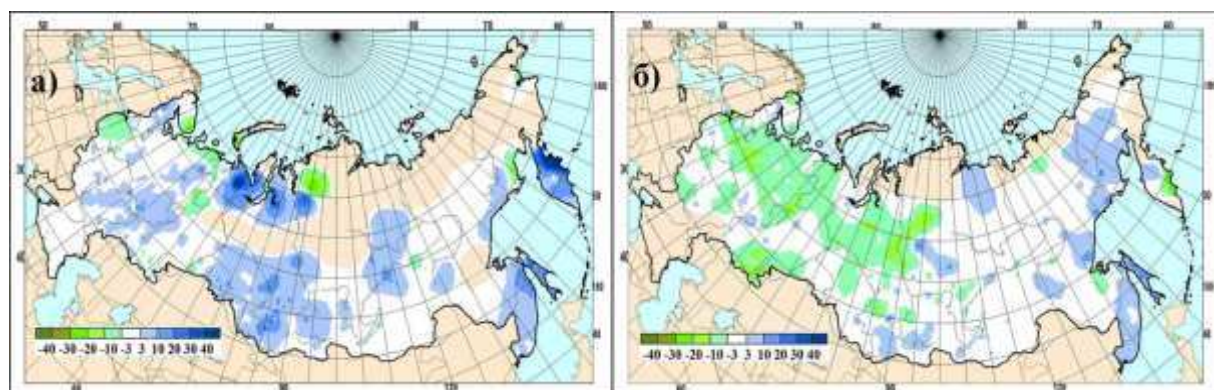


Рис. 1.14. Коэффициенты линейного тренда (мм/10лет) в рядах запаса воды в снеге за зимний период в поле (а) и в лесу (б), 1976-2022 гг.

1.6. Водные ресурсы

Водные ресурсы Российской Федерации в 2022 г. составили 4614,9 км³, превысив среднее многолетнее значение на 9,3%. Большая часть этого объёма - 4386,6 км³ - сформировалась в пределах России, и 228,3 км³ воды поступило с территорий сопредельных государств.

На реках Сибирского и Дальневосточного федеральных округов (табл. 1.8) наблюдалась повышенная водность, в Северо-Западном и Северо-Кавказском федеральных округах - близкая к норме. В Центральном, Приволжском, Южном и Уральском федеральных округах водные ресурсы были ниже среднемноголетних значений.

Таблица 1.8. Ресурсы речного стока по федеральным округам

Федеральные округа	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км ³ /год	Характеристики водных ресурсов 2022 г., км ³ /год			
			местный сток	приток	всего	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северо-Западный	1687,0	569,6	508,0	57,5	565,5	0,0
Центральный	650,2	126,1	94,3	23,1	117,4	-6,9
Приволжский	1037,0	271,3	152,1	98,1	250,2	-7,8
Южный	447,9	288,3	27,2	238,1	265,3	-8,0
Северо-Кавказский	170,4	28,0	27,0	1,9	28,9	3,2
Уральский	1818,5	597,3	370,6	175,8	546,4	-8,5
Сибирский	4361,8	1303,2	1167,7	229,6	1397,3	7,2
Дальневосточный	6952,5	1960,3	2035,4	349,1	2384,5	21,6
Российская Федерация в целом	17125,3	4223,3	4386,6	228,3	4614,9	9,3

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

Водные ресурсы бассейнов крупнейших рек России (наблюдённый годовой сток рек) в 2022 г. в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений, имевших место в 2021 г. (табл. 1.9).

Таблица 1.9. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км ³ /год	Водные ресурсы 2022 г., км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северная Двина	357	101,0	94,5	-6,4
Печора	322	129,0	127,0	-1,6
Волга	1360	238,0	216,0	-9,2
Дон	422	25,5	13,6	-46,7
Кубань	57,9	13,9	12,5	-10,1
Терек	43,2	10,5	9,65	-8,1
Обь	2990	405,0	363,0	-10,4
Енисей	2580	635,0	683,0	7,6
Лена	2490	537,0	706,0	31,5
Колыма	647	131,0	124,0	-5,3
Амур	1855	378,0	509,0	34,7

* 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 - характеризовались водностью ниже нормы. Если для Северной Двины и Мезени продолжилась фаза низкой водности, начавшаяся в 2021 г., то для Печоры завершилась фаза высокой водности, начавшаяся в 2014 г.

Сток Волги сохранился на довольно низком уровне 2021 г. (ниже нормы на 9,2% при значении ниже нормы на 9,7% в 2021 г.).

В бассейне Дона продолжилась фаза низкой водности, начавшаяся ещё в 2007 г. При этом в 2022 г. существенных изменений водности по сравнению с предыдущим годом не произошло. Сток был и сохранился намного ниже нормы (соответственно, на 46,7% и на 53,7%).

В бассейнах Кубани и Терека имело место снижение водности от значений 2021 г., близких к норме (соответственно, выше нормы на 0,7% и ниже нормы на 3,8%) до значений ниже нормы на 10,1% и 8,1%.

В бассейне одной из крупнейших рек азиатской части Российской Федерации - Оби - продолжилась фаза пониженной водности, начавшаяся в 2021 г. после семилетнего высоководного периода. Сток реки был ниже нормы на 10,4%.

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 2021 г. имело место снижение стока

Енисей с 27,9% над нормой до 7,6%. Сток Лены, напротив, резко возрос, превысив норму на 31,5% против от 10,1% в 2021 г.

В бассейне Колымы продолжилась фаза пониженной водности, начавшаяся в 2020 г. При этом водность Колымы несколько возросла по сравнению с 2021 г. до значения ниже нормы на 5,3% от значения ниже нормы на 12,2%.

В бассейне крупнейшей реки Дальнего Востока - Амура - в 2022 г. продолжилась фаза высокой водности, начавшаяся в 2019 г. резким ростом стока до 41,5% над нормой от значения, близкого к норме. В 2022 г. сток превысил норму на 34,7% после резкого повышения в 2021 г., когда превышение нормы составило 50,8%.

Водные ресурсы субъектов Российской Федерации в 2022 г. (табл. 1.10) также в большинстве случаев существенно отличались от средних многолетних значений и от значений, имевших место в 2021 г.

Таблица 1.10. Ресурсы речного стока по субъектам Российской Федерации

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км³/год	Характеристики водных ресурсов 2022 г., км³/год			
			местный сток	приток	всего	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северо-Западный федеральный округ						
Республики						
Карелия	180,5	56,0	57,7	3,1	60,8	8,6
Коми	416,8	164,8	141,7	13,0	154,7	-6,1
Области						
Архангельская, в том числе	589,9	354,9	154,5	184,1	338,6	-4,6
Ненецкий АО	176,8	204,8	55,3	142,2	197,5	-3,6
Вологодская	144,5	47,7	44,8	9,5	54,3	13,8
Калининградская	15,1	22,4	1,8	20,3	22,1	-1,3
Ленинградская	83,9	82,1	25,1	60,1	85,2	3,8
Мурманская	144,9	65,7	61,2	15,8	77,0	17,2
Новгородская	54,5	23,4	15,5	7,8	23,3	-0,4
Псковская	55,4	12,1	10,0	1,1	11,1	-8,3
Центральный федеральный округ						
Области						
Белгородская	27,1	2,7	1,8	0,2	2,0	-25,9
Брянская	34,9	7,3	6,6	3,3	9,9	35,6
Владимирская	29,1	35,2	4,2	30,0	34,2	-2,8
Воронежская	52,2	13,7	1,9	8,0	9,9	-27,7
Ивановская	21,4	57,3	4,1	50,1	54,2	-5,4
Калужская	29,8	11,3	6,6	6,6	13,2	16,8
Костромская	60,2	53,4	8,4	41,0	49,4	-7,5
Курская	30,0	3,9	2,1	0,0	2,1	-46,2
Липецкая	24,0	6,3	2,3	2,7	5,0	-20,6
Московская	45,8	18,0	7,2	13,4	20,6	14,4
Орловская	24,7	4,1	3,3	0,6	3,9	-4,9
Рязанская	39,6	25,7	4,0	21,0	25,0	-2,7
Смоленская	49,8	13,7	11,4	4,1	15,5	13,1
Тамбовская	34,5	4,1	2,4	0,3	2,7	-34,1
Тверская	84,2	21,1	13,2	6,9	20,1	-4,7
Тульская	25,7	10,6	4,3	8,6	12,9	21,7
Ярославская	36,2	35,8	10,5	28,6	39,1	9,2
Приволжский федеральный округ						
Республики						
Башкортостан	142,9	34,2	21,9	7,7	29,6	-13,5
Марий Эл	23,4	110,4	3,5	96,4	99,9	-9,5
Мордовия	26,1	4,9	2,6	1,5	4,1	-16,3
Татарстан	67,8	229,6	7,1	208,7	215,8	-6,0
Удмуртская	42,1	63,3	9,4	53,3	62,7	-0,9
Чувашская	18,3	119,0	2,7	105,4	108,1	-9,2

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км³/год	Характеристики водных ресурсов 2022 г., км³/год			
			местный сток	приток	всего	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Края						
Пермский	160,2	56,0	46,4	7,6	54,0	-3,6
Области						
Кировская	120,4	40,0	29,9	12,7	42,6	6,5
Нижегородская	76,6	105,8	8,6	86,8	95,4	-9,8
Оренбургская	123,7	12,7	3,4	3,9	7,3	-42,1
Пензенская	43,4	5,6	4,7	0,7	5,4	-3,6
Самарская	53,6	236,8	3,4	209,6	213,0	-10,1
Саратовская	101,2	241,5	4,3	212,7	217,0	-10,1
Ульяновская	37,2	231,2	4,2	204,9	209,1	-9,6
Южный федеральный округ						
Республики						
Адыгея	7,8	14,1	2,2	11,2	13,4	-5,0
Калмыкия	74,7	0,4	0,7	0,2	0,9	125,0
Крым	27,0	1,0	1,2	0,3	1,5	50,0
Края						
Краснодарский	75,5	23,0	19,4	8,0	27,4	19,1
Области						
Астраханская	49,0	237,7	0,0	216,3	216,3	-9,0
Волгоградская	112,9	258,6	3,7	228,3	232,0	-10,3
Ростовская	101,0	26,9	0,0	16,3	16,3	-39,4
Северо-Кавказский федеральный округ						
Республики						
Дагестан	50,3	20,7	7,9	11,5	19,4	-6,3
Ингушетия	3,6	1,7	0,5	1,3	1,8	5,9
Кабардино-Балкария	12,5	7,5	3,3	4,4	7,7	2,7
Карачаево-Черкесская	14,3	6,1	8,0	0,0	8,0	31,1
Северная Осетия - Алания	8,0	8,0	3,6	3,3	6,9	-13,7
Чеченская	15,6	11,6	3,3	7,8	11,1	-4,3
Края						
Ставропольский	66,2	6,0	0,4	5,4	5,8	-3,3
Уральский федеральный округ						
Области						
Курганская	71,5	4,3	0,5	1,0	1,5	-65,1
Свердловская	194,3	30,2	25,4	0,5	25,9	-14,2
Тюменская, в том числе	1464,2	583,7	340,6	196,0	536,6	-8,1
Ханты-Мансийский АО	534,8	380,8	137,5	203,5	341,0	-10,5
Ямало-Ненецкий АО	769,3	581,3	194,4	340,9	535,3	-7,9
Челябинская	88,5	7,4	4,1	0,5	4,6	-37,8
Сибирский федеральный округ						
Республики						
Алтай	92,9	34,0	26,5	0,0	26,5	-22,1
Тыва	168,6	45,5	37,8	7,0	44,8	-1,5
Хакасия	61,6	97,7	15,8	59,5	75,3	-22,9
Края						
Алтайский	168,0	55,1	13,1	27,8	40,9	-25,8
Красноярский	2366,8	930,2	802,9	210,4	1013,3	8,9
Области						
Иркутская	774,8	309,5	178,3	194,0	372,3	20,3

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км ³ /год	Характеристики водных ресурсов 2022 г., км ³ /год			
			местный сток	приток	всего	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Кемеровская	95,7	43,2	34,1	1,9	36,0	-16,7
Новосибирская	177,8	64,3	2,9	40,8	43,7	-32,0
Омская	141,1	41,3	5,8	26,0	31,8	-23,0
Томская	314,4	182,3	50,5	92,4	142,9	-21,6
Дальневосточный федеральный округ						
Республики						
Бурятия	351,3	97,1	74,0	26,4	100,4	3,4
Саха (Якутия)	3083,5	881,1	702,6	400,4	1103,0	25,2
Края						
Забайкальский	431,9	75,6	108,3	16,2	124,5	64,7
Камчатский	464,3	275,2	260,0	2,9	262,9	-4,5
Приморский	164,7	46,3	61,4	7,8	69,2	49,5
Хабаровский	787,6	491,2	327,5	329,3	656,8	33,7
Области						
Амурская	361,9	170,6	120,0	115,5	235,5	38,0
Магаданская	462,5	124,9	127,3	4,6	131,9	5,6
Сахалинская	87,1	57,3	76,2	0,0	76,2	33,0
Автономные области						
Еврейская	36,3	217,7	13,0	277,5	290,5	33,4
Автономные округа						
Чукотский АО	721,5	194,6	165,1	11,6	176,7	-9,2

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

На территории Северо-Западного федерального округа в 2022 г. высокая водность рек сохранилась только в Республике Карелии, Вологодской и Мурманской областях. При этом показатели водности областей увеличились по сравнению с 2021 г. и составили соответственно 13,8% и 17,2% против 9,9% и 11,6% в 2021 г. Показатель водности Республики Карелии, напротив, несколько снизился с 13,8% в 2021 г. до 8,6% в 2022 г. Водность, близкая к норме, имела место в Ленинградской области, где она сохранилась на уровне 2021 г., и в Калининградской области, где она резко повысилась по сравнению с 2021 г. от значения ниже нормы на 17,0% до значения ниже нормы всего на 1,3%. Водность рек в остальных субъектах федерации на территории округа снизилась по сравнению с 2021 г. В Республике Коми и Псковской области водность изменилась от нормальной до пониженной. В Архангельской и Новгородской областях, а также в Ненецком автономном округе сохранилась водность, близкая к норме.

В Республике Карелии и в Мурманской области подавляющее большинство рек в 2022 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, Свири, Волхова и несколько превышающий норму сток Вуоксы - основных рек, протекающих по её территории. В Архангельской области и Республике Коми низкий сток подавляющего большинства рек частично компенсировался высоким стоком Сухоны и стоком Печоры, близким к норме. Низкий сток большинства рек Новгородской области, принадлежащих бассейну озера Ильмень, транзитных из Псковской области, компенсировался стоком Волхова, близким к норме, и высоким стоком рек бассейна Волги и рек бассейна Ладожского озера, протекающих на севере области.

Пониженную водность Псковской области определил низкий сток всех рек, протекающих по территории области, за исключением рек бассейна Западной Двины. Что касается Калининградской области, то её водность, близкую к норме, определил сток реки Неман, достигший нормы и компенсировавший низкий сток остальных рек области.

В целом, по округу отклонение водных ресурсов от среднего многолетнего значения составило 0,0% против 0,6% в 2021 г., то есть водность рек округа практически не изменилась и сохранилась близкой к норме. Зона высокой водности сократилась по сравнению с 2021 г. Зона низкой водности переместилась с крайнего запада на юго-запад округа.

Запасы воды в Ладожском озере в 2022 г. уменьшились на 3,70 км³, а в Онежском увеличились на 1,00 км³ (табл. 1.11).

В Центральном федеральном округе высокая водность имела место в Брянской, Калужской, Московской, Смоленской, Тульской и Ярославской областях. Превышение нормы составило от 9,2% в Ярославской до 35,6% в Брянской области. Для Брянской, Калужской, Смоленской и Тульской областей водность изменилась по сравнению с 2021 г. от значений ниже нормы, а для Ярославской области - от значения, превысившего норму на 29,9%. В остальных областях округа - Белгородской, Владимирской, Воронежской, Ивановской, Костромской, Курской, Липецкой, Орловской, Рязанской, Тамбовской и Тверской - водность была ниже нормы с отклонением от неё в меньшую сторону от 2,7% в Рязанской, до 34,1% в Тамбовской и 46,2% в Курской области. Для Ивановской и Костромской областей произошло снижение водности от высоких значений в 2021 г. Водность Владимирской, Орловской, Рязанской областей

приблизилась к норме, не достигнув её, водность Тверской области сохранилась близкой к норме с некоторым снижением по сравнению с 2021 г.

Таблица 1.11. Изменение запасов воды крупнейших озёр Российской Федерации

Озеро	Средний многолетний запас воды, км ³	Средний многолетний уровень воды, м	Запасы воды, км ³		
			на 01.01.22	на 01.01.23	годовое изменение
Ладожское	911,00	5,10	899,40	895,70	-3,70
Онежское	292,00	33,00	290,90	291,90	1,00
Байкал*	23000,00	455,00			-9,76
Ханка	18,30	68,90	19,26	19,62	0,36

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

Картина водности на территории округа, сформировавшаяся в 2022 г., существенно отличается от картины предыдущего года. Зона высокой водности расширилась в центральной части округа и охватила западную его часть, уступив низкой водности северо-восток округа. В зоне низкой водности сохранилась южная часть округа, но размеры зоны сократились благодаря появлению новых территорий с водностью, близкой к норме.

В целом по округу водность рек почти не изменилась по сравнению с 2021 г. (6,9% ниже нормы против 5,9% ниже нормы).

Описанная ситуация в приволжских областях определилась сниженным стоком всех рек бассейна Волги в пределах округа, кроме рек бассейна Оки, сток которых, наоборот, был повышенным. Сток Волги в створе Нижегородского гидроузла был ниже нормы на 5,4% (при превышении нормы на 11,7% в 2021 г.), а в створе Угличского гидроузла - на 1,5% (при превышении нормы на 10,8% в 2021 г.). Сток Оки в створе г. Муром был ниже нормы всего на 0,9% против 7,4% в 2021 г., а в створе г. Калуга превысил норму на 27,1%, будучи ниже нормы на 4,4% в 2021 г.

Ситуацию в западных областях округа определил резкий рост стока Западной Двины, Днепра и его притоков по сравнению с 2021 г. от значений ниже нормы до значений, превышающих её.

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

Запасы воды в волжских водохранилищах округа - Ивановском, Угличском и Рыбинском - уменьшились в 2022 г. на 1,48 км³, в основном за счёт Рыбинского водохранилища, где они понизились на 1,46 км³, а уровень понизился на 0,41 м.

В Приволжском федеральном округе в 2022 г. водность превысила норму только в одном субъекте федерации - Кировской области. Здесь имел место небольшой рост водности от значения, близкого к норме, с отклонением 1,0% в 2021 г. до значения выше нормы на 6,5%. Более значительный рост водности от весьма низких значений до значений, близких к норме, но не достигших её, произошёл в Удмуртской Республике, Пермском крае и Пензенской области. На территории остальных субъектов федерации - Республик: Башкортостан, Марий Эл, Мордовии, Татарстан, Чувашской, а также Нижегородской, Оренбургской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областей - водность была низкой, сохранившейся с 2021 г. или снизившейся по сравнению с ним. Отклонения от нормы в них заключались в диапазоне от -42,1% в Оренбургской области, до -9,2% в Чувашской Республике.

В 2022 г. на севере и северо-востоке округа вновь намечилось формирование зоны высокой водности, исчезнувшей в 2021 г. Об этом свидетельствует повышенная водность в северной и нормальная водность в северо-восточной части. Зона нормальной водности сформировалась также на юго-западе округа, в отличие от 2021 г., когда она занимала его северо-западную часть.

По округу, в целом, водность рек в 2022 г. была ниже нормы на 7,8%, что несколько выше, чем в 2021 г., когда она была ниже нормы на 11,5%.

Распределение водных ресурсов по субъектам федерации Приволжского федерального округа и направление его изменения определились действием четырёх факторов. Первый из них - высокий сток реки Вятки, главной реки Кировской области, а также высокий или близкий к норме сток реки Камы и её притоков в верхнем и среднем течении - результат роста стока этих рек по сравнению с 2021 г. Второй фактор - высокий или близкий к норме сток рек бассейнов Волги и Дона в пределах Пензенской области - также явившийся результатом роста стока этих рек по сравнению с 2021 г. Третий фактор - сохранение в 2022 г. 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 9,8%, 9,6%, 4,5% и 9,0%, что приблизительно соответствует показателям 2021 г. (ниже нормы на 3,0%, 8,6%, 5,6% и 9,5%). Наконец, четвёртым фактором было сохранение весьма низкого 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, увеличились в 2022 г. на 1,64 км³, в основном, за счёт Куйбышевского водохранилища, где они повысились на 4,75 км³, а уровень - на 0,92 м.

Запасы воды в Ириклинском водохранилище на реке Урал в 2022 г. уменьшились на 0,29 км³, а его уровень понизился на 1,40 м.

В Южном федеральном округе в 2022 г. водность рек в Краснодарском крае превысила норму на 19,1% после более высокой водности 2021 г. с показателем 26,5%. Водность Республики Крым продолжила резкий рост от близкой к норме в 2021 г. до 50,0% в 2022 г. В Республике Калмыкии традиционно высокая водность повысилась до 125,0% над нормой от 100,0% в 2021 г. Иная ситуация в 2022 г. имела место в Республике Адыгее, областях Астраханской, Волгоградской и Ростовской. Водность первой, повышенная в 2021 г. на 5,0%, снизилась до значения ниже нормы на 5,0%. В Астраханской и Волгоградской областях сохранилась низкая водность с практически не изменившимися значениями

показателей (9,0% и 10,3% при 9,5% и 11,8% в 2021 г.). В Ростовской области сохранилась особо низкая водность (ниже нормы на 39,4% при 53,5% в 2021 г.).

Сложившаяся картина водности приволжских областей округа была обусловлена сохранением низкого стока Волги на уровне ниже нормы на 9,0%, а в Ростовской области - сохранением стока Дона на особо низком уровне -49,7%. 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, резкий рост стока подавляющего большинства рек Крымского полуострова стал причиной более высокой водности в Республике Крым по сравнению с 2021 г.

Сохранение и некоторый 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 -8,0% и почти не изменилось по сравнению с 2021 г.

Запасы воды в Краснодарском водохранилище увеличились на 0,16 км³, что привело к повышению уровня этого водоёма на 0,74 м. В Цимлянском водохранилище запасы воды в 2022 г. увеличились на 1,08 км³, а его уровень повысился на 0,48 м.

В Северо-Кавказском федеральном округе превышение нормы водности сохранилось на территории трёх республик: Кабардино-Балкарской, Карачаево-Черкесской и Ингушетии. По сравнению с 2021 г. водность Карачаево-Черкесской Республики, весьма высокая в 2021 г., дополнительно повысилась до 31,1% над нормой, Кабардино-Балкарской - снизилась практически до нормы, а Ингушетии - не изменилась, сохранившись на уровне 5,9%. В остальных субъектах федерации на территории округа водность в 2022 г. была ниже нормы, несколько снизившись по сравнению с 2021 г. Наиболее значительным отклонением от нормы в меньшую сторону (13,7%), как и в 2021 г. (8,8%), характеризовалась Республика Северная Осетия - Алания. В Республике Дагестан, Чеченской Республике и Ставропольском крае снижение от значений, близких к норме, было весьма невелико. Отклонения от нормы в меньшую сторону для них составили соответственно 6,3%, 4,3% и 3,3% против 3,4%, 0,9% и 0,0% в 2021 г.

Ситуация 2022 г. во многом сходна с наблюдавшейся в 2021 г.

В целом по округу водность в 2022 г. сохранилась близкой к норме с превышением её на 3,2%, что мало отличается от показателя 2021 г. - 4,3%.

Картину водности рек Северо-Кавказского федерального округа сформировал продолжившийся рост стока реки Кубани в пределах округа и незначительное снижение стока других основных рек, протекающих по его территории - Терека и Сулака, а также подавляющего 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 водность рек в 2022 г. была ниже нормы. Наиболее значительные отклонения от нормы в меньшую сторону 65,1% и 37,8% имели место, соответственно, в Курганской и Челябинской областях. В Курганской области продолжился период весьма низкой водности, начавшийся в 2018 г., а в Челябинской области весьма низкая водность сохранилась с 2021 г. В Свердловской области в 2022 г. водность сохранилась низкой, хотя и несколько повысилась по сравнению с 2021 г. Её отклонение от нормы в меньшую сторону составило 14,2% против 28,6% в 2021 г. В Тюменской области и автономных округах в её составе 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 10,4%. Это снижение частично компенсировалось стоком других рек бассейна Обской губы, снижение которого было не столь значительным. В Свердловской, Челябинской и Курганской областях ситуация определилась сохранившимся господством низкого стока в бассейнах Тобола, Урала и Камы в пределах округа, а также высоким стоком реки Тавды, частично компенсировавшим весьма низкий сток других рек Свердловской области.

В целом по округу произошло существенное снижение показателя водности от значения -2,7%, близкого к норме до значения - 8,5%.

В Сибирском федеральном округе в 2022 г. всюду, кроме Красноярского края и Иркутской области, произошло резкое снижение водности по сравнению с 2021 г. Наиболее впечатляющее снижение имело место в Республике Тыва (от 67,7% над нормой до 1,5% ниже нормы) и в Республике Хакасии (от 33,8% над нормой до 22,9% ниже нормы). В остальных субъектах федерации на территории округа - Республике Алтай, Алтайском крае, Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областях - водность снизилась от пониженной или близкой к норме в 2021 г. до весьма низкой в 2022 г. Наиболее низкими показателями водности среди этих территорий характеризовались Новосибирская область (-32,0%) и Алтайский край (-25,8%).

В Красноярском крае сохранилась повышенная водность с показателем 8,9%, несмотря на некоторое её снижение по сравнению с 2021 г., когда она превышала норму на 12,1%. В Иркутской области водность значительно повысилась: превышение нормы составило 20,3% против 11,6% в 2021 г.

В целом по округу водность рек в 2022 г. почти не изменилась, превысив норму на 7,2% против 7,8% в 2021 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 со значительно более низкими показателями, чем в 2021 г. Сток Оби в створе плотины Новосибирской ГЭС был ниже нормы на 23,9%, а в створе границы - на 21,6% при соответствующих показателях 2021 г. 11,7% и 11,0%.

В бассейне Иртыша, в среднем течении водность продолжила ежегодное снижение, начавшееся в 2016 г. от весьма высоких значений, и в 2022 г. дополнительно снизилась до 23,0% ниже нормы от 11,4% ниже нормы в 2021 г.

В бассейне Енисея водность участка от истока до Красноярской ГЭС в 2022 г. резко снизилась от весьма высокого значения 2021 г. с превышением нормы на 34,1%, до 20,0% ниже нормы в створе плотины ГЭС. Однако водность бассейна

в целом, также значительно снизившаяся по сравнению с 2021 г., сохранилась повышенной с показателем 7,6% против 27,9% благодаря притокам на участке ниже ГЭС. Сток крупнейшего притока - Ангара по-прежнему был выше нормы, хотя и несколько снизился по сравнению с 2021 г. Превышение нормы составило 11,5% против 17,5% в 2021 г. Сток Нижней Тунгуски остался близким к норме, а сток Подкаменной Тунгуски продемонстрировал резкий рост от нормы до её превышения на 31,3%.

В бассейне Лены, в верхнем течении сток превышал норму на 30,7%, что несопоставимо выше, чем в 2021 г., когда превышение составило всего 8,2%. При этом сток главного притока Лены в верхнем течении - реки Витим превысил норму на 97,3%, то есть дополнительно повысился от экстремального значения 2021 г. (60,6% над нормой).

Сток Хатанги, весьма низкий в 2021 г., в 2022 г. продемонстрировал резкий рост, достигнув показателя 13,8%.

Годовое увеличение запасов воды в Новосибирском водохранилище составило 0,06 км³, повышение уровня - 0,06 м. Запасы воды в озере Байкал понизились на 9,76 км³. Суммарное уменьшение запасов воды в водохранилищах Ангаро-Енисейского каскада составило 17,92 км³, в основном за счёт Братского водохранилища, запасы которого понизились на 10,17 км³, что вызвало понижение уровня в этом водохранилище на 1,31 м. Запасы Красноярского водохранилища понизились на 7,56 км³, а уровень - на 4,70 м. Запасы Саяно-Шушенского водохранилища понизились на 0,30 км³, что вызвало понижение уровня на 0,73 м.

В Дальневосточном федеральном округе в 2022 г. нормы водности рек были превышены всюду, кроме территорий Камчатского края и Чукотского автономного округа. Превышение от 25,2% до 64,7% наблюдалось в Республике Саха (Якутии), в Забайкальском, Приморском и Хабаровском краях, в Амурской и Сахалинской областях, а также в Еврейской автономной области. Водность, незначительно превысившая норму (с показателем 5,6%), имела место в Магаданской области. Водность Республики Бурятия была близкой к норме с показателем 3,4%. В Камчатском крае и Чукотском автономном округе водность была ниже нормы с показателями -4,5% и -9,2% соответственно.

В Республике Саха (Якутии), Приморском крае, Магаданской и Сахалинской областях произошёл рост водности по сравнению с 2021 г. Наиболее впечатляющим, от значения ниже нормы на 5,2% до 49,5% над нормой, был рост в Приморском крае. Напротив, в Республике Бурятия, Забайкальском и Хабаровском краях, Амурской области и Еврейской автономной области произошло снижение водности от экстремально высоких показателей 2021 г., сохранившее, однако, весьма высокую водность всюду, кроме Республики Бурятия, где норма была превышена только на 3,4%. В Камчатском крае и Чукотском автономном округе, где сохранилась пониженная водность, её показатели изменились незначительно.

В целом по округу водность рек была выше нормы на 21,6%, что значительно превышает показатели четырёх предыдущих лет, в том числе показатель 2021 г. - 13,0%.

Распределение водности в Дальневосточном федеральном округе и его годовое изменение стали результатом действия многих факторов. Первый из них - продолжение роста стока Лены, начало роста стока Колымы, приблизившее его к норме, резкий рост стока других наиболее крупных рек бассейнов моря Лаптевых и Восточно-Сибирского моря до значений, намного превышающих норму, при сохранении нормальной и пониженной водности рек Чукотского полуострова. Второй фактор - продолжение роста стока Амура и его притоков, начавшегося в 2018 г. Третий фактор - наметившееся окончание фазы низкой водности основной части рек полуострова Камчатка, начавшейся в 2014 г. Четвёртый фактор - резкое снижение стока рек бассейна озера Байкал от весьма высоких и экстремальных значений 2021 г. Пятый фактор - мощный рост стока рек бассейна Японского моря до весьма высоких показателей после одногодичной низководной фазы 2021 г. Наконец, шестой фактор - продолжение высоководной фазы большинства рек острова Сахалин после одногодичной низководной фазы 2019 г.

Запасы воды в озере Ханка повысились на 0,36 км³, а в Зейском водохранилище уменьшились на 3,35 км³. Уровень воды в этом водохранилище понизился на 1,47 м.

В 2022 г. водность рек на территории Российской Федерации превысила норму на 9,3%, что несколько больше, чем в 2021 г., когда она была выше нормы на 6,4%. Количество субъектов федерации с повышенной водностью рек составило 28 единиц против 32 единиц в 2021 г. При этом общая площадь территории таких субъектов федерации почти не изменилась и составила приблизительно 10,0 млн км² против 10,4 млн км².

В 2022 г. высокая водность сохранилась, дополнительно повысилась или пришла на смену низкой водности на северо-западе, в центре и на западе ЕЧР, в западной и центральной частях Кавказских гор, а также на южном берегу Крыма. На АЧР это имело место на склонах Среднесибирского плоскогорья и гор Восточной Сибири до Колымской низменности, в Прибайкалье и Забайкалье, в Приамурье, Приморье и на острове Сахалин. Последние четыре региона характеризовались наиболее высокой водностью. В других частях России наблюдалась низкая или средняя водность, сохранившаяся или пришедшая на смену высокой водности, наблюдавшейся в 2021 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 2022 г. количественный состав государственной сети наблюдений следующий:

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились в 249 городах Российской Федерации, на 688 пунктах, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 223 городах на 624 пунктах. 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 водоема), на которых находится 1 810 пунктов, 2 490 створов, 2 801 вертикаль, 3220 горизонтов. Измеряются 103 показателя качества воды. В 2022 г. на 67 водных объектах (из них 55 водотоков и 12 водоемов), на которых находится 108 пунктов, 128 створов, 183 вертикали, 308 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 136 водных объектах России на 260 гидробиологических пунктах и 360 створах. Программа наблюдений включала от 2 до 6 показателей.

Наблюдения за загрязнением шельфовых зон 9 морей проводились на 241 станции по гидрохимическим показателям (от 6 до 9 показателей); на 4 морях - на 72 станциях по гидробиологическим показателям (по фитопланктону, мезозоопланктону, макрозообентосу, 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, 35 субъектов РФ общей площадью 29,2 тыс. га. В отобранных пробах определялись 20 наименований пестицидов и их метаболитов.

Для оценки загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения в 2022 г. проведён отбор проб в районах 50 населенных пунктов на территориях 16 субъектов РФ. В отобранных пробах определялось до 25 ингредиентов промышленного происхождения.

Сеть станций, осуществляющих наблюдения за химическим составом и кислотностью осадков, состоит из 249 станций. В пробах определялось до 12 компонентов.

Наблюдения за загрязнением снежного покрова на территории России в 2022 г. осуществлялись на 523 пунктах. В пробах определялись основные ионы и значения pH.

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

Наблюдения за радиационной обстановкой на стационарной сети осуществлялись на 1 269 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 Советом 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, ведущих деятельность, связанную с выбросами ПГ, а также данными, опубликованными в научно-технической литературе. В настоящий Обзор включены впервые полученные оценки выбросов и поглощения за 2021 г., а также ранее выполненные оценки за период 2016–2020 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 3,5%. В 2021 г. он увеличился на 4,6% на фоне роста ВВП Российской Федерации на 5,6%. Сектор ЗИЗЛХ, в котором поглощение парниковых газов из атмосферы, происходящее в форме поглощения CO₂ растениями, превалирует над их выбросами, оставался значительным нетто-поглотителем парниковых газов, компенсируя в 2021 г., 22,5% выбросов, происходивших в других секторах.

По сравнению с 1990 г. - базовым годом по обязательствам Российской Федерации согласно РКИК ООН и Парижскому соглашению, совокупный выброс ПГ значительно снизился (на 45,9% с учетом сектора ЗИЗЛХ, и на 31,9% без учета этого сектора).

Таблица 2.1. Выбросы парниковых газов по секторам МГЭИК*

Секторы	Выбросы, млн. т CO ₂ -экв.				
	2017	2018	2019	2020	2021
Энергетика	1637,0	1688,7	1682,3	1594,1	1679,1
Промышленные процессы и использование продукции	243,0	252,3	246,3	254,4	259,5
Сельское хозяйство	115,2	114,8	116,4	118,8	121,3
ЗИЗЛХ**	-602,9	-577,3	-550,5	-557,6	-484,8
Отходы	87,5	89,5	91,4	94,1	96,7
Всего, без учета ЗИЗЛХ	2082,6	2145,2	2136,5	2061,4	2156,6
Всего, с учетом ЗИЗЛХ	1479,7	1568,0	1586,0	1503,8	1671,8

* Значения приведены с округлением

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

В табл. 2.2 представлены данные по вкладу секторов МГЭИК в совокупный выброс парниковых газов. Распределение выбросов по секторам за период с 1990 г. (базового года обязательств Российской Федерации по международным климатическим соглашениям) по 2021 г. не претерпело существенных изменений. Доминирующую роль продолжает играть энергетический сектор. Несколько возросла роль выбросов, связанных с промышленностью, уменьшился вклад сельского хозяйства. Более чем в два с половиной раза возрос вклад в совокупный выброс 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	81,4	9,0	7,9	1,7
2021	100,0	77,9	12,0	5,6	4,5

2.2.2. Содержание CO₂ и CH₄ в атмосфере

Анализ изменчивости концентрации парниковых газов 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 и Тикси передаются в мировой центр данных (МЦД) по парниковым газам (WDCGG), где используются при проведении глобального анализа полей указанных газов.

Таблица 2.3. Станции наблюдений за парниковыми газами

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

В таблице 2.4 приведены результаты измерений за последние 11 лет на двух фоновых станциях Териберка и Тикси. Результаты мониторинга парниковых газов на российских арктических станциях представлены на рис. 2.1 (среднемесячные значения концентрации CO₂ и CH₄ в сравнении с данными станции Барроу).

Уровень концентрации CO₂ в атмосфере северных широт достиг в 2022 г. очередного максимума. Среднегодовое значение на фоновых станциях РФ превысило 421 млн⁻¹, а максимальные концентрации, наблюдаемые в зимние месяцы, приблизились к значению 430 млн⁻¹. Уровень концентрации и амплитуда сезонного хода на российских станциях Териберка и Тикси близки к данным станции Барроу.

В 2022 г. по сравнению с 2020 и 2021 гг. темпы роста концентрации CO₂ увеличились до 3,0-3,4 млн⁻¹, что существенно выше среднеглобальной скорости роста за предыдущие 10 лет и 2021 г., составляющей, согласно бюллетеню ВМО по ПГ №18 от 26 октября 2022 г., 2,5 млн⁻¹/год.

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

Год	Териберка				Тикси			
	CH ₄ , млрд ⁻¹	ΔCH ₄ , млрд ⁻¹	CO ₂ , млн ⁻¹	ΔCO ₂ , млн ⁻¹	CH ₄ , млрд ⁻¹	ΔCH ₄ , млрд ⁻¹	CO ₂ , млн ⁻¹	ΔCO ₂ , млн ⁻¹
2012	1910,2	4,0	396,6	2,3	1910,2	-3,0	396,1	1,9
2013	1907,8	-2,4	398,8	2,2	1915,1	4,9	399,1	3,0
2014	1913,5	5,7	400,7	1,9	1930,8	15,7	400,7	1,6
2015	1924,4	10,9	402,2	1,5	1940,1	9,3	403,2	2,5
2016	1946,7	22,3	405,7	3,4	1946,4	6,3	406,1	2,9
2017	1947,1	0,4	409,1	3,5	1956,7	10,3	408,7	2,6
2018	1950,4	3,3	411,4	2,2	1960,4	3,7	411,3	2,6
2019	1961,8	11,4	414,1	2,7	1983,7	23,3	414,3	3,0
2020	1980,4	18,6	415,8	1,8	1993,6	9,9	416,5	2,2
2021	1999,1	18,7	418,5	2,6	2014,1	20,5	419,1	2,6
2022	2019,1	20,0	421,4	3,0	2018,7	4,6	422,5	3,4

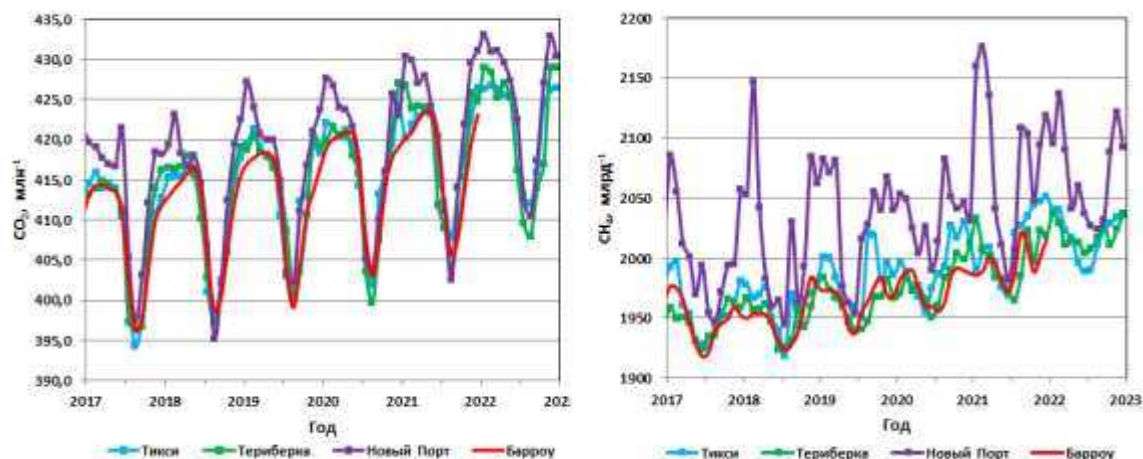


Рис. 2.1. Временной ход концентрации CO_2 и CH_4 на российских арктических станциях в сравнении с данными станции Барроу

Среднегодовая концентрация метана на российских Арктических станциях в 2022 г. достигла рекордных значений, приблизившись к 2020 млрд⁻¹. Тенденция повышенного роста CH_4 начала проявляться на станции Тикси, где, начиная с 2019 г., регистрировались высокие значения концентрации в период максимума природной эмиссии (август-сентябрь), а в 2020 г. значения концентраций CH_4 сохранялись высокими до конца года. Аналогичная тенденция сезонного хода концентрации метана начала прослеживаться на станции Териберка. В 2022 г. было зафиксировано значительное увеличение концентрации метана на станции Териберка (20 млрд⁻¹/год) и снижение прироста на станции Тикси, при этом уровень концентрации CH_4 на этих двух станциях сравнялся.

Тенденция наращивания скорости роста содержания метана отмечается не только для станций Арктического побережья РФ, но и в глобальном масштабе. Согласно Бюллетеню ВМО № 18 от 26 октября 2022 г., в 2020 и 2021 г. прирост концентрации метана за год (15 и 18 млрд⁻¹) явился рекордным для всего периода наблюдений с начала 80-х гг. прошлого столетия. По данным станции Териберка (рис. 2.2) увеличение среднемесячного значения концентрации для периода с апреля по август 2022 г. по сравнению с аналогичными месяцами 2021 г. превысило 30 млрд⁻¹, что также является рекордным для всего периода наблюдений на станции Териберка.

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.

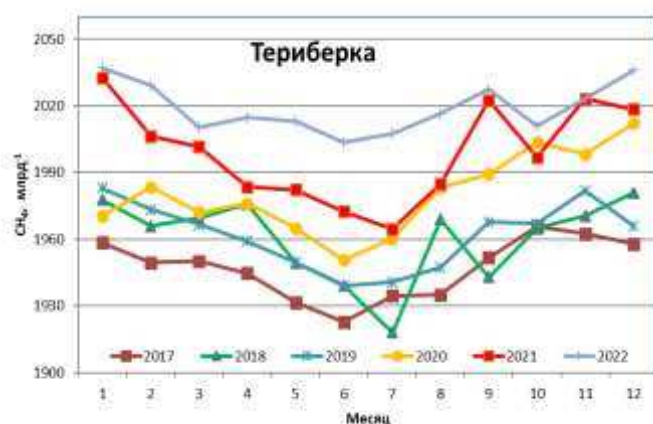


Рис. 2.2. Сезонный ход концентрации CH_4 на станции Териберка

Для станций, расположенных в окрестностях крупномасштабных источников, средняя за многолетний период скорость роста концентрации парниковых газов не сильно отличается от глобального тренда. Так, для десятилетнего периода (2012-2022 гг.) концентрация CO_2 на станции Новый Порт увеличивалась со скоростью 2,5 млн⁻¹/год, что соответствует значению глобального тренда за этот же период.

Региональные особенности поля концентрации ПГ более наглядно проявляются при рассмотрении превышения концентрации над фоновым уровнем. Полученные значения превышения для станций Новый Порт и Воейково представлены на рис. 2.3 и в таблице 2.5. При определении превышения в качестве фонового уровня использованы данные станции Териберка.

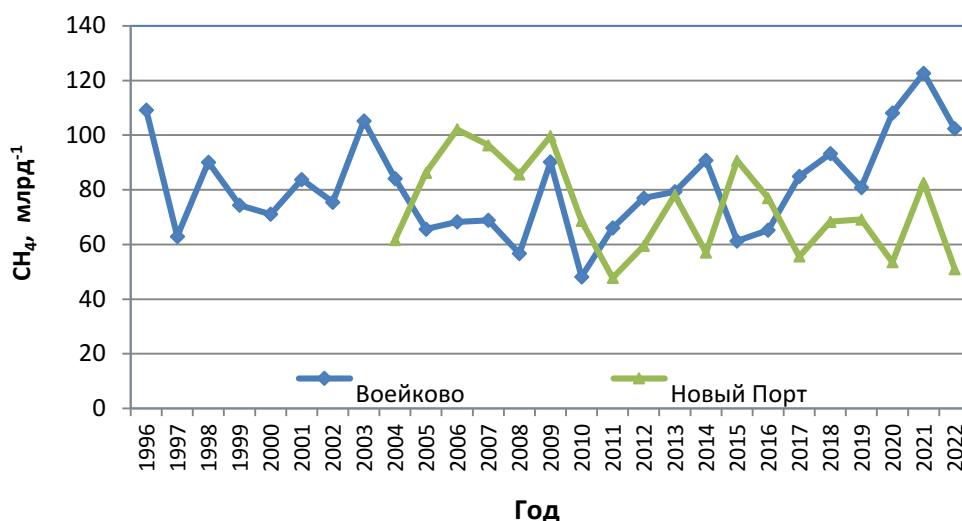
Рис. 2.3. Среднегодовое превышение концентрации CH_4 над фоновым уровнем

Таблица 2.5. Превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем

Станции	Новый Порт	Воейково
Период измерений	2004-2022	1996-2022
CH_4 , млрд ⁻¹	73±17	77±15
CH_4 , %	3,9	4,2
CO_2 , млн ⁻¹	4,3±1,2	
CO_2 , %	1,1	

Станция Новый Порт расположена на побережье Обской губы. 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 увеличения антропогенных выбросов, и достигают 10 млн⁻¹ для CO_2 и 150-180 млрд⁻¹ для CH_4 .

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 CH_4 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 2022 г. на станциях Новый порт и Воейково не выходит за пределы вариаций, наблюдаемых за многолетний период. Однако за последние 3 года намечается тенденция снижения превышения концентрации метана над фоновым уровнем для станции Новый порт и его возрастания на станции Воейково.

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 общего оптического замутнения атмосферы. ОПА более чувствительна к изменению состояния атмосферы по сравнению с P_2 (см. вышеприведенную формулу), поэтому в дальнейшем анализируется именно этот параметр.

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. В таблице 2.6 парные к соответствующим фоновым станциям города расположены на строку ниже и отмечены звездочками.

Таблица 2.6. Координаты региональных станций фонового 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
о-в Диксон	Красноярский край (Арктика), Сибирский ФО	73,5	80,4

Примечания: – Городские станции, являющиеся парными фоновым, указанным на строку выше, отмечены в табл. 2.6 и 2.7 звездочкой.

– Станция о-в Диксон начала присылать свою информацию с 2014 г.

В таблице 2.7 представлена информация о среднем уровне оптического замутнения атмосферы за 2022 г. и 2021 г. для региональных станций фонового 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 фонового мониторинга и в парных им городах в 2022 и 2021 гг.

Станция	ОПА $\pm\sigma$ 2022 г.	ОПА $\pm\sigma$ 2021 г.
Туруханск	0,236 $\pm$ 0,026	0,234 $\pm$ 0,018
Усть-Вымь	0,243 $\pm$ 0,028	0,235 $\pm$ 0,025
Сыктывкар*	0,232 $\pm$ 0,029	0,245 $\pm$ 0,019
Воейково	0,263 $\pm$ 0,062	0,260 $\pm$ 0,023
Памятное	0,234 $\pm$ 0,041	0,246 $\pm$ 0,040
Курган*	0,250 $\pm$ 0,040	0,266 $\pm$ 0,031
Хужир	0,226 $\pm$ 0,043	0,236 $\pm$ 0,044
Иркутск*	0,236 $\pm$ 0,040	0,236 $\pm$ 0,035
Шаджатмаз	0,169 $\pm$ 0,037	0,168 $\pm$ 0,025
о-в Диксон	0,228 $\pm$ 0,014	0,239 $\pm$ 0,018

Как следует из таблицы 2.7, в 2022 г. по сравнению с предшествующим годом, изменения оптической плотности атмосферы были незначительны. Снижение ОПА наблюдалось на станциях Памятное, Хужир, Сыктывкар* Курган* и о-в Диксон, причем максимальным оно было в г. Курган*. На остальных станциях наблюдалось повышение ОПА. На станции Иркутск, значение ОПА не изменилось.

Наглядное представление о среднем уровне общего замутнения атмосферы за 2022 г. и стандартных отклонениях осредненных значений ОПА на среднеширотных станциях РФ дает рис. 2.4.

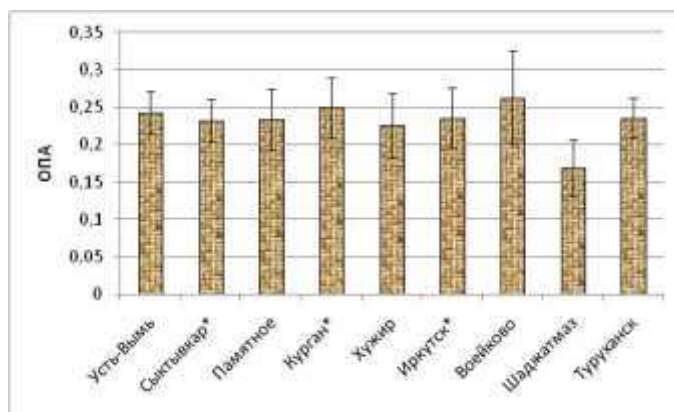


Рис. 2.4. Осредненные значения ОПА в 2022 г. на среднеширотных фоновых станциях РФ

Из рис. 2.4 видно, что среднее значение ОПА за 2022 г. по большинству станций, включая городские станции, не превышало величины 0,25.

Самой чистой станцией сохраняется северокавказская станция Шаджатмаз. Это единственная фоновая станция РФ, которая по своему расположению приближается к требованиям ВМО относительно базовых фоновых станций, призванных осуществлять мониторинг глобального фона аэрозольного загрязнения атмосферы. Минимальная степень общего (интегрального) замутнения атмосферы на станции Шаджатмаз (высота 2070 м над уровнем моря) в течение 50 лет наблюдений по сравнению с другими региональными фоновыми станциями РФ позволяет считать эту станцию отражающей изменения глобального фона интегрального оптического замутнения атмосферы.

Особое место занимает станция Воейково, являющаяся экспериментальным полигоном Главной Геофизической обсерватории им. А.И.Воейкова, которая расположена в 12 км от границы Санкт-Петербурга к востоку. Среднегодовое значение ОПА в 2022 г. составило 0,263. Когда ветер дует со стороны Санкт-Петербурга, загрязнение атмосферы в районе станции Воейково существенно возрастает и может достигать городских значений. Это наглядно иллюстрирует рис. 2.5, где приведен годовой ход ОПА на региональных станциях фоновых мониторинга (без парных городских станций) в 2022 г. На станции Воейково среднемесячное значение ОПА в августе составило 0,392, то есть достигло уровня замутнения в условиях большого города.

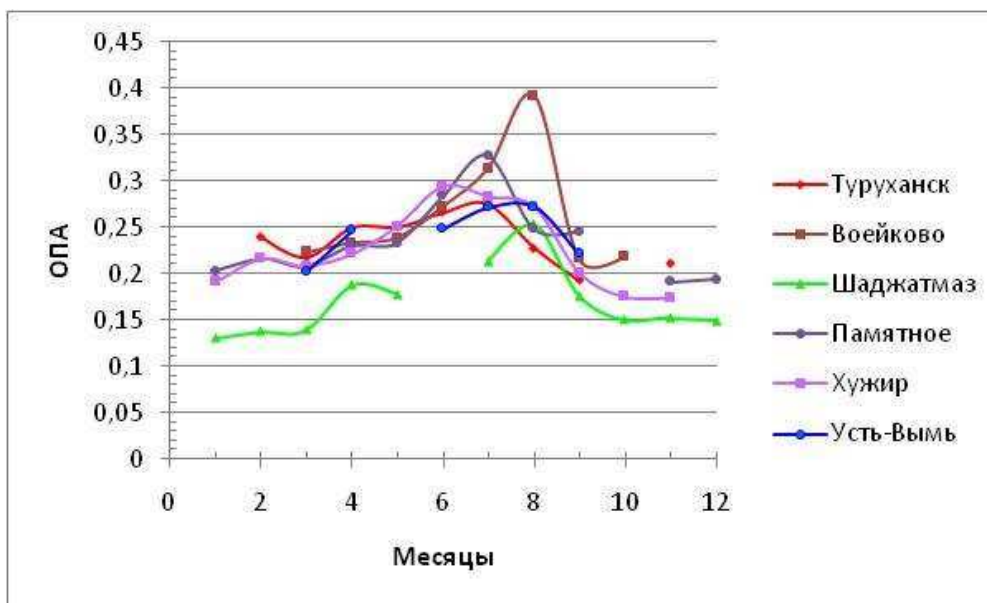


Рис. 2.5. Годовой ход ОПА в 2022 г. на региональных станциях фоновых мониторинга

В силу естественных причин, в том числе повышенного турбулентного обмена, в летний период значения ОПА повсеместно увеличиваются. На всех станциях кривые внутригодовой изменчивости, приведенные на рис. 2.5, достаточно близки между собой. Лишь станция Шаджатмаз показывает значительно более низкий уровень оптического загрязнения в течение всего года. Однако даже на этой горной станции в августе 2022 г. среднемесячное значение ОПА составило 0,253, приблизившись по степени замутнения атмосферы к другим региональным фоновым станциям. В июле наиболее высокие значения ОПА были зарегистрированы на степной станции Памятное (0,327) и станции Воейково (0,313).

Превышение в оптическом замутнении атмосферы в городах по сравнению с парными им региональными фоновыми станциями в 2022 г. было незначительным (рис. 2.4), а на паре станций Усть-Вымь - Сыктывкар среднее за год значение ОПА на фоновой станции Усть-Вымь - превосходило аналогичное значение в Сыктывкаре* (рис. 2.4). Такой феномен на паре станций Усть-Вымь - Сыктывкар* проявляется в отдельные месяцы не в первый раз, но пока нет полного понимания причины его возникновения. Снижение различий в степени замутнения между парными станциями в 2022 г. отчасти было вызвано некоторым падением оптической плотности атмосферы в парных городах, наблюдаемое в последние два года.

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 гг. 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 (рис. 2.6). Более значительные различия проявились в стандартных отклонениях. Как видно из рис. 2.6 30-летние нормы за период 1991-2020 гг. (красная кривая) выше норм, вычисленных за тот же период, но без 1992-1993 гг. (зеленая кривая). Эти различия обусловлены вкладом в интегральное замутнение атмосферы продуктов извержений вулканов Пинатубо и Хадсон, произошедших в июне и августе 1991 г. В данном Обзоре используются требуемые 30-летние нормы за 1991-2020 гг. без вычетов.

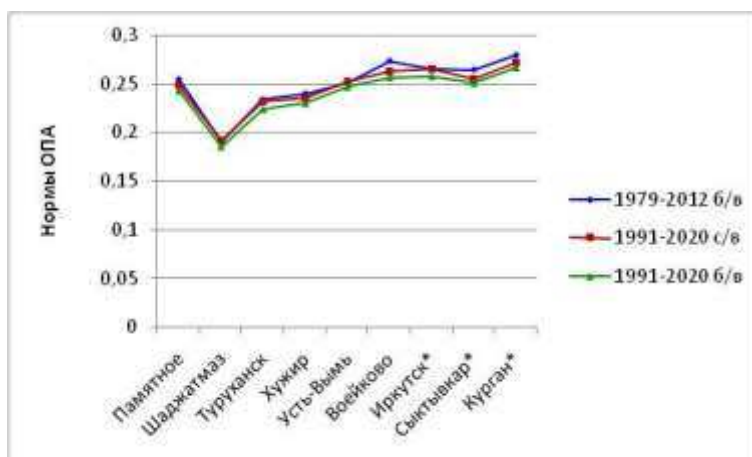


Рис. 2.6. 30-летние нормы ОПА, рассчитанные для каждой станции фоновой мониторинга за 1979-2012 гг. (без учета 1983-1984 гг.) и 1992-1993 гг. (6/в); за 1991-2020 гг. (полностью (с/в) и за 1991-2020 гг. (без учета 1983-1984 гг.) и 1992-1993 гг. (6/в)

Результаты сопоставления средних значений ОПА, полученных за 2022 г. с климатическими нормами за 1991-2020 гг. по каждой станции представлены на рис. 2.7.

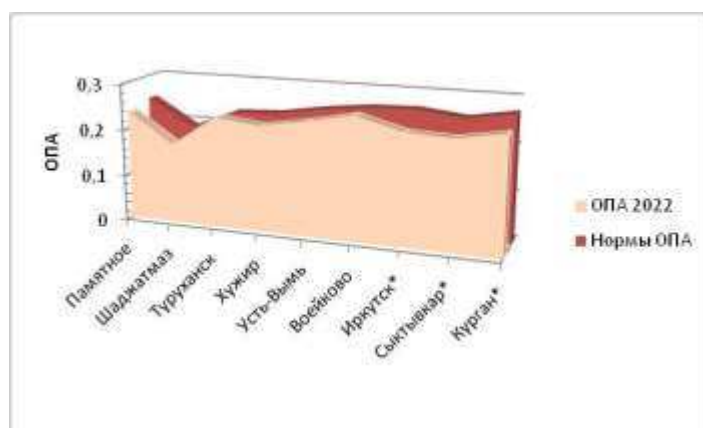


Рис. 2.7. Средние значения ОПА за 2022 г. по сравнению с 30-летними нормами для каждой станции за 1990-2020 гг.

На большинстве станций общее замутнение атмосферы в 2022 г. было ниже нормы. Наибольшим общим замутнением атмосферы оказалось на самой чистой горной станции Шаджатмаз (-11,5%), и в городах Иркутск* (-11,3%), Сыктывкар* (-9%) и Курган* (-8,1%). На станции Воейково среднегодовое значение ОПА практически совпадало с нормой. Лишь на единственной станции Туруханск среднегодовое значение ОПА превысило норму на 2,5%.

Межгодовую изменчивость оптической плотности атмосферы можно оценить по изменению нормированных аномалий ОПА (%) на всех фоновых станциях с начала 1970-х гг. и по 2022 г. (рис. 2.8).

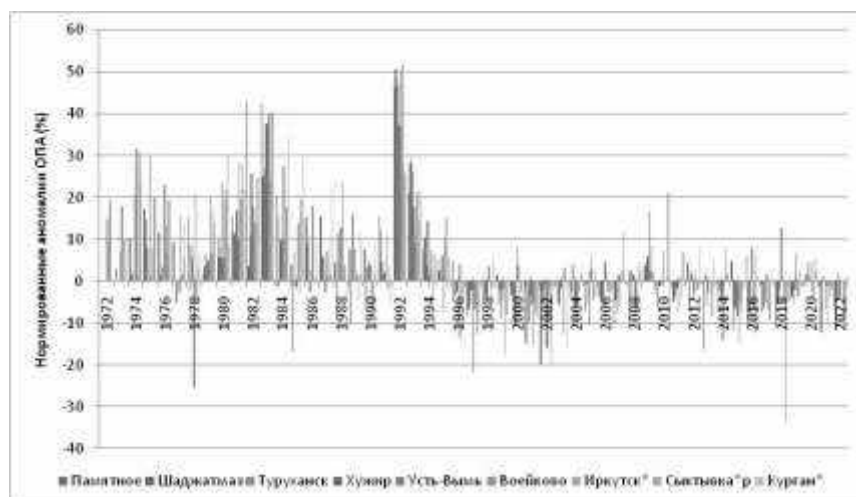


Рис. 2.8. Нормированные аномалии ОПА(%) на станциях фоновой мониторинга

Время проведения наблюдений за ОПА можно разделить на три периода:

1 - Время от начала наблюдений и до середины 1990-х гг. можно считать периодом положительных аномалий ОПА, обусловленных серией мощных вулканических извержений - Фуэго (1974), Эль-Чичон (1982) и Пинатубо и Хадсон (1991). После извержений вулканов Пинатубо и Хадсон (июнь и август 1991 г.), значения положительных нормированных аномалий ОПА достигали 50%.

2 - Середина 1990-х гг. - происходит самоочищение атмосферы, рост прозрачности и уменьшение оптической плотности атмосферы. Постепенно происходит переход нормированных аномалий ОПА в область отрицательных значений, чему способствовало сокращение промышленной активности в постперестроечные годы.

3 - Период с конца 1990-х гг. и по 2022 г. включительно можно охарактеризовать как период, когда на большинстве фоновых станций оптическое замутнение атмосферы было понижено относительно нормы, а нормированные аномалии ОПА, в основном, принимали отрицательные значения, достигающие на некоторых станциях в отдельные годы -20% (Уст-Вымь в 1978, 1997). Самая большая отрицательная нормированная аномалия была зарегистрирована в Сыктывкаре в 2018 г. (рис. 2.8), что было связано с условиями, сохранявшимися на этой станции в течение пяти месяцев, когда значения ОПА с марта по июль были аномально низкими.

Периодически на некоторых станциях наблюдались положительные нормированные аномалии. Наиболее заметные по величине были зафиксированы на самой северной фоновой станции Усть-Вымь (Республика Коми) в 2009 г. (+17%) и в 2010 г. на парной ей городской станции Сыктывкар* (+21%). Это совпало по времени с извержением вулкана Эйяфьядлайёкюдль в Исландии.

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) (Свердловской область). Общая продолжительность измерений в Воейково составила 73 года, в Иркутске - 63 года, в Верхнем Дуброво - 65 лет. Датчики измерителей V' , L^+ и L^- установлены в пределах одного - двух метров от земли. Наблюдения в Воейково, Иркутске и Верхнем Дуброво включены в программу комплексного фонового мониторинга атмосферы с 1980 г.

Обобщенные по сезонам результаты измерений V'_c и L_5 за 2015-2022 гг. приведены в таблицах 2.8 и 2.9. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

Таблица 2.8. Сезонные (V'_c), среднегодовые ($V'_г$) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения V' (даВ/м) за 2015-2022 гг. на станциях Воейково (В) и Иркутск (И)

Станция	Год	V'_c , (V)				$V'_г$, (V)
		Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее за год
В	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)
	2017	12 (10, 14)	13 (11, 15)	11 (8, 12)	10 (10, 10)	11 (8, 15)
	2016	12 (10, 17)	9 (8, 12)	9 (9, 10)	6 (5, 10)	10 (5, 17)
	2015	12 (11, 12)	10 (8, 10)	9 (8, 10)	11 (9, 13)	10 (8, 13)
И	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)
	2017	11 (10, 12)	10 (8, 12)	9 (7, 11)	9 (9, 10)	10 (7, 12)
	2016	9 (8, 10)	9 (8, 10)	7 (6, 9)	9 (9, 10)	9 (6, 10)
	2015	10 (9, 11)	8 (6, 10)	6 (6, 6)	8 (5, 10)	8 (5, 11)

Примечание к таблицам 2.8 и 2.9: Средние за сезон значения, полученные по данным за 2 месяца, отмечены буквой «Н» (неполные).

Как видно из таблицы 2.8, в 2022 г. по сравнению с 2021 г. на станциях Воейково и Иркутск значения градиента потенциала электрического поля V' незначительно уменьшились.

Значения суммарной электрической проводимости L_5 в 2022 г. по сравнению с 2021 г. на станции Верхнее Дуброво практически не изменились, а на станциях Воейково и Иркутск увеличились (табл. 2.9).

На рис. 2.9 представлен годовой ход V' по станциям Воейково и Иркутск в 2022 г. в сравнении с осредненным годовым ходом V' за период 2015-2021 гг.

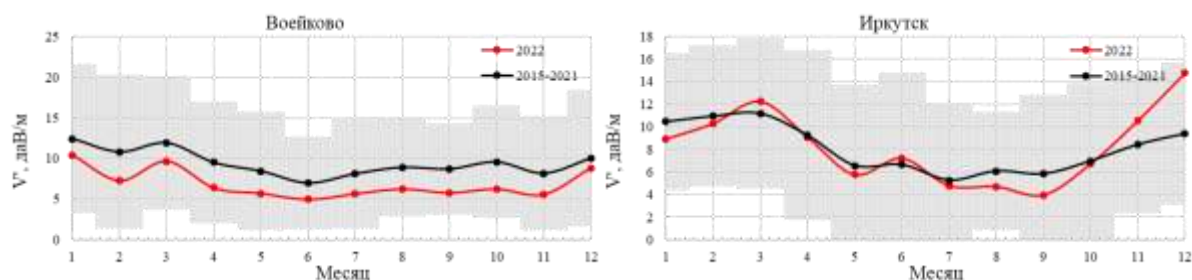


Рис. 2.9. Годовой ход V' по станциям Воейково, Иркутск в 2022 г. на фоне осредненного годового хода V' за период 2015-2021 гг.

Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения $\pm\sigma$ от среднего значения за 2015-2021 гг.

Таблица 2.9. Сезонные (L_c), среднегодовые (L_r) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения L_s (фСм/м) за 2015-2022 гг. на станциях Верхнее Дуброво (ВД), Воейково (В), Иркутск (И)

Станция	Год	$L_c, (L_s)$				$L_r, (L_s)$
		Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее за год
ВД	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)
	2017	13 (13, 14)	13 (12, 15)	14 (14, 15)	17 (16, 17)	14 (12, 17)
	2016	19 (Н)	17 (Н)	16 (16, 16)	18 (14, 19)	17 (14, 19)
В	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)
	2017	16 (16, 17)	18 (15, 21)	19 (16, 21)	18 (16, 20)	18 (15, 21)
	2016	14 (11, 18)	17 (15, 19)	16 (14, 18)	18 (17, 20)	16 (11, 20)
И	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)
	2017	20 (19, 21)	23 (23, 24)	22 (20, 23)	25 (23, 27)	23 (19, 27)
	2016	15 (13, 17)	20 (19, 22)	18 (17, 21)	19 (19, 21)	18 (13, 22)
	2015	25 (22, 27)	24 (22, 27)	16 (14, 19)	22 (18, 26)	22 (14, 27)

Как следует из рис. 2.9, в 2022 г. на станции Воейково 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, за исключением декабря.

На рис. 2.10 представлен годовой ход L_s по станциям Воейково, Иркутск, Верхнее Дуброво в 2022 г. в сравнении с осредненным ходом L_s за период 2015-2021 гг.

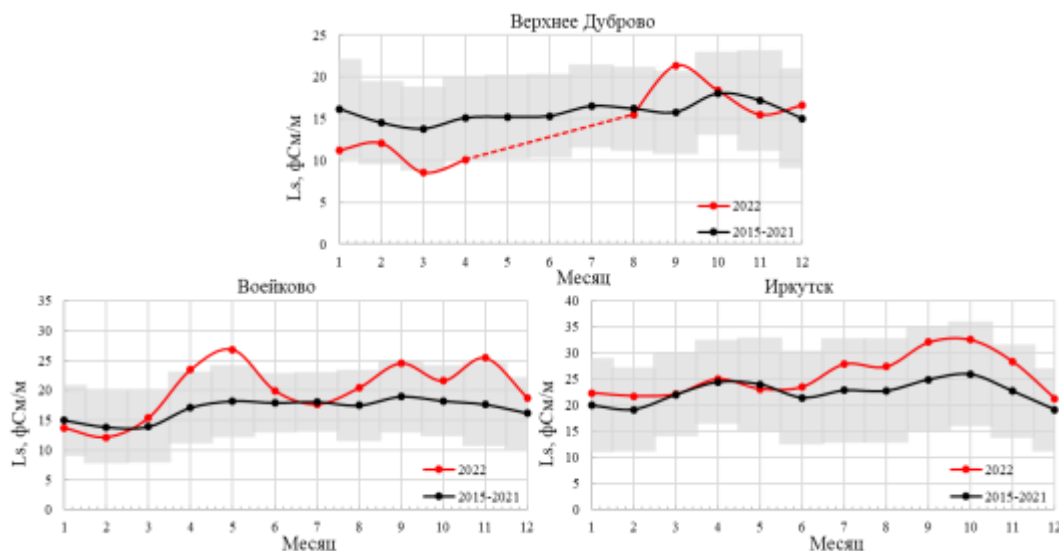


Рис. 2.10. Годовой ход L_s на станциях Верхнее Дуброво, Воейково, Иркутск в 2022 г. на фоне осредненного годового хода L_s за период 2015-2021 гг. Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения $\pm\sigma$ от среднего значения за 2015-2021 гг.

Как следует из рис. 2.10, значения L_s за 2022 г. на станции Воейково превышают осредненные значения за предшествующий период весной и осенью, а на станции Иркутск в летне-осенний период.

На станции Верхнее Дуброво значения L_s в первой половине года ниже осредненных значений. Однако во второй половине года среднемесячные значения L_s практически совпадают с осредненными за 2015-2021 гг. значениями, исключение составляет сентябрь. При этом значения L_s находятся в рамках среднеквадратического отклонения.

Среднемесячные вариации электрических характеристик атмосферы (ЭХА) в различных регионах

Помимо суточных и сезонных вариаций ЭХА важным элементом фонового мониторинга окружающей среды является отслеживание тенденций изменения за различные периоды для выявления, как циклических локальных вариаций, так и глобальных трендов.

На рис. 2.11 представлены графики среднемесячных значений V' для станций Воейково, Иркутск, Верхнее Дуброво, Южно-Сахалинск, Тикси и Диксон за период с 2015 по 2022 гг.

Стоит отметить, что более значительное уменьшение V' на станции Диксон в последние годы связано с установкой вблизи выносного блока измерителя «Поле-2М» аэрологической антенны в 2020 г., которая внесла искажение в электрическое поле, вызвав его уменьшение.

Анализ данных V' за период с 2015 г. показал, что на всех станциях существуют циклические сезонные вариации V' , при этом на всех станциях наблюдается отрицательный тренд V' .

На рис. 2.12 приведены аналогичные графики для L_s . Из графиков видно, что на станциях Воейково и Иркутск наблюдается положительный тренд. Данный тренд хорошо согласуется физической моделью зависимости V' от L_s . При этом на станциях Верхнее Дуброво и Южно-Сахалинск данный тренд имеет нисходящую направленность. На станциях, расположенных на побережье Северного Ледовитого океана (Тикси и Диксон), тренда либо отсутствует, либо не имеет какой-либо статистической значимости.

Следует отметить, что сезонность годового хода L_s менее выражена на континентальных станциях по сравнению с высокоширотными станциями Тикси и Диксон.

Так, на обеих арктических станциях наблюдается ярко выраженный минимум в феврале-апреле и максимум в июле-сентябре. Зимне-весенний минимум является следствием повышения концентрации углеродосодержащих аэрозольных частиц, поступающих посредством меридионального переноса в данное время года из более низких широт.

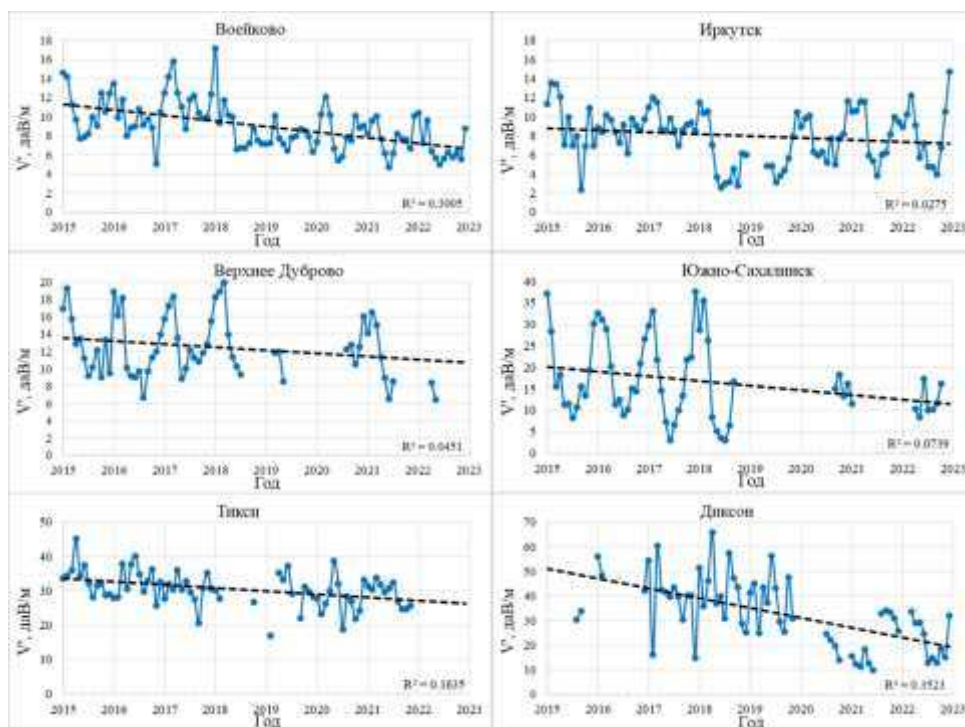


Рис. 2.11. Среднемесячные тренды V' на сети станций мониторинга ЭХА



Рис. 2.12. Среднемесячные тренды L_s на сети станций мониторинга ЭХА

2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями

В 2022 г. анализ общего содержания озона (ОСО) выполнен по данным отечественной сети фильтровых озонметров М-124 с привлечением данных наблюдения за изменчивостью общего содержания озона (ОСО) над территорией РФ спутниковой аппаратуры озонного зондирования OMI, установленной на спутнике «AURA» (США).

Проведен анализ ежесуточных и среднемесячных значений ОСО путем сравнения с нормой - средними многолетними значениями по данным измерений «NIMBUS-7»/TOMS за 1978-1988 гг.

В марте 2022 г. наблюдалось максимальное отклонение значений ОСО от среднемесячных многолетних значений над территорией РФ, особенно выделяется область значительно пониженного ОСО над Восточной Сибирью (-16% - -34%, 310 - 370 е.Д²) (рис. 2.13). Отклонения от средних многолетних значений в отдельные дни составляли до - 44%.

² е.Д. - единицы Добсона

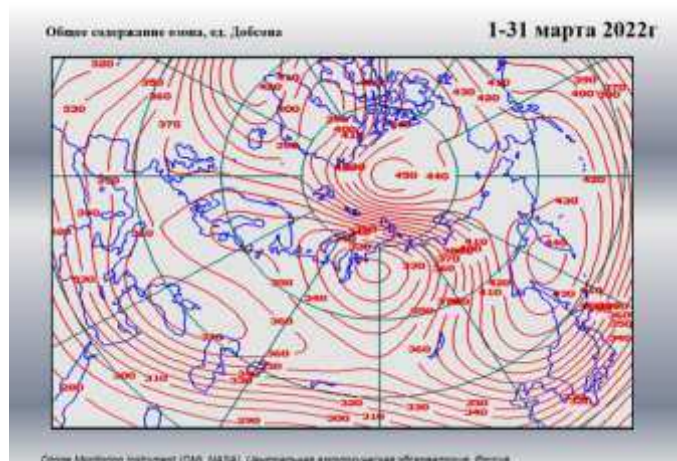


Рис. 2.13. Среднемесячное поле ОСО в марте 2022 г. над территорией Российской Федерации

В целом, 2022 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 озонметрических станциях в 2022 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 позволяет получать данные ОСО с высокой степенью надежности.

В настоящем Обзоре использованы данные озонметрических станций, которые соответствуют нормам качества, удовлетворяющим требованиям ВМО. Перечень станций, их распределение по регионам и принадлежность к определенным субъектам Российской Федерации приведены в табл. 2.10.

Таблица 2.10. Распределение по регионам и федеральным округам озонметрических станций, данные которых 2022 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
Западная Сибирь (ЗС)	Уральский и Сибирский	о-в Хейса, Туруханск, Ханты-Мансийск, Екатеринбург, Омск, Томск
Восточная Сибирь (ВС)	Сибирский и Дальневосточный	Тикси, Якутск, Оленек, о-в. Котельный, Тура, Витим, Красноярск, Иркутск
Дальний Восток (ДВ)	Дальневосточный	Магадан, Южно-Сахалинск, Петропавловск-Камчатский, Владивосток

Продолжительность наблюдений ОСО, выполненных по одной методике, 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 2.11).

При сопоставлении прежних норм и норм, полученных при смещении временного интервала (рис. 2.14), становятся очевидными значительные изменения.

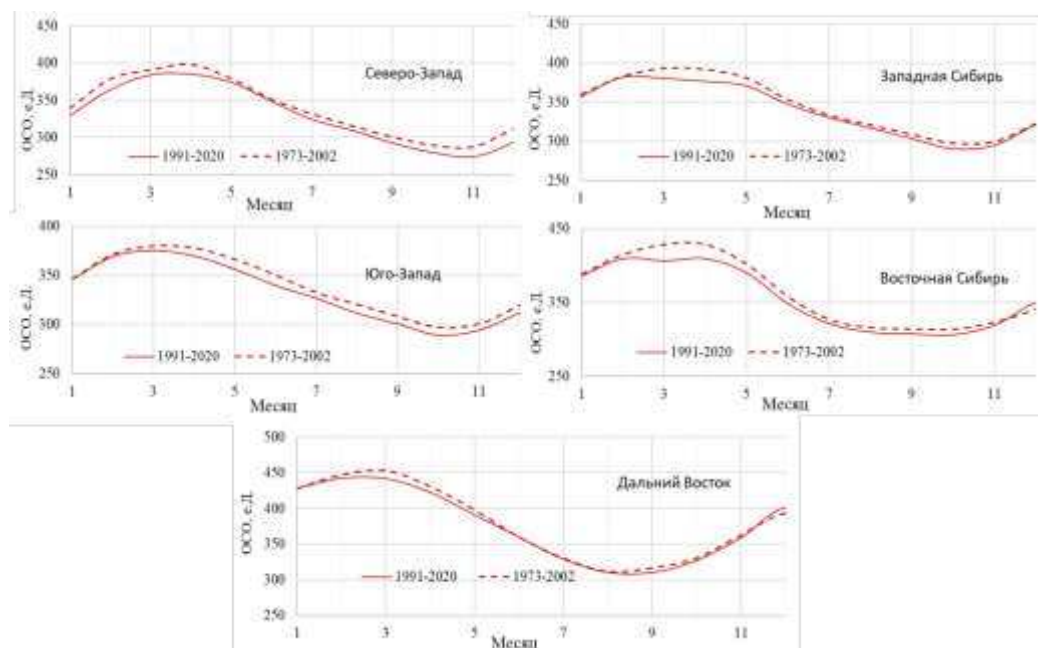


Рис. 2.14. Сравнение использованных прежних (1973-2002 гг.) и новых (1991-2020 гг.) среднемесячных климатических норм для регионов

Кривые абсолютных значений новых норм проходят ниже прежних, а сами изменения имеют явно выраженный сезонный ход, который носит индивидуальный характер для разных регионов. Понижение нормальных значений обусловлено исключением из расчетного периода лет, для которых было характерно высокое содержание озона в атмосфере (1973-1987 гг.). Сезонный ход разницы в нормах и значительные его вариации от региона к региону могут быть вызваны разными причинами. Например, изменения в циркуляции атмосферы по-разному проявляются в разных частях обширной территории РФ. Механизмы накопления, переноса и разрушения озона в атмосфере, которые до сих пор не очень хорошо изучены, в разных регионах действуют с разной интенсивностью и в разные периоды года.

Таблица 2.11. Общее содержание озона в различных регионах России в 2022 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 2022 г., е.Д.*</i>													
Сев. ЕЧР	335	368	360	394	385	385	319	295	288	285	302	311	336
Юг ЕЧР	357	364	369	353	364	337	323	300	315	303	302	305	333
ЗС	331	375	346	377	366	343	326	304	302	273	315	327	332
ВС	387	380	358	401	381	346	317	314	319	310	336	379	352
ДВ	421	436	437	413	386	366	318	310	312	335	359	401	374
<i>Отклонения (Δ) ОСО в 2022 г. от нормы, %</i>													
Сев. ЕЧР	2	1	-6,3	2,2	2,7	10,3	-1,8	-4,6	-1,5	1,9	10,2	5,7	1,8
Юг ЕЧР	3,3	-1,5	-1,6	-4,6	2,1	-0,7	-1,1	-3,8	4,9	4,6	2,5	-2,4	0,1
ЗС	-7,1	-1,7	-9	0,2	-1,3	-1,2	-1,2	-4,0	-0,6	-5,9	6,7	1,9	-1,9
ВС	0	-7	-12	-2,1	-2,2	-0,7	-1,3	1,6	3,9	1,2	5,4	8,6	-0,4
ДВ	-2	-2	-1	-2	-1	1,7	-3,5	-0,2	0,5	2,3	0,1	0,1	-0,6
<i>Норма, е.Д. и среднеквадратические отклонения, %</i>													
Север ЕЧР	330 31,7	365 34,6	385 31,8	386 23,7	375 13,0	349 11,0	324 9,9	310 9,5	292 8,1	280 9,3	274 16,6	294 19,5	330 9,8
Юг ЕЧР	346 15,8	369 19,7	375 21,0	370 20,5	356 13,2	340 12,5	327 11,1	312 10,5	301 10,1	289 9,9	294 9,8	312 15,9	333 8,7
ЗС	356 18,6	382 25,8	380 22,7	376 26,7	371 17,9	348 13,1	330 9,7	317 9,6	304 8,6	290 9,2	295 11,9	321 24,0	339 10,1
ВС	386 22,2	410 34,1	407 29,9	410 29,6	390 16,5	348 10,5	321 7,6	310 8,6	307 10,8	306 11,8	319 23,1	349 32,4	355 11,7
ДВ	429 16,6	443 20,2	442 22,3	423 16,3	391 12,8	360 9,7	329 9,4	310 7,8	310 9,8	327 10,4	359 14,6	401 21,1	377 8,2

Примечание: * 1 е.Д. = 0.001 атм.-см;

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

Многолетние вариации ОСО над территорией РФ

Среднегодовые значения ОСО над территорией РФ в целом за 1973-2022 гг. представлены на рис. 2.15.

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

- 1973-1995 гг. - значительное уменьшение ОСО (- 1,5 е.Д./год);
- 1995-2022 гг. - существенные межгодовые колебания при нейтральном общем тренде.

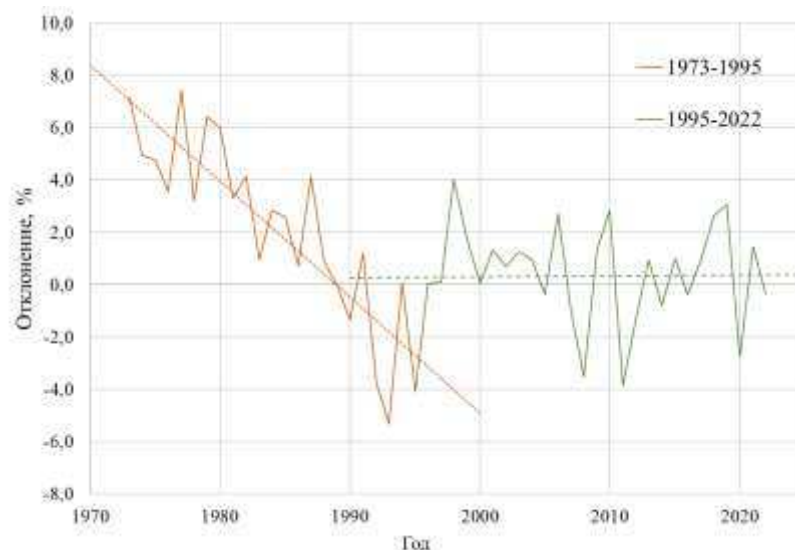


Рис. 2.15. Среднегодовые значения ОСО над территорией РФ в период 1973-2022 гг.

В 1993 г. наблюдалась минимальная толщина озонового слоя. В течение 1973-2022 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. (-3,9%), 2011 г. (-3,9%), 2020 г. (-2,8%).

В течение 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 озонметрической сетью.

Вариации поля ОСО над регионами РФ в 2022 г.

Результаты расчета среднемесячных значений ОСО над регионами РФ в 2022 г., новые климатические нормы и их отклонения от нормы приведены в таблице 2.11 и представлены на рис. 2.16.

Над всей территорией Российской Федерации в 2022 г. средняя за год толщина озонового слоя составила 345 е.Д. что очень близко к новой норме (347 е.Д.). В целом отклонения от норм для всех регионов были близки к норме и носили преимущественно отрицательный характер в первой половине года (до августа), а с сентября сменились на положительные (за исключением Юга ЕЧР).

В 2022 г. редко наблюдались крупные и долгоживущие аномалии. Большинство как отрицательных, так и положительных аномалий быстро смещалось и размывалось. При этом для поля озона в течение года было характерно формирование довольно устойчивых крупных образований с однородным ОСО. Значительные отклонения от нормы наблюдались в марте, июне и ноябре.

В марте полярный вихрь изначально располагался в околополярной области, но постепенно арктический воздух с характерными низкими значениями ОСО (275-300 е.Д) сместился на Западную и Восточную Сибирь и занял пространство до 60° с.ш. В отдельные дни в высоких широтах восточной Сибири отрицательные отклонения ОСО доходили до -40%. Над югом ЕЧР располагалась воздушная масса более богатая озоном (330-380 е.Д.). Поле ОСО приобрело явно выраженную меридиональную структуру, что получило свое отражение и в среднемесячных отклонениях (-12% на Востоке Сибири и -1,6% на юге ЕЧР). К концу марта в поле ОСО над Северным полушарием сформировались две крупномасштабные области с разным содержанием озона. Область с более низким ОСО полностью заняла территорию РФ (кроме части ДВ), и такая ситуация сохранялась до конца месяца.

В летний период поле ОСО имело традиционно сглаженный характер, без контрастов и явно выраженных аномалий. Только в июне среднемесячное отклонение ОСО для Севера ЕЧР было на 10% выше нормы.

Положительные отклонения (до +10% над севером ЕЧР) появились и в ноябре, когда циркумполярный вихрь располагался близко к полюсу, а практически над всей территорией РФ формировались и устойчиво сохраняли свое положение масштабные области с более высоким содержанием озона. Отклонения ОСО от нормы в дневных значениях над Восточной Сибирью доходили до 20% в ноябре и до 30% в декабре. Только для Юга ЕЧР были характерны пониженные значения озона.

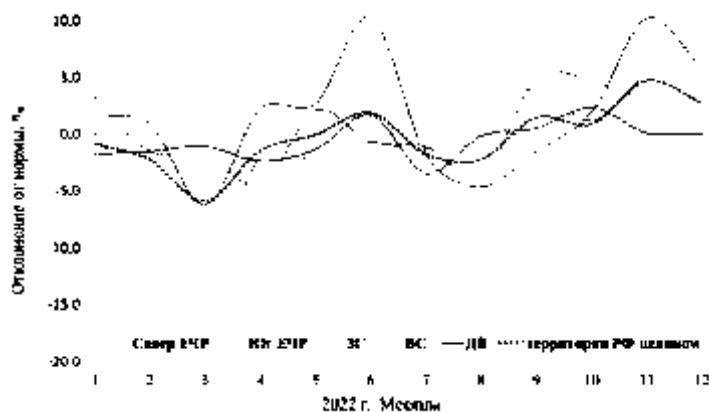


Рис. 2.16. Отклонения среднемесячных значений ОЗО от норм по регионам РФ в 2022 г.
(Север ЕЧР - Север Европейской части России, Юг ЕЧР - Юг Европейской части России, ЗС - Западная Сибирь, ВС - Восточная Сибирь, ДВ - Дальний Восток)

На Севере ЕЧР среднегодовой уровень ОЗО в 2022 г. был близок к норме (1,8%). В течение всего года наблюдалось чередование положительных и отрицательных среднемесячных отклонений со значительными колебаниями по амплитуде. Наиболее значимые отрицательные отклонения были в марте (-6,3%) и августе (-4,6%), положительные - в июне (+10,3%) и ноябре (+10,2%). В целом, отклонения от нормы не превышали значения его стандартного распределения.

На Юге ЕЧР среднегодовой уровень ОЗО в 2022 г. был близок к норме (+0,1%). Значительных аномалий в поле озона не наблюдалось. В течение года регион неоднократно оказывался в зоне умеренных положительных и отрицательных отклонений. Максимальные положительные отклонения от нормы наблюдались в сентябре-октябре (до +4,9%), а отрицательные в апреле (до -4,6%). В 2022 г. южная часть ЕЧР часто оказывалась под влиянием воздушных масс с более высоким или более низким содержанием озона по отношению к северу ЕЧР и Сибири.

Над Западной Сибирью, как и над остальной территорией РФ, среднегодовой уровень ОЗО в 2022 г. был близок к норме (-1,9%). В отличие от других регионов, отклонения носили устойчиво отрицательный характер практически в течение всего года. Связано это с тем, что именно на Западную Сибирь чаще всего распространялось воздействие циркумполярного вихря. Также арктический воздух с традиционно низким содержанием озона периодически проникал вглубь материка, иногда смыкаясь с тропической областью низких значений ОЗО. Максимальные отрицательные отклонения от нормы наблюдались в январе (-7%), марте (-9%) и октябре (-6%), а положительные - в ноябре (+6,7%). В период с апреля по сентябрь отклонения от норм не превышали статистически ожидаемых значений.

Над Восточной Сибирью среднее за год содержание озона составило 352 е.Д., что близко к норме (-0,4%). В течение первой половины года средние значения отклонений были устойчиво ниже нормы. Наиболее значимые отрицательные отклонения были зафиксированы в феврале (-7%) и марте (-12%). В марте отрицательные отклонения от нормы в ежедневных значениях иногда достигали -40%. С сентября и до конца года среднемесячные значения ОЗО над регионом устойчиво выше нормы. Значимые положительные отклонения были зафиксированы в ноябре (+5,4%) и декабре (+8,6%).

На Дальнем Востоке поле ОЗО в течение года было близко к норме. Чередовались периоды с пониженными и повышенными значениями, но отклонения от нормы в среднемесячных значениях были менее значимы, чем в других регионах. Среднее по региону за год значение ОЗО составило 374 е.Д., что всего лишь на 0,6% ниже региональной нормы.

Поле ОЗО и особенности циркуляции 2022 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 2022 г. отмечалась повышенная повторяемость крупномасштабных атмосферных процессов меридиональной циркуляции.

Распределение ОЗО над территорией РФ и его вариации в 2022 г. имели ряд особенностей. Циркумполярный вихрь в течение года оказывал существенное влияние на поле ОЗО над Сибирью. Арктический воздух с низким содержанием озона регулярно проникал до умеренных широт. Периодически в течение года наблюдалось смыкание Арктического и Тропического воздуха с образованием характерного «коридора» с низкими значениями ОЗО. Смыкания подобного рода преимущественно происходили над Сибирью или Европейской частью РФ. Взаиморасположение областей с высоким и низким содержанием озона было не совсем стандартным. Несколько раз возникали ситуации, когда над западной половиной РФ задерживалась воздушная масса, где отмечались более высокие значения ОЗО, а над восточной частью РФ - масса с более низкими значениями ОЗО и наоборот. Чаще, чем в предыдущие года, повторялись случаи с возникновением резко выраженного меридионального распределения ОЗО, когда южные части всех регионов оказывались под влиянием одной воздушной массы (как правило, более богатой озоном), а северные - в области его пониженных значений.

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

Оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха и осадков выполнена по данным сети станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ) и специализированных станций Глобальной службы атмосферы (ГСА ВМО). В 2022 г. наблюдения за фоновым загрязнением атмосферного воздуха проводились на трех СКФМ, обеспечивая необходимый объем информации только для характеристики регионального фонового загрязнения атмосферы в Центральных районах Европейской части России (ЕЧР).

Анализ загрязнения атмосферного воздуха подготовлен с использованием осредненных значений концентраций, измеряемых на СКФМ веществ в воздухе за месяцы, сезоны и год, рассчитанных из рядов годового цикла наблюдений с января по декабрь 2022 г. На графиках показаны среднегодовые значения медианы.

Тяжелые металлы. В 2022 г. среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕЧР составили 1,5-2,95 нг/м³, значимых изменений его содержания в атмосфере фоновых территорий за последние 5 лет не произошло (рис. 2.17).

Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕЧР сохранились на уровне, наблюдавшемся в последние 5 лет, и в 2022 г. не превышали 0,14 нг/м³. (табл. 2.12).

Междусуточные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе довольно значительны в течение года, в отдельные дни значения среднесуточных концентраций были существенно выше среднегодовых значений, максимальные среднесуточные концентрации - до 109 нг/м³ для свинца (Воронежский БЗ) и 1,5 нг/м³ для кадмия (Кавказский 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 1,6 нг/м³: В отдельные дни содержание превышало 70 нг/м³ (табл. 2.12).

Взвешенные вещества. В 2022 г. среднегодовые концентрации взвешенных веществ в воздухе на ЕЧР изменялись в пределах 15-35 мкг/м³, что соответствует уровню значений последних 5 лет (табл. 2.12, рис. 2.17). Сезонные изменения содержания взвешенных веществ в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в теплый период, что обусловлено влиянием природных факторов.

Диоксид серы. В 2022 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на станциях ЕЧР сохранились на низком уровне - около 0,02-0,2 мкг/м³ (рис. 2.18). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы, увеличиваясь в отдельные сутки до 3,5 мкг/м³ в центре ЕЧР (табл. 2.12). 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 2022 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на ЕЧР сохранились на уровне прошлых лет, изменяясь от 3,1 до 4,5 мкг/м³ (рис. 2.18). Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный период в центре ЕЧР наблюдались максимальные значения, и повышалась повторяемость среднесуточных высоких концентраций (табл. 2.12).

Сульфаты. В 2022 г. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕЧР составили около 1,29 мкг/м³, при этом значения меньше 3 мкг/м³ были зарегистрированы в 95% измерений (рис. 2.18). 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 2.12. Результаты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на станциях комплексного фонового мониторинга в 2022 г. (числитель - среднегодовое значение медианы, знаменатель - интервал изменений суточных концентраций)

Загрязняющие вещества	Приокско-Тerrasный БЗ	Воронежский БЗ	Кавказский БЗ
Pb, нг/м ³	<u>2,95</u> 0,27-26,4	<u>2,60</u> 0,06-109,0	<u>1,50</u> 0,02-9,1
Cd, нг/м ³	<u>0,095</u> 0,009-0,43	<u>0,14</u> 0,01-0,81	<u>0,12</u> 0,002-1,5
Hg, нг/м ³	<u>1,6</u> 0,03-75,0		
SO ₂ , мкг/м ³	<u>0,20</u> 0,05-3,2	<u>0,18</u> 0,02-3,47	<u>0,02</u> 0,01-0,03
NO ₂ , мкг/м ³	<u>4,50</u> 0,10-38,0	<u>3,18</u> 0,62-18,57	
Сульфаты, мкг/м ³	<u>1,29</u> 0,04-29,4		
Взвешенные вещества, мкг/м ³	<u>35,0</u> 1,0-320,0	<u>20,0</u> 8,0-39,0	<u>15,1</u> 3,8-78,7

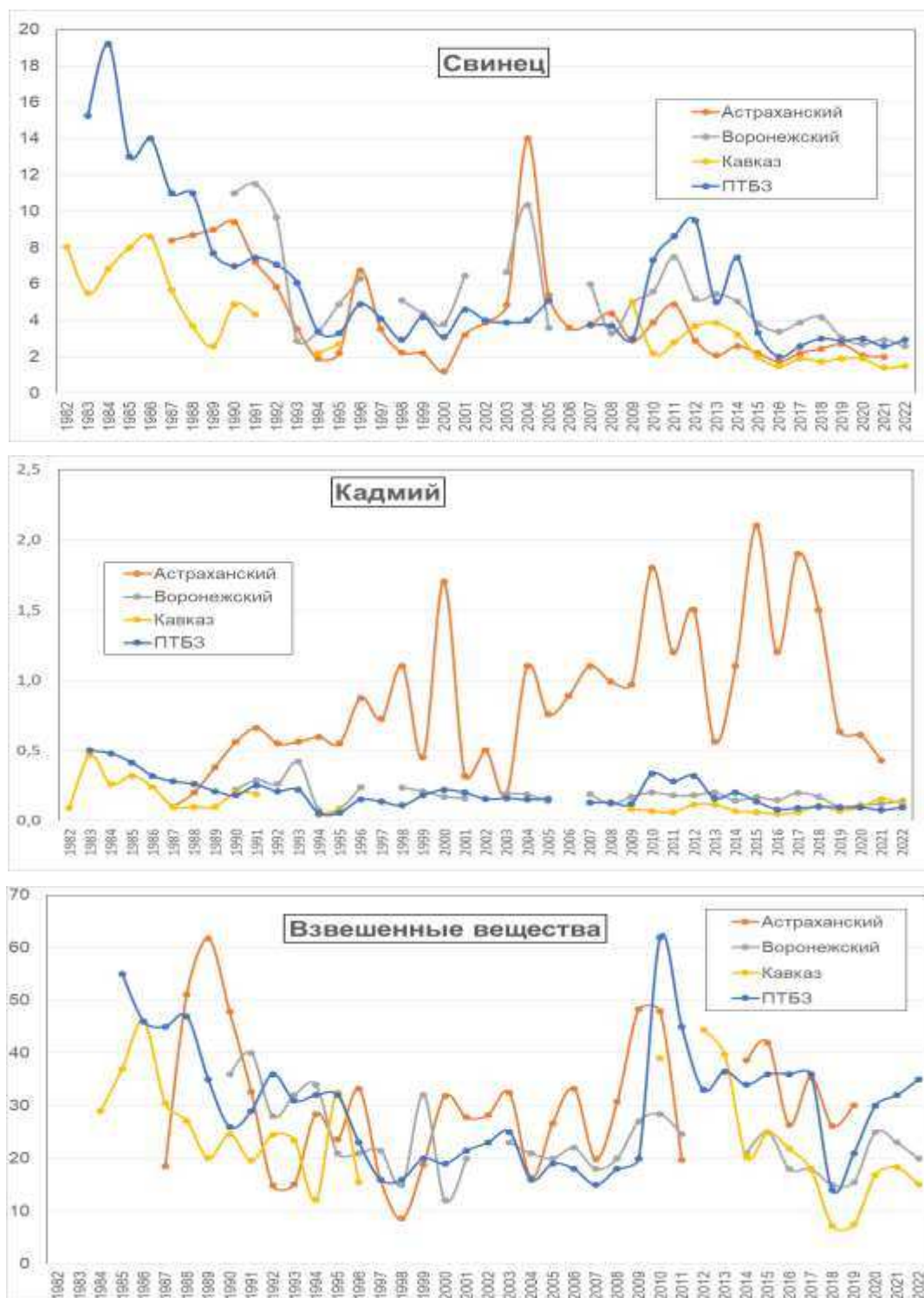


Рис. 2.17. Изменения среднегодового содержания свинца, кадмия ($\text{нг}/\text{м}^3$), взвешенных веществ и ($\text{мкг}/\text{м}^3$) в атмосферном воздухе фоновых районов

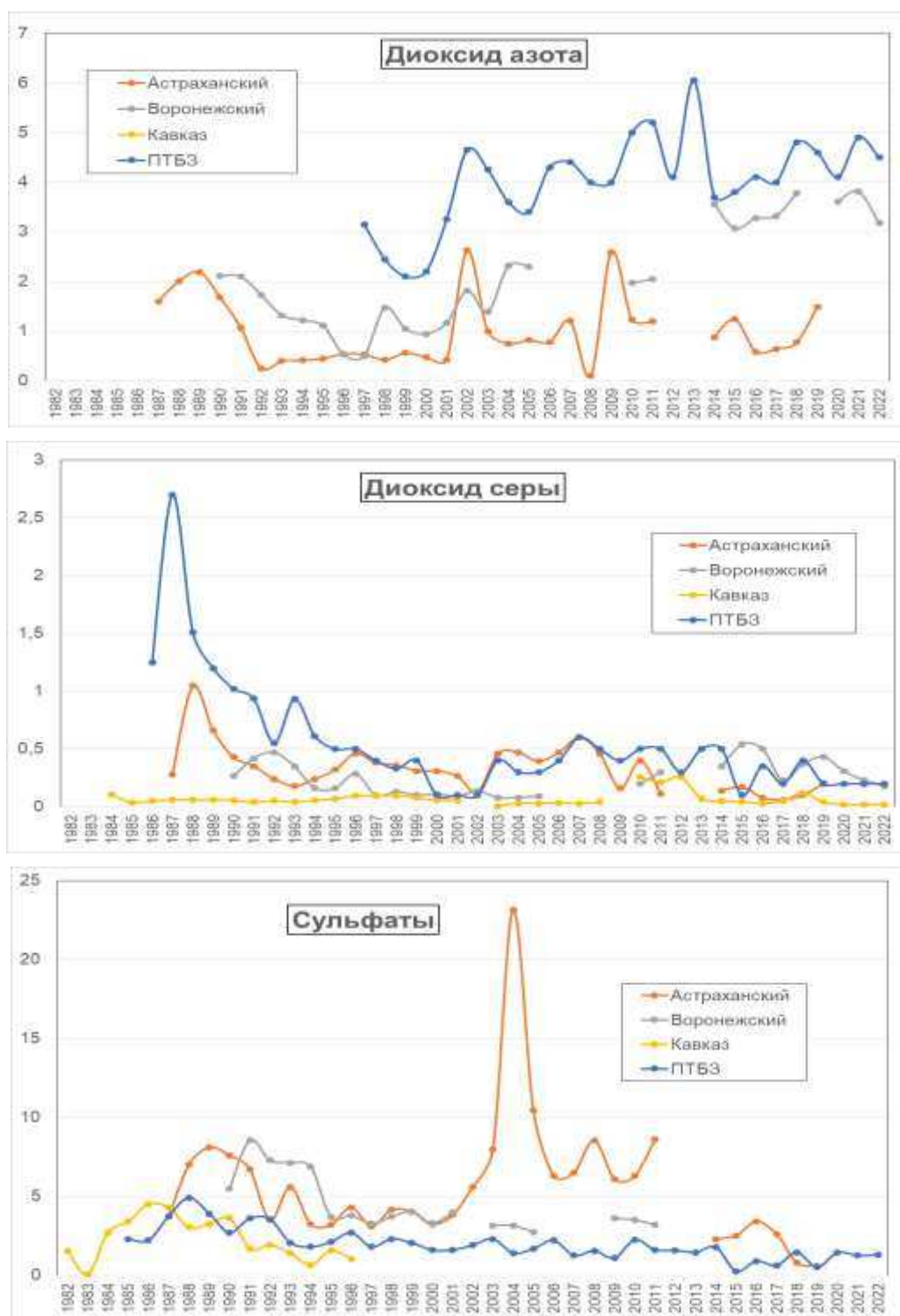


Рис. 2.18. Изменения среднегодового содержания диоксида серы, сульфатов и диоксида азота в атмосферном воздухе фоновых районов ($\text{мкг}/\text{м}^3$)

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-Террасный биосферный заповедник (БЗ), Воронежский БЗ, Шаджатмаз и Кавказский БЗ; Азиатская часть России (АЧР) - Туруханск, Хужир, Памятная, Тикси и Терней (Сихотэ-Алинский БЗ). Дополнительно были рассмотрены данные по химическому составу осадков (ХСО) станции Приморская. В соответствии с рекомендацией ВМО на большинстве станций отбирались недельные пробы осадков, на станциях Хужир и Тикси - месячные пробы, а на станции Приморская - суточные 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 2022 г., а также за период 2018-2022 гг. представлены в табл. 2.13 и 2.14.

Таблица 2.13. Средневзвешенные концентрации ионов и величины pH и удельной электропроводности (k) в осадках на станциях фонового мониторинга, 2022 г.

Станция	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	M	рН.	k, мкСм/см
	мг / л											
ЕЧР												
Усть-Вымь	0,73	0,40	0,79	2,02	0,27	0,65	0,18	0,46	0,05	5,6	6,1	12,4
Приокско-Террасный БЗ	0,64	0,29	0,92	0,42	0,23	0,10	0,10	0,32	0,05	3,1	5,6	10,1
Воронежский БЗ	1,61	0,83	1,45	1,55	0,55	0,50	0,43	0,75	0,09	7,8	5,7	18,2
Кавказский БЗ	1,12	0,39	0,69	1,29	0,23	0,23	0,09	0,67	0,06	4,8	5,7	14,2
Шаджатмаз	1,54	0,56	1,36	5,16	0,68	0,24	0,27	1,90	0,25	12,0	6,6	24,9
АЧР												
Памятное	1,46	1,12	1,42	2,20	0,54	0,66	0,68	0,74	0,17	9,0	6,1	20,3
Туруханск	1,95	0,88	0,68	3,40	0,24	0,63	0,30	1,14	0,28	9,5	6,2	19,4
Хужир	1,18	0,57	0,70	1,74	0,15	0,32	0,23	0,61	0,23	5,7	6,2	17,3
Сихотэ-Алинский БЗ (Терней)*	2,16	1,19	0,71	0,74	0,37	0,86	0,24	0,41	0,12	5,9	5,3	12,7
Тикси	2,55	1,40	0,16	4,43	0,14	1,02	0,35	0,53	0,37	11,0	5,9	22,3
Приморская (ЕАНЕТ)**	2,90	1,76	1,31	1,41	1,00	0,69	0,64	0,76	0,15	10,6	5,8	25,6

Примечание: * данные по ХСО ст. Терней рассчитаны за период с января по август 2022 г.

** данные по ХСО ст. Приморская рассчитаны за период с января по июль 2022 г.

В 2022 г. средневзвешенные значения минерализации осадков фоновых станций в целом по Российской Федерации варьировали в пределах от 3,1 мг/л в Приокско-Террасном БЗ до 12,0 мг/л в Шаджатмазе. В целом, как и ранее, минерализация осадков была выше на АЧР, по сравнению с ЕЧР.

В 2022 г. по сравнению с предыдущим периодом на всех станциях ЕЧР, кроме Шаджатмаза, минерализация осадков снизилась в пределах 5-15%. Увеличение минерализации было характерно для осадков Шаджатмаза, вследствие увеличения на 10% концентрации гидрокарбонатов, кальция и магния в осадках.

На АЧР наибольшие изменения минерализации осадков в 2022 г. были характерны для Тикси. По сравнению со средним значением за 2018-2022 гг. сумма ионов в осадках снизилась на 15% вследствие изменения соотношения основных ионов в химическом составе. Так, в 2022 г. в осадках Тикси значительно сократилась доля азотсодержащих соединений (аммония и нитратов) и калия, но увеличилась концентрация гидрокарбонатов. При этом доля сульфатов увеличилась в пределах 5%. 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-Террасного БЗ и Усть-Выми характерно преобладание сульфатов и нитратов в осадках. В морском климате (Тикси) соотношение примесей в ионном балансе осадков изменяется вследствие иногда значительного преобладания морской составляющей, способствующей увеличению концентрации хлоридов и натрия.

В 2022 г. по сравнению с периодом 2018-2022 гг. концентрация гидрокарбонатов в осадках Шаджатмаза увеличилась на 20%, составив 5,16 мг/л., что является максимальным значением на ЕЧР. Минимальное содержание гидрокарбонатов характерно для осадков Приокско-Террасного БЗ - 0,42 мг/л, где в 2022 г. по сравнению с 2018-2022 гг. отмечается их рост на 40%. В целом за период 2018-2022 гг. на большинстве станций ЕЧР содержание гидрокарбонатов в осадках не превышало 2,0 мг/л (рис. 2.19 а).

На АЧР высокое содержание гидрокарбонатов в атмосферных осадках характерно для Туруханска и Памятной, а в 2022 г. диапазон колебания составил от 0,74 до 4,43 мг/л в Тикси (рис. 2.19 б).

Пространственная неоднородность сульфатов проявляется повышенным их содержанием в осадках АЧР по сравнению с осадками ЕЧР. В 2022 г. диапазон концентрации сульфатов в осадках ЕЧР варьировал от 0,64 (Приокско-Террасный БЗ) до 1,61 мг/л (Воронежский БЗ), составив в среднем 1,13 мг/л. На АЧР минимальное

содержание сульфатов наблюдалось в осадках Хужира (1,18 мг/л), максимальное - в осадках Приморской (2,90 мг/л), а среднее значение составило 1,94 мг/л.

Таблица 2.14. Средневзвешенные концентрации ионов и величины pH и удельной электропроводности (к) осадков станций фоновых мониторинга, 2018-2022 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	1,04	0,44	0,84	1,85	0,42	0,52	0,22	0,46	0,06	5,9	5,9	13,2
Приокско-Террасный БЗ	0,90	0,42	1,02	0,26	0,25	0,15	0,13	0,35	0,06	3,5	5,4	11,1
Воронежский БЗ	2,01	1,01	1,73	1,44	0,48	0,65	0,50	0,79	0,11	8,7	5,6	21,1
Кавказский БЗ	1,29	0,44	0,80	1,23	0,22	0,22	0,12	0,72	0,07	5,1	5,7	14,7
Шаджатмаз	1,71	0,51	1,43	4,18	0,64	0,25	0,27	1,58	0,19	10,8	6,3	19,6
АЧР												
Памятное	2,03	1,22	1,47	2,12	0,58	0,77	0,59	0,80	0,21	9,8	5,9	23,8
Туруханск	1,75	0,68	0,61	3,52	0,20	0,54	0,28	0,83	0,45	8,9	6,3	17,5
Хужир	1,07	0,40	0,45	2,49	0,18	0,21	0,18	0,42	0,41	5,8	6,2	15,0
Сихотэ-Алинский БЗ (Терней)	2,06	1,21	1,27	0,45	0,38	0,70	0,22	0,58	0,18	7,1	5,6	15,9
Тикси	2,44	3,77	0,31	2,37	0,34	1,99	0,52	0,54	0,31	12,6	5,8	25,5
Приморская (ЕАНЕТ)	2,86	1,51	1,45	1,13	0,84	0,74	0,46	0,74	0,22	10,0	6,0	23,3

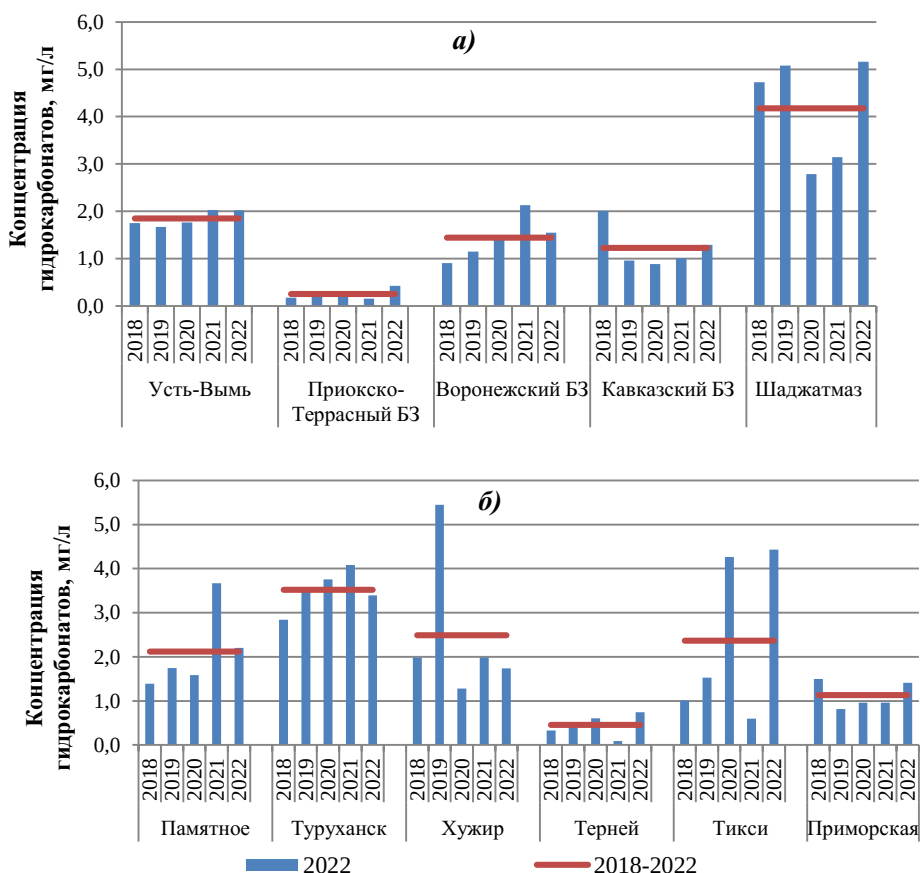


Рис. 2.19. Изменение средневзвешенной концентрации гидрокарбонатов в осадках фоновых станций ЕЧР (а) и АЧР (б), 2018-2022 гг.

В 2022 г. на всей ЕЧР отмечалось снижение сульфатов в осадках по сравнению как со средним значением 2018-2022 гг., так и со значением за 2021 г. (рис. 2.20 а).

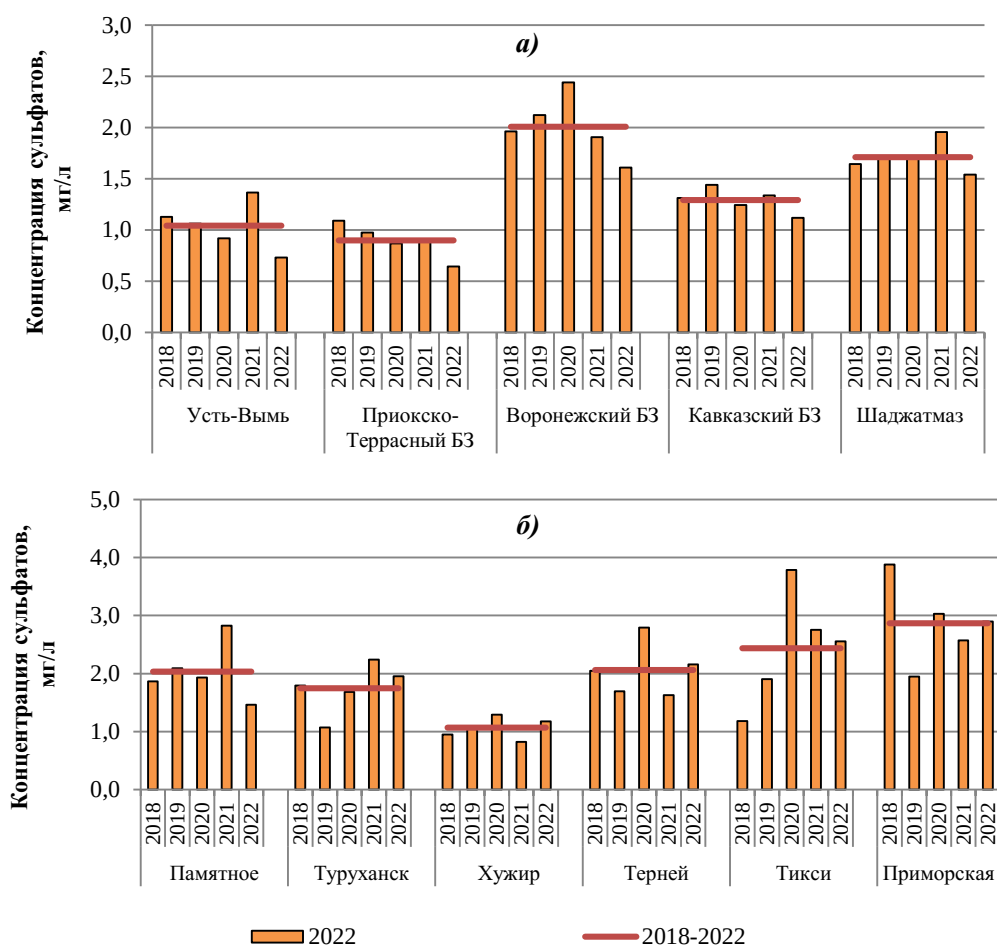


Рис. 2.20. Изменение средневзвешенной концентрации сульфатов в осадках фоновых станций ЕЧР (а) и АЧР (б), 2018-2022 гг.

В осадках Приокско-Террасного БЗ и Усть-Выми содержание сульфатов снизилось в среднем на 40%. Высокие содержания сульфатов в осадках характерны для Воронежского БЗ, где в 2020 г. была зафиксирована максимальная концентрация - 2,44 мг/л, а в 2022 г. концентрации сульфатов снизились в 1,5 раза - 1,61 мг/л. В целом за 5-летний период средневзвешенная концентрация сульфатов в осадках на большей части ЕЧР не превышала 1,5 мг/л с отклонениями до 2,0-2,4 мг/л в Воронежском БЗ и в Шаджатмазе.

Средневзвешенная концентрация сульфатов в осадках АЧР в 2018-2022 гг. для большинства станций, в основном, не превышала 3,0 мг/л с небольшими отклонениями до 4,0 мг/л в отдельные годы в Тикси и Приморской (рис. 2.20 б). В 2022 г. по сравнению с предыдущим годом изменений концентрации сульфатов в осадках обеих станций практически не произошло. Снижение концентрации сульфатов на 30% выявлено в осадках Памятной.

Пространственная неоднородность хлоридов также проявляется повышенным их содержанием в осадках АЧР по сравнению с осадками ЕЧР. В 2022 г. диапазон изменения концентрации хлоридов в осадках составил от 0,29 до 0,83 мг/л на ЕЧР и от 0,57 до 1,76 мг/л на АЧР (рис. 2.21). Максимальные концентрации хлоридов и наибольшие временные колебания характерны для прибрежной станций - Тикси. В 2022 г. по сравнению со средним значением за 5 лет в осадках Тикси концентрация хлоридов снизилась в 2,7 раза. Рост содержания хлоридов в осадках был отмечен для Хужира и Туруханска - на 30% и 20% соответственно.

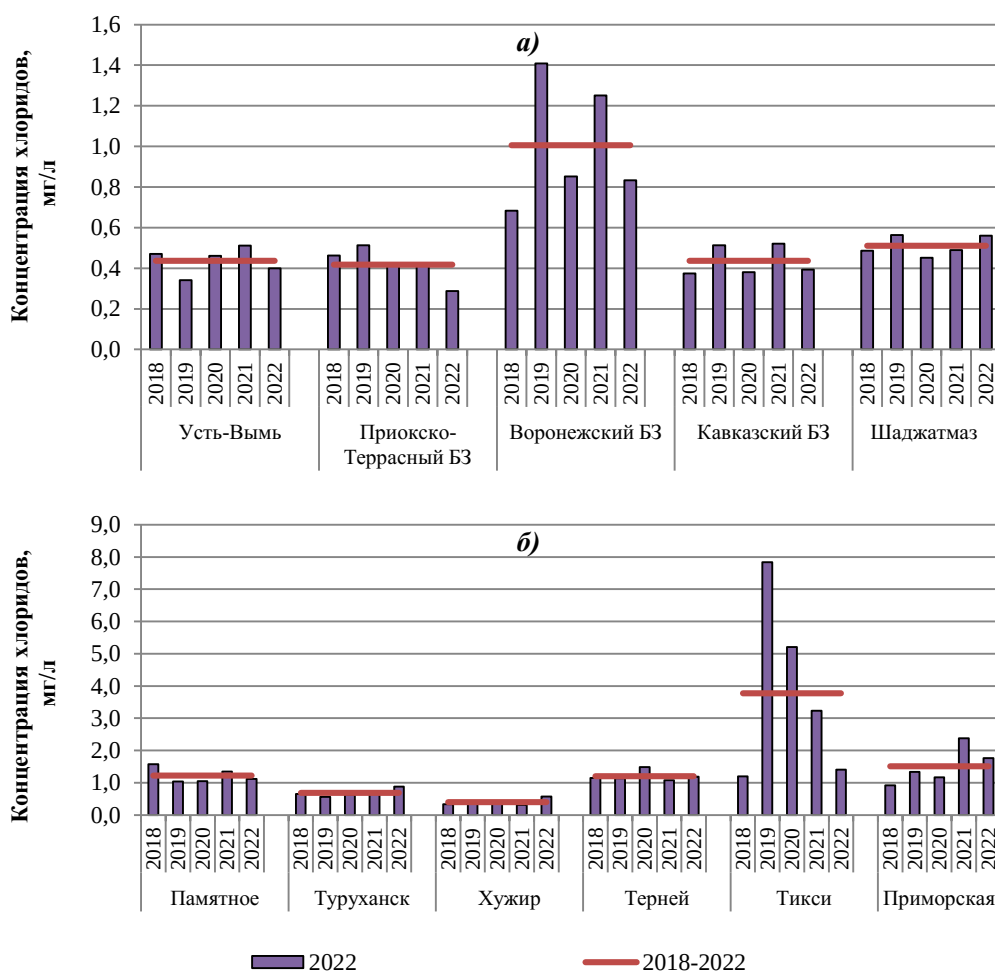


Рис. 2.21. Изменение средневзвешенной концентрации хлоридов в осадках фоновых станций ЕЧР (а) и АЧР (б), 2018-2022 гг.

На ЕЧР в 2022 г. на всех фоновых станциях, за исключением станции Шаджатмаз, произошло снижение концентрации хлоридов в осадках по сравнению со средним значением за 5 лет. Для осадков Приокско-Террасного содержание хлоридов в 2022 г. составило 0,29 мг/л и стало минимальным за последние 5 лет.

Диапазон изменения нитратов в осадках в 2022 г. составил от 0,69 до 1,45 мг/л на ЕЧР и от 0,16 до 1,42 мг/л на АЧР. Среднее их содержание в 2022 г. было выше в осадках ЕЧР. Как и ранее, в 2022 г. максимальные концентрации нитратов наблюдались в осадках Воронежского БЗ и Шаджатмаза, Памятной и Приморской. В 2022 г. продолжилась тенденция изменения концентрации нитратов в осадках Воронежского и Кавказского БЗ, где их содержание снизилось примерно на 20% (рис. 2.22 а). В целом за 5-летний период средневзвешенные концентрации нитратов в осадках ЕЧР, за исключением Воронежского БЗ, не превышали 1,5 мг/л.

В 2022 г. по сравнению со средним значением за последнее пятилетие концентрации нитратов снизились в осадках большинства станций АЧР (рис. 2.22 б). Наибольшие изменения произошли в Тернее и Тикси - в среднем на 85%. При этом доля нитратов в осадках Хужира увеличилась на треть. Наименьшие колебания содержания нитратов в осадках АЧР характерны для Туруханска, где их концентрация за 2018-2022 гг. не превышала 0,70 мг/л. В осадках Памятной в 2022 г. по сравнению с предыдущим годом произошло снижение концентрации как нитратов - на 30%, так и аммония - на 50%.

Концентрация аммония в осадках фоновых станций в 2022 г. составила в среднем 0,4 мг/л с наиболее широким диапазоном колебания на АЧР. Максимальные концентрации наблюдались в осадках Приморской, составив 1,0 мг/л. 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 2022 г. составили соответственно 1,90 и 1,14 мг/л. В осадках Тикси содержание натрия выше практически в 2 раза по сравнению с остальными фоновыми.

Пространственные особенности химического состава осадков проявляются изменением pH. В 2022 г. средневзвешенные значения pH осадков фоновых станций, за исключением Тернея, были близки или выше равновесного значения (5,6).

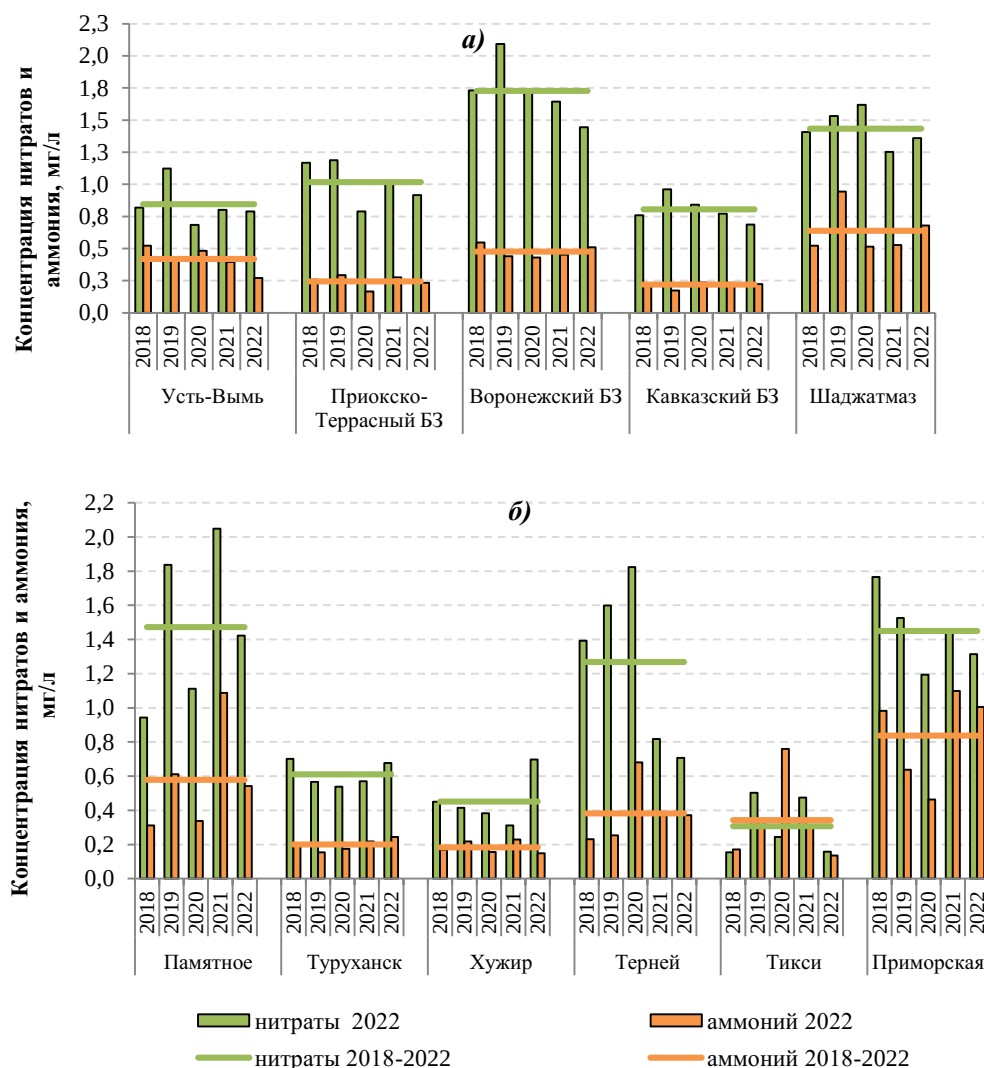


Рис. 2.22. Изменение концентрации нитратов и аммония в осадках фоновых станций ЕЧР (а) и АЧР (б), 2018-2022 гг.

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 (Р) 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 характерны для Кавказского БЗ и в 2022 г. составили 10,1 т/км² при сумме выпавших за год осадков 2115,8 мм, а на АЧР - для Туруханска (7,0 т/км² при сумме выпавших за год осадков 741,7 мм) и Приморской - (4,0 т/км² при выпавшей сумме осадков 383,1 мм). На всей территории ЕЧР, кроме Воронежского БЗ, суммарные выпадения веществ на фоновых станциях снизились по сравнению с предыдущим годом (рис. 2.23). В Воронежском БЗ рост суммы выпавших осадков, практически вдвое, привел к увеличению уровня суммарных выпадений и составил 6,6 т/км².

В целом, за последние 5 лет, несмотря на изменение минерализации осадков, суммарные выпадения веществ колеблются около одного уровня и, как правило, не превышают 2,5 т/км²·год в Приокско-Террасном БЗ, 4 т/км²·год в Усть-Выми, 6 т/км²·год - в Воронежском БЗ и 8 т/км²·год - в Шаджатмазе. В зависимости от суммы выпавших осадков диапазон суммарных влажных выпадений в Кавказском БЗ за период с 2018 по 2022 гг. составил от 6,0 до 12,0 т/км²·год.

В 2022 г. практически на всей территории АЧР влажные выпадения или снизились, или сохранились на уровне предыдущего года. Минимальные влажные выпадения (до 1,5 т/км²·год) на АЧР характерны для Хужира, где годовая сумма осадков редко превышает 250 мм (рис. 2.24).

Наибольший интерес представляют выпадения кислотных компонентов - серы сульфатной ($S(SO_4^{2-})$) и суммарного азота ($\Sigma N = N(NO_3^-) + N(NH_4^+)$), значения которых за 2022 г. представлены в табл. 2.15.

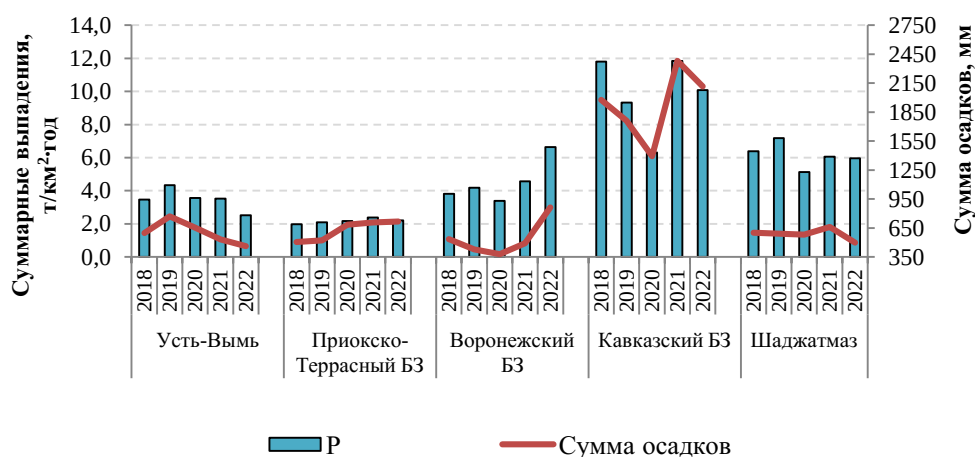


Рис. 2.23. Суммарные влажные выпадения на ЕЧР, 2018-2022 гг.

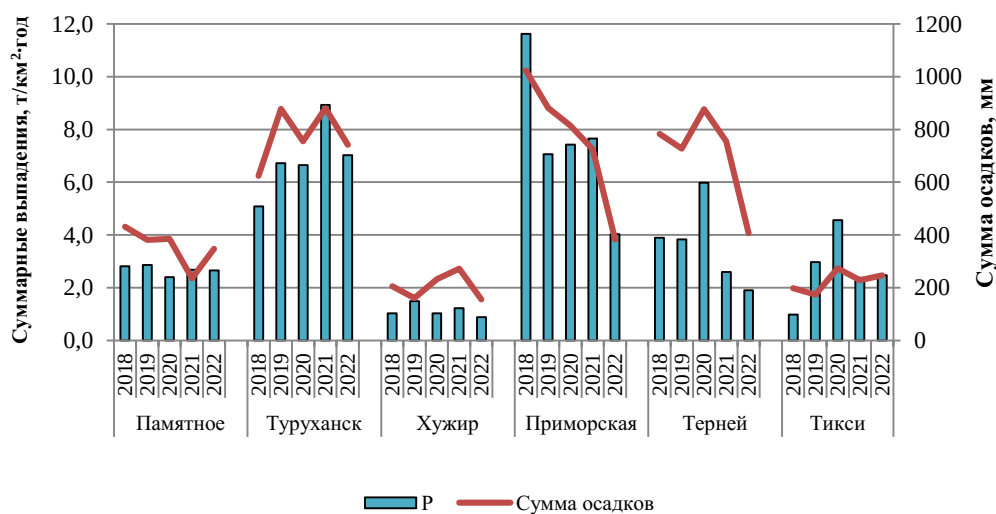


Рис. 2.24. Суммарные влажные выпадения на АЧР, 2018-2022 гг.

Таблица 2.15. Выпадение серы, азота и суммы ионов (P) с осадками, 2022 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	461,5	0,11	0,08	0,09	0,17	2,53	1,1	0,6
Приокско-Террасный БЗ	718,1	0,15	0,15	0,13	0,28	2,22	0,9	0,6
Воронежский БЗ	862,1	0,46	0,28	0,37	0,65	6,63	1,3	0,7
Кавказский БЗ	2115,8	0,79	0,33	0,38	0,71	10,1	1,2	1,1
Шаджатмаз	499,1	0,26	0,16	0,27	0,43	5,95	1,7	0,6
АЧР								
Памятная	347,1	0,17	0,11	0,15	0,26	3,13	1,3	0,7
Туруханск	741,7	0,48	0,11	0,14	0,25	7,02	1,2	1,9
Хужир	155,0	0,06	0,02	0,02	0,04	0,88	0,7	1,4
Сихотэ-Алинский БЗ (Терней)*	246,9	0,20	0,01	0,02	0,03	2,48	2,9	6,1
Тикси	383,1	0,37	0,11	0,29	0,41	4,03	2,6	0,9
Приморская**	407,2	0,29	0,07	0,12	0,18	2,80	1,8	1,6

Примечание: * данные по ХСО ст. Терней рассчитаны за период с января по август 2022 г.

** данные по ХСО ст. Приморская рассчитаны за период с января по июль 2022 г.

Выпадения серы сульфатной в 2022 г. были несколько выше на ЕЧР, что связано с большим количеством выпадающих осадков в Кавказском БЗ, и составили от 0,11 до 0,79 т/км²·год, а на АЧР - 0,06-0,48 т/км²·год. Минимальные выпадения серы с осадками на ЕЧР характерны для Приокско-Террасного БЗ и Усть-Выми и в 2022 г. составили в среднем 0,13 т/км², а за последнее пятилетие уровень выпадений, как правило, не превышал 0,2 т/км²·год (рис. 2.25).

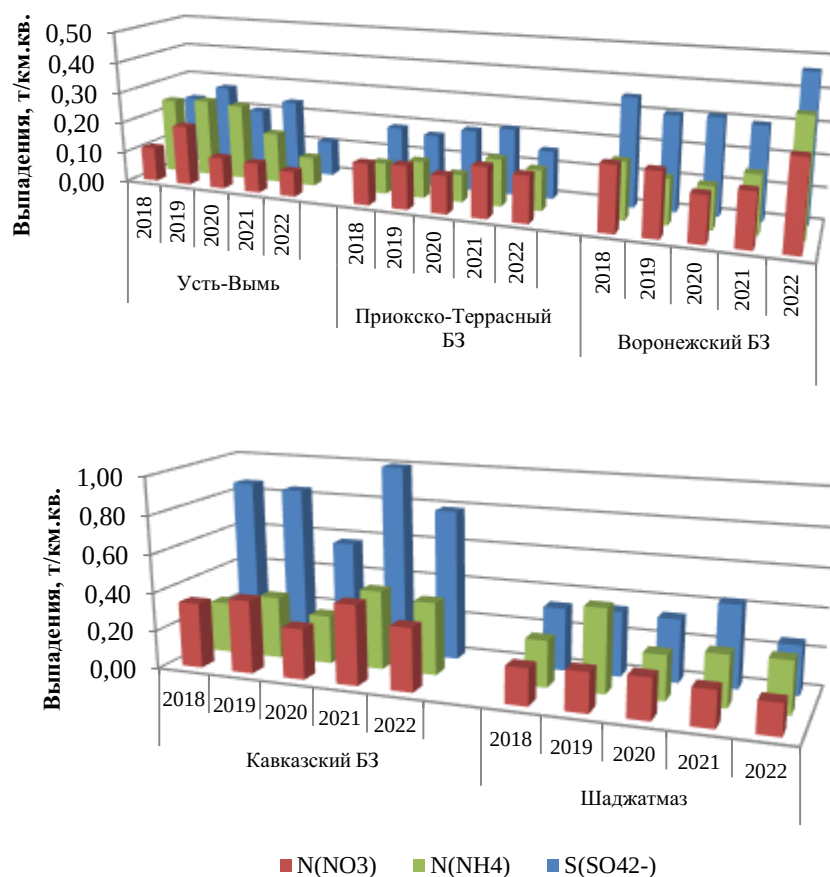


Рис. 2.25. Выпадения серы (S), азота нитратного (N(NO₃)) и азота аммонийного (N(NH₄)) с атмосферными осадками на станциях ЕЧР в период с 2018 по 2022 гг.

В Кавказском БЗ выпадения серы в 2022 г. по сравнению с 2021 г. снизились вследствие, как снижения выпавшей суммы осадков, так и снижения концентрации в них сульфатов, и не превысили 0,8 т/км²·год. Аналогичная картина характерна для Шаджатмаза и Усть-Выми, где уровень выпадений сульфатной серы снизился практически вдвое по сравнению с предыдущим годом.

На АЧР минимальные выпадения серы характерны для Хужира, что объясняется низким содержанием сульфатов и малым количеством выпадающих здесь осадков (рис. 2.26). За последнее 5 лет уровень выпадения серы с осадками на АЧР, как правило, не превышал 0,5 т/км²·год.

Для большинства фоновых станций ЕЧР характерно преобладание выпадений азота над выпадениями серы с осадками. Исключение относится только к Кавказскому БЗ, где наибольшая интенсивность потоков соединений серы. Для АЧР характерна обратная картина - на большинстве станций интенсивность выпадений серы превышает интенсивность выпадений соединений азота с осадками.

Процесс закисления наземных экосистем будет проходить наиболее интенсивно в случае преобладания в осадках азота аммонийного над азотом нитратным. Это имеет существенное значение в районах, где нагрузка соединений азота на экосистемы соизмерима с влиянием сульфатов.

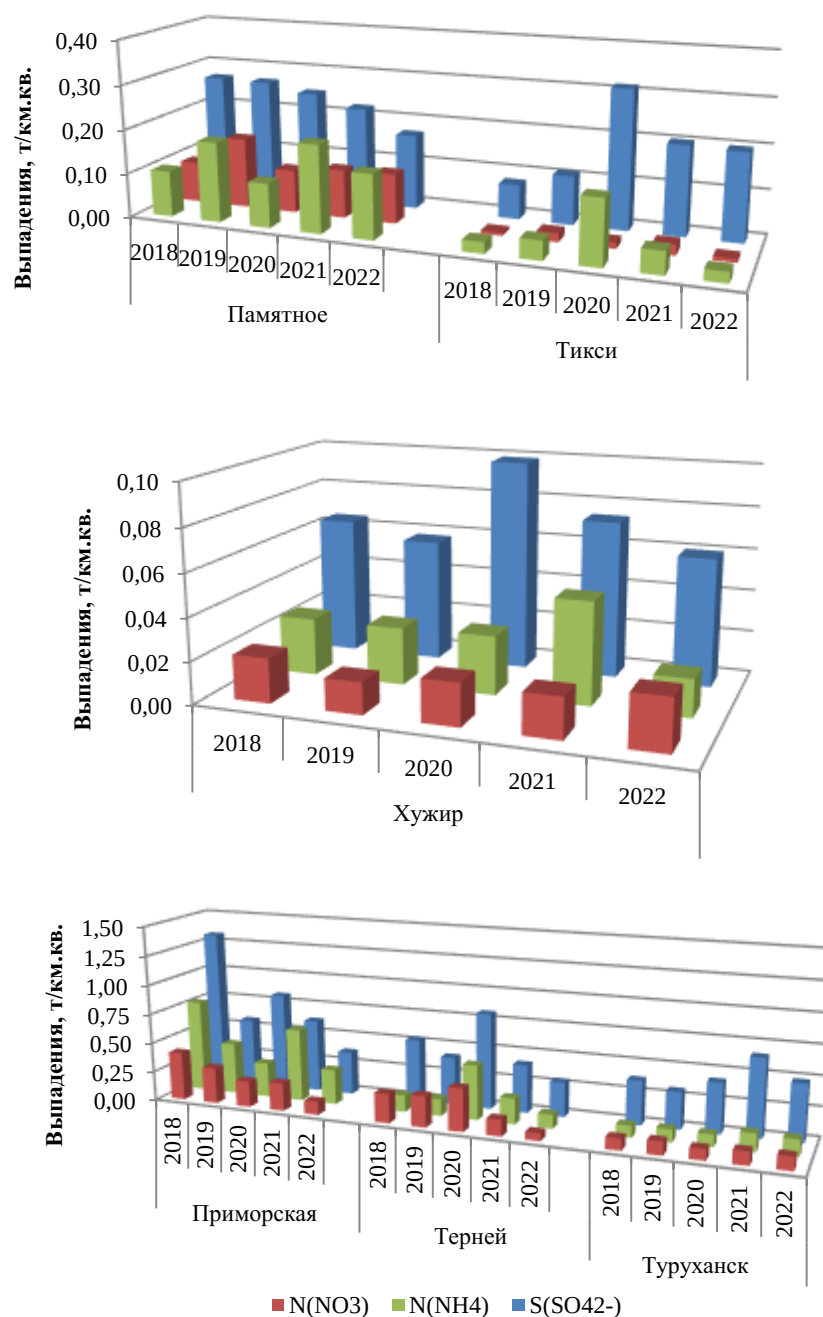


Рис. 2.26. Выпадения серы (S), азота нитратного (N(NO₃)) и азота аммонийного (N(NH₄)) с атмосферными осадками на станциях АЧР в период с 2018 по 2022 гг.

В 2022 г. интенсивность потоков соединений азота от суммарной величины выпадений составила от 7 (в Усть-Выми и Кавказском БЗ) до 13% (в Приокско-Тerrasном БЗ) на ЕЧР и от 1 (в Тикси) до 10% (в Приморской) - в Тикси 0,41 от 4,03 - это 10%, а в Приморской - 0,18 от 2,8 - 6%. Если пересчитать все станции на АЧР, то получится от 1 (в Тернее) до 10% (в Тикси) 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 (М), удельная электрическая проводимость (к) и средневзвешенные концентрации компонентов по федеральным округам в 2022 г. представлены в табл. 2.16, а средние величины за последнее пятилетие (2018-2022 гг.) - в табл. 2.17.

В 2022 г. минерализация изменялась от 9,5 мг/л в СЗФО до 32,3 мг/л в ЦФО. Сравнение данных, полученных в 2022 г., со средними значениями за 2018-2022 гг. показало, что для большинства округов изменения минерализации, как в сторону снижения, так и роста не превышало 10%. Нижний предел минерализации около 10,0 мг/л по-прежнему характерен для СЗФО. Верхние значения свыше 32 мг/л

наблюдались в ЦФО, как в среднем за период 2018-2022 гг., так и в 2022 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. Так для ПФО, снижение минерализации на 20% сопровождалось ростом годовой суммы осадков на 20%. Снижение суммы осадков в СКФО на 14% в свою очередь способствовало росту минерализации на 11,1% (рис. 2.27).

Таблица 2.16. Средневзвешенные концентрации ионов в осадках по федеральным округам, 2022 г.

ФО	Количество станций	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	М	pH			k
		мг/л										ср.	макс	мин	мкСм / см
СЗФО	30	1,5	1,5	1,3	2,3	0,4	0,9	0,5	0,7	0,3	9,5	5,9	6,9	4,9	20,1
ЦФО	24	3,3	1,8	2,0	17,4	0,6	1,1	0,9	3,6	1,7	32,3	6,3	6,9	5,3	56,0
ПФО	20	3,6	2,0	2,7	8,4	0,7	1,5	0,7	3,0	0,7	22,9	6,1	6,8	5,6	37,0
ЮФО	6	2,6	1,6	1,9	3,1	0,5	1,0	0,3	1,6	0,2	12,8	6,0	6,4	5,0	27,0
СКФО	1	1,5	0,6	1,4	5,2	0,7	0,2	0,3	1,9	0,2	12,0	6,6	7,4	5,4	24,9
УФО	6	3,5	1,2	2,2	6,2	0,6	1,2	0,5	2,2	0,5	18,2	6,0	6,7	5,4	36,7
СФО	31	4,8	1,8	1,6	7,8	0,5	1,3	0,6	3,2	0,4	23,4	6,4	7,2	5,6	49,1
ДФО	31	3,2	2,2	1,2	5,5	0,6	1,4	0,7	1,7	0,4	17,2	6,1	7,1	5,1	40,2

Сравнение полученных результатов, приведенных в таблицах 2.16 и 2.17 показало, что содержание компонентов в осадках за 5-ти летний период в сравнении с 2022 г. изменилось в среднем на 10 - 15% в большинстве округов.

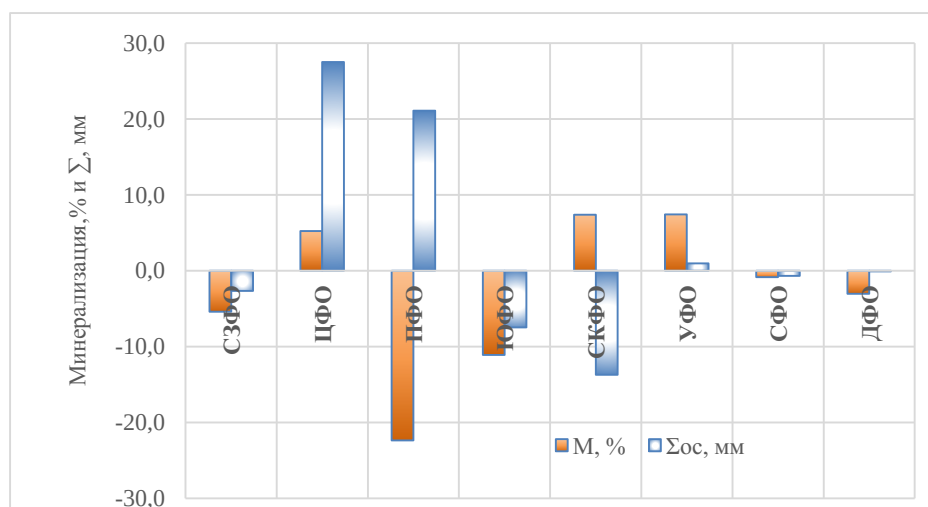


Рис. 2.27. Динамика изменений минерализации и годовой суммы осадков в 2022 г.

Следует отметить, что сульфаты и гидрокарбонаты доминируют практически повсеместно, и сульфаты преобладают над нитратами.

Концентрация сульфатов в осадках большинства округов снизилась в среднем на 5 - 10%. Самое значительное снижение наблюдалось в ПФО — более чем на 30%. В осадках СЗФО и СКФО, наоборот, отмечен значительный рост содержания сульфатов на 54 и 38% соответственно.

В 2022 г. содержание нитратов в осадках в большинстве округов, в основном, снизилось в среднем на 10% и по-прежнему не превышало 3,0 мг/л. Более низкие значения нитратов в пределах от 1,2 до 1,5 мг/л характерны для СЗФО, СКФО, СФО и ДФО.

Концентрации хлоридов в 2022 г. изменялись от 1,0 мг/л (СКФО) до 2,2 мг/л (ДФО).

Изменение в сторону снижения концентрации хлоридов в 2022 г. наблюдается практически для всех округов кроме СКФО, где в осадках увеличилось содержание хлоридов в 1,5 раза.

Содержание металлов таких, как натрий, калий в атмосферных осадках, как в годовом выражении, так и в целом за период 2018-2022 гг. в основном не превышало 2,0 мг/л. Концентрации кальция, выше 2,0 мг/л по-прежнему типичны для осадков ЦФО и ПФО.

Таблица 2.17. Средневзвешенные концентрации ионов в осадках по федеральным округам, в период 2018–2022 гг.

ФО	Количество станций	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ₂ ⁺	Mg ₂ ⁺	M	pH			k
		мг/л										Ср.	макс	мин	мкСм /см
СЗФО	30	1,8	1,7	1,3	2,7	0,4	1,1	0,5	0,9	0,2	10,5	5,9	6,9	4,9	21,8
ЦФО	24	3,4	1,9	2,3	15,5	0,6	1,2	1,0	3,6	1,5	30,7	6,3	7,2	5,3	51,7
ПФО	20	5,4	2,2	2,9	10,3	0,8	2,0	0,9	4,0	0,8	29,5	6,3	7,2	5,6	48,6
ЮФО	6	3,1	1,9	1,9	3,4	0,5	1,2	0,4	1,7	0,3	14,4	6,0	6,7	5,3	30,2
СКФО	1	1,7	0,5	1,4	4,2	0,6	0,3	0,3	1,6	0,2	10,8	6,3	7,4	5,1	19,6
УФО	6	3,8	1,2	2,0	5,6	0,5	1,3	0,5	2,2	0,4	17,5	6,0	6,7	5,4	37,3
СФО	31	6,1	1,9	1,5	8,8	0,5	1,6	0,7	2,3	1,3	23,8	6,4	7,2	5,6	49,9
ДФО	31	3,3	2,1	1,4	5,5	0,6	1,3	0,7	1,3	0,8	16,8	6,1	7,3	5,1	37,3

Повторяемость минерализации осадков регионального фона с минерализацией $M \leq 15$ на ЕЧР в ЦФО увеличилась в среднем на 30%, на 14% - в ЮФО и на 2% - в СЗФО и одновременно снизилась на 9% в СКФО. Снижение минерализации осадков также наблюдалось в ПФО - на 63%, на АЧР: в СФО - на 2%, в ДФО - на 6% (рис. 2.28 а).

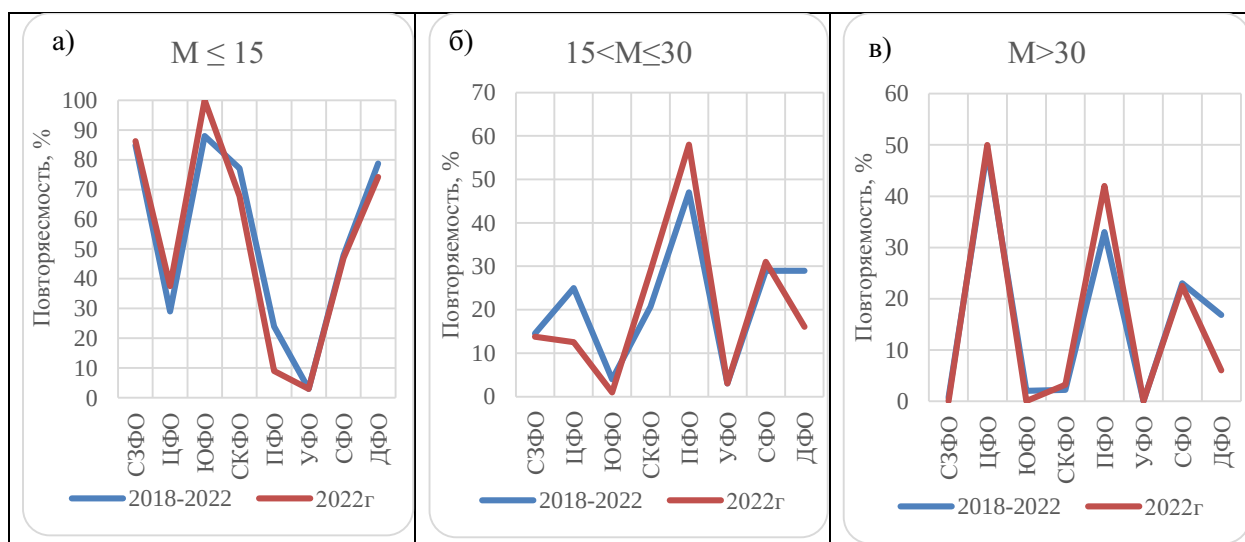


Рис. 2.28. Повторяемость (%) минерализации осадков (M) по диапазонам в период 2018-2022 гг. и в 2022 г.

Повторяемость для осадков с минерализацией $15 < M \leq 30$ снизилась на 2% в СЗФО, на 50% - в ЦФО, на 75% - в ЮФО на ЕЧР и на 45% - в ДФО на АЧР. В осадках СКФО и ПФО на АЧР повторяемость минерализации $15 < M \leq 30$ увеличилась на 8 и 23% соответственно и на 7,0% в СФО на АЧР (рис. 2.28 б).

Частота выпадения осадков с $M > 30$ мг/л на ЕЧР увеличилась до 30% в ПФО и снизилась до 64% в ДФО на АЧР. В СЗФО, ЦФО, СКФО на ЕЧР и в УФО и СФО на АЧР не выпадали осадки с минерализацией свыше 30 мг/л (рис. 2.28 в).

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

На рис. 2.29 а приведена динамика изменений средневзвешенных за год концентраций основных ионов в период с 2018 по 2022 гг. Концентрация сульфатов в атмосферных осадках изменялась в пределах от 1,8 мг/л до 6,1 мг/л. Источниками сульфатов в атмосфере являются морские аэрозоли, частицы пыли, содержащие сульфатные минералы, а также газы—двуокись серы и сероводород, которые при окислении 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 СФО и ПФО. Высокие концентрации сульфатов в СФО, в основном, связаны с деятельностью ПАО «ГМК «Норильский никель». 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. Кроме того, источником сульфатов в осадках Сибири могут быть лесные пожары, которые регулярно возникают в теплый период года. В ПФО в 2022 г. концентрация сульфатов снизилась на 42%. В ЦФО и УФО уровень загрязнения атмосферных осадков сульфатами варьировал

в интервале 3,0-4,0 мг/л в течение всего периода. Минимальные значения от 1,0 до 1,5 мг/л наблюдались в СЗФО. В осадках ДФО в период с 2018 по 2022 гг. среднегодовые значения концентрации сульфатов практически не изменились и составили в среднем около 3,0 мг/л.

В большинстве федеральных округов содержания хлоридов в осадках не превышали 2,0 мг/л и находились в интервале 0,5-2,0 мг/л (рис. 2.29 б). Более значительные концентрации хлоридов свыше 3,0 мг/л, по-прежнему, определялись в осадках ЦФО. В УФО содержание хлоридов изменялось от 0,9 до 1,5 мг/л, составив в среднем 1,2 мг/л. В осадках СЗФО, ЦФО на ЕЧР и ДФО на АЧР концентрации хлоридов в течение всего периода не превышали 2,0 мг/л. На ЕЧР - в ПФО определялись минимальные значения концентрации хлоридов - 0,5 мг/л.

Концентрации нитратов в осадках в среднем по РФ не превышали 2,5 мг/л, и, в основном, варьировали от 1,0 до 2,5 мг/л (рис. 2.29 в). Более высокие значения нитратов - 2,8 мг/л определялись в осадках на ЕЧР в ПФО. В ЦФО, ПФО и ЮФО содержание нитратов изменялось от 2,0 до 4,0 мг/л и составило в среднем 2,4 мг/л. В 2022 г. в ПФО и ЦФО концентрации нитратов снизились на 20 и 30% соответственно. Более низкие значения характерны для ЕЧР в СЗФО - 0,7 мг/л, и для АЧР в ДФО - 1,2 мг/л.

В целом по РФ концентрации гидрокарбонатов изменялись в интервале от 1,9 мг/л в СЗФО и до 17,4 мг/л в ЦФО (рис. 2.29 г). Более низкие значения - менее 3,0 мг/л, по-прежнему характерны для СЗФО. В 2022 г. по сравнению с периодом 2018-2022 гг. содержание гидрокарбоната в осадках СКФО увеличилось на 11%. В течение всего периода содержание гидрокарбонатов свыше 10 мг/л по-прежнему характерны для осадков ЦФО и ПФО. При этом в ЦФО с 2018 г. происходит постепенное увеличение концентрации гидрокарбонатов до 17,36 мг/л в 2022 г. Осадки с повышенным содержанием гидрокарбонатов наблюдались также и в ПФО на ЕЧР и СФО на АЧР, что, вероятно, связано с повышенной запыленностью воздуха в этих районах. В остальных федеральных округах концентрация гидрокарбонатов в осадках варьировала в пределах от 4,0 до 12,0 мг/л: в СКФО - от 2,8 до 5,2 мг/л, в СФО (в последние 4 года) - 8,0 мг/л. По-прежнему, на большей части территории страны концентрации гидрокарбонатов приблизительно в 1,5-2 раза выше сульфатов.

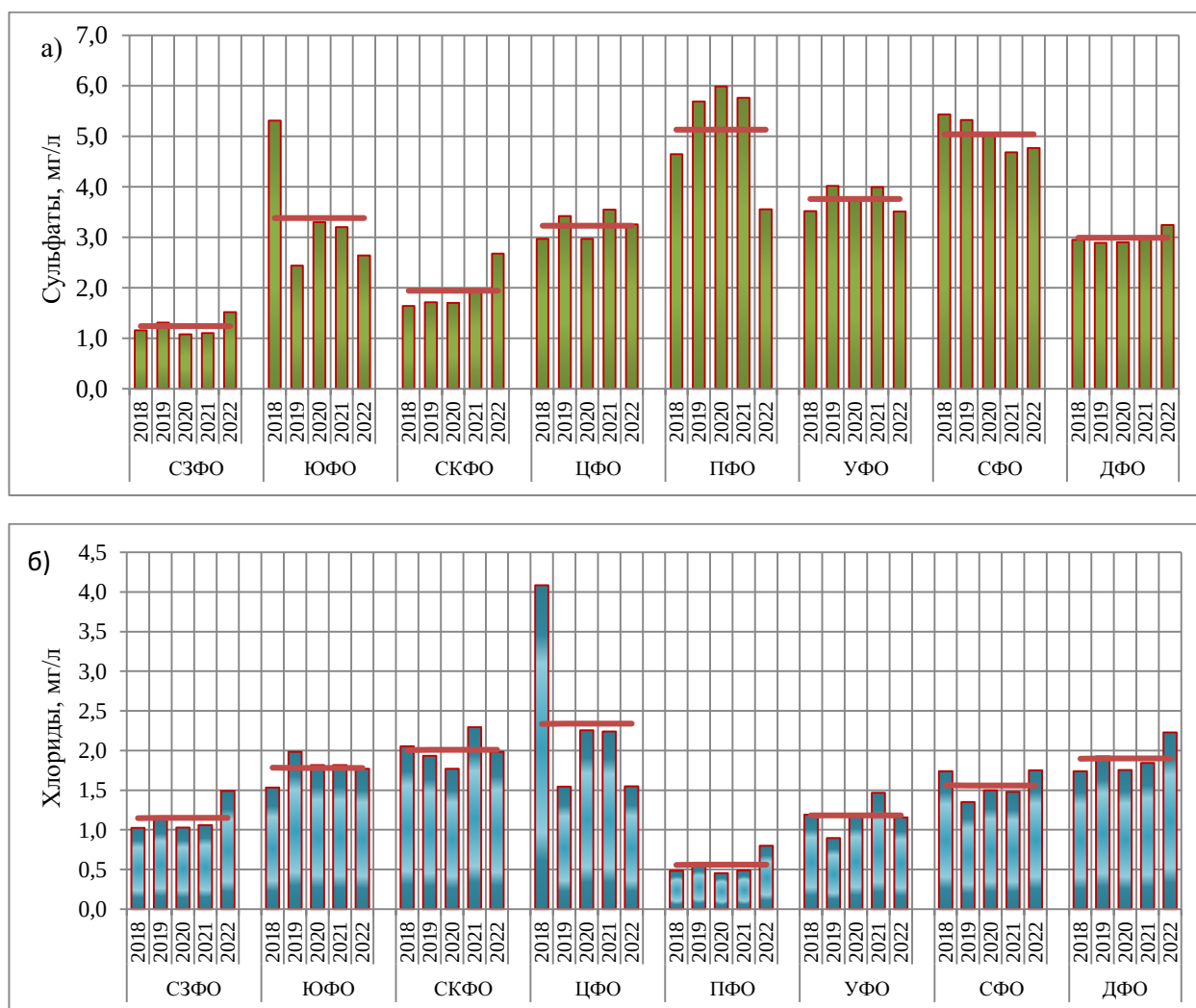


Рис. 2.29 (начало). Изменение средневзвешенной концентрации ионов (а - сульфатов, б - хлоридов, в - нитратов, г - гидрокарбонатов) в атмосферных осадках по федеральным округам, 2018-2022 гг.

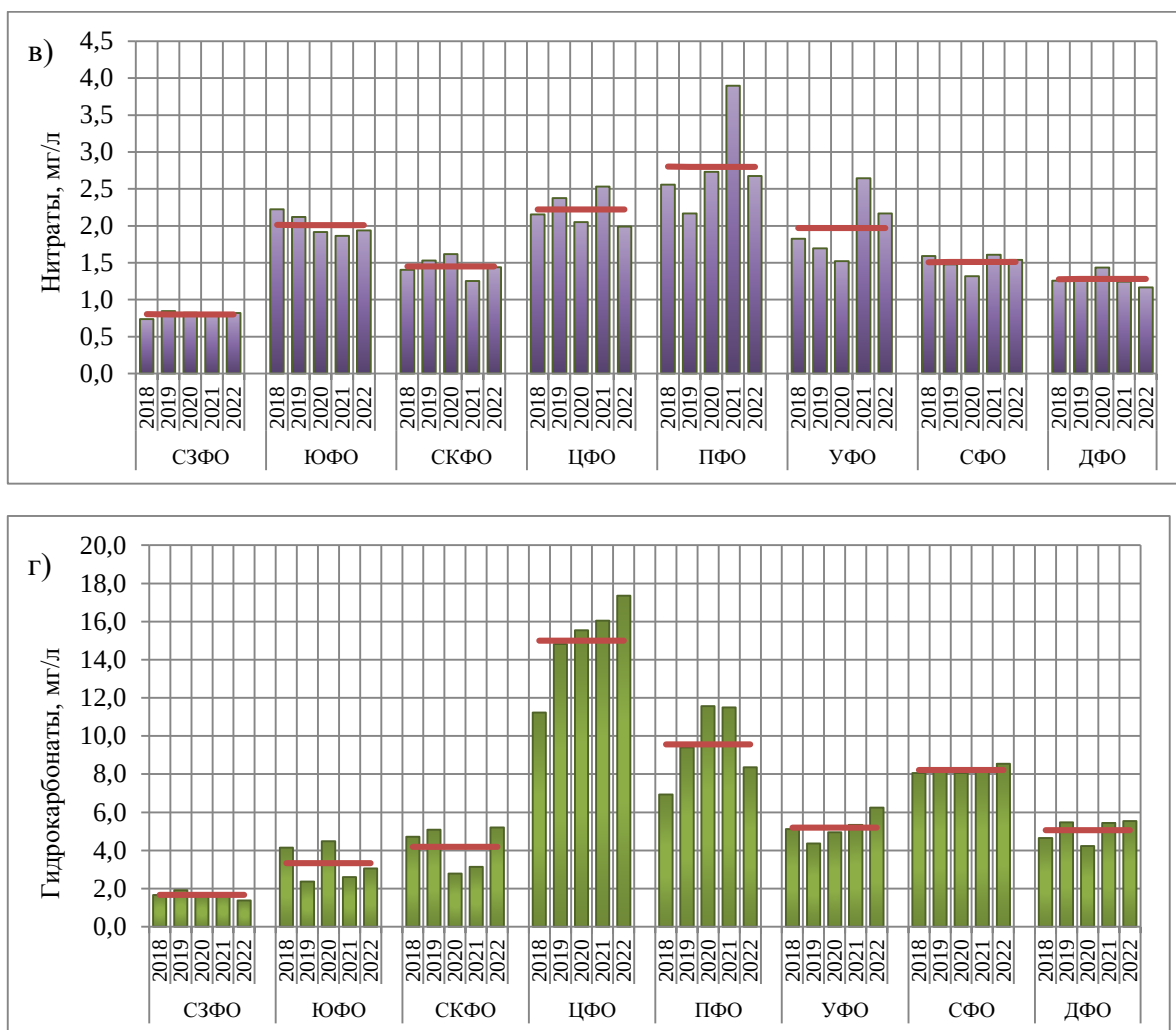


Рис. 2.29 (окончание). Изменение средневзвешенной концентрации ионов (а - сульфатов, б - хлоридов, в - нитратов, г - гидрокарбонатов) в атмосферных осадках по федеральным округам, 2018-2022 гг.

Катионная часть в общей сумме компонентов составляет около 30%. В химическом составе осадков преобладает кальций, далее в порядке снижения концентрации следуют натрий и магний или калий. Содержание аммония в осадках ПФО около 0,8 мг/л, в остальных округах не превышает 0,6 мг/л.

В табл. 2.18 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 2022 г. снизилось с 14 до 4-х и сосредоточилось в трех федеральных округах: ЦФО, СФО и ДФО. По-прежнему, на всех станциях гидрокарбонаты являются основным загрязнителем, уступая сульфатам только в Норильске.

Таблица 2.18. Средневзвешенные значения компонентов в наиболее загрязнённых по ионному составу осадков населённых пунктах РФ, 2022 г.

Пункт	SO ²⁻ ₄	Cl ⁻	NO ⁻ ₃	HCO ⁻ ₃	NH ₄	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	М	рН ср	х, мкСм/ см	Вы- паде- ния серы, т/км ² . год
	мг/л												
ЦФО													
Грязи	9,28	3,54	2,78	38,87	1,05	2,55	1,93	7,75	4,80	68,51	6,5	113,3	2,59
Калач	11,64	3,35	2,87	31,78	0,99	2,39	1,41	8,02	3,89	59,47	6,2	97,2	2,95
СФО													
Норильск	26,00	2,62	1,34	15,51	0,83	1,46	2,93	11,63	0,80	63,10	6,4	149,3	4,86
ДФО													
Нерчинск	15,94	2,46	2,20	30,48	0,35	3,86	0,99	7,82	3,30	67,40	6,5	106,7	2,07

В осадках ЦФО преобладают в основном гидрокарбонаты - свыше 30,0 мг/л и сульфаты, интенсивность выпадения которых в пересчете на серу составляет свыше 2,5 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 список в 2022 г. добавлена станция Нерчинск в ДФО, в осадках которого преобладают, в основном, гидрокарбонаты и сульфаты, а величина удельной электропроводности составила 106,7 мкСм/см, сумма влажных выпадений серы превысила 2,0 т/км²·год.

Общая картина распределения средних значений pH - показателя кислотности атмосферных осадков в регионах РФ в 2018-2022 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. 2.30 а, б).

На рис. 2.30 а представлена диаграмма распределения осадков с величиной pH≤5,6 ед. 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.

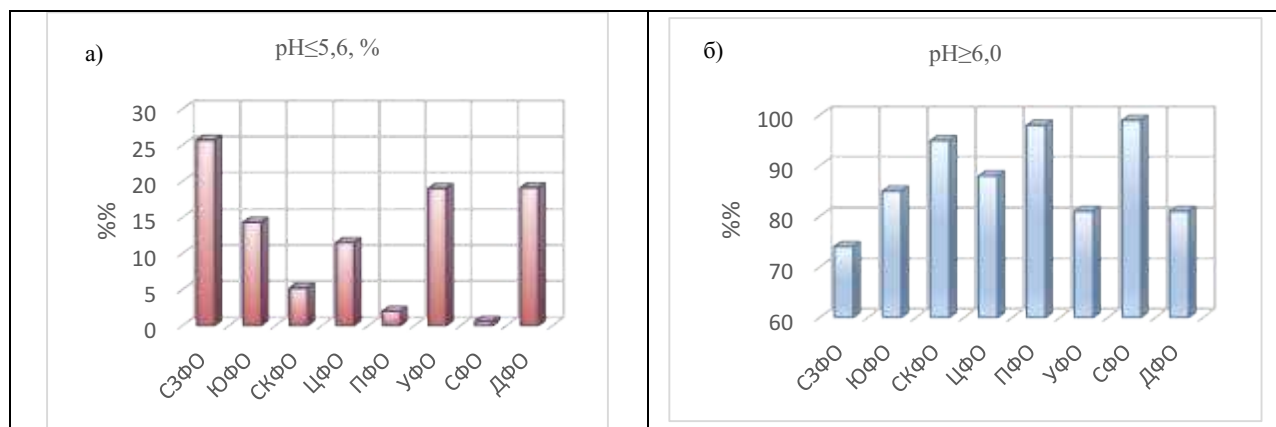


Рис. 2.30. Повторяемость величины pH в атмосферных осадках ФО: а) pH≤5,6 ед. pH, %; б) pH≥6,0 ед. pH, %

Влажные выпадения серы, азота и суммы ионов. В табл. 2.19 приведены средние значения интенсивности выпадений с атмосферными осадками серы, азота и суммы ионов (Р), рассчитанные по данным наблюдений в 2022 г., а в табл. 2.20 - средние значения за период 2018-2022 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.

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

В 2022 г. сумма влажных выпадений серы, в основном, не превышала 1,0 т/км²·год. Максимальные значения выпадений свойственны ПФО и СФО, где общий уровень поступления серы составил 0,7-0,8 т/км²·год, а минимальное значение - около 0,3 т/км²·год, характерно для СЗФО.

Таблица 2.19. Средневзвешенные выпадения серы, азота и суммы ионов, 2022 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	621,6	0,31	0,19	0,18	0,36	5,79	0,96	0,85
ЦФО	763,8	0,80	0,34	0,33	0,67	24,17	0,99	1,20
ПФО	606,1	0,69	0,36	0,30	0,66	14,42	0,85	1,04
ЮФО	758,4	0,52	0,25	0,22	0,48	7,39	0,89	1,09
СКФО	507,1	0,51	0,32	0,53	0,84	10,81	1,69	0,60
УФО	421,5	0,49	0,20	0,21	0,41	7,86	1,09	1,20
СФО	478,6	0,71	0,16	0,18	0,34	9,88	1,13	2,07
ДФО	421,4	0,44	0,10	0,17	0,27	7,02	1,62	1,65

По результатам расчетов за период 2018-2022 гг. средняя интенсивность потоков серы с атмосферными осадками находилась в пределах 0,3-0,8 т/км²·год.

Дифференцированный характер техногенных нагрузок азота для разных регионов страны определяется степенью развития промышленного производства и урбанизированности территорий. Максимальный уровень поступления суммарного азота с атмосферными осадками в среднем за пятилетний период 0,8 т/км²·год характерен для СКФО. Минимальные нагрузки соединений азота, как и в предыдущий период, определены в УФО, СФО, СЗФО и ДФО, где поступление, в основном, не превышает 0,4 т/км²·год. По-прежнему, высокая

интенсивность выпадений суммарного азота с атмосферными осадками в 2022 г. - около $0,7 \text{ т/км}^2\cdot\text{год}$, характерна для ЦФО и ПФО.

Таблица 2.20. Средние за период выпадения серы, азота и суммы ионов с осадками по федеральным округам, 2018-2022 гг.

ФО	q, мм	S(SO4)	N(NO3)	N(NH4)	Σ N	P	N(H)/N(O)	S/Σ N
		т/км2•год						
СЗФО	661,0	0,37	0,18	0,18	0,37	6,75	1,02	1,02
ЦФО	595,7	0,59	0,30	0,25	0,55	16,95	0,86	1,08
ПФО	501,1	0,83	0,32	0,31	0,62	14,64	0,96	1,33
ЮФО	704,6	0,58	0,25	0,20	0,44	7,70	0,79	1,31
СКФО	587,8	0,39	0,22	0,34	0,56	7,38	1,54	0,69
УФО	418,8	0,51	0,17	0,16	0,33	7,08	0,94	1,54
СФО	531,3	0,82	0,17	0,22	0,39	11,35	1,29	2,11
ДФО	525,6	0,68	0,16	0,20	0,36	7,80	1,27	1,89

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. 2.31).

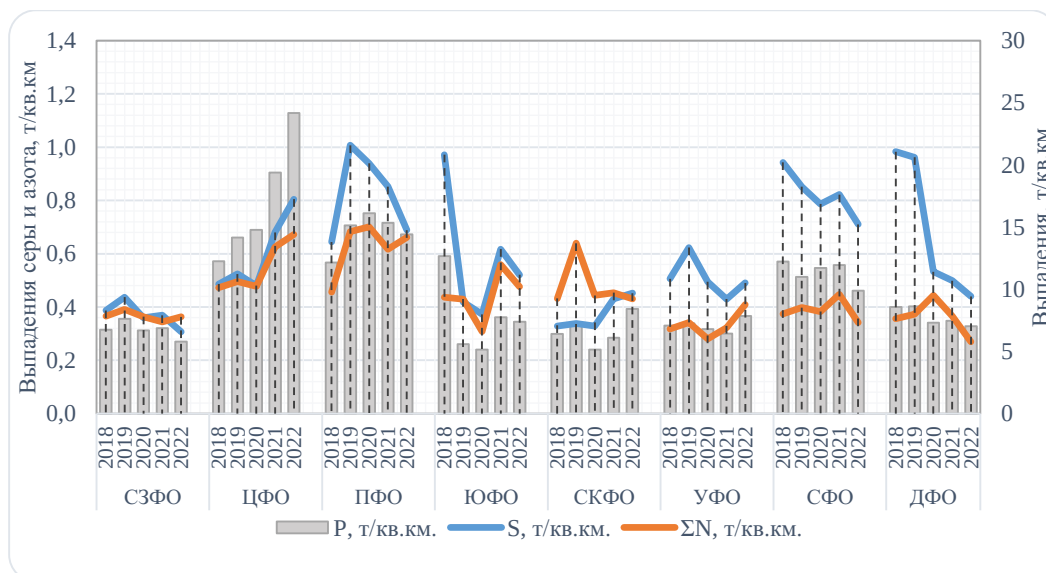


Рис. 2.31. Временной ход средних за год выпадений с осадками серы (S), суммарного азота (ΣN) и общей суммы ионов (P) по федеральным округам, 2018-2022 гг.

Годовое поступление компонентов с атмосферными осадками (P) в 2022 г. снизилось в пяти из восьми ФО и варьировало от 5,8 (СЗФО) до 24,2 т/км²•год (ЦФО). Максимальный уровень поступления суммарных за год выпадений свыше 24,0 т/км²•год, по-прежнему, характерен для ЦФО, где в период с 2018 по 2022 гг. сохраняется тенденция к росту и третью часть от всех поступлений составляют гидрокарбонаты. В 2022 г. по сравнению с предыдущим годом суммарное поступление компонентов в СКФО и УФО увеличилось на 44% и 18% и составило 10,8 и 7,9 т/км²•год соответственно. В СЗФО, УФО, СФО и ДФО интенсивность суммарных выпадений не превышала 10,0 т/км²•год, и за период 2018-2022 гг. существенных отклонений относительно среднего значения не было отмечено.

Влажные выпадения серы сульфатной в период с 2018 по 2022 гг. варьировали от 0,4 (СЗФО) до 0,8 т/км²•год (ПФО и СФО). Вклад серы в общую массу влажных выпадений составлял от 3% (ЦФО) до 7% (СФО). Следует отметить, что в 2022 г. отмечалось снижение выпадений серы в СЗФО, ПФО, ЮФО, СФО и ДФО. При этом в ПФО и ДФО сохранилась тенденция к снижению в период с 2019 по 2022 гг.

Интенсивность выпадения суммарного азота в период с 2018 по 2022 гг. составила от 0,3 до 0,8 т/км²•год. В 2022 г. вклад азота суммарного в общую массу влажных выпадений увеличился в ЦФО до - 0,7 т/км²•год и СКФО до - 0,8 т/км²•год от общей суммы выпадений. Значения ниже 0,4 т/км²•год характерны для ЕЧР в СЗФО и для АЧР в УФО, СФО 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 РФ.

На рис. 2.32-2.34 представлены карты территории Российской Федерации по состоянию на 1 мая 2022 г.

По причине отсутствия устойчивого снежного покрова в период зимнего сезона 2021-2022 гг., на картах не представлены данные по субъектам РФ, входящим в состав Северо - Кавказского и Южного федеральных округов.

Для объективного отображения интенсивности выпадений серы, азота и значений показателя pH в снежном покрове субъектов РФ с большой площадью, на рис. 2.32 - 2.34 Республика Саха (Якутия) разделена на 2 части: северную и южную, а Красноярский край - на 3 части: северную, центральную и южную.

На рис. 2.32 показана карта-схема интенсивности выпадения серы на снежный покров в регионах РФ по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 2022 г.

В зимний период 2021-2022 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 приходилось на юго-восток ЕЧР, на территории юга Западной Сибири, центральную и южную части Красноярского края, на п-ов Камчатку и Дальний Восток.

Области с интенсивностью выпадения серы в 40-80 кг/км²·мес. на ЕЧР приходились на юг Урала: на Курганскую (50 кг/км²·мес.), Свердловскую (54 кг/км²·мес.), Саратовскую (50 кг/км²·мес.) области и Республику Башкортостан (51 кг/км²·мес.). На севере ЕЧР максимальные значения были отмечены в Мурманской области (48 кг/км²·мес.). На АЧР - Кемеровская область (45 кг/км²·мес.), Республики Тыва (44 кг/км²·мес.) и Хакасия (52 кг/км²·мес.). На Дальнем Востоке максимальные выпадения серы были отмечены в Сахалинской области (70 кг/км²·мес.).

Максимальные значения интенсивности выпадения серы в РФ более 80 кг/км²·мес. приходились на территорию Пермского края (84 кг/км²·мес.).

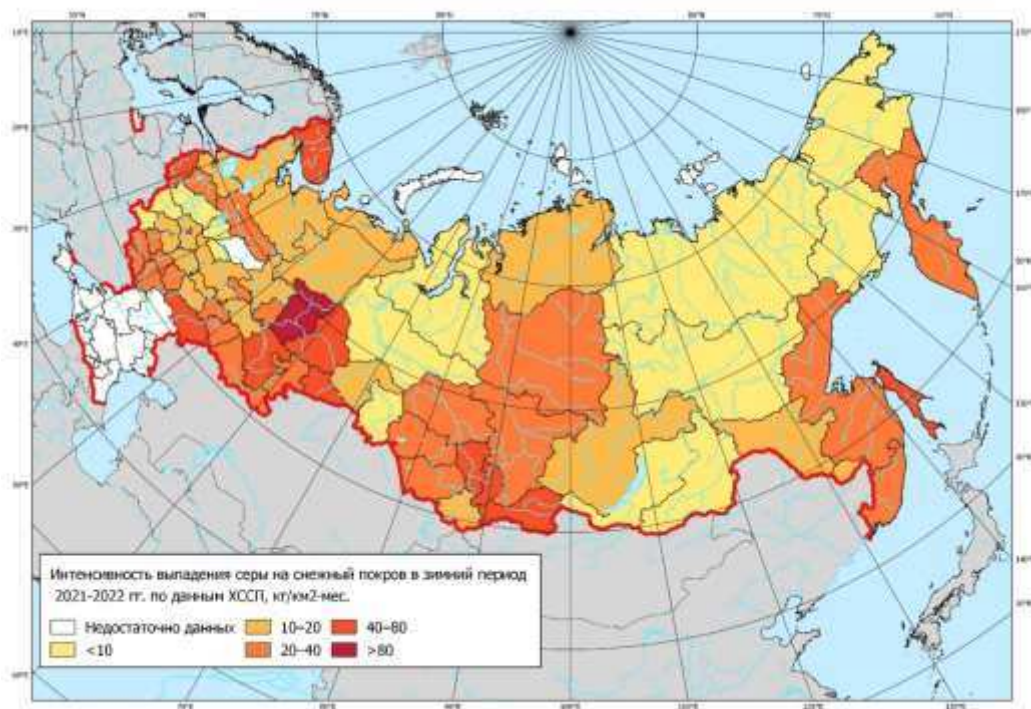


Рис. 2.32. Интенсивность выпадения серы на снежный покров в зимний период 2021-2022 гг.

Показатели интенсивности выпадения азота на снежный покров были рассчитаны для суммы ионов нитрата и аммония (рис. 2.33). Интенсивность выпадения азота в РФ менее 15 кг/км²·мес. характерна практически для всей территории АЧР.

Территории с интенсивностью выпадения азота 15-25 кг/км²·мес. занимают большую часть ЕЧР. На АЧР: Ямало-Ненецкий АО (17 кг/км²·мес.), и Приморский край (15 кг/км²·мес.).

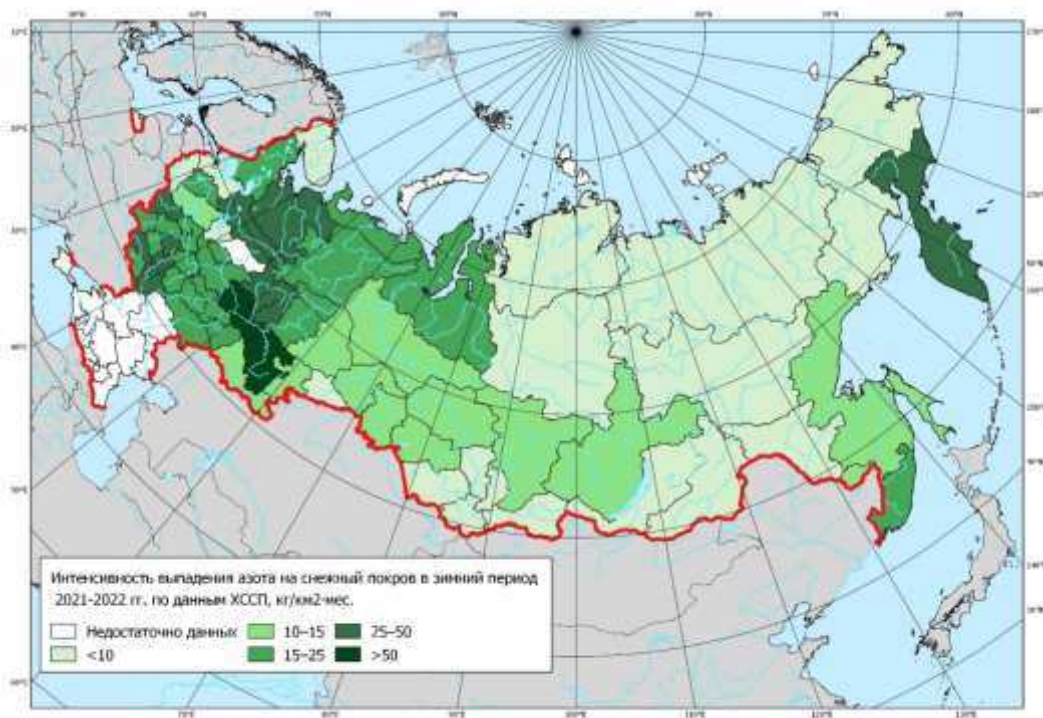


Рис. 2.33. Интенсивность выпадения азота на снежный покров в зимний период 2021-2022 гг.

Показатель интенсивности выпадения азота выше $25 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$ был отмечен на ЕЧР: в Архангельской ($27 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$), Тульской ($29 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$), Смоленской ($31 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$), Курской ($34 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$), Кировской ($37 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$), Липецкой ($37 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$), Воронежской ($42 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$), Вологодской ($46 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$) областях и в Удмуртской Республике ($46 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$). На АЧР: Камчатский край ($31 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$).

Максимальные значения интенсивности выпадения азота приходятся на территорию республик ЕЧР: Татарстан ($70 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$), Марий Эл ($58 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$), Чувашская ($52 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$), Башкортостан ($134 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес.}$).

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

На более чем 70% территории РФ среднемесячный показатель рН по регионам в зимний период 2021-2022 гг. находился в пределах 5,5 - 6,5 ед. (рис. 2.34).

Регионы с показателем рН 4,5 - 5,5 расположены как на АЧР, так и на ЕЧР. Это Ленинградская (5,4 ед. рН) и Псковская (4,7 ед. рН) области, Чувашская Республика (5,2 ед. рН), Республика Марий Эл (5,2 ед. рН), Ханты-Мансийский автономный округ - Югра (5,5 ед. рН) и центр Красноярского края (5,3 ед. рН).

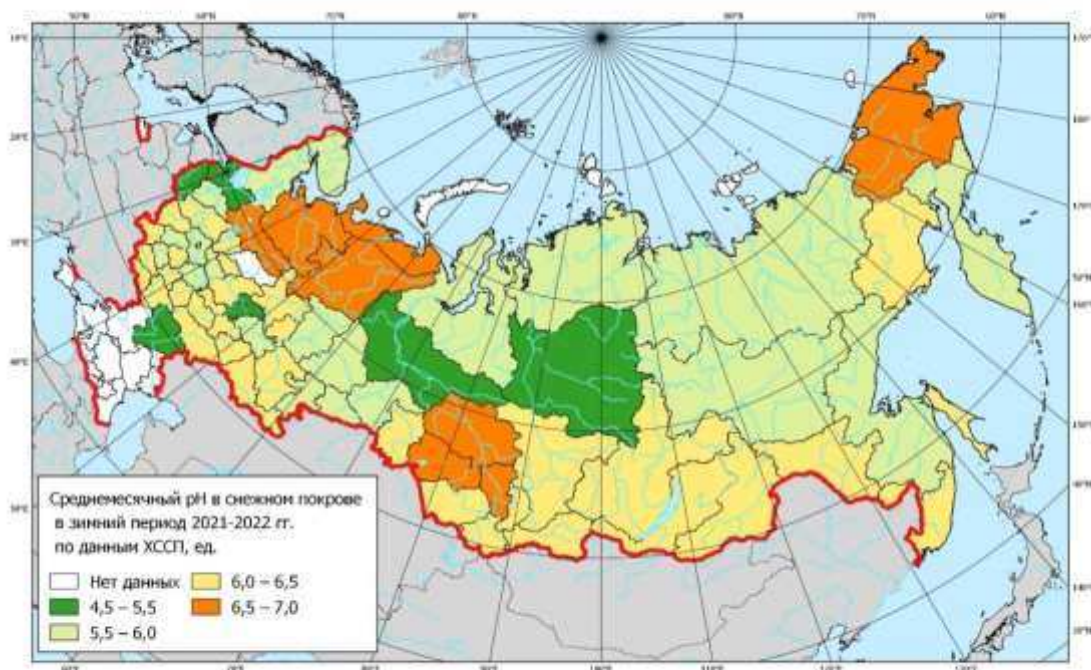


Рис. 2.34. pH снежного покрова в зимний период 2021-2022 гг.

Показатели pH 6,5 - 7,0 на ЕЧР были отмечены в Ненецком автономном округе (6,6 ед. pH), в Архангельской (6,7 ед. pH) и Вологодской (6,8 ед. pH) областях, в Республике Коми (6,7 ед. pH). На АЧР: Новосибирская (6,6 ед. pH), Кемеровская (6,9 ед. pH) и Томская (6,9 ед. pH) области, а на Дальнем Востоке - Чукотский автономный округ (6,8 ед. pH), что может объясняться близостью незамерзающего моря, обеспечивающего подщелачивание.

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

Тяжелые металлы

В 2022 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ - около 0,5 мкг/л, Приокско-Тerrasного БЗ - около 4 мкг/л, Астраханского БЗ - около 1,0 мкг/л, Воронежского БЗ - около 0,7 мкг/л, Алтайский БЗ - 0,8 мкг/л. Средневзвешенные годовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках на территориях всех заповедников в рассматриваемый период находились в диапазоне значений предыдущих лет (табл. 2.21, рис. 2.35).

Максимальная среднесуточная концентрация свинца в осадках на территории Кавказского БЗ была отмечена в январе (около 1,2 мкг/л). В остальные месяцы концентрации свинца не превышала 1 мкг/л.

В Приокско-Тerrasном БЗ максимальные среднесуточные концентрации свинца в атмосферных осадках были отмечены в июле и сентябре (10 и 20 мкг/л соответственно). Минимальное значение (менее 1 мкг/л) было зафиксировано в феврале.

На территории Астраханского БЗ максимальные среднесуточные концентрации свинца были отмечены в феврале и июне (1,8 мкг/л и 2,0 мкг/л соответственно). В основном, содержание свинца в атмосферных осадках на территории Астраханского заповедника в рассматриваемый период было ниже 1 мкг/л.

В Воронежском БЗ максимальные концентрации в атмосферных осадках были зафиксированы в мае и июне (около 1,6 мкг/л), а минимальные - в апреле и сентябре (около 0,1 мкг/л).

На территории Алтайского БЗ максимальное содержание свинца в осадках было отмечено в декабре (1,6 мкг/л). В апреле-мае и августе-сентябре среднесуточные концентрации свинца были выше 1 мкг/л, в остальные месяцы концентрации были ниже 1 мкг/л.

На территории Приокско-Тerrasный БЗ влажные выпадения свинца в 2022 г. составили около 3,5 мг/м², на территории Кавказского БЗ - около 1 мг/м², Астраханского БЗ - около 0,2 мг/м², Воронежского заповедника - около 0,5 мг/м², Алтайского заповедника - около 0,6 мг/м².

В 2022 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации кадмия в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ - 0,035 мкг/л (без учета экстремально высокого значения), Приокско-Тerrasного БЗ - около 0,13 мкг/л, Воронежского БЗ - 0,06 мкг/л, Алтайского БЗ - 0,10 мкг/л. Средневзвешенные годовые

фоновые концентрации кадмия в атмосферных осадках на территориях перечисленных заповедников в рассматриваемый период соответствовали уровню предыдущих лет (табл. 2.21, рис. 2.35).

На территории Кавказского БЗ экстремально высокая концентрация кадмия была зафиксирована в январе (более 1 мкг/л). В феврале содержание кадмия в атмосферных осадках было повышенным - около 0,22 мкг/л., в остальные месяцы среднемесячное содержание кадмия было ниже 0,05 мкг/л, а минимальное значение было зарегистрировано в мае (менее 0,01 мкг/л).

Наиболее высокое содержание кадмия в атмосферных осадках в Приокско-Террасном БЗ было отмечено в январе и мае (0,3 и 0,5 мкг/л). Наиболее низкие значения были зафиксированы в ноябре (0,03 мкг/л). В большинстве месяцев содержание кадмия было ниже 0,1 мкг/л.

На территории Воронежского заповедника среднемесячное содержание кадмия в атмосферных осадках варьировало в диапазоне от 0,01 до 0,12 мкг/л. Максимальное значение было зафиксировано в январе, а минимальное - в марте.

На территории Алтайского заповедника максимальное содержание кадмия было зафиксировано в марте (0,21 мкг/л). Почти в половине месяцев года среднемесячное содержание кадмия в атмосферных осадках Алтайского заповедника было ниже 0,05 мкг/л, с минимальным значением в январе (около 0,01 мкг/л).

На территории Приокско-Террасный БЗ влажные выпадения кадмия в 2022 г. составили около 0,5 мг/м², Кавказского БЗ - около 0,5 мг/м² (из которых 0,43 мг/м² - в январе), Астраханского БЗ - около 0,2 мг/м², Воронежского заповедника - около 0,04 мг/м², Алтайского заповедника - около 0,06 мг/м².

В 2022 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации ртути в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ - около 0,55 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ - около 1,3 мкг/л, Астраханского БЗ - около 0,33 мкг/л, Воронежского БЗ - около 0,06 мкг/л, Алтайского БЗ - 0,22 мкг/л. В Приокско-Террасном, Кавказском и Астраханском заповедниках в некоторые месяцы было зафиксировано высокое содержание ртути в атмосферных осадках. Среднегодовые концентрации ртути в атмосферных осадках на территориях всех заповедников в рассматриваемый период соответствовали диапазонам значений предыдущих лет (табл. 2.21, рис. 2.35).

На территории Кавказского БЗ экстремально высокая концентрация ртути была зафиксирована в апреле (выше максимальных значений, определяемых используемым методом). Повышенные концентрации, превышающие 1 мкг/л, были зафиксированы в марте и мае. Минимальное содержание ртути в атмосферных осадках на территории Кавказского БЗ составило 0,01 - 0,015 мкг/л.

На территории Приокско-Террасного БЗ повышенное содержание ртути (выше 1 мкг/л) было отмечено в атмосферных осадках в августе-сентябре. Минимальное содержание ртути в атмосферных осадках на территории Приокско-Террасного БЗ было отмечено в октябре - около 0,02 мкг/л.

На территории Астраханского БЗ повышенные концентрации ртути (выше 1 мкг/л) были зафиксированы в атмосферных осадках в январе а минимальное содержание - в марте (около 0,02 мкг/л).

В Воронежском БЗ содержание ртути в атмосферных осадках, в основном, находилось ниже 0,1 мкг/л, за исключением концентрации в октябре, составившей 0,23 мкг/л. Минимальная концентрация ртути была зарегистрирована в июле (около 0,015 мкг/л).

На территории Алтайского заповедника наиболее высокое среднемесячное содержание ртути было отмечено в июне (0,75 мкг/л). В некоторые месяцы содержание ртути на территории данного заповедника превышало 0,1 мкг/л. Наиболее низкое содержание ртути в осадках на территории Алтайского БЗ было зафиксировано в феврале и мае (менее 0,05 мкг/л).

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения ртути в 2022 г. составили около 1,0 мг/м², Кавказского БЗ - около 1,1 мг/м², Астраханского БЗ - около 0,07 мг/м², Воронежского заповедника - около 0,04 мг/м², Алтайского заповедника - около 0,15 мг/м².

В 2022 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации меди в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ - 1 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ - около 4 мкг/л, Воронежского БЗ - 2,3 мкг/л, Алтайского БЗ - менее 1 мкг/л. Среднегодовые концентрации меди в атмосферных осадках на территориях всех заповедников в рассматриваемый период находились в диапазоне значений предыдущих лет (рис. 2.35).

На территории Кавказского БЗ содержание меди в атмосферных осадках почти во все месяцы было ниже 2 мкг/л. Минимальное значение, на уровне предела обнаружения, было зафиксировано в июле.

На территории Приокско-Террасного БЗ наиболее высокое содержание меди в атмосферных осадках отмечалось в зимние месяцы (около 26 мкг/л). В остальные месяцы среднемесячные концентрации меди варьировали в диапазоне от 1 до 3,5 мкг/л.

На территории Астраханского БЗ содержание меди варьировало в основном в диапазоне от 0,35 мкг/л до 2 мкг/л. Максимальная концентрация составила около 8 мкг/л. Среднемесячные концентрации ниже 0,5 мкг/л были отмечены в нескольких месяцах на протяжении всего рассматриваемого периода.

В Воронежском БЗ наибольшее содержание меди в атмосферных осадках было отмечено с января по март (3,4 мкг/л, 4,2 мкг/л и 3,2 мкг/л соответственно). Минимальное содержание меди было отмечено в августе (менее 1 мкг/л).

На территории Алтайского заповедника содержание меди варьировало от 0,2 мкг/л до 1,7 мкг/л. Минимальное значение было зафиксировано в январе - феврале. Максимальное содержание меди было отмечено с марта по май (около 1,5 мкг/л).

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения меди в 2022 г. составили около 2,2 мг/м², на территории Кавказского БЗ - около 1,5 мг/м², Астраханского БЗ - около 0,17 мг/м², Воронежского заповедника - около 1,8 мг/м², Алтайского заповедника - около 0,5 мг/м².

Таблица 2.21. Уровни содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов по результатам наблюдений СКФМ и среднегодовые концентрации за 2022 г.

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2022 г.	Диапазон	2022 г.	Диапазон	2022 г.
Кавказский БЗ	1982-2022	0,19 - 69,0	0,5	0,010-49,0	0,25	0,001-22,4	0,5
Приокско-Террасный БЗ	1983-2022	0,2 - 696,0	4,3	0,009-20,0	0,13	0,01-80,0	1,25
Астраханский БЗ	1987-2022	0,05 - 91,0	1,0		0,84	0,02-376,0	0,3
Воронежский БЗ	1989-2022	0,18 - 44,2	0,7	0,025-19,0	0,06	0,001-311,0	0,06
Яйлю	1998-2022	0,25 - 48,0	0,8	0,011-12,5	0,1	0,001-0,97	0,2

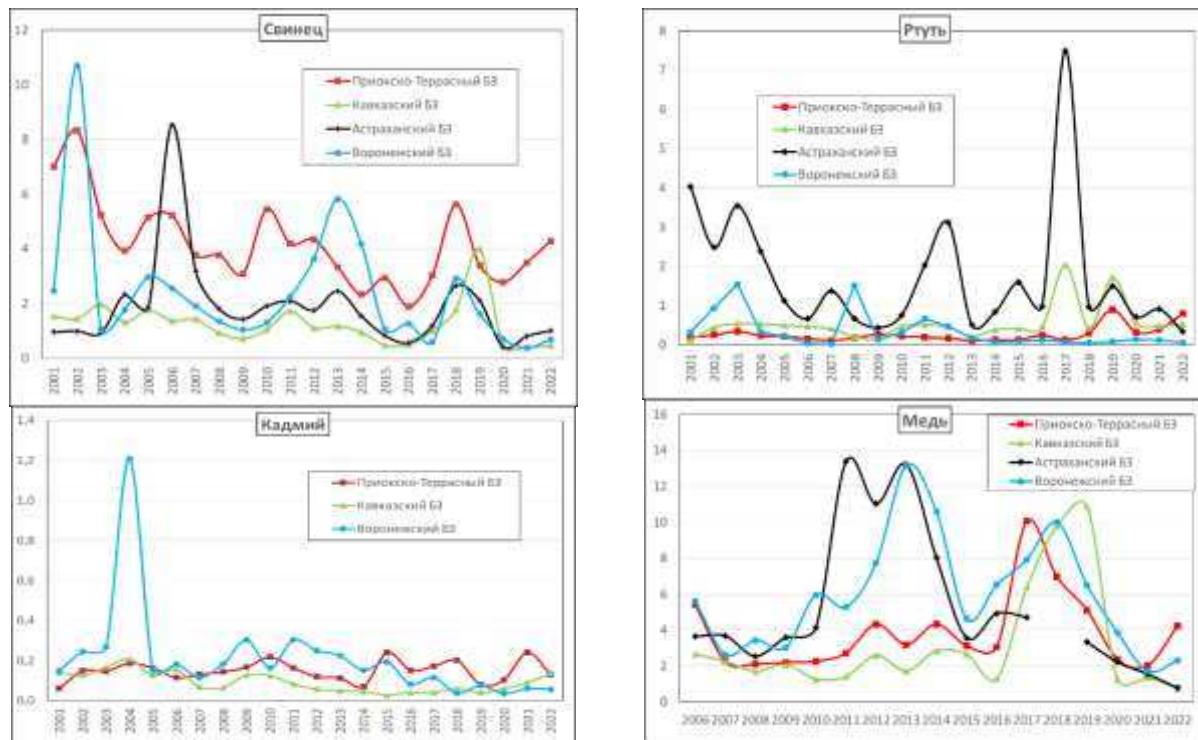


Рис. 2.35. Изменения среднего содержания тяжелых металлов в атмосферных осадках фоновых районов в 2001-2022 гг.

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 в рамках выполнения международной «Совместимой 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 2022 г. проводился на четырех станциях ЕМЕП, расположенных в северо-западном регионе России (Зареченск, Пинега) и в центральной части Европейской России: Данки (юг Московской области) и Лесной заповедник (Тверская область). Работавшая по программе ЕМЕП с 1980 г. станция Янискоски (69° с.ш.) была закрыта, и с начала 2022 г. вместо нее была организована новая станция ЕМЕП Зареченск (67° с.ш.), расположенная в том же Северо-Западном регионе, в Мурманской области. Несмотря на то, что из-за изменения места станции ЕМЕП предыдущий непрерывный ряд наблюдений прервался, открытие новой станции позволило провести текущую 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. 2.22, из которой видно, что в 2022 г. кислые осадки с $\text{pH} < 4$ практически не наблюдались; на всех станциях повторяемость выпадений атмосферных осадков с pH от 5 до 6 превышала 50%.

Таблица 2.22. Распределение измеренных значений показателя кислотности (ед. pH) по диапазонам характера закисления атмосферных осадков в районах расположения российских станций ЕМЕП в 2022 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	4,21	6,68	5,07	0	36	59	5	0
Пинега, 65	4,70	7,88	6,00	0	1	52	44	3
Лесной, 56	3,68	6,79	4,93	1	25	64	10	0
Данки, 55	4,41	7,32	5,19	0	20	70	9	1

По данным многолетних наблюдений сульфат-ион сохраняется 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 2022 г. составила 0,28 мг S /л на станции Зареченск, 0,30 мг S/л на станции Пинега, 0,21 мг S/л на станции Лесной заповедник (Тверская область), 0,35 мг S/л на станции Данки (в районе Приокско-Террасного биосферного заповедника). Пространственное распределение содержания нитратов в осадках практически совпало с распределением, характерным для сульфатов: значение среднегодовой концентрации составило 0,09 мг N/л на станции Зареченск (Мурманская обл.); на территориях более низких широт вдали от промышленных районов и крупных городов (станции Пинега и Лесной заповедник) содержание нитратов колебалось в пределах 0,06 - 0,10 мг N/л, а на станции Данки возросло до 0,20 мг N/л. Диапазон вариации концентраций ионов аммония в осадках составил 0,10 - 0,37 мг N/л. Во внутригодовом ходе максимальные концентрации сульфатов в районах станций ЕМЕП наблюдались в весенний и осенний периоды, при превышении значений в холодный период более чем в 3 раза по сравнению с теплым. Наиболее высокая концентрация нитратов и ионов аммония в осадках также 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 2022 г.: 0,09-0,19 и 0,17-0,46 г/м² в год для серы и суммарного азота соответственно. Потоки влажных выпадений серы и азота в зимний период были существенно ниже, чем в летний. Доля аммонийного азота составила около 60% от суммарного влажного выпадения азота.

Многолетние вариации выпадений связаны с межгодовой изменчивостью сумм осадков (вариации 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. 2.36. При относительно большой вариации годовых значений можно отметить отсутствие выраженного уменьшения сумм влажных выпадений за период действия Гетеборгского протокола (подписан в 1999 г.) с незначительными характеристиками линейного тренда. Результаты расчета многолетних выпадений азота с осадками в виде сумм нитратных и аммонийных соединений представлены на рис. 2.37. В целом в 2022 г. отмечено уменьшение влажных выпадений, как серы, так и азота на всех российских станциях ЕМЕП.

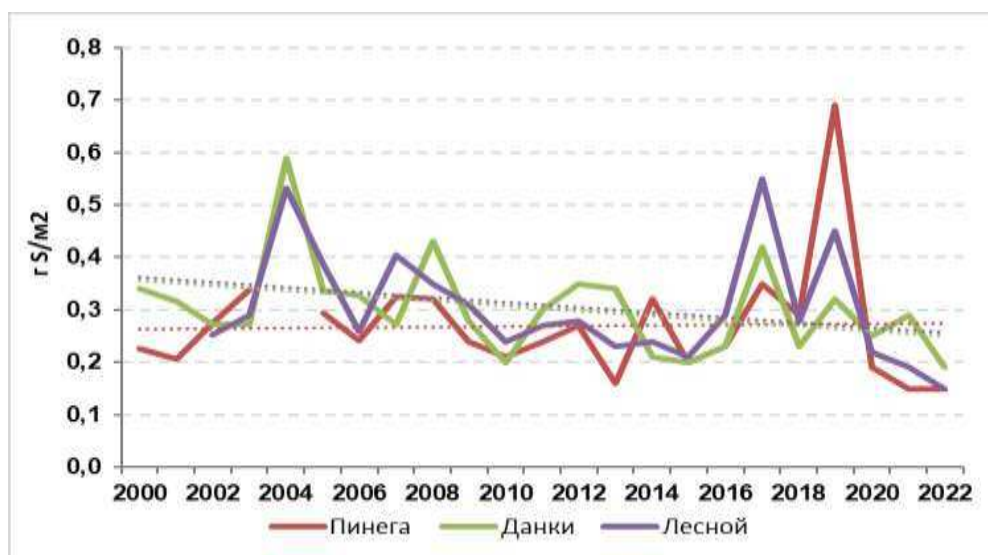


Рис. 2.36. Многолетние выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г S/м²/год)

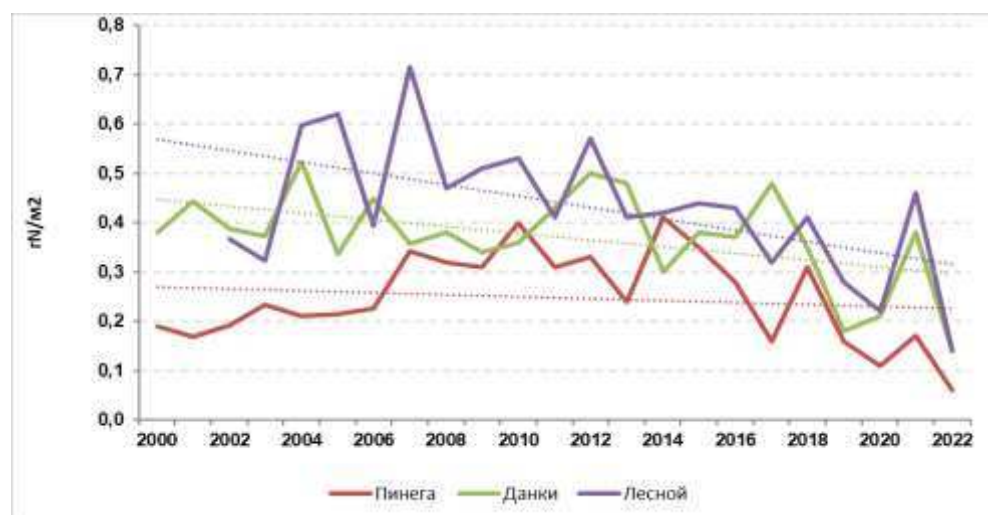


Рис. 2.37. Многолетние выпадения суммарного азота (нитратного и аммонийного) из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г N/м²/год)

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 2022 г. и значений критических нагрузок по этим элементам для районов расположения станций, представленных в табл. 2.23, позволяют сделать вывод, что выпадения серы и азота существенно ниже уровня критических нагрузок для регионов России в районах расположения российских станций ЕМЕП.

Таблица 2.23. Сравнение годовых влажных выпадений в 2022 г. и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП

Станция	Влажные выпадения и критические нагрузки для серы, г S/м²/год		Влажные выпадения и критические нагрузки для азота, г N/м²/год	
	Выпадения	Нагрузки	Выпадения	Нагрузки
Зареченск	0,09	0,32-0,64	0,08	<0,28
Пинега	0,15	0,32-0,64	0,06	<0,28
Лесной	0,15	1,6-2,4	0,14	0,56-0,98
Данки	0,19	1,6-2,4	0,14	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.

По данным за последние 15 лет с учетом измерений в 2022 г. среднегодовое содержание газовых примесей в воздухе имело тенденцию к возрастанию только для SO_2 и NH_3 на станциях ЕАНЕТ в регионе оз. Байкал; там же, на станциях Иркутск и Листвянка в целом отмечается более высокое среднее содержание SO_2 (рис. 2.38)*. На станции Приморская продолжает наблюдаться снижение концентраций кислотообразующих веществ в атмосферном воздухе, при этом все еще характерны более высокие, по сравнению с другими станциями, концентрации в атмосферных аэрозолях. На станции Монды характерны наиболее низкие концентрации наблюдаемых веществ в течение всего периода проведения мониторинга. В годовом ходе содержания в воздухе аэрозолей сульфатов и нитратов на региональных станциях хорошо выражен максимум во второй половине холодного периода.

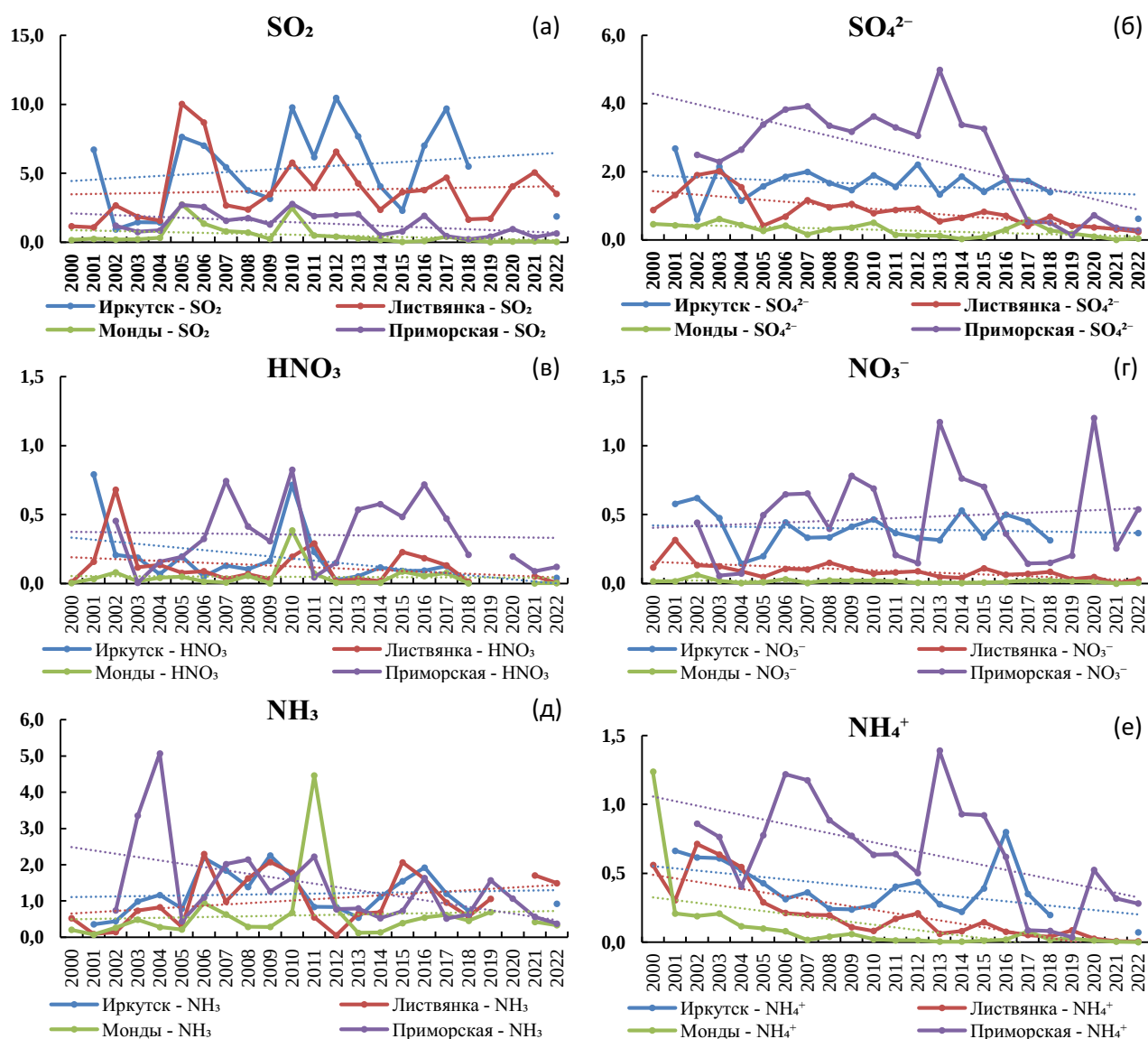


Рис. 2.38. Изменения средних годовых концентрации соединений серы (а, б) и азота (в, г, д, е) в атмосферном воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг м^{-3})

Среднее содержание SO_2 на станциях Листвянка и Иркутск значительно превышало уровни, отмечавшиеся на других станциях ЕАНЕТ, возрастая, в основном, за счет высоких значений зимой (рис. 2.39). Для всех станций наблюдается снижение за последние 15 лет концентраций азот- и серосодержащих компонентов аэрозолей. Это ведет к уменьшению содержания взвешенных частиц в целом, так как в их химическом составе наибольшие вклады за весь период наблюдения на всех станциях ЕАНЕТ были характерны для сульфатов, определяющих 40-60% состава атмосферных аэрозолей по массе. В Приморском крае характерное ранее преобладание аэрозольной фракции сульфосодержащих соединений сменилось в период 2018-2022 гг. на небольшое преобладание газовых фракций. При

этом в общем составе измеряемых веществ в атмосфере возрос относительный вклад газообразного восстановленного азота (аммиака), особенно в теплый период.

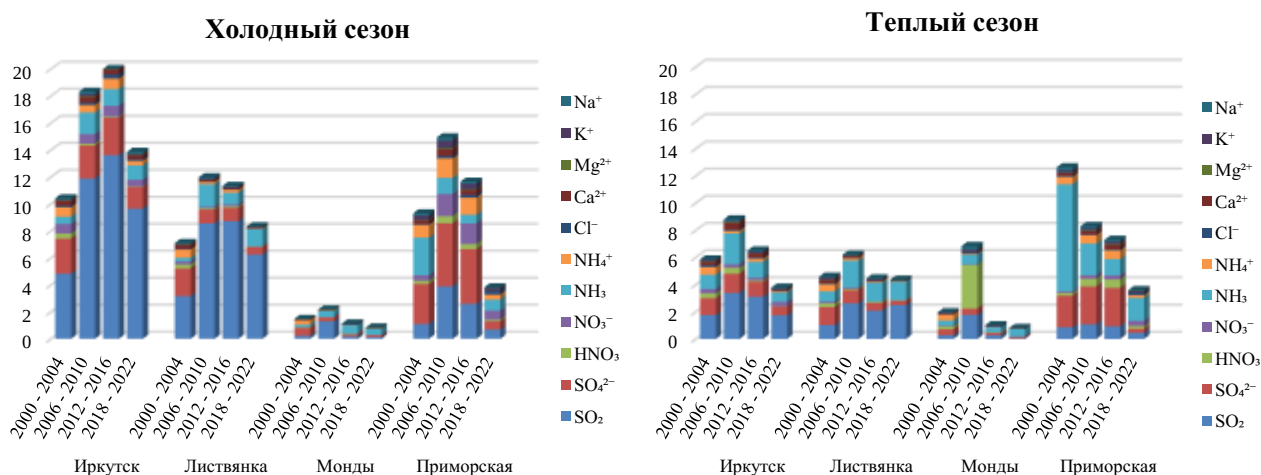


Рис. 2.39. Изменение средних пятилетних значений содержания кислотообразующих веществ в общем составе аэрозолей и газов (мкг м^{-3}) на станциях ЕАНЕТ в холодный (слева) и теплый (справа) периоды в 2000-2022 гг.

В зимние месяцы года на Дальнем Востоке (в Приморье) наблюдается относительно малое количество осадков, в январе 2022 г. зафиксировано отсутствие атмосферных выпадений. Самая высокая среднемесячная концентрация сульфатов там наблюдалась в ноябре ($11,8 \text{ мг/л}$), что в 3 раза выше среднегодовой концентрации (рис. 2.40)**. Для азотсодержащих компонентов в этом регионе также наблюдалось увеличение концентраций в конце осени-начале зимы. На юге Восточной Сибири также прослеживается годовой ход концентраций практически всех веществ с наибольшими значениями в весенние и/или зимние месяцы. Сезонные изменения выпадений веществ определяются главным образом годовым ходом осадков, чем обуславливается несовпадение пиков концентраций и выпадений для Иркутска и Листвянки.

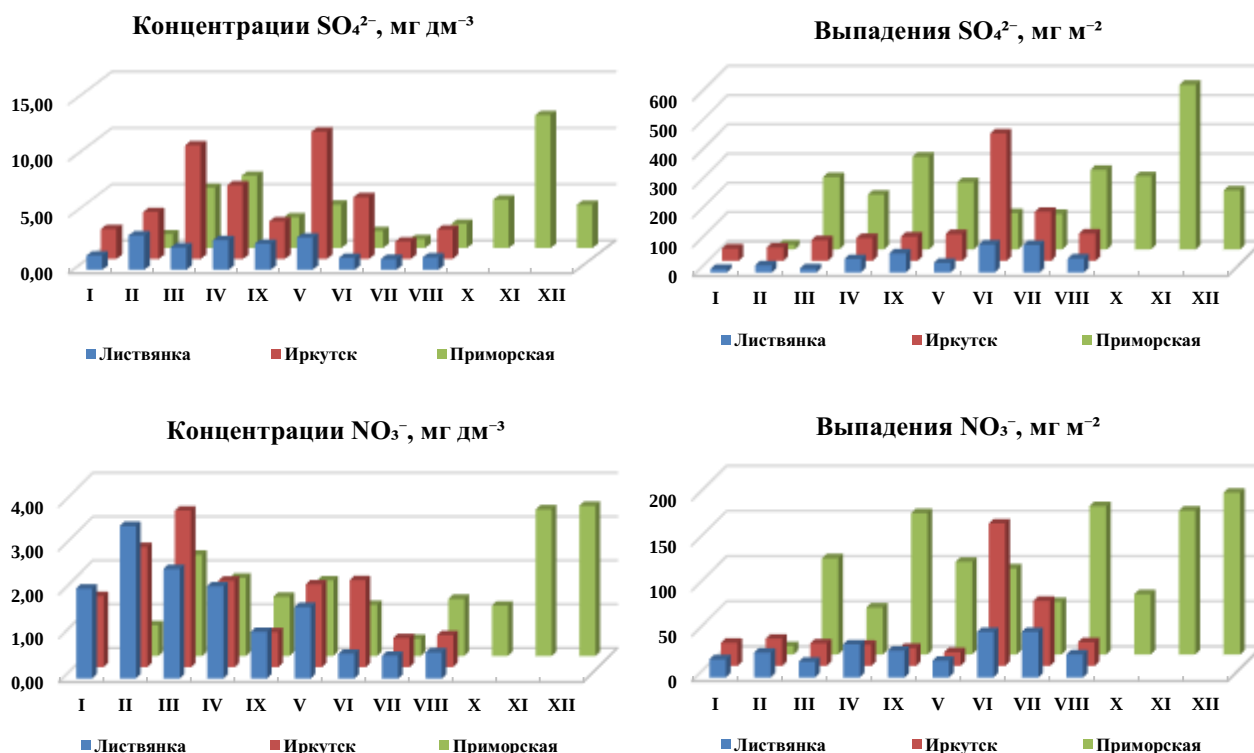


Рис. 2.40 (начало). Годовой ход концентраций (слева) и выпадений (справа) основных кислотообразующих ионов с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2022 г.

*В связи с отсутствием данных измерений, результаты расчетов за 2022 г. для станции Приморская были получены за период до июня 2022 г.

**В связи с отсутствием данных измерений, концентрации и выпадения наблюдаемых компонентов с атмосферными осадками для станций Листвянка и Иркутск приведены только до сентября 2022 г.

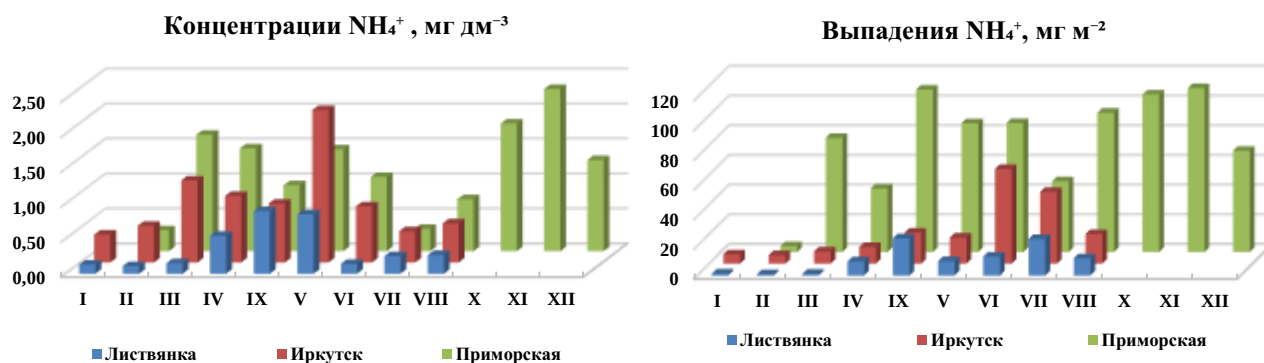


Рис. 2.40 (окончание). Годовой ход концентраций (слева) и выпадений (справа) основных кислотообразующих ионов с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2022 г.

2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности

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

Почва и растительность являются главными депонирующими средами наземных экосистем, в которых происходит долговременное накопление элементов и веществ глобального и регионального уровней рассеяния, в том числе обладающих экотоксичными свойствами. Наблюдения за текущими уровнями аккумуляции загрязняющих веществ, а также выявление многолетних трендов их изменения в регионах РФ проводится на станциях комплексного фоновой мониторинга (СКФМ) государственной наблюдательной сети Росгидромета. Сеть СКФМ расположена на особо охраняемых природных территориях - биосферных заповедниках (БЗ) и национальных парках (НП), что определяет отсутствие импактных источников антропогенного загрязнения и возможность получения репрезентативных данных о фоновой геохимической обстановке на территории. На международном уровне сеть СКФМ входит в систему глобального мониторинга окружающей среды «The Global Environment Monitoring System» ЮНЕП, а пункты проводимых наблюдений включены во Всемирную сеть биосферных резерватов (БР) ЮНЕСКО (за исключением Алтайского БЗ/Яйлю). В совокупности сеть СКФМ охватывает основные природные зоны и области высотной поясности горных систем на территории России.

При проведении мониторинга содержания загрязняющих веществ в почвах и растительности на СКФМ регулярно (один раз в 3-5 лет) по унифицированной схеме на постоянных пробных площадках 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 10×10 м² из верхнего минерального слоя профиля на глубину 10 см, а в лесных экосистемах - с общей площади выдела 25×25 м² 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 фоновой загрязненности 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.

В 2022 г., согласно ротационной схеме, учет текущих уровней накопления загрязняющих веществ в почвах и растительности производился в Приокско-Террасном, Воронежском, Кавказском, и Алтайском (Яйлю) биосферных заповедниках. Кроме того, в 2022 г. в сеть СКФМ включен новый пункт наблюдений - СКФМ Мариинск-Уральская, расположенная на особо охраняемой природной территории регионального значения - государственный природный заказник «Арчекаский кряж».

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. 2.24). 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 в дерново-подзолистых почвах ГПЗ «Арчекаский кряж» (Мариинск-Уральская СКФМ), которые могут определяться наличием природной и антропогенной аномалий меди в покровных отложениях Кемеровской области.

Таблица 2.24. Содержание тяжелых металлов и органических загрязнителей в почвах СКФМ за период 2018-2022 гг. (по последнему сроку наблюдения)

СКФМ	Опробованные почвы	Свинец	Кадмий	Медь	Бенз(а)пирен	сумма- ДДТ	У- ГХГЦ
		мг/кг			мкг/кг		
Центральный федеральный округ							
НП Смоленское Поозерье	Дерново-подзолистые супесчаные	8,8	0,35	11,9	0,2	≤0,2	≤0,2
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
Южный федеральный округ							
Кавказский БЗ	Горные бурые лесные суглинистые	39,2	0,06	24,2	0,2	18,5	0,7
Приволжский федеральный округ							
Волжско-Камский БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	3,2	0,11	2,6	0,2	35,6	1,0
Сибирский федеральный округ							
Алтайский БЗ (Яйлю)	Горно-луговые суглинистые	7,7	0,04	8,5	0,5	4,8	0,25
ГПЗ «Арчекасский кряж» (Мариинск-Уральская СКФМ)	Дерново-подзолистые суглинистые	18,6	0,27	86,5	-	-	-
Баргузинский БЗ	Горные мерзлотно- таежные суглинистые	4,9	0,23	6,1	0,5	15,5	1,7
Дальневосточный федеральный округ							
Командорский БР	Подзолы песчаные	5,2	0,17	10,4	0,3	36,0	1,1
ОДК _{вал} *		32 / 65 / 130	0,5 / 1 / 2	33 / 66 / 132	20	100	100
Кларк почв**		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 $pH_{KCl} < 5,5$ / близких к нейтральным и нейтральным почвам суглинистого и глинистого состава с $pH_{KCl} > 5,5$ соответственно

** Кларки элементов в верхней части континентальной земной коры по: А.П.Виноградову (1962) / K.H.Wedepohl (1995) / Z.Hu and S.Gao (2008) / Н.А.Григорьеву (2009)

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 НП Смоленское Поозерье, Кавказского, Волжско-Камского, Алтайского (Яйлю) и Баргузинского БЗ; в 8-14 раз для почв Астраханского и Приокско-Террасного БЗ; в 24 раза для почв Воронежского БЗ;

- для соединений кадмия - в 3-6 раз для почв НП Смоленское Поозерье, Кавказского и Астраханского БЗ; в 11-17 раз для почв Воронежского, Волжско-Камского и Алтайского (Яйлю) БЗ; в 33-70 раз для почв Приокско-Террасного и Баргузинского БЗ;

- для соединений меди - в 2-5 раз для почв Воронежского, Кавказского, Астраханского и Баргузинского БЗ; в 7-9 раз для почв НП Смоленское Поозерье, Волжско-Камского и Алтайского (Яйлю) БЗ; в 109 раз для почв Приокско-Террасного БЗ.

С санитарно-гигиенической позиции, принимая во внимание свойства почв, определяющие подвижность катионогенных элементов (гранулометрический состав и кислотность среды) текущие уровни содержания в почвах СКФМ соединений свинца, кадмия и меди не превышают 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 (рис. 2.41). Это может свидетельствовать об эпизодическом увеличении региональной антропогенной нагрузки на наземные экосистемы промышленно развитого региона с повышенной плотностью населения.

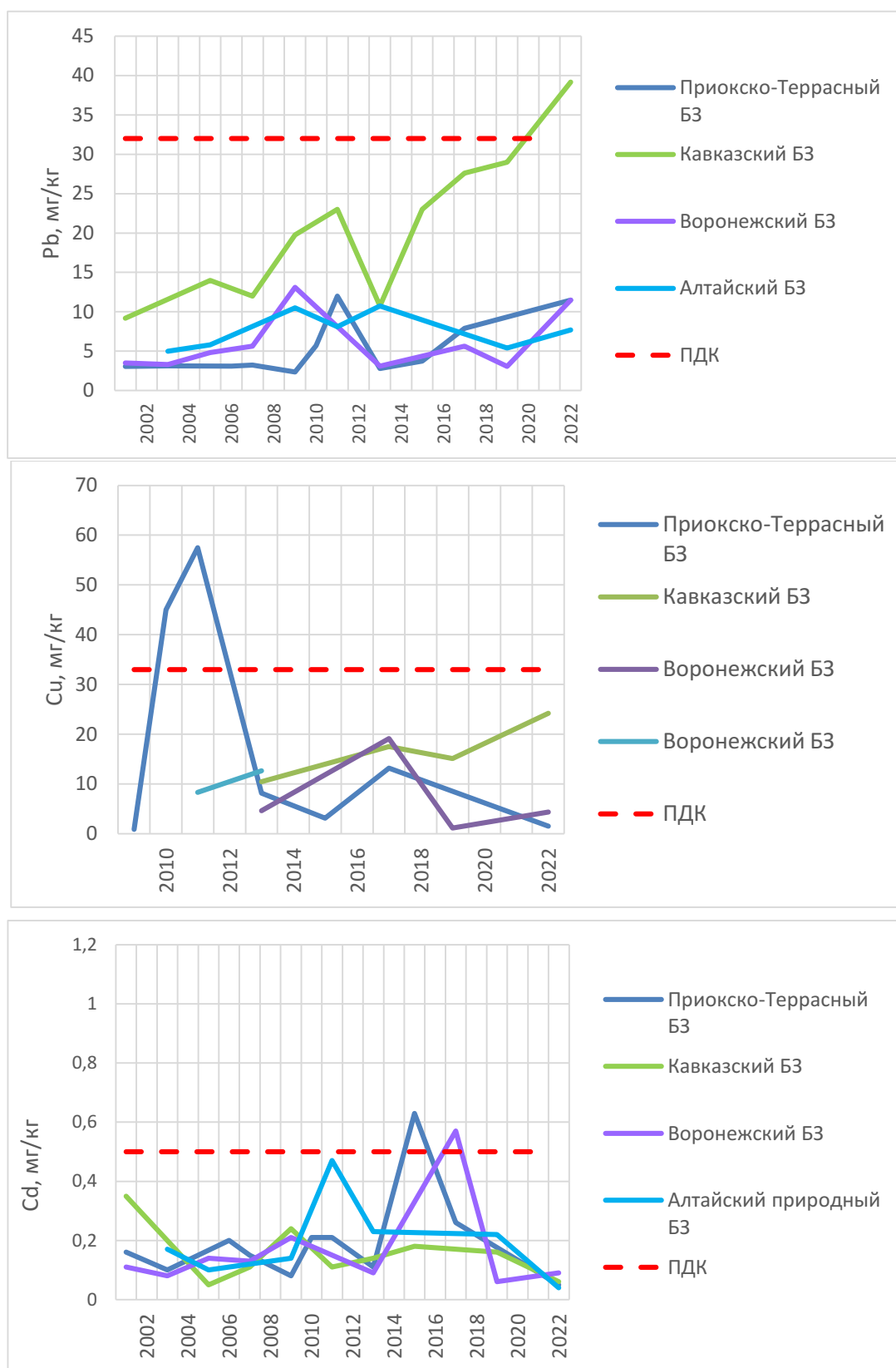


Рис. 2.41. Варьирование средних величин концентраций тяжелых металлов в почвах СКФМ

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 фоновое мониторинга с суглинистым составом периодически отмечаются достаточно высокие остаточные концентрации пестицида, поступившего ранее из атмосферы. Так, суммарное содержание ДДТ и его метаболитов, численно превышающее величину 0,5 ПДК, было зарегистрировано в дерново-подзолистых почвах Приокско-Террасного БЗ, Воронежского БЗ и Волжско-Камского БЗ, а также в горных мерзлотно-таежных почвах Баргузинского БЗ.

По результатам наблюдений за содержанием остаточных количеств инсектицида γ -гексахлорциклопексана (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

Растительный покров является первым ярусом наземных экосистем, который перехватывает и аккумулирует примеси при их сухом осаждении и мокром выпадении из атмосферы. Впоследствии помимо непосредственного фоллиарного задержания загрязняющих веществ растения накапливают в своих тканях экотоксиканты, поступающие в них из почвы путем метаболического и/или пассивного поглощения. Таким образом, накопление загрязняющих веществ в растительности служит важной характеристикой экологического состояния наземных экосистем.

За период наблюдений 2011-2022 гг., включая последний срок опробования, визуальное обследование состояния фитоценозов 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. 2.25).

Таблица 2.25. Средние концентрации тяжелых металлов и органических загрязнителей в растительности СКФМ в период 2018-2022 гг. (по последнему сроку наблюдения, на единицу абсолютно сухой массы растений)

Станция КФМ	Проба	Свинец	Кадмий	Медь	Бенз(а)пирен	сумма- ДДТ	γ-ГХГЦ		
		мг / кг			мкг / кг				
Центральный федеральный округ									
НП Смоленское Поозерье	Осина, листья	1,2	0,90	5,3	0,03	1,1	≤0,05		
	Липа, листья	3,4	0,39	9,2	0,03	-	-		
	Черника, листья	0,3	0,22	8,0	0,13	11,0	1,0		
	Мох	4,0	0,90	4,3	0,14	7,1	1,7		
Приокско-Террасный 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	-					
Южный федеральный округ									
Кавказский БЗ	Разнотравье	1,1	0,92	24,6	0,54	24,8	0,3		
Приволжский федеральный округ									
Волжско-Камский БЗ	Сосна, хвоя	2,5	0,40	4,2	0,25	12,0	4,0		
	Клен, листья	1,9	1,80	3,8					
	Рябина, листья	1,2	1,80	7,0	0,07	3,0	2,0		
	Черника, листья	0,8	1,40	5,2					
	Разнотравье	3,0	1,50	3,5					
	Мох	37,0	0,80	5,0					
				0,10				122,0	2,5
Сибирский федеральный округ									
Алтайский БЗ (Яйлю)	Разнотравье	0,8	1,50	4,0					
Баргузинский БЗ	Листва деревьев	0,5	0,60	2,3	0,25	3,4	1,5		
	Кедр, хвоя	0,7	0,30	1,9	0,35	13,0	3,4		
	Разнотравье	0,7	0,15	1,9	0,33	-	-		
	Мох	2,2	0,60	2,7					
Дальневосточный федеральный округ									
Командорский БР	Рододендрон	0,5	0,10	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, а также в листьях ветлы на площадке СКФМ Астраханского БЗ. При этом существенное превышение измеренных на всех СКФМ абсолютных величин содержания элемента в растениях над его фоновым 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, в отличие от тяжелых металлов, накапливаются в растительности СКФМ в незначительных количествах. Лишь повышенные остаточные концентрации ДДТ и его метаболитов в растительности мохового яруса Волжско-Камского БЗ могут свидетельствовать о длительности эффектов применения этого препарата в Приволжском ФО. Помимо этого, спорадическое повышение остаточных количеств ДДТ и его метаболитов в растительности фоновых территорий может определяться спецификой биоклиматических особенностей вегетации в годы наблюдений, а также пространственной неоднородностью распределения загрязнителей в наземных экосистемах.

Другие загрязнители органической природы – как бенз(а)пирен, так и γ -ГХГЦ – выявляются в растительности всех СКФМ лишь 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 (37,0 мг/кг) были отмечены в моховом покрове Волжско-Камского 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 растительности мохового яруса Волжско-Камского БЗ; а остаточных количеств γ -ГХГЦ (4,0 мкг/кг) – в хвое сосны Волжско-Камского 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 2022 г. наблюдения за содержанием в почвах фоновых участков ТМ, НП, фтора, нитратов, сульфатов, БП 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, Удмуртская, Чувашская, Нижегородской, Ульяновской и Самарской областей).

В табл. 2.26 представлены значения массовых долей нитратов, сульфатов и водорастворимого фтора в почвах фоновых площадок на территории Новосибирской, Кемеровской, Томской, Самарской и Свердловской областей, а также Приморского края.

Таблица 2.26. Массовые доли нитратов, сульфатов и водорастворимого фтора, мг/кг, в почвах фоновых площадок на территории Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Нитраты	Сульфаты	Фтор
Сибирский федеральный округ					
Западная Сибирь					
Новосибирск	Подзолистые	1995–2022	<u>2,0–36,5</u> 13,8	–	<u>0,2–4,1</u> 1,4
с. Прокудское					
Кемерово, д. Калинкино	Выщелоченный чернозём	1995–2022	<u>0,41–87,5</u> 42,4	–	<u>0,4–3,5</u> 1,2
ЮЮЗ 55 км от ГРЭС					
г. Томск, с. Ярское	Подзолистые	2001–2022	<u>1,5–156,7</u> 9,0	–	<u>0,3–3,8</u> 1,4
Ю 35 км от ГРЭС-2					
Иркутская область					
г. Зима	Дерново-луговые, серые лесные	2009, 2016, 2022	–	<u>24–547</u> 250,3	<u>1,1–3,3</u> 3,3
г. Саянск	Серые лесные	2009, 2016, 2022	–	<u>61–353</u> 6,7	<u>1,1–3,1</u> 3,1
Дальневосточный федеральный округ					
Приморский край					
г. Спасск-Дальний	Лугово-бурья оподзоленная	1997, 2006, 2014, 2022	–	<u>1,2–52,7</u> 52,7	–
г. Уссурийск	Лугово-бурья оподзоленная	1999, 2005, 2013, 2022	–	<u>6,5–66,4</u> 66,4	–
Приволжский федеральный округ					
Самарская область					
Волжский район	Чернозёмы	2006-2022	<u>1-47</u> 2,5	<u>24-216</u> 48,0	<u>0,2-3,3</u> 0,3
НПП «Самарская Лука»					

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Нитраты	Сульфаты	Фтор
3 100 км от г. Самара Волжский район АГМС п. Агрос ЮЗ 20 км от г. Самара		2006-2022	<u>0,7-36</u> 2,2	<u>16-149</u> 135,5	<u>0,6-4,1</u> 0,6
Уральский федеральный округ					
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 54 км от г. Екатеринбург	Подзолистые	1999-2022	<u>0,2-13,2</u> 3,9	–	–

Примечания: в знаменателе указаны результаты наблюдений 2022 г.;
– не определяли

Данные, представленные в табл. 2.26 демонстрируют значительные колебания содержания в почвах нитратов, сульфатов и фтора за рассматриваемый период. Следует отметить, что в 2022 г. на территории фоновой площадки с. Ярское Томской области содержание нитратов в почве (9,0 мг/кг) снизилось в 3,4 раза по сравнению с предыдущим годом наблюдений (30,9 мг/кг). В 2022 г. по сравнению с данными предыдущего обследования увеличились концентрации сульфатов в почвах фоновых площадок городов Спасск-Дальний и Уссурийск Приморского края в 44 и 3 раза соответственно. В целом, несмотря на варьирование содержания вышеуказанных химических веществ, превышение допустимых гигиеническими нормативами значений выявляется редко.

Результаты многолетних наблюдений за фоновыми валовыми и/или кислоторастворимыми (сравнимыми с валовыми) формами массовых долей кобальта, марганца, никеля, ртути в почвах отдельных регионов РФ представлены в табл. 2.27.

Таблица 2.27. Массовые доли валовых (или кислоторастворимых) форм кобальта, марганца, никеля и ртути, мг/кг, в почвах фоновых площадок на территории Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Co	Mn	Ni	Hg
Центральный федеральный округ						
Московская область Сергиево-Посадский район	Дерново-подзолистые	2005, 2013, 2022	<u>4,1–10,0</u> 4,1	<u>155,2-600</u> 155,2	<u>9,5-25,0</u> 9,5	–
Сибирский федеральный округ						
Иркутская область г. Зима	Дерново-луговые, серые лесные	2009, 2016, 2022	–	<u>113,0-777</u> 113,0	–	<u>0,03-0,1</u> 0,1
г. Саянск	Серые лесные	2009, 2016, 2022	–	<u>89,3-610</u> 89,3	–	<u>0,04-0,06</u> 0,06
Дальневосточный федеральный округ						
Приморский край г. Спасск-Дальний	Лугово-бурая оподзоленная	1997, 2006, 2014, 2022	<u>9,2-12</u> –	<u>373,5-995</u> 373,5	<u>10,3-18</u> 10,3	<u>0,04-0,07</u> 0,04
г. Уссурийск	Лугово-бурая оподзоленная	1999, 2005, 2013, 2022	<u>6,3-12</u> –	<u>565,5-895</u> 565,5	<u>8,6-18</u> 8,6	<u>0,04-0,06</u> 0,04
Уральский федеральный округ						
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 54 км от г. Екатеринбург	Дерново-подзолистые	1999-2022	<u>4-44</u> 18,8	<u>77-3110</u> 854,5	<u>1,5-53</u> 33,5	<u>0,01-0,20</u> 0,05
Приволжский федеральный округ						
Нижегородская область г. Арзамас	Дерново-подзолистые	2012, 2013, 2014, 2022	<u><2,2-11</u> 10	<u>188-520</u> 188	<u>19-25</u> 25	<u><0,02-0,04</u> 0,04
Самарская область НПП «Самарская Лука» 3 100 км от г. Самара	Черноземы	2006-2022	–	<u>43-515</u> 298,3	<u>11-87</u> 21,6	–
АГМС п. Агрос ЮЗ 20 км от г. Самара			–	<u>175-778</u> 334,1	<u>9-103</u> 39,3	–
Республика Башкортостан г. Агидель	Дерново-подзолистые	2006, 2012, 2022	8*	551*	<u>52-54</u> 52	–
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км	Дерново-подзолистые	2008-2022	2-8**	<u>250-613</u> 486,1	<u>2-36</u> 3,4	<u>0,01-0,04</u> 0,02
г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»			3-9**	<u>223-549</u> 452	<u>12-51</u> 21,2	<u>0,01-0,04</u> 0,02

Примечания: в знаменателе указаны результаты наблюдений 2022 г.;

* – данные наблюдений только за 2012 г.;

** – данные за период 2008–2015 гг.;

– не определяли

Массовые доли кислоторастворимых форм кадмия, меди, свинца, цинка и НП в почвах фоновых площадок на территории отдельных регионов Российской Федерации представлены в табл. 2.28. Данные многолетних наблюдений

демонстрируют, что за весь период наблюдений превышение установленных нормативов по содержанию в почвах токсикантов промышленного происхождения выявляется редко. При этом 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 представлены результаты обследований, проведенных с 1999 по 2022 гг. в районе п. Мариинск Свердловской области на площадке многолетних фоновых наблюдений.

Таблица 2.28. Массовые доли валовых (или кислоторастворимых) форм кадмия, меди, свинца, цинка и НП, мг/кг, в почвах фоновых площадок на территории Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год	Cd	Cu	Pb	Zn	НП
Центральный федеральный округ							
Московская область Сергиево-Посадский район	Дерново-подзолистые	2005, 2013, 2022	<u>0,2-0,3</u> 0,2	<u>14-17</u> 10,9	<u>14-15,4</u> 15,4	<u>26-45</u> 40,2	–
Сибирский федеральный округ							
Западная Сибирь г. Кемерово д. Калинкино	Выщелоченный чернозём	1995-2022	<u><0,1-6,3</u> 0,5	<u>4-41</u> 20,6	<u>5-31</u> 15,8	<u>18-169</u> 48,0	<u>5,6-110</u> 5,6
г. Новокузнецк пос. Ключи	Подзолистые	2022	0,3	20,9	12,7	58,3	–
г. Новосибирск с. Прокудское	Подзолистые	1995-2022	<u><0,1-3,0</u> 0,3	<u>3-30</u> 13,9	<u>1,6-40</u> 8,2	<u>5-129</u> 30,5	<u>9-264</u> 38,8
г. Томск, с. Ярское	Подзолистые	2001-2022	<u><0,1-0,9</u> 0,4	<u>2-21,3</u> 13,5	<u>4,1-27</u> 8,9	<u>22-200</u> 37,3	<u>20-296</u> 91,2
Иркутская область г. Зима	Дерново-луговые, серые лесные	2009, 2016, 2022	<u>1,3-1,7</u> 1,3	<u>12-29</u> 12,2	<u>12-83</u> 12,5	<u>32-64</u> 39,7	–
г. Саянск	Серые лесные	2009, 2016, 2022	<u>1,0-1,3</u> 1,3	<u>7,2-39</u> 7,2	<u>10-83</u> 12,5	<u>15-57</u> 30,0	–
Дальневосточный федеральный округ							
Приморский край г. Спасск-Дальний	Лугово-бурья оподзоленная	1997, 2006, 2014, 2022	<u>0,02-0,4</u> 0,02	<u>12-14,6</u> 14,6	<u>19-20,0</u> 20,0	<u>45-60,4</u> 60,4	–
г. Уссурийск	Лугово-бурья оподзоленная	1999, 2005, 2013, 2022	<u><0,01-0,4</u> <0,01	<u>12-15,5</u> 15,5	<u>18-23</u> 22,8	<u>42,8-63</u> 42,8	–
Уральский федеральный округ							
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 54 км от г. Екатеринбург	Дерново-подзолистые	1999-2022	<u>0,3-2,2</u> 0,3	<u>15-281</u> 86,5	<u>7,0-137</u> 18,5	<u>44-213</u> 73,8	–
Приволжский федеральный округ							
Нижегородская область г. Арзамас	Дерново-подзолистые	2012, 2013, 2014, 2022	<u><0,5-4,0</u> <0,5	<u>16-29</u> 17	<u><6-20</u> <6	<u>52-77</u> 46	<u>25-111</u> 25
Самарская область НПП «Самарская Лука» АГМС п. Агрос ЮЗ 20 км от г. Самара	Черноземы	2006-2022	<u>0,2-2,8</u> 0,2 <u>0,1-2,5</u> 0,3	<u>7-118</u> 16,3 <u>8-55</u> 29	<u>8-88</u> 14,4 <u>1-21</u> 16,4	<u>35-219</u> 65,3 <u>31-271</u> 44	<u>9-175</u> 99,7 <u>2,4-69,2</u> 95,1
Республика Башкортостан г. Агидель	Дерново-подзолистые	2006, 2012, 2022	0,2*	<u>11-26</u> 26	<u>6-15</u> 6	<u>41-220</u> 57	–
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км	Дерново-подзолистые	2008-2022	<u>0,1-0,5</u> 0,2	<u>1,2-11</u> 1,9	<u>3-18</u> 3,1	<u>9,3-180</u> 14,8	<u>2,3-96</u> 33,0
г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»		2008-2022	<u>0,1-1,1</u> 0,6	<u>5-28,8</u> 8,8	<u>2,3-22</u> 4,7	<u>17-89,6</u> 28,2	<u>15-150</u> 42,0

Примечание: в знаменателе указаны результаты наблюдений 2022 г.

* – данные наблюдений за 2006 г.

Кислоторастворимые формы

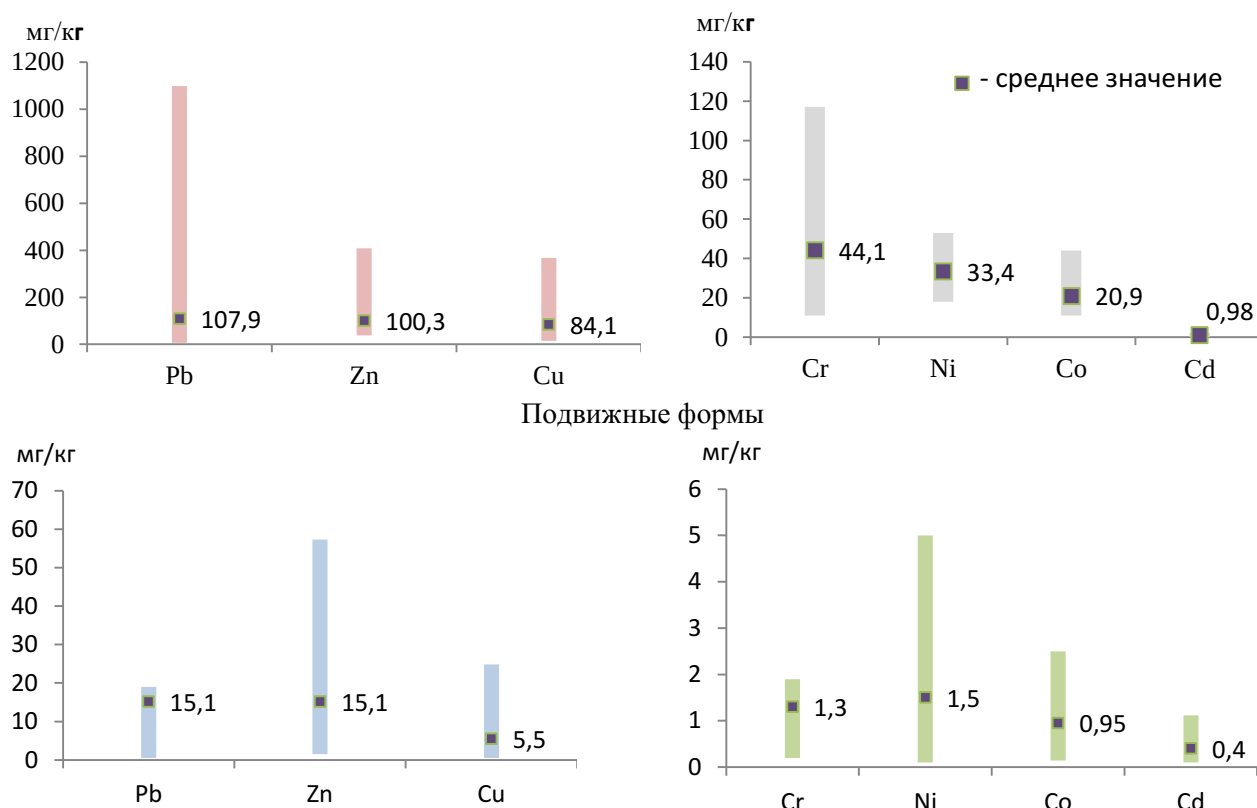


Рис. 2.42. Диапазон варьирования и среднее содержание кислоторастворимых и подвижных форм металлов в почве фонового участка п. Мариинск (Свердловская область) по данным наблюдений 1999-2022 г.

На территории Приморского края в 2022 г. содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве определялось на фоновых площадках вблизи городов Спасск-Дальний и Уссурийск. В почве фонового участка в районе г. Спасск-Дальний концентрация подвижных форм свинца составила 0,41 мг/кг, никеля – 0,34 мг/кг, цинка – 0,65 мг/кг, марганца – 92 мг/кг, меди – 0,16 мг/кг. В почве фоновой площадки г. Уссурийск содержание подвижных форм свинца было выявлено на уровне 1,1 мг/кг, меди – 0,23 мг/кг, кадмия – 0,03 мг/кг, никеля – 0,29 мг/кг, цинка – 0,65 мг/кг, марганца – 71 мг/кг.

Содержание нефтепродуктов (углеводородов) в почве подвержено колебаниям. Так, в 2022 г., по сравнению с результатами предыдущего обследования, было отмечено существенное снижение концентрации НП в почвах фоновых площадок д. Калинкино Кемеровской области и с. Ярское Томской области. Содержание нефтепродуктов в почвах фоновых участков в Омской области, по результатам проводившихся обследований, находилось в диапазоне от 20 до 155 мг/кг.

Массовая доля БП в 2022 г. определялась в почвах фоновых участков городов Спасск-Дальний и Уссурийск Приморского края. Фоновые значения содержания БП в почве вышеуказанных населенных пунктов не превышали 0,005 мг/кг.

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 обследований концентрация мышьяка в почве с. Прокудское изменялась в диапазоне 4,1–8,4 мг/кг, в с. Ярское – 3,3–7,1 мг/кг.

В большинстве регионов значения 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 массовых долей химических веществ в почвах выявляются редко. За многолетний период наблюдений превышение предельно допустимых и ориентировочно допустимых концентраций химических веществ в почвах 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 2022 г. фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства фоновых районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы, и составило для ртути 0,06–1,68 мкг/л, свинца 0,11–1,25 мкг/л, кадмия 0,02–0,39 мкг/л. На Азиатской части России фоновые концентрации тяжелых металлов, как правило, ниже, чем на ЕЧР (табл. 2.29).

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

Таблица 2.29. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети КФМ

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2022 г.	Диапазон	2022 г.	Диапазон	2022 г.
Кавказский БЗ	1982-2022	0,2-16,0	1,25	0,004-2,5	0,20	0,03-40,0	0,42
Приокско-Террасный БЗ	1987-2022	нпо-39,4	0,11	0,03-3,5	0,03	0,03-8,7	0,37
Астраханский БЗ	1988-2022	0,08-128	0,73	0,1-413	0,39	0,01-74	0,85
Воронежский БЗ	1990-2022	0,16-50	0,86	0,01-4,6	0,02	0,06-2,75	1,68
Яйлю	2002-2022	0,01-3,6	0,21	0,01-1,7	0,02	0,01-0,44	0,06

2.6. Радиационная обстановка на территории России

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

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

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

В 2022 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 1 269 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 ^{90}Sr 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 2022 г. по сравнению с 2021 г. существенно не изменилась.

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

2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха

Загрязнение атмосферы техногенными радионуклидами на территории РФ в настоящее время, в основном, обусловлено выбросами предприятий ядерного топливного цикла и 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 экспозицией, затем в них определялось содержание суммарной бета-активности радионуклидов и отдельных гамма-и бета-излучающих радионуклидов техногенного и естественного происхождения.

В 2022 г. наиболее заметные изменения среднегодовых значений объемной ΣB в приземном слое атмосферы наблюдались в Восточной Сибири. На юге Восточной Сибири наблюдалось увеличение от $28,7 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ до $35,53 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$, а в северной части региона активность сохранилась приблизительно на уровне предыдущего года и составила $20,65 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ (в 2021 г. - $21,16 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$).

На ЕЧР изменения среднегодовых значений объемной ΣB в приземном слое атмосферы в 2022 г. по сравнению с 2021 г. были незначительны, включая загрязненную зону (Брянск, Курск). В загрязненной зоне значение объемной ΣB увеличилось до $10,7 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ (в 2021 г. - $9,2 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$). В центре ЕЧР произошло уменьшение от $21,4 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ в 2021 г. до $19,4 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ в 2022 г. На АЧР, в целом, наблюдалось некоторое увеличение объемной ΣB (от $21,8$ до $22,8 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$), наибольшее наблюдалось на юге восточной Сибири (от $28,7$ до $35,5 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$).

В результате в 2022 г. в среднем по России значение объемной ΣB в приземном слое атмосферы практически не изменилось и составило $17,0 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$ (в 2021 г. - $16,4 \cdot 10^{-5} \text{ Бк/м}^3$).

Следует отметить низкий уровень объемной ΣB в Заполярье - $4,42 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2021 г. - $4,31 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Такую динамику объемной ΣB в приземном слое атмосферы можно рассматривать как устойчивую радиационную обстановку на территории России и некоторую стабилизацию глобального техногенного фона (рис. 2.43).

В районе ПО «Маяк» в пос. Новогорный (Челябинская обл.) в 2022 г. наблюдалось снижение величины объемной ΣB - до $18,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2021 г. - $25,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

В 2022 г. в отдельных пунктах наблюдались существенные отклонения значений объемной ΣB от среднемесячных. Такими пунктами являются Балаково (Саратовская обл.) ($141,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в сентябре) и Обнинск (Калужская обл.) ($119,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в декабре), при среднемесячных значениях $50,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $30,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно.

На АЧР максимальные величины объемной ΣB в 2022 г. наблюдались в пунктах Большая Мурта, Верхнее Дуброво и Хабаровске - $179,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, $174,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $173,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно. Среднегодовое значение объемной ΣB по АЧР составило $22,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2021 г. - $21,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

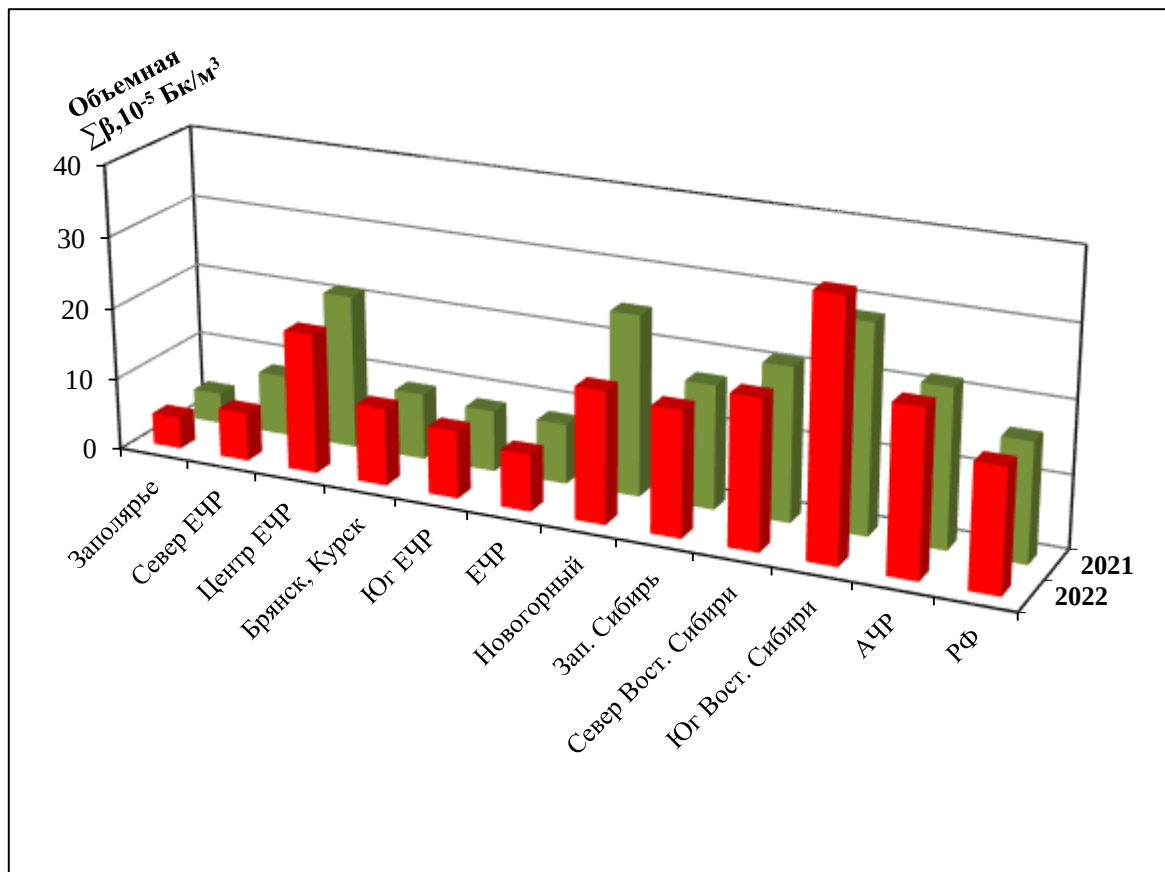


Рис. 2.43. Средние значения объемной ΣB в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2021-2022 гг., 10^{-5} Бк/м³

По данным наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферы по ΣB радионуклидов в 2022 г. случаев экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) на территории России не было зафиксировано. Случаи высокого загрязнения (ВЗ) были зафиксированы: 34 случая кратковременного превышения над фоновыми уровнями объемной ΣB в аэрозолях и 46 случаев по ΣB в выпадениях (в 2021 г. - 27 случаев в аэрозолях и 10 случаев по выпадениям).

Максимальные зарегистрированные величины объемной ΣB в 2022 г. наблюдались в пунктах Большая Мурта ($132,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и Сухобузимское ($115,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) Красноярского края зимой, что связано с использованием органического топлива для отопления домов, зданий и помещений. В пробах атмосферных аэрозолей с повышенной по сравнению с фоновой активностью техногенных радионуклидов не было зарегистрировано.

Наиболее высокие случаи ВЗ по выпадениям ΣB были зафиксированы в пунктах Канск ($105,58$ Бк/м²·сутки) и Астрахань ($83,58$ 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 ^{137}Cs , как основного дозобразующего техногенного радионуклида, рассматривается как показатель общего техногенного воздействия.

Среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная активность ^{137}Cs 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 ^{137}Cs в воздухе вне загрязненных зон в 2022 г. наблюдалась в мае в г. Курчатов (Курская обл.) - $28 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Повышенные относительно фоновых среднемесячные значения наблюдались в городах Брянске - $14,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Курске - $12,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Нововоронеже - $10,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

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

На загрязненных в результате Чернобыльской аварии территориях ЕЧР (Брянск, Курск) вследствие ослабления вторичного ветрового подъема среднегодовое содержание радионуклидов в воздухе несколько снизилось, но

сохраняется достаточно высоким. В 2022 г. объемная активность ^{137}Cs в воздухе на загрязненных территориях составила $5,1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ против $2,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в центре ЕЧР.

Повышенное содержание техногенных радионуклидов в приземном слое воздуха регулярно регистрируется и в районах, расположенных в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» на Южном Урале. В п. Новогорный максимальная среднемесячная объемная активность ^{137}Cs ($157,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) наблюдалась в августе 2022 г., а среднемесячная за 2022 г. составила $40,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в 2021 г. - $66,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), что на пять-шесть порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009.

Выпадения ^{137}Cs в п. Новогорный уменьшаются ежегодно, однако до сих пор превышают фоновые уровни, характерные для незагрязненных зон. Годовые выпадения ^{137}Cs здесь в 2022 г. составили $4,7$ Бк/м²-год (в 2021 г. - $5,9$ Бк/м²-год).

Диапазон изменений средней по РФ плотности выпадений ^{137}Cs из атмосферы на подстилающую поверхность в 2010-2022 гг. 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 ^{137}Cs в воздухе были на шесть-семь порядков ниже допустимой объемной активности ^{137}Cs в воздухе для населения (ДОА_{НАС}.) по НРБ-99/2009.

Средняя объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере в 2022 г. не превысила уровень 2021 г. и ряда предшествующих лет, когда ее величина была менее $1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Выпадения ^{90}Sr из атмосферы на большей части территории РФ были ниже предела обнаружения ($<0,2$ Бк/м²-год).

Среднее содержание трития (^3H) в осадках по РФ, начиная с 2010 г., когда полностью истощился стратосферный резервуар радионуклидов, сформировавшийся в период испытания ядерного оружия в атмосфере (последний ядерный взрыв в 1980 г. в Китае), колеблется около значения в $1,5$ 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

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

С 2008 г. средняя объемная активность ^{90}Sr 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 ^{90}Sr в воде рек Колва (п. Чердынь), Вишера (п. Рябинино), Кама (п. Тюлькино) Пермского края, расположенных в районе взрыва трех ядерных зарядов (мощностью 15 кТ каждый), проведенного в мирных целях по проекту «Канал» в марте 1971 г. на глубине 128 м.

На АЧР наиболее загрязненной 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 реки ^{90}Sr до сих пор сохраняется достаточно высоким - от $2,6$ Бк/л до $3,4$ Бк/л. Приведенные значения уровня загрязнения ^{90}Sr реки Течи находятся ниже уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 ($4,9$ Бк/л).

Начиная с 2010 г., объемная активность трития в водах рек, осредненная по всем пунктам наблюдения на реках, 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 $1,58$ мБк/л в Охотском море (в 2021 г. - $1,63$ мБк/л) до $2,08$ мБк/л в Баренцевом море (в 2021 г. - $2,14$ мБк/л). В Каспийском море в 2022 г. было $4,05$ мБк/л (в 2021 г. наблюдения не проводились).

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. Среднегодовые значения МАЭД в разных федеральных округах отклоняются от многолетних величин в пределах $0,01$ - $0,03$ мкЗв/ч и носят случайный характер.

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 (УФО) среднегодовая объемная активность в 2022 г. была равна $6,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наиболее высокие величины объемной активности ^{137}Cs характерны для ЕЧР - ПФО, ЮФО и ЦФО, где среднегодовые значения находятся в диапазоне $(1-8) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В 2022 г. в большинстве пунктов наблюдения СФО, включая пункты, расположенные вблизи РОО, активность ^{137}Cs была ниже порога обнаружения. Значимые концентрации неизменно фиксировались в п. Уяр, Омск и Сухобузимское - в диапазоне от $0,8$ до $3,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднее по СФО значение объемной активности ^{137}Cs в 2020-2022 гг. находилось в диапазоне средневзвешенных значений по РФ, которые в эти годы составили $1,4$ - $1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В 2022 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.

После зарегистрированного в 2013 г. роста среднегодового значения объемной активности ^{137}Cs в СЗФО до $5,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, обусловленного радиационным инцидентом в г. Электросталь Московской обл., в 2017-2022 гг. ее значение снизилось до характерных для округа значений - около $1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В 2021-2022 гг. наиболее высокие

значения объемной активности ^{137}Cs были зарегистрированы в Санкт-Петербурге, Сыктывкаре и Вологде, 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 2022 г. в УФО и СФО была в диапазоне $(0,2-2) \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 , а в ДВФО - $(0,5-2) \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 . Наибольшая среднегодовая активность $(2 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3) наблюдалась в В. Дуброво и Благовещенске.

В федеральных округах ЕЧР - СЗФО, ПФО, ЦФО, ЮФО - активность ^{90}Sr находилась в диапазоне от 0,1 до $1,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/ м^3 .

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

Диапазон средних величин плотности атмосферных выпадений ^{137}Cs по федеральным округам в 2022 г. сравнительно небольшой - наименьшая измеренная плотность выпадений ^{137}Cs была отмечена в ЦФО - 0,11 Бк/ м^2 -год, наибольшая: в УФО - 0,78 Бк/ м^2 -год. В ДВФО и СФО во всех субъектах федерации плотности атмосферных выпадений ^{137}Cs были ниже порога обнаружения ($<0,01$ Бк/ м^2 -год).

Высокие годовые выпадения ^{137}Cs регистрировались, как и ранее, на загрязненных территориях. Самые высокие годовые выпадения ^{137}Cs наблюдались в районе расположения ПО «Маяк» в п. Новогорном, где выпадения, как и в предыдущие годы, на порядок превышали средние значения по округу.

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 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 увеличилось и колебалось в диапазоне 15-20 мБк/л.

В воде рек и озер, в водосборе которых нет загрязненных территорий, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2021-2022 гг. была в пределах от 2 мБк/л до 6 мБк/л. Повышение содержания, как правило, связано с наличием в их водосборе РОО.

В воде морей, омывающих территорию России, ^{90}Sr также содержится в заметных количествах. Величина его активности определяется, в значительной степени, открытостью моря - его связью с океаном. Наименьшие его содержания в последнее десятилетие наблюдаются в Авачинской губе Тихого океана - от 1 мБк/л до 1,6 мБк/л. Значительно выше активности ^{90}Sr в водах Белого моря - от 2 мБк/л до 3,5 мБк/л и, особенно, Каспийского - от 3,5 мБк/л до 9 мБк/л, но в 2022 г. его содержание уменьшилось до 2,7 мБк/л. Стабильно высокая объемная активность ^{90}Sr наблюдается в Таганрогском заливе Азовского моря - около 6 мБк/л, куда впадает Дон, в водосборе которого есть значительные территории, загрязненные в результате аварии на Чернобыльской АЭС.

3. Загрязнение окружающей среды регионов России

3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов

Оценка состояния загрязнения атмосферного воздуха за 2022 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 2022 г. наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в России проводились в 249 городах на 688 пунктах, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 223 городах на 624 пунктах (рис. 3.1-3.2).

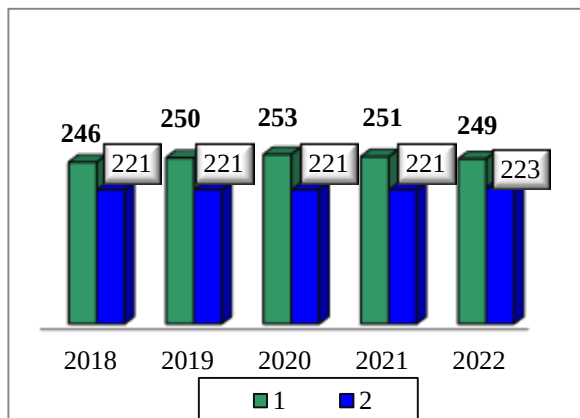


Рис. 3.1. Количество городов с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

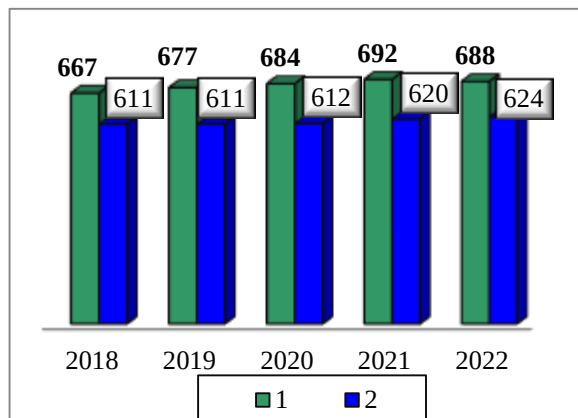


Рис. 3.2. Количество пунктов в городах с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

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_m).

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 концентрации сравниваются с ПДК среднесуточными (ПДКс.с.) и годовыми (ПДКс.г.), максимальные из разовых концентраций — с ПДК максимальными разовыми (ПДКм.р.), 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 2018-2022 гг. средние за год концентрации формальдегида увеличились на 4%, взвешенных веществ и бенз(а)пирена снизились на 19-24%, диоксида азота, оксида азота и оксида углерода снизились на 8-18%, диоксида серы – не изменились (табл. 3.1, рис. 3.9-3.14).

Таблица 3.1. Тенденция изменений средних за год концентраций загрязняющих веществ в городах РФ за период 2018-2022 гг.

Загрязняющее вещество	Количество городов	Тенденция средних за год концентраций, %
Взвешенные вещества	215	-19
Диоксид азота	236	-8
Оксид азота	158	-9
Диоксид серы	231	0
Оксид углерода	220	-18
Бенз(а)пирен	167	-24
Формальдегид	160	+4

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 6 и составило 205 (рис. 3.3), что связано со снижением запыленности воздуха в ряде городов (рис. 3.5, 3.9).

С учетом ранее действовавших нормативов количество таких городов увеличилось бы на 8 городов и составило 137, что связано с ростом концентраций формальдегида в городах в последние два года (рис. 3.8).

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

В 2022 г. список городов с оценкой степени загрязнения атмосферного воздуха соответствующей значению ИЗА≥14 включает 40 городов (рис. 3.4, таблица 3.4). По сравнению с предыдущим годом количество городов уменьшилось на 2.

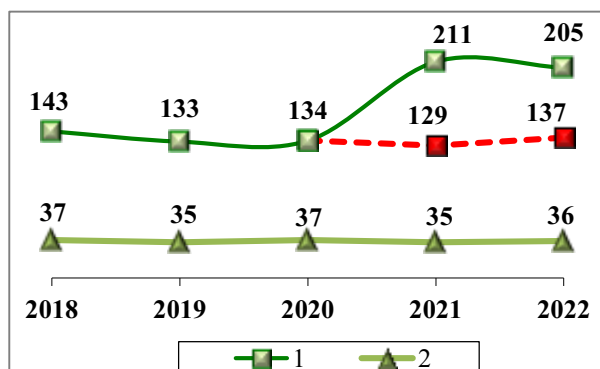


Рис. 3.3. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации одного или нескольких веществ превышали 1 ПДК с учетом прежних (2018-2022 гг.) и новых (2021-2022 гг.) нормативов (1), и отмечались значения СИ больше 10 (2)

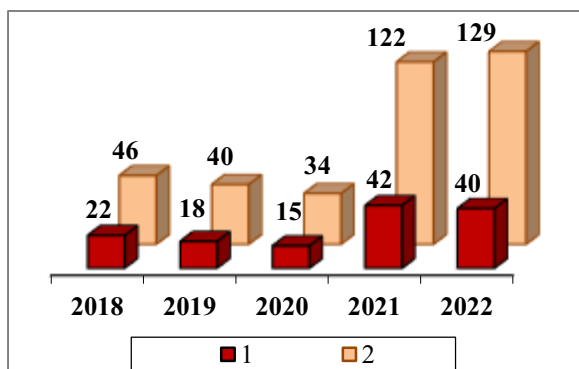


Рис. 3.4. Количество городов, в которых значение ИЗА>7 (2), в том числе, городов с ИЗА≥14 (1)

Тенденция изменений загрязнения атмосферного воздуха отдельными веществами

Количество городов, где средние за год концентрации *взвешенных веществ* превысили норматив содержания в атмосферном воздухе, по сравнению 2021 г. уменьшилось на 6 городов и составило 114 (рис. 3.5), *формальдегида* – на 2 города и составило 149 (рис. 3.8). Если учитывать прежние ПДК, то количество городов, где среднегодовые концентрации взвешенных веществ превысили 1 ПДК, в 2022 г. составило бы 36 (рис. 3.5), то есть за пять лет уменьшилось бы на 16 городов, а количество городов, где среднегодовые концентрации формальдегида превысили 1 ПДК, в 2022 г. составило бы 52 (рис. 3.8), то есть за пять лет увеличилось на 6 городов.

Количество городов, где средние за год концентрации *диоксида азота* превышали норматив содержания в атмосферном воздухе, за 5 лет уменьшилось на 12 городов, *бенз(а)пирена* – уменьшилось на 8 (рис. 3.6-3.7).

Количество городов, где максимальные концентрации взвешенных веществ превышали 10 ПДК, за пять лет увеличилось на 1 город (рис. 3.5), диоксида азота – увеличилось на 1 (рис. 3.6), бенз(а)пирена – снизилось на 3 города (рис. 3.7).

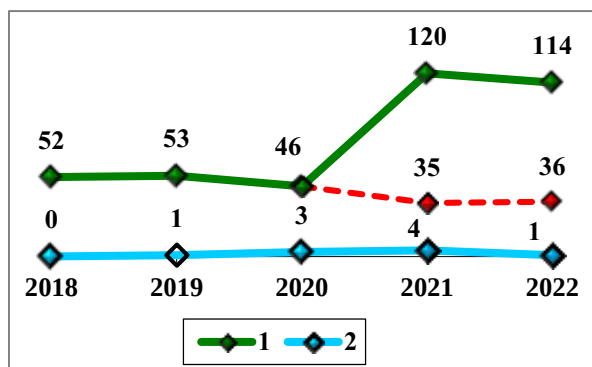


Рис. 3.5. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации взвешенных веществ превышали 1 ПДК (1) с учетом прежней и новой ПДК, СИ взвешенных веществ больше 10 (2)

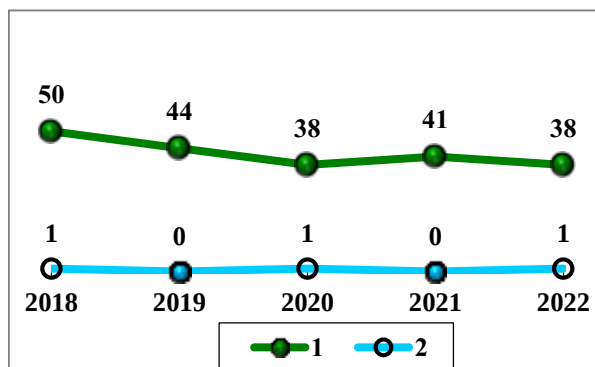


Рис. 3.6. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации диоксида азота превышали 1 ПДК (1), СИ диоксида азота больше 10 (2)

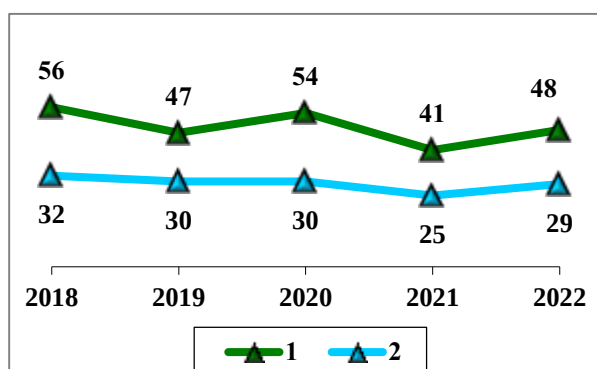


Рис. 3.7. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации бенз(а)пирена превышали 1 ПДК (1), СИ бенз(а)пирена больше 10 (2)

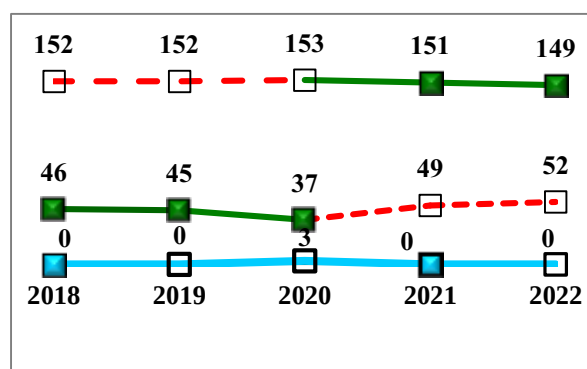


Рис. 3.8. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации формальдегида превышали 1 ПДК, с учетом прежней (средний ряд значений) и новой ПДК (верхний ряд), СИ формальдегида больше 10 (нижний ряд)

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 (величины предельно допустимых концентраций представлены с учетом нормативов СанПиН 1.2.3685-21).

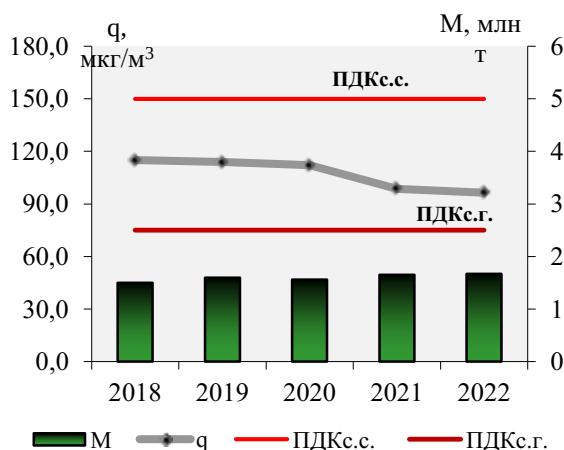


Рис. 3.9. Среднегодовые концентрации (q, мкг/м³) взвешенных веществ и выбросы от стационарных источников (M, млн т) твердых веществ

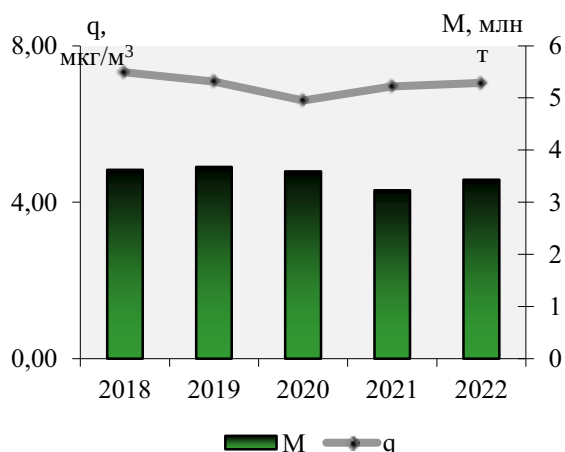


Рис. 3.10. Среднегодовые концентрации (q, мкг/м³) и выбросы от стационарных источников (M, млн т) диоксида серы

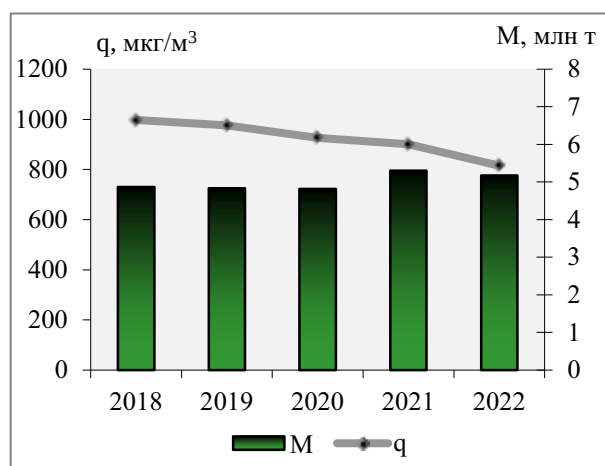


Рис. 3.11. Среднегодовые концентрации (q , мкг/м³) и выбросы от стационарных источников (M , млн т) оксида углерода

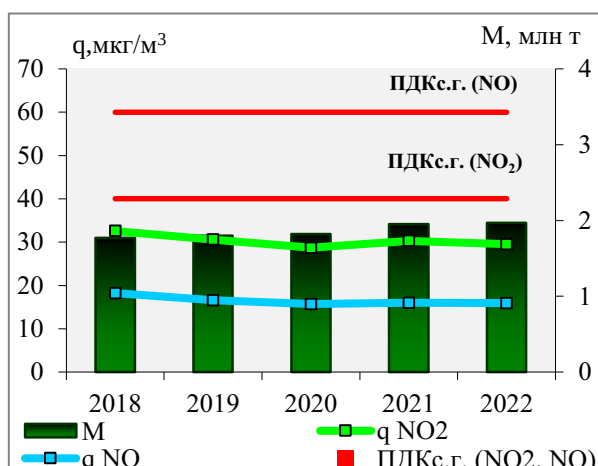


Рис. 3.12. Среднегодовые концентрации диоксида азота (q_{NO_2} , мкг/м³) и оксида азота (q_{NO} , мкг/м³) и выбросы от стационарных источников (M , млн т) NO_x (в пересчете на NO_2)

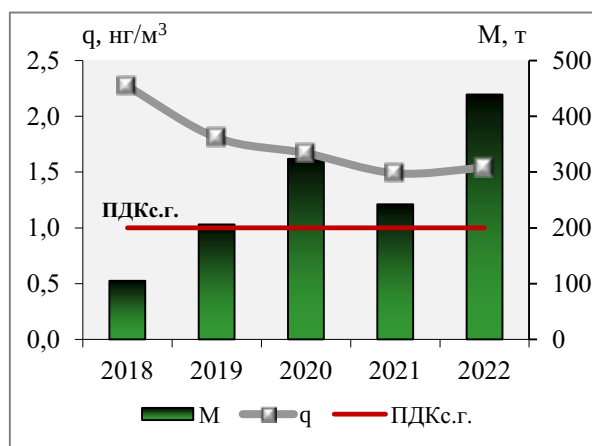


Рис. 3.13. Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена (q , нг/м³) и выбросы от стационарных источников (M , т)

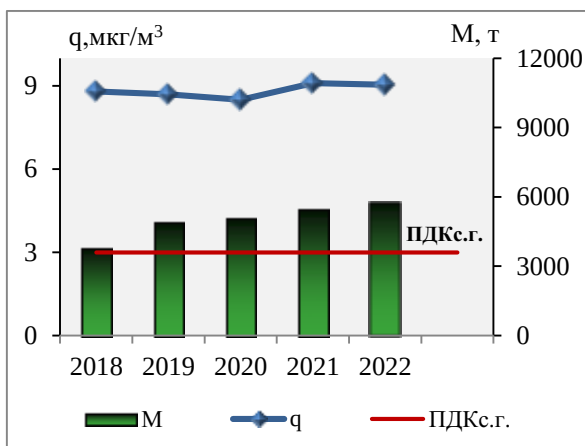


Рис. 3.14. Среднегодовые концентрации формальдегида (q , мкг/м³) и выбросы от стационарных источников (M , т)

Сведения о выбросах от стационарных источников загрязняющих веществ от стационарных источников за период 2018-2022 гг. приводятся по данным Федеральной службы по надзору в сфере природопользования¹.

Количество выбросов за период 2018-2022 гг. приводится только от стационарных источников в связи с изменением в 2019 г. методики определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников².

За период 2018-2022 гг. среднегодовые концентрации взвешенных веществ снизились на 19%, но по-прежнему превышают норматив ПДКс.г., выбросы твердых веществ от стационарных источников увеличились на 11% (рис. 3.9).

Среднегодовые концентрации диоксида серы за последние пять лет существенно не изменились. Выбросы от стационарных источников за период 2018-2022 гг. снизились — на 5% (рис. 3.10).

Среднегодовые концентрации оксида углерода за последние пять снизились на 18%. Выбросы от стационарных источников за период 2018-2022 гг. увеличились на 6% (рис. 3.11).

Среднегодовые концентрации диоксида азота за последние пять снизились на 8%, оксида азота — на 9%. Выбросы от стационарных источников за период 2018-2022 гг. увеличились на 11% (рис. 3.12).

Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена за последние пять снизились на 24%. Выбросы от стационарных источников, вносящих наибольший вклад в формирование уровня загрязнения воздуха бенз(а)пиреном, за период 2018-2022 гг. увеличились существенно — на 319% (рис. 3.13).

Среднегодовые концентрации формальдегида за пятилетний период увеличились на 4%, а количество выбросов формальдегида от стационарных источников за период 2018-2022 гг. увеличилось на 53% (рис. 3.14).

3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах

¹ Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (<https://rpn.gov.ru/>, обновление по состоянию на 24.03.2023)

² Приказ Министерства природных ресурсов и экологии РФ от 27 ноября 2019 г. № 804 «Об утверждении методики определения выбросов загрязняющих веществ в атмосферный воздух от передвижных источников для проведения сводных расчетов загрязнения атмосферного воздуха»

Средние за год ($q_{ср}$) и средние из максимальных концентраций (q_m) основных загрязняющих веществ, формальдегида и бенз(а)пирена, полученные по данным регулярных наблюдений в 2022 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 2022 г.

Загрязняющее вещество	Число городов	Средние концентрации (мкг/м ³)	
		$q_{ср}$	q_m
Взвешенные вещества	232	96	855
Диоксид азота	246	29	209
Оксид азота	178	16	240
Диоксид серы	244	7	218
Оксид углерода	234	812	6303
Бенз(а)пирен (нг/м ³)	187	1,5	6,0
Формальдегид	165	9	70

В 129 городах (55%) качество атмосферного воздуха характеризуется значением $ИЗА > 7$, в 26 % городов – $ИЗА < 5$ (рис. 3.15).

В городах с оценкой степени загрязнения атмосферного воздуха соответствующей значению $ИЗА > 7$ проживает 53,0 млн человек, что составляет 49% городского населения России (рис. 3.16, см. табл. 3.4, 3.5).

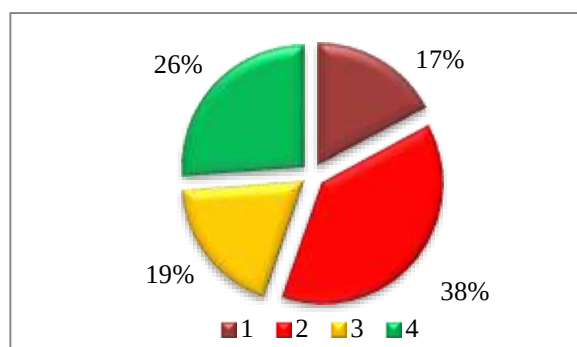


Рис. 3.15. Количество городов (%), где $ИЗА \geq 14$ (1), 7-13 (2), 5-6 (3), ≤ 5 (4)

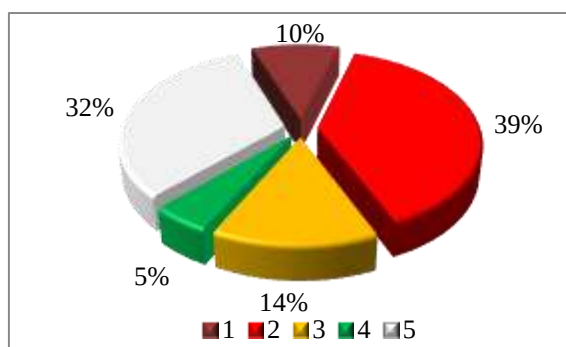


Рис. 3.16. Численность населения (%) в городах, где $ИЗА \geq 14$ (1), 7-13 (2), 5-6 (3), ≤ 5 (4), $ИЗА$ не рассчитывался из-за отсутствия наблюдений или их недостаточного количества (5)

На рис. 3.17 показаны средние концентрации наиболее распространенных загрязняющих веществ в целом по городам России. Средняя за год концентрации превысили ПДК: приземного озона – в 1,1 раза, взвешенных веществ – в 1,3 раза, бенз(а)пирена – в 1,5 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, диоксида азота и оксида азота, превысили 1 ПДК. Средние из максимальных концентрации аммиака, оксида углерода, формальдегида, приземного озона, фенола, фторида водорода, взвешенных веществ, сероуглерода составили 1,1-1,8 ПДК, хлорида водорода, сероводорода и этилбензола – 2,1-2,8 ПДК, бенз(а)пирена – 6,0 ПДК (рис. 3.18).

В 205 городах (82% городов, где проводятся наблюдения) с населением 71,3 млн чел. средние за год концентрации какого-либо вещества превысили 1 ПДК (рис. 3.19).

Средние за год концентрации взвешенных веществ превысили 1 ПДК в 114 городах, бенз(а)пирена – в 48 городах, формальдегида – в 149 городах, диоксида азота – в 38 городах.

Максимальные концентрации загрязняющих веществ превысили 10 ПДК в 36 городах (табл. 3.3). В них проживает 10,1 млн чел. (рис. 3.20). Концентрации бенз(а)пирена превысили 10 ПДК в 29 городах с населением 5,5 млн чел., 5 ПДК – в 47 городах с населением 14,3 млн чел. Максимальные концентрации сероводорода превысили 10 ПДК в 7 городах, диоксида серы, диоксида азота и оксида углерода – в 2 городах, взвешенных веществ и свинца – в 1 городе. Всего за год было отмечено 274 случая превышения 10 ПДК различными загрязняющими веществами, длительность которых в городах с непрерывными наблюдениями составляла от 20 минут до 5 часов 20 мин.

Кроме случаев, приведенных в табл. 3.3, максимальная из разовых концентрация взвешенных веществ в Елизове достигала 10 ПДК.

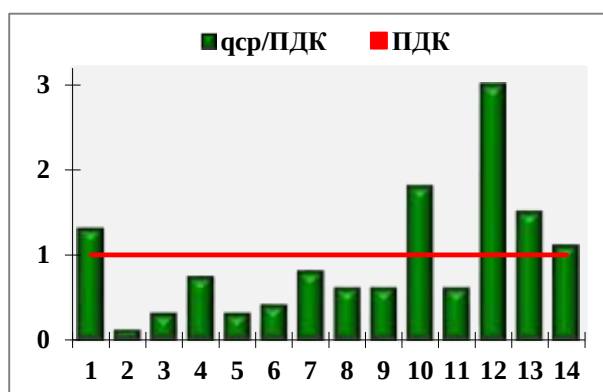


Рис. 3.17. Средние концентрации загрязняющих веществ в городах России

1 - взвешенные вещества (232), 2 - диоксид серы (244), 3 - оксид углерода (234), 4 - диоксид азота (246), 5 - оксид азота (178), 6 - сероводород (115), 7 - сероуглерод (4), 8 - фенол (98), 9 - фторид водорода (30), 10 - хлорид водорода (35), 11 - аммиак (78), 12 - формальдегид (165), 13 - бенз(а)пирен (187), 14 - приземный озон (17). Цифры в скобках указывают количество городов, в которых проводились регулярные наблюдения за загрязняющими веществами.

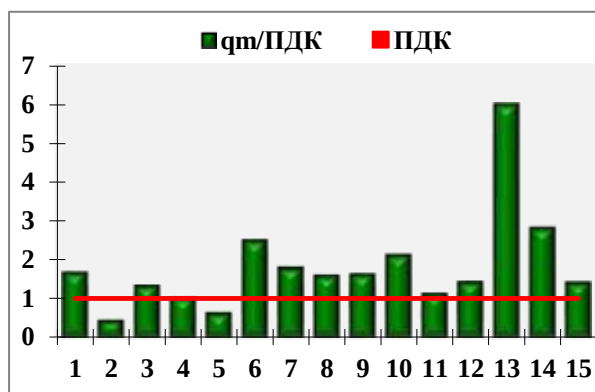


Рис. 3.18. Средние из максимальных концентрации загрязняющих веществ в городах России

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.

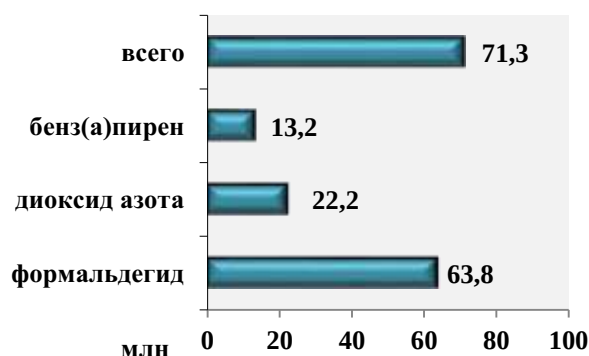


Рис. 3.19. Число жителей в городах (млн), находящихся под воздействием средних концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе выше 1 ПДК

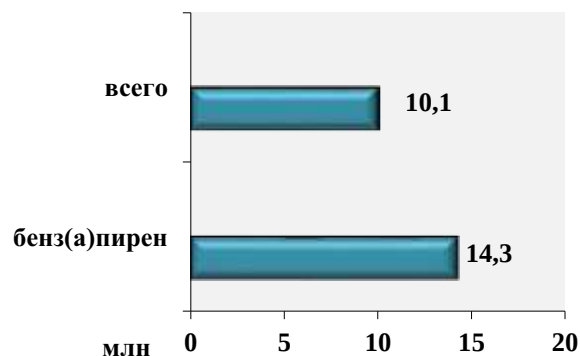


Рис. 3.20. Число жителей в городах (млн), находящихся под воздействием максимальных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе выше 10 ПДК (всего) и 5 ПДК бенз(а)пирена

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 2022 г.

Город	Загрязняющее вещество	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК¹	Город	Загрязняющее вещество	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК¹
Абакан	бенз(а)пирен³	6	42,1	Находка	сероводород	2	10,4
Ачинск	бенз(а)пирен³	5	19,3	Нижний Тагил	бенз(а)пирен³	3	13,8
Бийск	бенз(а)пирен³	1	10,4		сероводород	6	19,8
Бирюсинск	бенз(а)пирен³	2	12,6	Новокузнецк	диоксид азота	1	13,2
Братск	бенз(а)пирен³	8	33,7		сероводород	20	26,9
Вихоревка	бенз(а)пирен³	3	76,3		бенз(а)пирен³	11	59,0
Екатеринбург	оксид углерода	1	10,6	Норильск	диоксид серы	2	15,4
Зима	бенз(а)пирен³	5	25,6	Норильск (район Кайеркан)	бенз(а)пирен³	1	11,9
Каменск-Уральский	оксид углерода	1	18,8	Петровск-Забайкальский	бенз(а)пирен³	2	13,1

Город	Загрязняющее вещество	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК ¹	Город	Загрязняющее вещество	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК ¹
Канск	бенз(а)пирен ³	3	30,9	Самара (район Волгарь)	сероводород	61	52,9
Кемерово	бенз(а)пирен ³	6	34,7	Свирск	бенз(а)пирен ³	7	27,2
Комсомольск-на-Амуре	бенз(а)пирен ³	1	10,1	Селенгинск	сероводород	5	12,0
Красноярск	взвешенные вещества	5	27,0		бенз(а)пирен ³	4	25,3
	PM _{2,5} ²	3	16,7*	Тулун	бенз(а)пирен ³	2	38,8
	PM ₁₀ ²	1	10,4*	Улан-Удэ	бенз(а)пирен ³	9	26,7
	бенз(а)пирен ³	18	34,2		диоксид азота	1	11,6
Курган	бенз(а)пирен ³	2	11,9	Усолье - Сибирское	бенз(а)пирен ³	8	18,3
Кызыл	бенз(а)пирен ³	6	48,6	Уфа	сероводород	1	10,6
Лесосибирск	бенз(а)пирен ³	1	16,7	Черемхово	бенз(а)пирен ³	10	22,1
Магнитогорск	свинец ²	2	15,1	Черногорск	бенз(а)пирен ³	3	37,0
Медногорск	диоксид серы	9	21,5	Чита	сероводород	3	12,1
Минусинск	бенз(а)пирен ³	3	40,6		бенз(а)пирен ³	16	53,8
Назарово	бенз(а)пирен ³	3	16,4	Шелехов	бенз(а)пирен ³	1	10,4

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.}

*Ориентировочные данные.

В 2022 г. список городов с оценкой степени загрязнения атмосферного воздуха соответствующей значению ИЗА_{≥14}, включает 40 городов с общим числом жителей в них 10,4 млн человек (таблица 3.4).

Для проведения сравнительного анализа качества воздуха в городах из полного перечня веществ, определяемых в каждом городе, 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, СИ, и наибольшая повторяемость, НП, превышения ПДК_{м.р.}).

Таблица 3.4. Города со значением ИЗА_{≥14} и вещества, его определяющие в 2022 г.

Город	Вещества, определяющие уровень ИЗА	Город	Вещества, определяющие уровень ИЗА
Абакан	БП, Ф, ВВ, СО, NO ₂	Новочебоксарск	Ф, ВВ, NO ₂ , СО, фенол
Ачинск	БП, Ф, ВВ, NO ₂ , NO	Новочеркасск	ВВ, Ф, NO ₂ , СО, NO
Братск	БП, Ф, PM _{2,5} , CS ₂ , PM ₁₀	Норильск*	ВВ, SO ₂ , Ni, O ₃ , NO ₂
Вихоревка	БП, ВВ, NO ₂ , СО, SO ₂	Пенза	HCl, Ф, NO ₂ фенол, H ₂ S
Димитровград	Ф, HCl, NO ₂ , фенол, ВВ	Свирск	БП, ВВ, Mn, NO ₂ , SO ₂
Зима	БП, Ф, HCl, NO ₂ , H ₂ S	Селенгинск	БП, Ф, ВВ, O ₃ , PM _{2.5}
Златоуст	Ф, Mn, ВВ, БП, NO ₂	Серпухов	Ф, ВВ, NO ₂ , NO, СО
Канск	БП, ВВ, NO ₂ , NO, SO ₂	Томск	HCl, Ф, ВВ, углерод (сажа), NH ₃
Кемерово	БП, Ф, ВВ, NO ₂ , NH ₃	Тула	Ф, NH ₃ , ВВ, СО, NO ₂
Красноярск	БП, Ф, ВВ, Mn, PM ₁₀	Тулун	БП, NO ₂ , СО, SO ₂ , NO
Курск	Ф, ВВ, NO ₂ , свинец, СО	Улан-Удэ	БП, Ф, Mn, ВВ, PM _{2.5}
Кызыл	БП, Ф, ВВ, углерод (сажа), NO ₂	Усолье-Сибирское	БП, Ф, ВВ, NO ₂ , SO ₂
Лесосибирск	Ф, БП, ВВ, фенол, NO ₂	Чегдомын	Ф, БП, ВВ, углерод (сажа), СО
Магнитогорск	Ф, БП, ВВ, Mn, O ₃	Челябинск	Ф, Mn, БП, HF, O ₃
Махачкала	ВВ, Mn, Ni, NO ₂ , HF	Черемхово	БП, ВВ, PM ₁₀ , PM _{2.5} , SO ₂
Минусинск	БП, Ф, ВВ, NO ₂ , СО	Череповец	Mn, Ф, CS ₂ , ВВ, O ₃
Нижевартовск	Ф, ВВ, углерод (сажа), NO ₂ , фенол	Черногорск	БП, Ф, ВВ, фенол, NO ₂
Нижний Тагил	Ф, БП, Mn, O ₃ , ВВ	Чита	БП, Ф, фенол, ВВ, Mn

Город	Вещества, определяющие уровень ИЗА	Город	Вещества, определяющие уровень ИЗА
Новокузнецк	БП, Ф, РМ2.5, РМ10, ВВ	Шелехов	Ф, БП, ВВ, NO ₂ , HF
Новоульяновск	Ф, HCl, ВВ, NO ₂ , фенол	Южно-Сахалинск	Ф, углерод (сажа), БП, ВВ, NO ₂

БП – бенз(а)пирен, ВВ – взвешенные вещества, РМ – взвешенные частицы фракций РМ10 и РМ2.5, Ф – формальдегид, СО – 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 степень ЗА.

* – с учетом значительных объемов выбросов диоксида серы и данных наблюдений за химическим составом осадков.

В связи с установленными СанПиН 1.2.3685-21 более низкими величинами ПДКс.г. по сравнению с использовавшимися ранее ПДКс.с. произошло изменение оценок степени загрязнения атмосферного воздуха в городах, а также перечней и приоритета веществ, определяющих ИЗА. В результате с 2021 г. список городов со значением ИЗА₁₄ расширился, в нем сохранились 33 города и добавились 7. С 2021 г. перечни приоритетных веществ с наибольшим вкладом в величину ИЗА₅ изменились за счет ужесточения нормативов, в основном, для взвешенных веществ, формальдегида, фенола, хлорида водорода, углерода (сажи), марганца и никеля.

Основной вклад в оценку степени загрязнения в городах со значением ИЗА₁₄ вносит бенз(а)пирен, в наибольших количествах поступающий в атмосферный воздух в результате сжигания твердого топлива.

На территории Азиатской части России расположен 31 город, оценка степени загрязнения воздуха в которых соответствует значению ИЗА₁₄.

Среднегодовые концентрации превысили санитарно-гигиенические нормативы: 5 загрязняющих веществ – в Димитровграде, Магнитогорске, Махачкале, Челябинске и Чите, 6 – в Красноярске, Нижнем Тагиле и Селенгинске, 7 – в Новокузнецке, 10 – в Улан-Удэ.

В 2022 г. г. Норильск вновь включен в число городов с ИЗА₁₄, в том числе по данным об объеме выбросов диоксида серы. Выбросы загрязняющих веществ от стационарных источников загрязнения города по сравнению с 2021 г. увеличились на 175 тыс. т, диоксида серы – на 180 тыс. т. В Сибири в 2022 г. наблюдались одни из самых загрязненных сульфатами атмосферные осадки, источниками, происхождения которых являются, как выбросы промышленных предприятий, так и лесные пожары.

В большинстве городов, с оценкой степени загрязнения атмосферного воздуха соответствующей значению ИЗА₁₄, основными источниками выбросов являются предприятия топливно-энергетического комплекса. В 13 городах из них имеются предприятия черной и цветной металлургии, алюминиевой промышленности, в 8 – химической, в 11 – лесной и деревообрабатывающей.

В 2022 г. из списка городов со значением ИЗА₁₄ вышли 9: Астрахань, Батайск, Миллерово, Новокуйбышевск, Новомосковск, расположенных на ЕЧР, Березники и Курган – на Урале, Комсомольск-на-Амуре и Магадан – на Дальнем Востоке. В этих городах оценка степени загрязнения атмосферного воздуха снижалась в соответствии значению ИЗА от 14 до 7.

В 2022 г. в список городов со значением ИЗА₁₄ вошли 7: Димитровград, Кемерово, Махачкала, Нижневартовск, Новоульяновск, Новочебоксарск и Тулун. В городах Сибири увеличились выбросы загрязняющих веществ и концентрации бенз(а)пирена. В городах на ЕЧР рост прямой солнечной радиации и всплеск активности солнца летом 2022 г. привели к увеличению концентраций вторичных веществ – формальдегида и диоксида азота. В этих городах оценка степени загрязнения атмосферного воздуха возросла в соответствии изменению значения ИЗА от 7 до 14.

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

Количество городов и пунктов наблюдений в каждом из 77 субъектов Российской Федерации, где проводятся регулярные наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы, а также общее число городов со значениями основных показателей качества воздуха: ИЗА₇>7, Q>ПДК (Q – среднегодовая концентрация любого вещества), СИ₁₀>10 и НП₂≥ 20 указано в таблице 3.5.

Из 233 городов, для которых был определен уровень загрязнения по комплексному ИЗА, в 129 городах (55%) качество атмосферного воздуха характеризовалось в соответствии значению ИЗА₇>7, т.е. в среднем по стране 49% городского населения находилось под воздействием воздуха степень загрязнения которого соответствует значению ИЗА₇>7. В 20 субъектах РФ городов с качеством атмосферного воздуха, характеризующимся значением ИЗА₇>7, не было отмечено.

На территории Мурманской области и Пермского края расположено по 4 города с оценкой степени загрязнения атмосферного воздуха, соответствующей значению ИЗА₇>7, в Самарской области – 5 городов, в Ханты-Мансийском АО (Югра) – 6 городов, в Красноярском крае (с Таймырским АО) и Ульяновской области – по 7 городов, в Ростовской области – 8 городов и в Иркутской области – 12 городов.

В 26 субъектах РФ, где наблюдения проводятся только в 1-3 городах, в каждом из них качество атмосферного воздуха характеризовалось в соответствии значению ИЗА₇>7.

В 46 субъектах РФ более 49 % городского населения находилось под воздействием воздуха степень загрязнения которого соответствует значению ИЗА₇>7, из них в 12 (г. Москва, Астраханская, Иркутская, Новосибирская, Омская, Ростовская, Самарская и Ульяновская области, Хабаровский край, Республика Бурятия, Чувашская Республика и Таймырский АО) – более 75% городского населения.

В 205 городах РФ средняя за год концентрация одного или нескольких веществ превысила ПДК (Q>1 ПДК). В Республиках Башкортостан и Крым, в Свердловской, Нижегородской, Оренбургской областях расположено по 5 таких городов, в Астраханской области – 6, в Красноярском крае (и Таймырский АО), Ханты-Мансийском АО (Югра) и в

Ульяновской области – 7, в Московской (и г. Москва) и Самарской областях – 9, в Ростовской области – 11 и в Иркутской области – 16 городов.

В 36 городах 17 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 Свердловской области – 3, в Красноярском крае (и Таймырский АО) – 7, в Иркутской области – 9 городов.

Наибольшая повторяемость превышения ПДК любым загрязняющим веществом равная или более 20% отмечалась в 11 городах 5 федеральных округов.

Таблица 3.5. Характеристики качества воздуха в субъектах РФ в 2022 г.

Субъект 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	59
Брянская обл.	1	4	1	1	0	0	48
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	50
Калужская обл.	1	2	1	1	0	0	43
Костромская обл.	2	5	0	1	0	0	0
Курская обл.	1	4	1	1	0	0	61
Липецкая обл.	1	7	1	1	0	0	70
Московская обл.	10	19	1	8	0	0	2
Орловская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Рязанская обл.	1	5	1	1	0	0	68
Смоленская обл.	1	3	0	1	0	0	0
Тамбовская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Тверская обл.	1	1	0	1	0	0	0
Тульская обл.	3	10	3	3	0	0	55
Ярославская обл.	3	8	0	2	0	0	0
Всего по округу	35	113	14	30	0	0	55
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	0	2	0	0	0
Архангельская обл.	4	8	1	3	0	0	21
Вологодская обл.	2	8	1	2	0	0	38
Калининградская обл.	1	5	1	1	0	0	62
Ленинградская обл.	6	7	0	2	0	0	0
Мурманская обл.	9	18	4	4	0	0	52
Новгородская обл.	3	5	0	0	0	0	0
Псковская обл.	2	2	0	2	0	0	0
Ненецкий АО	-	-	-	-	-	-	-
Всего по округу	35	87	7	18	0	0	11
Южный федеральный округ							
г. Севастополь	1	1	0	1	0	0	0
Республика Адыгея	-	-	-	-	-	-	-
Республика Калмыкия	-	-	-	-	-	-	-
Республика Крым	5	11	3	5	0	0	13
Астраханская обл.	7	12	1	6	0	0	80
Волгоградская обл.	2	5	1	2	0	0	53
Ростовская обл.	12	23	8	11	0	4	78
Краснодарский край	3	8	2	2	0	0	39
Всего по округу	30	60	15	27	0	4	49
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	68
Чеченская Республика	-	-	-	-	-	-	-
Ставропольский край	5	9	0	2	0	0	0
Всего по округу	8	15	2	4	0	1	18
Уральский федеральный округ							
Курганская обл.	1	5	1	1	1	1	61
Свердловская обл.	6	19	3	5	3	0	52

Субъект 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	
Тюменская обл.	2	8	0	1	0	0	0
Челябинская обл.	3	16	3	3	1	0	62
Ханты-Мансийский АО – Югра	7	8	6	7	0	0	55
Ямало-Ненецкий АО	1	1	0	1	0	0	0
Всего по округу	20	57	13	18	5	1	48
Приволжский федеральный округ							
Республика Башкортостан	5	20	1	5	1	0	45
Республика Марий Эл	-	-	-	-	-	-	-
Республика Мордовия	1	4	1	1	0	0	64
Республика Татарстан	4	21	2	3	0	0	60
Удмуртская Республика	1	7	1	1	0	0	66
Чувашская Республика	2	5	2	2	0	0	81
Пермский край	4	14	4	4	0	0	67
Кировская обл.	2	6	1	1	0	0	54
Нижегородская обл.	5	17	2	5	0	0	12
Оренбургская обл.	5	13	3	5	1	0	28
Пензенская обл.	1	4	1	1	0	0	59
Самарская обл.	9	34	5	9	1	0	83
Саратовская обл.	2	9	2	2	0	0	57
Ульяновская обл.	7	14	7	7	0	0	86
Всего по округу	48	168	32	46	3	0	54
Сибирский федеральный округ							
Республика Алтай	-	-	-	-	-	-	-
Республика Тыва	1	3	1	1	1	0	66
Республика Хакасия	3	4	2	3	2	0	71
Алтайский край	2	8	2	2	1	0	64
Красноярский край	6	18	6	6	6	0	66
Таймырский АО (в сост. Красноярского края)	1	3	1	1	1	0	99
Иркутская обл.	18	39	12	16	9	1	76
Кемеровская обл.	3	18	2	3	2	1	49
Новосибирская обл.	3	13	2	3	0	0	76
Омская обл.	1	9	1	1	0	0	83
Томская обл.	1	7	1	1	0	1	74
Всего по округу	39	122	30	37	22	3	68
Дальневосточный федеральный округ							
Республика Бурятия	3	6	3	3	2	0	82
Республика Саха (Якутия)	4	7	2	4	0	0	59
Забайкальский край	3	8	2	3	2	0	51
Камчатский край	2	6	0	2	0	0	0
Приморский край	5	11	1	2	1	0	42
Хабаровский край	4	10	3	3	1	0	81
Амурская обл.	3	3	2	2	0	0	11
Магаданская обл.	1	3	1	1	0	0	69
Сахалинская обл.	6	9	1	4	0	2	50
Еврейская авт. обл.	1	1	1	1	0	0	67
Чукотский АО	2	2	0	0	0	0	0
Всего по округу	34	66	16	25	6	2	55
Всего по РФ	249	688	129	205	36	11	49

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

Выделены регионы, в которых более 75 % городского населения находилось под воздействием воздуха, степень загрязнения которого соответствует значению ИЗА>7.

3.2. Загрязнение почвенного покрова

3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения

В 2013-2022 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, Удмуртской, Чувашской, Приморского края, Иркутской, Кемеровской, Московской, Нижегородской, Новосибирской, Омской, Оренбургской, Самарской, Ульяновской, Свердловской и Томской областей. Для каждой территории обследования определён свой перечень ТПП, измеряемых в почве. В 2022 г. наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились в районе 50 населённых пунктов. Для определения в почвах содержания массовых долей ТМ, мышьяка, НП, фтора, сульфатов, БП, полихлорбифенилов (ПХБ) и нитратов было обследовано 43, 5, 30, 17, 9, 3, 1 и 15 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 2022 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.

Представленные на рис. 3.22 усредненные за определенные периоды наблюдений концентрации кадмия в почвах вокруг предприятий различных отраслей промышленности показывают, что доминирующий вклад в загрязнение почв кадмием вносят предприятия черной и цветной металлургии. Следует отметить, что уровень загрязнения почв ТМ снижается в последние годы наблюдений (рис. 3.21, 3.22).

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

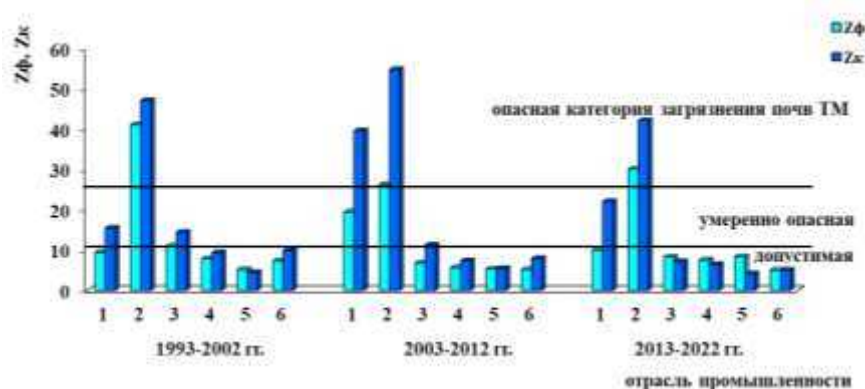


Рис. 3.21. Динамика средних по отраслям промышленности усреднённых за несколько лет показателей загрязнения почв комплексом ТМ Z_f и Z_k вокруг предприятий черной металлургии (1), цветной металлургии (2), машиностроения и металлообработки (3), топливной и энергетической промышленности (4), химической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

Результаты наблюдений с 2013 по 2022 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 ($Z_f=112$), почвы однокилометровой зоны от ОАО «СУМЗ» ($Z_f=52$) в г. Ревда и почвы ПМН г. Ревда ($Z_f=73$), почвы городов Кировград ($Z_f=46$) и Реж ($Z_f=49$) Свердловской области, почвы спецназначения ул. Науки г.о.г. Дзержинск Нижегородской области ($Z_f=63$), почвы промзоны г. Агидель Республики Башкортостан ($Z_f=98$), почвы однокилометровой зоны от ПАО «НЕФАЗ» в г. Нефтекамск Республики Башкортостан ($Z_f=54$).

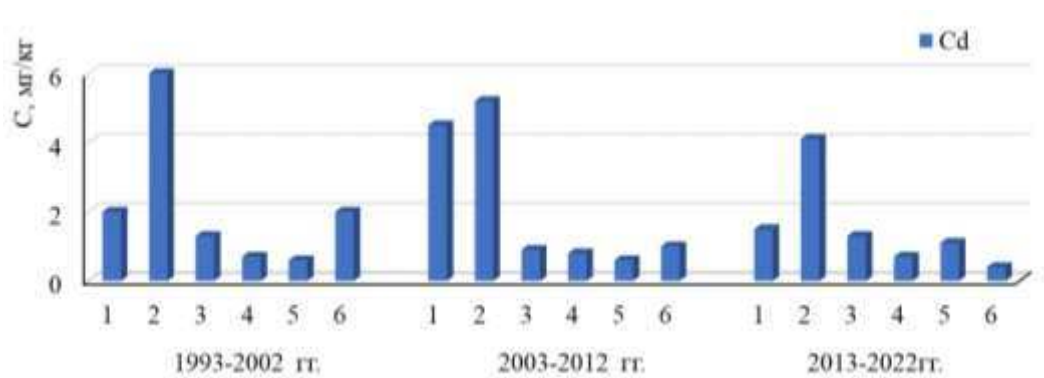


Рис. 3.22. Динамика средних по отраслям промышленности массовых долей кадмия, усредненных за разные периоды наблюдений, в почвах 5-километровых зон вокруг предприятий черной металлургии (1), цветной металлургии (2), машиностроения и металлообработки (3), топливной и энергетической промышленности (4), химической и нефтехимической промышленности (5), строительной промышленности и производства стройматериалов (6)

Таблица 3.6. Перечень населённых пунктов РФ с умеренно опасной и опасной категорией загрязнения почв металлами (по данным наблюдений с 2013 по 2022 гг.)

Республика, край, область, населённый пункт	Год наблюдений	Зона обследования радиусом, км, вокруг источника	Приоритетные техногенные металлы
Опасная категория загрязнения почв $32 \leq Z_{\text{ф}} < 128$			
Иркутская область г. Свирск	2016 2020	УМН-1, 0,5	Свинец, медь, кадмий
Свердловская область г. Кировград	2013 2018	От 0 до 5	Свинец, медь, цинк, кадмий
г. Ревда	2014 2022	ПМН ПМН	Медь, свинец, кадмий, цинк Медь, свинец, кадмий, цинк
г. Реж	2013 2018	От 0 до 5	Никель, кадмий, хром, кобальт, цинк
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, $16 \leq Z_{\text{ф}} < 32$			
Иркутская область г. Свирск	2014 2022	Территория города УМН №1	Свинец, медь, кобальт, кадмий Свинец, кобальт
г. Слюдянка	2013	Территория города	Никель, кобальт, 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 2019	От 0,5 до 5,5	Свинец, кадмий
Нижегородская область г. Дзержинск	2013	Территория городского округа	Свинец, цинк
г. Нижний Новгород	2014	Заречная часть	Цинк, медь, железо
Новосибирская область г. Новосибирск	2019 2022	Территория города Территория города	Свинец, олово Свинец, олово
Оренбургская область г. Орск	2016	Территория города	Медь, свинец, кадмий
г. Медногорск	2019	Территория города	Кадмий, медь, свинец, цинк
Приморский край г. Дальнегорск	2016	От 0 до 20 от города	Цинк, свинец, кадмий
г. Рудная Пристань	2016	От 0 до 1 от села	Свинец, кадмий, цинк

Республика, край, область, населённый пункт	Год наблюдений	Зона обследования радиусом, км, вокруг источника	Приоритетные техногенные металлы
Республика Башкортостан г. Баймак	2020	От 0 до 4	Медь, цинк, свинец, кадмий
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 г. Асбест	2014	Территория города	Никель, хром, кадмий
г. Верхняя Пышма	2019	0 до 10	Никель, хром, кобальт
	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	2013	От 0 до 1	Никель, хром, кобальт, цинк
Томская область г. Томск	2019	Территория города	Медь, свинец, кадмий, цинк
	2022	Территория города	Свинец, цинк
Кемеровская область г. Новокузнецк	2021	Территория города	Цинк, медь
Удмуртская Республика г. Ижевск	2019	Территория города	Свинец, никель, кадмий, медь
Республика Башкортостан г. Агидель	2022	Территория города	Медь, свинец, цинк

За период наблюдений 2013-2022 гг. почвы 4,1% населенных пунктов отнесены к опасной категории загрязнения, 9,2% населенных пунктов - к умеренно опасной категории загрязнения. Почвы 86,7% населённых пунктов (в среднем) по показателю загрязнения Z_f относятся к допустимой категории загрязнения ТМ (рис. 3.23). Отдельные участки почв обследованных территорий могут иметь более высокую категорию загрязнения ТМ.

Показатель загрязнения почв Z_f не является универсальным, учитывающим уровень загрязнения почв каждым отдельным ТМ. Основным критерием гигиенической оценки загрязнения почв каждым отдельным металлом является ПДК и /или ОДК 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.

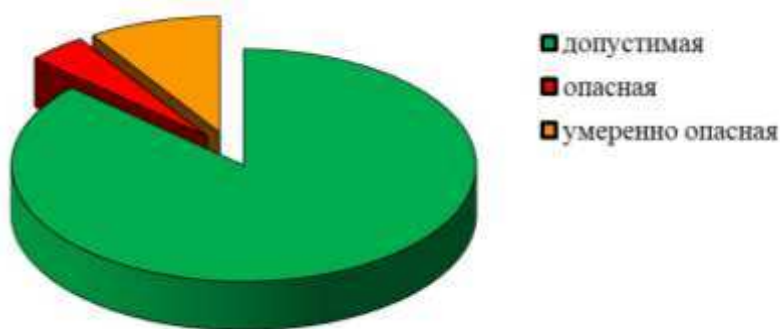


Рис. 3.23. Доля обследованных в 2013-2022 гг. населенных пунктов, почвы которых относятся к разным категориям загрязнения

В 2022 г. были продолжены наблюдения за содержанием ТМ в почве г. Верхняя Пышма в районе расположения предприятия АО «Уралэлектромедь», которое входит в состав Уральской горнометаллургической компании и осуществляет полный производственный цикл: от переработки черновой меди и лома до выпуска продуктов из меди. Содержание некоторых ТМ в почвах г. Верхняя Пышма в разные годы обследований представлено на рис. 3.24. Данные наблюдений 1992-2022 гг. показывают, что концентрации меди, цинка и никеля в почве в районе АО «Уралэлектромедь» увеличиваются. По данным обследования 2022 г. среднее содержание цинка в почве соответствовало 1 ОДК, никеля - 1,8 ОДК, меди - 3,7 ОДК. Следует отметить, что средние концентрации меди в почве за весь период наблюдений превышали гигиенические нормативы в 2-5 раз.

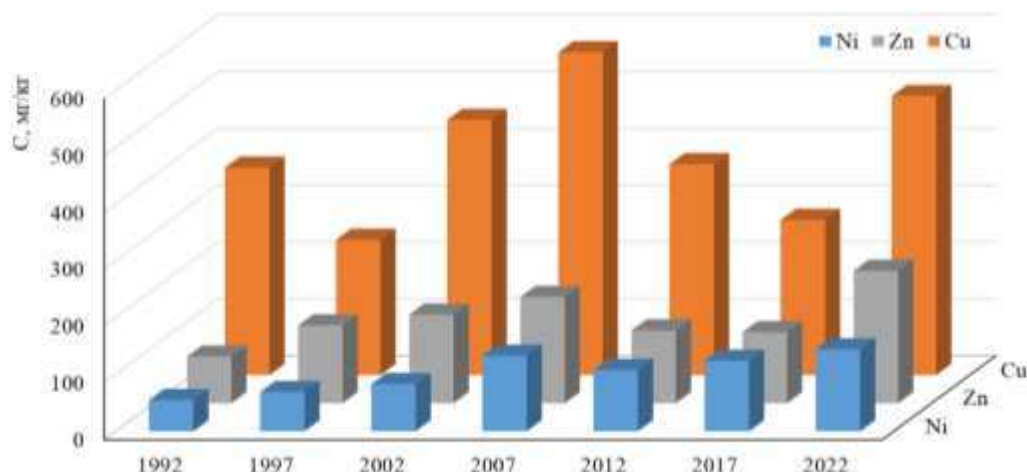


Рис. 3.24. Содержание некоторых тяжелых металлов в почвах г. Верхняя Пышма Свердловской области (0–10 км от АО «Уралэлектромедь»)

Динамика средних значений массовых долей ТМ в почвах территорий отдельных городов или пунктов многолетних наблюдений (ПМН), обследованных в 2022 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
Дальневосточный федеральный округ										
Спасск-Дальний, Приморский край	1997	в	41,1	575,0	12,0	76,1	12,4	0,5	–	–
	2006	в	24,5	946,0	18,6	51,1	18,3	–	–	–
	2014	в	26,1	1076,0	18,8	60,7	16,6	0,1	–	–
	2022	в	33,2	363,6	12,3	111,3	24,7	0,2	–	–
	1997	п	2,3	49,0	3,5	30,3	0,5	0,2	–	–
	2006	п	0,2	64,3	–	4,3	0,1	–	–	–
	2014	п	0,03	121,2	0,5	2,9	0,06	0,02	–	–
	2022	п	2,6	84,1	0,4	6,4	0,25	0,05	–	–
	1997	вод	–	–	–	0,3	–	–	–	–
	2006	вод	–	0,23	–	0,03	–	–	–	–
	2014	вод	–	0,14	–	0,05	–	–	–	–
	2022	вод	–	0,16	0,07	0,05	0,08	–	–	–
Центральный федеральный округ										
Сергиево-Посадский район, Московская область	2013	в	14,0	600,0	11,0	26,0	14,0	0,3	40,0	10,0
	2022	в	17,1	205,0	17,9	45,6	9,8	0,5	26,0	6,2
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
Агидель, Республика Башкортостан	2006	к	27,0	–	84,0	119,0	19,0	0,2	–	–
	2012	к	17,0	–	48,0	36,0	10,0	–	–	10,0
	2022	к	35,0	–	33,0	347,0	277,0	0,7	–	18,0
Чебоксары, Чувашская Республика	2002	к	49	1000	50	160	49	–	240	12
	2006	к	110	710	34	630	58	–	–	7,2
	2011	к	<38	410	17	193	25	<4	<64	<3,7
	2020	к	<21	181	25	52	29	<1,1	34	<6
	2021	к	<10	209	24	55	18	<0,6	23	<5
	2022	к	<15,0	406,0	21,0	70,0	21,0	<0,8	27,0	11,0
	2020	п	<4	–	<1,3	8,3	<1,1	<0,3	–	<0,1
	2021	п	<1,3	–	1,3	8,2	0,5	0,1	–	<0,1
Сибирский федеральный округ										
Кемерово ПМН	1995	к	14,5	–	–	86,1	22,9	2,54	–	–
	1999	к	19,0	–	–	43,0	9,7	0,6	–	–

Наименование города, субъекта РФ	Год наблюдений	Измеряемая форма	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Cd	Cr	Co
	2004	к	15,2	—	—	35,8	11,0	<1,0	—	—
	2009	к	47,8	—	—	94,4	29,7	0,25	—	—
	2014	к	14,6	—	—	62,5	19,0	0,33	—	—
	2019	к	24,1	—	—	70,0	20,1	0,34	—	—
	2022	к	20,4	—	—	60,3	19,2	0,4	—	—
Новокузнецк ПМН, Кемеровская область	1995	к	29,8	—	—	136,3	33,3	0,7	—	—
	1999	к	9,5	—	—	20,4	6,2	<0,5	—	—
	2004	к	17,7	—	—	52,4	13,8	<1,0	—	—
	2009	к	38,5	—	—	58,9	32,2	0,45	—	—
	2014	к	7,6	—	—	28,1	8,0	0,2	—	—
	2019	к	21,6	—	—	95,4	26,3	0,4	—	—
	2022	к	24,2	—	—	105,1	31,3	0,7	—	—
Уральский федеральный округ										
Каменск-Уральский, Свердловская обл.	1992	к	70,0	650,0	92,0	159,0	71,0	3,3	54,0	16,0
	1997	к	38,0	572,0	72,0	84,0	46,0	2,3	50,0	17,0
	2002	к	37,0	663,0	66,0	153,0	71,0	2,8	58,0	18,0
	2007	к	31,0	553,0	64,0	130,0	47,0	1,8	49,0	16,0
	2012	к	51,0	551,0	72,0	131,0	53,0	2,1	51,0	13,0
	2017	к	37,0	452,0	87,0	172,0	58,0	2,3	36,0	11,0
	2022	к	41,0	642,0	87,0	244,0	64,0	1,0	65,0	12,0
	1997	п	10,0	106,0	7,9	22,0	4,1	1,3	1,8	2,2
	2002	п	8,8	97,0	3,8	26	0,7	0,6	1,1	1,8
	2007	п	9,7	74,0	3,7	25,0	2,5	0,9	1,1	1,5
	2012	п	29,0	106,0	3,3	25,0	2,8	0,7	0,8	1,3
	2017	п	22,0	109,0	6,5	34,0	4,2	1,9	2,6	2,5
	2022	п	15,0	115,0	9,1	58,0	3,1	1,3	2,7	0,7

Данные, представленные в табл. 3.7 показывают, что в почвах ПМН г. Новокузнецка Кемеровской области в последние годы прослеживается тенденция к увеличению содержания кислоторастворимых форм цинка, меди и кадмия. По сравнению с результатами предыдущих обследований в почвах Сергиево-Посадского района Московской области увеличились концентрации кислоторастворимых форм цинка и кадмия, в г. Спасск-Дальний - подвижных форм свинца, цинка, меди, кадмия, в г. Агидель - кислоторастворимых форм меди, цинка и свинца. В основном, с 2013 г. явного увеличения общего содержания ТМ в обследованных в 2022 г. почвах городов и их окрестностей не наблюдается.

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 2018 по 2022 гг. было выявлено загрязнение почв: кадмием - в городах Кировград (к 4 и 9 ОДК), Ревда (ПМН к 4 и 10 ОДК), Реж (к 7 и 49 ОДК); марганцем - в г. Нижний Тагил (п 2,5 и 5,5 ПДК); медью - в городах Верхняя Пышма (однокилометровая зона вокруг источника к 4 и 19 ОДК, п 36 и 155 ПДК), Кировград (к 7 и 24 ОДК, п 61 и 287 ПДК), Первоуральск (п 13 и 63 ПДК), Полевской (пятикилометровая зона вокруг ОАО «СТЗ» п 3 и 11 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 (пятикилометровая зона вокруг ОАО «СТЗ» п 3 и 11 ПДК), Реж (к 10 и 51 ОДК, п 9 и 38 ПДК); свинцом - в городах Верхняя Пышма (п 3 и 9 ПДК), Каменск-Уральский (п 3 и 10 ПДК), Кировград (п 18 и 65 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); цинком - в городах Кировград (к 6 и 20 ОДК, п 19 и 88 ПДК), Ревда (ПМН к 3 и 11 ОДК, п 11 и 43 ПДК).

В 2022 г. измерения массовых долей мышьяка в почве проводились в городах Ульяновске, 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 2,4 и 18,3 ОДК соответственно. На обследованной территории г. Ульяновска средняя концентрация мышьяка в почве не превышала допустимых гигиеническими нормативами значений, максимальная концентрация соответствовала 1,6 ОДК. В г. Томске, селах Прокудское и Ярское содержание мышьяка в почвах не превышало установленных нормативов.

Загрязнение почв фтором

Наблюдения за загрязнением почв водорастворимыми соединениями фтора в 2022 г. проводились в Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Ульяновской, Самарской и Томской областях, за загрязнением атмосферных выпадений фтористыми соединениями - в Иркутской области. Среднее содержание водорастворимых соединений фтора на уровне 0,9 ПДК было выявлено в почвах г. Кемерово, максимальная концентрация фторидов в почвах на территории г. Зима составила 1,2 ПДК. На остальных территориях обследования концентрации водорастворимых фторидов в почвах были ниже установленных гигиеническими нормативами значений.

За последние пять лет (с 2018 по 2022 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 2022 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 (0,87 кг/км²·месяц), зарегистрированное в районе

п. Листвянка, принято за фоновое. Средняя плотность выпадений фторидов в городах Братск, Иркутск и Шелехов составила соответственно 72 Ф, 11 Ф и 39 Ф. Максимальные среднемесячные значения плотностей выпадения фторидов были зафиксированы на расстоянии 3,5 км от ПАО «РУСАЛ Братск» в районе мкр. Чекановский в августе (147 Ф), в г. Иркутске в феврале (54 Ф), в г. Шелехове в январе (103 Ф). Максимальная среднегодовая плотность выпадений водорастворимых фтористых соединений была отмечена в 3,5 км от ПАО «РУСАЛ Братск» в мкр. Чекановский (среднее значение 96 Ф).

Динамика среднегодовых значений плотностей атмосферных выпадений фторидов представлена на рис. 3.25.

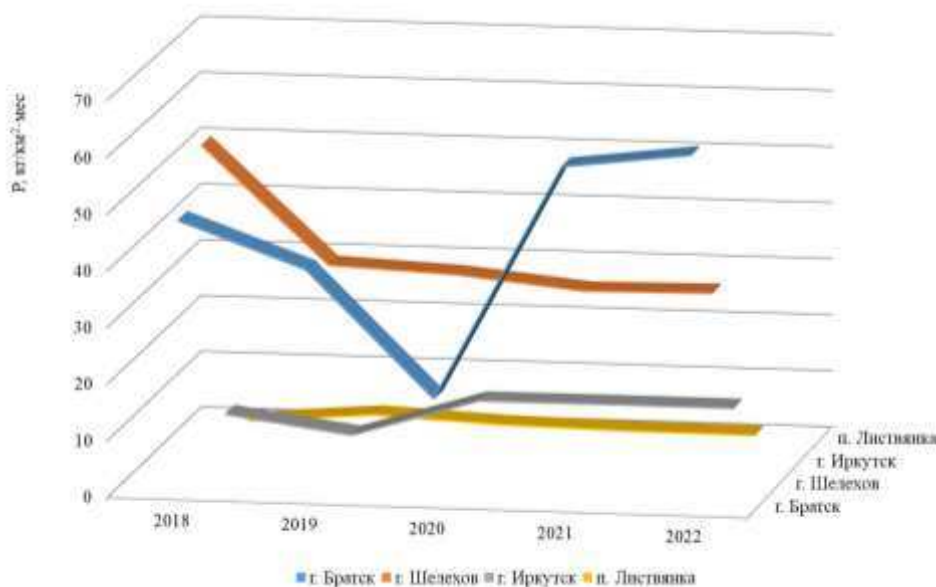


Рис. 3.25. Динамика среднегодовых значений плотностей атмосферных выпадений фторидов (P , $\text{кг}/\text{км}^2 \cdot \text{мес}$) в населенных пунктах Иркутской области

Данные, представленные на рис. 3.25 показывают, что в последние годы наблюдений плотность выпадений фторидов в г. Шелехове, г. Иркутске и п. Листвянка изменилась незначительно. В г. Братске прослеживается тенденция к увеличению плотности выпадений фторидов.

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

В 2022 г. наблюдения за массовой долей нефтепродуктов (НП) в почвах проводились на территориях Западной Сибири, Республик: Татарстан, Удмуртской, Чувашской, а также Иркутской, Нижегородской, Ульяновской 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.

Среднее содержание НП в почвах г. Казани превысило фоновый уровень в 7 раз, в г. Нижнекамске - в 6 раз, г. Набережные Челны - в 3 раза. Загрязнение почв НП было выявлено в почвах г. Арзамаса, среднее значение концентрации НП на всей территории обследования соответствовало 46 Ф (1141 мг/кг), максимальное - 431 Ф (10776 мг/кг). Средняя концентрация НП в почвах г. Ульяновска составила 215 мг/кг (6 Ф), максимальная - 1375 мг/кг (38 Ф). В почвах г. Глазов Удмуртской Республики было выявлено загрязнение НП, среднее содержание соответствовало 15 Ф (771 мг/кг), максимальное - 77Ф (3572 мг/кг). Концентрация НП в почвах Ленинского района Заречной части г. Нижнего Новгорода составила 616 мг/кг (6 Ф), максимальное содержание - 2900 мг/кг (29 Ф).

В 2022 г. проводилось обследование территории п. Самарский в районе нефтепродуктопровода «Уфа-Западное» Волжского района Самарской области. Средняя концентрация НП в почве исследуемого района составила 1 Ф, максимальная - 2 Ф.

В 2022 г. продолжались наблюдения за загрязнением почв нефтепродуктами в районе аварии, произошедшей в марте 1993 г. на 654 км нефтепровода «Красноярск-Иркутск» вблизи п. Тыреть Заларинского района Иркутской области. В результате аварии на поверхность почвы вытекло около 14 тонн нефти, разлив которой произошел вдоль русла р. Унга по правому берегу. Частично нефть была откачана. Предыдущие обследования проводились в 1993, 1995, 1999, 2003, 2007, 2010, 2013, 2016, 2019 гг. По сравнению с результатами предыдущего обследования, проведенного в 2019 г., отмечено снижение содержания нефтепродуктов в почвах зоны нефтяного пятна и зоны за пределами первоначального разлива нефти. Динамика изменения содержания НП в почвах в районе п. Тыреть приведена на рис. 3.26.

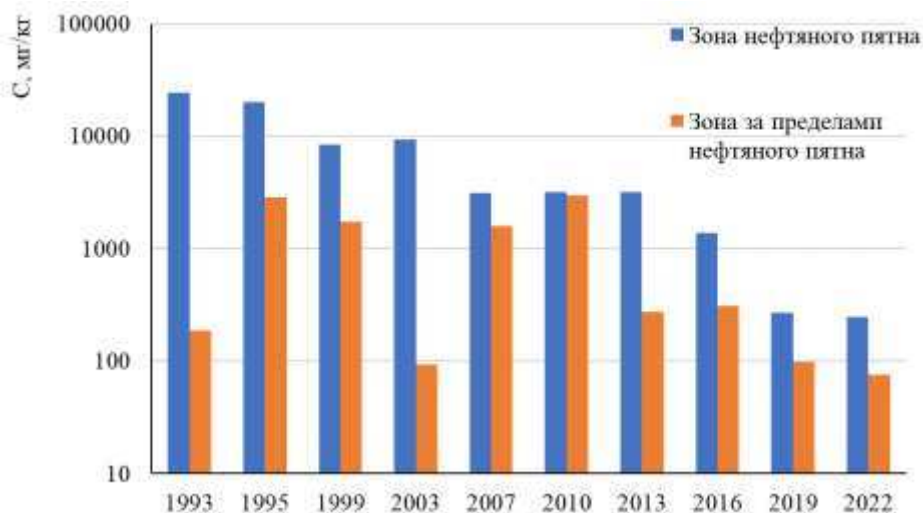


Рис. 3.26. Многолетняя динамика изменений содержания нефтепродуктов в почвах п. Тыреть Заларинского района Иркутской области

Результаты обследования, представленные на рис. 3.26, демонстрируют тенденцию к снижению содержания НП в зоне аварийного разлива нефти (зона нефтяного пятна) за весь период наблюдений с момента аварии.

В 2022 г. наблюдения за загрязнением почв бенз(а)пиреном (БП) проводились в районе г. Спасск-Дальний и г. Уссурийск Приморского края, а также на территории г. Ульяновск. Средняя и максимальная концентрации БП в почве г. Ульяновск не превысили 0,1 ПДК. Среднее содержание БП в почвах г. Спасск-Дальний составило 0,008 мг/кг (0,4 ПДК), максимальное - 0,105 мг/кг (5,3 ПДК). Средняя концентрация БП в почвах г. Уссурийск составила 0,018 мг/кг (0,9 ПДК), максимальная - 0,056 мг/кг (2,8 ПДК).

На территории г. Ульяновска проводились наблюдения за содержанием в почвах ПХБ. Среднее и максимальное содержание суммы изомеров ПХБ в почве г. Ульяновска составило 0,1 ОДК и 0,3 ОДК соответственно.

Загрязнение почв нитратами и сульфатами

Наблюдения за уровнем загрязнения почв нитратами проводились на территориях Западной Сибири, Самарской, Ульяновской 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 2 ПДК были выявлены в г. Новосибирске и г. Каменск-Уральский Свердловской области. В целом наблюдается тенденция к снижению содержания нитратов в почвах или сохранению их на уровне содержания за последние пять лет.

Наблюдения за загрязнением почв сульфатами осуществлялись на территориях Приморского края, Иркутской, Ульяновской и Самарской областей. В г. Спасск-Дальний и г. Уссурийск Приморского края, г.о. Ульяновск средние и максимальные концентрации сульфатов в почвах не превысили ПДК. На территории участков многолетних наблюдений в районе ЗАО «Алкоа СМЗ» в Самарской области – парка «Дубки» и парка «60 лет Октября», а также в почвах фоновых участков АГМС АГЛОС и НПП «Самарская Лука» среднее содержание сульфатов не превысило гигиенических нормативов. Максимальные концентрации на уровне 1,2 ПДК были зафиксированы однократно на территории АГМС АГЛОС и на территории парка «Дубки». Почвы обследованных городов Иркутской области загрязнены сульфатами. Среднее содержание сульфатов в почвах на территории г. Зима составило 2,4 ПДК, максимальное – 4 ПДК. В зоне 5–30 км за чертой города средняя концентрация сульфатов в почве составила 3,2 ПДК, максимальная - 7 ПДК. Содержание сульфатов в почве на фоновой площадке г. Зима превысило ПДК в 1,6 раза. Средняя концентрация сульфатов в почвах на территории г. Саянска составила 1,5 ПДК, максимальная - 2,4 ПДК. Следует отметить, что по сравнению с результатами предыдущего обследования (в 2016 г.) содержание сульфатов в почвах г. Зима увеличилось в 2,8 раза, а в почвах г. Саянска сохранилось на прежнем уровне.

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 2022 г. были выборочно обследованы почвы различного типа на территориях 35 субъектов Российской Федерации, общая обследованная площадь составила 29,2 тыс. га. Распределение обследованной площади по федеральным округам представлено на рис. 3.27. Обследовались сельскохозяйственные угодья, отдельные лесные массивы, зоны отдыха на территориях 105 районов, в 141 хозяйствах. На территориях 6 субъектов Российской Федерации были обследованы почвы вокруг 7 складов и мест захоронения пестицидов, непригодных или запрещенных к применению.

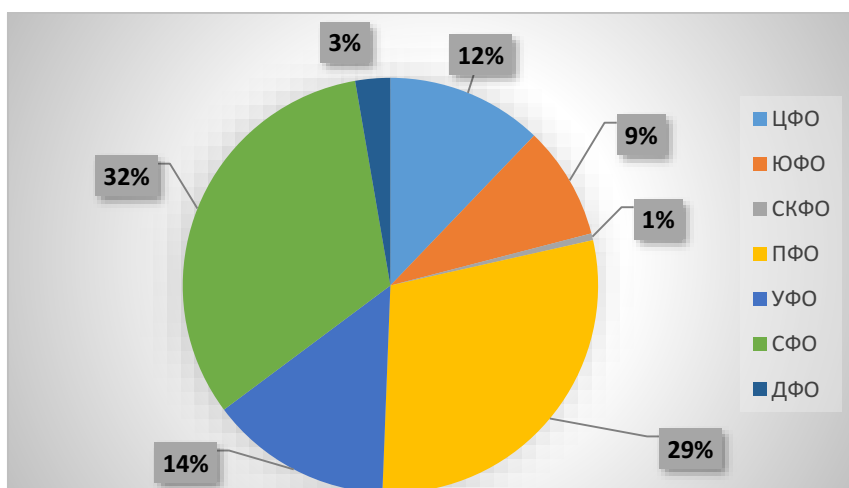


Рис. 3.27. Распределение обследованной в 2022 г. площади по федеральным округам в процентном отношении

Постановлением Главного санитарного врача РФ № 2 от 28 января 2021 г. был утвержден СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормы и требования к обеспечению безопасности (или) безвредности для человека факторов среды обитания». Этим же постановлением было отменено действие ГН 1.2.3539-18 «Гигиенические нормативы содержания пестицидов в объектах окружающей среды (перечень)». В новом документе отсутствуют нормативы содержания ДДТ в почве и других объектах. Стоит отметить, что данный пестицид в соответствии с ГОСТ 17.4.1.02-83 относится к первому классу (вещества высокоопасные) по степени опасности для контроля загрязнения и прогноза состояния почв, а также является СОЗ. Тенденции распространения ДДТ и качества почвы в 2022 г. оценивались с учетом значения отмененной допустимой концентрации. При отсутствии утвержденной ПДК использование действовавшего ранее норматива для принятия мер государственного регулирования неправомерно. Поэтому данные о случаях высокого содержания суммарного ДДТ не были учтены при подсчете загрязненных территорий.

В 2022 г. участки, почва которых не соответствовала установленным гигиеническим нормативам, были выявлены на территориях 3 субъектов Российской Федерации (с учетом ДДТ - 8 субъектов).

В 2022 г. загрязненные площади составили:

- 2,4-Д - 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);
- симазин - 2,8% от обследованной площади 1252,8 га (в 2019 г. - 0,7% от обследованной площади 3945 га, в период 2018-2015 гг. загрязнений не было выявлено, в 2014 г. - 2,7% от обследованной площади 1450 га).

Территории, неудовлетворяющие санитарным требованиям, выявляются каждый год, при этом изменяются как перечень пестицидов-загрязнителей, так и площадь загрязнения, а также список субъектов РФ с загрязненными территориями.

По данным предыдущих лет суммарный ДДТ являлся основным загрязнителем сельскохозяйственных угодий. Количество субъектов, на территориях которых отмечается высокое содержание суммарного ДДТ, изменяется ежегодно (рис. 3.28) В 2022 г. высокие концентрации этого пестицида наблюдались в Курской, Тамбовской, Ростовской, Ульяновской областях, Республике Мордовия, а также в Приморском крае. Остаточное количество суммарного ДДТ было самым высоким в течение года на территории садов Тамбовской области и достигло весной величины 0,255 мг/кг, а осенью 0,308 мг/кг. В соответствии с действовавшими ранее нормативами (0,1 мг/кг) площадь загрязнения составила 231,7 га (в 2021 г. - 356,4 га.)

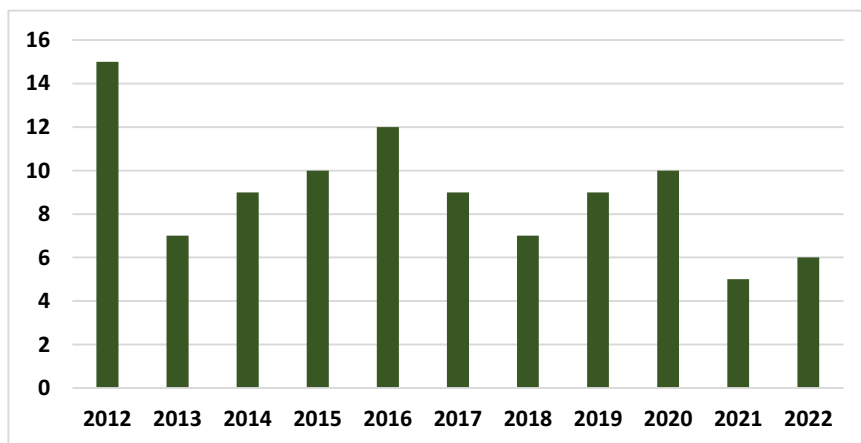


Рис. 3.28. Количество субъектов, на территориях которых отмечалось высокое содержание суммарного ДДТ в период 2012-2022 гг.

Центральный федеральный округ. В 2022 г. на территории ЦФО были обследованы почвы Белгородской, Брянской, Владимирской, Воронежской, Костромской, Курской, Липецкой, Московской, Рязанской, Тамбовской, Тульской и Ярославской областей общей площадью 3433 га. В почвах определялось содержание хлорорганических инсектицидов, 2,4-Д, триазиновых гербицидов и трифлуралина.

В 2022 г. на территории ЦФО площадь загрязнения суммарным ДДТ и суммарным ГХЦГ составила 1780 га. Содержание суммарного ДДТ превышало 0,1 мг/кг на площади 92,6 га (в 2021 г. - 153,7 га). Почвы с высоким содержанием суммарного ДДТ были выявлены в Тамбовской и Курской областях. Наибольшее среднее содержание данного пестицида, составившее весной - 0,255 мг/кг и осенью - 0,308 мг/кг, было отмечено на территории садов Тамбовской области, а максимумы 0,531 мг/кг и 0,405 мг/кг весной и осенью соответственно были зафиксированы в Курской области.

Меньшее среднее содержание ДДТ в обследованных почвах ЦФО наблюдалось в Тульской, Владимирской, Ярославской областях, где ОК не превышало 0,007 мг/кг.

Содержание суммарного ГХЦГ в отобранных образцах не превышало 0,15 ПДК, что соответствует уровню последних лет. В Воронежской и Тамбовской областях данный пестицид не был выявлен.

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 0,30 ОДК и 0,70 ПДК соответственно.

На содержание прометрина и симазина обследовались 699 га в Белгородской, Воронежской, Курской областях. В почвенных образцах наблюдался только прометрин. Весной его содержание в отдельных пробах не превышало концентрации 0,050 мг/кг, а к осени - 0,018 мг/кг. В течение года снизилась и частота выявления - с 47% до 33% от всех отобранных проб.

Южный федеральный округ. В 2022 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 24284 га. В почвах определялось содержание шести пестицидов, среди которых ХОП, трифлуралин, 2,4-Д, суммарный ДДТ и ГХЦГ. Среднее содержание в почвах суммарного ДДТ весной составило 0,031 мг/кг, осенью - 0,025 мг/кг, а годовой максимум - 0,126 мг/кг был зафиксирован осенью на 25 га под яблню Семикаракорского района Ростовской области (если принимать во внимание прежний норматив содержания ДДТ в почве, данный участок можно отнести к загрязненным). Суммарный ГХЦГ был выявлен в почвах всех обследованных субъектов, однако его концентрация не превышала весной 0,05 ПДК, а осенью - 0,03 ПДК. Содержание трифлуралина на территории 875 га не превышало 0,001 мг/кг. Загрязнение почв гербицидом 2,4-Д на территории Ростовской области и Краснодарского края не было выявлено.

Северо-Кавказский федеральный округ. В 2022 г. на территории СКФО были обследованы почвы Ставропольского края и Карачаево-Черкесской Республики. На обследованной почве общей площадью 150 га на содержание 6 действующих пестицидов загрязненные пестицидами почвы не были выявлены. Средняя концентрация суммарного ДДТ не превышала 0,045 мг/кг весной и 0,023 мг/кг осенью, а годовой максимум - 0,083 мг/кг был зафиксирован в Ставропольском крае. Среднее ОК суммарного ГХЦГ для обоих субъектов не превышало значений 0,001 мг/кг, а максимальная концентрация составила 0,03 ПДК. Остальные определяемые в почве пестициды находились на низком уровне: содержание трифлуралина было выявлено весной в Ставропольском крае на уровне 0,20 ОДК, гербицид 2,4-Д не был выявлен.

Приволжский федеральный округ. В 2022 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 8219 га на содержание 14 действующих веществ пестицидов, а также полихлорированных бифенилов (ПХБ). Также в 2022 г. было продолжено обследование почв в местах складирования и захоронения пестицидов.

Среднее содержание суммарного ДДТ весной находилось в пределах от 0,001 до 0,004 мг/кг, а осенью - от 0,002 мг/кг до 0,077 мг/кг, с годовым максимумом - 1,75 мг/кг ПДК (Республика Мордовия), также высокие концентрации были зафиксированы в Ульяновской области (0,107 мг/кг). На территориях Республики Башкортостан, Республики Марий Эл, Удмуртской Республики, а также Кировской и Саратовской областей ОК суммарного ДДТ не было выявлено.

В 2022 г. содержание суммарного ГХЦГ было выявлено только в Пензенской области осенью в незначительном количестве. ОК ГХБ были выявлены в Самарской и Саратовской областях в количестве, не превышающем 0,03 ОДК.

В 2022 г. на территории ПФО на площади 550,8 га метафос не был выявлен.

Гербицид 2,4-Д является одним из наиболее широко применяемых средств защиты растений. В 2022 г. превышение содержания 2,4-Д было отмечено на участках общей площадью 96,5 га в Ульяновской (максимум 1,24 ПДК), Самарской (максимум 1,51 ПДК) и Пензенской (максимум 1,10 ПДК) областях. В целом среднее содержание 2,4-Д весной находилось в диапазоне от 0,001 до 0,079 мг/кг, а осенью - 0,010-0,086 мг/кг.

При оценке содержания пестицида трифлуралина в почвах ПФО загрязненных участков не было зафиксировано. Среднее содержание пестицида в почвах округа весной не превышало значений 0,02 ОДК, а осенью 0,12 ОДК, а годовой максимум - 0,10 ОДК был зафиксирован в Нижегородской области на травяном поле Кстовского района.

Гербицид далапон, в настоящее время не входит в перечень разрешенных к применению в России пестицидов, был выявлен повсеместно и в весенний, и в осенний пробоотбор, среднее содержание весной достигало значений 0,140 мг/кг (Ульяновская область), а осенью - 0,337 мг/кг (Оренбургская обл.). На территории ПФО в 2022 г. загрязненных территорий данным пестицидом не было выявлено, в 2021 г. не соответствовали гигиеническим нормативам 11,5% обследованных территорий.

В 2022 г. концентрация ТХАН не превысила ОДК. В весенний период среднее содержание ТХАН находилось в диапазоне 0,014-0,171 мг/кг (максимум 0,93 ОДК), а осенью в диапазоне - 0,075-0,189 мг/кг (максимум 0,96 ОДК).

В 2022 г. на территории ПФО проводилось наблюдение за загрязнением почв триазиновыми гербицидами: прометрином, симaziном и атразином. Несмотря на отсутствие разрешения к применению симазина, в 2022 г. его ОК были выявлены в каждой из отобранных проб. Загрязненные участки были выявлены в Пензенской (0,826 мг/кг) и

Самарской (0,322 мг/кг) областях. ОК прометрина, разрешенного к применению, были выявлены на территории всех областей, где проводились наблюдения. По результатам наблюдений почвы ПФО не были загрязнены ОК прометрина, его среднее содержание не превышало значений 0,065 мг/кг весной в Пензенской области и 0,004 мг/кг - осенью в Саратовской области, а годовой максимум составил 0,25 ПДК. Атразин не рекомендован к применению в РФ с 2007 г. и редко выявляется при анализе, однако в 2022 г. ОК атразина были зафиксированы повсеместно, с максимальным содержанием весной 0,009 мг/кг в Саратовской области, а осенью - 0,032 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 2021 г. ПХБ был зафиксирован в почвах Нижегородской и Кировской областей, а в 2022 г. не был выявлен ни в одной из проанализированных проб.

Уральский федеральный округ

В 2022 г. на территории УФО наблюдения за содержанием пестицидов в почве проводились в Курганской области в Белозерском, Алыменском, Лебяжье-вском, Притобольном районах. Для расширения охвата территории наблюдениями обследованные районы были изменены по сравнению с предыдущим годом. Весной и осенью было обследовано 4 тыс. га территории, что составляет 0,3% 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 Лебяжье-вском районе. В пробах определялось содержание ДДТ и его метаболита ДДЕ, изомеров ГХЦГ и гербицида 2,4-Д. ГХЦГ не был обнаружен ни в одной пробе, как и в предыдущие годы. На сельхозугодиях не было выявлено ДДТ и его метаболитов.

ДДТ ранее активно применялся для обработки территорий от энцефалитного клеща, поэтому часто наблюдался в пробах почвы лесов Курганской области. На территории лагеря им. Коли Мяготина последняя обработка дустом проводилась в 1997 г., однако высокие концентрации суммарного ДДТ наблюдаются из года в год. В 2022 г. среднее содержание суммарного ДДТ на территории лагеря весной составило 0,184 мг/кг (в 2021 г. - 0,050 мг/кг), а осенью - 0,068 мг/кг (в 2021 г. - 0,091 мг/кг). При этом максимальные значения 1,141 мг/кг и 0,282 мг/кг и весной и осенью наблюдались в одной и той же точке на территории центральной площадки лагеря. Также высокое содержание суммарного ДДТ наблюдалось весной в точке, расположенной на мини-стадионе лагеря, концентрация составила 0,943 мг/кг (в 2021 г. - 0,020 мг/кг), при этом осенью концентрация уменьшилась до 0,069 мг/кг (в 2021 г. - 0,064 мг/кг).

Для оценки глубины проникновения ДДТ в почву загрязненного участка был заложен разрез глубиной 1,5 м. Так же, как и в предыдущем году, содержание суммарного ДДТ было выявлено во всех слоях разреза. Абсолютные значения ОК суммарного ДДТ по слоям разреза весной и осенью существенно отличались. Весной максимальное содержание наблюдалось на уровне водоупора на глубине 0,9-1,5 м и составило 63,7% от суммарного содержания по почвенному профилю. Осенью содержание ОК суммарного ДДТ наблюдалось на одинаковом уровне в первом (0-0,1 м) и четвертом (0,9-1,5 м) слоях и составило 43,0% и 45,5% соответственно.

Так же, как и в предыдущие годы, в обследуемых почвах определялось содержание гербицида 2,4-Д. Следы его применения были выявлены весной на территории Лебяжье-вского района, его концентрация в отдельных пробах варьировала от 0,002 мг/кг до 0,007 мг/кг. Среднее содержание составило весной 0,001 мг/кг, а к осени снизилось до нулевых значений.

Сибирский федеральный округ

В 2022 г. на территории СФО были обследованы почвы Алтайского края, Иркутской и Омской областей общей площадью 9167,4 га на содержание 9 действующих веществ пестицидов, а также pH и содержание нитратов. Также были обследованы территории, прилегающие к 2 складам устаревших пестицидов.

На обследованной территории СФО в 2022 г. не наблюдалось превышений установленных гигиенических нормативов. Суммарный ДДТ на обследованной территории наблюдался в следовом количестве, его среднее содержание не превышало 0,001 мг/кг. Суммарный ГХЦГ был зафиксирован на территории Иркутской области с максимальным значением - 0,10 ПДК на территории Жигаловского района.

В 2022 г. проводилось обследование почв Иркутской и Омской областей площадью 8,9 тыс. га на содержание ГХБ. ОК ГХБ было выявлено в почвах Иркутской области в следовом количестве.

Содержание ОК трифлуралина на территории Алтайского края и Омской области не было зафиксировано.

Обследование почв на загрязнение 2,4-Д проводилось на территории СФО общей площадью 1115 га. Пестицид был выявлен в Алтайском крае в незначительном количестве.

В 2022 г. наблюдения в почвах Иркутской области за содержанием метафоса проводились выборочно, площадь обследования составила свыше 1,8 тыс. га, ОК метафоса было выявлено в единственной пробе, отобранной в Иркутском районе. Содержание пиклорама определялось в пробах, отобранных в д. Куда ОАО «Хомутовское» (пункт многолетних наблюдений) Иркутской области, площадь обследования составила 100 га и весной, и осенью. ОК данного пестицида, как и в предыдущем году, не было выявлено.

Дальневосточный федеральный округ

В 2022 г. на территории ДФО обследование почвы проводилось на территории Приморского края в 6 районах (Уссурийский, Октябрьский, Ханкайский, Черниговский, Кировский, Чугуевский) на землях сельхозназначения осенью общей площадью 768 га, что составило примерно 0,22% 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 (зернобобовыми, зерновыми, картофелем, травами) было ниже уровня 2021 г. и составило 0,035 мг/кг. Максимальное значение содержания ДДТ в почве было зафиксировано в Чугуевском районе (рис. 3.29) и составило 0,099 мг/кг (в 2021 г. - 0,360 мг/кг).

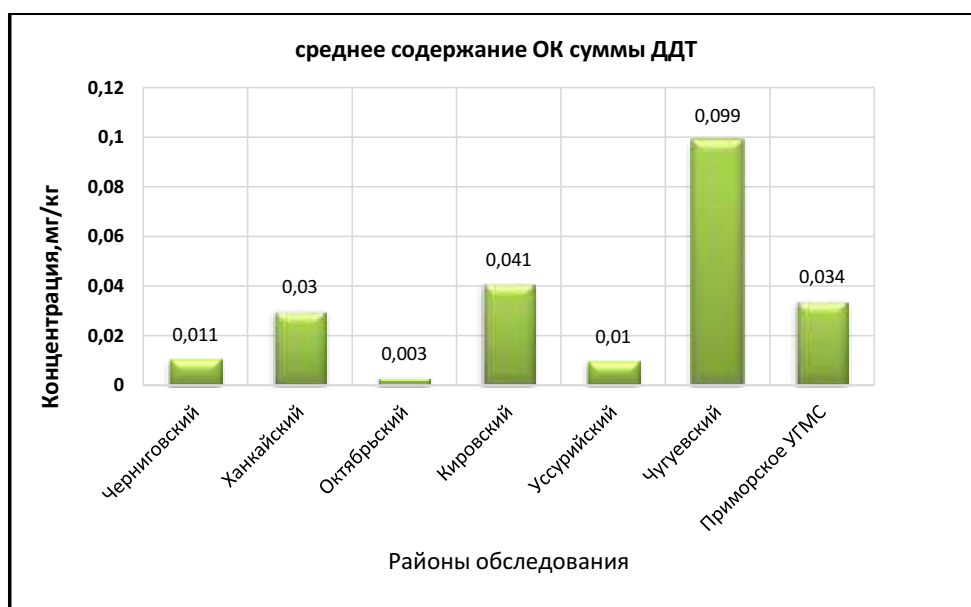


Рис. 3.29. Сравнение данных среднего содержания ОК суммы ДДТ по районам Приморского края в 2022 г.

Если принимать во внимание прежние нормативы содержания ДДТ в почве, то 100 га, что составляет 12,9% от площади обследования (в 2021 г. - 10%), относятся к загрязненным.

Из ХОП в почвах определялось ОК ГХБ и суммарного ГХЦГ, которые были выявлены в 60% и 32% проб соответственно. ОК для данных пестицидов в почвах не превышало 0,13 доли от установленных нормативов.

Трифлуралин активно используется в сельском хозяйстве, в 2022 г. он был выявлен в каждой 5-ой пробе, хотя концентрация в почвах была незначительной и не превысила 0,001 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 зернобобовыми и зерновыми культурами составило 0,011 мг/кг; суммарного ГХЦГ - 0,006 мг/кг; ГХБ - 0,001 мг/кг. Трифлуралин в почвах не был выявлен.

Состояние участков, прилегающих к местам хранения пестицидов

В 2022 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 2022 г. было проведено обследование вокруг 7 складов неликвидных пестицидов в 6 субъектах Российской Федерации.

Как и в предыдущие годы, в 2022 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 колебалось в пределах от 0,006 до максимального значения 0,015 мг/кг, что незначительно выше прошлогоднего содержания. Максимальные уровни содержания суммарного ГХЦГ не превысили значения 0,014 мг/кг за оба периода пробоотбора. Максимальная зафиксированная концентрация в почве трифлуралина и весной, и осенью составила 0,030 мг/кг.

В Удмуртской Республике проводилось обследование почв в с. Дебессы Дебесского района в радиусе 100 м от бывшего склада удобрений на содержание суммарного ДДТ, суммарного ГХЦГ, ГХБ, трифлуралина, 2,4-Д, ПХБ. В результате исследований в почвах было выявлено ОК 2,4-Д весной со средним содержанием 0,004 мг/кг (0,04 ПДК), с максимумом - 0,01 мг/кг (0,1 ПДК), а также ОК трефлана со средним содержанием весной - 0,002 мг/кг (0,02 ОДК), с максимумом - 0,01 мг/кг (0,1 ОДК); осенью среднее содержание ОК трефлана составило 0,006 мг/кг (0,06 ОДК), с максимумом - 0,02 мг/кг (0,2 ОДК). Суммарного ДДТ, ГХЦГ, ГХБ, ПХБ в почвах выявлено не было.

В Краснопартизанском районе Саратовской области на расстоянии от 50 до 500 м от склада пестицидов весной определялось в почве четырнадцать действующих веществ и метаболитов пестицидов. ОК 2,4-Д в одной из проб, отобранной в 50 м к югу от склада, было выше гигиенических нормативов и соответствовало 1,26 ПДК. Превышений нормативов содержания других пестицидов выявлено не было. В почвах был зафиксирован далапон (максимум 0,17 ПДК), ТХАН (максимум 0,68 ОДК), прометрин (максимум 0,14 ПДК), симазин (максимум 0,11 ПДК), а также атразин и трифлуралин в следовых количествах. ХОП и метафос в почвах не были выявлены.

В с. Усинское Сызранского района Самарской области осенью проводилось обследование почвы вокруг склада пестицидов по четырем румбам на расстоянии от 50 до 400 м. В почвах (в 100 м к северу и 200 м к югу от склада) содержание гербицида 2,4-Д составило 0,105 мг/кг, что выше установленных гигиенических нормативов. Превышений содержания остальных наблюдаемых пестицидов выявлено не было, а средние концентрации соответствовали: далапон - 0,10 ПДК, симазин - 0,08 ПДК, трифлуралин - 0,06 ОДК. Атразин и прометрин были выявлены в следовых количествах. ОК метафоса, ТХАН и ХОП не были зафиксированы.

В Иркутской области были обследованы участки, прилегающие к складам пестицидов в Качугском и Жигаловском районах в четырех направлениях на расстоянии до 1,5 км на содержание в почвах ХОП и гербицида 2,4-Д. Из наблюдаемых пестицидов в почвах был выявлен суммарный ГХЦГ в следовом количестве в единственной пробе в непосредственной близости к складу в Качугском районе.

В Курганской области было продолжено наблюдение за содержанием пестицидов в почве поля, расположенного на расстоянии 10-200 м от захоронения ядохимикатов в Лебяжье-Вском районе. Из всех определяемых компонентов в почвах был выявлен только 2,4-Д весной в количестве, не превышающем 0,007 мг/кг. Результаты обследования показывают, что захоронение ядохимикатов не оказывает негативного воздействия на окружающую среду.

В 2022 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 2022 г. по наиболее характерным для каждого водного объекта показателям.

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

Поверхностные воды Северо-Запада

Загрязнение речных бассейнов Калининградской области, в основном, связано с поступлением сточных вод промышленных (автомобилестроение и судостроение, пищевая переработка, химическая, электронная промышленность, производство мебели), коммунальных и сельскохозяйственных предприятий. Наиболее высокая загрязненность воды рек 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». Подверженный сильному антропогенному влиянию участок, находящийся в промышленной зоне г. Калининград, оценивается «грязной» водой. Характерными загрязняющими веществами р. Преголя в 2022 г., как и в предыдущие годы, сохранились органические вещества (по ХПК и БПК₅) - до 57,0 и 5,60 мг/л соответственно, нитритный азот, соединения железа не более 4 ПДК. В летний период, вследствие нагонных явлений со стороны Калининградского залива, загрязненность воды реки возрастает, особенно в устьевой части, в 2018-2021 гг. было отмечено увеличение минерализации до 3149-4135 мг/л, сульфатов - 192-259 мг/л, хлоридов - 1390-2694 мг/л, в 2022 г. - до 4227, 429, 2141 мг/л соответственно.

В целом вода р. Неман в многолетнем плане оценивается как «загрязненная». В 2022 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) - 31,5-31,8 мг/л; органическими веществами (по БПК₅) - 3,20-3,22 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 2022 г. содержание характерных загрязняющих веществ в воде - органических веществ (по БПК₅ и ХПК), нитритного азота, соединений железа, превысило ПДК в 2-4 раза, при среднегодовых значениях 1,3-2 ПДК.

Качество воды бассейна Невы сохраняется стабильным, вода большинства створов относится к классу «загрязненных». Загрязненность воды р. Нева и ее притоков в целом определяется содержанием соединений меди, цинка, железа, марганца, реже аммонийного и нитритного азота в концентрациях в среднем на уровне ниже 1-9 ПДК, органических веществ (по БПК₅ и ХПК) 0,92-4,37 и 24,4-54,8 мг/л соответственно. В 2022 г. критический уровень загрязненности воды достигался: соединениями марганца - р. Ижора (6 ПДК), р. Мга (21 ПДК), соединениями железа - р. Мга (19 ПДК), р. Охта, п. Мурино (23 ПДК), органическими веществами (по БПК₅) - р. Ижора (9,31 мг/л), соединениями меди - р. Охта, 0,05 км выше устья и створ моста пр-кт Шаумяна г. Санкт-Петербург (21-28 ПДК). В 2022 г. в бассейне Невы было зарегистрировано 7 случаев ВЗ соединениями марганца (р. Нева, р. Ижора, р. Охта - 30-49 ПДК), по 2 случая соединениями кадмия (р. Охта - 3 ПДК) и нитритным азотом (р. Ижора, р. Охта - 14-24 ПДК); 1 случай ЭВЗ соединениями марганца (р. Охта, п. Мурино - 52 ПДК).

Самым загрязненным притоком р. Нева на протяжении десятилетий, оцениваемым как «грязный», сохраняется р. Охта в створе г. Санкт-Петербург (рис. 3.30).

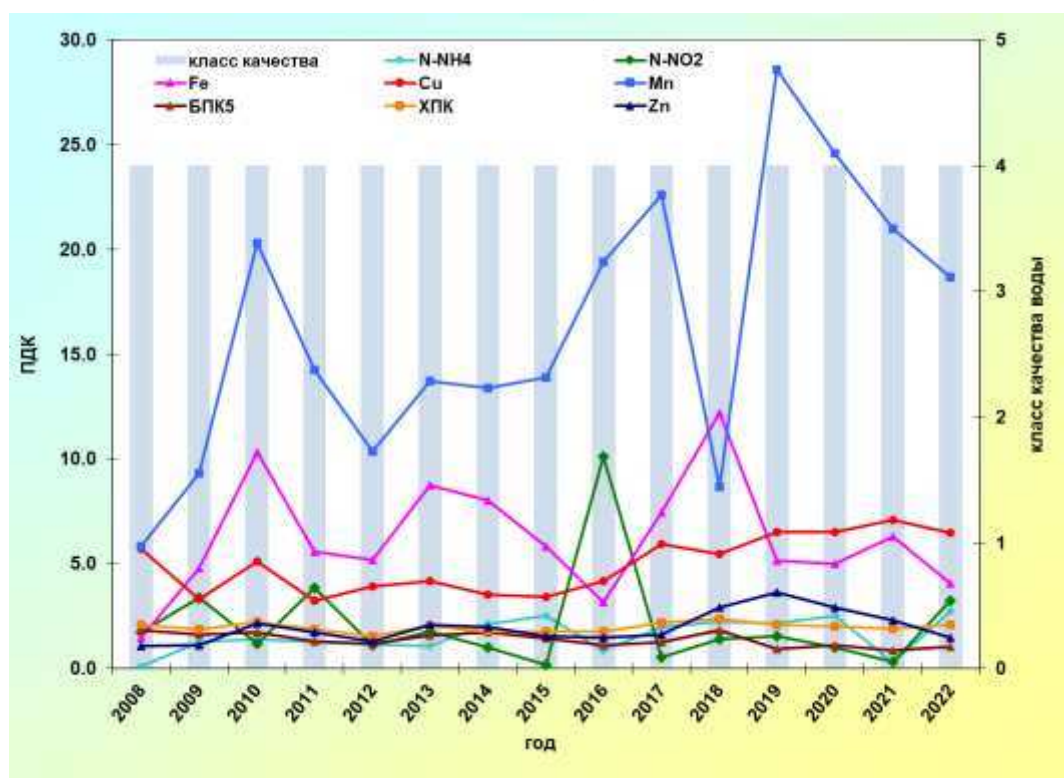


Рис. 3.30. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Охта, 0,05 км выше устья, в черте г. Санкт-Петербург, в многолетнем плане

Основными источниками загрязнения водных объектов Волховского бассейна являются сточные воды промышленных, гидроэнергетических и коммунальных предприятий Новгородской и Ленинградской областей. Качество воды рек в многолетнем плане изменялось в диапазоне от «загрязненной» до «грязной». В целом в 2022 г. в бассейне р. Волхов преобладали «загрязненные» воды. Неудовлетворительное качество воды р. Волхов отмечается на всем протяжении от истока до устья и оценивается как «загрязненная». Среди притоков в 2022 г. наиболее загрязнены р. Большая Вишера, р. Питьба, р. Кереть, которые характеризовались «грязной» водой. Среднегодовые концентрации характерных в целом для бассейна р. Волхов загрязняющих веществ: соединений железа, меди, марганца не превысили 8 ПДК, органических веществ (по ХПК) - 62,0 мг/л.

Поверхностные воды на территории Новгородской области 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 2013-2021 гг., 128 мг/л в 2022 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).

Наиболее негативное влияние на качество воды водных объектов, расположенных на территории Кольского полуострова, оказывают сточные воды предприятий горнодобывающей, горноперерабатывающей и металлургической промышленности: ОА «Кольская ГМК» комбинат «Печенганикель» – рр. Хауки-лампи-йоки, Колос-йоки; АО «Кольская ГМК» комбинат «Североникель» - р. Ньюдай; АО «Апатит» - р. Белая и оз. Большой Вудъявр; АО «Ковдорский ГОК» - рр. Можель и Ковдора; ООО «Ловозерский ГОК» - р. Сергевань, вода которых в многолетнем плане сохраняется на уровне «грязная», в отдельных водных объектах «экстремально грязная».

На протяжении последних двух десятилетий наихудшим качеством - «экстремально грязная» стабильно оценивается вода руч. Варничный, обусловленным высоким содержанием в воде аммонийного азота в диапазоне 22-43 ПДК, органических веществ (по БПК₅) 16-33 ПДК, соединений марганца и меди 13-21 и 9-16 ПДК, нефтепродуктов 3-14 ПДК, фосфора фосфатов 4-11 ПДК, органических веществ (по ХПК) 4-8 ПДК, соединений железа 5-8 ПДК, АСПАВ 3-13 ПДК, нитритного азота 1-4 ПДК, соединений цинка 2-5 ПДК, а также дефицитом растворенного в воде кислорода.

Водные объекты бассейна р. Печенга находятся в зоне влияния сточных вод предприятий ОА «Кольская ГМК» (комбинат «Печенганикель») и жилищно-коммунального хозяйства г. Заполярный и пгт Никель. Наиболее загрязненной в бассейне р. Печенга сохраняется р. Хауки-лампи-йоки, вода которой стабильно оценивается «грязной» с ухудшением в 2022 г. до уровня «экстремально грязная», за счет высокого среднегодового содержания соединений никеля и марганца в пределах 17-28 и 7-13 ПДК; отмечена тенденция снижения содержания дитиофосфата крезилового в среднем от 18-27 ПДК (2011-2015 гг.) до 3-6 ПДК в последние годы наблюдений; при этом концентрации соединений меди, ртути, цинка и сульфатов стабилизировались на уровне 6-9 ПДК, 2-4 ПДК, 2-4 и 2-3 ПДК соответственно (рис. 3.31).

Река Ньюдай в 2017-2022 г. оцениваемая «грязной» водой, наиболее загрязнена соединениями никеля и меди, средние за год концентрации которых в многолетнем плане варьировали в пределах 21-54 ПДК и 49-96 ПДК (максимальные 31-124 и 93-299 ПДК) соответственно; содержание соединений железа, ртути, марганца и сульфатов

в многолетнем плане изменялось незначительно и составляло в среднем 1-2 ПДК, 1-5 ПДК, 3-6 и 5-10 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. Состояние воды малых рек Кольского полуострова находится в критическом состоянии.

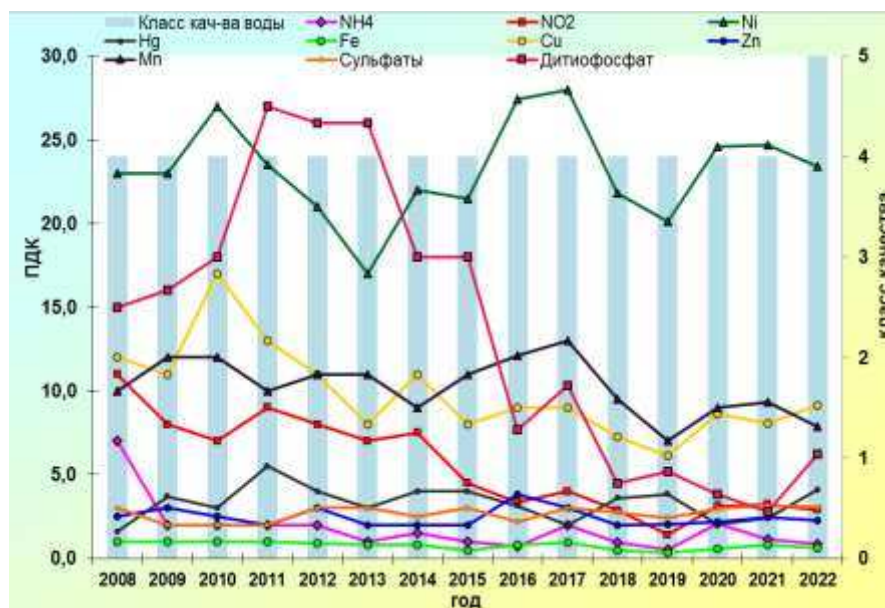


Рис. 3.31. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Хаукилампи-йоки, г. Заполярный в многолетнем плане

Бассейн р. Северная Двина. Верхнее течение р. Северная Двина загрязнено сточными водами предприятий городов Великий Устюг, Красавино, Котлас, льяльными водами судов речного флота и водой наиболее загрязненных притоков рр. Сухона и Вычегда. По качеству вода реки у городов Великий Устюг, Красавино, Котлас на протяжении 2010-2022 г. стабильно оценивалась «грязной» (рис. 3.32).

Среднее и нижнее течения, а также устье Северной Двины (Архангельская область) продолжают в многолетнем плане характеризоваться «загрязненными» водами (в пункте наблюдений д. Абрамково, относящегося к среднему течению реки, в отдельно взятые годы с ухудшением до уровня «грязная»).

Существенно не изменилась по сравнению с предыдущими годами загрязненность воды дельты Северной Двины (рук. Никольский, Мурманский, Корабельный, прот. Маймакса и Кузнечиха). Вода во всех пунктах наблюдений сохранилась «загрязненной», за исключением прот. Маймакса и Кузнечиха, где в последние годы наблюдалось незначительное ухудшение качества воды до уровня «грязная».

Загрязненность воды реки органическими веществами (по БПК₅) была невысокой, возрастая до 2,07-2,41 мг/л только в среднем течении у д. Абрамково и д. Звоз; органическими веществами (по ХПК) в верхнем течении у г. Великий Устюг и г. Красавино была повышенной на уровне 60,4-63,9 мг/л, далее по течению реки стабилизировалась в пределах 24,4-38,9 мг/л; нефтепродуктами в целом по реке не превышала уровня норматива, за исключением д. Абрамково, где наблюдается тенденция снижения концентраций в среднем от 7-11 ПДК в 2017-2018 гг. до 2-3 ПДК в 2019-2022 гг.

Концентрации соединений железа сохранились стабильными, в среднем варьируя в диапазоне от 2 до 7 ПДК; соединений меди не превысили 2-6 ПДК в водах верхнего и среднего течений, снижаясь до 1-3 ПДК в нижнем течении, устье и дельте реки; соединений марганца от 2-4 до 8 ПДК в верхнем течении реки с возрастанием до 10-13 ПДК.

Среднегодовые концентрации соединений цинка в воде р. Северная Двина стабилизировались и варьировали в диапазоне от значений, не превышающих норматив, до 2-3 ПДК; алюминия изменялись от значений, не превышающих норматив, до 1-6 ПДК в верхнем течении, от 1 до 2 ПДК в нижнем течении и устье реки.

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 0,74-7,35 г/л, концентрации хлоридов - 0,27-3,51 г/л, сульфатов - 92,0-641 мг/л.

Крупнейший левобережный приток р. Северная Двина - р. Сухона (Вологодская обл.) загрязнен льяльными водами судов речного флота, сточными водами предприятий деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства. В многолетнем плане качество воды в большинстве рассматриваемых лет характеризовалось на уровне «грязная».

Загрязненность воды реки органическими веществами (по ХПК) возросла от истока к устью, изменяясь от 59,2 до 67,4 мг/л; органическими веществами (по БПК₅) превысила норматив в створах г. Сокол и районе впадения р. Пельшма (2,94-3,64 мг/л).

Наблюдается тенденция снижения среднегодового содержания характерных, загрязняющих воду р. Сухона веществ: соединений железа от 4-6 до 2-4 ПДК (у г. Тотьма от 10-12 до 5-7 ПДК); соединений меди от 3-4 до 1-3 ПДК

у г. Сокол, от 2-3 ПДК до значений, не превышающих норматив, в створах г. Тотьма и стабилизации на уровне 2-6 ПДК выше г. Великий Устюг; соединений цинка по всему течению реки от значений, не превышающих норматив, до 1-3 ПДК.

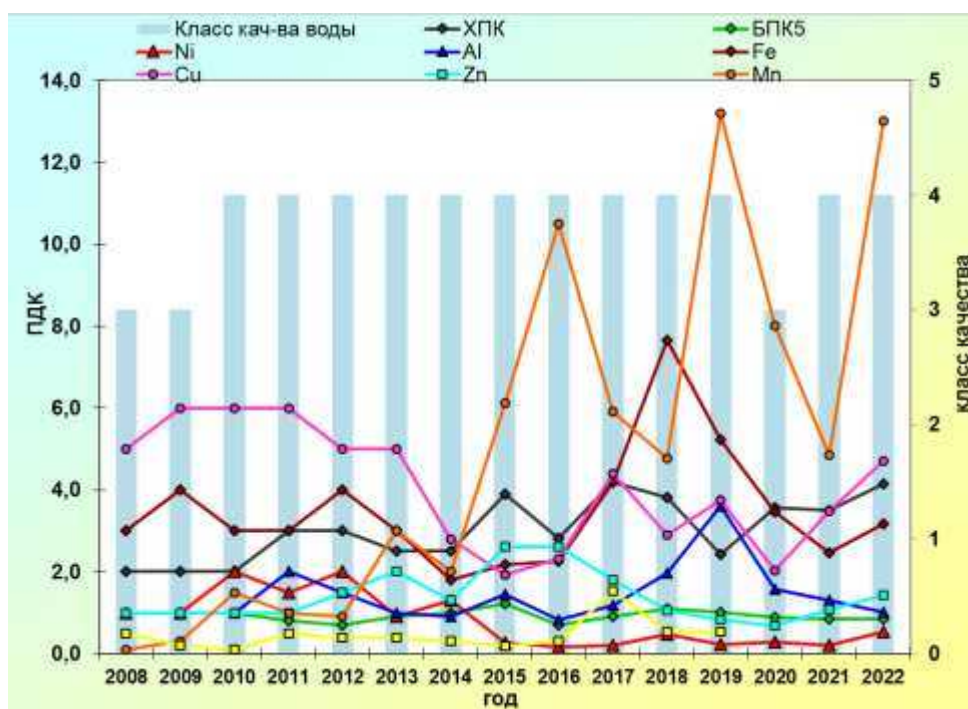


Рис. 3.32. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Северная Двина, 3,5 км ниже г. Красавино в многолетнем плане

Среднегодовое содержание соединений марганца в реке изменялось от 1 до 4 ПДК у г. Сокол с возрастанием в отдельные годы до 7-12 ПДК; в районе впадения р. Пельшма изменялось в пределах 1-7 ПДК, выше г. Великий Устюг отмечена стабилизация на уровне 3-7 ПДК (с возрастанием в 2022 г. до 12 ПДК). Концентрации метанола в реке снизились в среднем от 1-4 ПДК до уровня норматива в створах г. Сокол и стабилизировались в пределах 1-2 ПДК в районе впадения р. Пельшма.

Негативное влияние на формирование химического состава воды р. Пельшма (левобережный приток р. Сухона) оказывают недостаточно очищенные сточные воды МУП «Коммунальные системы» (г. Сокол). Вода р. Пельшма десятилетиями характеризовалась как «экстремально грязная», в 2020 и 2022 гг. незначительно улучшилась до уровня «грязная» (рис. 3.33).

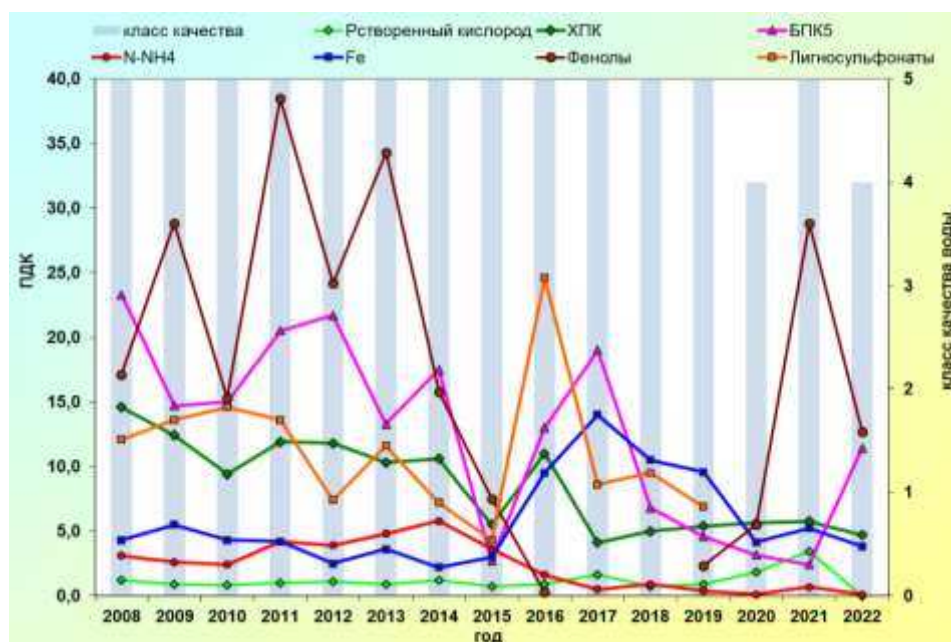


Рис. 3.33. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Пельшма, г. Сокол в многолетнем плане

Снижение уровня загрязненности воды р. Пельшма соединениями железа было зарегистрировано от 10-14 ПДК (2017-2019 гг.) до 4-5 ПДК (2020-2022 гг.); при этом был отмечен резкий рост содержания фенолов летучих от 2-5,5 ПДК в 2019-2020 гг. до 13-29 ПДК в 2021-2022 гг.

Критическими показателями загрязненности воды р. Пельшма являлись органические вещества (по ХПК), содержание которых в последние годы наблюдений стабилизировалось на уровне 70,4-86,3 мг/л и дефицит растворенного в воде кислорода, концентрация которого снижалась до 1,37-2,20 мг/л, а также органические вещества (по БПК₅), для которых была отмечена тенденция снижения содержания от 13,6 мг/л (2017 г.) до 4,83 и 8,36 мг/л (2020 и 2022 гг.), за исключением возрастания концентрации в 2021 г. в среднем до 22,4 мг/л. Концентрации соединений железа находились в среднем на уровне 4-5 ПДК, с возрастанием до 10-14 ПДК в 2016-2019 гг.

Вода р. Вычегда (Республика Коми) - правобережного притока р. Северная Двина, загрязняемого сточными водами АО «Монди Сыктывкарский ЛПК» и филиалом ОАО «Группа «Илим» в г. Коряжма, продолжала характеризоваться «загрязненной» водой, в отдельные годы, ухудшаясь до уровня «грязная» в створах г. Коряжма.

Загрязненность воды органическими веществами (по ХПК) составила 23,5-32,2 мг/л; соединениями железа варьировала в диапазоне от 2 до 8 ПДК; соединениями меди варьировала от значений, не превышающих норматив, до 1-3 ПДК, возрастая до 4-7 ПДК в створах г. Коряжма; соединениями марганца была повышенной и изменялась в широких пределах от 2 до 9 ПДК; соединениями алюминия стабилизировалась в большинстве створов на уровне 1-4 ПДК.

Бассейн р. Онега (Архангельская область). Вода рек бассейна р. Онега, в основном, оценивалась как «загрязненная», в отдельные годы, ухудшаясь до уровня «грязная» в устье у с. Порог. Среднегодовое содержание в воде органических веществ (по ХПК) не превышало 22,0-48,4 мг/л, соединений железа 2-7 ПДК, цинка и алюминия варьировали от значений, не превышающих норматив, до 2-5 ПДК, меди 1-4 ПДК, возрастая в отдельные годы до 6-10 ПДК. Концентрации нефтепродуктов в воде р. Онега и реках её бассейна были неравномерными по годам, варьировали от значений, не превышающих норматив, до 1-3 ПДК, в р. Кодина в 2019-2022 гг. увеличившись в среднем до 5-10 ПДК.

Бассейн р. Мезень (Архангельская область). Вода р. Мезень и рек её бассейна в многолетнем плане оценивалась, в основном, как «загрязненная», изредка ухудшаясь до уровня «грязная». Загрязненность воды органическими веществами (по БПК₅ и ХПК) варьировала от значений, не превышающих норматив, до 2,55-3,14 мг/л и 17,8-31,5 мг/л соответственно; соединениями меди и цинка изменялась от значений, не превышающих норматив, до 1-4 ПДК, соединениями алюминия возрастала до 2-6 ПДК.

Содержание соединений марганца в воде р. Мезень возрастало от 1-3 ПДК в верхнем течении до 3-9 ПДК в среднем течении реки; сохранялось повышенным в воде её притоков на уровне 4-11 ПДК. Содержание соединений железа возрастало от 2-3 ПДК в верхнем, до 4-7 в среднем и 8-14 ПДК в нижнем течении р. Мезень; в воде рек бассейна было повышенным и варьировало от 3 до 18 ПДК.

Бассейн р. Печора (Республика Коми, Ненецкий Автономный округ). В бассейне р. Печора источниками загрязнения поверхностных вод являются сточные воды предприятий энергетической, нефтеперерабатывающей, угледобывающей, газодобывающей, лесозаготовительной и деревообрабатывающей отраслей промышленности. Вода р. Печора в большинстве рассматриваемых лет оценивалась как «загрязненная», ухудшаясь в отдельные годы до уровня «грязная» в устье у г. Нарьян-Мар. В 2022 г. качество воды рек бассейна р. Печора, в основном, не претерпело существенных изменений и продолжало оцениваться широким диапазоном от уровня «слабо загрязненная» до уровня «грязная».

Концентрации соединений железа, в среднем, изменялись от 2-5 ПДК в верхнем и среднем течениях реки до 9-12 ПДК в нижнем; соединения меди варьировали от значений, не превышающих норматив, до 2-5 ПДК (возрастая в отдельные годы в устье до 8 ПДК). Среднегодовое содержание соединений цинка изменялось в среднем от 2-3 ПДК в верхнем течениях до значений, не превышающих норматив, в среднем и нижнем течениях, возрастая до 2-3 ПДК в устье реки.

Содержание соединений марганца в верхнем и среднем течениях реки изменялось от значений, не превышающих норматив, до 1-7 ПДК, в нижнем течении и устье реки, возрастая до 7-18 ПДК; соединений алюминия находилось в пределах 1-8 ПДК.

Наибольшая загрязненность воды реки нефтепродуктами фиксировалась в устье р. Печора, где содержание нефтепродуктов выше г. Нарьян-Мар возросло в среднем от 2 ПДК (в 2017-2018 гг.) до 10-20 ПДК (в 2019-2021 гг.) при максимальных значениях, соответствующих уровню ЭВЗ – 75-108 ПДК, и снизилось в 2022 г. до 4 ПДК.

Загрязненность воды рек бассейна р. Печора органическими веществами (по ХПК) изменялась от 10,8 до 25,9 мг/л; соединениями железа изменялась, в основном, от 1 до 5 ПДК, возрастая в нижнем течении р. Уса и её притоках до 8-13 ПДК; соединениями меди сохранялась в пределах 2-4 ПДК; соединениями цинка в отдельных створах достигала 1-2 ПДК; марганца изменялась в диапазоне от 2 до 7 ПДК; алюминия не превышала 1-3 ПДК.

Бассейн р. Волга. Поверхностные воды бассейна р. Волга испытывают антропогенную нагрузку разного масштаба. Загрязнение бассейна р. Волга связано с поступлением сточных вод промышленных предприятий, канализационных систем населенных пунктов и многочисленных сельскохозяйственных объектов. Наибольшие объемы загрязненных сточных вод приходятся на долю городов Москва, Самара, Нижний Новгород, Ярославль, Саратов, Уфа, Волгоград, Балахна, Тольятти, Ульяновск, Череповец, Набережные Челны и т.д. Значительное количество загрязняющих веществ поступает в р. Волгу с водой р. Ока.

В 2011-2022 гг. вода р. Волга у г. Ржев и Верхне-Волжских водохранилищ (Иваньковское, Угличское, Рыбинское, Горьковское и Чебоксарское) в преобладающем числе створов характеризовалась как «загрязненная». В течение многолетнего периода, за исключением 2017-2018 гг. и 2020 г., на уровне «грязная» сохраняется качество воды на участке Рыбинского водохранилища ниже г. Череповец, находящегося под влиянием сточных вод предприятий г. Череповец (ПАО «Северсталь», АО «Апатит», МУП «Водоканал»). В 2022 г. по сравнению с предыдущим периодом качество воды Рыбинского в черте с. Мякса ухудшилось от уровня «загрязненная» до уровня «грязная»; Чебоксарского

водохранилища ниже г. Нижний Новгород относительно 2019-2021 гг. сохранилось, относительно 2015-2018 гг. улучшилось от уровня «грязная» до уровня «загрязненная» (рис. 3.34).

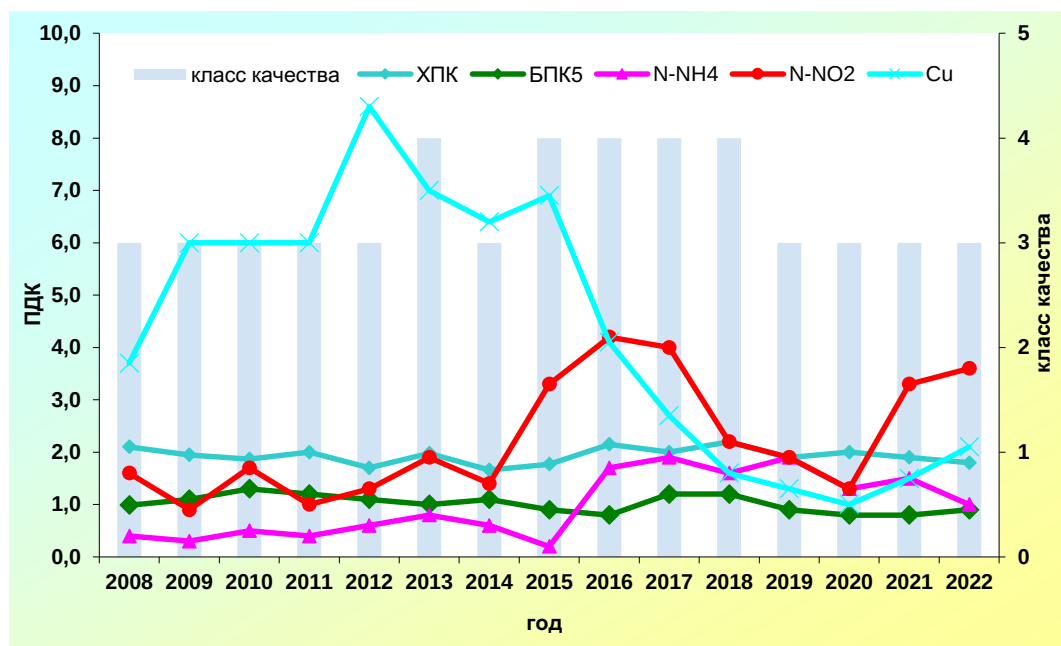


Рис. 3.34. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды Чебоксарского водохранилища, 4,2 км ниже г. Нижний Новгород за многолетний период

Характерными загрязняющими веществами вод Ивановского, Угличского, Рыбинского и Горьковского водохранилищ являются органические вещества (по ХПК), соединения меди, железа, реже - цинка, фенолы, на отдельных участках органические вещества (по БПК₅), среднегодовые концентрации которых в 2017-2022 гг. как правило, не превышали 1-3 ПДК.

Для большей части акватории Чебоксарского водохранилища характерными загрязняющими веществами являются: органические вещества (по ХПК), соединения меди, реже - нитритный азот и органические вещества (по БПК₅), у г. Нижний Новгород - аммонийный азот; среднегодовые концентрации которых, как правило, не превышали 1-2 ПДК, нитритного азота на участках водохранилища у г. Нижний Новгород, г. Кстово и с. Безводное достигали 3 ПДК. В 2022 г. в Рыбинском водохранилище ниже г. Череповец возросли средний и максимальный уровни загрязненности воды соединениями марганца соответственно до 10 ПДК и 30 ПДК - уровень ВЗ. Сточные воды Нижегородской станции аэрации ОАО «Нижегородский Водоканал» повышали содержание 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 3-4 ПДК в 2015-2017 гг. и 2021-2022 гг. В 2018-2022 гг. наметилась тенденция снижения среднего уровня загрязненности воды соединениями меди до 1-2 ПДК. В 2022 г. в черте г. Нижний Новгород был зафиксирован случай загрязненности воды водоема метанолом, в концентрациях, незначительно превышающих ПДК.

В течение многолетнего периода в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах преобладала «загрязненная» вода. До уровня «грязная» снижалось качество воды на участках Куйбышевского водохранилища у г. Зеленодольск (2011-2020 гг.) и г. Казань (2011-2018 гг.); Саратовского водохранилища выше и ниже г. Самара - в 2018 г. В 2022 г. по сравнению с предыдущим годом среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ в воде изменились незначительно и составили: органических веществ (по ХПК) и соединений меди - 1-2 ПДК, марганца - 1-3 ПДК, реже 5-6 ПДК. Максимальная концентрация соединений марганца на участке водоема у г. Зеленодольск превысила уровень ВЗ (36 ПДК). К характерным загрязняющим веществам Куйбышевского водохранилища на территории Республики Татарстан добавлялись соединения алюминия, среднегодовые концентрации которых, как правило, не превышали 1-2 ПДК.

Вода Волгоградского водохранилища в пунктах наблюдений на территории Волгоградской области (г. Камышин и г. Волжский) в течение 2011-2022 гг. оценивалась как «загрязненная», Саратовской области в 2020-2022 гг. - как «загрязненная» и «слабо загрязненная»; р. Волга в районе г. Волгоград - как «загрязненная». 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; р. Волга у г. Волгоград - нефтепродукты и соединения цинка.

В 2019-2022 гг. вода р. Волга ниже г. Астрахань стабильно сохранялась на уровне «загрязненная». В 2020-2022 гг. наблюдалась тенденция снижения среднего уровня загрязненности воды нитритным азотом до значений ниже ПДК, соединениями меди до 2 ПДК; роста - соединениями цинка до 4-5 ПДК, молибдена до 1-2 ПДК; стабилизация - нефтепродуктами и органическими веществами (по БПК₅ и ХПК) (рис. 3.35).

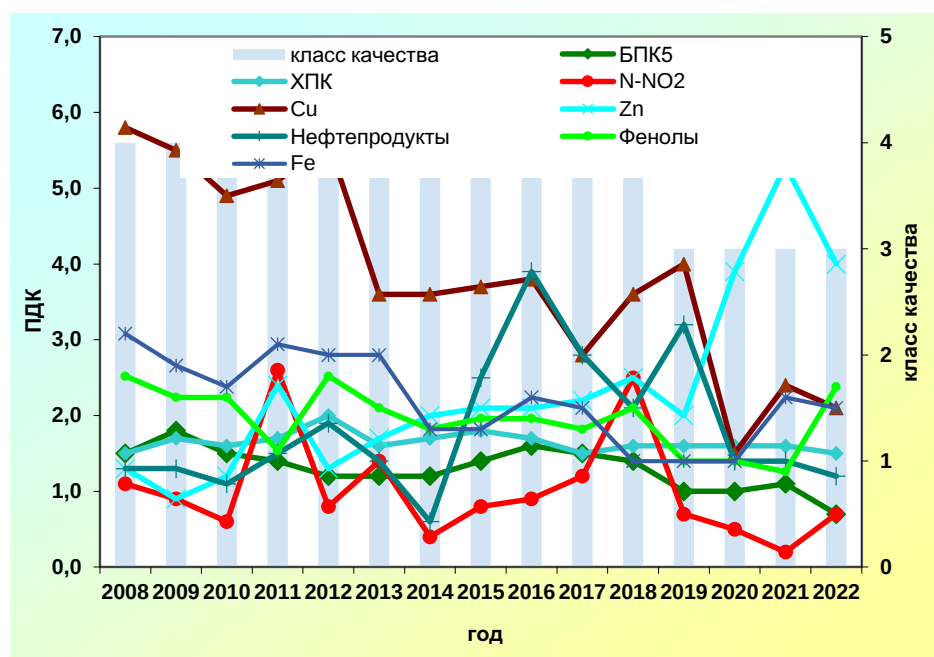


Рис. 3.35. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Волга, 5,5 км ниже г. Астрахань за многолетний период

В 2019-2022 гг. по сравнению с предыдущим периодом качество воды дельты р. Волга улучшилось от «грязной» до «загрязненной». Среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ воды устьевого участка Волги в 2022 г. составили: фенолов - 1-2 ПДК, соединений меди - 2 ПДК, железа и молибдена - 1 ПДК, цинка - 3-4 ПДК, органических веществ (по ХПК) - 20,5-22,5 мг/л.

В течение многолетнего периода в р. Волга и ее водохранилищах преобладали створы с «загрязненной» водой, число которых в течение шестилетнего периода колебалось от 78,1% в 2017 г. до 91,4% в 2020 г. и 85,8% и 88,8% в 2021 г. и 2022 г. соответственно, в результате изменения числа створов (в основном, в нижнем течении и в устье р. Волга) неудовлетворительным качеством - «грязная» вода характеризовалась от 15,6% до 1,90%, 3,80% и 2,80% створов соответственно.

В 2022 г. по сравнению с 2021 г. в притоках Верхне-Волжских водохранилищ возросло количество створов, оцениваемых «загрязненной» водой от 66,7% до 68,6%, за счет уменьшения числа створов с «грязной» водой от 30,1% до 28,3%.

В бассейне Верхне-Волжских водохранилищ как «грязная» характеризовалась вода рек на территориях следующих областей: Вологодской - Остречина, Кошта, Ягорба; Ивановской - Шача; Московской - Дубна, Сестра и Кунья; Нижегородской - Узола, Пыра, Везлома, Кудьма, Пьяна, Ветлуга; Смоленской - Гжать; Тверской - Осуга, Остречина; Ярославской - Которосль, Кострома; Республики Мордовия - Инсар. В 2022 г. случаи высокого загрязнения воды отдельными загрязняющими веществами были отмечены: в реках Гжать, Кунья и Дубна - органическими веществами (по БПК₅) (22,0 мг/л, 10,0 мг/л и 28,0 мг/л соответственно); р. Кошта - нитритным азотом и соединениями марганца (соответственно 22 ПДК и 36 ПДК); р. Шача - аммонийным и нитритным азотом (соответственно 12-15 ПДК и 12 ПДК); р. Унжа и р. Кудьма - нитритным азотом (15-17 ПДК и 24 ПДК); р. Пыра - соединениями железа и марганца (соответственно 56 ПДК и 72-88 ПДК). Дефицит растворенного в воде кислорода был зафиксирован в июле в р. Гжать (2,33 мг/л).

В бассейнах Куйбышевского и Саратовского водохранилищ наиболее распространенной была «загрязненная» вода. В 2022 г. как «грязная» оценивалась вода отдельных водотоков на территориях: Республики Татарстан - р. Казанка; Республики Марий Эл - реки Малая Кокшага и Илеть; Ульяновской области - реки Свияга, Сельд, и Большой Черемшан; Самарской области - реки Сок, Сургут, Самара, Съезжая, Чапаевка и Безенчук. В течение 2020-2022 гг. качество воды р. Падовая стабилизировалось на уровне «экстремально грязная»; к критическим показателям загрязненности воды относились аммонийный и нитритный азот, органические вещества (по ХПК). В 2022 г. в р. Падовая был зарегистрированы 1 случай ВЗ воды аммонийным азотом (21 ПДК) и 1 ЭВЗ - нитритным азотом (102 ПДК).

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 до 28,5% в 2022 г. Как «грязная» оценивалась вода на территории ниже г. Серпухов, выше и ниже городов Кашира и Коломна в течение периода 2011-2022 гг.; ниже г. Рязань и ниже г. Муром в большую часть наблюдаемого периода. Характерными загрязняющими веществами воды р. Ока были: органические вещества (по ХПК) по всему течению реки, за исключением участка реки у г. Белев; соединения меди - во всех створах; органические вещества (по БПК₅) - в преобладающем числе створов, за исключением нижнего течения реки в Нижегородской области; нитритный азот - в отдельных створах верхнего течения (ниже городов Орел и Калуга) и во всех створах далее по течению; аммонийный азот - ниже г. Калуга, на территории Московской области, выше г. Рязань, выше и ниже г. Муром и ниже г. Павлово; соединения цинка - на территории Московской области, Владимирской области - выше и ниже г. Муром. В 2022 г. критическими загрязняющими веществами воды реки были: органические вещества (по БПК₅) на участках реки ниже

г. Серпухов и г. Коломна; нитритный азот - выше и ниже г. Коломна, где в летний период были зафиксированы случаи ВЗ органическими веществами (14,0 мг/л и 12,0 мг/л) и нитритным азотом (17 и 21 ПДК соответственно). Высокое, относительно других створов, содержание загрязняющих веществ в воде реки ниже г. Коломна обусловлено не только сбросом сточных вод жилищно-коммунального хозяйства города, но и загрязненными водами р. Москва. В последние четыре года наблюдений, по сравнению с предыдущими пятью годами (2014-2018 гг.), на этом участке реки сохранилась тенденция снижения среднего уровня загрязненности воды нитритным азотом от 10-13 ПДК до 5-8 ПДК, аммонийным азотом от 4-10 ПДК до 1-2 ПДК; роста - соединениями цинка от значений ниже 1-2 ПДК до 3-4 ПДК в 2019-2020 гг. и до 6 ПДК в 2022 г. (рис. 3.36).

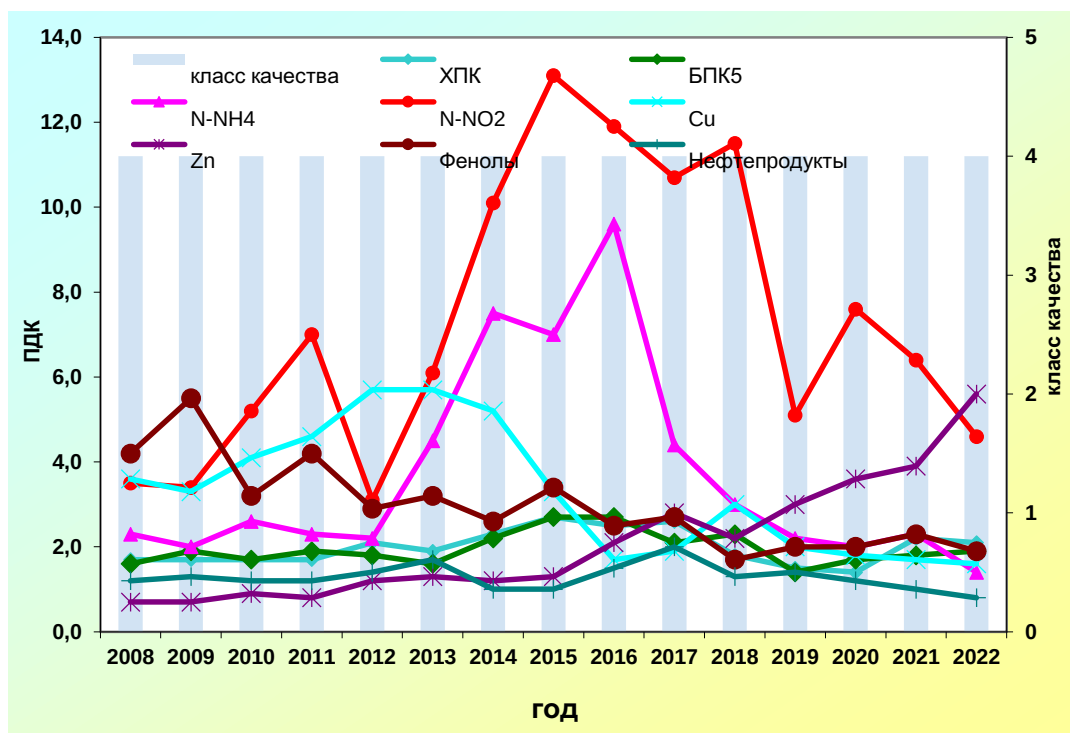


Рис. 3.36. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Ока ниже г. Коломна за многолетний период

В 2022 г. по сравнению с 2021 г. в притоках р. Ока число створов, характеризующихся «загрязненной» и «грязной» водой изменилось незначительно и соответственно составило 39,0% и 50,4%. Как «экстремально грязная» вода характеризовалась в 4,9% створов, «слабо загрязненная» - в 5,7% створов от общего числа створов, расположенных на притоках.

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, случаи высокого загрязнения воды которыми в концентрациях 10,0-38,0 мг/л и 10-18 ПДК соответственно, были отмечены практически во всех створах наблюдений; кроме того, в р. Мышега было зарегистрировано 2 случая ВЗ воды органическими веществами (по ХПК) (153 мг/л и 160 мг/л).

Вода большинства левых притоков Оки на территории Московской области оценивалась как «грязная», отдельных притоков р. Москва (рек Зака, Рожая, Пахра в створе 1 км ниже г. Подольск) - как «экстремально грязная». Критическими показателями загрязненности воды рек были аммонийный и нитритный азот, органические вещества (по БПК₅) и соединения цинка, концентрации которых в течение года неоднократно превышали критерии ВЗ. Практически во всех створах наблюдений на участке р. Москва от Бесединского моста МКАД в черте г. Москва до устья были зарегистрированы случаи ВЗ, наибольшее число которых было отмечено выше Бесединского моста и ниже д. Нижнее Мячково: соответственно 10 и 7 нитритным азотом (11-46 ПДК), по 1 случаю аммонийным азотом (11-12 ПДК), 3 и 2 случая органическими веществами (по БПК₅) (10,0-12,0 мг/л), 5 случаев соединениями цинка (10-19 ПДК). В 2022 г. сохранилась тенденция снижения среднего уровня загрязненности воды реки в створе выше Бесединского моста МКАД аммонийным и нитритным азотом соответственно до 4 ПДК и 8 ПДК, роста соединениями цинка до 7 ПДК. Уровень загрязненности воды нефтепродуктами в большую часть многолетнего периода варьировал в среднем от 2 ПДК до 4-5 ПДК, в 2022 г. составил 2 ПДК. (рис. 3.37).

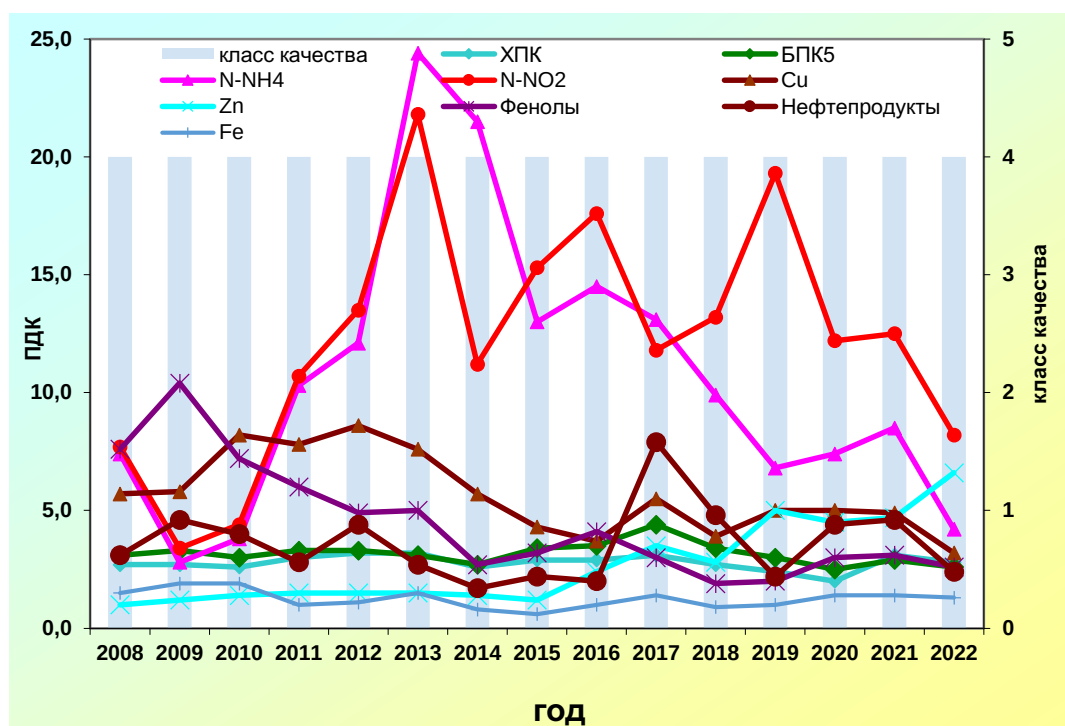


Рис. 3.37. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Москва, г. Москва выше Бесединского моста МКАД за многолетний период

Низкое качество воды - «грязная» и высокая на уровне критической загрязненность рек Пра и Бужа соединениями железа (до 49 ПДК), органическими веществами (по ХПК) (до 126 мг/л и 154 мг/л соответственно), а также дефицит растворенного кислорода в воде р. Бужа (2,63 мг/л) обусловлены формированием химического состава воды в условиях болотного питания. Как «грязная» оценивалась вода р. Верда ниже г. Скопин и р. Гусь ниже г. Гусь-Хрустальный (Владимирская область); критическими показателями загрязненности воды был аммонийный азот, для р. Верда добавлялись органические вещества (по БПК₅), максимальные концентрации которых превышали критерии ВЗ. В 2018-2022 гг. по сравнению с предыдущим десятилетним периодом снизилось качество воды р. Цна ниже г. Тамбов от уровня «загрязненная» до уровня «грязная», в результате роста до критического уровня загрязненности воды аммонийным и нитритным азотом.

В 2021-2022 г. качество воды р. Клязьма ниже сброса сточных вод очистных сооружений «Экоаэросталкер» г. Щелково изменилось относительно 2019 г. от «экстремально грязной» до «грязной». Ниже по течению реки вплоть до устья вода реки оценивалась как «грязная». Критическими загрязняющими веществами воды реки на территории Московской области были органические вещества (по БПК₅), нитритный азот и соединения цинка, случаи ВЗ воды которыми были зарегистрированы в воде всех створов наблюдений. Вода большинства притоков р. Клязьма характеризовалась как «грязная», как «экстремально грязная» оценивалась вода рек Пекша и Воймега; критическими показателями загрязненности воды которых были аммонийный и нитритный азот, органические вещества (по ХПК и БПК₅), случаи ВЗ неоднократно были зафиксированы в течение года.

Бассейн р. Кама. Качество воды в бассейне 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 в течение ряда лет 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.

По всему течению вода р. Кама и каскада ее водохранилищ в многолетнем плане характеризуется как «загрязненная», лишь в створе п. Гайны в 2016-2018 гг., 2020-2022 гг. - как «грязная». В 2022 г. качество воды Воткинского водохранилища в створе 8,5 км ниже г. Краснокамск ухудшилось от «загрязненных» до «грязных» вод.

Низким качеством, как «грязная», продолжает характеризоваться вода притоков р. Кама - рек Косьва, Чусовая, Северушка, Иж.

Для воды **р. Косьва** на участке ниже г. Губаха, формирующейся под влиянием самоизлива кислых шахтных вод закрытых шахт Кизеловского угольного бассейна и стоков с отвалов, характерно повышенное содержание фенолов, соединений железа, меди, марганца, аммонийного азота, органических веществ (по ХПК). В воде стабильно фиксируются случаи высокого и экстремально высокого загрязнения соединениями железа, в 2021 г. - по два случая ЭВЗ (53, 59 ПДК) и ВЗ (36, 47 ПДК), в 2022 г. - 4 случая ВЗ (33-43 ПДК).

К характерным загрязняющим веществам **р. Чусовая** многие годы относятся соединения железа, меди, цинка, марганца, реже соединения шестивалентного хрома, нефтепродукты, сульфаты, фосфор фосфатов, органические вещества (по БПК₅ и ХПК), нитритный азот, фенолы и др., среднегодовые концентрации которых варьировали в течение 2022 г. от величин ниже 1 ПДК до 26 ПДК.

В течение ряда лет сохраняется «грязной» вода на участке р. Чусовая 1,7-17 км ниже г. Первоуральск, в 2014 г. - как «экстремально грязная» (рис. 3.38). В 2022 г. в воде р. Чусовая были зафиксированы случаи высокого уровня загрязнения воды: 4 случая соединениями марганца (33-43 ПДК), 2 случая соединениями хрома шестивалентного (10-13 ПДК), 1 случай соединениями цинка (32-43 ПДК); случаи экстремально высокого уровня загрязнения: 4 случая соединениями марганца (54-106 ПДК), 1 случай соединениями цинка (101 ПДК).

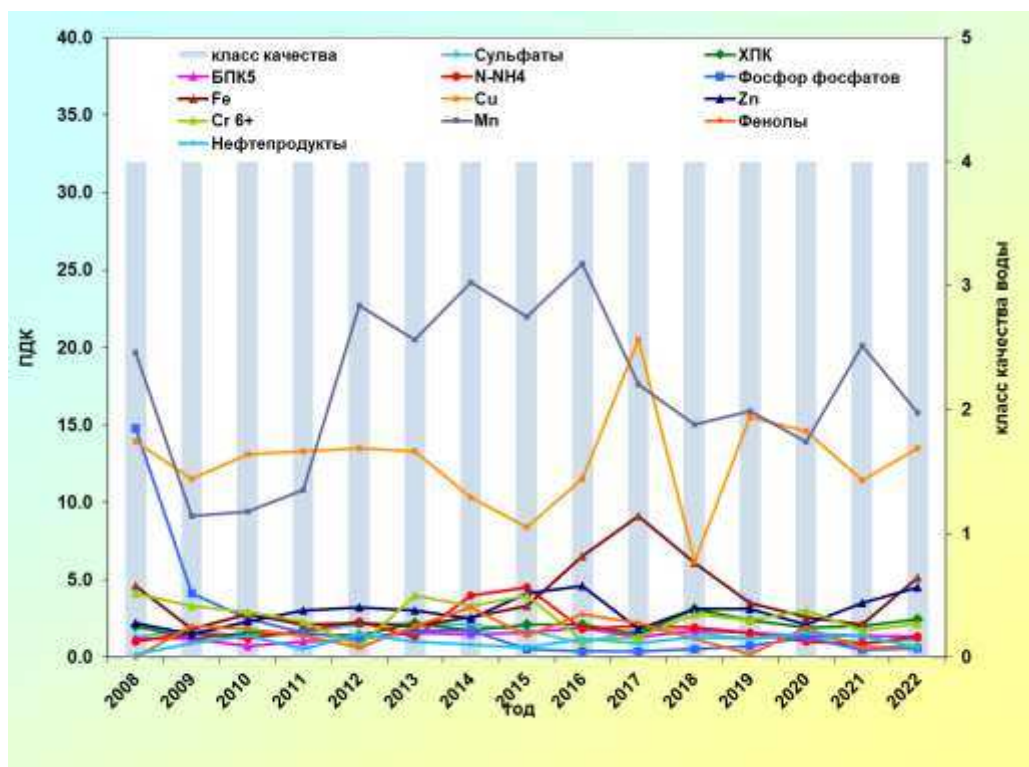


Рис 3.38. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Чусовая, 1,7 км ниже г. Первоуральск за многолетний период

Вода устьевое участка **р. Северушка** (левобережный приток р. Чусовая) хронически загрязнена органическими веществами (по ХПК и БПК₅), нитритным азотом, соединениями меди, железа, цинка, фенолами, нефтепродуктами, фторидами, среднегодовые концентрации которых в 2022 г. не превысили 4 ПДК, максимальные - 12 ПДК. Сохраняется высокой загрязненность воды реки соединениями марганца, в 2022 г. были зафиксированы случаи высокого загрязнения воды: 6 случаев соединениями марганца (35-42 ПДК), 1 случай нитритным азотом (12 ПДК), 1 случай органическими веществами (по БПК₅) (10,4 мг/л).

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 2022 г. не превысило 7 ПДК, нитритного азота 13 ПДК, максимальное изменялось в пределах 2-25 ПДК. В 2022 г. было отмечено 3 случая высокого загрязнения воды реки нитритным азотом (12-25 ПДК).

Бассейн р. Белая. В 2018-2022 гг. в большинстве створов качество воды р. Белая характеризовалось как «загрязненная». В створах ниже г. Уфа (в районе д. Тугай) и 0,5 км выше г. Дюртюли качество воды улучшилось от «загрязненная» до «слабо 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. 3.39).

Как и в предыдущие годы, в 2022 г. по всей длине реки в воде р. Белая наблюдалось повышенное содержание соединений марганца до 10-24 ПДК, на отдельных участках соединений железа до 11-16 ПДК, органических веществ (по ХПК) до 65,4 мг/л, среднегодовое содержание которых для р. Белая в целом в 2022 г. составило 9 и 2 ПДК соответственно, органических веществ (по ХПК) - 26,0 мг/л.

На участках реки в районе ст. Шешупе, гг. Белорецк, Салават, Стерлитамак, Уфа, Бирск, Благовещенск, р.п. Дюртюли было зарегистрировано нарушение нормативных требований к содержанию в воде соединений никеля в 1,1-4 раза.

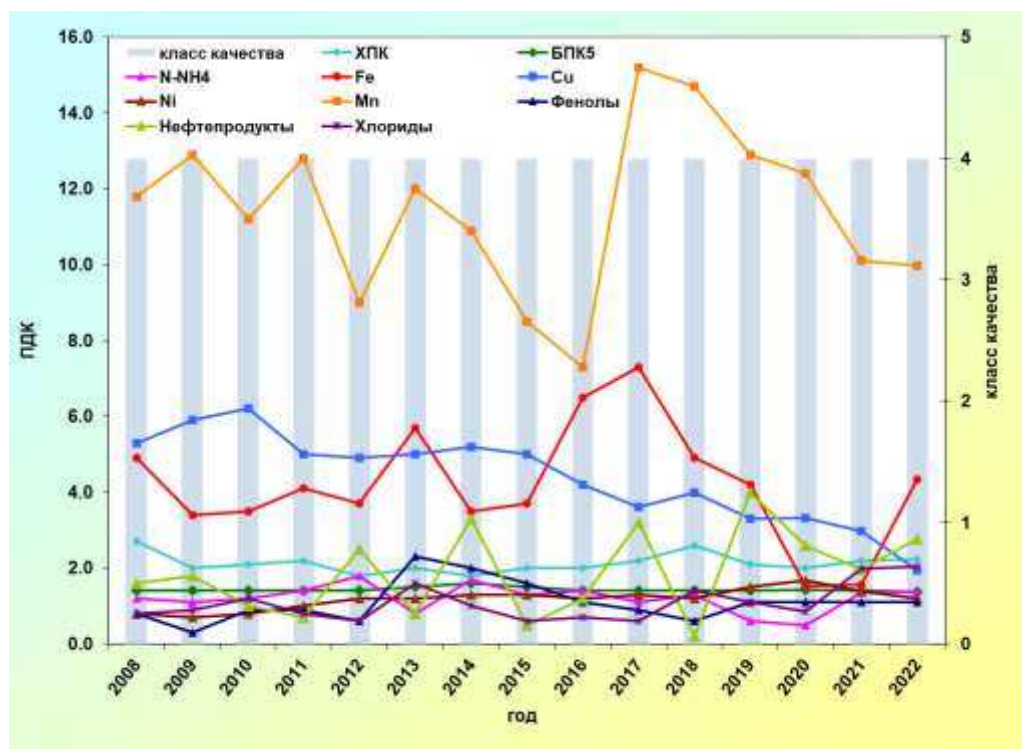


Рис 3.39. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Белая, 10,5 км ниже г. Sterlitamak за многолетний период

Среди притоков р. Белая преобладают створы, вода которых оценивается как «загрязненная». В 2022 г. качество воды р. Инзер улучшилось от «загрязненной» до «слабо загрязненной». 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. Ухудшилось качество воды р. Ай в створах г. Куса от «загрязненной» до «грязной». Наблюдается характерная загрязненность воды рек органическими веществами (по ХПК), соединениями железа, меди, цинка, марганца, реже нефтепродуктами, для р. Ай добавляются аммонийный и нитритный азот. Влияние месторождения никелевых руд, расположенного на водосборной площади, обусловило повышенную до 1-3 ПДК загрязненность воды р. Уфалейка соединениями никеля. Практически ежегодно фиксируются критические уровни загрязненности воды этих рек соединениями марганца (до 11-23 и 33-40 ПДК), р. Ай – нитритным азотом в 2018-2019 гг. до 16-14 ПДК, в 2021-2022 гг. до 13-15 ПДК.

Бассейн р. Дон. Качество воды р. Дон в многолетнем плане колеблется, в основном, от «слабо загрязненной» до «грязной». В 2022 г. качество воды р. Дон изменилось в большинстве створов (52,4%) одинаково в сторону, как улучшения, так и ухудшения - по 26,2%. В верхнем и среднем течении р. Дон преобладала «загрязненная» вода, в нижнем течении реки – «грязная». В 2022 г. по сравнению с 2021 г. улучшилось качество воды р. Дон в верховье, ниже г. Донской (ЦФО) от «грязной» до «загрязненной». Количество загрязняющих веществ уменьшилось от 11 до 6 из 14, учитываемых в комплексной оценке качества воды, снизилось среднегодовое и максимальное содержание органических веществ (по БПК₅) от 11,7 и 24,0 мг/л до 7,77 и 16,0 мг/л и количество случаев ВЗ от 6 до 3 (13,0-16,0 мг/л), источниками которых по-прежнему являются сбросы сточных вод ООО «Новомосковский городской водоканал». Среднегодовые (максимальные) концентрации аммонийного и нитритного азота составили 1,5 (4) и 3 (9) ПДК соответственно.

Наименее загрязненной сохранилась вода р. Дон ниже по течению в створах ниже г. Данков, выше г. Лебедянь, выше г. Задонск; незначительно улучшилась выше г. Лиски до «слабо загрязненной». В 2022 г. как «грязная» оценивалась вода в верхнем течении р. Дон ниже г. Воронеж. Количество загрязняющих веществ составило 8 из 12, учитываемых в комплексной оценке качества воды, из них к характерным относились органические вещества (по БПК₅ и ХПК), нитритный азот, соединения меди, среднегодовые концентрации которых составили 2,96 мг/л и 29,0 мг/л, 3 и 3 ПДК соответственно. Отмечалась устойчивая загрязненность воды нефтепродуктами на уровне 1,5 ПДК.

Незначительное улучшение качества воды наблюдалось в большинстве створов среднего течения р. Дон (ст-ца Казанская - г. Калач-на-Дону). В 2022 г. во всех створах на этом участке вода характеризовалась как «загрязненная». В воде реки снизилось количество загрязняющих веществ от 7-8 до 6, из 13, учитываемых в комплексной оценке качества, из них к характерным, как и в предыдущие годы, относились соединения железа, меди, сульфаты и органические вещества (по БПК₅ и ХПК), среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 1-2 ПДК, соединений меди 3,5-5 ПДК, органических веществ (по БПК₅ и ХПК) 2,94-3,23 мг/л и 18,6-19,3 мг/л.

Качество воды Цимлянского водохранилища в 2020-2022 гг. стабилизировалось: на территории Волгоградской области (с. Ложки, х. Красноярский) на уровне «грязная», в Ростовской области - «загрязненная». В 2022 г. были отмечены снижение содержания в воде нефтепродуктов до 1-2 ПДК и рост нитритного азота до 3-4 ПДК в среднем у с. Ложки и х. Красноярский.

В 2022 г. ухудшилось качество воды р. Дон в нижнем течении на участке г. Константиновск - р.п. Багаевский до уровня «грязная». Вода реки на устьевом участке (г. Ростов-на-Дону - г. Азов) в течение последних 6-8 лет оценивалась стабильно «грязной», несмотря на снижение в 2022 г. по сравнению с 2021 г. содержания в воде реки

соединений меди в большинстве створов до значений, не превышающих, или незначительно превышающих ПДК. К характерным загрязняющим веществам относились нефтепродукты, сульфаты, органические вещества (по БПК₅ и ХПК), к которым добавлялся нитритный азот на участке ниже г. Ростов-на-Дону - ниже г. Азов, среднегодовые концентрации колебались в пределах 2-3 ПДК, органических веществ (по БПК₅) - 2,38-3,15 мг/л, органических веществ (по ХПК) - 32,1-36,7 мг/л. В 2022 г. в воде устьев участка р. Дон были зарегистрированы случаи ВЗ: соединениями ртути - ниже г. Азов (4 случая) 0,043-0,048 мкг/л, х. Колузаево (1 случай) 0,033 мкг/л; фенолами 35 ПДК - ниже г. Ростов-на-Дону, 38 ПДК - ниже г. Азов.

В течение 2017-2022 гг. вода р. Дон ниже г. Ростов-на-Дону характеризовалась стабильно как «грязная» (рис. 3.40).

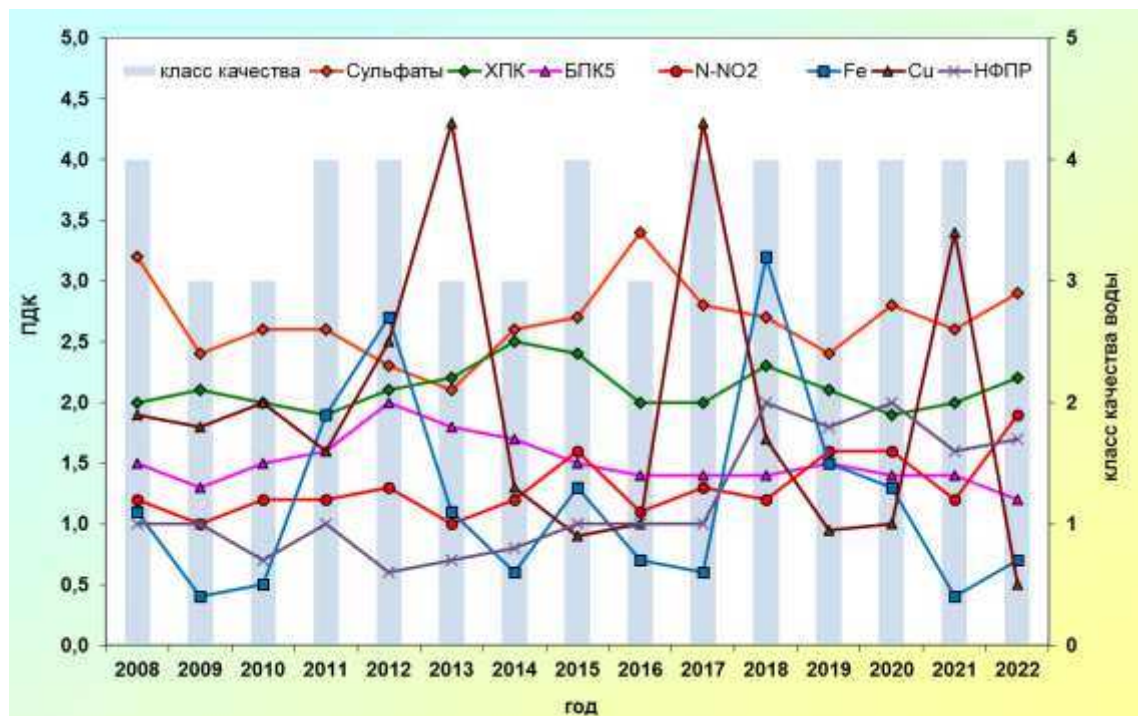


Рис. 3.40. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Дон, ниже г. Ростов-на-Дону за многолетний период

В 2022 г. вода большинства притоков верхнего и среднего течений р. Дон характеризовалась как «загрязненная»; Воронежского водохранилища (ниже г. Воронеж), р. Черная Калитва (ниже г. Россось), р. Хопер (ниже г. Борисоглебск) - как «грязная». Как «условно чистая» и «слабо загрязненная» характеризовалась вода р. Лесной Воронеж, вхр. Матырское (г. Липецк, г. Грязи), р. Красивая Меча (выше г. Ефремов), р. Становая Ряса (ниже г. Чаплыгин).

Вода притоков нижнего течения р. Дон в многолетнем плане оценивается в большинстве створов как «грязная». Наиболее крупным притоком в нижнем течении р. Дон является р. Северский Донец, берущая начало в Белгородской области (ЦФО), протекающая по территории Украины 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 2022 г. в створе 6,0 км ниже г. Белгород были зарегистрированы 2 случая ВЗ нитритным (17-20 ПДК) и 1 случай - аммонийным азотом (14 ПДК). Причиной высокого уровня загрязненности воды водохранилища предположительно является сброс сточных вод ГУП «Белоблводоканал» г. Белгород.

В 2022 г., как и в предыдущие годы, вода р. Северский Донец на территории Ростовской области характеризовалась как «грязная». Наблюдался рост загрязненности воды реки нитритным азотом в створах г. Белая Калитва от значений, не превышающих ПДК, до 2-3 ПДК. Для воды р. Северский Донец характерна загрязненность органическими веществами (по БПК₅ и ХПК), в большинстве створов нефтепродуктами, аммонийным и нитритным азотом, сульфатами, к которым добавлялись: в верхнем течении реки соединения марганца, меди, фосфора фосфатов; в нижнем - соединения железа и магния. Среднегодовые концентрации колебались, в основном, в пределах 1-4 ПДК, за исключением нитритного азота - 2-6,5 ПДК.

В 2022 г. вода большинства створов на притоках р. Северский Донец (пр. Болхолец; Оскол, контрольные створы г. Старый Оскол; Осколец, Большая Каменка, Глубокая, Калитва, Быстрая, Кундрючья, г. Красный Сулин) характеризовалась как «грязная».

В 2022 г. были зарегистрированы случаи ВЗ: аммонийным азотом (10-15 ПДК) в воде р. Оскол, ниже г. Старый Оскол (6 случаев), причиной которых являлся сброс сточных вод МУП «Старооскольский водоканал»; нитритным азотом (12 ПДК) - р. Глубокая, выше г. Миллерово, (26-44,5 ПДК) - ниже г. Миллерово; сульфатами (18 ПДК) и нитритным азотом (12,5 ПДК) - р. Кундрючья, х. Павловка, (11-14 ПДК) и (26 ПДК) - выше г. Красный Сулин, (12-48 ПДК) и (27 ПДК) - ниже г. Красный Сулин, (10-50 ПДК) и (12-17 ПДК) - в устье, причины которых не были установлены.

Ухудшилось до уровня «экстремально грязная» качество воды р. Средний Егорлык выше и ниже г. Сальск в результате роста содержания в воде сульфатов, соединений магния и аммонийного азота до 38-43 ПДК, 7-9 и 3-4 ПДК в среднем. В воде реки было зарегистрировано 5 случаев ВЗ сульфатами (37-46 ПДК), 5 случаев – соединениями магния (11-12 ПДК) и 1 случай – нитритным азотом (13 ПДК).

Бассейн р. Кубань. В многолетнем плане вода большинства створов р. Кубань характеризовалась как «загрязненная». В 2022 г. ухудшилось качество воды р. Кубань в створе 24,5 км ниже г. Краснодар до «грязной» в результате роста количества загрязняющих веществ от 7 до 10 из 13, учтенных в комплексной оценке и среднего содержания нитритного азота до 4 ПДК (рис. 3.41). В 2022 г. в этом створе было зарегистрировано 2 случая ВЗ нитритным азотом – 10 ПДК в ноябре и декабре. Улучшилось до уровня «слабо загрязненная» качество воды р. Кубань ниже г. Невинномысск, где более чем в 2 раза снизилось среднегодовое и максимальное содержание соединений железа до 3 и 5 ПДК. Снижение содержания в воде соединений железа наблюдалось в контрольных створах на участке г. Армавир – ст-ца Ладожская.

Для р. Кубань характерна загрязненность воды соединениями железа и меди, к которым добавлялись: в вдхр. Краснодарское – фенолы, в контрольных створах г. Краснодар – нитритный азот, на устьевом участке (х. Тиховский – г. Темрюк) – органические вещества (по ХПК), нефтепродукты, фенолы, в отдельных створах – сульфаты, среднегодовые (максимальные) концентрации которых варьировали в пределах 1-6 (2-14), 2-4 (3-9), 2 (8), 2-4 (4-10) ПДК; 19,2-20,7 (28,2-29,6) мг/л, 2 (2) ПДК, 1-2 (2), 1-2 (2-4) ПДК соответственно.

В 2022 г. качество воды притоков р. Кубань улучшилось в 47,4% створов, не изменилось – в 52,6% створов. «Слабо загрязненной» оценивалась вода р. Большой Зеленчук (г. Невинномысск), р. Лаба, р. Белая (п. Гузерибль, а. Адамий), р. Пшиш (х. Фокин); в остальных створах притоков р. Кубань вода характеризовалась как «загрязненная». Характерной для воды всех притоков р. Кубань является загрязненность соединениями железа и меди. В 2022 г. в воде большинства створов рек Лаба, Белая, Пшеха, Пшиш, Абин снизилось содержание соединений железа в среднем до 2-4 ПДК.

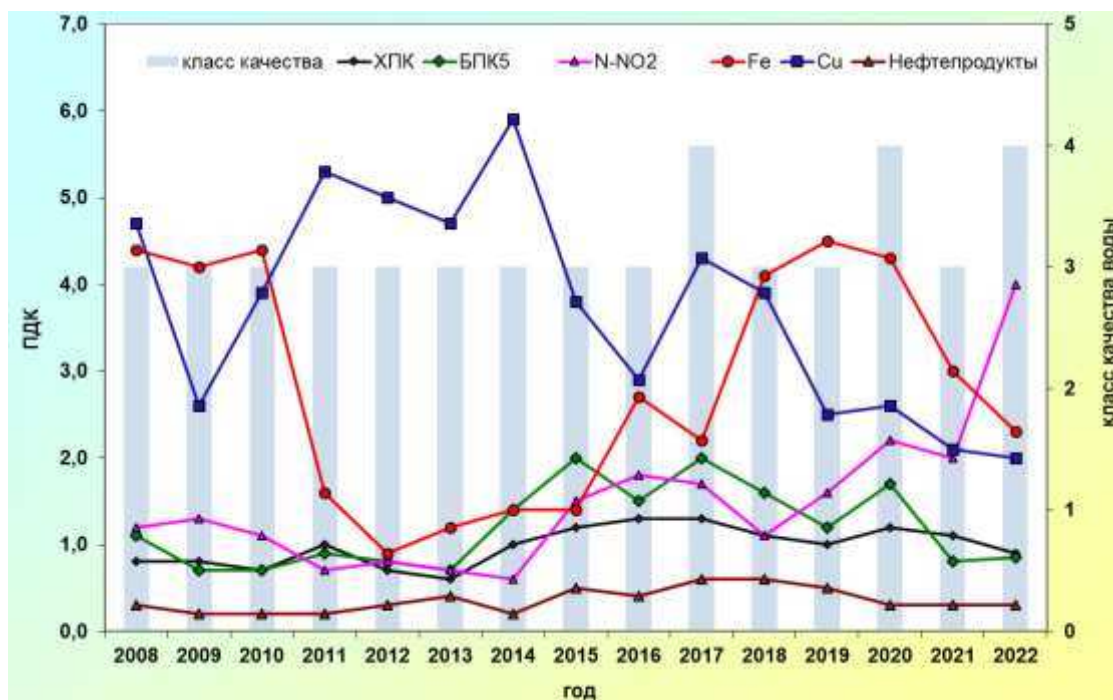


Рис. 3.41. Изменение среднегодовых концентраций загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Кубань, 24,5 км ниже г. Краснодар за многолетний период

Реки Крыма, впадающие в Черное море. В 2022 г. вода большинства рек Крыма, впадающих в Черное море, характеризовалась как «условно чистая» (рр. Кача, Бююк-Узенбаш, Кучук-Узенбаш, Черная) или «слабо загрязненная» (рр. Бельбек, Дерекойка, Улу-Узень, Демерджи); р. Таракташ улучшилась до «загрязненной»; р. Альма и р. Уснут ухудшилась до «загрязненной». Для большинства рек Крыма, впадающих в Черное море, характерна загрязненность воды соединениями меди, к которым добавлялись: органические вещества (по ХПК), нитритный азот в воде р. Таракташ и р. Уснут, сульфаты – р. Таракташ; среднегодовые концентрации варьировали в пределах 1-2 ПДК.

В 2022 г. вода Партизанского, Счастливого и Чернореченского водохранилищ характеризовалась как «условно чистая».

Реки Крыма, впадающие в Азовское море. В 2016-2022 гг. стабилизировалось качество воды р. Салгир у с. Пионерское на уровне «слабо загрязненная», до уровня «слабо загрязненная» улучшилось качество воды р. Бююк-Карасу ниже г. Белогорск. Качество воды в остальных створах рр. Салгир, Малый Салгир сохранилось на уровне 2020 г. и характеризовалось, в основном, как «загрязненная». Для рек Крыма, впадающих в Азовское море, характерна загрязненность воды соединениями меди, к которым добавлялись: в большинстве створов нитритный азот, сульфаты, в отдельных створах органические вещества (по ХПК), среднегодовые концентрации колебались в пределах 1-2 ПДК, органических веществ (по ХПК) – 14,5-16,9 мг/л (1 ПДК).

В 2022 г. вода Симферопольского и Феодосийского водохранилищ оценивалась как «условно чистая», Аянского - как «слабо загрязненная».

Бассейн р. Обь. Вода р. Обь в 2022 г. в 65% створов оценивалась как «грязная», в 32% - «загрязненная», в 3% - «слабо загрязненная». В 2022 г. в части створов отмечалось улучшение качества воды: от «загрязненной» до «слабо загрязненной» в пределах с. Фоминское, от «экстремально грязной» до «грязной» - ниже пгт. Октябрьское. В 2022 г. вода, оцениваемая как «загрязненная», сохранилась в верхнем и частично среднем течении р. Обь, на участке от г. Барнаул до г. Камень-на-Оби (Алтайский край), в части створов г. Новосибирск, участке от с. Дубовино до г. Колпашево (Новосибирская, Томская область). Характерными загрязняющими веществами для этих участков реки являлись фенолы, нефтепродукты и соединения меди, реже соединения железа и марганца.

В среднем и нижнем течении р. Обь, от г. Новосибирск (9 км ниже города) до г. Салехард, вода оценивалась более низким качеством, как «грязная». Критического уровня загрязненности воды достигали соединения железа, меди, нефтепродукты, органические вещества (по ХПК). В пределах Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов, от г. Нижневартовск до г. Салехард к ним добавились соединения железа, среднегодовые концентрации которых изменялись в пределах 11-17 ПДК; марганца 11-24 ПДК, меди 9-11 ПДК, в районе г. Нефтеюганск к ним добавились соединения цинка (рис. 3.42).

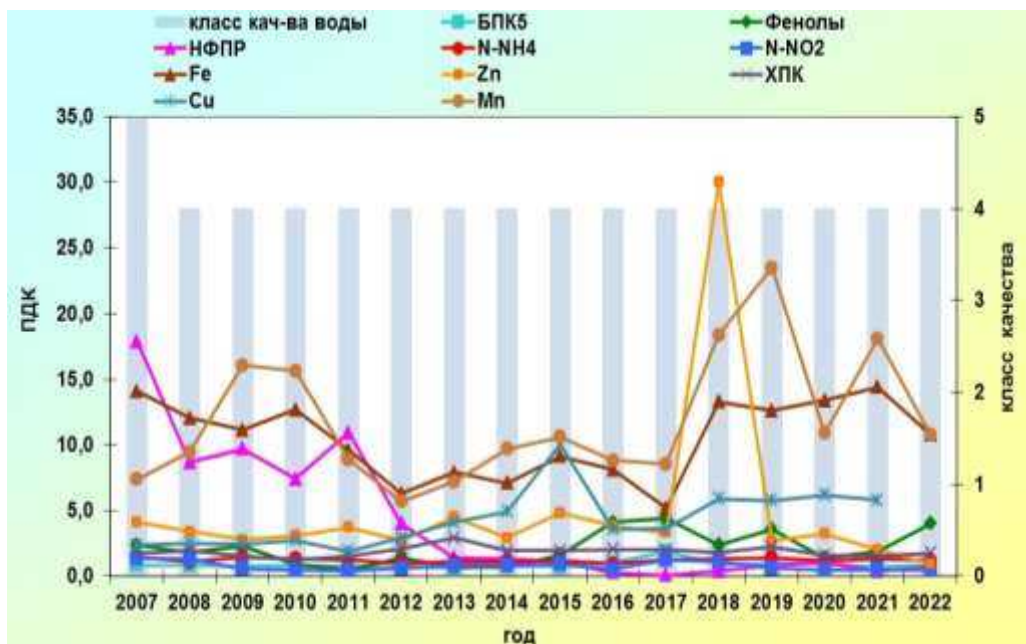


Рис. 3.42. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Обь ниже г. Салехард за многолетний период

В 2022 г. качество воды Новосибирского водохранилища изменялось от «загрязненная» до «грязная». Основными загрязняющими веществами воды водохранилища были соединения меди, цинка, марганца, алюминия, реже нефтепродукты. В 2022 г. в воде Новосибирского водохранилища было зарегистрировано 2 случая высокого загрязнения соединениями алюминия (10 ПДК) и марганца (48 ПДК); в р. Обь были зарегистрированы 3 случая высокого загрязнения соединениями алюминия (35-38 ПДК); 1 случай высокого (44 ПДК) и 7 случаев экстремально высокого загрязнения (53-68 ПДК) соединениями марганца, предположительно обусловленных природным содержанием соединений марганца. В течение года в воде р. Обь в районе г. Сургут, г. Салехард, пгт. Октябрьское были отмечены случаи острого дефицита растворенного в воде кислорода, минимальное содержание которого снижалось до 0,72 мг/л.

Вода р. Полуй, одного из наиболее загрязненных притоков нижнего течения р. Обь на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, в 2022 г. по-прежнему оценивалась как «грязная». Среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ составили: соединений железа - 18 ПДК, марганца - 13-14 ПДК, меди - 7-9 ПДК, аммонийного азота - 2 ПДК, фенолов - 2 ПДК; были зарегистрированы единичные случаи дефицита и глубокого дефицита растворенного в воде реки кислорода, минимальное содержание которого снижалось до 1,46-2,90 мг/л.

Качество воды малых рек, протекающих в районе г. Новосибирск (рр. Каменка, Камышенка, Плющиха, Тула, Ельцовка II), в многолетнем плане оценивается как «грязная». В 2022 г. качество воды р. Ельцовка I изменилось от «экстремально грязная» до «грязная». Критического уровня загрязненности воды рек достигали соединения марганца, алюминия, железа, меди и нитритный азот.

Одной из наиболее загрязненных малых рек г. Новосибирск является р. Каменка, в 2022 г. оцениваемая «экстремально грязной» водой (рис. 3.43). Критического уровня загрязненности воды реки достигали соединения марганца, среднегодовые концентрации которого находились на уровне 39 ПДК, меди (10 ПДК), цинка (5 ПДК), кадмия (1,5 ПДК), нитритного и аммонийного азота (5 ПДК). В 2022 г. в воде р. Каменка было зарегистрировано 7 случаев высокого и 3 случая экстремально высокого загрязнения соединениями марганца (35-43 ПДК и 66-74 ПДК); 1 случай высокого загрязнения соединениями цинка (13 ПДК); 1 случай экстремально высокого загрязнения соединениями кадмия (6,9 ПДК).

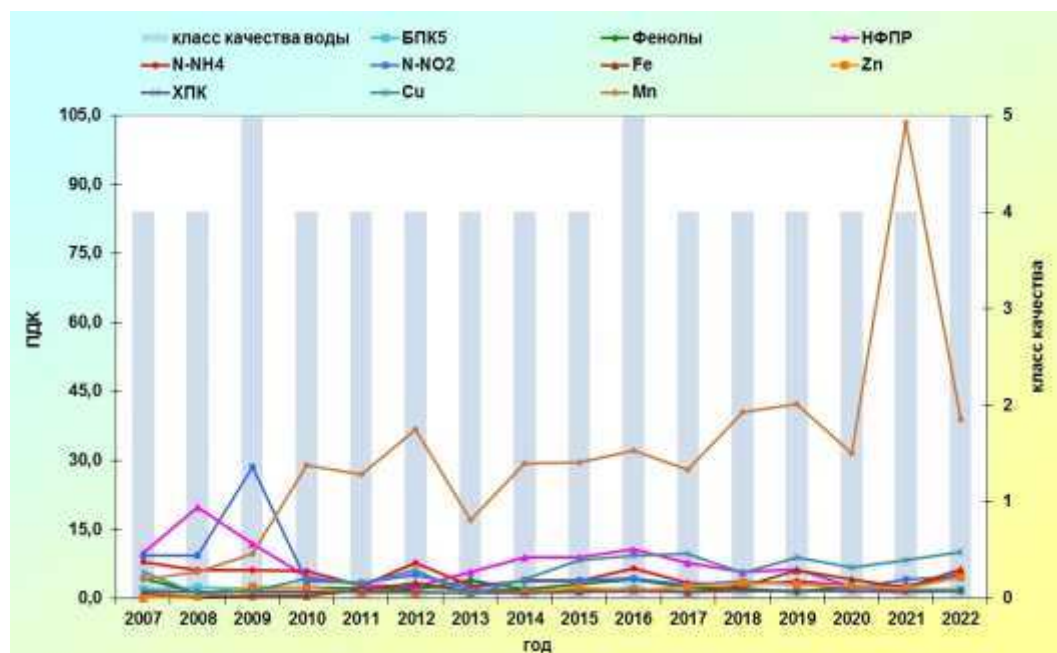


Рис. 3.43. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Каменка за многолетний период

Суммарно в малых реках г. Новосибирск в 2022 г. было зарегистрировано 23 случая высокого загрязнения воды соединениями марганца (32-48 ПДК), 6 случаев - соединениями алюминия (13-41 ПДК), 2 случая - соединениями цинка (13-25 ПДК), 1 случай - нитритным азотом (13 ПДК). Были зарегистрированы случаи экстремально высокого загрязнения: 14 случаев - соединениями марганца (51-74 ПДК), 1 случай - соединениями кадмия (6,8 ПДК).

Бассейн р. Иртыш. Река Иртыш в 2022 г. в 23% створов оценивалась как «грязная», в 71% створов - «загрязненная», в 6% створов - «слабо загрязненная».

Вода р. 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 - «грязная». В верхнем течении реки, ниже г. Омск, качество воды в 2022 г. улучшилось от «загрязненная» до «слабо загрязненная». Характерными загрязняющими веществами воды р. Иртыш являлись соединения меди и фенолы.

На территории Ханты-Мансийского автономного округа, в нижнем течении реки, на участке п. Горноправдинск - г. Ханты-Мансийск, вода р. Иртыш на протяжении многих лет сохраняется на уровне «грязная». Критического уровня загрязненности достигали соединения железа, среднегодовые концентрации которых сохранялись на уровне 16-19 ПДК, марганца (13-15 ПДК), цинка (3-5 ПДК).

В 2022 г. в воде р. Иртыш были зарегистрированы 2 случая высокого загрязнения - соединениями марганца (48 ПДК) и нефтепродуктами (42 ПДК).

На территории Свердловской, Курганской, Тюменской и Челябинской областей на протяжении многолетнего периода сохраняется низким качество воды 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 характеризуется как «экстремально грязная» (рис. 3.44, а).

Ниже по течению, в створе в 19,1 км ниже г. Екатеринбург, качество воды в 2022 г. ухудшилось до «экстремально грязной» (рис. 3.44, б).

На участке г. Екатеринбург - г. Щадринск критического уровня загрязненности воды достигали: нитритный азот, среднегодовые концентрации которого были на уровне 5-6 ПДК; соединения марганца - 9-11 ПДК, фосфор фосфатов - 4-7 ПДК, органические вещества (по БПК₅) - 4,79-9,93 мг/л.

В 2022 г. в р. Исеть было зарегистрировано 11 случаев высокого загрязнения воды нитритным азотом (13-23 ПДК), 1 случай - соединениями марганца (44 ПДК), 26 случаев - органическими веществами (по БПК₅) - (10,1-15,8 мг/л), 1 случай - фосфором фосфатов (13 ПДК), 1 случай - соединениями цинка (15 ПДК).

Одной из наиболее загрязненных рек, протекающих по территории Челябинской области, является река Миасс. На участке д. Байрамгулова (Аргазинское водохранилище) - г. Челябинск (3,8 км выше города) и в створе 5 км выше г. Миасс вода в 2021-2022 гг. оценивалась как «загрязненная», в остальных створах как «грязная». Характерными загрязняющими веществами являлись: соединения меди, цинка, марганца, на участке г. Челябинск - р.п. Каргаполье к ним добавились аммонийный, нитратный и нитритный азот, а также органические вещества (по БПК₅). Критического уровня загрязненности воды в ряде створов достигали соединения цинка (среднегодовые концентрации - 4-5 ПДК), меди (3-6 ПДК), марганца (11-13 ПДК), реже нитритного азота (4 ПДК).

В районе р.п. Каргаполье и в черте г. Миасс были зафиксированы единичные случаи дефицита растворенного в воде кислорода - 2,50-2,70 мг/л.

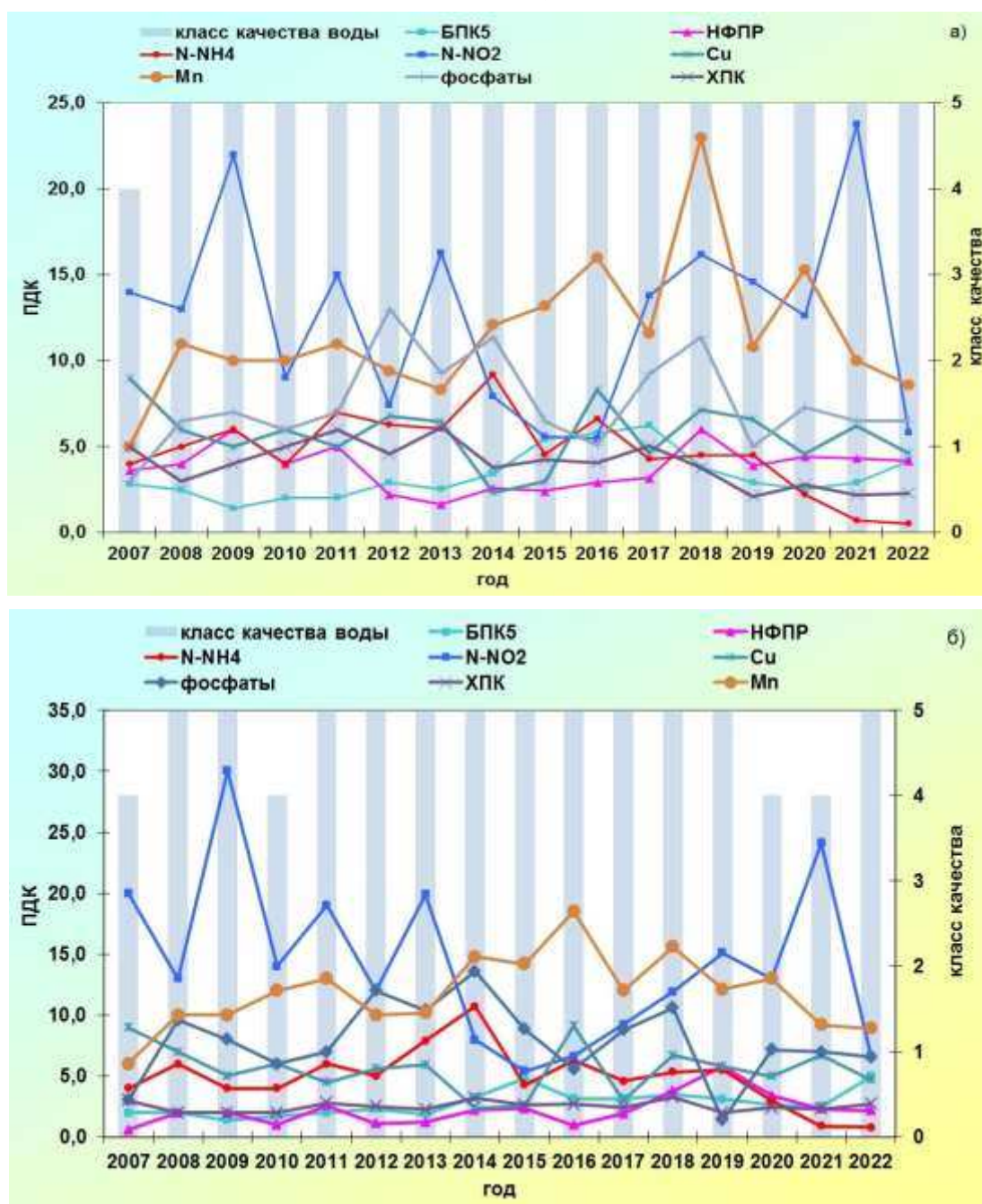


Рис. 3.44. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Исеть а) 7 км ниже г. Екатеринбург, б) 19,1 км ниже г. Екатеринбург за многолетний период

В пределах Аргазинского водохранилища (г. Карабаш) критического уровня загрязненности воды достигали соединения меди, цинка и марганца, среднегодовые концентрации которых были на уровне 20-30 ПДК. В 2022 г. на данном водном объекте было зарегистрировано 12 случаев высокого загрязнения соединениями цинка (12-43 ПДК), 3 случая - соединениями меди (35-39 ПДК), 1 случай - нитритным азотом (15 ПДК) и 1 случай экстремально высокого загрязнения соединениями марганца (81 ПДК).

Река Пышма, протекающая преимущественно по территории Свердловской области, в обоих створах г. Березовский в 2022 г. характеризовалась «экстремально грязной» водой. Критическими загрязняющими веществами 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 добавились соединения никеля - 18 ПДК; ниже - нитритный азот (8 ПДК) и органические вещества (по БПК₅) - 7,79 мг/л.

На участке р.п. Белоярский - с. Богандинское вода оценивалась как «грязная», незначительно ухудшившись в 2022 г. от «загрязненной» на участке р.п. Белоярский - г. Сухой Лог.

В 2022 г. в р. Пышма было зарегистрировано 2 случая высокого загрязнения соединениями меди (31-42 ПДК), 3 случая - соединениями мышьяка (3,5-4,9 ПДК), 7 случаев - соединениями никеля (11-38 ПДК), 4 случая - нитритным азотом (13-23 ПДК), 1 случай - соединениями марганца (44 ПДК), 1 случай - органическими веществами (по БПК₅) (12,3 мг/л). Кроме того, были зарегистрированы: 5 случаев экстремально высокого загрязнения соединениями марганца (52-128 ПДК), 6 случаев - соединениями мышьяка (5,80-35,5 ПДК), единичные случаи снижения растворенного в воде кислорода до 2,42 мг/л.

Бассейн р. Енисей. В 2022 г. вода реки Енисей на территории Красноярского края в 15% створов оценивалась как «слабо загрязненная», 62% створов - «загрязненная», 23% створов - «грязная». В 2022 г. ухудшилось качество воды в нижнем течении р. Енисей (в районе с. Подтесово и в 1 км выше г. Дудинка) от уровня «загрязненная» до уровня «грязная».

Характерными загрязняющими веществами воды р. Енисей являлись соединения железа (за исключением створов р.п. Усть-Абакан, р.п. Приморск, п. Хмельники, г. Дивногорск, Красноярск 35 км), среднегодовые концентрации которых составили от 1 до 3 ПДК; фенолы (кроме створов к. Джойская Сосновка, г. Красноярск 5 км, с. Селиваниха, г. Игарка, г. Дудинка) - 1-4 ПДК. В некоторых створах к ним добавились соединения меди (2-7 ПДК), в верхнем течении в воде части створов соединения алюминия - (1-2 ПДК), в нижнем течении - соединения цинка (1-4 ПДК), в среднем и нижнем течении - органические вещества (по ХПК), среднегодовые концентрации которых изменялись по течению реки от 14,9 до 26,9 мг/л.

На участке г. Дивногорск - г. Дудинка в некоторых створах критического уровня загрязненности воды достигали соединения меди (6-7 ПДК), цинка (3-10 ПДК), нефтепродукты (8 ПДК).

Основными загрязняющими веществами воды Красноярского водохранилища в 2022 г. являлись фенолы (2-4 ПДК), в обоих створах р.п. Усть-Абакан к ним добавились соединения кадмия и алюминия, среднегодовые концентрации которых составили 1,3 и 1 ПДК соответственно; в районе р.п. Приморский и п. Хмельники - органические вещества (по ХПК) - 14,9-16,3 мг/л. Устойчивого загрязнения в некоторых створах достигали соединения железа, меди, цинка.

В 2022 г. в воде р. Енисей было зарегистрировано 3 случая высокого загрязнения соединениями цинка (10-19 ПДК), 1 случай - соединениями меди (43 ПДК), а также 1 случай экстремально высокого загрязнения соединениями цинка (114 ПДК).

Среди наиболее загрязненных притоков р. Енисей, характеризующихся в 2022 г. водой низкого качества - «грязная», являются: р. Кача, в створах г. Красноярск, п. Памяти 13 борцов; р. Кан (г. Канск, г. Зеленогорск). Критического уровня загрязненности воды в обеих реках (кроме створа выше г. Канск) достигали соединения меди (среднегодовые концентрации находились на уровне 7-12 ПДК), в некоторых створах к ним добавились соединения марганца (8-12 ПДК), цинка (2 ПДК) и алюминия (2-3 ПДК).

В 2022 г. в р. Кан было зарегистрировано 2 случая высокого загрязнения воды соединениями цинка (15-19 ПДК).

Бассейн р. Ангара. В 2022 г. значительно ухудшилось качество воды Братского и Усть-Илимского водохранилищ, расположенных на р. Ангара, от «условно чистой» до «слабо загрязненной». Вода Братского водохранилища в 2022 г. оценивалась как «условно чистая» в 38% створов, «слабо загрязненная» в 62% створов. Качество воды Усть-Илимского водохранилища в 2022 г. оценивалось: «слабо загрязненная» - 62% створов, «загрязненная» - 31% створов, «грязная» - 7% створов. В створе ниже залива Коршуниха заметно ухудшилось качество воды Усть-Илимского водохранилища от «слабо загрязненной» до «грязной».

В 2022 г. на р. Ангара, выше с. Богучаны был зарегистрирован 1 случай высокого загрязнения соединениями меди (36 ПДК).

Наиболее загрязнены притоки бассейна р. Ангара - рр. Олха и Кая, качество воды, которых ухудшилось от «слабо загрязненной» до «загрязненной». Основными загрязняющими веществами в обеих реках являлись соединения меди (1-2 ПДК), в некоторых створах к ним добавились соединения железа (2 ПДК) и нитритный азот (2 ПДК).

В 2022 г. ухудшилось качество воды р. Белая в створе р.п. Мишелевка от «условно чистой» до «загрязненной». Характерными загрязняющими веществами являлись соединения меди (2 ПДК), фенолы (1 ПДК), сульфаты (1 ПДК).

Приток р. Ангара - р. Вихорева в районе г. Вихоревка и с. Кобляково в течение многих лет характеризуется «грязной» водой. Характерными загрязняющими веществами являлись соединения меди (3-4 ПДК), железа и фенолы (2 ПДК), в районе г. Вихоревка и с. Кобляково - органические вещества (по ХПК), среднегодовые концентрации которых изменялись по течению реки от 23,9 до 37,7 мг/л, аммонийный азот (2 ПДК), сульфатный лигнин (2-3 ПДК). Случаев высокого загрязнения не было зарегистрировано.

Бассейн р. Пясины. Качество воды на территории Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района в 2022 г. несколько улучшилось, оценивалось в ряде рек «загрязненной» водой (рр. Амбарная, Талнах, Далдыкан, Норильская, Хараелах). Наиболее загрязненной, оцениваемая как «грязная», сохранилась вода р. Щучья (г. Норильск), где критического уровня загрязненности воды достигали соединения никеля, среднегодовые концентрации которых в обоих створах составили 26-27 ПДК. В створе в черте моста через ул. Вокзальная, к ним добавились соединения марганца (11 ПДК) и меди (14 ПДК).

Бассейн р. Лена. В 2022 г. вода р. Лена в 75,0% створов оценивалась как «загрязненная», в 4,2% створов - «грязная», в 20,8% створов - «слабо загрязненная». Незначительно улучшилось качество воды р. Лена в створе 1 км выше г. Олекминск от уровня «грязная» до «загрязненная». В створах выше г. Усть-Кут и выше г. Киренск незначительно ухудшилось качество воды р. Лена от уровня «слабо загрязненная» до «загрязненная». В многолетнем плане вода реки в створе ниже г. Якутск характеризуется как «загрязненная» (рис. 3.45).

Характерными загрязняющими веществами воды бассейна сохраняются фенолы, органические вещества (по ХПК), фториды, соединения меди, железа и марганца.

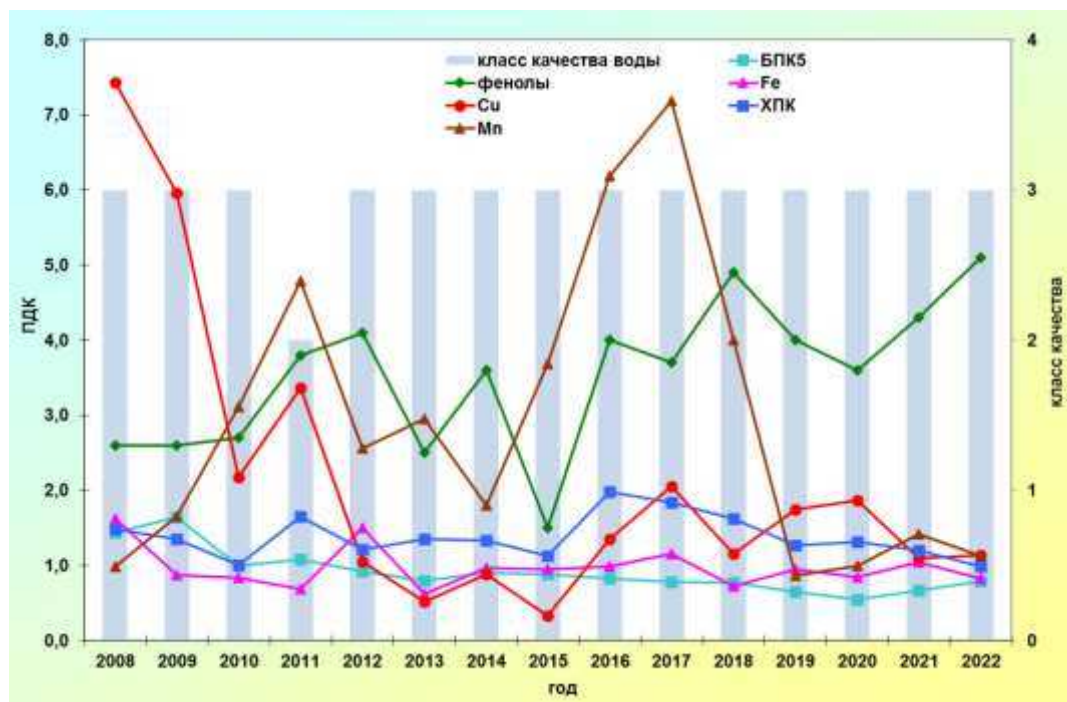


Рис. 3.45. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Лена, г. Якутск в многолетнем плане

В 2022 г. качество воды притоков р. Лена в большинстве створов оценивалось как «загрязненные».

В 2022 г. качество воды водных объектов бассейна р. Лена ухудшилось: от «условно чистой» до «слабо загрязненной» - р. Кута, п. Ручей; от «слабо загрязненной» до «загрязненной» - р. Киренга, д. Шорохово, р. Якоит, п. Якоит, р. Иенгра, п. Золотинка, р. Чульман, в черте п. Чульман, р. Большой Хатами, п. Хатами, оз. Мелкое, п. Тикси; от «загрязненной» до «грязной» - р. Бирюк, с. Бирюк, р. Шестаковка, з.с. Камырдастытах, залив Неелова, п. Тикси-3.

В озере Мюрю в 2022 г. были зафиксированы случаи высокого уровня загрязненности воды органическими веществами (по ХПК) (222 мг/л) и нитритным азотом (14 ПДК). Качество воды озера сохранилось на уровне 2021 г. - «грязная».

Река Колыма. В 2022 г. вода р. Колыма и рек её бассейна, как и в предыдущие годы, варьировала от «слабо загрязненной» до «грязной».

К характерным загрязняющим веществам воды р. Колыма относились соединения железа, меди, марганца, а также нефтепродукты и аммонийный азот, повторяемость превышения ПДК которыми в целом по бассейну составила 53%, 82%, 90%, 30%, 31% соответственно. Непосредственно в воде р. Колыма были отмечены повышенные концентрации фенолов. В результате увеличения в воде р. Колыма в районе п. Усть-Среднекан числа случаев превышения ПДК соединениями железа и меди (85%, 100%) по сравнению с предыдущим годом (83%, 92%), вода ухудшилась от уровня «загрязненная» до уровня «грязная» (рис. 3.46).

В 2022 г. в бассейне р. Колыма были зафиксированы 5 случаев высокого уровня загрязнения воды: соединениями марганца выше 30 ПДК - р. Колыма, р. Оротукан; соединениями меди выше 30 ПДК - рр. Тенке, Кулу, Детрин. 9 случаев экстремально высокого загрязнения воды: 6 случаев в р. Оротукан - соединениями марганца (50 ПДК); вдхр. Колымское - соединениями свинца (4 ПДК); р. Детрин и р. Омчак п. Транспортный - соединениями меди (50 ПДК).

Бассейн р. Амур. На химический состав поверхностных вод бассейна р. Амур оказывают влияние своеобразные природные условия, наличие сложной системы проток, рукавов и водоемов, многообразие озёр, наличие рудоносных и коллекторно-дренажных вод, характерные для региона гидрометеорологические условия. 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.

К характерным загрязняющим веществам воды водных объектов бассейна р. Амур в 2022 г., как и ранее, относились соединения железа, повторяемость случаев превышения ПДК которыми несколько снизилась и составила 73%. До 71% и 63% повысилась относительно 2021 г. повторяемость случаев загрязнённости водных объектов бассейна р. Амур соединениями алюминия и меди, сохранилась и составила 59% и 76% - соединениями марганца и органическими веществами (по ХПК).

В Забайкальском крае последние годы прослеживается тенденция перехода «загрязненных» вод в «грязные». Вода р. Аргунь и протоки Прорва в пунктах п. Молоканка и р. Урулюнгуй в 2022 г. характеризовалась как «грязная». Характерными загрязняющими веществами являлись органические вещества (по ХПК и БПК₅), соединения меди, марганца и нефтепродукты. На отдельных участках р. Аргунь и протоки Прорва в воде наблюдался некоторый рост максимальных концентраций соединений марганца, меди, сохранилось повышенным содержание органических веществ (по ХПК). До 57% повысилась загрязненность воды соединениями ванадия.

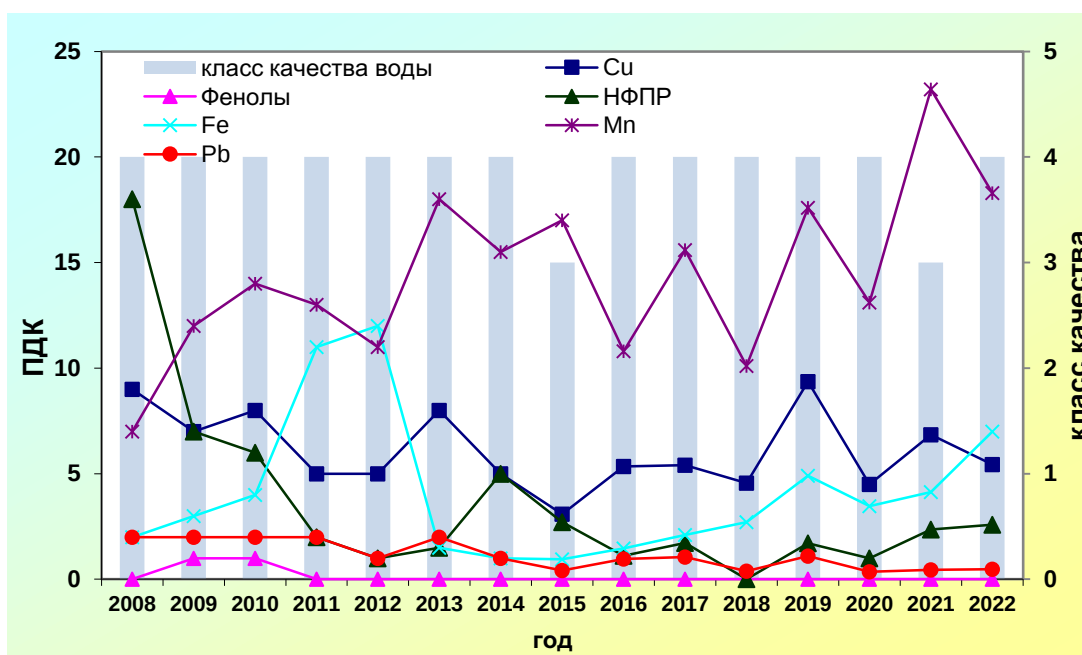


Рис. 3.46. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Колыма, п. Усть-Среднекан за многолетний период

Незначительно повысилась в 2022 г. загрязненность воды р. Шилка на участке в районе г. Сретенск, что вызвано ростом концентраций в воде соединений цинка и марганца до уровней высокого загрязнения. Повышенным на этом участке р. Шилка в летнее время было содержание в воде соединений марганца при максимальной концентрации в мае на уровне высокого загрязнения (49 ПДК).

Рост концентраций соединений марганца в 2022 г. наблюдался в воде р. Онон у с. Верхний Ульхун, крупном притоке р. Шилка, а также малых реках её бассейна.

Вода рр. Борзя, Унда и Ага характеризовалась незначительным ростом загрязненности комплексом присутствующих в воде веществ и перешла в разряд «грязная». В 2022 г. по сравнению с 2021 г. качество воды р. Чита в черте г. Чита не изменилось и характеризовалось как «грязная», в рр. Никишка, Аленгуй, Нерча ухудшилось от «загрязненных» до «грязных».

На качество реки Амур, образованной слиянием рек Шилка и Аргунь, оказывают значительное влияние постоянно меняющиеся соотношения водности и химического состава воды каждого из основных его притоков - р. Сунгари (КНР), рр. Зея, Буряя, Усури, сбросы Зейского и Бурейского водохранилищ и пр. Вода р. Амур на всем протяжении в 2022 г. характеризовалась, в основном, как «загрязненная».

В 2022 г. химический состав воды р. Амур, как и большинства его крупных притоков, отличался повышенным содержанием органических веществ (по ХПК), соединений меди, железа, марганца и алюминия, повторяемость случаев превышения ПДК которыми в целом для реки составила 61%, 78%, 32%, 43% и 80% соответственно. В последнее десятилетие отмечается снижение содержания этих химических веществ в воде р. Амур.

В 2022 г. кислородный режим воды р. Амур на всем протяжении был удовлетворительным. Загрязняющими веществами на различных участках р. Амур являлись от 7 до 10 из 10-17 наблюдаемых веществ. Средние концентрации соединений меди составили 2-10 ПДК, соединений железа - 1-5 ПДК.

В 2022 г. по сравнению с предыдущим годом возросла загрязненность воды р. Амур на участках в районе с. Черняево и протоке Амурская в створе 16 км выше г. Хабаровск, вода р. Амур перешла из разряда «загрязненная» в «грязную». Рост загрязненности воды р. Амур у с. Черняево обусловлен повышенным содержанием в воде соединений железа, меди и цинка, протоке Амурская – соединений алюминия.

На всем протяжении р. Амур и в протоке Амурская в 2022 г. в 35% проб была зафиксирована загрязненность воды соединениями молибдена с максимальными концентрациями в районе г. Хабаровск – протока Амурская - 2,7 ПДК; р. Амур в створе 5 км ниже г. Хабаровск - 3,0 ПДК.

В 2022 г. в р. Амур в районе г. Амурск отмечалась стабилизация невысокой загрязненности воды органическими веществами (по ХПК и БПК₅), соединениями железа, алюминия, марганца и рост концентраций в воде соединений меди. Качество воды р. Амур на участке у г. Амурск, как и в предыдущие годы, характеризовалось как «загрязненная» (рис. 3.47).

В 2022 г. существенных изменений загрязненности воды в бассейне р. Зея не произошло. В р. Гилюй были отмечены отдельные случаи загрязненности воды соединениями молибдена до 2,50 ПДК, свинца - до 1,30 ПДК, цинка до - 3 ПДК. В р. Томь в районе г. Белогорск в 2022 г. случаи высокого загрязнения воды не были зафиксированы.

В 2022 г., как и в предыдущие годы, в целом, для водных объектов бассейна р. Зея, сохранилась характерной высокая повторяемость случаев загрязненности воды соединениями железа, алюминия, меди и марганца, которая были зафиксированы в 62-89% проб воды. Сохранилась также высокая повторяемость превышения ПДК этих металлов до 61 - 76% в поверхностных водах бассейна р. Буряя.

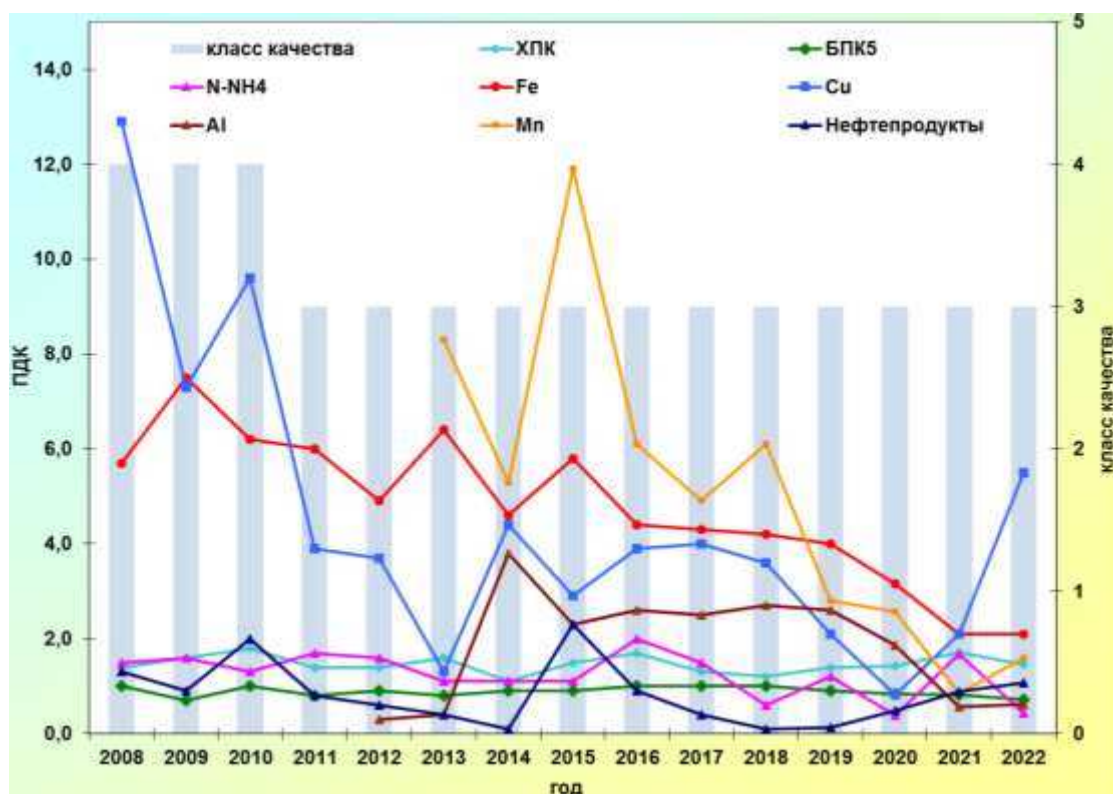


Рис. 3.47. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Амур в пункте г. Амурск за многолетний период

Река Березовая на территории Хабаровского края на участке ниже с. Федоровка из «экстремально грязной» перешла в 2019-2022 гг. в «грязную». В 2022 г., несмотря на существенное снижение концентраций большинства загрязняющих веществ, качество воды по-прежнему соответствовало «грязная», обусловленное повышенным содержанием органических веществ (по БПК₅) при среднегодовом значении 3,68 мг/л и максимуме 8,02 мг/л.

Вода р. Дачная в бассейне р. Усури в зоне влияния г. Арсеньев на протяжении многих лет оценивается как «экстремально грязная» (рис. 3.48).

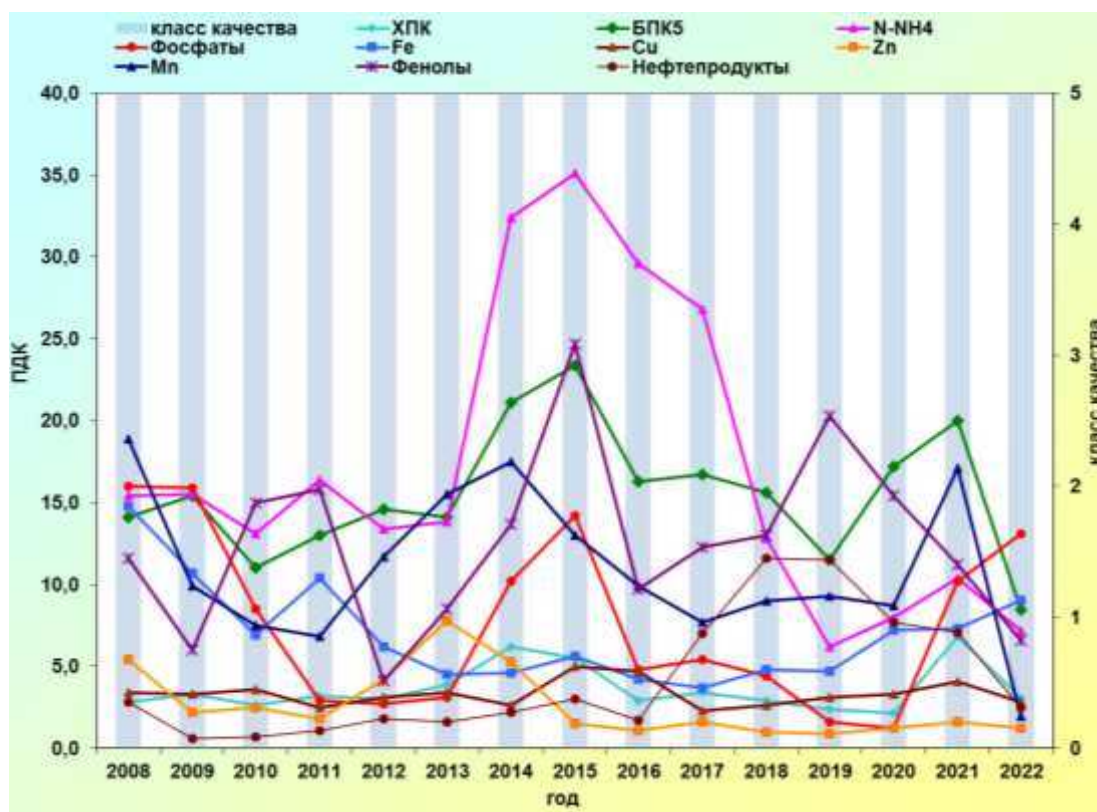


Рис. 3.48. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Дачная, в черте г. Арсеньев за многолетний период

В 2022 г. в р. Дачная, в пункте г. Арсеньев было отмечено 12 из 17 загрязняющих веществ, учитываемых при оценке качества воды. В течение года в реке была зафиксирована высокая загрязненность воды органическими веществами (по БПК₅ и ХПК), нитритным и аммонийным азотом, фенолами, фосфатами, соединениями металлов и др.

В бассейне Японского моря на протяжении многих лет к наиболее загрязненным относятся р. Комаровка и р. Раковка в зоне влияния г. Уссурийск. В 2022 г. наблюдалось некоторое снижение загрязненности воды этих рек нефтепродуктами, органическими веществами (по БПК₅), соединениями металлов. В 2022 г. вода рр. Комаровка и Раковка характеризовалась как «грязная».

В Сахалинской области в 2022 г. как наиболее загрязненная сохраняется р. Охинка в пункте г. Оха, в которой, несмотря на существенное снижение загрязненности воды нефтепродуктами, уровень наблюдаемых в воде концентраций составил в среднем 23 ПДК. Также было отмечено высокое содержание в воде соединений железа.

Реки полуострова Камчатка относятся к наименее загрязненным в Тихоокеанском гидрографическом районе. Практически в равной степени на полуострове распространены створы со «слабо загрязненной» и «загрязненной» водой.

В 2022 г. на полуострове Камчатка в воде большинства рек заметно снизилось содержание нефтепродуктов.

Уровень загрязненности поверхностных вод на территории федеральных округов Российской Федерации и входящих в них субъектов федерации (скорректированные данные за 2021 г.)

Центральный федеральный округ (ЦФО)

На территории ЦФО существенных изменений в 2021 г. не произошло.

Число створов, вода в которых оценивалась как «загрязненная», увеличилось в областях: Брянской от 59,1% до 63,6%; Владимирской от 5,90% до 17,7%; Орловской от 69,2% до 76,9%; Смоленской от 55,0% до 61,9%; Тульской от 33,3% до 66,7%; сохранилось на уровне 2020 г. в Костромской - 93,3%, Тамбовской - 60,0%.

Сохранилась напряженная экологическая обстановка на водных объектах, обусловленная увеличением числа створов, вода в которых оценивалась как «грязная», на территории областей: Белгородской от 27,8% до 38,9%; Воронежской от 4,20% до 12,5%; Ивановской от 21,4% до 35,7%; Московской от 68,3% до 71,6%; Тверской от 8,33% до 12,5%; Ярославской от 3,70% до 22,2%.

На территории Московской области, как и в предыдущие годы, отмечались водные объекты, характеризующиеся крайне низким качеством воды: «экстремально грязная», составившие 6,70%.

Северо-Западный федеральный округ (СЗФО)

На территории Северо-Западного федерального округа практически все водные объекты, кроме Ненецкого автономного округа, в большинстве створов в 2021 г. оценивались как «загрязненные». При этом следует отметить, что число створов, характеризующихся «загрязненной» водой, увеличилось в областях: Мурманской от 27,6% до 34,5%; Псковской от 81,5% до 86,2%; Республике Карелия от 32,6% до 60,0%; стабилизировалось в областях: Калининградской на уровне 94,4%, Новгородской - 90,3%; Ненецкого автономного округа - 33,3%.

На ряде водных объектов число створов, характеризующихся «грязной» водой, незначительно увеличилось в областях: Архангельской от 8,00% до 26,0%, Вологодской от 25,0% до 47,2%, Ленинградской от 10,4% до 14,5%; Мурманской от 19,0% до 22,4%; Новгородской от 6,50% до 9,70%; Республике Коми от 8,30% до 10,4%; сохранилось на уровне 2020 г. в областях: Калининградской - 5,60%; Псковской - 3,40-3,70%; в Ненецком автономном округе - 66,7%.

В 2021 г. снизилось число створов, вода в которых оценивалась как «слабо загрязненная»: в Республике Карелия от 65,1% до 37,8%; областях: Мурманской от 50,0% до 39,7%; Псковской от 14,8% до 10,4%; Архангельской от 4,00% до 2,00%; Новгородской от 3,20% до отсутствия.

Как «условно чистая» характеризовалась вода водных объектов в Мурманской области в 1,70% створов на объектах, не подверженных влиянию антропогенных факторов.

Южный федеральный округ (ЮФО)

Большинство водных объектов на территории Южного федерального округа, как и в предыдущие годы, характеризовались как «загрязненные». Число таких створов стабилизировалось в Республике Адыгея на уровне 100%; областях: Астраханской на уровне 90,0%, Волгоградской - 89,5%; незначительно увеличилось в Краснодарском крае от 69,2% до 79,5%, Ростовской области от 13,6% до 20,7%.

Наибольшее число створов, характеризующихся как «грязная», ежегодно отмечается на водных объектах Ростовской области, число которых в 2021 г. незначительно уменьшилось от 86,4% до 79,3%.

Вода водных объектов Республики Крым оценивалась: в 26,9% створов как «условно-чистая», в 38,5% створов как «слабозагрязненная» (30,8% - в 2020 г.).

Северо-Кавказский федеральный округ (СКФО)

Водные объекты СКФО на протяжении ряда лет в большинстве створов характеризуются как «загрязненные», составившие в республике Дагестан в 2021 г. 70,0%, что на 10% меньше, чем в 2020 г.; также незначительно уменьшилось число створов с «загрязненной» водой в Ставропольском крае от 55,6% до 50,0%; в Кабардино-Балкарской Республике, напротив, увеличилось от 71,4% до 85,7%.

Вода водных объектов Северной Осетии-Алания оценивалась: в 52,9% створов как «условно чистая»; в 23,5% створов - «слабо загрязненная», в 11,8% створов - «грязная».

В 2021 г. по сравнению с 2020 г. на водных объектах республики Дагестан уменьшилось число створов, характеризующихся «грязной» водой от 20% до 10%; на водных объектах Ставропольского края - незначительно возросло от 11,1% до 16,7%, как «экстремально грязная» - сохранилось без изменения 5,50%.

Приволжский федеральный округ (ПФО)

На территории Приволжского федерального округа большинство водных объектов в многолетнем плане оцениваются «загрязненной» водой. Число таких створов стабилизировалось в Республиках: Башкортостан на уровне 71,7%, Мордовия - 70,0%, Чувашской - 75,0%, Марий Эл - 33,3%; уменьшилось в Республиках: Татарстан от 75,0% до 70,0%; Удмуртской от 91,7% до 50,0%; Пермского края от 91,1% до 88,9%; областей: Нижегородской от 88,6% до 82,2%;

Самарской от 81,8% до 66,7%; Саратовской от 65,4% до 50,0%; увеличилось в областях: Кировской от 89,6% до 100%; Оренбургской от 72,0% до 80,0%; Ульяновской от 71,4% до 92,9%.

Увеличилось число створов, оцениваемых «грязной» водой, в Республиках: Башкортостан от 21,1% до 26,4%; Татарстан от 22,5% до 27,5%; областях: Нижегородской от 9,10% до 17,8%; Самарской от 15,2% до 30,3%; Саратовской от 11,5% до 15,4%.

На территории Самарской области в 3% створов вода оценивалась как «экстремально грязная».

Водой хорошего качества - «слабо загрязненная» оценивались водные объекты Республик: Башкортостан (1,90%), Татарстан (2,50%), Чувашской (2,20%); областей: Оренбургской (16,0%) и Саратовской (34,6%).

Уральский федеральный округ (УФО)

Поверхностные воды УФО в многолетнем плане оцениваются высоким уровнем загрязненности, обусловленным наличием на территории округа большого количества предприятий разной хозяйственной направленности, в том числе не имеющих в достаточной степени эффективных очистных сооружений.

В 2021 г. число створов, характеризующихся «грязной» водой, возросло в областях: Свердловской от 50,0% до 52,4%, Челябинской от 37,7% до 40,4%; незначительно уменьшилось: в Тюменской области от 81,0% до 77,0%; Ханты-Мансийском автономном округе от 100% до 94,0%; стабилизировалось: в Курганской области на уровне 93,0%, Ямало-Ненецком автономном округе на уровне 100% створов.

Число водных объектов, оцениваемых «экстремально грязной» водой, увеличилось в 2021 г. по сравнению с 2020 г. в областях: Свердловской от 2,40% до 3,70%, Челябинской от 1,90% до 3,80%. В 2021 г. на водных объектах Ханты-Мансийского автономного округа было зафиксировано 3,00% створов, вода которых оценивалась как «экстремально грязная».

Как «загрязненная» характеризовалась вода в областях: Челябинской в 55,8%, Свердловской в 43,9%, Тюменской в 23,0%, Курганской в 7,00%; Ханты-Мансийском автономном округе в 3,00% створов.

На территории Уральского федерального округа в 2021 г. отсутствовали водные объекты с «условно чистой» и «слабо загрязненной» водой.

Сибирский федеральный округ (СФО)

Большинство водных объектов Сибирского федерального округа в 2021 г. оценивались «загрязненной» водой. Увеличилось число створов, вода которых оценивалась «загрязненной» водой, в Республиках: Алтай от 22,3% до 33,0%, Тыва от 50,0% до 71,0%, Хакасия от 33,0% до 54,0%; в Иркутской области от 6,00% до 9,00%.

Наиболее низким качеством воды по-прежнему характеризовались водные объекты Новосибирской и Томской областей, где число створов, характеризующихся «грязной» водой, в 2021 г. увеличилось от 72,7% до 74,0% и от 70,0% до 74,0% соответственно, незначительно уменьшилось от 75,0% до 72,7% в Новосибирской области.

Как «экстремально грязные» оценивались водные объекты в Алтайском крае, число створов которых сохранилось на уровне 2020 г. - 4,50%, в Новосибирской области - увеличилось от 3,00% до 5,30%.

Водой хорошего качества - «условно чистые» характеризовались - в Республике Алтай 11%, Иркутской области - 52% створов; как «слабо загрязненные» - в Кемеровской и Иркутской областях 44,0% и 37,0% соответственно створов, Республиках Алтай, Хакасия и Тыва - 56%, 38,0% и 29,0% соответственно; Красноярском крае - 2,00% створов.

Дальневосточный федеральный округ (ДФО)

Поверхностные водные объекты ДФО на протяжении последних 5-10 лет в большинстве створов оцениваются как «загрязненные». В 2021 г. по сравнению с 2020 г. количество створов с «загрязненной» водой увеличилось: в Республике Бурятия от 64,0% до 88,4%; в краях: Хабаровском от 61,2% до 76,0%, Забайкальском от 77,2% до 88,2%; областях: Амурской от 52,8% до 65,0%, Магаданской от 64,3% до 75,0%, в Еврейской автономной области от 46,1% до 69,3%; в Приморском крае стабилизировалось на уровне 2020 г. (60,0-60,9%); уменьшилось: в Республике Саха от 91,4% до 77,8%, Камчатском крае от 82,7% до 75,8%, Сахалинской области от 72,5% до 67,5%.

В 2021 г. по сравнению с 2020 г. число створов, оцениваемых «грязной» водой, уменьшилось в Хабаровском крае от 36,7% до 22,0%; областях: Амурской от 47,2% до 35,0%, Магаданской от 35,7% до 25,0%, в Еврейской автономной области от 46,1% до 7,60%; практически не изменилось в Приморском крае - 34,8%.

В Приморском крае створы, характеризующиеся «экстремально грязной» водой, составили 2,15%.

Ряд водных объектов характеризовался хорошим качеством воды: «слабо загрязненная» в Республиках: Бурятия - 4,64%, Саха (Якутия) - 17,3%; краях: Забайкальском - 1,70%, Камчатском - 20,7%, Приморском - 2,15%, Хабаровском - 2,00%; в Еврейской автономной области - 23,1%; Сахалинской области - 12,5% створов.

3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов

Гидробиологические наблюдения за состоянием пресноводных экосистем проводятся по основным экологическим показателям: фитопланктона, зоопланктона, перифитона и зообентоса. Каждый из них 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 2022 г. проводилась на **136** водных объектах, в **260** гидробиологических пунктах и **360** 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 5 республиках: Бурятия, Карелия, Коми, Татарстан, Саха (Якутия), в Забайкальском и Хабаровском краях, а также в г. Санкт-Петербург.

Основными объектами наблюдений являлись: каскад водохранилищ рек Волга, Лена, Ангара, Амур, Северная Двина и Селенга, водных объектах городов: Санкт-Петербург, Казань, Астрахань, Тольятти, Мурманск, Чита, Самара, Нижний Новгород и Петрозаводск, а также трансграничные водные объекты: Псковское и Чудское озера, реки Паз и Амур.

В 2022 г. прослеживаются следующие изменения в состоянии и загрязнении водных объектов по гидрографическим регионам.

Баренцевский гидрографический район. Качество вод большинства водных объектов региона на протяжении 2008-2022 гг. сохраняется неизменным и варьировало от «условно чистых» до «слабо загрязненных» с межгодовыми флуктуациями в пределах класса.

В 2022 г. 61% экосистем гидрографического района - реки: Колос-йоки, Патсо-Йоки, Печенга, Нама-Йоки, Акким, Кица, Нива, протока Сальми-ярви, а также Верхнетуломское водохранилище и озера: Большое, Колозеро, Умбозеро и Имандра находились в состоянии антропогенного экологического напряжения. По показателям планктонных сообществ эти поверхностные воды соответствовали «слабо загрязненным» водам. Качество вод в придонном слое по показателям зообентоса варьировало в этих водных объектах от «слабо загрязненных» (р. Патсо-Йоки, Печенга, протока Сальми-ярви) и «загрязненных» (р. Акким, Нама-Йоки) до «грязных» (р. Луоттн-Йоки, Патсо-Йоки, Нота, Вува, Кола, озера: Имандра, Семеновское, Умбозеро и Ледовое). Индикаторные группы Вудивисса в фауне этих водных объектов отличаются низким качественным и количественным развитием, что объясняется региональными особенностями. Экосистемы находились в состоянии экологического напряжения с увеличением диапазона определяемых количественных и качественных параметров развития. Упрощение межвидовых отношений и трофических цепей в донном биоценозе определяется аккумуляционными и региональными трофическими свойствами воды. Придонный горизонт в состоянии антропогенного экологического регресса, наблюдается низкое разнообразие зообентоса и практически отсутствие чувствительных индикаторных групп. В поверхностном слое 22% водных объектов — реки Кица, Лотта, Вите, Нива и озеро Чунозеро — наблюдалось массовое развитие видов-индикаторов олиготрофных и ксентрофных условий. Донная фауна даже в фоновых объектах, к которым относятся описываемые водотоки, характеризовалась 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 соответствовали «загрязненным» и «грязным», а также было отмечено низкое качественное разнообразие и количественное развитие всех наблюдаемых показателей со значительными флуктуациями значений в течение года. В планктоне были выявлены исключительно эвтрофные β- и α-мезасапробные виды, в бентосе доминировали полисапробные олигохеты. Полученные параметры развития флоры и фауны свидетельствуют об экологическом регрессе экосистемы.

По показателям фитопланктона реки 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 реки Архангельской области (Онега, Пинега, Кена, Кулой, Мезень, р. Северная Двина), Вологодской области (Сухона, Вологда), Республики Коми (Вычегда, Сысола), Ненецкого автономного округа (Печора) были отнесены к «условно чистым». В 2022 г. улучшилось состояние водотока р. Северная Двина, который в 2021 г. относился к «слабо загрязненным».

Балтийский гидрографический район. Наиболее загрязненными водоемами района по показателям зообентоса являются Чудское, Псковское озера и Невская губа, воды придонного слоя которых в 2018-2022 гг. были отнесены к «грязным» и «загрязненным» соответственно. По показателям зоопланктона качество их вод соответствовало «условно чистым», а по показателям фитопланктона - «слабо загрязненным». Качество вод Карельских водотоков, питающих Онежское озеро (реки Неглинка, Шуя и Лососинка в районе г. Петрозаводск), сохранилось на уровне «слабо загрязненных» вод.

Каспийский гидрографический район. Наблюдения проводились на каскаде водохранилищ р. Волга и ее крупных притоках. По показателям фито- и зоопланктона, а также перифитона воды Горьковского, Чебоксарского, Куйбышевского, Саратовского и Волгоградского водохранилищ, а также впадающих в них рек Ока, Теша, Кудьма и др. в 2020-2022 гг. характеризовались как «слабо загрязненные».

По показателям зообентоса воды Волгоградского водохранилища оценивались как «загрязненные». Отмечено ухудшение качества вод по показателям зообентоса в створе Куйбышевского водохранилища в районе г. Тольятти и створах Саратовского водохранилища в районе городов Самара, Сызрань, Хвалынский, Балаково и на реках Зай (в районе городов Зайнск и Альметьевск) (от «слабо загрязненных» в 2021 г. до «загрязненных» в 2022 г.), на реках Кривуша (в районе г. Новокуйбышевск), Самара (в районе пгт. Алексеевка), Съезжая (устье реки, в районе с. Максимовка), р. Б. Кинель (в районе Отрадное) и Кондурча (устье реки) (от «загрязненных» в 2021 г. до «грязных» в 2022 г.). Улучшение качества вод по показателям зообентоса наблюдалось на р. Вятка (в районе устья реки) и р. Зай (в районе г. Лениногорск).

Качество вод в районе г. Астрахань в 2020-2022 гг. по показателям фитопланктона не изменилось и соответствовало «слабо загрязненным». Воды рукавов Камызяк, Бузан, Кривая Болда, Кигач, Ахтуба характеризовались как «слабо загрязненные». По показателям зообентоса было отмечено улучшение качества вод

р. Волга в районе г. Астрахань (в районе правобережных очистных сооружений и целлюлозно-картонного комбината), рукавов Камызяк (в районе г. Камызяк) и Ахтуба (в районе п. Селитренный) с «загрязненных» в 2021 г. до «слабо загрязненных» в 2022 г.

В целом значительных изменений состояния рассмотренных водных экосистем не произошло.

Карский гидрографический район. В 2022 г. состояние биоценозов большинства водотоков, питающих оз. Байкал сохранилось, и варьировало в пределах класса качества воды. В 2022 гг. 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 2014-2022 гг. не было выявлено.

По показателям зообентоса отмечена положительная тенденция в динамике состояния придонных слоёв воды от «слабо загрязненных» до «условно чистых» на реках Турка, Селенга, Большая речка и Джига. По показателям фитопланктона и зоопланктона наблюдались ежегодные флуктуации качества вод. Так, положительная динамика от «слабо загрязненных» до «условно чистых» наметилась на р. Ушаковка, Иркутском водохранилище, рек Баргузин, Турка и Джига. Снижение качества вод по показателям зоопланктона от «условно чистых» до «слабо загрязненных» было отмечено на реках Уда и Джига.

В целом экосистемы водотоков находились в пределах сложившегося состояния экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения.

Восточно-Сибирский гидрографический район. В 2022 г. наиболее загрязненным водным объектом района, помимо залива Неёлова, являлась река Лена в двух наблюдаемых пунктах по показателям зообентоса. Качество их вод в придонном горизонте характеризовалось 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 флуктуации качества вод. Так, положительная динамика от «слабо загрязненных» до «условно чистых» наметилась на р. Лена в районе ст. Хабарова, Копчик-Юреге и оз. Мелкое. Снижение качества вод по наблюдаемым показателям в 2022 г. не было отмечено.

Состояние экосистем соответствовало экологическому благополучию с элементами антропогенного напряжения.

Тихоокеанский гидрографический район. В 2022 г. на реках-притоках Амура в Забайкалье регистрировались ежегодные флуктуации качества вод по показателям фитопланктона, зоопланктона, зообентоса и перифитона. Положительная динамика от «слабо загрязненных» до «условно чистых» по показателям фитопланктона наблюдалась на р. Ингода. Аналогичная динамика наметилась в оз. Кенон по показателям зообентоса от «загрязненных» до «слабо загрязненных». Снижение качества вод по показателям фитопланктона от «условно чистых» до «слабо загрязненных» наблюдалось на р. Чита. Экосистемы рек, притоков Амура в Забайкалье находились в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного напряжения.

Аналогичные флуктуации качества воды наблюдались и на остальных притоках р. Амур, расположенных в Хабаровском крае. Так, положительная динамика от «грязных» до «загрязненных» вод была отмечена на р. Березовая по показателям зообентоса. Снижение качества вод по показателям зообентоса от «слабо загрязненных» к «загрязненным» наблюдалось на р. Уркан, Кульдур, Большая Бира (ст. Биракан). По показателям зообентоса на р. Сита наблюдалось резкое снижение класса качества от «слабо загрязненных» к «грязным», вызванное, вероятно, неконтролируемым сбросом отходов в с. Князе-Волконское, которое привело в августе 2022 г. к антропогенному экологическому регрессу, заключающемуся в полном отсутствии представителей фауны зообентоса. Экологическое состояние и качество воды остальных водных объектов в 2022 г. не претерпели изменений и находились в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного напряжения.

Воды р. Зея по состоянию зоопланктона оценивались как «условно чистые» выше г. Зея и как «слабо загрязненные» в черте города. Качество вод р. Зея во всех створах у г. Благовещенск незначительно ухудшилось и соответствовало «слабо загрязненным».

3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации

В 2022 г. экстремально высокие уровни загрязнения (ЭВЗ³) поверхностных пресных вод на территории Российской Федерации отмечались на 122 водных объектах в 544 случаях (в 2021 г. - на 137 водных объектах в 582 случаях), высокие уровни загрязнения (ВЗ⁴) - на 320 водных объектах в 1927 случаях (в 2021 г. - на 281 водном объекте в 1684 случаях). Всего в 2022 г. было зарегистрировано 2471 случаев ЭВЗ и ВЗ по 25 загрязняющим веществам и 5 показателям качества воды (АСПАВ, БПК₅, растворенному в воде кислороду, ХПК, запаху).

Суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ достигло максимума за период 2013-2022 гг.

Как и в предыдущие годы, в 2022 г. максимальную нагрузку от загрязнения испытывали водные объекты бассейнов рек Волга и Обь, на долю которых приходилось почти 60% всех случаев ВЗ и ЭВЗ (рис. 3.49). В табл. 3.8 приведено количество случаев ВЗ и ЭВЗ, зарегистрированных в 2022 г. в бассейнах рек Российской Федерации.

³ 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.

⁴ 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.

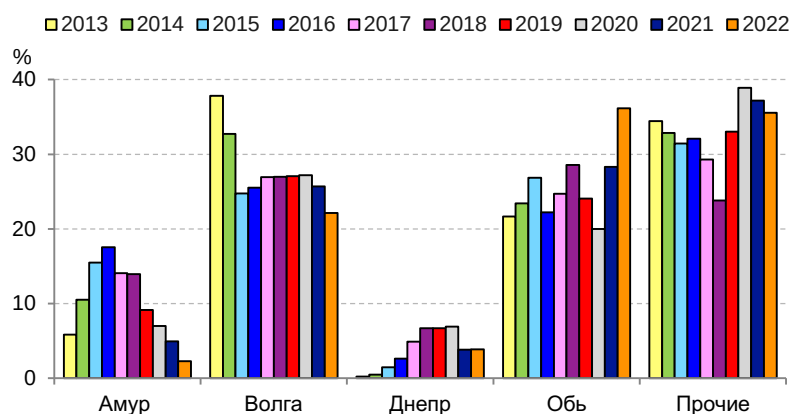


Рис. 3.49. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по бассейнам рек (в % от общего количества случаев за год на территории Российской Федерации) за период 2013-2022 гг.

Таблица 3.8. Экстремально высокое и высокое загрязнение поверхностных пресных вод Российской Федерации в 2022 г.

Бассейны крупнейших водных объектов	Количество случаев			Субъекты Российской Федерации*
	ВЗ	ЭВЗ	Сумма	
Обь	655	238	893	Курганская, Новосибирская, Омская, Свердловская, Тюменская, Челябинская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий авт. округа
Волга	495	52	547	г. Москва, Владимирская, Ивановская, Кировская, Московская, Нижегородская, Рязанская, Самарская, Свердловская, Тульская области, Респ. Татарстан
Нева	107	1	108	г. Санкт-Петербург, Ленинградская и Новгородская области
Днепр	9	87	96	Смоленская область
Амур	52	4	56	Приморский и Хабаровский края
Енисей	33	17	50	Красноярский край
Дон	42	0	42	Ростовская область
Терек	39	0	39	Респ. Северная Осетия - Алания
Сев. Двина	34	4	38	Вологодская область
Урал	7	23	30	Оренбургская область
Надым	13	11	24	Ямало-Ненецкий авт. округ
оз. Байкал	14	2	16	Респ. Бурятия
Пур	8	3	11	Ямало-Ненецкий авт. округ
Прочие	111	410	521	Вологодская, Ленинградская, Магаданская, Мурманская, Новгородская, Сахалинская и Свердловская области, Приморский край, Респ. Коми
Итого	1619	852	2471	

* Приведены субъекты Российской Федерации, для которых суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ за год превысило 10

В 2022 г. ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод было зафиксировано в 55 субъектах Российской Федерации. Наибольшее суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ (свыше 100) было отмечено на водных объектах в 5 регионах: Свердловской, Мурманской, Московской и Новгородской областях, а также Ханты-Мансийском автономном округе, что в совокупности составило более 50% случаев ВЗ и ЭВЗ в стране (рис. 3.50). В 11 регионах было зарегистрировано от 50 до 100 случаев ВЗ и ЭВЗ, в 20 - от 10 до 50, в 19 - менее 10.

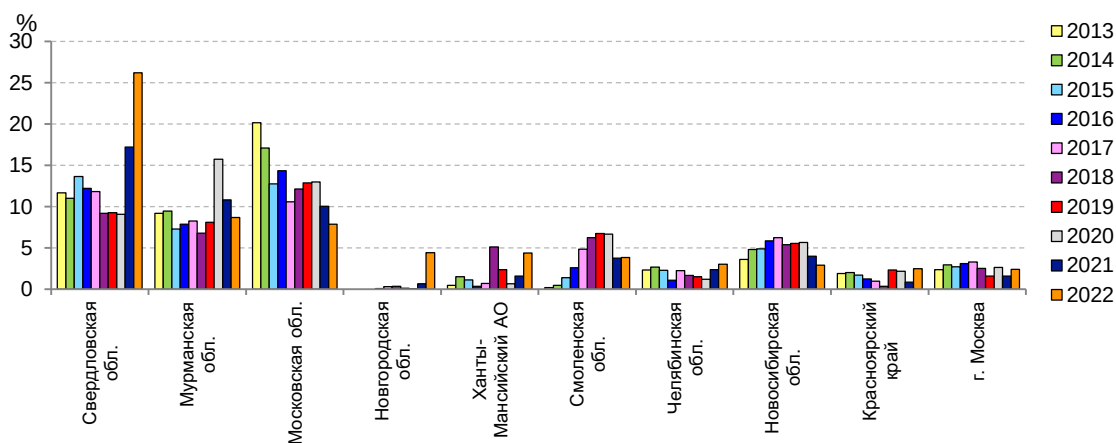


Рис. 3.50. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам Российской Федерации, в которых регистрировалось наибольшее количество случаев ВЗ и ЭВЗ в 2022 г. (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ на территории Российской Федерации)

Экстремально высокие и высокие уровни загрязнения поверхностных пресных вод на территории Российской Федерации были зафиксированы в 2022 г. по 25 загрязняющим веществам и 5 показателям качества воды. 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 71% всех случаев (рис. 3.51), при этом доля загрязнения тяжелыми металлами (Mn, Zn, Cu, Ni, Fe, Hg, Mo) выросла на 8% по сравнению с 2021 г. и составила 54% от общего числа случаев ВЗ и ЭВЗ.

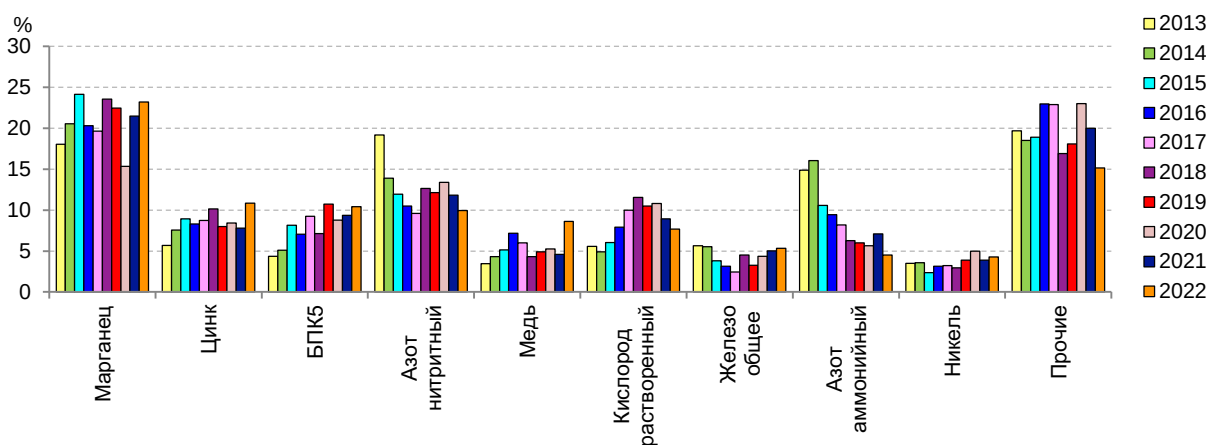


Рис. 3.51. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод по загрязняющим веществам и показателям качества воды (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ на территории Российской Федерации)

В 190 случаях наблюдалось снижение концентрации растворённого в воде кислорода до 3 мг/л и ниже, в 124 случаях из них его содержание было менее 1 мг/л. Три случая острого дефицита растворённого в воде кислорода - менее 0,012 мг/л - были зафиксированы в августе 2022 г. в р. Падовка (бассейн р. Волга) в районе выпуска сточных вод ООО «Самарский Стройфарфор» (п. Стройкерамика г/о Самары). Увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) до 10 мг/л и выше было зарегистрировано 257 раз, из них - 12 случаев на уровне ЭВЗ. Максимальное содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅), 320 мгО₂/дм³, наблюдалось в августе 2022 г. в р. Куринка (с. Макарье, Кировская область) в районе сброса сточных вод с очистных сооружений ОАО «Янтарь».

В 2022 г. случаи ЭВЗ были зафиксированы на 138 пунктах наблюдения, ВЗ - на 392 пунктах. Как и в предыдущие 5 лет, максимальное количество повторений случаев ВЗ и ЭВЗ - 93 раза - наблюдалось в пункте р. Вязьма, г. Вязьма (Смоленская область), 88 из них было связано с дефицитом растворенного в воде кислорода, который регистрировался с июля по сентябрь 2022 г. и был обусловлен антропогенным фактором. В течение года в р. Черная (г. Ивдель, Свердловская область) в районе деятельности АО «Святогор» (производство меди) был зафиксирован 81 случай ВЗ и ЭВЗ преимущественно соединениями тяжелых металлов (Zn, Cu, Mn, Co, Cd, Fe); в ручье без названия (бассейн Белого моря) в районе выпуска №1 Кандалакшского алюминиевого завода РУСАЛа (г. Кандалакша, Мурманская область) - 66 случаев - в основном бенз(а)пиреном, соединениями алюминия и фторидами. В 12 пунктах наблюдения было отмечено от 25 до 50 случаев ВЗ или ЭВЗ: в Новгородской области - в р. Вельгия (г. Боровичи); в Мурманской области - р. Нюдауй (г. Мончегорск); в Оренбургской области - р. Блява (г. Медногорск); в Свердловской области - р. Исеть (г. Каменск-Уральский), р. Пышма (г. Березовский), р. Калатинка (г. Кировград), р. Мундыр, р. Тальтия и руч. Безымянный, впадающий в р. Черная (г. Ивдель), оз. Ключи (г. Верхняя Пышма); в Вологодской области - руч. без названия (с.п. Красавинское Великоустюжского района); г. Москва - р. Ликова. В остальных пунктах наблюдения регистрировалось менее 25 случаев ВЗ и ЭВЗ.

В 2022 г. было зарегистрировано 40 аварий на поверхностных пресноводных объектах Российской Федерации, из них в бассейнах рек: Амур - 5, Волга (включая притоки Каму и Оку) - 18, Днепр - 3, Енисей (включая приток Ангара) - 3, Нева - 2, Обь (включая притоки Иртыш и Тобол) - 6, Северная Двина - 2; в бассейне Карского моря - 1. В 12 случаях источник загрязнения не был установлен; 20 случаев связаны с несанкционированным сбросом загрязненных сточных вод или неэффективной работой очистных сооружений; причинами остальных аварийных ситуаций стали: порыв канализационного коллектора; разгерметизация трубопровода; перекачка топлива; пожар на маломерном судне; смыв дождевым потоком навозных масс с поля; утечка с законсервированной скважины; а также сочетание антропогенного и природного факторов. В 12 случаях аварии привели к разливу нефтепродуктов; в 3 из них наблюдалось образование обширного нефтяного/маслянистого пятна на водной поверхности, в 8 - отдельные масляные и нефтяные пятна. Последствием 26 аварийных ситуаций стало ЭВЗ и/или ВЗ водных объектов, 6 - массовый замор рыбы.

3.3.4. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ

Качество воды трансграничных водных объектов, расположенных на участках границы (далее граница) Российской Федерации с 12 государствами, оценивалось по результатам режимных наблюдений, проведенных в 2022 г. на 54 водных объектах (49 рек, 2 протоки, 2 озера, 1 водохранилище) в 69 пунктах, 69 створах, на 74 вертикалях.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в воде водных объектов на границе России с сопредельными государствами являлись: с Норвегией - соединения никеля, меди, марганца, цинка, дитиофосфаты; с Финляндией - трудноокисляемые органические вещества по ХПК (далее ОВ), соединения меди, железа, цинка,

ртути; с Эстонией - ОВ, соединения меди, цинка; с Литвой и Польшей - легкоокисляемые органические вещества по БПК₅ воды (далее ЛОВ), ОВ, соединения железа, нитритный азот; с Республикой Беларусь - ОВ, ЛОВ, соединения железа, меди, марганца, цинка; с Украиной - ОВ, ЛОВ, соединения железа, марганца, сульфаты, аммонийный и нитритный азот; с Азербайджаном - соединения меди, нефтепродукты, сульфаты; с Казахстаном - ОВ, ЛОВ, соединения меди, марганца, сульфаты; с Монголией - ОВ, соединения железа, марганца, меди, нефтепродукты, фенолы; с Китаем - ОВ, ЛОВ, соединения железа, меди, марганца, алюминия, ванадия.

Критические показатели загрязнённости трансграничных водных объектов были установлены для 13 пунктов наблюдений, расположенных на 12 водных объектах. На границе с Норвегией критическими показателями являлись соединения меди, никеля, ртути, аммонийный азот и дитиофосфаты (2 пункта); с Республикой Беларусь - соединения меди и марганца (2 пункта); с Украиной - сульфаты, аммонийный азот, нитритный азот (3 пункта); с Казахстаном - соединения цинка, марганца и растворённый в воде кислород (3 пункта); с Монголией - соединения марганца (1 пункт); с Китаем - соединения алюминия, цинка и железа (2 пункта).

Нарушение норм качества воды в пограничных районах России, в основном, находилось в пределах от 1 до 10 ПДК. Концентрации загрязняющих веществ достигали 30 ПДК и выше: на границе с Норвегией (р. Колос-йоки пгт. Никель) соединений никеля - 50 ПДК; на границе с Республикой Беларусь (р. Сож пгт. Хиславичи) соединений марганца - 30 ПДК; на границе с Казахстаном (р. Уй с. Усть-Уйское и р. Тобол с. Звериноголовское) соединений марганца - 100 ПДК; на границе с Монголией (р. Онон с. Верхний Ульхун) соединений марганца - 30 ПДК. Дефицит растворённого в воде кислорода наблюдался в пункте р. Уй с. Усть-Уйское.

В течение 2018-2022 гг. вода в пунктах наблюдений на реках Патсо-йоки (ГЭС Хеваскоски) на границе с Норвегией, Лендерка, Патсо-йоки (ГЭС Янискоски) на границе с Финляндией, Ипуть на границе с Республикой Беларусь, постоянно характеризовалась как «слабо загрязнённая», Терек (г. Владикавказ) на границе с Грузией как «условно чистая» или «слабо загрязнённая».

Наиболее загрязнённые участки рек, вода которых характеризовалась как «грязная», были отмечены на границе с Норвегией (Протока без названия), с Украиной (рр. Северский Донец, Большая Каменка, Кундрючья, Миус и вдхр. Белгородское), с Казахстаном (рр. Уй г. Троицк и с. Усть-Уйское, Тобол). Вода р. Колос-йоки на границе с Норвегией в 2022 г. характеризовалась как «экстремально грязная».

В остальных пунктах наблюдений качество воды варьировало от «загрязнённой» до «грязной», в большинстве случаев характеризовалось «загрязненной» водой.

Расчет переноса химических веществ по результатам наблюдений на 33 реках в районе пересечения границы с Финляндией, Польшей, Республикой Беларусь, Украиной, Грузией, Азербайджаном, Казахстаном, Монголией и Китаем приведён за предыдущий 2021 г., что обусловлено регламентом поступления необходимой гидрологической информации.

Наибольшее количество водной массы в 2021 г. было внесено на территорию Российской Федерации через границу с Монголией, Казахстаном и Финляндией (соответственно 32, 31 и 29%), вынесено с территории Российской Федерации в Республику Беларусь и Украину (соответственно 45 и 37%).

Максимальное количество главных ионов (по сумме), сульфатов, минеральных форм азота, соединений меди, цинка, хрома общего, фенолов и Σ ДДТ поступило в 2021 г. с речным стоком на территорию Российской Федерации из Казахстана; органических веществ - из Финляндии; фосфора неорганического, хлоридов, Σ ГХЦГ - с территории Украины; фосфора органического, кремния, нефтепродуктов, соединений железа общего и никеля - из Монголии.

В 2021 г. максимальное количество органических веществ, фосфора неорганического, соединений железа общего, меди и цинка, нефтепродуктов и фенолов было перенесено речным стоком с территории Российской Федерации на территорию Республики Беларусь; главных ионов (по сумме), в том числе сульфатов и хлоридов, минеральных форм азота, фосфора органического, соединений кремния и никеля - на территорию Украины; соединений хрома общего, Σ ГХЦГ и Σ ДДТ - на территорию Казахстана.

В 2022 г. максимальные количества переносимых отдельными реками химических веществ уменьшались в следующей последовательности: главных ионов (по сумме) - 4 860 тыс. т; органических веществ - 307 тыс. т; биогенных элементов (соединений кремния - 62,4 тыс. т, минеральных форм азота - 11,8 тыс. т, соединений железа общего - 2,26 тыс. т, фосфора общего - 460 т); нефтепродуктов - 472 т; соединений цинка - 140 т, соединений меди - 137 т; соединений никеля - 111 т; фенолов - 43,8 т; соединений хрома общего - 0,832 т; хлорорганических пестицидов (Σ ДДТ - 77 кг, Σ ГХЦГ - 51 кг) (табл. 3.9).

Таблица 3.9. Количество химических веществ, перенесённых на территорию Российской Федерации отдельными реками через границу с сопредельными государствами в 2022 г. (тыс. т; фенолов, соединений меди, цинка - т)

Река, пункт	Водный сток, км ³	Органические вещества	Главные ионы (по сумме)	Минеральные формы азота	Фосфор общий	Соединения кремния	Соединения железа общего	Соединения меди	Соединения цинка	Нефтепродукты	Фенолы
Финляндия											
Патсо-йоки, пгт Кайтакоски	6,16	44,7	109	0,251	0,055	24,0	0,216	10,1	53,5	0,172	нд
Вуокса, пгт. Лесогорский	17,8	307	837	3,03	0,047	8,90	0,771	96,0	нд	0,016	нд
Польша											
Лава, г. Знаменск	0,766	19,7	325	0,898	0,096	3,48	0,142	нд	нд	нд	нд

Река, пункт	Водный сток, км ³	Органические вещества	Главные ионы (по сумме)	Минеральные формы азота	Фосфор общий	Соединения кремния	Соединения железа общего	Соединения меди	Соединения цинка	Нефтепродукты	Фенолы
Мамоновка, г. Мамоново	0,064	1,62	22,6	0,101	0,019	0,419	0,025	нд	нд	нд	нд
Грузия											
Терек, г. Владикав- каз	1,07	8,94	309	0,879	0,057	5,73	0,044	0,268	3,31	0,003	0
Казахстан											
Ишим, с. Ильинка	0,815	18,5	683	0,219	0,023	1,10	0,049	2,77	1,63	0,030	1,85
Иртыш, с. Татарка	24,5	214	4860	11,8	0,460	62,4	1,69	137	98,7	0,429	43,8
Тобол, с. Зверино- ловское	0,440	8,90	533	1,32	0,063	2,32	0,038	1,30	4,65	0,052	1,65
Монголия											
Селенга, п. Наушки	11,8	137	2568	1,46	0,400	57,1	2,26	24,1	140	0,472	18,4
Онон, с. Верхний Ульхун	7,74	99,9	764	0,288	0,210	47,1	1,29	11,0	20,8	0,361	11,6
Китай											
Раздольная, с. Новогеор- гиевка	2,17	64,4	240	0,552	0,269	13,6	2,03	6,55	19,0	0,020	1,30

Примечание: нд - нет данных.

В целом за период 2018-2022 гг. р. Вуокса было перенесено через государственную границу повышенное количество органических веществ (1,70 млн т); р. Иртыш - главных ионов (по сумме, 27,8 млн т), соединений кремния (323 тыс. т), минеральных форм азота (75,0 тыс. т), фосфора общего (4,50 тыс. т), соединений меди (718 т) и цинка (535 т), фенолов (161 т), Σ ДДТ - 385 кг и Σ ГХЦГ - 125 кг; р. Селенга - соединений железа общего (10,1 тыс. т), нефтепродуктов (2,42 тыс. т) и соединений никеля (176 т); р. Ишим - соединений хрома общего (6,17 т).

Изучение динамики поступления в Российскую Федерацию определяемых химических веществ в 2018-2022 гг. свидетельствует о следующем: в 2022 г. по сравнению с предшествующим годом (наименее водным в пятилетии) на фоне увеличения водного стока р. Патсо-йоки возрос также перенос с территории Финляндии главных ионов (по сумме), органических веществ, соединений кремния, железа общего, меди, цинка и никеля, нефтепродуктов. За последние пять лет наблюдений впервые был зафиксирован перенос фосфора общего, Σ ДДТ и Σ ГХЦГ. Сток минеральных форм азота стабилизировался с 2020 г. За период 2018-2022 гг. перенос химических веществ на территорию Российской Федерации со стоком р. Вуокса характеризовался тем, что в 2022 г. наблюдалось снижение объема водного стока, а вместе с ним и стока главных ионов (по сумме), органических веществ, соединений кремния, железа общего, минеральных форм азота, фосфора общего. Напротив, перенос соединений меди с 2019 г. продолжил возрастать, а сток нефтепродуктов с 2020 г. сохранился стабильно низким. Концентрации хлорорганических пестицидов в воде р. Вуокса за весь период наблюдений были ниже предела определения.

Динамика поступления определяемых химических веществ в Россию из Польши со стоком рек Лава и Мамоновка во многом зависит от объема их водного стока. Максимальное количество химических веществ с водой перечисленных рек было перенесено через границу в самые многоводные для этих рек годы (в 2021 г. для р. Лава и в 2018 г. для р. Мамоновка). В 2022 г. водный сток р. Лава заметно сократился (наименьший в рассматриваемом пятилетии), что привело к сокращению трансграничного переноса органических веществ, главных ионов (по сумме), минеральных форм азота, фосфора общего, соединений кремния и железа общего. Сток перечисленных веществ с водой р. Мамоновка, напротив, в 2022 г. увеличился на фоне увеличения водности реки. В воде обеих рек концентрации хлорорганических пестицидов были ниже пределов обнаружения.

Водный сток р. Терек с 2020 г. был относительно стабилен, однако перенос большинства определяемых химических веществ с территории Грузии на территорию Российской Федерации, напротив, характеризовался разнонаправленной тенденцией. Так с 2018 г. с водой этой реки уменьшалось поступление соединений цинка, с 2019 г. - минеральных форм азота, с 2020 г. - соединений меди и железа общего. В 2022 г. было выявлено увеличение переноса органических веществ и уменьшение стока нефтепродуктов. Перенос хлорорганических пестицидов в 2022 г. находился примерно на уровне 2021 г., хотя ранее не фиксировался (за исключением переноса изомеров ГХЦГ в 2019 г.).

В р. Ишим в последние пять лет динамика переноса органических веществ, главных ионов (по сумме), минеральных форм азота, фосфора общего, нефтепродуктов, соединений кремния, железа общего, меди, никеля, цинка, хрома общего формировалась под влиянием изменчивости его водного стока и в целом повторяла характер этой изменчивости. Максимальный перенос большинства определяемых веществ на территорию Российской Федерации был отмечен в самом многоводном 2019 г., минимальный перенос - в самом маловодном 2022 г. (кроме хлорорганических пестицидов). В 2022 г. впервые за пятилетие был зафиксирован перенос ДДТ и его метаболитов.

В связи с общей тенденцией снижения водного стока р. Иртыш в период 2018-2022 г. наблюдается сокращение переноса на территорию Российской Федерации из Казахстана главных ионов (по сумме), органических веществ,

минеральных форм азота, фосфора общего и Σ ДДТ. С 2020 г. увеличился перенос соединений железа общего, нефтепродуктов и фенолов. В 2021-2022 гг. стабилизировалось поступление соединений кремния и цинка с водой р. Иртыш. В 2022 г. было отмечено резкое увеличение переноса изомеров ГХЦГ. Концентрации соединений никеля были ниже предела обнаружения используемых методик.

В 2022 г. водный сток р. Тобол был минимальным за период 2018-2022 гг., что привело к уменьшению переноса из Казахстана практически всех определяемых химических соединений: органических веществ, нефтепродуктов, минеральных форм азота, соединений кремния, железа общего, меди, цинка. В 2021-2022 гг. стабилизировался перенос на территорию Российской Федерации главных ионов (по сумме), фосфора общего и фенолов. В 2018-2022 гг. перенос хлорорганических пестицидов не был выявлен.

В 2018-2022 гг. динамика водного стока р. Селенга определяла динамику переноса главных ионов (по сумме), нефтепродуктов, фенолов, минеральных форм азота, фосфора общего, соединений кремния, железа общего и органических веществ. Перенос соединений меди и цинка с водой р. Селенга увеличился с 2019 г. и 2020 г. соответственно. Максимальные количества определяемых веществ были перенесены с территории Монголии с водой р. Селенга в самом многоводном 2021 г. (кроме соединений меди и никеля). Несмотря на резкое сокращение водного стока в 2022 г. в сравнении с самым многоводным в пятилетии 2021 г., увеличился перенос через государственную границу соединений никеля.

Динамика переноса большинства определяемых веществ с водой р. Онон в 2018-2022 гг. слабо зависела от изменчивости водного стока. В наименее водном 2019 г. наблюдался наименьший перенос главных ионов (по сумме), соединений кремния и железа, нефтепродуктов, наибольший - фенолов и соединений никеля. В наиболее многоводном 2020 г. наблюдался наибольший перенос соединений цинка и наименьший - минеральных форм азота. В целом водный сток р. Онон оказывал существенное влияние на трансграничный перенос главных ионов (по сумме), фосфора общего и соединений кремния. На фоне незначительного сокращения водности реки в 2021-2022 гг. наблюдался рост поступления на территорию Российской Федерации нефтепродуктов, соединений железа общего и изомеров ГХЦГ. Многолетняя изменчивость переноса других химических веществ была неоднозначной. С 2019 г. не выявлено поступление с территории Монголии с водой р. Онон ДДТ и его метаболитов.

Водный сток р. Раздольная с 2019 по 2021 гг. снижался, что привело к сокращению поступления на территорию Российской Федерации из Китая ряда веществ: нефтепродуктов, главных ионов (по сумме), соединений железа общего и минеральных форм азота. В 2022 г., напротив, наблюдалось увеличение водного стока реки, что сопровождалось увеличением трансграничного переноса перечисленных химических веществ (кроме нефтепродуктов). С 2019 г. поступление на территорию Российской Федерации с водой р. Раздольная фосфора общего, органических веществ и фенолов увеличивалось из года в год. Динамика переноса соединений меди и цинка была неоднозначной и не имела заметной связи с водным стоком. Перенос хлорорганических пестицидов и соединений хрома общего в 2018-2022 гг. не был выявлен.

Определяющим фактором в существенном изменении величин переноса большинства определяемых химических веществ для рек Патсо-йоки, Терек, Иртыш, Тобол, Онон и Раздольная был уровень загрязненности воды этими веществами; для рек Вуокса, Лава, Мамоновка, Ишим и Селенга - как водный сток, так и уровень загрязненности.

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 мг O_2 /дм³. 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) приоритетными загрязняющими веществами являлись нефтяные углеводороды (НУ), в среднем 0,9 ПДК, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) - 0,52 ПДК и нитриты - 0,08 ПДК. Кислородный режим района был нарушенным. Среднее и минимальное содержание растворенного кислорода составило всего 5,78 и 4,02 мг O_2 /дм³. Дефицит кислорода отмечался, в основном, в придонных слоях. Это первый зарегистрированный случай значительного дефицита кислорода в водах западной части Северного Каспия. В центральной части Северного Каспия (разрез III) концентрация приоритетных загрязнителей составила: НУ - в среднем 0,40 ПДК при максимуме 0,60 ПДК, СПАВ - 0,40/0,60 ПДК, нитритов - 0,06/0,08 ПДК, соответственно. Уровень загрязнения НУ был в 2-4 раза ниже периода 2017-2020 гг.; концентрации СПАВ и нитритов приблизительно соответствовали значениям предыдущих лет. Уровень содержания растворенного кислорода на протяжении всего разреза незначительно превышал норматив - среднее 6,29 мг O_2 /дм³ при минимуме 6,07 мг O_2 /дм³. Поскольку на разрезах III и IIIa в 2022 г. не определялась концентрация фенолов,

вносящих в предыдущие годы определяющий вклад в уровень комплексного загрязнения рассматриваемой акватории, оценка качества морских вод по значению ИЗВ не выполнялась.

На южной границе Северного Каспия (разрез IV) наибольший вклад в загрязнение вносили фенолы - в среднем 2,82 ПДК, при максимуме 4,00 ПДК, НУ - 1,04/4,00 ПДК, аммонийный азот - 0,58/0,82 ПДК, а также медь - 0,51/0,66 ПДК. Многолетняя динамика приоритетных загрязняющих веществ характеризовалась уменьшением концентрации фенолов с 2,6-3,5 ПДК в 2000-2001 гг. до 1,9-2,8 ПДК в 2003-2007 гг. и дальнейшим ее сохранением на этом уровне до 2022 г. (рис. 3.52). Одновременно в период с 2000 г. по 2008 г. отмечался рост концентрации НУ от 0,3 ПДК до 0,9 ПДК с дальнейшей ее стабилизацией в диапазоне 0,8-1,1 ПДК. Кислородный режим находился в пределах норматива - средняя и минимальная концентрации составляли 8,15 и 7,92 мг О₂/дм³, соответственно. Значение ИЗВ составило 1,29, что соответствует классу вод «загрязненные». Расчет ИЗВ для разреза IV выполнен по средней концентрации НУ (1,04 ПДК), фенолов (2,80 ПДК), аммонийного азота (0,58 ПДК) и кислорода (0,74).

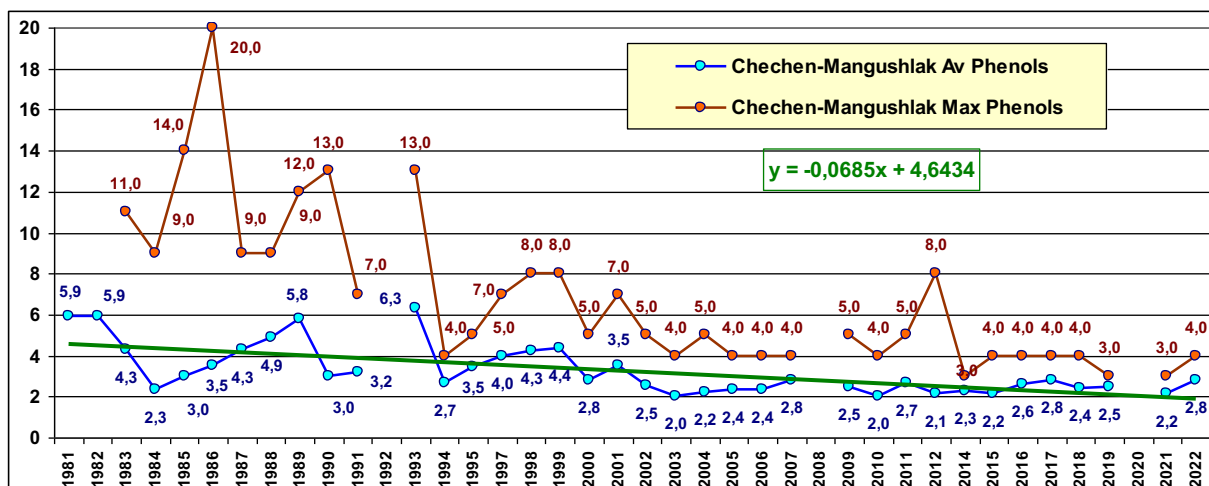


Рис. 3.52. Многолетняя динамика концентрации фенолов (в ПДК) на южной границе Северного Каспия в водах IV разреза в период 1981-2022 гг.

Дагестанское взморье. Приоритетными загрязняющими веществами сохранились фенолы - от 2,75 ПДК у г. Дербент до 3,76 ПДК у г. Махачкала, нефтяные углеводороды - от 0,88 ПДК у г. Каспийск до 1,06 ПДК у г. Махачкала и аммонийный азот - от 0,75 ПДК на взморье р. Сулак до 0,93 ПДК у г. Каспийск. За последние три года во всех районах наблюдений отмечается рост в 2-2,5 раза концентрации аммонийного азота. В более длительный период 2011-2022 гг. отмечается статистически значимый (на уровне менее 0,01) положительный линейный тренд концентрации аммонийного азота со скоростью от 0,035 ПДК/год на взморье р. Терек до 0,060 ПДК/год в районе г. Каспийск. Кислородный режим во всех районах был благоприятным и сохранился на уровне предыдущих лет. Средняя концентрация в разных районах наблюдений варьировала в пределах 8,49-9,14 мгО₂/дм³, минимальная - 8,00-8,58 мгО₂/дм³. Значение ИЗВ в большинстве районов наблюдений в 2022 г. составило 1,32-1,36 и только в районе г. Махачкала - 1,58. В среднем по Дагестанскому взморью ИЗВ составил 1,38, что соответствует классу вод «загрязненные». Последние 2-3 года отмечается рост ИЗВ во всех районах взморья. Однако за более продолжительный период (2008-2022 гг.) какого-либо тренда не наблюдается - ИЗВ изменялся в диапазоне от 1,02 в районе г. Каспийск в 2011 г. и 2020 г. до 1,71 в районе п. Лопатин в 2017 г. (рис. 3.53). В 2013 г. не выполнялись определения фенолов, которые являются важнейшим из загрязняющих веществ на взморье Дагестана, поэтому значения ИЗВ были менее 0,8.

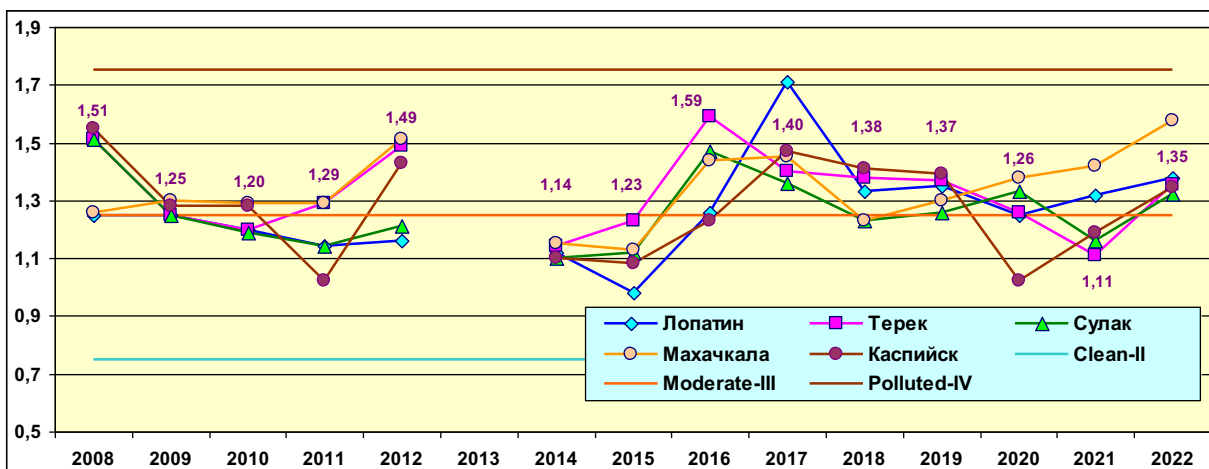


Рис. 3.53. Многолетняя динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в водах отдельных районов Дагестанского взморья в 2008-2022 гг.

Азовское море

Дельта р. Дон. В 2022 г. гидрохимические наблюдения в Таганрогском заливе проводились в устьевой области р. Дон (устья рукавов Мёртвый Донец, Переволока и Песчаный). Соленость речного стока в устьях рукавов р. Дон изменялась в пределах от 0,50‰ до 0,83‰. За последние 3 десятилетия наметился тренд к увеличению солености в устьевых водах Дона (рис. 3.54). Значения водородного показателя (рН) изменялись в диапазоне 7,87-8,85 ед.рН. Загрязнение вод реки Дон в устьевой области нефтяными углеводородами является хроническим. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от 0,8 ПДК до 4,0 ПДК (в рукаве Мертвый Донец); среднегодовая составила 1,2 ПДК. Максимальная концентрация поверхностно активных веществ составила 0,3 ПДК. Во всех устьях рукавов дельты р. Дон была выявлена растворенная ртуть, концентрация которой достигала 3,2 ПДК, в среднем 1,8 ПДК. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ в отобранных пробах воды не были отмечены. Концентрация азота нитратов составила 60-356 мкг/дм³, в среднем 171,6 мкг/дм³; нитритов 10,4-143,4/59,3 мкг/дм³; аммонийного азота 18,7-323,8/160,3 мкг/дм³. Кислородный режим вод в течение всего года в трех рукавах дельты Дона был неудовлетворительным: в рукаве Мертвый Донец средняя концентрация растворенного кислорода составила 5,16 мкгО₂/дм³ (0,86 от норматива, минимальная величина 3,41 мкг/дм³, в 79% проб концентрация кислорода была ниже норматива). В донных отложениях концентрация нефтяных углеводородов в рукавах р. Дон изменялась от 110 до 170 мкг/г. Максимум был отмечен в октябре в устье рукава Мертвый Донец. Среднегодовое содержание НУ составило 141 мкг/г (2,82 ПДК).

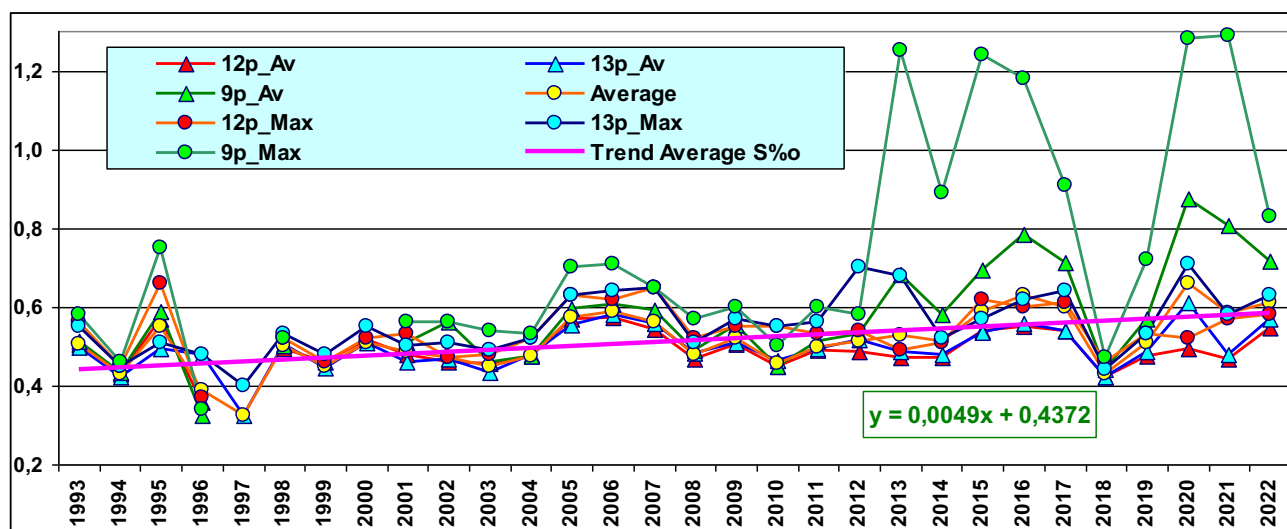


Рис. 3.54. Многолетняя динамика среднегодовой солености в устьевых протоках р. Дон в период 1993-2022 гг.

Устьевое взморье и дельта р. Кубань

Гидрохимические наблюдения в 2022 г. на устьевом взморье и в дельте р. Кубань проводились в пяти районах на 18 станциях: низовья дельты р. Кубань (две станции), в Темрюкском заливе - порт Темрюк (одна станция), взморье р. Кубань (семь станций), взморье рукав Протока (две станции) и устьевая область реки Кубань - гирла лиманов (шесть станций). Синтетические поверхностно-активные вещества и хлорорганические пестициды α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, а также ДДТ и его метаболит ДДЭ во всех отобранных пробах не были выявлены.

Низовья дельты реки Кубань. В 2022 г. соленость в Петрушином рукаве р. Кубань изменялась в пределах 0,25-0,30‰, в рукаве Протока 0,30-2,95‰. Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов на обеих станциях была выше значений предыдущего года (0,042 мг/дм³) и составила 0,049 мг/дм³ (0,98 ПДК); максимальная - 0,091 мг/дм³ (1,82 ПДК). Средняя концентрация фосфатов составила 25,9 мкг/дм³ (0,52 ПДК). Содержание кислорода было выше норматива, среднее - 8,53 мкгО₂/дм³. Качество вод по ИЗВ=0,76 характеризуется как «умеренно загрязненные».

Порт Темрюк. Соленость воды в канале порта Темрюк изменялась в диапазоне 10,62-15,96‰; среднегодовая величина составила 13,29‰, что больше значений предыдущего года (13,02‰). За последние 30 лет отмечается синхронное изменение среднегодовой солености в различных районах Темрюкского залива (рис. 3.55). До 2003 г. наблюдалось снижение солености на 1,5-2,0‰, однако затем началось постепенное и неуклонное повышение среднегодовой солености до 13,29‰ в 2022 г., а максимальное значение достигало 15,96‰. Концентрация НУ изменялась от предела обнаружения применяемого метода анализа в 11 пробах (DL=0,02 мг/дм³) до 0,093 мг/дм³ (1,86 ПДК), что значительно ниже прошлогоднего максимума 0,23 мг/дм³ (4,60 ПДК). Среднегодовое значение НУ составило 0,038 мг/дм³ (0,76 ПДК), что почти в 1,5 раза меньше прошлогоднего значения 0,055 мг/дм³ (1,10 ПДК). Растворенная ртуть была выявлена в двух пробах (0,011 и 0,023 мкг/дм³ (0,23 ПДК) из двенадцати. Максимальная концентрация биогенных веществ в водах канала порта Темрюк в течение всего года не превышала ПДК. Среднегодовая величина соединений азота и фосфора составила: фосфаты - 19,6 мкг/дм³; аммонийный азот - 166,4 мкг/дм³; нитриты - 8,5 мкг/дм³; нитраты - 60,3 мкг/дм³, общий азот - 538,1 мкг/дм³ и силикаты - 876,2 мкг/дм³. В течение года в поверхностном и придонном слоях сероводород не был выявлен. Кислородный режим был удовлетворительным, за исключением начала августа, когда содержание растворенного кислорода в поверхностных и придонных пробах составило 3,13 и 3,06 мкгО₂/дм³ соответственно, а минимальное насыщение 41%. Расчет индекса загрязненности выполнен по среднегодовым концентрациям НУ, фосфатов, аммонийного азота и растворенного кислорода. В 2022 г. по сравнению с предыдущим годом качество вод канала порта Темрюк немного улучшилось, по индексу загрязненности ИЗВ (0,55) воды относились к «чистым».

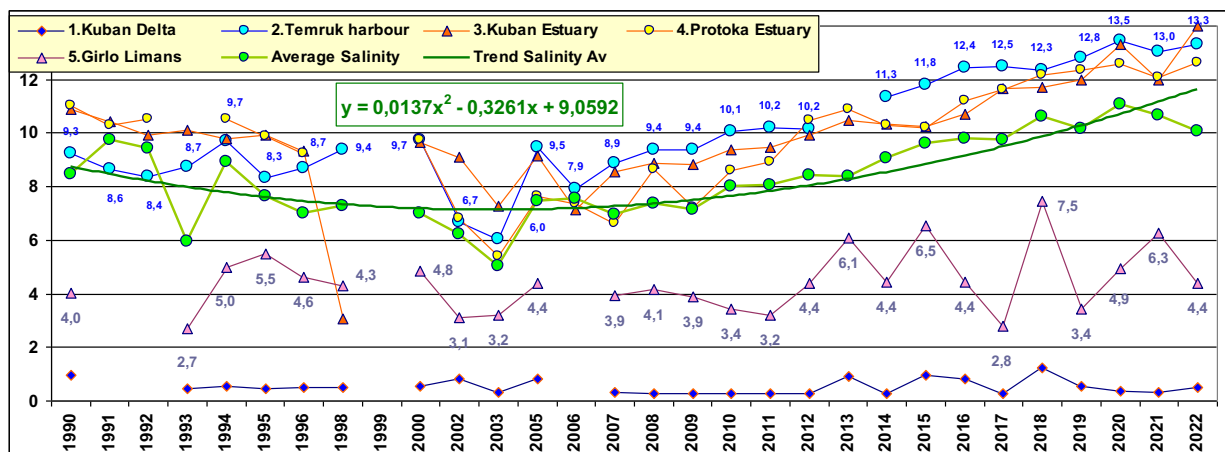


Рис. 3.55. Динамика среднегодовой солености (‰) в различных районах устьевой области р. Кубань и Темрюкском заливе в 1990-2022 гг.

Взморье реки Кубань. Соленость вод взморья Кубани изменялась в диапазоне 12,99-15,64‰, при средней солености 14,01‰. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от аналитического нуля до 0,050 мг/дм³ (1,0 ПДК); максимальная была меньше значений предыдущего года (0,063 мг/дм³), а среднегодовая составила 0,028 мг/дм³ (0,57 ПДК), что несколько больше значений предыдущего года (0,52 ПДК). Концентрация соединений азота и фосфора была близкой к предыдущим значениям: среднегодовая концентрация нитритов составила 5,0 мкг/дм³ (в 2021 г. - 8,2 мкг/дм³), нитратов - 12,2/149 мкг/дм³, аммонийного азота - 178/163 мкг/дм³, фосфора фосфатов - 24,2/3,1 мкг/дм³ и общего фосфора - 33,0/17,1 мкг/дм³. Концентрация растворенной ртути в одной пробе составила 0,010 мкг/дм³. Кислородный режим вод был удовлетворительный: среднегодовая концентрация составила 10,29 мгО₂/дм³. Расчет индекса загрязненности выполнен по среднегодовым концентрациям НУ, аммонийного азота, фосфатов и кислорода. По ИЗВ (0,52) воды взморья реки Кубань относились к «чистым».

Взморье рукава Протока. В 2022 г. соленость воды изменялась от 6,55‰ до 15,00‰, среднегодовая составила 12,61‰, что близко к значению средней многолетней за последние 5 лет - 12,16‰. Средняя концентрация НУ составила 0,039 мг/м³ (0,78 ПДК), а максимум достигал 0,066 мг/м³ (1,32 ПДК). Хлорорганические (γ-ГХЦГ, α-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) пестициды, а также СПАВ и сероводород в водах взморья Протоки не были выявлены. Концентрации биогенных элементов не превышали нормативов. По ИЗВ (0,56), определенному по среднегодовым значениям концентрации НУ, аммонийного азота и фосфатов, 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 0,27-11,66‰. Средняя за год соленость составила 4,37‰, что ниже показателя предыдущего года (6,62‰). Максимальная зафиксированная концентрация НУ составила 0,11 мг/дм³ (2,2 ПДК), что больше прошлогоднего значения (1,70 ПДК). Среднегодовая концентрация НУ составила 0,026 мкг/дм³ (0,52 ПДК), что больше прошлогоднего значения 0,022 мкг/дм³ (0,44 ПДК). Хлорорганические пестициды в водах взморья не были выявлены. Концентрации биогенных элементов (аммонийного азота, нитритов, нитратов и фосфатов) не превышали ПДК. Кислородный режим вод в течение всего года был удовлетворительный. Среднегодовая концентрация составила 8,35 мгО₂/дм³, средний уровень насыщения 90,6%. Минимальное содержание растворенного кислорода в прилегающих к устьям лиманов участкам устьевой области реки Кубань в 2022 г. составило 6,06 мгО₂/дм³ (75% насыщения). Наличие сероводорода не было выявлено. Расчет ИЗВ был выполнен по среднегодовым концентрациям НУ, аммонийного азота, нитритного азота и растворенного кислорода. По ИЗВ (0,56) воды гирл лиманов относились к «чистым», что соответствовало уровню предыдущих лет.

Крым. Керченский пролив. В северной узости пролива на разрезе между портами Крым и Кавказ диапазон и средние значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных веществ в водах пролива составили: температура 9,0-28,2°C; соленость 13,38-17,96‰, в среднем 16,15‰ (на 1,014‰ больше значения предыдущего года), это максимальное значение за весь период наблюдений, которое продолжило тенденцию на осолонение вод пролива; водородный показатель 7,96-8,45/8,19 ед.рН; щелочность 2,546-3,327/3,009 мг-экв/дм³; фосфатный фосфор P-PO₄ 4,3-15,8/7,5 мкг/дм³; общий фосфор P_{total} 6-46/17,4 мкг/дм³; силикаты в пересчете на кремний Si-SiO₄ 90-570/313 мкг/дм³ второй год демонстрируют снижение; аммонийный азот N-NH₄ 17-39/24,0 мкг/дм³; нитритный азот N-NO₂ 5,0-13,0/7,2 мкг/дм³ (0,3 ПДК); нитратный азот N-NO₃ 8-34/18,3 мкг/дм³; среднее содержание всех форм азота было чуть ниже прошлогодних значений. В целом содержание биогенных элементов в водах пролива было в пределах естественных межгодовых изменений.

Содержание нефтяных углеводородов, которые являются основным загрязнителем вод пролива, ощутимо снизилось по сравнению с предыдущим годом и соответствовало средним за предыдущие 10 лет значениям. Средняя концентрация НУ составила 0,040 мг/дм³ (0,8 ПДК), максимальная - 0,162 мг/дм³ (3,2 ПДК). Значения концентрации НУ выше предельно допустимой были зафиксированы в 50 пробах (26,5%) за весь период наблюдений. Различия в содержании НУ в поверхностном и придонном слоях было незначительным. Концентрация СПАВ варьировала в диапазоне 9-17 мкг/дм³, составив в среднем 11,9 мкг/дм³ (0,1 ПДК). Содержание фенолов было ниже предела обнаружения во всех пробах. Хлорорганические пестициды (ДДТ и его метаболиты ДДЕ и ДДД) были выявлены в девяти из 50 проанализированных проб. Средняя концентрация составила 0,12 нг/дм³ (ДДТ), 0,0 нг/дм³ (ДДЕ) и 4,08 нг/дм³ (ДДД), максимальная - 0,85 нг/дм³, 0,70 нг/дм³ и 11,77 нг/дм³ (1,2 ПДК) соответственно. Изомер линдана α-ГХЦГ был выявлен в 1 пробе в апреле (3,51 нг/дм³, 0,35 ПДК). Гептахлор, альдрин и полициклические хлорированные бифенилы (ПХБ) не были выявлены. Концентрация растворенного в воде кислорода была выше

установленного норматива во всех пробах и варьировала в пределах 6,35-12,04 мгО₂/дм³, составив в среднем 8,46 мгО₂/дм³. Расчет индекса загрязненности выполнен по среднегодовым концентрациям нефтяных углеводородов, нитритов, ДДД и кислорода. По ИЗВ (0,55) воды Керченского пролива относились к «чистым». Состояние вод по сравнению с предыдущим годом существенно не изменилось.

Черное море

Крым. Порт Ялта. Значения основных гидрохимических параметров морских вод порта составили: температура 7,6-26,7°C; соленость 7,661-19,411‰, в среднем 16,571‰; хлорность 4,22-10,79/9,21‰; водородный показатель 8,10-8,75 ед.рН; щелочность 3,132-3,696/3,330 мг-экв/дм³; фосфаты Р-Р_{О₄} 3-37/15,7 мкг/дм³; общий фосфор 17-139/61,4 мкг/дм³; силикаты 29-1681/397 мкг/дм³; аммонийный азот N-NH₄ 3-190/19,8 мкг/дм³, максимум (0,49 ПДК) был отмечен в середине июля в поверхностном слое в линзе распресненных вод с соленостью 7,661‰; нитритный азот N-NO₂ 1,1-12,8/5,5 мкг/дм³ (максимум 0,53 ПДК); нитратный азот N-NO₃ 15-953/228,3 мкг/дм³. Диапазон значений гидрологических параметров и концентраций биогенных элементов соответствовали многолетним значениям. Как и в предыдущие годы, в период с конца февраля до середины июля было отмечено 5 случаев значительного распреснения вод до значений менее 10‰ из-за повышенного стока рек Деревкойка и Учан-Су. Средняя годовая концентрация аммонийного азота, нитратного азота и кремния увеличилась в 2,2, 1,7 и 2,0 раза соответственно и практически не изменилась для нитритного азота, фосфатов и общего фосфора.

Содержание НУ в водах акватории морского пассажирского порта изменялось от аналитического нуля до 0,11 мг/дм³. Значимые концентрации наблюдались в октябре-декабре. Средняя за год концентрация НУ составила 0,006 мг/дм³, что меньше прошлогоднего значения на 30% (рис. 3.56).

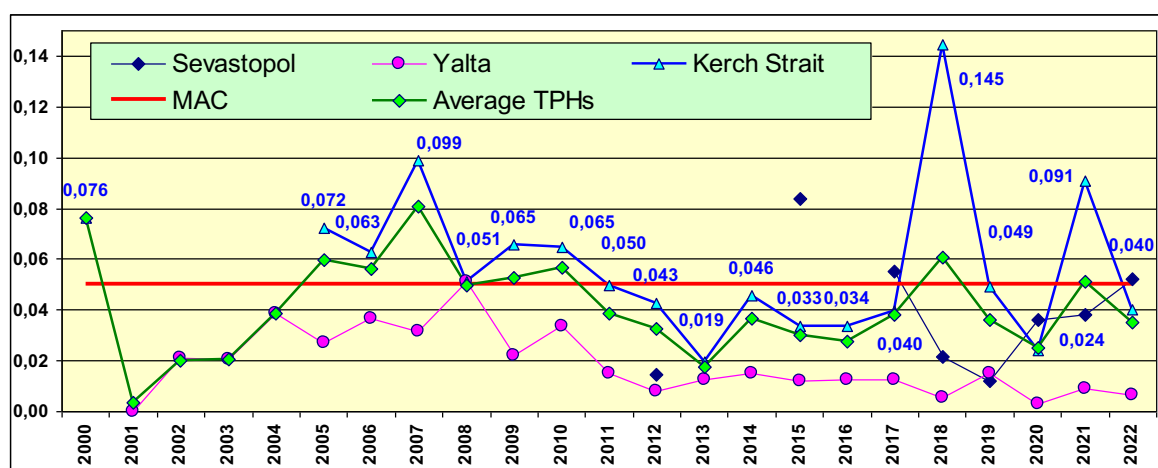


Рис. 3.56. Многолетняя динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Крыма

Средняя концентрация СПАВ в водах порта в 2022 г. немного увеличилось с 9,8 до 12,1 мкг/дм³; диапазон значений 9-17 мкг/дм³ (0,2 ПДК). Фенолы не были выявлены. Из хлорорганических пестицидов ДДТ был выявлен в концентрациях 0,56-2,2 нг/дм³, метаболит ДДЕ - 5,5 нг/дм³, в среднем 0,24 нг/дм³; ДДД с концентрацией 19,8 нг/дм³ (2,0 ПДК, 26 мая), что вдвое выше прошлогодних значений - 4,1 нг/дм³ (0,4 ПДК). Из пестицидов группы ГХЦГ был зафиксирован изомер α-ГХЦГ в концентрации 3,51 нг/дм³. Альдрин и полихлорбифенилы в воде порта не были выявлены. Пестицид гептахлор был зафиксирован в концентрациях 0,53 и 2,26 нг/дм³, что существенно ниже прошлогодних значений. Значения растворенного в воде кислорода были близкими к среднемноголетним и варьировали в очень широком диапазоне 6,35-12,04 мгО₂/дм³; средняя величина (8,46 мгО₂/дм³) была очень близка к прошлогодней. Процент насыщения вод кислородом был примерно на уровне предыдущего года и варьировал в диапазоне 89-118%, в среднем 105,1% насыщения против 91,9%. Комплексный индекс загрязненности вод ИЗВ (0,42), рассчитанный по среднегодовым концентрациям нитритов (0,23), ДДД (0,41), фосфатов (0,31) и кислорода (0,71), позволяет оценить воды морского пассажирского порта Ялта как «чистые».

Район Анапа-Туапсе. Значения основных гидрохимических параметров вод в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе в 2022 г. соответствовали диапазону: температура 8,3-28,0°C; соленость 11,71-19,47/17,46‰; водородный показатель 7,96-8,44/8,27 ед.рН; щелочность 2,377-3,853/3,23 мг-экв/дм³; фосфаты Р-Р_{О₄} 0-64,7/10,91 мкг/дм³; силикаты 45-1908/246 мкг/дм³; аммонийный азот N-NH₄ 14,0-169,7/91,6 мкг/дм³; нитритный азот N-NO₂ 0,40-13,80/5,45 мкг/дм³. В водах района от Анапы до Туапсе НУ (среднее содержание 0,031 мг/дм³ на уровне предыдущего года), в основном, присутствовали в незначительном количестве, однако в феврале в порту Туапсе была зафиксирована концентрация 0,67 мг/дм³ (13,4 ПДК), и этот район в 2022 г. оказался наиболее загрязнен НУ. В целом за последние два десятилетия наблюдается снижение уровня содержания НУ в водах побережья, хотя иногда отмечается существенная межгодовая изменчивость (рис. 3.57). Содержание СПАВ выше аналитического нуля было зафиксировано в одной пробе (170 мг/дм³, 1,7 ПДК) из 114 обработанных (DL=100 мкг/дм³). Показатель БПК₅, в среднем, составил 1,6 мгО₂/дм³, при максимуме 1,9 мгО₂/дм³, что ниже ПДК (2,1 мгО₂/дм³). Концентрация растворенной в воде ртути превышала предел обнаружения DL=0,01 мкг/дм³ в 20 из 25 проанализированных проб и достигала 0,029 мкг/дм³ (0,29 ПДК); в среднем 0,013 мкг/дм³. Хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ не были выявлены. Значения растворенного в воде кислорода варьировали в пределах 6,59-13,89 мгО₂/дм³, в среднем 9,92 мгО₂/дм³, что выше прошлогоднего значения. Расчет ИЗВ (0,68), выполненный в разных районах по среднегодовым концентрациям НУ (0,63), железа (0,74), БПК₅ (0,75), кислорода (0,60) позволяет оценить воды района Анапа-Туапсе Кавказского побережья как «чистые», что соответствует уровню предыдущих лет.

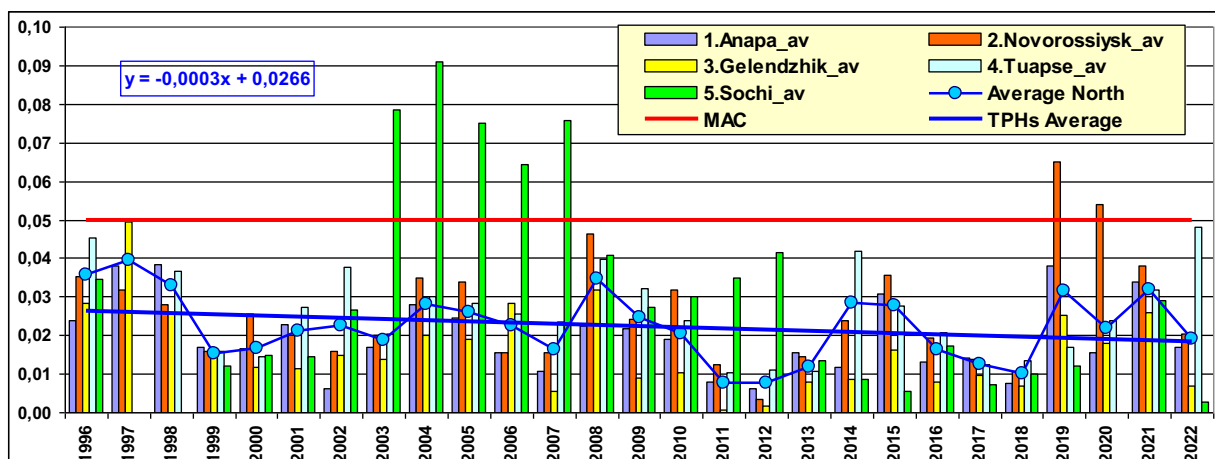


Рис. 3.57. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Кавказа в 1996-2022 гг.
Сокращения: Average North - средняя величина в северной части Кавказского побережья; ПДК - предельно допустимая концентрация (ПДК); Trend Average North - тренд концентрации НУ в северной части побережья.

Район Сочи-Адлер. В 2022 г. значения основных гидрохимических параметров в прибрежных водах между устьями рек Мзымты и Сочи соответствовали диапазону: температура 8,6-25,0/15,9°C; соленость 14,0-19,7‰, в среднем 17,9‰; pH 7,01-8,67/8,16 ед. pH; щелочность 2,14-3,47/3,06 мг-экв/дм³; фосфаты P-PO₄ 0-60,5/23,5 мкг/дм³; силикаты 12-1875/277,8 мкг/дм³; аммонийный азот N-NH₄ 0-85,6/10,3 мкг/дм³; нитритный азот N-NO₂ 0-2,22/0,51 мкг/дм³; нитратный азот N-NO₃ 0-111,3/10,6 мкг/дм³. По сравнению с предыдущим годом содержание всех форм азота снизилось. С 1996 по 2015 гг. отмечалось постепенное увеличение среднегодового содержания фосфатов в прибрежных водах Кавказского побережья, которое сменилось уменьшением, особенно заметно выраженным в водах порта Туапсе (рис. 3.58), хотя в 2022 г. отмечено увеличение до 23,5 мкг/дм³.

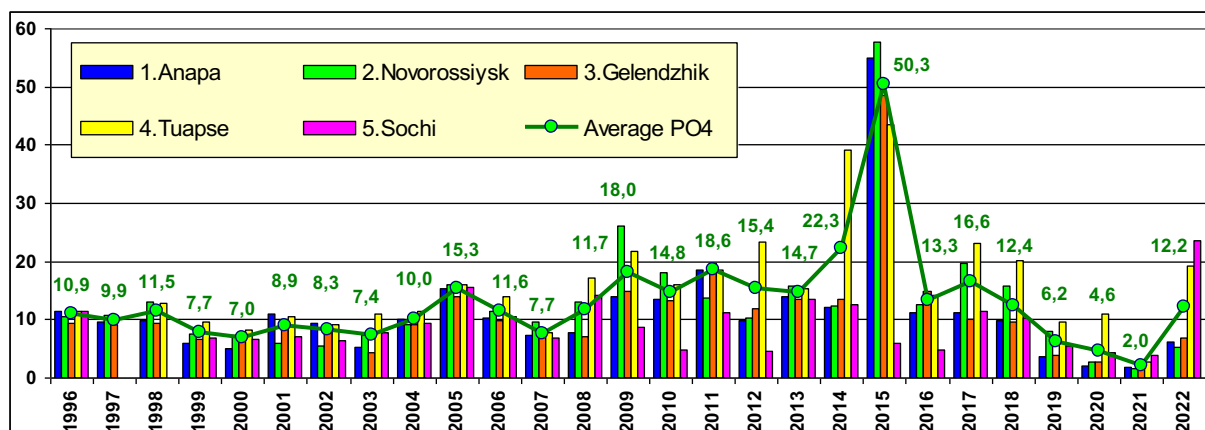


Рис. 3.58. Динамика средней концентрации фосфатов P-PO₄ (мг/дм³) в прибрежных водах Кавказа в 1996-2022 гг.

Содержание СПАВ в водах района по сравнению с предыдущим годом снизилось. Выше аналитического нуля их концентрация была только в 10 из 64 проанализированных проб (DL=50 мкг/дм³), средняя концентрация 20 мкг/дм³ (в 2021 г. - 130 мкг/дм³), а максимум составил 180 мкг/дм³ (1,8 ПДК). Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ варьировало от 0,06 до 3,6 мгО₂/дм³ (1,7 ПДК); в среднем 1,36 мгО₂/дм³. Содержание взвешенных веществ было в пределах 0,0-9,0 мг/дм³, в среднем 1,99 мг/дм³. Хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ не были выявлены. Содержание растворенной в воде ртути было ниже предела обнаружения (DL=0,01 мкг/дм³) во всех пробах. Концентрация свинца была ниже предела обнаружения (DL=0,01 мкг/дм³) в 8 из 64 проб, а в остальных пробах достигала 11,7 мкг/дм³, в среднем 2,97 мкг/дм³ (0,3 ПДК). До 2016 г. среднее и максимальное содержание железа и свинца увеличивалось, в 2019-2021 гг. отмечалось снижение, а в 2022 г. содержание этих металлов снова повысилось. Железо было отмечено во всех пробах: 3-217/24,8 мкг/дм³. Значения растворённого в воде кислорода варьировали в пределах 6,1-10,3 мгО₂/дм³, в среднем 8,25 мгО₂/дм³. Средняя годовая концентрация всех нормируемых загрязняющих веществ была ниже установленных для морских вод нормативов. Максимальная концентрация в отдельных пробах в 2022 г. превышала ПДК железа (2,17 ПДК), свинца (1,2 ПДК), СПАВ (1,8 ПДК), НУ (1,4 ПДК) и БПК₅ (1,7 ПДК). ИЗВ (0,59), рассчитанный по среднегодовым концентрациям БПК₅ (0,65), железа (0,496), фосфатов (0,47), кислорода (0,73), позволяет оценить воды района Адлер-Сочи как «чистые». Качество воды района улучшилось по сравнению с 2021 г. (ИЗВ=0,81) и было ближе к уровню 2020 г. (ИЗВ=0,43).

Балтийское море

Общая гидрохимия. В 2022 г., как и в предыдущие годы, при оценке качества вод Невской губы были использованы значения ПДК для пресных вод, а для районов Финского залива западнее комплексных защитных

сооружений (КЗС) - значения ПДК для морских вод. Соленость вод Невской губы изменялась от 0,05‰ до 0,51‰, при среднем 0,068‰, что существенно ниже прошлогодних значений. Значение водородного показателя (рН) находилось в диапазоне 6,63-8,98, при среднем 7,27 ед.рН. Среднее значение щелочности составило 0,579 ммоль/дм³, что соответствует среднему значению за весь период наблюдений (0,587 ммоль/дм³). В целом кислородный режим в водах Невской губы был удовлетворительным. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в пределах от 5,13-13,96, в среднем – 10,04 мгО₂/дм³. Среднее насыщение кислорода в водах Невской губы составило 94,7%, что соответствует норме; минимальное 55,5%. Соленость вод Финского залива изменялась в очень широком интервале, что объясняется притоком солоноватых вод из центральной части Финского залива и большими вертикальными различиями между слоями у поверхности и дна. Диапазон значений солености вод Финского залива на поверхности составил 0,08-4,12‰, при среднем 1,65‰, в придонном горизонте – 0,32-7,46‰, при среднем 3,95‰. Максимальные значения солености были отмечены в Глубоководном районе Финского залива. Значение водородного показателя изменялось в пределах 5,85-8,64, при среднем 7,43 ед.рН. Среднее значение щелочности вод Финского залива составило 1,09 ммоль/дм³, что соответствует уровню за весь период наблюдений (1,00 ммоль/дм³). В целом, кислородный режим вод районов Финского залива был удовлетворительным. Содержание кислорода изменялось в пределах от 3,02 мгО₂/дм³ (Глубоководный район, дно, сентябрь) до 16,75 мг/дм³ (Курортный район мелководной зоны, поверхность, август), при среднем 8,54 мг/дм³. На поверхности среднее насыщение кислородом составило 104,6%, в придонном слое диапазон значений составил от 24,1% (Глубоководный район) до 104,3% (Мелководная зона), при среднем 58,55%.

Биогенные элементы. Сравнительный анализ содержания биогенных элементов показывает, что воды Невской губы более подвержены загрязнению биогенными элементами, чем Финского залива. Это связано как с антропогенным воздействием на воды Невской губы, так и спецификой гидрологического режима в Невской губе, связанной с КЗС. В 2022 г. содержание аммонийного азота в водах Невской губы изменялось от аналитического нуля (Центральная часть Невской губы) до 1022,0 мг/дм³ (2,6 ПДК, Центральная часть Невской губы, дно), при среднем 103 мг/дм³ (0,3 ПДК), что выше значения предыдущего года (табл. 3.11). Диапазон концентрации азота нитритов составил 2,2-82,4 мг/дм³ (3,4 ПДК, Центральная часть Невской губы, дно), при среднем 16,82 мг/дм³ (0,7 ПДК), (в 2021 г. - 0,5 ПДК). Содержание нитратов сохранилось практически на прошлогоднем уровне: среднее 260,6 мг/дм³ (0,3 ПДК), максимальное 985,0 мг/дм³ (0,1 ПДК, Северная станция аэрации, дно). Концентрация фосфатного фосфора изменялась в интервале от аналитического нуля до 93,3 мг/дм³ (1,9 ПДК, Северная станция аэрации, поверхность), при среднем значении 10,81 мг/дм³ (0,2 ПДК), что немного выше прошлогодних значений. Наименее загрязненной биогенными элементами стала акватория Морского торгового порта, самой грязной – акватория Северной станции аэрации.

Таблица 3.11. Средние и максимальные значения гидрохимических показателей в водах Невской губы и восточной части Финского залива в долях ПДК в 2022 г.

Район	Биогенные элементы					Органические ЗВ			Металлы				
	P-PO ₄	N-NO ₂	N-NO ₃	N-NH ₄	БПК ₅	НУ	Det	Phen	Cu	Mn	Zn	Fe	Al
Невская губа	0 ,	0 3	0 0	0 2	0 ,	0 0	0/ 0	0/ 0	5 ,	0 ,	1 8	0 ,	0 2
Финский залив	0 2	0,18/ 0	0,01/ 0,05	0 1	1 4	0 0	0/ 0	0/ 0	/ ,	0 ,	0 ,	0 1	0 1

В водах Финского залива среднее содержание аммонийного азота на поверхности составило 78,79 мг/дм³ (0,2 ПДК) при максимальном 644,0 мг/дм³ (1,7 ПДК, Мелководная зона, поверхность); в придонном слое диапазон значений составил 0-534,0 мг/дм³ (1,7 ПДК, Глубоководная зона, дно) при среднем 77,78 мг/дм³ (0,2 ПДК). Средняя концентрация аммонийного азота в слое поверхность-дно составила 64,46 мг/дм³ (0,2 ПДК). Диапазон значений концентрации азота нитритов на поверхности составил 0-22,1 мг/дм³, при среднем 5,8 мг/дм³, в придонном горизонте 0-14,8/5,1 мг/дм³; в слое поверхность-дно 4,4 мг/дм³ (0,2 ПДК). Содержание нитратного азота на поверхности изменялось в пределах 8-435,0 мг/дм³ (0,04 ПДК), на дне 8-319 мг/дм³. Среднее содержание фосфатного фосфора составило 19,42 мг/дм³ (0,4 ПДК) при максимуме 27,9 мг/дм³. На придонном горизонте средняя концентрация составила 36,19 мг/дм³ (0,7 ПДК), максимальная 118,2 мг/дм³ (2,4 ПДК). Как и в предыдущем году, абсолютным «лидером» по загрязнению биогенными элементами стали воды Северной станции аэрации, на втором месте - традиционно воды Центральной части Невской губы. В водах Финского залива к западу от ЗКС концентрация биогенных веществ обычно существенно ниже.

Органические загрязняющие вещества. В 2022 г. во всех исследованных районах, за исключением Морского торгового порта и Центральной части Невской губы, средние концентрации легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ превысили ПДК. Наибольшие значения были зафиксированы в водах Северного курортного района (3,57 ПДК) и в водах у выпуска Северной станции аэрации. Среднее значение концентрации органических веществ в водах Невской губы составило менее 1 ПДК, а в Курортном районе залива - 3,81 ПДК. Содержание фенолов и СПАВ было ниже предела обнаружения использованных методов. НУ были выявлены в пяти из 408 отобранных проб, максимум достигал 0,017 мг/дм³ (0,34 ПДК). Во всех отобранных пробах в Невской губе и восточной части Финского залива концентрация хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЕ, ДДД, а также γ-ГХЦГ и α-ГХЦГ) была ниже предела обнаружения использованных методов. Воды Невской губы и восточной части Финского залива не загрязнены органическими веществами.

Металлы. Воды Невской губы и Финского залива традиционно загрязнены металлами. Среднее содержание меди в водах Невской губы в 2022 г. составило 5,08 мг/дм³, что в пять раз превышает установленный норматив для пресных вод (рис. 3.59). Абсолютный максимум содержания меди в Невской губе (22,4 ПДК) был зафиксирован в центральной части в середине мая. Медь стала основным компонентом при расчете ИЗВ вод Невской губы. Средняя концентрация марганца составила 0,77 ПДК, что примерно соответствует предыдущим значениям, максимальные концентрации

были зарегистрированы в Южном курортном районе (1,2 ПДК), в Центральной части Невской губы (0,7 ПДК) и в водах Морского торгового порта (0,8 ПДК). Среднее содержание цинка составило 12,1 мкг/дм³, максимальное – 84,3 мкг/дм³. Превышение норматива содержания цинка было зафиксировано в трех из пяти районов Невской губы. Наибольшие значения средней концентрации цинка были зафиксированы в водах Центральной части Невской губы (1,3 ПДК) и в районе сброса вод Северной станции аэрации (1,2 ПДК). Во всех районах, за исключением Южного курортного района, средняя концентрация железа была ниже норматива, максимальная концентрация (1,1 ПДК) – в Южном курортном районе. Среднее содержание железа в водах Невской губы – 0,8 ПДК. Максимальное содержание алюминия (2,4 ПДК) было зафиксировано в водах Центральной части Невской губы.

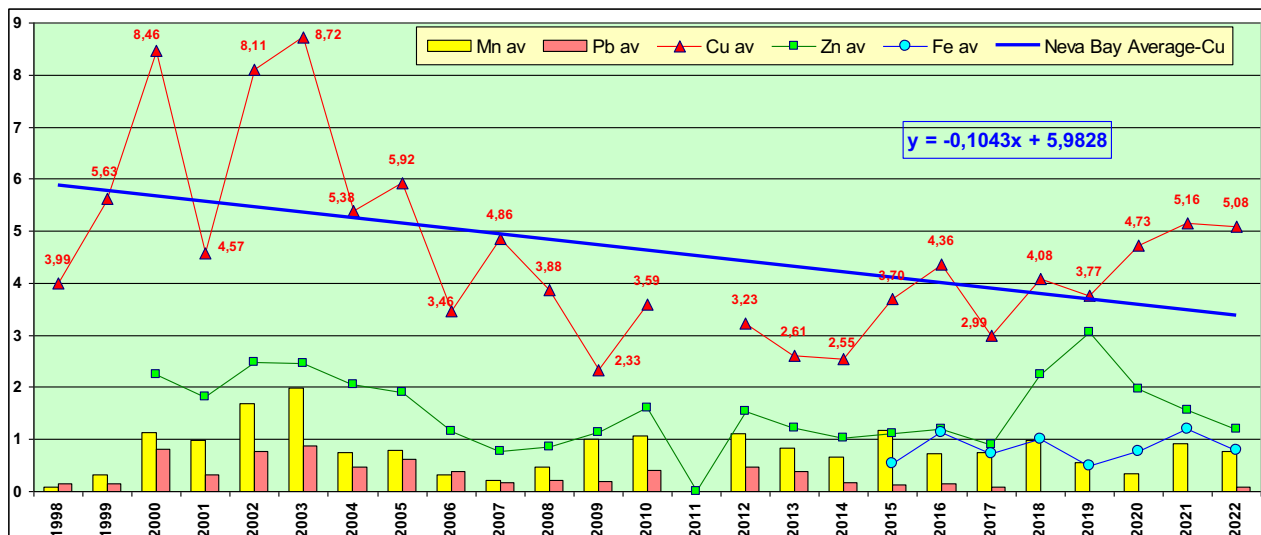


Рис. 3.59. Многолетняя динамика средней концентрации тяжелых металлов (в ПДК) в водах Невской губы в 1998-2022 гг.

Основным загрязняющим элементом вод Финского залива к западу от КЗС традиционно сохраняется медь. Среднее значение содержания меди в акватории к западу от ЗКС составило 3,87 мкг/дм³ (0,77 ПДК). Наиболее высокие значения концентрации меди были зафиксированы в Курортном районе мелководной зоны (средняя/максимальная 1,24/2,04 ПДК) и в Мелководной зоне Финского залива (0,78/1,84 ПДК). Наименее загрязненными медью были Глубоководная зона Финского залива (0,61/1,06 ПДК) и Лужская губа (0,73/1,22 ПДК). По сравнению с предыдущим годом концентрация меди существенно уменьшилась. Среднее содержание марганца по всем районам составило 0,71 ПДК. Наиболее высокие значения были зафиксированы в Копорской губе (1,41/5,28 ПДК) и Лужской губе (1,02/5,38 ПДК). Диапазон концентрации цинка в водах западнее КЗС составил от аналитического нуля (24 из 102 отобранных проб) до 54 мкг/дм³ (Курортный район мелководной зоны), в среднем 8,78 мкг/дм³ (0,18 ПДК). Наибольшие средние величины характерны для Копорской губы (0,14 ПДК) и Курортного района (0,30 ПДК). Концентрация железа в восточной части залива варьировала в пределах 0-775 мкг/дм³, в среднем 38,0 мкг/дм³ (0,76 ПДК), максимальная – в Курортном районе мелководной зоны – 5,31/15,5 ПДК. В

Глубоководном районе, Копорской губе и Лужской губе содержание железа было ниже предела определения методики. Содержание алюминия в водах к западу от ЗКС находилось на низком уровне. Среднее/максимальное содержание алюминия по всем районам составило 6,3/41,6 мкг/дм³. Комплексный индекс загрязненности вод ИЗВ вод Невской губы в 2022 г. составил 1,95, что определяет качество вод как «грязные». Расчет выполнен по среднегодовым концентрациям меди (5,08), цинка (1,21), органических веществ по БПК₅ (0,89) и кислорода (0,60). Значение ИЗВ незначительно лучше показателей предыдущих лет. Индекс ИЗВ (1,01) вод Финского залива позволяет оценить качество вод как «умеренно-загрязненные».

Белое море

Двинский залив. Температура летом варьировала в диапазоне от -0,2°C до +21,3°C, а осенью 0,27-5,41°C. Соленость находилась в диапазоне 9,04-28,05‰, а среднее значение (23,68‰) снизилось по сравнению с предыдущим годом. Значения pH 7,55-8,21/7,98 ед.рН. Летом прозрачность вод залива по диску Секки варьировала от 1,5 до 6 м, при среднем 3,79 м, что немного ниже значения предыдущего года (4,1 м). Наименьшие значения наблюдались вблизи дельты реки и у Северного берега – максимум 2,5 м. Содержание НУ изменялось от 0,003 до 0,076 мг/дм³ при среднем 0,018 мг/дм³, что чуть выше 0,014 мг/дм³ в 2021 г. Максимум 1,52 ПДК был отмечен в ноябре в центре залива на глубине 50 м. Существенно высоким было загрязнение вод залива СПАВ (10-326/169 мг/дм³), а среднее значение 1,69 ПДК почти в два раза выше предыдущего (0,74 ПДК). Максимум был зафиксирован в июле в центре залива на поверхности. Содержание меди (0-10,97/1,08 мкг/дм³) сохранилось примерно на прежнем уровне (0,93 мкг/дм³), максимум 2,19 ПДК был зарегистрирован в июле у г. Северодвинск на глубине 11 м. Содержание свинца (0-10,66/1,17) значительно повысилось, а среднее значение на порядок превысило этот показатель в 2021 г. – 0,09 мкг/дм³. Хотя максимум в июле превышал норматив (1,07 ПДК), однако среднее значение (0,12 ПДК) было небольшим. Содержание различных форм биогенных элементов было намного ниже ПДК. Аммонийный азот: 0-30,65/7,09 мкг/дм³, нитраты: 0,24-139,95/56,397 мкг/дм³, нитриты: 0,62-22,15/3,0 мкг/дм³, максимум 0,92 ПДК в ноябре, общий фосфор: 9,24-72,82/19,64 мкг/дм³, на уровне 2021 г., фосфаты: 0,98-110,1/20,14 мкг/дм³, максимум 2,2 ПДК в ноябре, в среднем 0,4 ПДК. Концентрация силикатов существенно выросла по сравнению с предыдущим годом и варьировала в очень широком диапазоне 86,17-3114,58/865,9 мкг/дм³, максимум был отмечен в ноябре. Рост средних значений отмечался во всех трех слоях вод залива (рис. 3.60). В целом в режиме многолетней динамики

содержания кремнекислоты выделяются циклические подъемы и спады примерно 11-летнего периода. С 2014 отмечен период роста концентрации с абсолютным максимумом в 2022 г. Концентрация кислорода изменялась в диапазоне 7,95-11,20 мгО₂/дм³, среднее значение 9,604 мгО₂/дм³, что выше 8,75 мгО₂/дм³ предыдущего года. Процент насыщения вод кислородом изменялся в диапазоне 78,6-112,1%, в среднем 92,0%. Расчет индекса загрязненности выполнен по среднегодовым концентрациям СПАВ (1,69), фосфатов (0,40), НУ (0,36) и кислорода (0,62). Значение ИЗВ (0,77) позволяет характеризовать воды Двинского залива как «умеренно загрязненные».

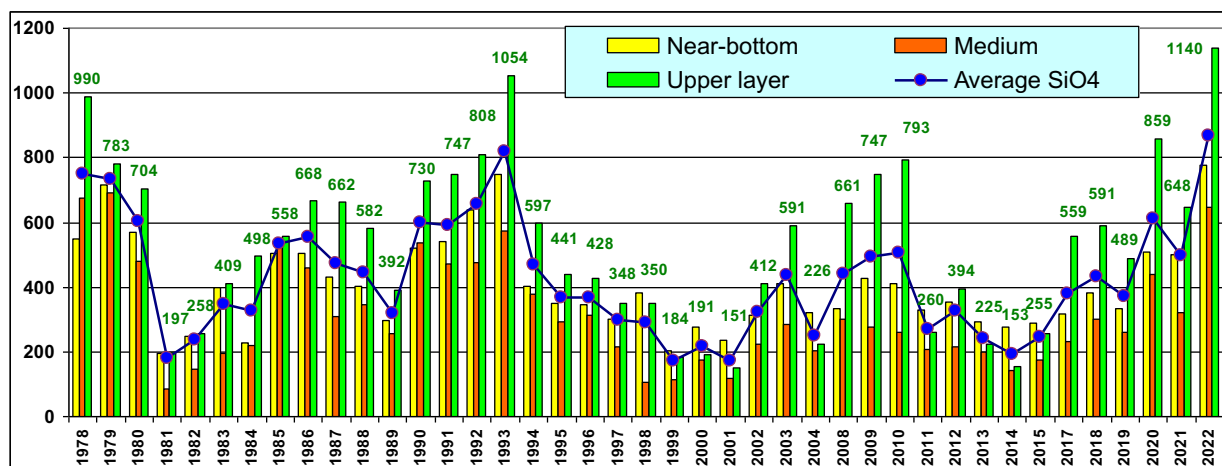


Рис. 3.60. Многолетняя динамика среднего значения содержания силикатов (мкг/дм³) в приповерхностном, промежуточном и придонном слоях вод Двинского залива Белого моря в 1978-2022 гг.

Кандалакшский залив. В 2022 г. на водпосту акватории Кандалакшского морского торгового порта значения температуры находилось в диапазоне от +2,0°C (в марте) до 15,0°C (в августе). Соленость воды изменялась в пределах 5,6-19,8‰, при среднегодовом значении 10,2‰, что на 3,5‰ ниже прошлогодних значений. Водородный показатель варьировал в пределах 7,18-7,81 ед. рН, среднее значение 7,58 ед. рН. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в диапазоне 6,68-9,17 мгО₂/дм³, составив в среднем 7,79 мгО₂/дм³, что существенно ниже прошлогоднего значения (11,5 мгО₂/дм³), т.е. кислородный режим в порту несколько ухудшился. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ в двух пробах из 6 (в марте и мае) составило 1,1 мгО₂/дм³, в остальных было ниже предела обнаружения. Содержание нефтяных углеводородов в водах порта было незначительным и изменялось в диапазоне 0,009-0,070 мг/дм³, в среднем составило 0,026 мг/дм³ (0,52 ПДК), что в два раза выше прошлогоднего уровня. Концентрация хлорорганических пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ в водах водпоста были ниже предела обнаружения. В отличие от предыдущих лет в одной пробе были выявлены СПАВ (150 мкг/дм³, 1,5 ПДК). Концентрации растворенных форм тяжелых металлов изменялись в пределах: меди 0-11,8 мкг/дм³, при среднем значении 3,9 мкг/дм³ (0,78 ПДК, повышение); никеля 0-5,8/2,5 (0,25 ПДК, повышение); марганца - 0-28,8/10,8 (0,22 ПДК, повышение); цинка - 7,5-89,0/24,5 мкг/дм³ (0,49 ПДК); кадмия - ниже предела обнаружения, (в 2021 г. - в среднем 0,17 мкг/дм³); свинца - 2,0 мкг/дм³; железа - от аналитического нуля до 100, в среднем 36,5 мкг/дм³, с максимумом (2,0 ПДК) в марте; хрома в двух пробах - 1,0 мкг/дм³ и 1,4 мкг/дм³, средняя 0,40 мкг/дм³, снижение. Содержание ртути было выше предела обнаружения в марте и мае - 0,015 мкг/дм³. В целом, наблюдается небольшое снижение средних концентраций кадмия, железа и хрома, а остальных ТМ - увеличение.

Содержание фосфатов в марте превысило установленную норму (487,7 мкг/дм, 9,75 ПДК), а в остальных пробах было ниже норматива и опустилось до аналитического нуля в октябре; в среднем 93,5 мкг/дм³ (1,87 ПДК). Высокая концентрация фосфатов (246 и 1374 мкг/дм³) также была отмечена в 2020 г. Нитриты находились в диапазоне 0-4,28 мкг/дм³, при среднем значении 1,8 мкг/дм³ (примерно на уровне предыдущего года); нитраты 2,27-119,0/32,55 мкг/дм³ (в полтора раза выше прошлогоднего среднего значения); силикаты 295-1542/927 мкг/дм³ (в 2021 г. - 862 мкг/дм³). Для расчета ИЗВ (1,04) использовались средние концентрации меди (0,78 ПДК), железа (0,73) и фосфатов (1,87), воды характеризовались как «умеренно загрязненные».

Баренцево море

Кольский залив. В 2022 г. на водпосту торгового порта г. Мурманска температура варьировала в пределах от 1,6°C до 12,3°C, максимум в июле был на один градус выше прошлогоднего. Соленость находилась в диапазоне 11,6-18,5‰; значения рН - 7,5-8,0; общая щелочность - от нулевых значений в мае до 1,57 мг-экв/дм³ в январе. Содержание НУ изменялось в диапазоне 0,02-0,06 мг/дм³; среднее за год - 0,051 мг/дм³ (1,02 ПДК). Концентрация НУ находилась примерно на прошлогоднем уровне и сохранилась тенденция снижения содержания НУ за последние десять лет (рис. 3.61).

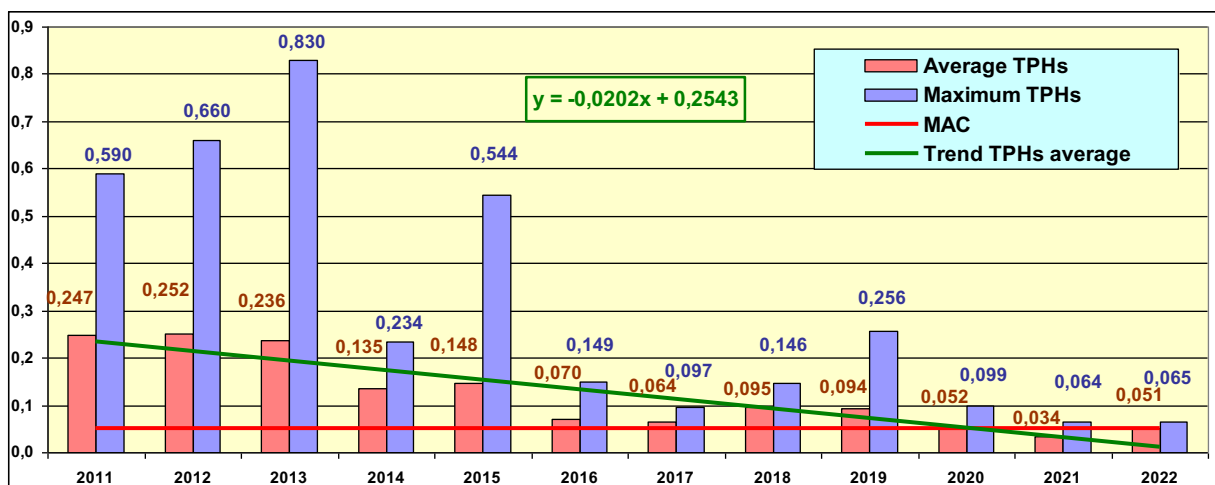


Рис. 3.61. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в торговом порту Мурманска в 2011-2022 гг. (красная линия - ПДК)

Среднее содержание взвешенных веществ в воде 3,10 мг/дм³, а максимальное составило 7,3 мг/дм³. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ (1 мгО₂/дм³) и синтетических поверхностно-активных веществ (6,3 нг/дм³) только в январе и декабре превысило предел обнаружения использованного метода анализа. Определение содержания пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ не проводилось, а в предыдущие 10 лет значения были ниже значений методик анализа. Загрязнение тяжелыми металлами по сравнению с предыдущим годом понизилось: средняя концентрация меди уменьшилась в 4,5 раза и составила 1,15 мг/дм³ (0,23 ПДК), при максимуме 2,4 мг/дм³ (0,48 ПДК); средняя концентрация марганца составила 0,53 мг/дм³, при максимуме - 3,2 мг/дм³ (0,06 ПДК); свинец был зафиксирован в одной пробе - 2,5 мг/дм³ (0,25 ПДК); концентрации ртути и железа были ниже предела обнаружения. В 2022 г. по сравнению с предыдущим годом только содержание соединений никеля увеличилось в 5,5 раз: среднее значение - 5,55 мг/дм³, при максимуме - 12,9 мг/дм³ (1,29 ПДК).

В 2022 г. концентрация аммонийного азота варьировала в диапазоне 161,5-266 мг/дм³, как и в 2021 г., максимум был отмечен в марте; нитритного азота изменялась в пределах 0-4,51/2,13 мг/дм³; концентрация нитратов понизилась, значения находились в пределах 0-6,12 мг/дм³ при среднем - 2,7 мг/дм³; силикатов - в диапазоне 975-1668/1386,5 мг/дм³. Содержание фосфатов в водах вблизи водпоста в течение всего года было немного ниже прошлогоднего и изменялось в диапазоне 2,22-73,6/19,9 мг/дм³ (в среднем 0,40 ПДК), сохраняется тенденция снижения этой формы биогенных веществ. Среднегодовая концентрация кислорода составила 9,93 мгО₂/дм³; варьировала в пределах 8,98-12,11 мгО₂/дм³, насыщение вод кислородом находилось в диапазоне 76,3-86%. Приоритетными загрязнителями в 2022 г. были нефтяные углеводороды, никель и фосфаты. Качество вод в районе водпоста в торговом порту г. Мурманск оценивается как «чистые», при этом значение индекса загрязненности вод ИЗВ (0,64) немного улучшилось по сравнению со значением ИЗВ предыдущего года (0,70).

Тихий океан

Шельф полуострова Камчатка. Авачинская губа и прибрежная часть Авачинского залива (район Халактырского пляжа). В 2022 г. приоритетными загрязняющими веществами в водах Авачинской губы были нефтяные углеводороды и фенолы. Среднегодовое содержание НУ в водах Авачинской губы в 2022 г. по сравнению с 2021 г. уменьшилось вдвое (0,013 мг/дм³, 0,3 ПДК), максимальное значение составило 0,34 мг/дм³ (6,8 ПДК), (рис. 3.62). Значения выше или равные ПДК были отмечены в 6% отобранных проб.

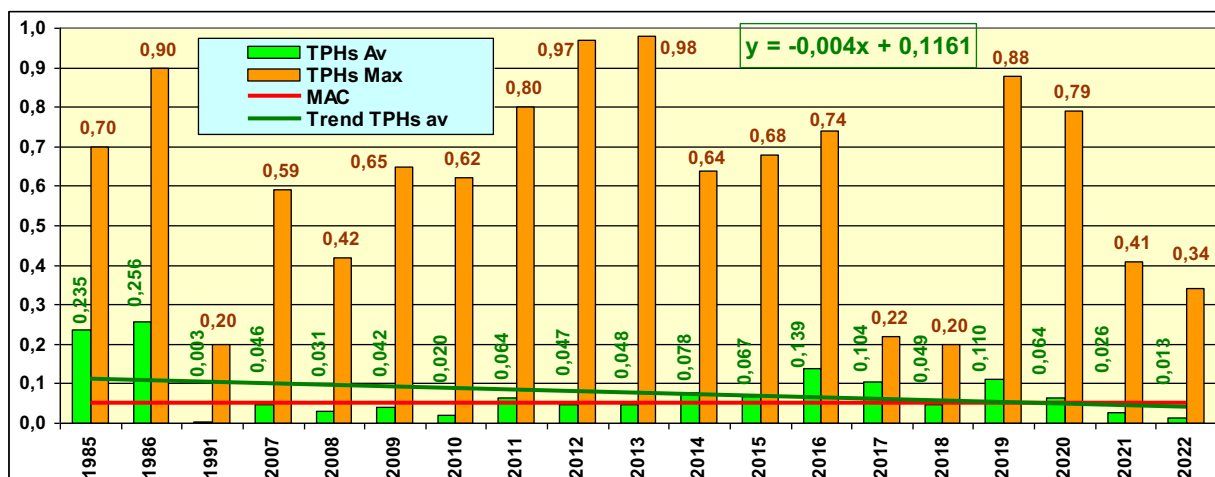


Рис. 3.62. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Авачинской губы в 1985-2022 гг.

Среднегодовое содержание фенолов в водах Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива было невысоким ($0,29 \text{ мкг/дм}^3$), максимальное значение достигало $1,4 \text{ мкг/дм}^3$ (1,4 ПДК). На протяжении длительного периода содержание детергентов (СПАВ) в морских водах этого района сохраняется невысоким. Только в одной из 150 проб содержание детергентов было выше предела обнаружения использованной методики измерений и составило 140 мкг/дм^3 (1,4 ПДК). Максимум был отмечен в сентябре на поверхностном горизонте в районе Судоремонтного завода. В 2022 г. в водах Авачинской губы среднее содержание СПАВ составило 0,01 ПДК. Среднегодовая концентрация фосфатов в целом по толще вод Авачинской губы и района Халактырского пляжа составила $28,85 \text{ мкг/дм}^3$, максимальная - $110,7 \text{ мкг/дм}^3$ (2,21 ПДК). Содержание нитритного азота в среднем по толще вод ($5,82 \text{ мкг/дм}^3$) не превысило норматив, а максимум достигал $28,75 \text{ мкг/дм}^3$ (1,20 ПДК) в августе в центральной части губы в придонном слое. Средняя концентрация аммонийного азота составила $42,89 \text{ мкг/дм}^3$. Максимальная концентрация аммонийного азота ($313,40 \text{ мкг/дм}^3$, 0,13 ПДК) была отмечена в мае во время половодья на впадающих в Авачинскую губу реках, а также на придонном горизонте в центральной части Авачинской губы.

Среднегодовая концентрация растворенного кислорода в водной толще составила $10,42 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ при среднем значении уровня насыщения 102,7%. Концентрация растворенного кислорода ниже норматива ($<6,0 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$) была зарегистрирована в 14% пробах, минимум - в августе на придонном горизонте у входа в бухту Крашенинникова - $5,47 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$ (51% насыщения). По результатам расчета ИЗВ (0,43) воды Авачинской губы классифицировались как «чистые». Для расчета индекса использовались среднегодовые значения содержания нефтяных углеводородов (0,26), фенолов (0,29), фосфатов 0,58 и доля O_2 (0,58).

Охотское море

Гидрохимические наблюдения производятся в трех прибрежных акваториях острова Сахалин, расположенных на побережье в окрестностях с. Стародубское, у порта Пригородное в заливе Анива и в районе порта Корсаков.

В районе с. **Стародубское** значения большинства гидрохимических показателей, а также концентрация загрязняющих веществ находились в пределах среднемноголетних значений. По сравнению с предыдущими годами значительно повысились значения средней и максимальной концентраций меди: средняя составила $8,1 \text{ мкг/дм}^3$; максимальная - $15,1 \text{ мкг/дм}^3$ (3,0 ПДК). Среднее содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ составило $4,0 \text{ мг/дм}^3$ (1,9 ПДК), максимальное $5,2 \text{ мг/дм}^3$ (2,5 ПДК). Концентрация НУ не превысила нормативных показателей ($0,036 \text{ мг/дм}^3$, 0,7 ПДК), при этом максимальная концентрация ($0,161 \text{ мг/дм}^3$, 3,2 ПДК) была значительно выше прошлогодней (рис. 3.63). Концентрация СПАВ: среднегодовая - $2,0 \text{ мкг/дм}^3$, максимальная - $6,2 \text{ мкг/дм}^3$; цинка - $7,7/11,2 \text{ мкг/дм}^3$; свинца - $0,75/4,5 \text{ мкг/дм}^3$ и кадмия - $0,16/0,56 \text{ мкг/дм}^3$, все значения не превысили нормативных показателей. Значительно снизилось содержание фенолов, во всех пробах их концентрация была ниже предела обнаружения при фотометрическом методе измерений ($<2,0 \text{ мкг/дм}^3$). Кислородный режим в период наблюдений был в пределах нормы: среднее содержание растворенного кислорода составило $6,02 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, однако в двух пробах было отмечено содержание ниже нормы, минимум - $4,69 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. Качество вод акватории у с. Стародубское изменилось от «умеренно загрязненных» в 2021 г. до «загрязненных» (ИЗВ=1,31) в 2022 г. В донных отложениях незначительно снизилось содержание НУ (среднее значение $32,4 \text{ мкг/г}$, 0,6 ДК; максимальное значение $84,9 \text{ мкг/г}$, 1,7 ДК), что свидетельствует о стабилизации уровня техногенного воздействия на акваторию. Содержание цинка и свинца было ниже предела обнаружения, а кадмия и меди - незначительным. Максимальные значения концентрации меди не превысили 0,2 ДК, также, как в 2019-2021 гг.

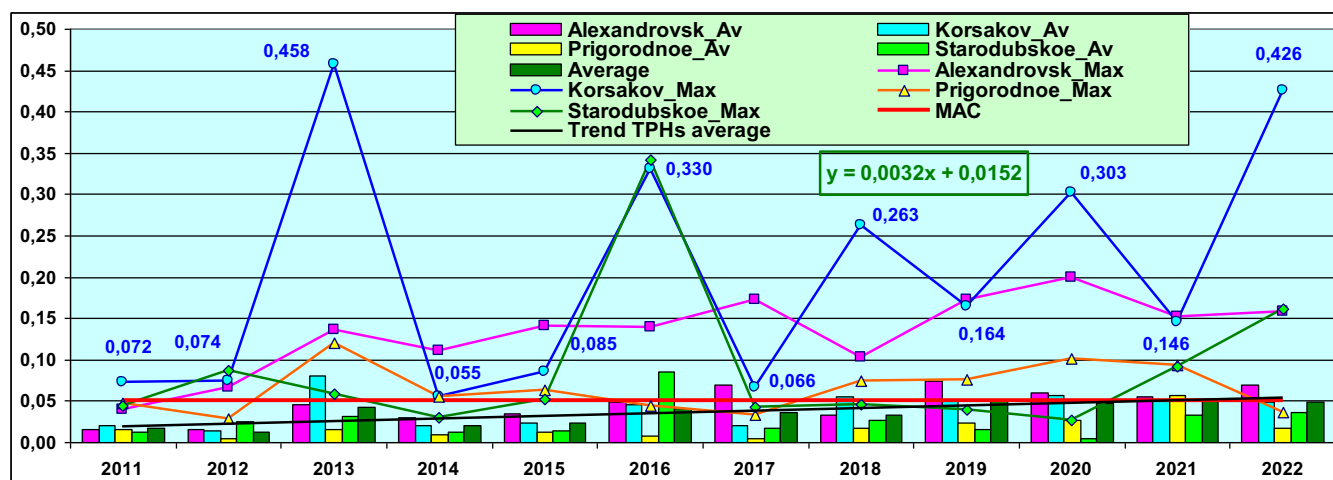


Рис. 3.63. Динамика средней и максимальной концентраций нефтяных углеводородов (мг/дм^3) в прибрежных водах Сахалина в 2011-2022 гг.

В водах залива Анива в районе порта **Пригородное** в 2022 г. снизился уровень загрязнения морских вод легкоокисляемыми органическими веществами по БПК₅ (среднее значение $2,3 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, 1,1 ПДК, максимальное $5,3 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, 2,5 ПДК). Было отмечено незначительное повышение средней концентрации меди (средняя $4,7 \text{ мкг/дм}^3$, 0,9 ПДК; максимальная $9,5 \text{ мкг/дм}^3$, 1,9 ПДК). Снизилась концентрация НУ (средняя $0,018 \text{ мг/дм}^3$, 0,36 ПДК; максимальная $0,037 \text{ мг/дм}^3$, 0,74 ПДК). Средняя и максимальная концентрация кадмия, свинца и СПАВ не превысила 0,2 ПДК. Свинец не был выявлен. Кислородный режим находился в пределах нормы. Среднее содержание растворенного кислорода составило $6,63 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, а минимальное составило $5,34 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$. За период 2016-2021 гг. качество воды акватории порта Пригородное ухудшилось от «чистых» до «загрязненных», затем в 2022 г. улучшилось до «умеренно загрязненных» (ИЗВ=0,83). Следует отметить, что значение ИЗВ находится близко к границе классов

вод «умеренно загрязненных» и «чистых». В донных отложениях содержание НУ соответствовало уровню предыдущего года - среднее значение 9,4 мкг/г (0,2 ДК), максимальное - 27,9 мкг/г (0,6 ДК). Средняя концентрация меди составила 2,6 мкг/г, максимальная - 3,2 мкг/г (0,06 ДК). Кадмий, цинк и свинец в пробах не были выявлены.

В водах залива Анива в районе города и порта Корсаков было зафиксировано значительное увеличение максимальной концентрации НУ (0,426 мг/дм³, 8,5 ПДК), при этом среднее значение сохранилось на уровне 2021 г. 0,05 мг/дм³ (1 ПДК). Повысилось содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅: среднее значение 3,51 мгО₂/дм³ (1,7 ПДК), максимальное - 6,2 мг/дм³ (2,95 ПДК). Содержание меди несколько лет сохраняется на высоком уровне, в 2022 г. - среднее значение 6,0 мкг/дм³ (1,2 ПДК), максимальное 9,5 мкг/дм³ (1,9 ПДК). Средняя концентрация фенолов составила 0,4 мкг/дм³ (0,4 ПДК), при этом значительно возросла максимальная 5,2 мкг/дм³ (5,2 ПДК). Средняя и максимальная концентрации кадмия, цинка, СПАВ, свинца и аммонийного азота не превысили 0,2 ПДК. Среднегодовое содержание кислорода составило 6,74 мгО₂/дм³, в семи из 18 отобранных проб его содержание опускалось ниже уровня норматива, а минимальное составило 4,76 мгО₂/дм³. В 2022 г. качество вод в районе города и порта Корсаков соответствовало «умеренно загрязненным» водам (ИЗВ=1,2). Значение ИЗВ находится близко к границе классов вод «умеренно загрязненных» и «загрязненных». В донных отложениях было отмечено увеличение содержания НУ (среднее значение составило 263 мкг/г (5,3 ДК); максимальное - 488 мкг/г (9,8 ДК). Концентрация НУ в донных отложениях и ранее превышала норматив ДК и была значительно выше уровня содержания в других точках наблюдений на юго-восточном побережье о. Сахалин. Концентрация кадмия и меди сохранилась на прошлогоднем уровне: среднее значение 0,07 мкг/г; максимальное 0,08 мкг/г (0,1 ДК) и 7,6 мкг/г/8,8 мкг/г (0,3 ДК) соответственно. Незначительно повысилась концентрация цинка (среднее значение 98 мкг/г; максимальное - 115 мкг/г (0,8 ДК). Концентрация свинца не превысила 0,1 ДК.

Японское море

Залив Петра Великого. В 2022 г. почти во всех прибрежных районах залива Петра Великого среднегодовая концентрация НУ снизилась: в бухте Золотой Рог в 1,2 раза с 0,06 до 0,05 мг/дм³; в бухте Диомид - в 1,4 раза с 0,07 до 0,05 мг/дм³; в Амурском заливе - в 1,12 раза с 0,037 до 0,033 мг/дм³; в Уссурийском заливе - в 1,14 раз с 0,041 до 0,036 мг/дм³; в заливе Находка - в 1,4 раза с 0,039 до 0,030 мг/дм³ (рис. 3.64). Не изменилось среднегодовое содержание НУ в проливе Босфор Восточный - 0,020 мг/дм³. Максимальная концентрация НУ в морской воде была отмечена в бухте Золотой Рог в центральной части бухты (8,0 ПДК в октябре); в бухте Диомид (1,0 ПДК в октябре); в Амурском заливе в прибрежной зоне Владивостока (1,80 ПДК в апреле); в Уссурийском заливе в прибрежной зоне Владивостока (2,40 ПДК в июле) и в заливе Находка в бухте Врангеля (1,40 ПДК в июле). В проливе Босфор Восточный максимум был отмечен в бухте Улисс в июне и составил 1,0 ПДК.

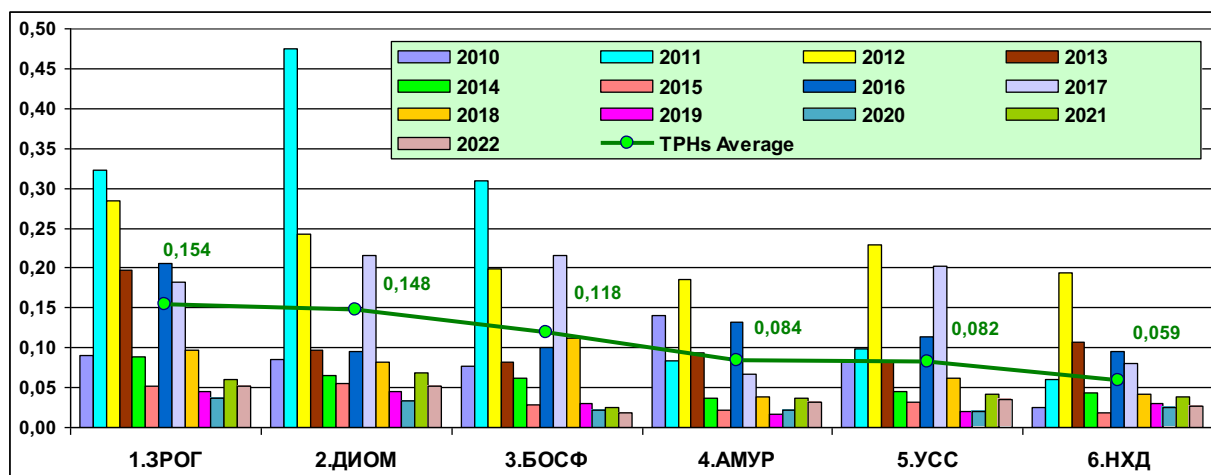


Рис. 3.64. Межгодовые изменения среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах залива Петра Великого Японского моря: 1. ЗРОГ — бухта Золотой Рог, 2. ДИОМ — бухта Диомид, 3. БОСФ — пролив Босфор Восточный, 4. АМУР — Амурский залив, 5. УСС — Уссурийский залив, 6. НХД — залив Находка.

По сравнению с 2021 г. уровень загрязненности прибрежных районов залива Петра Великого фенолами повысился во всех районах: среднегодовое содержание в бухте Золотой Рог составило 1,70 ПДК, в бухте Диомид - 1,68 ПДК, в проливе Босфор Восточный - 1,65 ПДК, в Амурском заливе - 1,63 ПДК, в Уссурийском заливе - 1,96 ПДК, в заливе Находка - 1,91 ПДК, в бухте Находка - 2,13 ПДК. Максимальные значения были отмечены в июле: в бухте Находка - 3,50 ПДК и в вершине Уссурийского залива - 2,60 ПДК. Загрязненность морских вод АПАВ повысилась в бухте Золотой Рог с 0,86 до 1,03 ПДК, в бухте Диомид с 0,61 до 0,84 ПДК и в заливе Находка с 0,96 до 1,12 ПДК. В проливе Босфор Восточный, Амурском и Уссурийском заливах уровень загрязненности морских вод детергентами практически не изменился и составил 0,96, 0,93 и 0,99 ПДК соответственно. Абсолютный максимум был зафиксирован в заливе Находка (бухта Врангеля) в июле - 2,84 ПДК.

В прибрежных водах залива Петра Великого в 2022 г. среднегодовое содержание определяемых металлов (медь, железо, цинк, свинец, марганец и кадмий) было менее 1 ПДК, кроме бухты Диомид (цинк - 1,25 ПДК) и залива Находка (железо - 1,30 ПДК). В бухте Золотой Рог максимальное содержание меди составило 3,17 ПДК; в бухте Диомид максимальное содержание свинца - 1,49 ПДК, цинка - 3,23 ПДК. В проливе Босфор Восточный максимальное содержание меди, железа и цинка составило 4,12 ПДК, 5,48 ПДК и 2,47 ПДК соответственно. В Амурском заливе было отмечено превышение ПДК железа и цинка (2,31 и 2,30 ПДК). В Уссурийском заливе максимальное содержание железа составило 3,41 ПДК, цинка - 2,18 ПДК и свинца - 1,24 ПДК. В заливе Находка было отмечено превышение ПДК

меди - 1,26 ПДК, цинка - 2,93 ПДК и существенное превышение железа - более 17 ПДК в июле вблизи о. Лисий. Среднегодовое содержание ртути в морской воде в прибрежных районах изменялось в пределах 0,26-0,77 ПДК и по сравнению с предыдущим годом повысилось во всех районах в 1,13-5,13 раз, за исключением Босфора Восточного, где содержание ртути снизилось в 1,13 раза. Наибольшие превышения норматива содержания ртути были отмечены во всех районах: в бухте Золотой Рог - 4,40 ПДК; в бухте Диомид - 3,80 ПДК; в проливе Босфор Восточный - 3,20 ПДК; в Амурском заливе - 4,50 ПДК; в Уссурийском заливе - 2,60 ПДК и в заливе Находка - 2,30 ПДК.

Среднее значение содержания легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ изменялось в диапазоне 0,80-1,20 ПДК, максимальное значение (3,81 ПДК) было зарегистрировано в заливе Находка в июле. Среднее содержание взвешенных веществ в морских водах практически во всех прибрежных районах повысилось в 1,14-1,55 раза, хотя не превысило норматив и изменялось в диапазоне 0,60-1,07 ПДК. Максимальные значения содержания взвешенных веществ, превышающие норматив, были зафиксированы во всех районах: в бухте Золотой Рог - 1,80 ПДК, в бухте Диомид - 1,90 ПДК, в проливе Босфор Восточный - 1,50 ПДК, в Амурском заливе - 2,08 ПДК, в Уссурийском заливе - 2,90 ПДК, в заливе Находка в центральной части залива - 1,92 ПДК в июле. Кислородный режим в 2022 г. практически не изменился в бухтах Золотой Рог, Диомид и в проливе Босфор Восточный. В остальных прибрежных районах среднегодовые показатели растворенного кислорода улучшились: в Амурском и Уссурийском заливах в 1,2-1,1 раза, в заливе Находка - в 1,4 раза. Абсолютный минимум наблюдался в прибрежной части Амурского залива вблизи г. Владивосток на промежуточном горизонте 10 м в сентябре (3,46 мгО₂/дм³, 41,3% насыщения).

По результатам комплексной оценки (ИЗВ) в 2022 г. почти все прибрежные районы залива Петра Великого относились к «умеренно загрязненным» водам (рис. 3.65). Исключением стал залив Находка, качество вод которого по-прежнему соответствовало «загрязненным». По сравнению с 2021 г. незначительно улучшилось качество вод Амурского залива. Во всех остальных районах качество вод в пределах одного и того же класса ухудшилось.

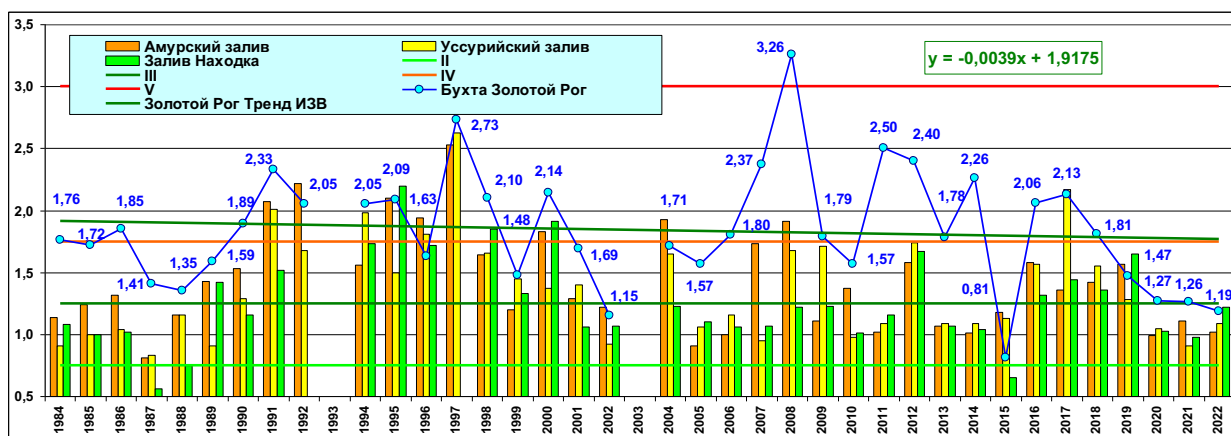


Рис. 3.65. Многолетняя динамика индекса загрязненности вод (ИЗВ) в различных районах залива Петра Великого Японского моря

Донные отложения. В 2022 г. среднегодовое содержание НУ в донных отложениях прибрежных районов залива Петра Великого изменялось в диапазоне 0,09-9,037 мг/г сухого вещества. По-прежнему в наибольшей степени загрязнены донные отложения бухты Золотой Рог, среднегодовое содержание НУ в котором составило 180,7 ДК, максимальная концентрация - 491,6 ДК (24,58 мг/г). По сравнению с 2021 г. снижение среднегодовой концентрации НУ в донных отложениях было отмечено почти во всех районах: в бухте Золотой Рог в 1,08 раза, в бухте Диомид - в 1,25 раза, в проливе Босфор Восточный - в 2,79 раза, в Амурском заливе - в 1,1 раза, в заливе Находка - в 1,94 раза. В Уссурийском заливе среднегодовое содержание НУ в донных отложениях повысилось в 1,5 раза.

Среднегодовое содержание фенолов в донных отложениях залива Петра Великого варьировало в диапазоне 2,85-4,58 мкг/г. В 2022 г. почти во всех прибрежных районах было отмечено некоторое снижение уровня загрязненности донных отложений фенолами в 1,17-2,2 раза. В бухте Диомид средняя концентрация фенолов практически не изменилась и составила 3,45 мкг/г. В наибольшей степени были загрязнены фенолами осадки Амурского залива (средняя 4,58 мкг/г, максимальная 7,40 мкг/г) и залива Находка (4,06/8,0 мкг/г).

В донных отложениях всех прибрежных районов залива Петра Великого по-прежнему отмечалась высокая концентрация железа: среднегодовая концентрация изменялась в диапазоне 8049-15993 мкг/г. Наиболее высокие значения наблюдались в бухте Диомид, в Амурском заливе и в заливе Находка (18595, 18172 и 30073 мкг/г соответственно). При этом в 2022 г. средние показатели снизились во всех районах, за исключением пролива Босфор Восточный. Самая высокая концентрация меди наблюдалась в бухте Диомид: среднегодовое значение 14,6 ДК (ДК=35 мкг/г), в бухте Золотой Рог 3,24 ДК, в остальных районах - в пределах 1 ДК. Средняя концентрация ртути превысила ДК=0,3 мкг/г в бухте Диомид - 6,28 ДК, в бухте Золотой Рог - 3,35 ДК и в проливе Босфор Восточный - 1,45 ДК. Превышение ДК=0,8 мкг/г среднегодовых концентраций кадмия было зафиксировано также в бухтах Диомид и Золотой Рог и (4,13 ДК и 2,33 ДК соответственно). Высокие средние значения концентрации цинка (1,9 ДК), свинца (1,54 ДК) и никеля (1,06 ДК) наблюдались также в бухте Золотой Рог. По остальным районам среднегодовая концентрация металлов в донных отложениях не превысила допустимого уровня. По сравнению с 2021 г. в проливе Босфор Восточный наблюдалось увеличение, в пределах 1 ДК, концентраций марганца, цинка и железа, в Уссурийском заливе - меди и ртути, в заливе Находка - свинца. Среднегодовое содержание остальных металлов либо несколько снизилось, либо сохранилось на прошлогоднем уровне.

Среднегодовая суммарная концентрация пестицидов группы ДДТ превысила ДК в пяти из шести исследуемых районах: в Бухте Золотой рог - 10,96 ДК, Диомид - 10,96 ДК, пролив Босфор Восточный - 6,66 ДК, Уссурийский залив - 1,34 ДК, залив Находка - 2,32 ДК. В Амурском заливе ДК не был превышен: средняя концентрация составила

0,98 ДК, (рис. 3.66). По сравнению с 2021 г. средняя суммарная концентрация пестицидов группы ДДТ повысилась почти во всех районах залива Петра Великого, только в Амурском заливе произошло снижение этого показателя в 2,8 раза. Максимальное суммарное содержание пестицидов группы ДДТ было отмечено в июне в бухте Золотой Рог и в заливе Находка - 22,64 и 15,8 ДК соответственно.

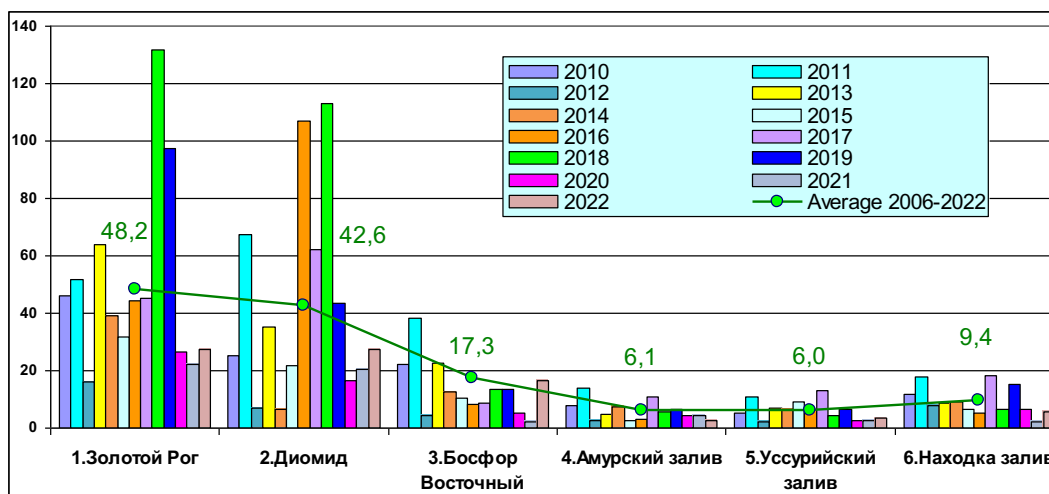


Рис. 3.66. Многолетняя динамика содержания суммы ДДТ в донных отложениях различных районов Японского моря

В 2022 г. произошло значительное снижение уровня загрязненности донных отложений линданом (γ-ГХЦГ) во всех прибрежных районах в 2-17 раз. Средние значения составили: в бухте Золотой Рог - 0,8 ДК, в бухте Диомид - 1,0 ДК, в проливе Босфор Восточный - 0,34 ДК, в Амурском заливе - 0,6 ДК, в Уссурийском заливе - 0,2 ДК, в заливе Находка - 0,6 ДК. В Уссурийском заливе и проливе Босфор Восточный среднее содержание линдана снизилось в 17 и 13,5 раз соответственно. Максимальное значение во всех районах составило 2 ДК.

Среднее содержание полициклических хлорированных бифенилов (ПХБ) повысилось в бухте Диомид в 1,4 раза, в проливе Босфор Восточный в 1,5 раза и составило: в бухте Диомид 25,56 ДК, в проливе Босфор Восточный 4,11 ДК. В остальных прибрежных районах залива Петра Великого среднее содержание ПХБ в донных отложениях снизилось в 1,4-3,3 раза, в заливе Находка сохранилось на прошлогоднем уровне. Наиболее высокие концентрации ПХБ были зафиксированы в бухтах Золотой Рог и Диомид - максимумы составили 21,42 и 38,26 ДК соответственно.

Татарский пролив. В 2022 г. в районе порта г. Александровск-Сахалинский среднегодовое содержание НУ повысилось почти в 1,3 раза и составило 1,4 ПДК, максимальное значение (3,16 ПДК) было отмечено в июне. Содержание СПАВ и аммонийного азота было значительно ниже норматива - максимум составил 0,68 и 0,11 ПДК соответственно. Среднегодовая концентрация БПК₅ (0,94 ПДК) практически не изменилась по сравнению с предыдущим годом, однако в мае была зафиксирована высокая максимальная величина (7,8 ПДК). Среднегодовое содержание меди повысилось по сравнению с предыдущим годом и составило 0,89 ПДК. Максимальная концентрация (1,66 ПДК) была зафиксирована в августе. Среднегодовые значения содержания кадмия и цинка в период проведения наблюдений не превысили 0,1 ПДК, свинец не был выявлен. Максимальное содержание цинка - 0,26 ПДК.

Кислородный режим в 2022 г. был в пределах нормы: среднее содержание растворенного кислорода составило 8,51 мгО₂/дм³. В мае 2022 г. было отмечено нарушение кислородного режима: содержание растворенного кислорода снизилось значительно ниже норматива - в 2 раза до 3,07 мгО₂/дм³ (26,9% насыщения). Качество морских вод по значению ИЗВ (0,99) в Татарском проливе в районе г. Александровск ухудшилось по сравнению с 2021 г. (ИЗВ 0,85), но по-прежнему соответствовало «умеренно загрязненным» водам.

Загрязненность **донных отложений** прибрежной зоны района г. Александровск НУ снизилась по сравнению с предыдущим годом в 2,3 раза. Содержание НУ в донных отложениях находилось в диапазоне 0,0-32,0 мкг/г абсолютно сухого грунта, в среднем 9,94 мкг/г (0,20 ДК); в 2021 г. - 23,15 мкг/г (0,46 ДК). Среднегодовое содержание фенолов снизилось в 2,4 раза с 0,17 до 0,07 мкг/г. Содержание тяжелых металлов находилось в пределах: меди 2,9-4,9 мкг/г (среднее-3,82 мкг/г); цинка 50,0-105,09/64,9 мкг/г; кадмия 0,0-0,06/0,05 мкг/г; свинца 0,0-4,1/0,14 мкг/г. Среднегодовое содержание всех определяемых металлов в донных отложениях в районе Александровска было значительно ниже 1 ДК.

3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских вод

Гидробиологические наблюдения за состоянием прибрежных морских экосистем Российской Федерации в 2022 г. проводились по основным показателям экологических группировок: бактериопланктон, фитопланктон и фотосинтетические пигменты, мезозoopланктон и макрозообентос в Балтийском, Белом, Лаптевых и Японском 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 2022 г. наблюдения проводились в Невской губе Финского залива. Содержание хлорофилла «А» незначительно снизилось по сравнению с 2021 г. и варьировало от 1,36 до 26,81 мкг/л. Воды Невской губы характеризовались как «загрязненные».

В составе фитопланктона Невской губы было отмечено 112 видов водорослей, относящихся к 8 отделам. Наибольшее видовое разнообразие традиционно принадлежало зеленым - 38, диатомовым - 37 и синезеленым - 19,

остальные группы были представлены единичными видами: эвгленовые и криптофитовые - по 5 видов, золотистые - 4, динофитовые - 3, желто-зеленые - 1 вид.

Максимальное среднее значение биомассы фитопланктона Невской губы было отмечено в мае - 7,42 мг/л, минимальное в августе - 1,02 мг/л.

В 2022 г., как и в предыдущие годы, по доле в биомассе фитопланктона Невской губы доминировали диатомовые водоросли, достигая 85%, что характерно для большинства водных объектов России. Доля зеленых водорослей возросла по сравнению с 2019 г. В то же время, количественные показатели синезеленых в планктоне сохранились незначительными. Основной вклад в вегетацию фитопланктона вносили диатомовые водоросли (39-85% от общей биомассы) и зеленые водоросли (45-87%).

В сезонной динамике выделялся один четко выраженный весенний пик, связанный с вегетацией диатомовых водорослей. Качество воды в период наблюдений варьировало от «условно чистых» до «слабо загрязненных» вод. Экосистема поверхностного слоя находилась в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В составе мезозoopланктона губы было отмечено 48 видов и вариететов. Наибольшим числом видов обладали коловратки - 21 и ветвистоусые раки - 18 видов, видовое разнообразие веслоногих сохранилось на прежнем уровне и не превысило 9 видов. Существенных изменений в качественном составе мезозoopланктона по сравнению с предшествующими периодами наблюдений не было отмечено.

В 2022 г. величина биомассы составляла 13,73 мг/м³, что в 3 раза ниже прошлогодних значений. Показатели численности увеличились в 1,5 раза по сравнению с прошлым годом и составили 7,6 тыс. экз./м³. В целом, уровень развития зоопланктона в Невской губе в 2022 г. был довольно низким. Качество воды варьировало от «условно чистых» до «слабо загрязненных». Экосистема поверхностного слоя находилась в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В 2022 г. в составе макрозообентоса Невской губы было отмечено 43 вида донных беспозвоночных, среди которых наибольшее видовое разнообразие принадлежало: Oligochaeta (17 видов), Mollusca (8), Bivalvia (6), Gastropoda (2), Chironomidae (10). Также отмечены: Hirudinea (3), Trichoptera (2), Amphipoda, Isopoda и Heteroptera - по 1 виду. Основной вклад в формирование биомассы зообентоса, как и в предыдущие годы, вносили олигохеты, моллюски и личинки хирономид. Видовой состав бентофауны губы был сформирован 8 монодоминантными сообществами донных беспозвоночных, четко регламентированных наличием органического вещества и формой его седиментации. Так, в транзитной зоне (фарватер) и приплотинной части Невской губы распространены сообщества пелофильных бентосных беспозвоночных, способных выживать на «жидких илах» профундали, в прибрежных частях фауна зообентоса значительно разнообразнее, и представлена поясом сестонофагов мягких грунтов, активно перемещающихся в зоне высокой гидродинамики устьев впадающих в губу протоков. Средняя численность макрозообентоса в Невской губе варьировала от 0,39 до 2,99 тыс. экз./м², а биомасса - от 1,15 до 176,72 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 флуктуации численности донных беспозвоночных связаны с многолетними изменениями речного стока и являются характерной особенностью Невской губы. В 2022 г. видовое разнообразие оставалось неизменным по отношению к предыдущим годам наблюдений. Количественные показатели незначительно снизились по сравнению с прошлым годом. Качество воды в 2022 г. варьировало от «слабо загрязненных» до «грязных» вод. Большая часть акватории Невской губы - 66% наблюдаемых станций в её центральной части были отнесены к «загрязненным» водам, устье рукава Большая Невка - к «слабо загрязненным», акватория Морского порта и северное побережье о. Кронштадт - к «грязным» водам. Воды придонного слоя находились в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Таким образом, результаты наблюдений в 2022 г. позволили сделать вывод, что по всем наблюдаемым гидробиологическим показателям экосистема Невской губы 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 Невской губы сохраняется неизменным на протяжении последних 10 лет.

Белое море. В 2022 г. наблюдения проводились в Двинском заливе. В составе фитопланктон залива было отмечено 57 видов водорослей. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым - 41 вид, меньшее видовое разнообразие принадлежало динофитовым - 8, зеленые, золотистые и криптофитовые водоросли были представлены по 2 вида, синезеленые и эвгленовые - по 1 виду. Количество видов в пробе варьировало от 16 до 26. Наибольший вклад в общую численность и биомассу вносили также представители диатомовых - 92% и 83% соответственно. Вклад динофитовых в общую биомассу составил 8%. Максимальные значения численности и биомассы отмечались в центральной мористой части залива, минимальные значения численности - в северо-восточной части в прибрежной акватории, а биомассы - в устьевом участке.

В составе зоопланктона было отмечено 27 видов, из них наибольшего видового разнообразия достигали веслоногие раки - 13 видов, меньшее видовое разнообразие принадлежало следующим группам: ветвистоусые раки - 2 вида, оболочники, двусторчатые моллюски, мшанки, щетинкочелюстные, усоногие раки, брюхоногие моллюски, гидромедузы, многощетинковые черви, бокоплавы, десятиногие раки, иглокожие и мизиды - по одному виду. По сравнению с 2021 г. незначительно сократилось число видов ветвистоусых и веслоногих раков. Наибольший вклад в общую численность и биомассу вносили также представители ветвистоусых раков - до 80%.

Экосистема поверхностного слоя находилась в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Море Лаптевых. В 2022 г. наблюдения проводились в заливе Неёлова и в дельте реки Лена в районе острова «столб Хабарова».

В составе фитопланктона залива было отмечено 18 видов водорослей, представленных пресноводными эвригалинными видами. В качественном и количественном отношении доминировали холодноводные диатомовые водоросли - 12 видов, меньшее разнообразие принадлежало зеленым водорослям - 4 вида, синезеленые были представлены 1 видом, также был зарегистрирован единственный представитель золотистых водорослей. Видовое

разнообразие фитопланктона соответствовало среднемноголетним значениям, существенных изменений качественного состава не было выявлено. Качество воды соответствовало «условно чистым». Экосистемы поверхностных слоев наблюдаемых водных объектов находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В составе макрозообентоса залива в 2022 г. было выявлено 25 видов беспозвоночных, среди которых наибольшее видовое разнообразие принадлежало комарам-звонцам - 7 видов, к малощетинковым червям и бокоплавам относилось по 4 вида, к поденкам - 3, моллюскам, ручейникам и веснянкам - по 2 вида, комары-долгоножки были представлены 1 видом.

Сообщество бентосных беспозвоночных включало в себя 2 неритических вида бокоплавов, среди которых наиболее многочислен реликтовый бокоплав - *Monoporeia affinis* (Lindström, 1855) и морской эвригалинный вид *Onisimus birulai* (Gurjanova, 1929), создававшие основу биомассы и численности макрозообентоса. Из представителей вагильной фауны, основу биомассы формировали двусторчатые моллюски *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758) и *Pisidium amnicum* (Müller, 1774). В 2022 г. фауна макрозообентоса не претерпела значительных изменений и была представлена теми же группами. Качественный и количественный состав зообентоса в дельте р. Лена и заливе Неёлова зависит от градиента солёности, преобладающих течений и формируется из фаун зообентоса водных объектов, формирующих основу водного баланса.

В 2022 г. среди наблюдаемых водных объектов Восточно-Сибирского гидрографического района, как и в предыдущие годы, наиболее загрязненным по показателям зообентоса сохранился залив Неёлова. Качество его придонных вод варьировало в течение года от «слабо загрязненных» до «грязных», преобладали «загрязненные» воды.

Результаты наблюдений в дельте р. Лена и залива Неёлова в 2022 г. позволили сделать вывод, что по всем наблюдаемым гидробиологическим показателям 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.

Японское море. В 2022 г. гидробиологические наблюдения проводились по микробиологическим показателям. Оценивалась общая численность и биомасса микроорганизмов, среди которых выделялись доли сапротрофных и нефтеоокисляющих бактерий в общей численности и биомассе микрофлоры. Наблюдения охватывали 9 участков залива Петра Великого Японского моря, расположенных: в заливах Амурском, Уссурийском и Находка, бухтах Золотой Рог, Диомид, Находка, Врангель и Козьмино, а также в проливе Босфор Восточный.

Амурский залив. В водах Амурского залива средняя численность микроорганизмов составила 2,51 млн.кл./мл при среднем значении биомассы 1,7 г/м³. По сравнению с 2021 г. наблюдалось незначительное увеличение общей численности и биомассы. Максимальное значение общей численности микроорганизмов и их биомассы наблюдались в придонном горизонте осенью - 6,69 млн.кл./мл и 4,5 г/м³. Минимальные — на фоновой станции весной в придонных горизонтах и составили 0,40 млн.кл./мл и 0,2 г/м³ соответственно.

В 2022 г. по сравнению с 2021 г. было отмечено увеличение среднегодового значения численности сапротрофных бактерий до 1,06 млн.кл./мл, численность варьировала в диапазоне от 2,5 тыс.кл./мл до 6 млн.кл./мл. В апреле в придонном горизонте была отмечена минимальная численность микрофлоры, а максимальные значения - осенью в поверхностном горизонте.

Концентрация нефтеоокисляющих бактерий увеличилась в 2,5 раз по сравнению с 2016 г. При среднем значении 20,7 тыс.кл./мл их численность варьировала в пределах от 6 кл./мл до 0,3 млн.кл./мл. Максимальная численность нефтеоокисляющих бактерий была зафиксирована в поверхностных горизонтах осенью.

Количество фенолооокисляющих бактерий в 2022 г. варьировало от 1 до 60 кл./мл, составив в среднем 9 кл./мл. Минимальные значения фенолооокисляющих бактерий наблюдались на всех станциях весной. В осенний период их средняя численность увеличилась, по сравнению с весенним, до 13 кл./мл.

В 2022 г. по микробиологическим показателям воды Амурского залива - «загрязненные», биоценоз находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Уссурийский залив. Общая численность микроорганизмов в Уссурийском заливе незначительно возросла по сравнению с 2021 г. составив в среднем 1,74 млн.кл./мл при уменьшении их среднегодовой биомассы до 0,9 г/м³. Максимальная общая численность бактериопланктона и его биомасса были зафиксированы в поверхностном горизонте летом - 3,4 млн.кл./мл и 2,0 г/м³ соответственно. Минимальные — в придонном горизонте в апреле - 0,12 млн.кл./мл и 0,09 г/м³. Весной общая средняя численность микроорганизмов составила 0,63 млн.кл./мл, при средней биомассе - 0,3 г/м³. Летом наблюдалось увеличение количественных показателей по сравнению с 2021 г., численность и биомасса составили 2,62 млн.кл./мл и 1,5 г/м³ соответственно. Осенью эти показатели сократились до 1,98 млн.кл./мл, и 0,9 г/м³ соответственно.

Численность сапротрофных бактерий увеличилась, по сравнению с 2021 г., в 3 раза при среднем значении 0,47 млн.кл./мл. Численность бактериопланктона варьировала в пределах 0,3-2,5 млн.кл./мл. Максимальное значение численности сапротрофных микроорганизмов наблюдалось летом в поверхностном и придонном горизонтах, а весной в придонных горизонтах были отмечены минимальные значения. Летом и осенью среднее значение численности сапротрофных бактерий на всех станциях составляло 0,3 млн.кл./мл.

Численность нефтеоокисляющих бактерий увеличилась по сравнению с 2021 г. в 34 раза и варьировала от 1 кл./мл до 0,3 млн.кл./мл, составив в среднем 0,6 млн.кл./мл. Максимальные значения были зарегистрированы летом в поверхностном и придонном горизонтах, минимальные — весной в придонном горизонте. Весной численность нефтеоокисляющих микроорганизмов варьировала от 1 до 2,5 тыс.кл./мл, составив в среднем 99 кл./мл. Летом их средняя численность возросла до 0,6 млн.кл./мл, а осенью до 400 кл./мл.

Численность фенолооокисляющих бактерий увеличилась по сравнению с 2019 г. в 6 раз, составив в среднем 6 кл./мл. Среднегодовые значения численности микроорганизмов варьировали от 1 до 60 кл./мл при среднем значении 6 кл./мл. Максимальные значения были зафиксированы в поверхностном и придонном горизонтах летом - 25 кл./мл. Средние значения численности фенолооокисляющих бактерий по периодам наблюдений: весна - 4 кл./мл, лето - 6 кл./мл, осень - 7 кл./мл.

Приведенные данные о состоянии микроорганизмов в водах Уссурийского залива позволяют охарактеризовать их как «загрязненные», биоценоз находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Бухта Золотой Рог. Средняя общая численность микроорганизмов в акватории бухты Золотой Рог составила 2,75 млн.кл./мл при средней биомассе — 1,9 г/м³. Общая численность бактериопланктона варьировала от 1,62 млн.кл./мл до 5,45 млн.кл./мл, а биомасса находилась в пределах от 1,0 до 5,3 г/м³. Максимальные значения общей численности и их биомассы были зарегистрированы осенью в придонном горизонте, а минимальные - весной в поверхностном горизонте.

Численность сапротрофных микроорганизмов варьировала в диапазоне от 25 тыс.кл./мл до 2,5 млн.кл./мл, составив в среднем 0,8 млн.кл./мл. Максимальные значения были отмечены в июле и октябре в поверхностных и придонных горизонтах, а минимальные - в мае в придонном горизонте. Весной численность сапрофитов в среднем достигала 0,13 млн.кл./мл, летом их численность увеличилась до 1,8 млн.кл./мл, а к осени сократилась до 0,6 млн.кл./мл.

В 2022 г. численность нефтеокисляющих микроорганизмов по сравнению с 2021 г. возросла в 2 раза и варьировала от 0,25 тыс.кл./мл до 2,5 млн.кл./мл, составив в среднем 0,25 млн.кл./мл. Максимальные значения наблюдались в поверхностных и придонных горизонтах в августе и осенью. Численность нефтеокисляющих бактерий в бухте Золотой Рог весной в среднем составила 54,2 тыс.кл./мл, летом — 700 тыс.кл./мл, а осенью — 25,6 тыс.кл./мл.

В 2022 г. численность фенолоокисляющих бактерий по сравнению с 2021 г. возросла в 4 раза и варьировала от 1 до 600 кл./мл, составив в среднем 30 кл./мл. Максимальные средние значения фиксировались весной - 68 кл./мл. В летний и осенний периоды численность составила 18 и 5 кл./мл соответственно. Весной концентрация фенолоокисляющих микроорганизмов в придонном горизонте составила 600 кл./мл.

Бактериологические показатели, полученные при исследовании акватории бухты Золотой Рог, позволяют отнести морские воды к «загрязненным», биоценоз находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Бухта Диомид. Среднегодовая общая численность бактерий в 2022 г., незначительно увеличилась по сравнению с 2021 г. и варьировала от 2,01 до 4,97 тыс.кл./мл. Максимальные средние значения были зарегистрированы летом в поверхностном горизонте, при биомассе 3,4 г/м³, а минимальные - весной при биомассе 1,4 г/м³. Летом средняя численность микроорганизмов и их биомасса были выше среднегодовых значений предыдущего года и составили - 4,81 млн. кл./мл и 3,4 г/м³ соответственно. Осенью, по сравнению с летним периодом, наблюдалось снижение значений общей численности бактерий и их биомассы - 2,25 млн.кл./мл и 1,6 г/м³.

Численность сапротрофных бактерий варьировала от 60 тыс.кл./мл до 2,5 млн.кл./мл, составив в среднем 0,6 млн.кл./мл. В 2022 г. по сравнению с 2021 г. наблюдалось сокращение численности микроорганизмов в 2 раза. Максимальные значения численности наблюдались летом в поверхностном горизонте.

В 2022 г. по сравнению с 2021 г. наблюдалось сокращение численности нефтеокисляющих бактерий, которая варьировала в пределах от 250 кл./мл до 6 млн.кл./мл, составив в среднем 0,2 млн.кл./мл. Максимальные значения были зарегистрированы в придонном и поверхностном горизонтах весной, а минимальные - осенью.

Численность фенолоокисляющих бактерий в бухте Диомид варьировала от 1 кл./мл до 6 кл./мл. В 2022 г. по сравнению с 2021 г. среднее значение численности сократилось в 2 раза и составило 3 кл./мл. Минимальные значения численности 1 кл./мл наблюдались осенью в поверхностных и придонных горизонтах.

Микробиологические показатели позволяют охарактеризовать воды бухты Диомид как «загрязнённые», биоценоз находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Пролив Босфор Восточный. Общая численность бактерий в акватории пролива в 2022 г. варьировала от 0,94 до 4,86 млн.кл./мл, биомасса находилась в пределах 0,65-3,0 г/м³, среднее значение численности и биомассы составили 2,31 млн.кл./мл и 1,3 г/м³. Максимальные значения общей численности микроорганизмов и их биомассы были отмечены летом в поверхностном горизонте, а минимальные - в мае в придонном горизонте.

Численность сапротрофных бактерий варьировала от 2,5 тыс.кл./мл до 2,5 млн.кл./мл, составив в среднем 0,6 млн.кл./мл. Максимальные значения численности наблюдались летом и варьировали от 0,3 до 2,5 млн.кл./мл, минимальные - весной.

Численность нефтеокисляющих бактерий в 2022 г. по сравнению с 2021 г. снизилась в 3 раза, при среднегодовом значении 17 тыс.кл./мл. Максимальная численность нефтеокисляющих бактерий была отмечена в летний период - 60 тыс.кл./мл в поверхностных горизонтах, а минимальная 60 кл./мл - в мае в придонном горизонте.

Фенолоокисляющие бактерии в 2022 г. не были выявлены.

Микробиологические показатели позволяют охарактеризовать морские воды акватории пролива Босфор Восточный как «загрязнённые», биоценоз находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Залив Находка. Средняя общая численность и биомасса бактерий в 2022 г. составили 2,25 млн.кл./мл и 1,3 г/м³ соответственно. Общая численность бактериопланктона варьировала от 0,61 до 7,44 млн.кл./мл, а биомасса от 0,3 до 5,1 тыс.кл./м³. Максимальные значения общей численности микроорганизмов и их биомасса были зафиксированы в июле и сентябре в поверхностных и придонных горизонтах, а минимальные - в мае в придонном горизонте.

Максимальная численность сапрофитов в 2022 г. - 6 млн.кл./мл была отмечена в осенний период в приповерхностном и придонном горизонтах. Минимальная - 6 тыс.кл./мл была зарегистрирована в придонном горизонте в мае.

В 2022 г. по сравнению с 2018 г. численность нефтеокисляющих бактерий снизилась в 3 раза и варьировала в диапазоне от 25 до 25 тыс.кл./мл, составив в среднем 1,6 тыс.кл./мл. Максимальная численность 25 тыс.кл./мл была отмечена весной в поверхностном и придонном горизонтах, а минимальная осенью. Средние значения численности и биомасс нефтеокисляющих бактерий по сезонам распределились следующим образом: весна - 106 кл./мл; лето - 4,0 тыс.кл./мл; осень - 510 кл./мл.

Численность фенолоокисляющих бактерий в 2022 г. по сравнению с предыдущим годом увеличилась в 19 раз и составила 19 кл./мл. Максимальные показатели фенолоокисляющих микроорганизмов - 250 кл./мл были зарегистрированы осенью в придонном горизонте.

Микробиологические показатели позволяют охарактеризовать воды залива Находка как «загрязнённые», биоценоз находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Бухта Находка. Средняя общая численность бактерий в бухте составила 2,58 млн.кл./мл, при среднем значении биомассы 1,5 г/м³. Максимальные значения общей численности бактериопланктона и его биомассы наблюдались в осенний период в придонном горизонте, а минимальные 0,83 млн.кл./мл - весной в придонном горизонте. Весной средняя численность бактерий составила 0,86 млн.кл./мл, летом — 2,86 млн.кл./мл, осенью — 4,03 млн.кл./мл. Биомасса микроорганизмов изменялась в среднем по сезонам: весна - 0,5 г/м³, лето - 1,3 г/м³, осень - 2,8 г/м³.

Численность сапротрофных бактерий варьировала от 60 тыс.кл./мл до 2,5 млн.кл./мл, составив в среднем 1,0 млн.кл./мл. Максимальные значения численности были отмечены летом в поверхностном горизонте, а минимальные — на горизонтах 0 и дно весной. Весной численность гетеротрофных сапрофитных микроорганизмов в среднем составила 60 тыс.кл./мл, летом - 0,3 млн.кл./мл, осенью - 2,5 млн.кл./мл.

Численность нефтеокисляющих бактерий варьировала от 25,0 до 25,0 тыс.кл./мл, составив в среднем 15 тыс.кл./мл. В весенний период в поверхностном и придонном горизонтах были зафиксированы максимальные значения, а минимальные - в придонном горизонте осенью. Весной средняя численность микроорганизмов составляла 250 кл./мл, летом - 11 тыс.кл./мл, осенью - 234 кл./мл.

В 2022 г. по сравнению с 2018 г. численность фенолоокисляющих бактерий увеличилась в 2,5 раза и варьировала от 6 кл./мл до 60 кл./мл при среднем значении 22 кл./мл. Максимальные показатели были отмечены осенью на горизонтах 0 и дно - 60 кл./мл, и летом в поверхностном горизонте - 25 кл./мл.

Средняя численность микроорганизмов составила по сезонам: весной - 11 кл./мл, варьируя от 6 до 25 кл./мл; летом - 20 кл./мл, варьируя от 6 до 25 кл./мл; осенью - 34 кл./мл, изменяясь от 25 до 60 кл./мл.

Микробиологические показатели позволяют охарактеризовать воды залива Находка как «загрязненные», биоценоз находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Бухта Врангель. Средняя общая численность бактерий в акватории бухты Врангель варьировала от 0,79 до 4,34 млн.кл./мл и составила 2,15 млн.кл./мл. Средняя биомасса микрофлоры варьировала от 0,39 до 2,9 г/м³ и составила 1,5 г/м³. Максимальные показатели общей численности микроорганизмов и их биомассы наблюдались в поверхностном горизонте в осенний период, а минимальные значения - весной в придонном горизонте. Весной средние значения общей численности бактерий и их биомассы составляли 0,82 млн.кл./мл и 0,4 г/м³, летом - 2,56 млн.кл./мл и 1,2 г/м³, осенью - 4,27 млн.кл./мл и 2,9 г/м³.

Средняя численность сапротрофных бактерий варьировала от 60 тыс.кл./мл до 2,5 млн.кл./мл и составила 91 тыс.кл./мл. Весной численность сапротрофных микроорганизмов в поверхностном и придонном слоях акватории бухты составляла 60 тыс.кл./мл. Летом в поверхностном горизонте - 250 тыс.кл./мл, в придонном - 60 тыс.кл./мл. Осенью в поверхностном и придонном горизонтах - 2,5 млн.кл./мл.

В 2022 г. по сравнению с 2019 г. численность нефтеокисляющих бактерий снизилась в 2 раза, и варьировала от 60 кл./мл до 6000 кл./мл, а среднегодовое значение составило 1700 кл./мл. Максимальные показатели были выявлены осенью, а минимальные - весной.

Численность фенолоокисляющих бактерий в акватории бухты Врангель варьировала от 1 до 6 кл./мл, составив в среднем 5 кл./мл, летом было отмечено снижение значений.

Микробиологические показатели позволяют охарактеризовать воды бухты Врангель как «загрязненные», биоценоз находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Бухта Козьмино. Средняя общая численность бактерий в водах бухты Козьмино составила 1,93 млн.кл./мл, средняя биомасса — 1,0 г/м³. Их численность в акватории варьировала от 0,84 до 2,75 млн.кл./мл, биомасса — от 0,4 до 1,9 г/м³. Максимальные значения наблюдались осенью в поверхностном горизонте, а минимальные - осенью в придонном горизонте.

Численность сапротрофных бактерий находилась в диапазоне от 6 тыс.кл./мл до 600 тыс.кл./мл. Среднегодовая численность сапротрофной микрофлоры составила 19 тыс.кл./мл. Весной и летом средние значения соответствовали 25 тыс.кл./мл, осенью — 600 тыс.кл./мл.

В 2022 г. по сравнению с 2020 г. средняя численность нефтеокисляющих бактерий сократилась в 44 раза и варьировала от 6 до 250 кл./мл, составив в среднем 65 кл./мл. Минимальная численность наблюдалась весной в придонном слое, а максимальная летом в поверхностном горизонте.

Фенолоокисляющие бактерии в 2022 г. не были выявлены.

Микробиологические показатели позволяют охарактеризовать морские воды бухты Козьмино как «загрязненные».

Воды наблюдаемой части залива Петра Великого в 2022 г. характеризовались как «загрязненные», а биоценоз находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных территорий

4.1. Московский регион

Граница Московского региона объединяет два субъекта федерации: г. Москву и Московскую область. Регион является наиболее урбанизированным регионом страны - 147 городских населенных пунктов, при этом около 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 по данным государственной наблюдательной сети в Московском регионе, включает:

- наблюдения за уровнями загрязнения: атмосферы, почвенного покрова, поверхностных вод, и радиоационной обстановкой;
- 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 Московском регионе в 2022 г. в Московском регионе по данным государственной наблюдательной сети осуществлялся в городе Москве, девяти городах Московской области.

В 2022 г. по сравнению с 2021 г. уровень загрязнения атмосферного воздуха снизился до повышенного - в Подольске и до низкого - в Клину; сохранился на прежнем уровне: в городе Серпухове - очень высокий; в Москве - высокий; в Коломне и Мытищах - повышенный, низкий - в Воскресенске, Дзержинском и Электростали, увеличился до повышенного - в Щёлково.

Средние за год концентрации отдельных загрязняющих веществ превысили ПДК, за исключением Воскресенска, во всех городах региона, в том числе: диоксида азота - в 5 городах из 10, взвешенных веществ - в 1 из 10, формальдегида - в 6 из 7, хлорида водорода - в 1 из 3, аммиака - в 1 из 2.

В 2022 г. случаев высокого и экстремально высокого загрязнения воздуха в Москве и городах Московской области не было зарегистрировано.

За десятилетний период 2013-2022 гг. отмечается:

- рост содержания формальдегида в Серпухове; хлорида водорода - в Щёлково; оксида углерода - в Дзержинском;
- снижение содержания бенз(а)пирена в атмосферном воздухе большинства городов региона.

Основной вклад в загрязнение воздуха в городах на территории Московского региона вносят выбросы автотранспорта, предприятий теплоэнергетики и нефтехимической промышленности.

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 2022 гг. включительно ежегодно обследовалась одна из 14 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, в 2022 г. - во всех точках, отбора проб по маршрутам обследования

находились в пределах установленных ПДК и ОДК, но на отдельных участках маршрутов, в 2022 г. - от 36 до 100% 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 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
2 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 Щелково, 80, 2021	9,0	38,0	1,0	11,6	2,13	10,8	14,2	139,6	16720
3 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
4 Трасса М-4 от г. Ступино в сторону г. Москва, 100, 2019	8,3	25	1	6	2	11	14,4	385	9124
5 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
6 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
7 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
8 Горьковское, на В от МКАД; 65; 2015	9,5	21	0,6	8	3	7	20	200	6000
9 Ленинградское, на СЗ от г. Москва; 90; 2014	6,5	30	0,5	11	5	9	25	400	7000
10 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
11 Симферопольское, от пос. Стрелково; 36; 2012	14	26	0,3	14	10	10	40	600	8000
12 Горьковское, на В от д. Новая Купавна; 80; 2011	10	20	0,7	10	10	14	40	300	5000
13 шоссе Р-106, от г. Куровское; 40; 2010	7	20	0,3	10	9	13	25	300	5000
14 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, АПАВ и тяжелые металлы.

Температура воды в реках в зависимости от сезона 2022 г. колебалась от минимального значения 0,1°С в январе (р. Дубна - п. Вербилки) до максимальных 28,8°С в августе (р. Москва - ниже д. Нижнее Мячково). Средняя величина температуры воды по региону составила 8,7°С, что на 0,4°С ниже, чем в 2021 г.

Реакция среды (рН) была близка к нейтральной (7,82 ед. рН). Более кислая среда - 6,13 ед. рН была отмечена в воде в воде р. Воймега выше 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 7,58 мг/л, процент насыщения воды кислородом в среднем равнялся 66, что соответствует уровню 2019-2021 гг.

Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ в водотоках и водоемах Московской области было невысоким и составило 2,3 ПДК, что соответствует уровню 2011-2021 гг. Наименьшие значения (0,5 ПДК) были отмечены в воде р. Москва выше г. Звенигород и р. Лама в районе с. Егорье в феврале. Максимальные величины (19,0 ПДК) были зафиксированы в воде р. Воймега ниже г. Рошаль и р. Пахра - г. Подольск, ниже впадения ручья Черный, в январе. Количество органических веществ по ХПК изменялось значительно от 0,3 ПДК в воде р. Воря

выше г. Красноармейск в сентябре до 9,3 ПДК в воде р. Пахра - г. Подольск, ниже впадения ручья Черный в январе.

Степень загрязненности рек Московского региона различными формами азота была весьма разнообразной. В воде р. Нерская в районе д. Маришкино, р. Ока в районе гг. Кашира, Серпухов, р. Истра в районе д. Павловская Слобода и Москворецких водохранилищах содержание различных форм азота не превышало десятые доли ПДК, а нитратного азота - сотые доли ПДК. Наибольшая загрязненность нитритным (48,0 ПДК) и аммонийным азотом (36,2 ПДК) в 2022 г. была зафиксирована в воде р. Воймега ниже г. Рошаль в августе и октябре; нитратным азотом - в воде р. Закса в районе д. Большое Сареево (2,7 ПДК) в июне. В среднем по Московскому региону содержание нитритного азота составило 5,2 ПДК; аммонийного азота - 2,3 ПДК; нитратного азота - 0,3 ПДК. Содержание фосфатов в среднем по региону было на уровне 1,8 ПДК, однако в воде р. Пахра - г. Подольск, ниже впадения ручья Черный достигло 8,3 ПДК (январь).

Изменения среднегодовых концентраций примесей представлено на рис. 4.1.-4.3. Содержание фосфатов, аммонийного и нитритного азота снизилось по сравнению с 2021 г.

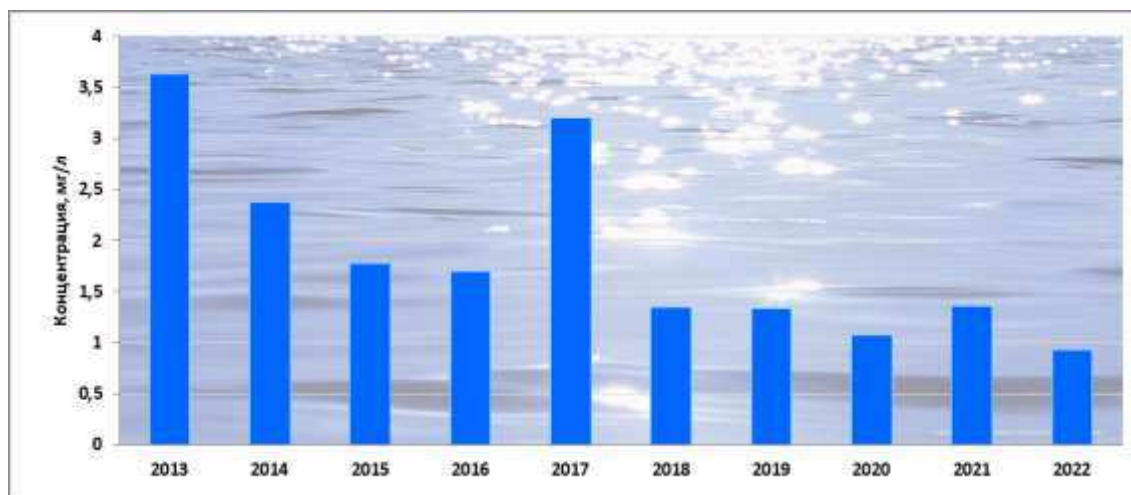


Рис. 4.1. Динамика среднегодовых концентраций аммонийного азота в воде водных объектов Московского региона

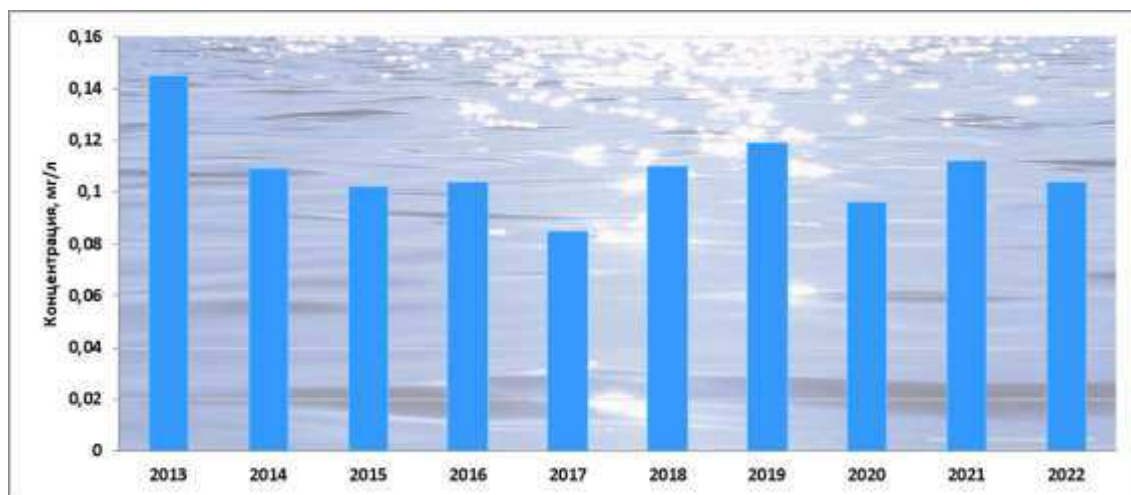


Рис. 4.2. Динамика среднегодовых концентраций нитритного азота в воде водных объектов Московского региона

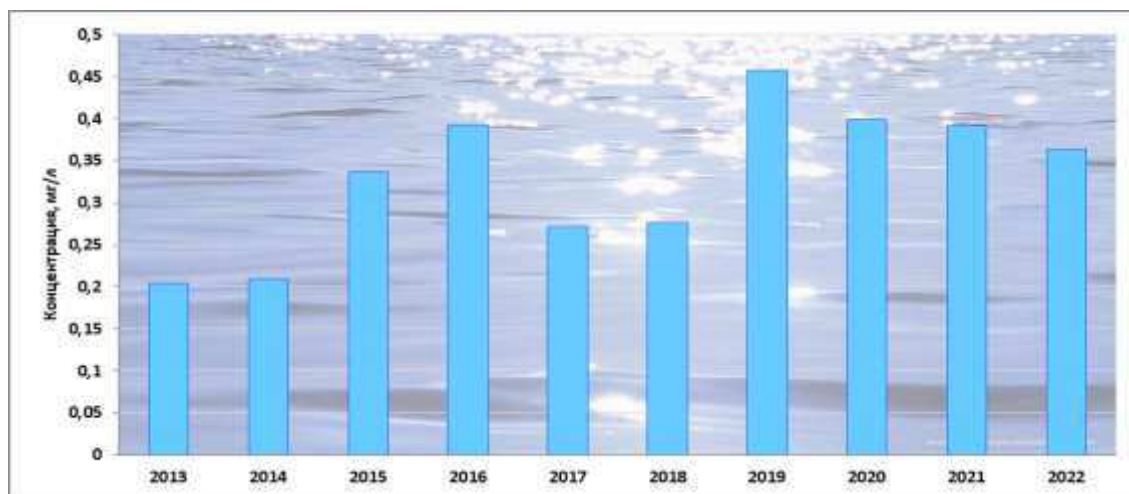


Рис. 4.3. Динамика среднегодовых концентраций фосфатов в воде водных объектах Московского региона

Минерализация воды водотоков и водоемов Московского региона в среднем составила 449,1 мг/л, что на 28,9 мг/л меньше, чем в прошлом году. Наибольшая величина (1331,0 мг/л) была отмечена в воде р. Яуза - г. Москва (апрель). Наименьшая минерализация (47,0 мг/л) — в воде р. Москва, г. Москва (п. Ильинское, май). Характер воды во всех водных объектах гидрокарбонатно-кальциевый, жесткость воды была умеренная (5,22 мг-экв/л), что выше, чем в 2021 г. на 0,36 мг-экв/л. Выщелачивающей агрессивной вода не обладает. Содержание хлоридов и сульфатов в среднем составило 0,2 ПДК и 0,3 ПДК, соответственно. Наибольшая концентрация сульфатов (0,9 ПДК) была зафиксирована в воде р. Нерская ниже г. Куровское (октябрь). Максимальное содержание хлоридов (2,2 ПДК) было отмечено в воде р. Яузы - г. Москва (апрель). Минимальное содержание хлоридов (0,1 ПДК) было в воде р. Ока выше г. Кашира (ноябрь) и сульфатов (0,1 ПДК) - р. Москва (г. Москва (п. Ильинское, май)).

Загрязнение водных объектов тяжелыми металлами было несущественным. Осредненные концентрации составили: хрома шестивалентного - 0,1 ПДК; никеля - 0,4 ПДК, свинца - 0,3 ПДК; меди - 2,1 ПДК; цинка - 5,1 ПДК. Наибольшие концентрации меди (37,6 ПДК) наблюдались в апреле в воде р. Яуза - г. Москва, цинка (47,0 ПДК) - в январе в воде р. Пахра - г. Подольск, ниже впадения ручья Черный. Концентрации растворенного в воде железа составили 1,6 ПДК, что на 0,8 ПДК ниже, чем в 2021 г. Кроме того, в воде р. Воймега выше г. Рошаль концентрации железа достигли 44,5 ПДК (июль).

Среднее содержание фенолов составило 1,8 ПДК; нефтепродуктов - 1,2 ПДК; АПАВ - 1,0 ПДК. Максимальная величина нефтепродуктов (24,0 ПДК) была зафиксирована в воде р. Яуза - г. Москва в апреле, фенолов (7,2 ПДК) - в воде р. Нерская - д. Маришкино в июне, АПАВ (3,2 ПДК) - в воде р. Пахра - д. Нижнее Мячково в августе.

Содержание формальдегида во всех водных объектах было на порядок ниже ПДК и лишь в воде р. Нерская - д. Маришкино достигло 1,0 ПДК (январь).

Оценка качества воды водотоков и водоемов по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ) показала, что качественный состав поверхностных вод Московского региона в 2022 г. представлен классами качества: от третьего - загрязненные воды, до пятого - экстремально грязные воды.

Таблица 4.2. Характеристики качества воды водных объектов Московского региона

Классы качества воды	Водные объекты Московского региона
1,2	нет
3	Водохранилища: Ивановское, Озернинское, Можайское, Истринское и Рузское; Реки: Лама, Дубна, выше п. Вербилки, Протва, выше г. Верея, Москва, (д. Барсуки, выше г. Звенигород, г. Москва (п. Ильинское), Истра, Ока, выше г. Серпухов
4	Реки: Медвенка, Осетр, Яуза, Лопасня, Нерская, Сестра, Воря, Клязьма, Дубна, ниже п. Вербилки, Протва, ниже г. Верея, Кунья, Ока, ниже г. Серпухов, Нара, Москва, (ниже г. Звенигород, г. Москва - Бабьегородская плотина, выше д. Нижнее Мячково, выше г. Воскресенск), Пахра (г. Подольск, выше впадения ручья Черный), Воймега, выше г. Рошаль
5	Реки: Зака, Рожая, Воймега, ниже г. Рошаль

В 2022 г. на водных объектах Московского региона было зафиксировано 215 случаев высокого загрязнения (ВЗ) различными веществами, что на 49 случаев меньше, чем в 2021 г. (рис. 4.4).

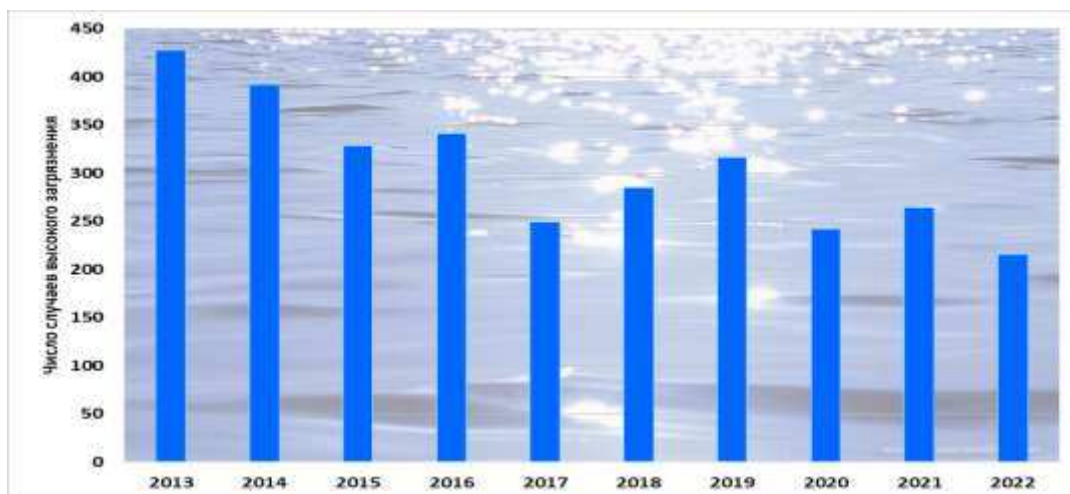


Рис. 4.4. Количество случаев высокого загрязнения воды водотоков Московского региона

Из общего количества ВЗ отмечено:

- ✓ 1 случай медью (р. Яуза);
- ✓ 1 случай дефицита кислорода (р. Воймега);
- ✓ 3 случая свинцом (рр. Яуза, Клязьма, Пахра);
- ✓ 4 случая железом (рр. Воймега, Нерская);
- ✓ 14 случаев цинком (рр. Яуза, Клязьма, Москва, Рожая, Пахра);
- ✓ 29 случаев аммонийным азотом (рр. Москва, Рожая, Закса, Воймега, Клязьма, Лопасня);
- ✓ 50 случаев легкоокисляемыми органическими веществами по БПК₅ (рр. Москва, Пахра, Ока, Кунья, Нара, Рожая, Закса, Воймега, Клязьма, Дубна, Лопасня);
- ✓ 113 случаев нитритным азотом (рр. Пахра, Закса, Рожая, Нара, Воймега, Клязьма, Москва, Ока, Лопасня).

На рис. 4.5. представлена диаграмма распределения количества случаев высокого загрязнения воды по водотокам Московского региона, которая отражает лидерство р. Москвы (60 случаев), после которой следуют реки: Клязьма (35 случаев), Пахра (25 случаев), Рожая (22 случая), Воймега (19 случаев), Лопасня и Нара (по 10 случаев).

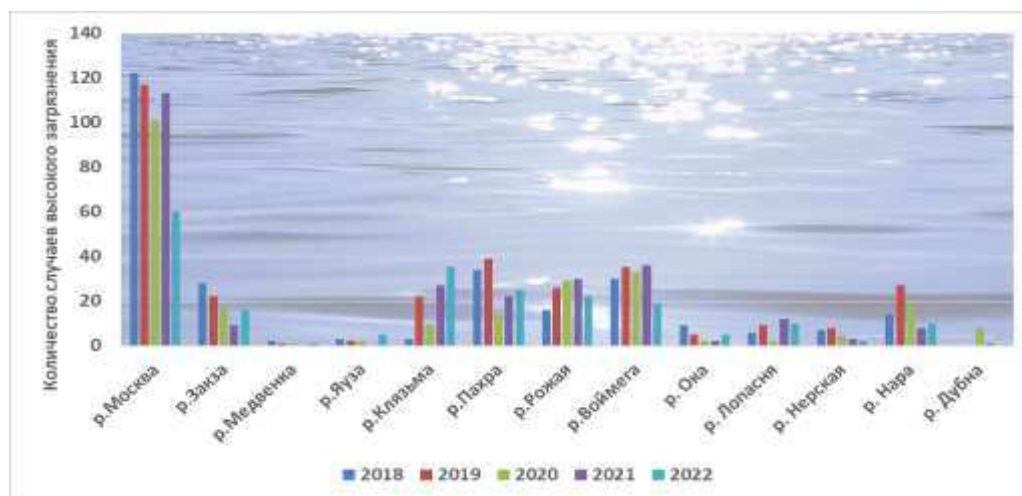


Рис. 4.5. Реки Московского региона с максимальным количеством случаев высокого загрязнения

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 $13,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальное значение среднемесячной объемной суммарной бета-активности аэрозолей наблюдалось в марте на метеорологической станции М-II Москва (Тушино) и составило $42,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что не превысило расчетных уровней ВЗ (РД 52.18.826-2015). Данные об объемной суммарной бета-активности аэрозолей представлены на рис. 4.6.

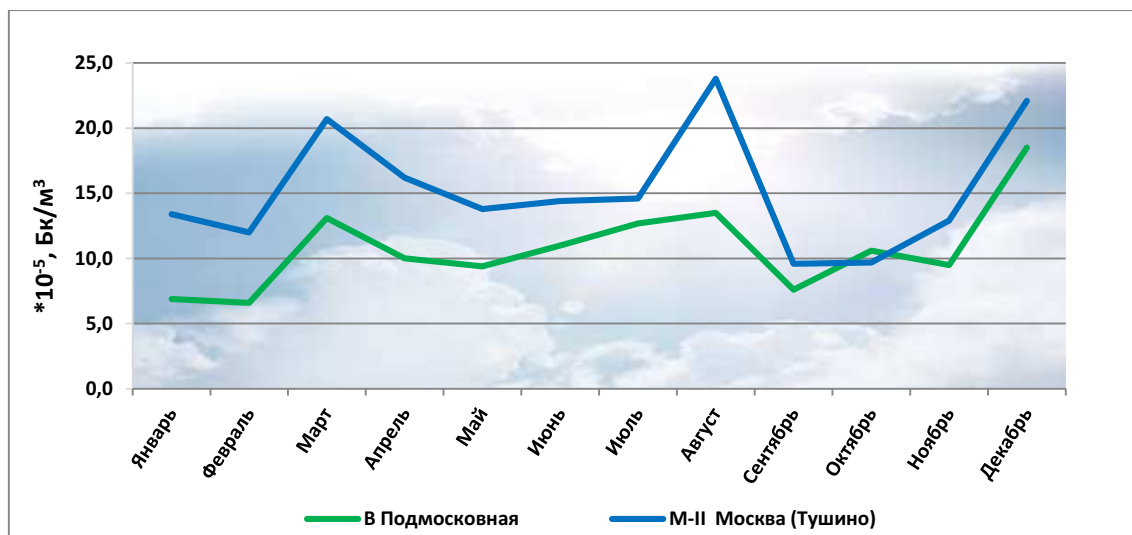


Рис. 4.6. Среднемесячная объемная суммарная бета-активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2022 г.

Радиоактивные выпадения на подстилающую поверхность определялись на 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 2022 г. составило 1,2 Бк/м² в сутки. Максимальные суточные выпадения были зарегистрированы в августе на метеорологической станции М-II Москва (Тушино) и составили 9,5 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. 4.7. Среднемесячные и максимальные суточные радиоактивные выпадения в 2022 г.

Мощность AMBIENTного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД) измерялась ежедневно на 17 станциях. Среднегодовая величина МАЭД на территории Московского региона изменялась от 0,10 мкЗв/ч до 0,15 мкЗв/ч и находилось в пределах колебаний естественного гамма-фона. Максимальные значения наблюдались в г. Москве в июне на метеорологической станции М-II Москва (Балчуг) и в Московской области в сентябре на метеорологической станции М-II Кашира и составили 0,18 мкЗв/ч и 0,22 мкЗв/ч соответственно, что не превысило расчетных уровней ВЗ (РД 52.18.826-2015). На станции фоновое значение МАЭД составило 0,12 мкЗв/ч, максимальные значения достигали 0,15 мкЗв/ч. 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.

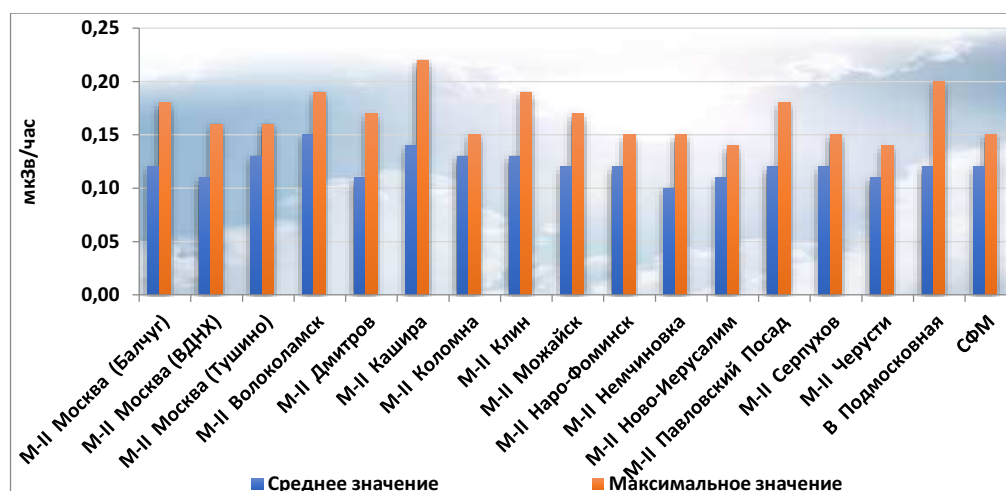


Рис. 4.8. Мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД) в 2022 г.

В 2022 г. в Московском регионе превышений допустимых значений объемной суммарной бета-активности аэрозолей, выпадений радионуклидов из атмосферы и мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения не было зарегистрировано.

4.2. Озеро Байкал

В 2022 г. комплексные гидрохимические, геохимические, гидробиологические и микробиологические наблюдения в бассейне озера Байкал проводились на станциях мониторинга в акватории озера (рис. 4.9).



Рис. 4.9. Схема расположения районов мониторинга в акватории озера Байкал

4.2.1. Поступление химических веществ из атмосферы

В 2022 г. наблюдения осуществлялись на пяти станциях: Хамар-Дабан, Байкальск (южный берег), Исток Ангары, Большое Голоустное (западный берег), Хужир (остров Ольхон).

Поступление химических веществ в районе оз. Байкал происходило, в основном, с атмосферными осадками. В каждой пробе определялось 12 показателей растворенных минеральных веществ, содержание растворенных органических соединений (ОВ) и труднорастворимых веществ (ТРВ). Количественная оценка состояния выпавших аэрозолей включала групповые показатели: сумму растворенных минеральных веществ, ОВ, ТРВ и общую сумму трех групп.

От 42% до 67% от общей суммы веществ поступали из атмосферы в период с апреля по октябрь 2022 г.

Данные химического анализа атмосферных осадков, выпавших в виде дождя или снега, а также динамика поступивших из атмосферы химических веществ, приведены на рис. 4.10 - 4.14.

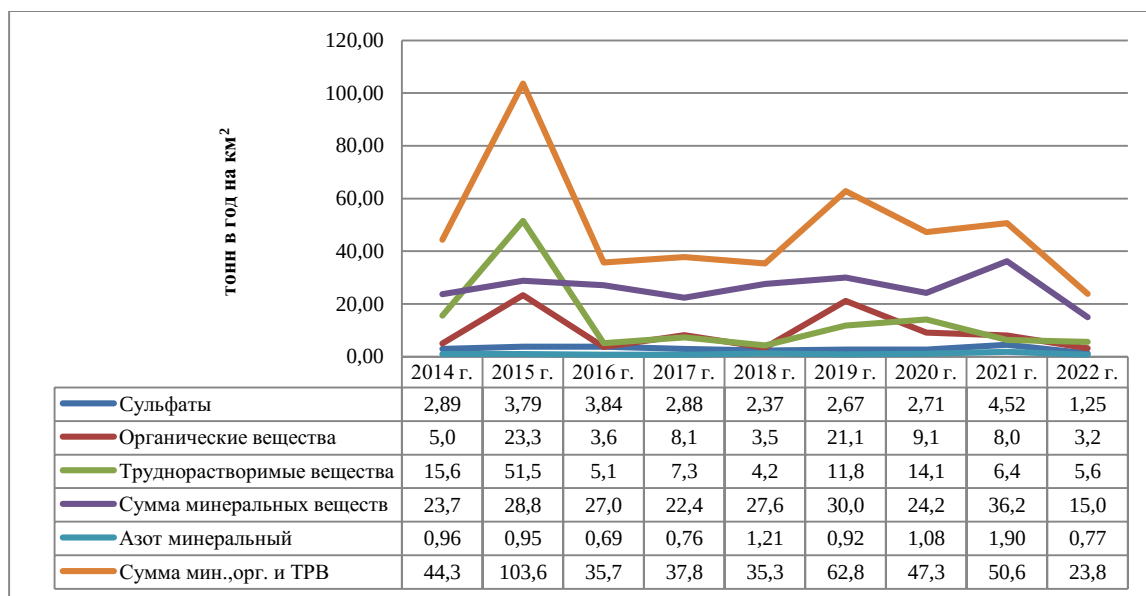


Рис. 4.10. Поступление веществ из атмосферы на ст. Хамар-Дабан

В 2022 г. на станции Хамар-Дабан наблюдалось снижение поступления всех наблюдаемых веществ (рис. 4.10). За исследуемый период низкие значения поступления сульфатов, органических веществ, суммы минеральных веществ и суммарного показателя - суммы минеральных, органических и труднорастворимых веществ фиксировались впервые.

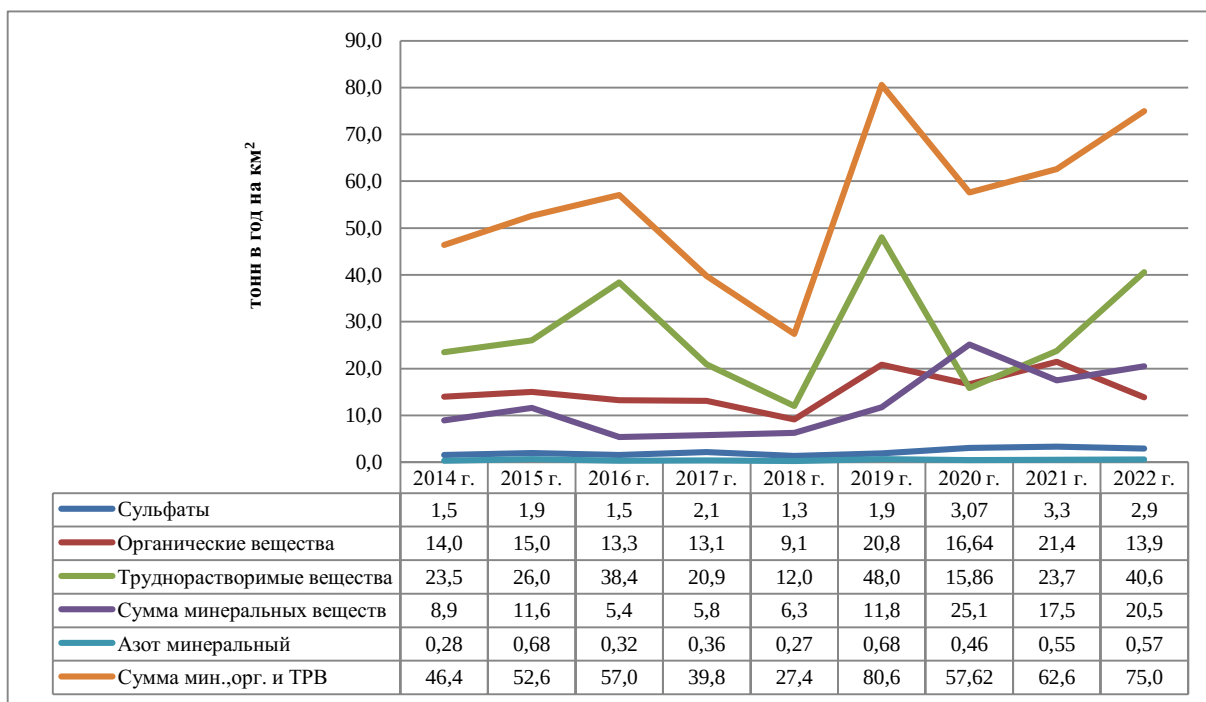


Рис. 4.11. Поступление веществ из атмосферы на ст. Байкальск

На станции Байкальск наблюдалось снижение поступления сульфатов и органических веществ. Значения остальных наблюдаемых показателей возросли относительно 2021 г.

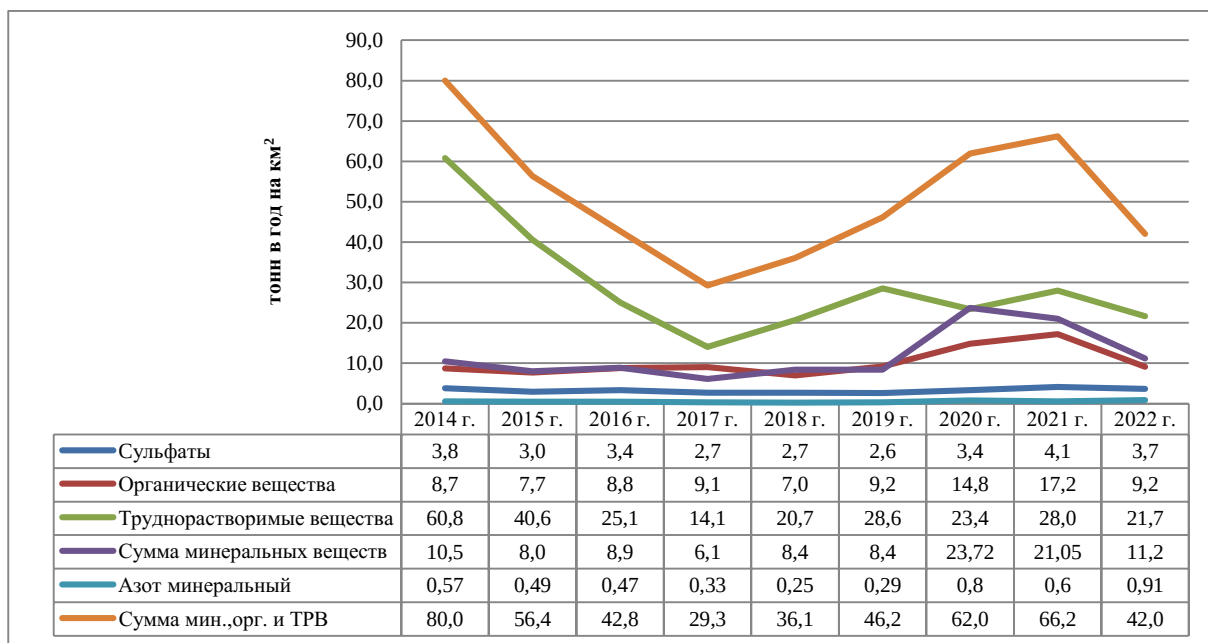


Рис. 4.12. Поступление веществ из атмосферы на ст. Исток Ангары

На станции Исток Ангары наблюдалось увеличение поступления из атмосферы минерального азота. Высокие значения поступления минерального азота на данной станции отмечаются впервые за исследуемый период. Аналогичные значения фиксировались только на станции Хамар-Дабан в 2014-2015 гг. Значения остальных наблюдаемых показателей снизились относительно 2021 г.

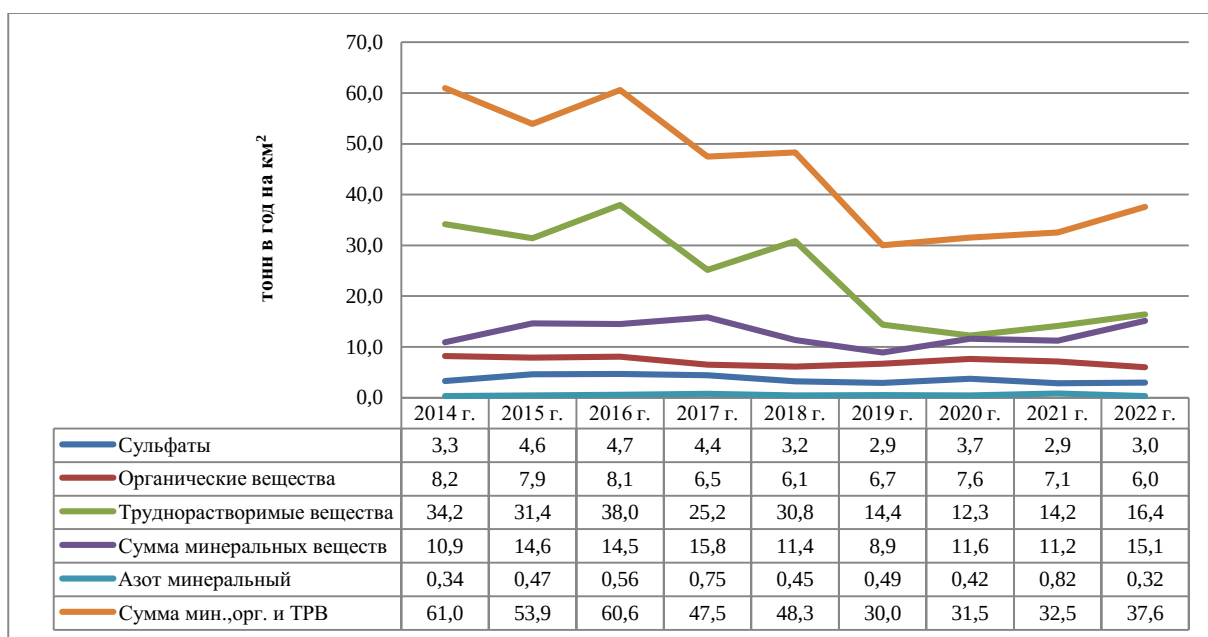


Рис. 4.13. Поступление веществ из атмосферы на ст. Большое Голоустное

На станции Большое Голоустное отмечалось увеличение поступления из атмосферы сульфатов, труднорастворимых веществ и суммы минеральных веществ (рис. 4.13). Поступление минерального азота значительно снизилось относительно 2021 г.

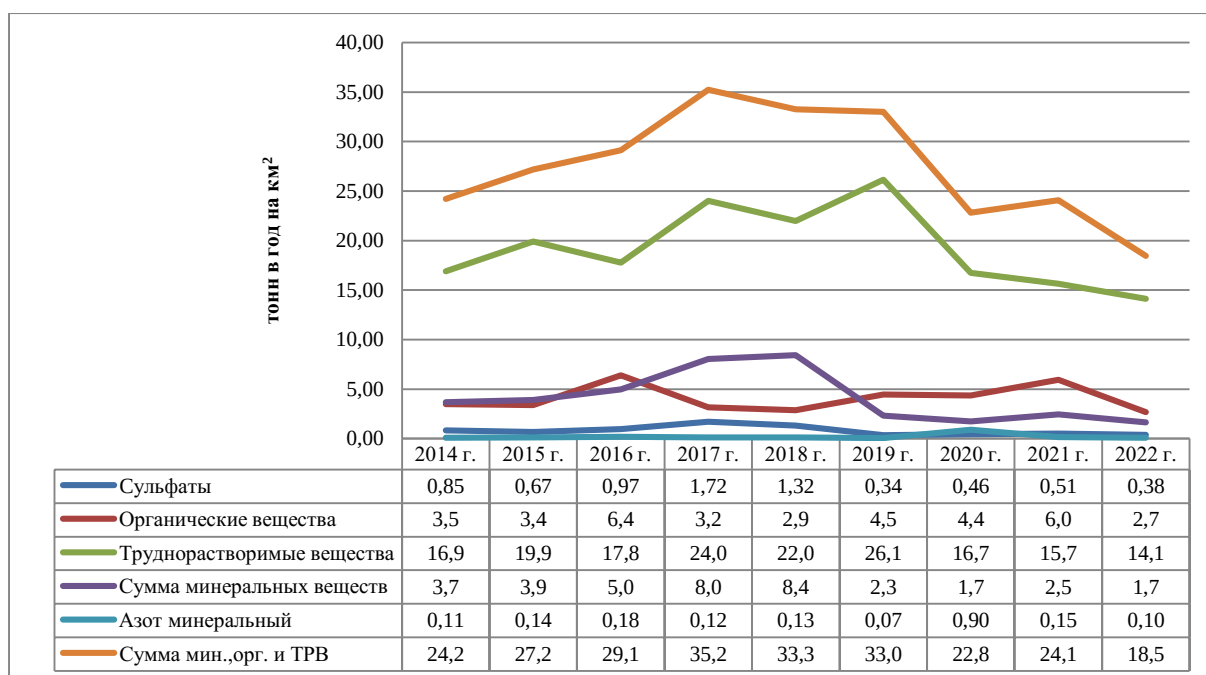


Рис. 4.14. Поступление веществ из атмосферы на ст. Хужир

На станции Хужир по всем исследуемым показателям наблюдалось снижение поступления веществ из атмосферы относительно 2021 г. (рис. 4.14).

4.2.2. Гидрохимические наблюдения за качеством поверхностных вод

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 коммунальных очистных стоков (КОС) г. Байкальска (250 км²), дельту р. 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-Мурин 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 2022 г. было проведено семь съёмов 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 2022 г. по сравнению с 2021 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/дм³		Число наблюдений: общее - с нарушениями ПДК		Максимальное превышение ПДК	
	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.	2021 г.	2022 г.
Водородный показатель, ед. pH	7,1 - 8,3	7,6 - 8,3	7 - 0	7 - 0	-	-
Сумма минеральных соединений, мг/л	90 - 105	91 - 104	7 - 0	7 - 0	-	-
Сульфаты, мг/л	4,1 - 7,8	5,0 - 7,4	7 - 0	7 - 0	-	-
Хлориды, мг/л	0,5 - 1,1	0,6 - 1,1	7 - 0	7 - 0	-	-
Взвешенные веществ, мг/л	0,0 - 1,8	0,0 - 2,2	7 - 1	7 - 1	1,6	1,0
Летучие фенолы, мг/л	0,0 - 0,003	0,0 - 0,002	7 - 7	7 - 7	3	2

В 2022 г. относительно предыдущего года, в районе глубоководного выпуска КОС г. Байкальска значения всех наблюдаемых показателей снизились и не превышали ПДК, за исключением летучих фенолов, содержание которых превышало от 1 до 2 ПДК в каждой из семи съёмов. Это свидетельствует о том, что сброс коммунальных сточных вод является основным источником поступления летучих фенолов в озеро.

В районе выпуска КОС г. Байкальска (ранее район БЦБК) в 2022 г. по сравнению с предыдущим годом, наблюдалось увеличение максимальных и среднегодовых концентраций сульфатных ионов - до 8,9 мг/л и 6,32 мг/л соответственно, что ниже фоновых значений. Содержание в воде общей серы заметно увеличилось, а максимум составил 2,7 мг/л (фон - 2,15 мг/л). 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 2022 г. в сравнении с 2016-2021 гг. приведена на рис. 4.15 - 4.18.

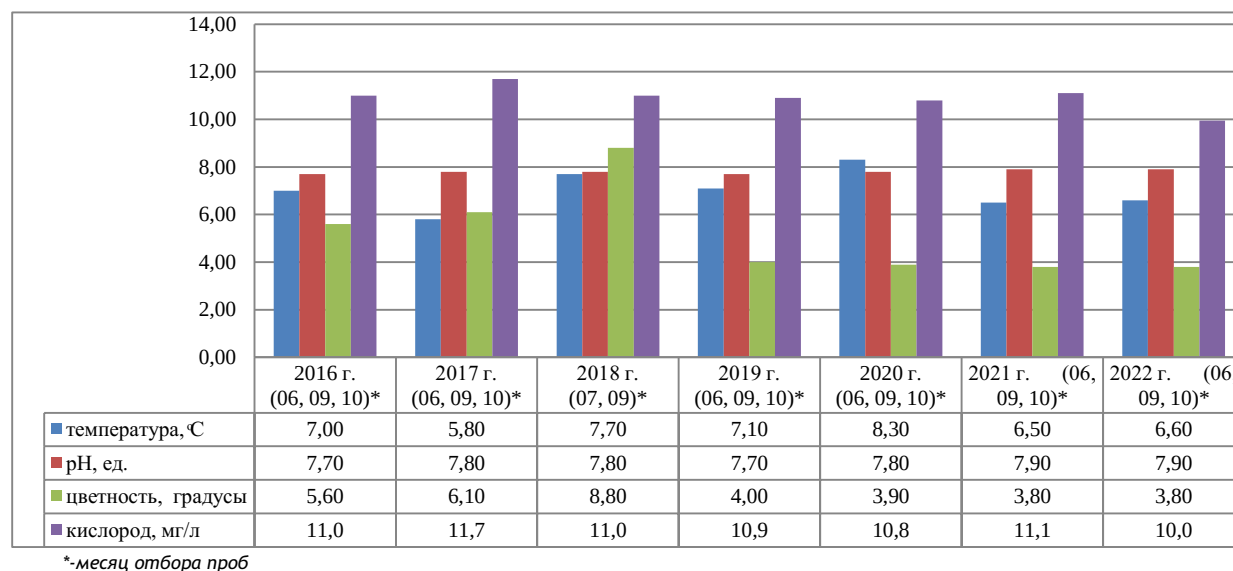


Рис. 4.15. Общая гидрохимическая характеристика воды в районе продольного разреза оз. Байкал

Наблюдения в исследуемый период проводились с июня по октябрь. Значения водородного показателя сохранялись в пределах 7,7-7,9 единиц pH, а содержание растворенного кислорода в пределах 10,0 - 11,7 мг/л. В 2022 г. наблюдалось минимальное за исследуемый период содержание в воде кислорода (рис. 4.15). Минерализация воды озера в северной, средней и южной частях соответствовала среднемноголетним значениям и изменялась в пределах от 96,3 мг/л до 97,1 мг/л (рис. 4.16).

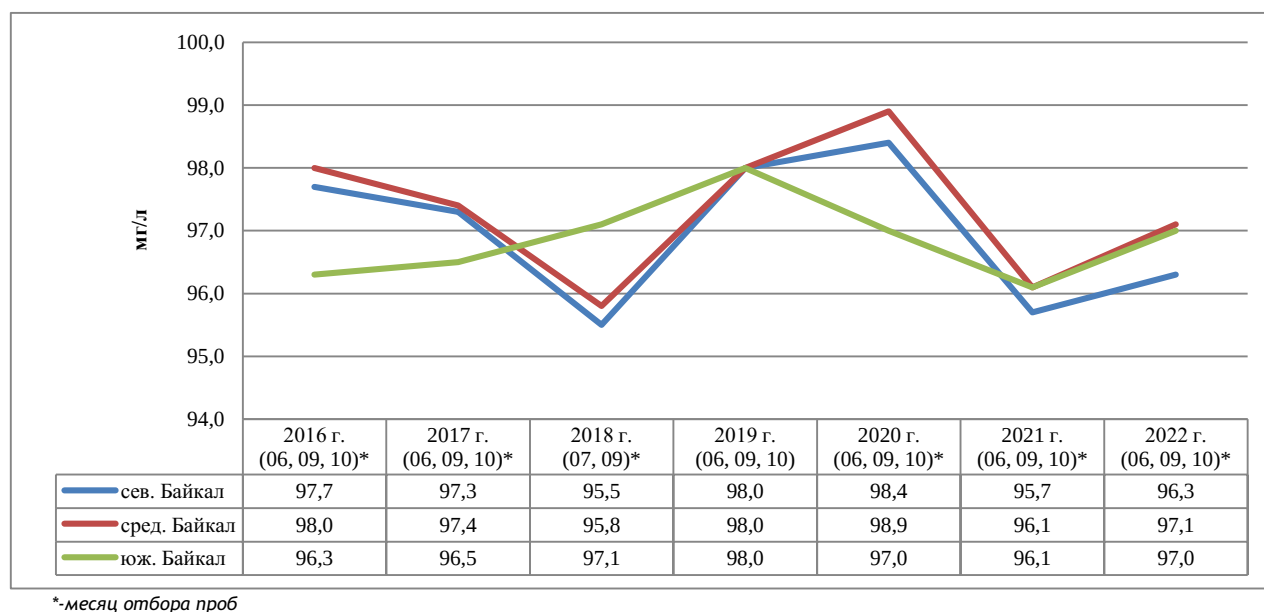
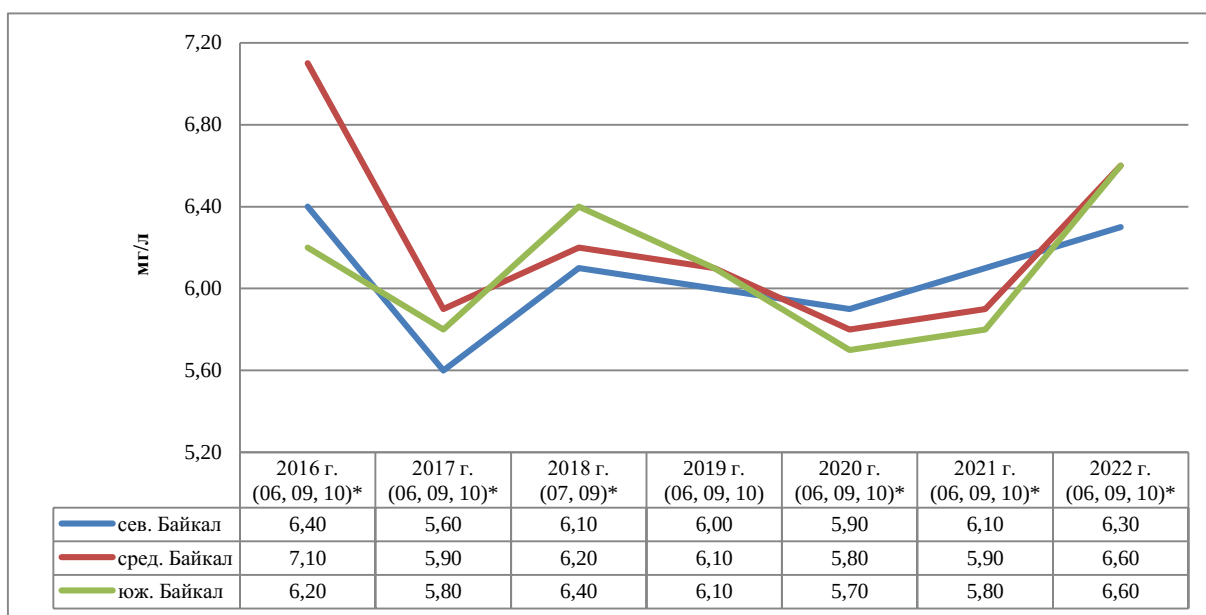


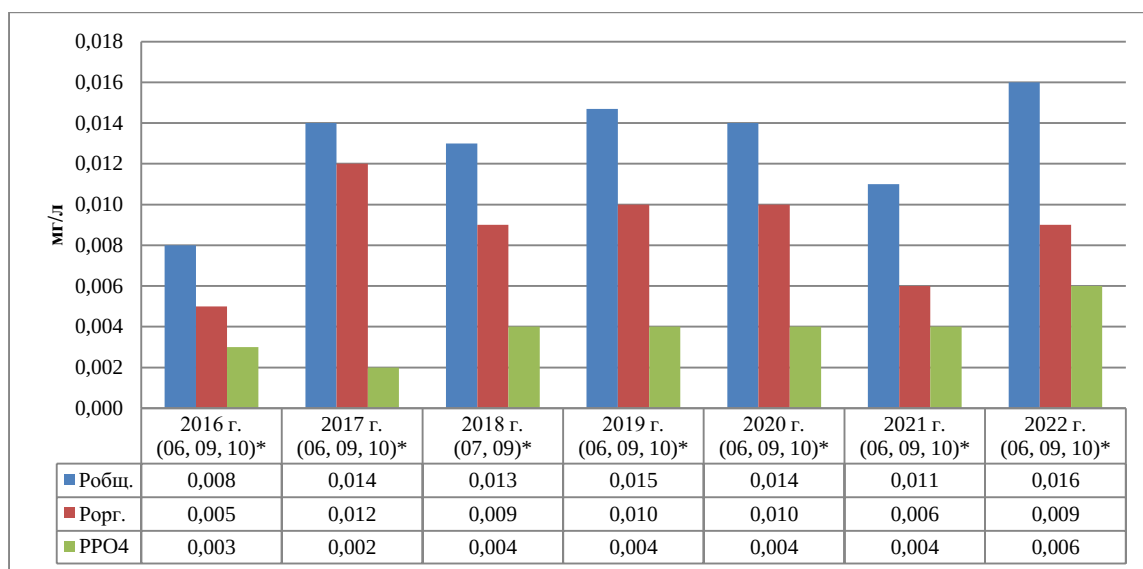
Рис. 4.16. Минерализация воды озера по котловинам продольного разреза

В 2022 г. по сравнению с предыдущим годом содержание в воде озера сульфатных ионов незначительно повысилось (рис. 4.17).



*-месяц отбора проб

Рис. 4.17. Динамика сульфатных ионов по котловинам продольного разреза



*-месяц отбора проб

Рис. 4.18. Содержание форм фосфора в воде озера в районе продольного разреза

Значения содержания форм фосфора в воде продольного разреза в 2022 г. находились на уровне среднееголетних значений (рис. 4.18).

В районе северной оконечности озера, прилегающей к трассе БАМ, было отмечено увеличение максимальных концентраций содержания в воде взвешенных веществ до 2,3 мг/л (фон 1,5 мг/л) и минеральных веществ до 106 мг/л (фон 99 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 2022 г., относительно фонового района озера, наблюдались незначительные превышения максимальных и среднегодовых концентраций взвешенных веществ, минеральных веществ, сульфатов и органического углерода. При этом содержание в воде загрязняющих веществ было ниже значений предыдущего года.

В районах расположения портов Южного Байкала (п. Байкал, п. Байкальск, п. Выдрино, п. Култук, п. Большое Голоустное) наблюдались повышенные концентрации загрязняющих веществ в портах Култук и Байкал по взвешенным веществам, сульфатам, хлоридам, нефтепродуктам, общему азоту и общему фосфору. 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.

4.2.3. Состояние донных отложений

Состояние донных отложений в районе выпуска коммунальных очистных стоков (КОС) г. Байкальска. В 2022 г. в районе выпуска КОС г. Байкальска были выполнены две запланированные геохимические съемки в марте

с отбором 28 проб донных отложений и грунтовой воды и в августе с отбором 31 пробы донных отложений и грунтовой воды на глубинах 15-300 м и 12-680 м. На фоновом участке были отобраны 3 пробы донных отложений и грунтовой воды на глубинах 50-200 м и 25-220 м.

Перечень определяемых показателей в грунтовой воде: растворенный кислород, минеральный азот (нитратный, нитритный, аммонийный), фосфатный фосфор, органические кислоты летучие, органические кислоты нелетучие, летучие фенолы; в донных отложениях: 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 12 лет в районе КОС г. Байкальска представлено на рис. 4.19.

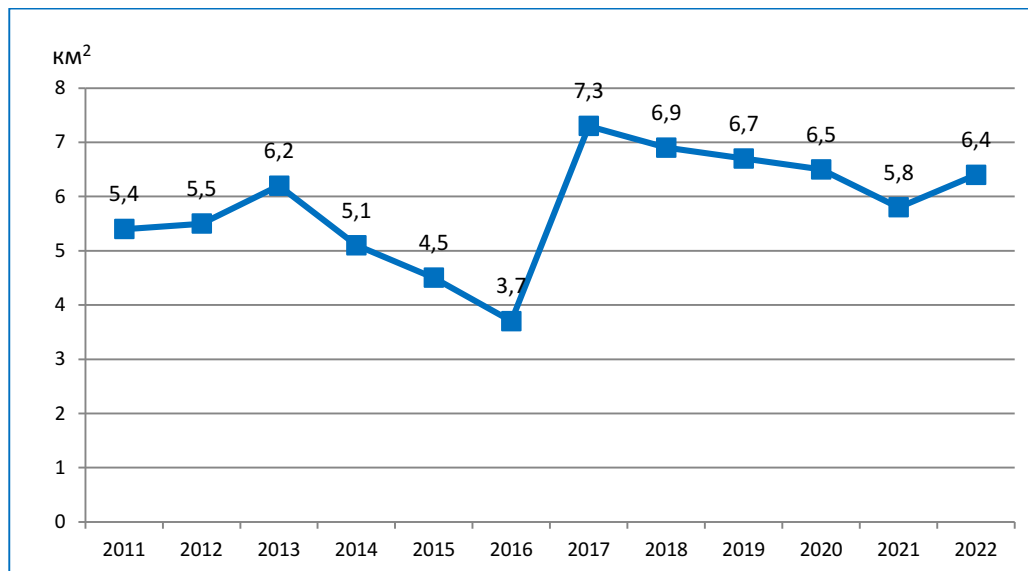


Рис 4.19. Изменение площади загрязнения в районе КОС г. Байкальска за 2011-2022 гг.

Данные результаты за 2022 г. свидетельствуют о некотором росте площади зоны загрязнения, которое произошло, в основном, за счет показателей летнего периода наблюдения, связанного с ростом фитопланктона, повлиявшего на увеличение ряда наблюдаемых показателей в грунтовой воде. Изменения химических показателей в грунтовой воде водоема происходят за относительно короткий промежуток времени, в донных отложениях эти изменения носят более длительный процесс. Результаты наблюдений по подледным съемкам 2021 г. и 2022 г. свидетельствуют о некоторой стабилизации гидрохимических и геохимических процессов, проходящих в донных отложениях, что отразилось на величине площадей загрязнения определенных в марте - 5,1 км² и 5,4 км²; в августе - 6,4 км² и 7,3 км² соответственно (рис 4.19). Данные наблюдений свидетельствуют о некотором незначительном увеличении в годовом (суммарном) расчете антропогенной нагрузки на качественный состав донных отложений полигона.

Содержание донных отложений в районе выпуска КОС г. Байкальска. Важнейшим элементом мониторинга оз. Байкал являются наблюдения за содержанием бенз(а)пирена (БП) в донных отложениях. Многолетние исследования по изучению накопления БП в донных отложениях полигона показали неоднородный характер загрязнения поверхностного слоя. Геоморфологическое строение полигона достаточно сложное: район расчленен тремя каньонами. Поэтому для геохимического анализа площадь была разделена по глубинам отбора проб на две части - до 100 м, где, в основном, представлены разнородные 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 и более 30 нг/г с.о. соответственно.

В 2022 г. средняя концентрация БП в песках (11 проб) в зимнее время составила 9,4 нг/г с.о. при диапазоне значений 1,3-48,4 нг/г с.о., (фоновое содержание в песках - 1,4 нг/г с.о.). В марте 2022 г. содержание полиарена в илах (20 проб) составило 14,2 нг/г с.о. при диапазоне 1,3 - 31,0 нг/г с.о., (фоновое значение - 2,9 нг/г с.о.). По Шкале сравнительных оценок пески на полигоне в марте соответствуют сильно загрязненным донным отложениям, в августе - умеренно загрязненным донным отложениям.

В целом в августе 2022 г. среднее содержание БП в донных отложениях на глубинах менее 100 м, составило 6,7 нг/г с.о. при диапазоне значений 0,1-19,4 нг/г с.о., (фоновое значение - 4,1 нг/г с.о.). Содержание арена соответствовало сильно загрязненным донным отложениям. В августе в илах концентрация арена составляла 10,5 нг/г с.о. при диапазоне значений 0,7-35,9 нг/г с.о., (фон - 11,7 нг/г с.о.). Согласно Шкале сравнительных оценок донных отложений внутриконтинентальных водоемов, содержание БП в августе 2022 г., как и 2021 г. в илах полигона соответствует умеренному значению загрязнения, в песках - сильно загрязненным донным отложениям (норматив Шкалы 5,0-30 нг/г с.о.).

В августе 2022 г. по сравнению с предыдущим периодом в донных отложениях (пески-илы) на полигоне наблюдается рост средних концентраций арена до 11,8 нг/г с.о. (2021 г. - 8,6 нг/г с.о.).

Состояние донных отложений в районе авандельты р. Селенга. В августе 2022 г. в донных отложениях было отобрано 14 проб (из них 4 пробы в районе речных выносов основной протокой Харауз). Все отобранные пробы донных отложений отнесены к глинистым илам.

В донных отложениях в 2022 г. в районе речных выносов основной протокой Харауз наблюдался некоторый рост содержания арена до 3,0 нг/г с.о. (2,5 нг/г с.о. в 2021 г.). Также наблюдалось увеличение содержания БП в донных отложениях на самом полигоне с 1,7 нг/г с.о. в 2021 г. до 2,6 нг/г с.о. в 2022 г. Таким образом, уровень загрязненности донных отложений БП на авандельте р. Селенга в 2022 г., как и в 2021 г. сохраняется на уровне фоновых значений (< 5,0 нг/г с.о.).

Состояние донных отложений в северной части озера. В июне 2022 г. в донных отложениях было отобрано 18 проб. Все донные отложения в литологическом плане относятся к илистым отложениям.

Комплексный многолетний мониторинг на севере озера показал, что зона наибольшего загрязнения стойкими органическими загрязнителями и биогенными соединениями донных отложений и грунтовой воды приурочена к северо-западной части полигона. Этот участок подвержен антропогенному воздействию вследствие прохождения в прибрежной полосе трассы БАМ, которая оказывает влияние, как на водосборную площадь рр. Тья, Кичера, Верхняя Ангара, так и непосредственно на прибрежную часть озера в районе гг. Северобайкальск, Нижнеангарск. Поэтом в данном обзоре этот район полигона, куда входят 6 станций отбора проб, определяется, как *Участок*, что необходимо для того, чтобы представить соотношение средних величин антропогенной нагрузки непосредственно на этот участок со средними значениями по всему полигону.

В июне 2022 г. по сравнению с сентябрем 2021 г. отмечался значительный рост содержания бенз(а)пирена, на полигоне с 1,9 нг/г с.о. до 4,2 нг/г с.о., что соответствует фоновому значению (до 5,0 нг/г с.о.). На Участке также произошло увеличение арена с 2,1 нг/г с.о. до 6,4 нг/г с.о., что соответствует умеренно загрязненным донным отложениям (5-3 нг/г с.о.).

Состояние донных отложений Малого моря. Максимальное содержание бенз(а)пирена в донных отложениях Малого моря в июне и августе 2022 г. было отмечено на максимальной глубине 312 м и 230 м соответственно. Среднее содержание составило в июне 5,5 нг/г с.о. при диапазоне 0,4-14,4 нг/г с.о., в августе - 1,8 нг/г с.о. при диапазоне 0,1-5,1 нг/г с.о. (в 2021 г. - 1,1 нг/г с.о. и 0,1-2,3 нг/г с.о. соответственно). Фоновая концентрация арена для глинистых илов - 5,0 нг/г с.о., что соответствует фоновым значениям.

В настоящее время наибольшую опасность для экосистемы оз. Байкал представляют канцерогенные ПАУ-БП, которые накапливаются в донных отложениях озера. Бенз(а)пирен был выявлен в донных отложениях во всех контролируемых полигонах. Наиболее высокие концентрации ПАУ были отмечены в песчаных отложениях полигона в районе выпуска КОС г. Байкальска (более 5,0 нг/г с.о.), что свидетельствует о сильном загрязнении донных отложений озера в данном районе.

4.2.4. Гидробиологические наблюдения на озере

В 2022 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 подледный период и ее снижении в весенний период наблюдений. Площадь зон загрязнения в подледный период по бактерио- и фитопланктону уменьшилась в 6 и 1,5 раза соответственно и увеличилась в весенний период по бактериопланктону в 2,5 раза, в осенний период наблюдений по фитопланктону в 1,5 раза.

По результатам осенней съемки в пределах малого полигона площадь зоны наибольшего влияния КОС не была выявлена. Повышенная численность бактериопланктона наблюдалась только на станциях, расположенных в районе Хара-Муринской банки в восточной части полигона. В донных отложениях по бактериобентосу площадь зоны загрязнения в подледный сезон сохранилась без изменений, в осенний сезон произошло ее уменьшение в 2 раза.

По величине олигохетного индекса исследованный участок озера можно характеризовать как «слабо загрязненный».

Развитие углеводородокисляющих бактерий отмечалось во все периоды наблюдений, с максимальной численностью 1 тыс.кл/мл в весенний период, что свидетельствует о загрязнении воды нефтепродуктами в этом районе озера. Фенолоокисляющие бактерии были выявлены в июне, в основном в пробах, отобранных на станциях расположенных в районе выпуска КОС г. Байкальска и на прибрежных станциях в западной части большого полигона, где численность составляла до 267 кл/мл.

В районе КОС г. Байкальска в осенних пробах зоопланктона спирогира наблюдалась по всему исследованному району озера. Наиболее активно водоросли развивались на станциях, расположенных в прибрежной полосе и западной части полигона, с наибольшим удалением от берега 2,5 км, вызывая здесь умеренное цветение воды.

В марте в 24% отобранных проб зообентоса, спирогира была выявлена на глубинах от 25 до 120 м, преимущественно с восточной стороны от выпуска условно чистых вод.

В северной части озера анализ состояния донных сообществ свидетельствует о сохранении здесь антропогенной нагрузки. В весенний сезон наблюдений численность всех изученных групп гидробионтов была выше в восточной прибрежной зоне. В осенний сезон максимальное развитие фитопланктона 713 тыс.кл/л и зоопланктона 17 тыс.экз./м² отмечалось в центральной (реперной) части озера, численность бактериопланктона по всей исследованной акватории отличалась незначительно составляя от 24 до 32 кл/мл.

По численности бактериопланктона наиболее загрязненными в оба сезона наблюдений были устьевые участки рр. Тья, Кичера, Верхняя Ангара, в июне к ним присоединялась р. Рель, весной численность бактериопланктона в реках изменялась от 205 до 578 кл/мл, а осенью от 121 до 377 кл/мл. В воде этих рек наблюдалось повышенное количество углеводородокисляющих бактерий от 100 до 10 тыс. кл/мл, а в рр. Рель и Кичера были выявлены фенолоокисляющие бактерии, их численность составляла 20 и 37 кл/мл соответственно. Полученные данные свидетельствуют о поступлении в озеро загрязняющих веществ с водами этих рек.

Развитие водорослей рода *Spirogira* Link. отмечалось в оба сезона наблюдений в прибрежной полосе вдоль западного побережья и северной оконечности озера. Максимальное скопление обнаружено в предустьевом участке р. Тья, вызывая здесь активное цветение воды.

По результатам проведенных наблюдений наиболее загрязненной по численности бактериопланктона является средняя и северная часть Малого моря. Тогда как максимальное развитие фитопланктона в оба сезона наблюдений отмечалось в южной части Малого моря.

Комплексные исследования состояния гидробионтов водной толщи и донных отложений Селенгинского мелководья, проведенные в сентябре 2022 г., показали, что численность и биомасса всех наблюдаемых гидробионтов была в 3-9 раз ниже, чем в 2021 г.

Одной из причин низких значений численности и биомассы наблюдаемых групп гидробионтов может являться повышенное содержание минеральной взвеси (1,3 мг/л в 2022 г. против 0,4 мг/л в 2020 г.) и некоторое снижение содержания кислорода (9,2 мг/л в 2022 г. против 9,8 мг/л в 2020 г.) в воде в этом районе озера, что возможно при штормовых явлениях произошедших накануне съемки.

В районе Селенгинского мелководья в сентябре была проведена одна плановая съемка. Наибольшее загрязнение водной толщи и донных отложений по бактерио-, фитопланктону и зообентосу отмечалось в центральной и северной частях. По зоопланктону в южной части напротив залива Сор.

По величине олигохетного индекса участки дна большей части станций, расположенных в северной и центральной части мелководья, характеризуются как «загрязненные», в южной части как «слабо загрязненные».

В 50% отобранных проб зообентоса в центральной и северной части Селенгинского мелководья были выявлены нити спирогиры.

Несмотря на наиболее низкую численность и биомассу наблюдаемых групп гидробионтов за последние 5 лет исследованные районы озера остаются под влиянием антропогенного загрязнения и требуют дальнейших наблюдений.

Особое опасение вызывает развитие водорослей рода *Spirogyra* Link., которые были выявлены в зоопланктонных пробах во всех исследованных районах озера, за исключением Малого моря, а в пробах бентоса в районе КОС г. Байкальска.

Ранее развитие спирогиры на Байкале отмечалось в основном, в мелководных заливах, но этот процесс не носил массового характера, как в последнее десятилетие. В настоящее время развитие спирогиры наиболее часто наблюдается в местах повышенного содержания биогенных элементов в воде, главной причиной которого являются недостаточно очищенные сточные воды.

4.2.5. Характеристика выноса загрязняющих веществ с водным стоком основных притоков оз. Байкал

Водный сток в замыкающих створах рек-притоков озера оценен по откорректированным среднемесячным расходам воды за 2022 г. и предыдущие периоды наблюдений (2021 г., 2020 г., 2017-2019 гг.). Поступление веществ с водным стоком рек-притоков: Селенга, Баргузин, Турка, Верхняя Ангара и малого северного притока р. Тья представлены в таблице 4.4.

Таблица 4.4. Средние поступления химических веществ с общим водным стоком основных притоков оз. Байкал в 2017-2019 гг. и годовые в 2020-2022 гг.

Показатели	Годы наблюдений			
	2017-2019	2020	2021	2022
Взвешенные вещества, тыс.т	286	320	1692	1087
Органические вещества, тыс.т	368	432	911	427
Легкоокисляемые органические вещества, тыс.т	61,8	82,0	123	97,0
Нефтяные углеводороды, тыс.т	1,35	1,68	3,15	2,14
Смолистые компоненты, тыс.т	0,10	0,06	0,10	0,07
АСПАВ, тыс.т	0,24	0,24	0,61	0,18
Летучие фенолы, т	43,0	54,5	82,3	74,5
Водный сток, км ³	39,3	50,8	72,0	47,0

Общий водный сток (далее - водный сток) притоков озера - рр. Селенга, Баргузин, Турка, Верхняя Ангара, Тья в 2022 г. снизился до 47,0 км³ от 72,0 км³ (2021 г.) в 1,5 раза (таблица 4.4; 4.5).

В 2022 г. в замыкающем створе р. Селенга - с. Кабанск средневзвешенное значение показателя БПК₅ превысило ПДК, достигнув 2,47 мг/дм³ (1,80 мг/дм³ в 2021 г.), в замыкающих створах других наблюдаемых рек средневзвешенные значения находились в интервале 1,03-1,58 мг/дм³ в 2022 г., что соответствует значениям многолетних наблюдений. Для всех представленных рек-притоков в их замыкающих створах было отмечено повышение средневзвешенных концентраций летучих фенолов до уровня 1,2-1,7 мкг/дм³ в 2022 г. от 0,6-1,3 мкг/дм³ в 2021 г.

Таблица 4.5. Поступления веществ с водным стоком основных притоков озера Байкал в 2021 г. (верхняя строка) и в 2022 г. (нижняя строка)

Показатели	Притоки озера			
	р. Селенга с. Кабанск	р. Баргузин п. Баргузин	р. Турка с. Соболиха	р. В. Ангара с. В. Заимка
Взвешенные вещества, тыс. т	<u>1523</u> 947	<u>97,5</u> 48,5	<u>19,2</u> 5,35	<u>49,3</u> 79,1
Органические вещества, тыс. т	<u>736</u> 280	<u>61,0</u> 53,2	<u>26,7</u> 6,70	<u>77,2</u> 78,0
Легкоокисляемые органические вещества, тыс. т	<u>97,5</u> 71,0	<u>4,28</u> 4,10	<u>4,90</u> 1,90	<u>14,7</u> 16,8
Нефтяные углеводороды, тыс. т	<u>2,43</u> 1,34	<u>0,221</u> 0,148	<u>0,065</u> 0,042	<u>0,410</u> 0,535
Смолы+асфальтены, тыс. т	<u>0,081</u> 0,039	<u>0,005</u> 0,006	<u>0,004</u> 0,003	<u>0,012</u> 0,020
АСПАВ, тыс. т	<u>0,540</u> 0,072	<u>0,022</u> 0,067	<u>0,017</u> 0,007	<u>0,025</u> 0,030
Летучие фенолы, т	<u>64,7</u> 48,0	<u>5,5</u> 7,0	<u>3,0</u> 1,5	<u>8,9</u> 15,5
Водный сток, км ³	<u>53,9</u> 28,7	<u>4,28</u> 3,97	<u>2,77</u> 1,24	<u>9,87</u> 11,2

В 2022 . по сравнению с 2021 г. суммарный вынос от пяти изученных рек летучих фенолов снизился в 1,1 раза, легкоокисляемых органических веществ - в 1,2 раза, нефтяных углеводородов - в 1,4 раза, что непропорционально снижению в 1,5 раза их общего водного стока. Также наблюдалось повышение выноса летучих фенолов в 3 раза, нефтяных углеводородов - в 2,5 раза, легкоокисляемых органических веществ - в 1,7 раза в створе р. Тья, расположенном ниже г. Северобайкальск, что непропорционально повышению водного стока реки в 1,6 раза (таблица 4.6). Следует отметить трехкратное сокращение с общим водным стоком изученных рек выноса анионных синтетических поверхностно-активных веществ - до 0,18 тыс. т в 2022 г. от 0,61 тыс. т в 2021 г.

Таблица 4.6. Поступления веществ через створ р. Тья - г. Северобайкальск, 1 км ниже города, 1 км ниже ГОС в 2021 г. и 2022 г.

Показатели	Годы наблюдений	
	2021	2022
Взвешенные вещества, тыс. т	2,97	7,15
Органические вещества, тыс. т	10,3	9,40
Легкоокисляемые органические вещества, тыс. т	1,78	3,05
Нефтяные углеводороды, тыс. т	0,030	0,075
Смолы + асфальтены, тыс. т	0,002	0,004
АСПАВ, тыс. т	0,007	0,004
Летучие фенолы т	0,8	2,5
Водный сток, км ³	1,17	1,93

По сравнению со средними значениями выноса веществ в 2017-2019 гг. тенденция повышения поступления легкоокисляемых органических веществ, нефтяных углеводородов, летучих фенолов с общим водным стоком пяти представленных рек в 2021-2022 гг. свидетельствует об устойчивости влияния этих выделенных загрязняющих веществ на озеро в указанный двухлетний период наблюдений.

Годовой водный сток р. Селенга снизился до 28,7 км³ в 2022 г. от 53,9 км³ (2021 г.) почти в 2 раза. В общем водном стоке пяти изученных рек-притоков озера доля р. Селенга снизилась до 61,1% от 75,0% (2021 г.). В 2022 г. в поступлении наблюдаемых веществ, в том числе загрязняющих, и при снижении водного стока вклад главного притока оз. Байкал сохранялся приоритетным, составляя 87% - взвешенных веществ, 65,5% - органических веществ, 73,3% - легкоокисляемых органических веществ, 62,6% - нефтяных углеводородов и 64,4% - летучих фенолов.

4.2.6. Комплексное обследование загрязнения окружающей среды в районе г. Байкальска

В 2021 г. проводилось комплексное обследование природной среды в районе промышленной площадки ОАО «БЦБК» и прилегающих территорий в рамках мероприятия «Комплексный мониторинг загрязнения поверхностных вод, донных отложений и почв в районе промышленной площадки ОАО «БЦБК» и прилегающих территориях в 2021-2024 гг.» Федерального проекта «Сохранение оз. Байкал» Национального проекта «Экология». В 2022 г. обследования были продолжены и расширены. Были отобраны и проанализированы пробы донных отложений (ДО) озера Байкал и его притоков, почв, воды озера Байкал, биологических объектов, атмосферного воздуха. В отобранных пробах определялось содержание широкого спектра загрязняющих веществ. На рис. 4.20 представлена карта-схема расположения точек отбора проб.



Рис. 4.20. Карта-схема отбора проб атмосферного воздуха - , воды - , донных отложений оз. Байкал - , донных отложений рек - , почв -  и биоты - 

Атмосферный воздух

Атмосферный перенос стойких органических загрязнителей (СОЗ) является одним из значимых факторов переноса и накопления антропогенных токсикантов в водах и биообъектах оз. Байкал. Регулярный отбор проб СОЗ и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в атмосферном воздухе начат в ноябре 2021 г. после введения в эксплуатацию воздухофильтрующей установки на м/с в г. Байкальск. Обобщенные данные об уровнях содержания СОЗ и ПАУ (диапазоны и средние значения концентраций) в пробах атмосферного воздуха приведены в таблице 4.7.

В проанализированных пробах воздуха присутствовали полихлорированные бифенилы (ПХБ), среднее содержание суммы конгенов составило 193 пг/м³, около 45% из них приходилось на пентахлорбифенилы. Доля более летучих три- и тетрахлорбифенилов в воздухе составила 10% и 29% и была выше по сравнению с другими средами (рис. 4.21).

Годовая динамика концентраций ряда СОЗ носит сезонный характер (рис. 4.22). При положительных температурах (апрель-октябрь) средняя концентрация ΣПХБ больше в 3,6, и ΣДДТ и 4,7 раза по сравнению с холодным периодом (ноябрь-март, отрицательные температуры). Сезонный ход концентраций ΣГХЦГ менее выражен, однако весной (март-май) уровни также выше в 1,6 раза, чем в холодный период (рис. 4.22).

Таблица 4.7. Диапазон и средние значения концентраций определяемых веществ в пробах атмосферного воздуха

Аналит	Диапазон	Среднее	Аналит	Диапазон	Среднее
Полихлорированные бифенилы, пг/м ³			Хлорорганические пестициды, пг/м ³		
ПХБ-28+ПХБ-31	2,2-51,6	13,0	Гексахлорбензол	0,88-36,5	7,3
ПХБ-52	1,1-98,0	18,6	α-ГХЦГ	0,86-6,0	2,5
ПХБ-101	0,50-102	20,2	β-ГХЦГ	0,01-0,92	0,29
ПХБ-118	0,40-80,3	17,6	γ-ГХЦГ	0,23-1,50	0,68
ПХБ-153+ПХБ-168	0,30-37,1	9,4	Σ ГХЦГ	1,12-7,85	3,4
ПХБ-138+ПХБ-158	0,30-36,6	8,3	2,4'-ДДЕ	0,05-0,56	0,21
ПХБ-180	0,10-7,0	1,3	4,4'-ДДЕ	0,31-6,1	2,2
Σ триХБ	2,2-55,5	15,1	2,4'-ДДД	0,03-0,68	0,21
Σ тетраХБ	3,6-286	56,2	4,4'-ДДД	0,01-0,97	0,33
Σ пентаХБ	1,7-419	91,5	2,4'-ДДТ	0,09-3,08	0,88
Σ гексаХБ	0,8-102	26,5	4,4'-ДДТ	0,08-2,82	1,1
Σ ПХБ	8,4-834	193	Σ ДДЕ+ДДД+ДДТ	0,62-13,8	4,9
Полибромированные дифениловые эфиры, пг/м ³			Токсафены, пг/м ³		
ПБДЭ-47	0,010-0,16	0,052	ТОХ 26	0,020-0,10	0,046
ПБДЭ-99	0,010-0,060	0,025	ТОХ 50	0,010-0,020	0,014
ПБДЭ-100	0,010-0,020	0,013	ТОХ 62	<0,01	-
ПБДЭ-183	0,010-0,070	0,033	Σ ТОХ	0,020-0,10	0,057
ПБДЭ-209	0,030-1,67	0,43			
Σ ПБДЭ	0,060-1,82	0,559			
Полициклические ароматические углеводороды, нг/м ³					
1-Метилнафталин	0,0032-1,81	0,32	Бензо(а)антрацен	0,078-1,94	0,53
2-Метилнафталин	0,013-3,80	0,43	Хризен	0,11-2,06	0,67
Нафталин	0,0062-1,99	0,49	Бензо(б)флюорантен	0,053-3,74	1,22
Аценафтилен	0,0088-0,79	0,16	Бензо(к)флюорантен	0,012-5,98	0,60
Аценафтен	0,0045-0,58	0,14	Бензо(е)пирен	0,040-2,53	0,67
Флуорен	0,010-3,0	0,66	Бензо(а)пирен	0,0098-2,21	0,44
Фенантрен	0,066-12,7	3,84	Перилен	0,0018-0,24	0,06
Антрацен	0,072-1,95	0,44	Индено(1,2,3-сd)пирен	0,030-2,01	0,45
Флуорантен	0,064-5,67	2,01	Дибензо(а, h)антрацен	0,0041-0,19	0,03
Пирен	0,40-3,98	1,41	Бензо(г, h)перилен	0,035-1,70	0,47
			Σ ПАУ	2,90-41,1	14,9

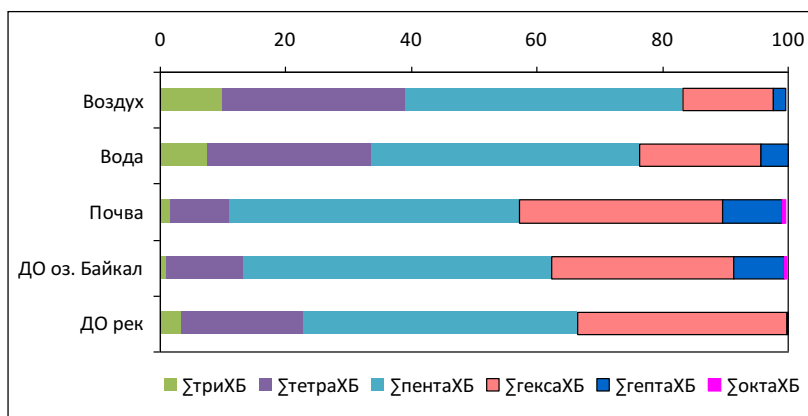


Рис. 4.21. Конгенерный состав ПХБ в пробах окружающей среды

В группе хлорорганических пестицидов (ХОП) в наибольших количествах присутствовали гексахлорбензол (ГХБ), альфа-ГХЦГ, 4,4'-ДДЕ. Во всех отобранных пробах также были идентифицированы в следовых количествах такие пестициды как гептахлор, оксихлордан, хлордан и наохлаор.

Концентрация полибромированных дифениловых эфиров (ПБДЭ) - относительно новой группы СОЗ была невелика. ПБДЭ идентифицированы только в 19% отобранных проб. Преобладал изомер ПБДЭ-209, доля которого в среднем составляла 73% (масс).

Для ПАУ сезонный ход обратный, чем для ХОП и ПХБ: с уменьшением температуры воздуха концентрации суммы ПАУ и бенз(а)пирена в воздухе увеличивались и превышала концентрации в теплый период в 2,7 и 4,6 раза, соответственно (рис. 4.22). Такой годовой ход концентраций ПАУ может быть объяснен увеличением их выбросов в отопительный сезон.

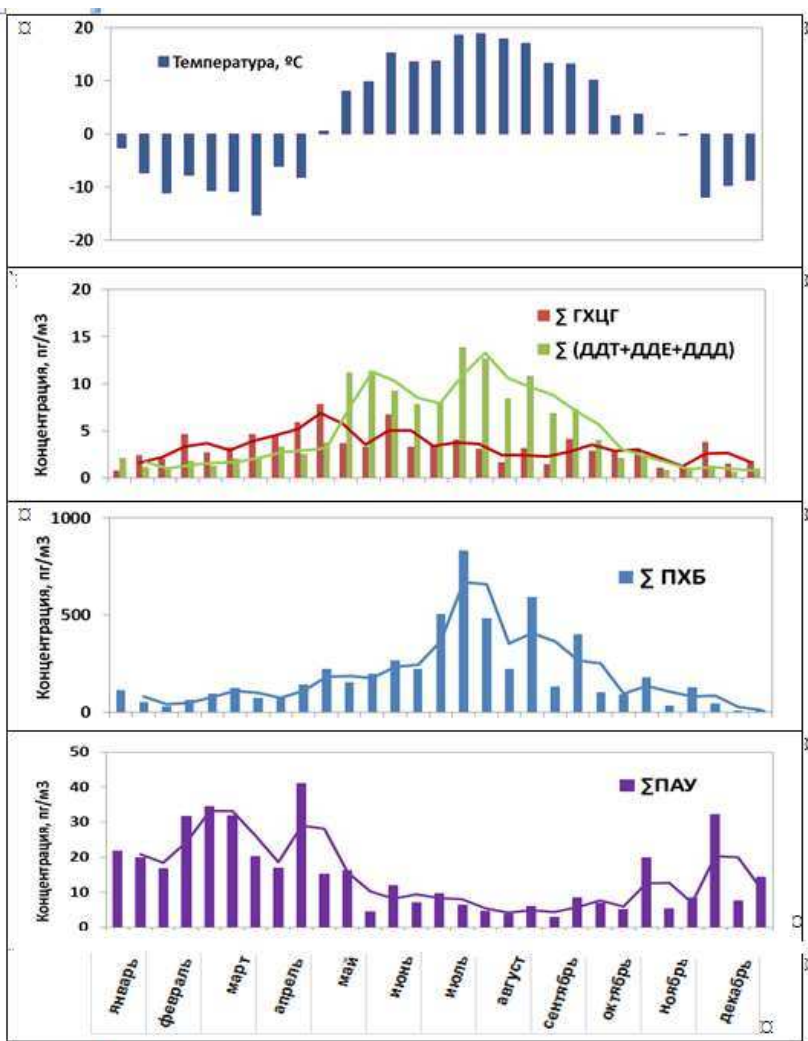


Рис. 4.22. Ход приземной температуры и концентраций ΣГХЦГ, ΣДДТ, ΣПХБ, ΣПАУ в г. Байкальске в 2022 г.

Вода оз. Байкала

Пробы воды оз. Байкал были отобраны в зоне влияния сбросов Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК). В двух точках, расположенных на расстоянии 1,5 - 1,7 км от побережья, были отобраны по одной поверхностной и придонной пробе. В третьей локации (около 7 км от г. Байкальска) пробы воды отбирались послойно с глубин 0,5; 25; 50; 100; 250 и 860 м. Полученные данные сравнивали с данными 2021 г., отобранными в Южной котловине озера Байкал с разных глубин (от 0,5 до 1114 м) (рис. 4.23). В отобранных пробах методом хроматомасс-спектрометрии измерялось содержание ПХБ (60 конгенов), хлорорганических пестицидов (23 соединения), токсафенов (три конгенера).

ПХБ в водах оз. Байкал представлены в основном конгенерами, содержащими от трех до шести атомов хлора (рис. 4.21). Суммарное содержание конгенов ПХБ заметно изменяется по глубинам от 0,5 до 1000 м для разных районов озера и находится в диапазоне 1163 - 2249 пг/дм³ по данным измерений 2021 г. В зоне возможного влияния БЦБК измеренное содержание ПХБ на разных глубинах варьировало от 435 до 5841 пг/дм³. Следует отметить, что ни в одной из отобранных проб не было зафиксировано превышения норматива, установленного приказом Минсельхоза №552 от 13.12.2016.

Во всех пробах воды также присутствовали ХОП, в основном ГХБ, изомеры ГХЦГ, ДДТ и его метаболиты. На рис. 4.23 представлены средние значения содержания ХОП, наблюдавшиеся в 2021 г. в Южной котловине и в 2022 г. вблизи г. Байкальск. В отличие от 2021 г. ни в одной пробе воды в 2022 г. не были зарегистрированы изомеры токсафенов.

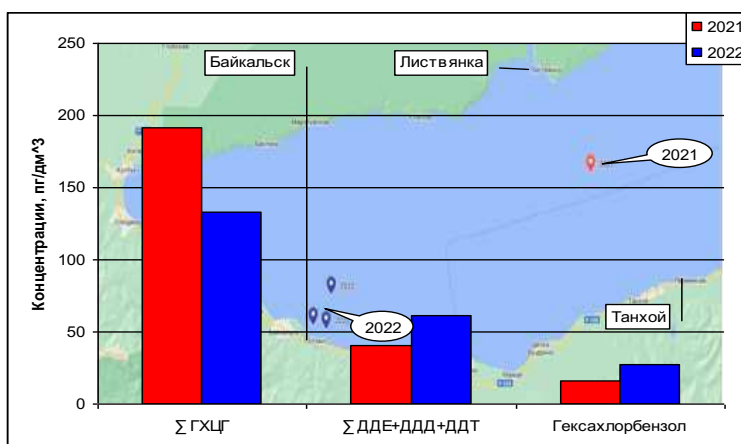


Рис. 4.23. Среднее содержание хлорорганических пестицидов в воде Южной котловины оз. Байкал

Донные отложения оз. Байкала

В донных отложениях (ДО) обследованных частей акватории оз. Байкал проводилось определение содержания загрязняющих веществ: ПХБ, ХОП, ПАУ, ртути и метилртути, а также мышьяка, органического углерода и цианидов.

ПХБ были выявлены во всех отобранных пробах донных отложений Байкала, суммарная концентрация ΣПХБ варьировала в диапазонах от 0,19 до 15,0 мкг/кг в 2021 г. и от 0,10 до 28,5 мкг/кг в 2022 г. Максимальные уровни были зафиксированы в точках на глубинах от 100 до 200 м на расстоянии до 400 м от береговой линии напротив БЦБК.

Из группы ХОП в пробах донных отложений идентифицированы гексахлорбензол и метаболиты ДДТ. Указанные соединения фиксировались на уровне содержания от 0,01 до 9,8 мкг/кг. Точки с максимальным содержанием пестицидов совпадают с точками, наиболее загрязненными ПХБ. Прочие пестициды, в том числе и изомеры ГХЦГ, содержались в донных осадках на следовом уровне - от 0,01 до 0,10 мкг/кг или не были выявлены.

По результатам исследований 2022 г. в донных отложениях оз. Байкал вблизи г. Байкальска содержание бенз(а)пирена варьировало от менее 0,1 до 58,9 мкг/кг, а суммы ПАУ - от 4,2 до 726 мкг/кг. Среднее содержание бенз(а)пирена в донных отложениях обследованной акватории составило 20,8 мкг/кг, а ΣПАУ - 334 мкг/кг. Коэффициенты вариации свидетельствуют о сильной изменчивости и разбросе концентраций ПАУ в донных отложениях исследуемого района. Минимальные концентрации ПАУ определялись в разнозернистых песках с низким содержанием органического углерода. Максимальные значения содержания бенз(а)пирена и ΣПАУ (58,9 и 726 мкг/кг соответственно) были зафиксированы в пробе, отобранной напротив Солзанского полигона шламонакопителей.

Содержание ртути в донных отложениях по данным 2022 г. изменялось от 10,3 до 26,5 мкг/кг при среднем значении 19,4 мкг/кг. Среднее содержание метилртути составило 0,29 мкг/кг в диапазоне 0,20-0,36 мкг/кг. Максимальный вклад метилированных форм в общее содержание ртути достигал 3,3%. Содержание мышьяка в ДО варьировало от 0,8 до 5,7 мкг/кг при среднем значении 3,1 мкг/кг.

Донные отложения притоков оз. Байкал

В 2022 г. были отобраны донные отложения в устьях рек Харлахта, Солзан, Малая и Большая Осинówki. В 2020 г. русла водотоков г. Байкальска были подвергнуты селезащитным мероприятиям - расширены и углублены для увеличения пропускной способности сезонных вод.

Перечень наблюдаемых показателей был аналогичен ДО озера Байкал. По гранулометрическому составу донные отложения рек относятся к песчаному типу, а по содержанию органического углерода являются минеральным осадком. Среднее содержание органического углерода в ДО было невелико и составило 0,42%, а минимальное и максимальное - 0,10 и 0,94% соответственно.

ПХБ в донных отложениях рек были представлены конгенерами, содержащими от трех до семи атомов хлора (рис. 4.21). Среднее содержание ΣПХБ составило 1,20 мкг/кг, максимальная концентрация (1,83 мкг/кг) была выявлена в пробе донных отложений, отобранной в устье р. Солзан, а минимальная (0,53 мкг/кг) - в устье р. Харлахта.

Из хлорорганических пестицидов в донных отложениях рек был выявлен только гексахлорбензол в диапазоне от 0,16 до 0,69 мкг/кг при среднем значении 0,41 мкг/кг, а также 4,4'-ДДЕ на уровне предела обнаружения методики анализа (0,03 мкг/кг).

В ДО содержались низкие концентрации ПАУ. При сравнении результатов измерений содержания ПАУ в 2021 и 2022 гг. отмечается увеличение их содержания с 4 мкг/кг до 25 мкг/кг. Максимальное содержание наблюдалось в донных отложениях устья р. Большая Осиновка.

Концентрации металлов были определены на уровне фоновых значений, характерных для песчаных донных отложений. В устьях рр. Малая Осиновка, Большая Осиновка, Солзан и Харлахта концентрации ртути составляли от <5,0 до 9,5 мкг/кг, метилртути от <0,15 до 0,24 мкг/кг и мышьяка от 0,5 до 0,8 мг/кг.

Почвы

В 2022 г. основной задачей обследования почв в районе г. Байкальск было уточнение ареалов загрязнения. Обследованную территорию г. Байкальска и его окрестностей условно можно ранжировать на три категории: фоновые точки, почвы селитебной зоны, а также промышленной зоны (полигоны захоронения отходов и прилегающие к производственной площадке БЦБК).

ПХБ были выявлены во всех отобранных 35 пробах почв, преобладали пента- и гексахлорбифенилы (рис. 4.21). Суммарная концентрация ПХБ в пробах изменялась от 0,98 до 674 мкг/кг сухого веса. В пятнадцати пробах наблюдалось превышение ОДК суммы ПХБ. Максимальные значения суммы ПХБ (18,1 ОДК в 2021 г. и 33,7 ОДК в 2022 г.) были зафиксированы на территории промышленной площадки БЦБК вблизи шламонакопителя. Также были превышены допустимые концентрации и индивидуальных нормируемых конгенов ПХБ (рис. 4.24). Для ПХБ-28 среднее содержание в проанализированных пробах и наблюдавшийся максимум составляли 0,3 и 6,3 ОДК соответственно, ПХБ-52 - 1,0 и 9,0 ОДК, ПХБ-101 - 0,9 и 7,7 ОДК, ПХБ-118 - 1,4 и 11 ОДК, ПХБ-138 - 1,8 и 19,7 ОДК, 153 - 1,7 и 20,5 ОДК, ПХБ-180 - 0,8 и 19,9 ОДК.

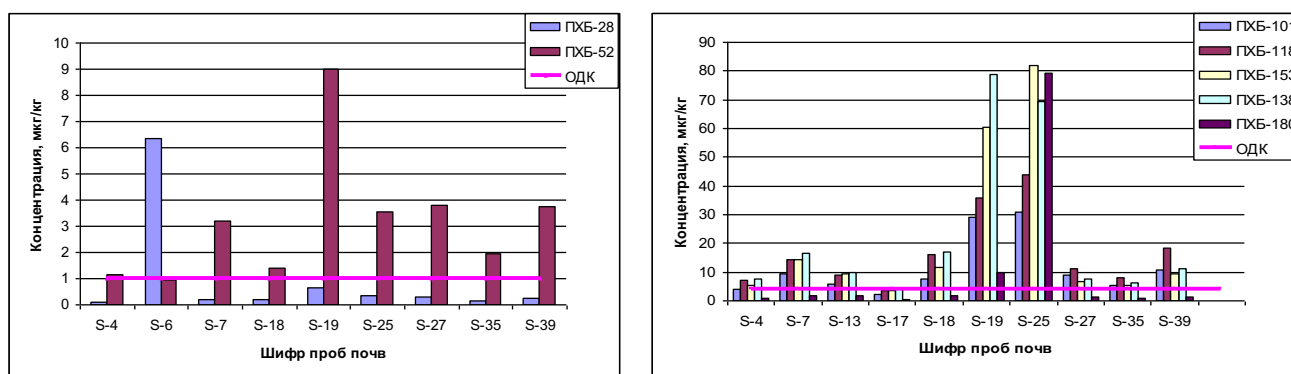


Рис. 4.24. Концентрации индивидуальных нормируемых ПХБ, выявленные в наиболее загрязненных пробах почв

С помощью программного обеспечения Surfer 10 по экспериментальным данным обследования 2021-2022 гг. (39 точек) были рассчитаны изолинии концентраций ПХБ на обследуемой территории (рис. 4.25). Выделяются три участка с превышением уровня допустимого уровня ОДК (внутри красных линий). Площадь загрязнения на территории 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.

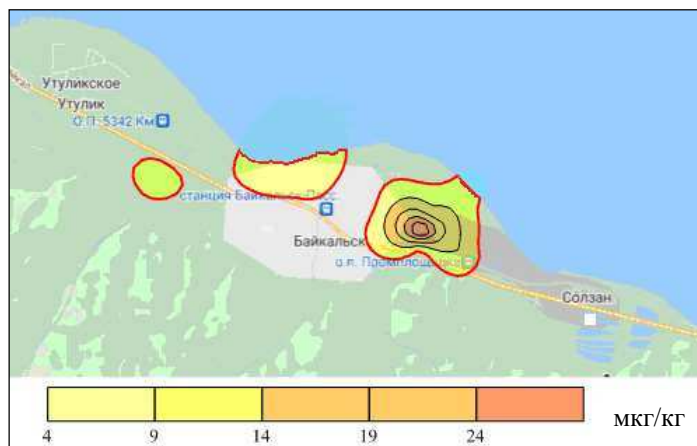


Рис. 4.25. Изолинии концентраций конгенера ПХБ-101 в почве

Исследованные пробы почв содержали хлорорганические пестициды, преимущественно ГХБ и метаболиты ДДТ. Концентрации пестицидов были достаточно низкие - от следовых до 24,4 мкг/кг. Максимальные значения ХОП были

выявлены в пробе почвы селитебной территории в микрорайоне «Строитель» г. Байкальска. Токсафены в почвах не были выявлены (чувствительность метода 0,01 мкг/кг).

Содержание бенз(а)пирена в пробах почв варьировало в диапазоне от 0,3 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 30,0 мкг/кг, суммы ПАУ - 784 мкг/кг.

На рис. 4.26 представлены изолинии концентраций бенз(а)пирена в почвах на обследуемой территории. Согласно расчету, загрязнение бенз(а)пиреном выше ПДК распространяется не только на территорию города, но и на расстояние до 3 км от основного источника - действующей ТЭЦ в юго-западном направлении. Характерная для г. Байкальска роза ветров показывает, что преобладают ветра с севера и северо-востока, что обуславливает перенос загрязняющих веществ в юго-западном направлении. Повышенное содержание бенз(а)пирена по сравнению с фоновыми значениями было отмечено также на территории шламохранилищ № 12-14 (от 0,5 до 0,9 ПДК).

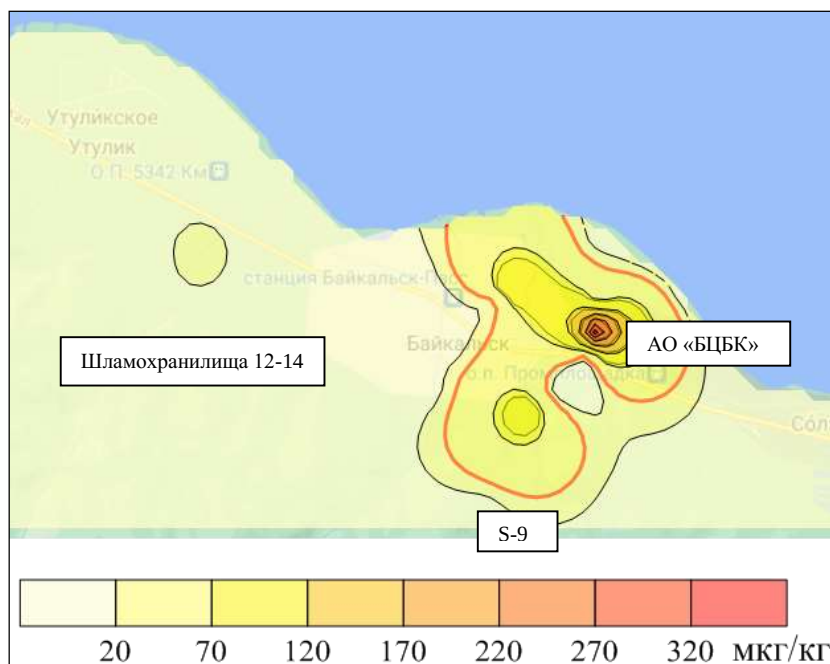


Рис. 4.26. Изолинии концентраций бенз(а)пирена в почве

Основной вклад в загрязнение почв г. Байкальска тяжелыми металлами вносили медь (в пяти пробах обнаружено от 1,1 до 11 ОДК), цинк (в пяти пробах было выявлено от 1 до 5 ОДК), никель (в шестнадцати пробах было выявлено от 1 до 2,1 ОДК), свинец (в пяти пробах было выявлено от 1 до 1,9 ОДК), кадмий (в одной пробе - 1,7 ОДК). В пробах почв, отобранных вблизи шламоаккумулятора №11 и на побережье оз. Байкала рядом с БЦБК были зафиксированы превышения по всем нормируемым металлам. В пробе, отобранной у подножья горы Соболиная, зафиксированы превышения ОДК свинца, меди и кадмия. Следует отметить, что в 2022 г. на данной территории начаты строительные работы по расширению курортной зоны, что могло повлиять на содержание металлов в почве.

Содержания мышьяка в почвах варьировало от 2,1 до 9,5 мг/кг, что соответствует среднему содержанию в почвах мира. Средние уровни мышьяка в почвах промышленной площадки (3,8 мг/кг) и поселка (5,4 мг/кг) были несколько выше по сравнению с фоном (2,7 мг/кг).

Среднее содержание общей ртути в пробах почв составило 0,070 мг/кг. Максимальная концентрация была зафиксирована на территории БЦБК и составляла 0,365 мг/кг. Максимальные концентрации в фоновых и городских районах в 3-4 раза меньше и составляли 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 (0,086 и 0,046 мг/кг соответственно). Содержание метилртути варьировало в диапазоне от <0,15 до 0,59 мкг/кг, среднее содержание составило 0,24 мкг/кг. Вклад метилированных форм в общее содержание ртути не превышал 0,8% (в среднем - 0,4%), и был ниже, чем в донных отложениях озера (3,3%).

Биологические объекты

СОЗ обладают токсичностью для биоты, устойчивостью к химическому и биологическому разложению. Для них характерна хорошая растворимость в жирах, что приводит к биоаккумуляции в жировых тканях организмов. В августе 2022 г. вблизи г. Байкальск был произведен отбор проб омуля, гаммаруса и сине-зеленых водорослей.

В пробе водорослей были выявлены только конгенеры ПХБ (суммарно 62,0 мкг/кг), из которых более 50% приходилось на долю пентахлорбифенилов, а также ГХБ (5,3 мкг/кг). Эти значения превышают уровни, наблюдавшиеся в донных отложениях, в 6-9 раз, в воде - более чем в 30 раз. В гаммарусе содержание суммы ПХБ составило 527 мкг/кг липидов, что превышало содержание в жире проанализированных образцов рыб (от 47 до 288 мкг/кг). Обнаруженное содержание ПХБ в омуле не превышало допустимого, установленного в Технический регламенте ТР ЕАЭС 040/2016 "О безопасности рыбы и рыбной продукции".

В тканях рыб и гаммаруса также были выявлены такие пестициды как ГХБ, ГХЦГ, ДДТ и его метаболиты, а также токсафены, хлорданы, нонахлор. Причем содержание пестицидов было выше в пробах рыбы по сравнению с содержанием в ракообразных. Такие пестициды как гептахлор, гептахлор эпоксид, мирекс, альдрин, эндрин, эндосульфат, октахлорстирол в проанализированных пробах не были выявлены.

По результатам комплексных обследований в районе г. Байкальск и прилегающих территорий в 2021-2022 г. были установлены диапазоны концентраций широкого спектра токсичных загрязняющих веществ в окружающей среде. Исходя из полученных данных, можно заключить, что уровни их концентраций в воде, донных отложений Южной котловины оз. Байкал и притоков рек, почвах, полученные в 2021-2022 гг. сопоставимы с учетом естественной вариации геохимических условий и погрешностей методов анализов. На выявленных загрязненных участках почв в зоне влияния БЦБК накопленный вред обусловлен в основном присутствием ПХБ и ПАУ. На основе экспериментальных данных были установлены ареалы распространения и оценены площади участков территорий, на которых превышены санитарно-гигиенические нормативы ПХБ и ПАУ (бенз(а)пирена).

В атмосферном воздухе по данным наблюдений за содержанием СО₂ и ПАУ на м/с Байкальск установлен сезонный ход концентраций СО₂ и ПАУ, обусловленный как глобальным и региональным переносом (ГХЦГ, ДДТ), так и влиянием локальных источников (ПХБ, ПАУ).

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. 4.27), 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», «Ессей», «Чиринда», «Эконда», «Кислокан», «Юкта»);
8. Республика Саха (Якутия) (в составе Абыйского, Аллахиковского, 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. 4.27. Картограмма 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. 4.8).

Таблица 4.8. 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 Т3288 среднемесячной температуры на 3288 станциях Земного шара (расположение станций на территории Российской Арктики (РА) показано на рис. 4.28), 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 «ААНИИ» Росгидромета.

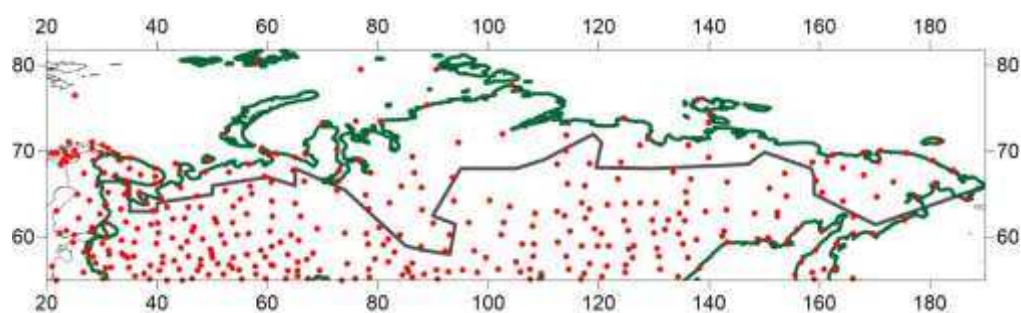


Рис. 4.28. Положение станций архива Т3288
(граница Российской Арктики показана жирной линией)

Температура воздуха

Данные о годовых и сезонных региональных аномалиях температуры воздуха в РА в 2022 г. представлены в таблице 4.9. Географическое распределение аномалий - на рис. 4.29.

Таблица 4.9. Характеристики годовых (январь-декабрь) и сезонных аномалий температуры воздуха в секторах Российской Арктики в 2022 г. Аномалии (VT, °C) рассчитаны относительно норм периода 1991-2020 гг., ранги приведены для рядов с 1936 г. Красным выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранг 1, 2 или 3), розовым - имеющие ранг 4 или 5, голубым - отрицательная аномалия.

	Год (январь-декабрь)		Зима		Весна		Лето		Осень	
	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг
Российская Арктика (РА)	1,53	5	1,26	15	1,79	6	0,91	3	0,56	16
Европейский сектор РА	1,71	3	0,86	24	0,67	19	2,55	2	1,58	7
Сибирский сектор РА	1,91	3	2,46	14	2,02	9	0,86	7	1,06	14
Восточный сектор РА	0,99	8	0,24	33	2,41	5	-0,23	23	-0,72	26

2022 г. в Российской Арктике был теплым: выше нормы базового периода 1991-2020 гг. на 1,53°C. Температуры выше нормы наблюдались всюду в РА. Осредненные аномалии температуры по Европейскому (+1,71°C) и Сибирскому (+1,91°C) секторам - среди трех самых крупных, а по Восточному сектору (0,99°C). Наиболее теплые условия наблюдались всюду в Европейском и Сибирском секторах.

Зимой в Российской Арктике было умеренно тепло (аномалия +1,26°C), в Европейском (+0,86°C) и Сибирском (+2,46°C) секторах температуры были выше климатической нормы (в Сибирском секторе почти всюду аномалии были выше +2°C). В Восточном секторе температуры на Чукотке, между низовьями Индигирки и Колымы, а также на побережье моря Лаптевых были немного ниже климатической нормы, аномалии до -1°C.

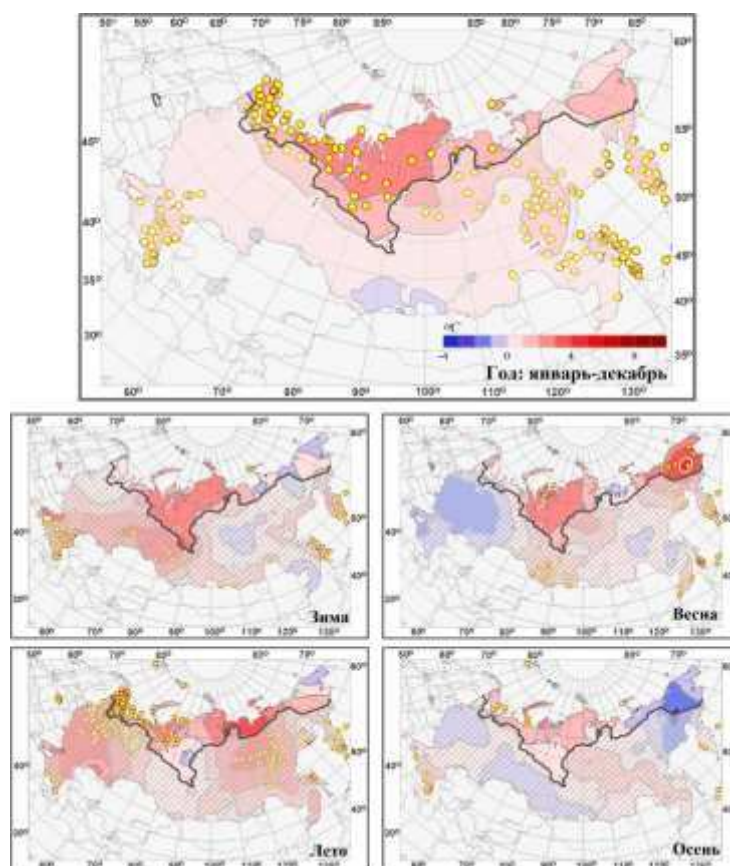


Рис. 4.29. Годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии температуры воздуха в Российской Арктике
Аномалии (°C) рассчитаны относительно норм периода 1991-2020 гг.
Желтыми кружками показаны аномалии выше 95-го перцентиля.

Весна была теплой, осредненная по РА аномалия температуры составила $+1,79^{\circ}\text{C}$. Теплее всего было в Восточном секторе ($+2,41^{\circ}\text{C}$). В Сибирском секторе ($+2,02^{\circ}\text{C}$) температуры выше климатической нормы наблюдались всюду, кроме низовьев Лены. В Европейском секторе было холоднее ($+0,67^{\circ}\text{C}$) на побережье Белого моря температуры были ниже климатической нормы.

Летом почти на всей территории РА температуры были выше климатической нормы, осредненная по РА летняя аномалия температуры составила $+0,91^{\circ}\text{C}$. Наиболее теплые условия сложились в Европейском секторе: аномалия температуры составила $+2,55^{\circ}\text{C}$. В Сибирском секторе ($+0,86^{\circ}\text{C}$) температуры выше климатической нормы наблюдались всюду, кроме района междуречья Нижней Тунгуски и Подкаменной Тунгуски. 95%-е экстремумы отмечались в дельтах Оби и Енисея. Значительно холоднее было в Восточном секторе ($-0,23^{\circ}\text{C}$). На побережье Восточно-Сибирского моря температуры были выше климатической нормы, а на Чукотке - ниже нормы.

Осенью осредненная по РА аномалия температуры составила $+0,56^{\circ}\text{C}$. Теплые условия сложились в Европейском секторе ($+1,58^{\circ}\text{C}$). В Сибирском секторе ($+1,06^{\circ}\text{C}$) также всюду температуры были выше нормы. В Восточном секторе было холоднее ($-0,72^{\circ}\text{C}$), всюду температуры были ниже нормы (аномалии до $-1,5^{\circ}\text{C}$).

Временные ряды региональных средних годовых аномалий для РА и ее секторов показаны на рис. 4.30, сезонных (для РА в целом) - на рис. 4.31. Рост среднегодовой температуры наблюдается в РА и всех секторах с середины 1970-х — начала 1980-х гг. и резко ускоряется в XXI веке. Максимальное потепление за 1976-2022 гг. происходит в Восточном секторе: $0,80^{\circ}\text{C}/10$ лет и Сибирском секторе: $0,74^{\circ}\text{C}/10$ лет (в целом по РА $0,70^{\circ}\text{C}/10$ лет). Все региональные тренды значимы на уровне 1%.

Из сезонов в целом по РА самое быстрое потепление отмечалось весной ($0,94^{\circ}\text{C}/10$ лет). Во все сезоны, кроме лета, отмечается ускорение потепления в XXI веке. Зимой и в переходные сезоны наблюдается небольшое похолодание в середине рассматриваемого периода. Осенью почти скачкообразный рост наблюдался между 1995 и 2005 гг., после чего рост заметно замедлился.

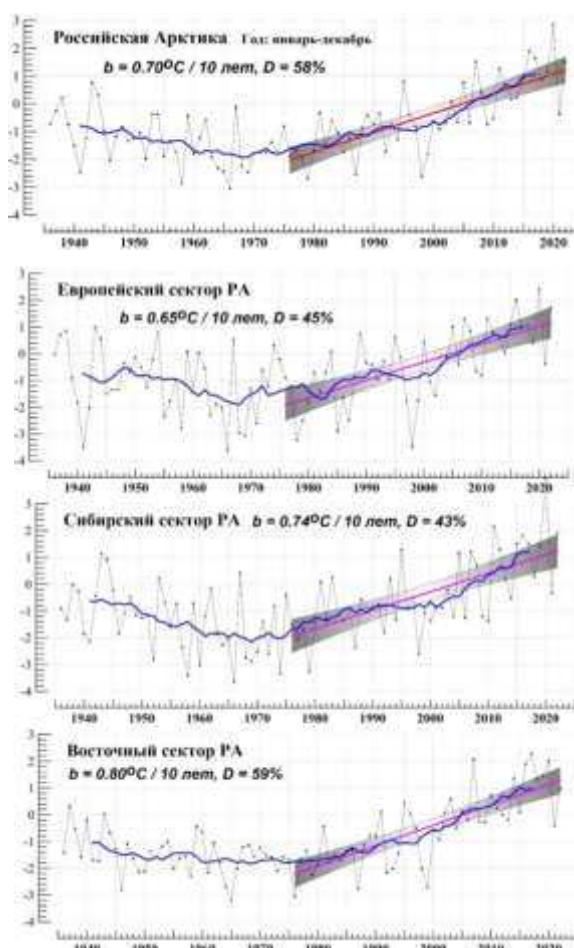


Рис. 4.30. Годовые (январь-декабрь) аномалии температуры воздуха в Российской Арктике и ее секторах в 1936-2022 гг.
Жирная синяя кривая - 11-летнее скользящее среднее.
Показан линейный тренд за 1976-2022 гг.

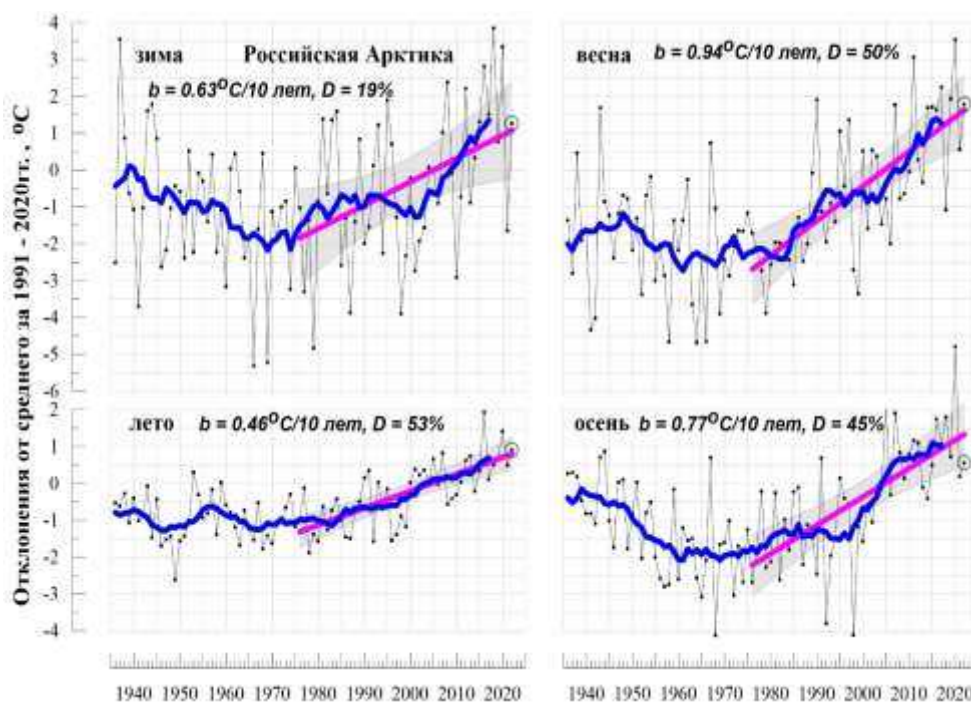


Рис. 4.31. Сезонные аномалии температуры воздуха в Российской Арктике в 1936-2022 гг.
Жирная синяя кривая - 11-летнее скользящее среднее.
Показан линейный тренд за 1976-2022 гг. с 95%-й доверительной полосой

Атмосферные осадки

Данные о годовых и сезонных суммах осадков в секторах Российской Арктики в 2022 г. представлены в таблице 4.10, а географическое распределение осадков за год в целом и сезоны представлено на рис. 4.32.

В целом в 2022 г. по РА выпало 101% нормы осадков. В Европейском и Сибирском секторах осадки также были близки к норме (98%); больше осадков (113% нормы) выпало в Восточном секторе. Больше всего осадков выпало зимой в Европейском секторе, весной в Сибирском, осенью в Восточном.

Превышение годовых осадков над нормой наблюдалось на юге Чукотского АО и на юге и юго-востоке Сибирского сектора (как часть общей зоны избыточного увлажнения в Средней Сибири, сложившейся в основном летом). В Европейском секторе практически всюду (кроме западной части Кольского полуострова) наблюдался дефицит осадков. В Сибирском секторе дефицит осадков наблюдался вокруг Обской губы и на Таймыре.

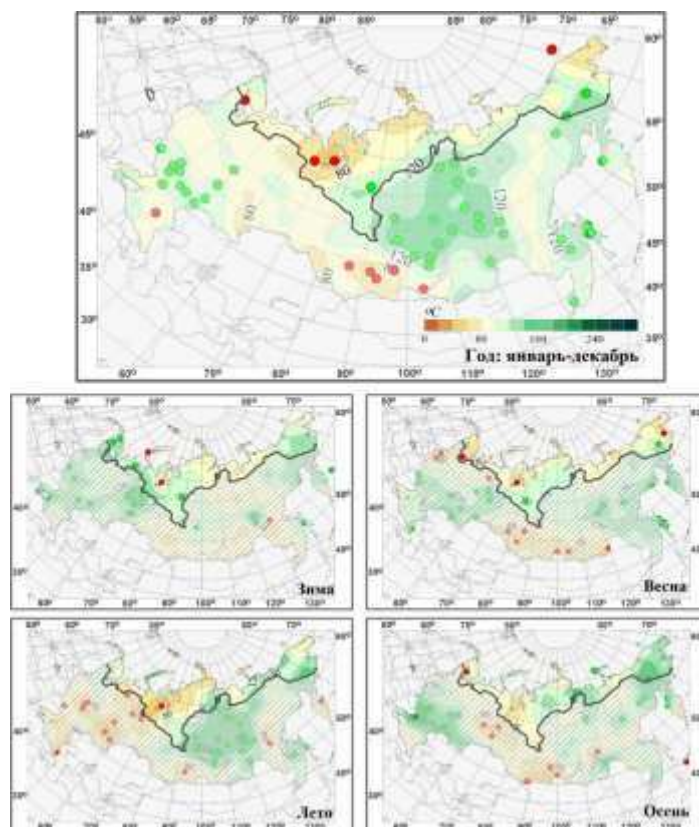


Рис. 4.32. Годовые (январь-декабрь) и сезонные суммы осадков (% от нормы периода 1991-2020 гг.) в Российской Арктике. Зелеными кружками показаны станционные аномалии выше 95-го процентиля, красными - ниже 5-го.

Зимой, в целом за сезон по РА выпало 104% нормы осадков. В Европейском секторе (107%) превышение осадков наблюдалось всюду, кроме Новой Земли. В Сибирском секторе выпало 100% нормы осадков; избыток наблюдался в южных районах Ямало-Ненецкого АО, дефицит - в районе Обской губы, на Таймыре, на побережье моря Лаптевых. В Восточном секторе (111% нормы) превышение осадков наблюдалось на большей части Чукотского АО.

Таблица 4.10. Характеристики годовых (январь-декабрь) и сезонных осадков (% от нормы периода 1991-2020 гг.) в секторах Российской Арктики. Ранги приведены для рядов с 1936 г. Жирным шрифтом выделено значение среди четырех самых крупных.

	Год (январь-декабрь)		Зима		Весна		Лето		Осень	
	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг
Российская Арктика (РА)	101	35-42	104	31	95	37-40	103	45-47	102	39-42
Европейский сектор РА	98	38-42	107	17-20	73	75-76	107	25-27	100	38-41
Сибирский сектор РА	98	34-40	100	27-29	108	14-15	96	55-57	94	53-54
Восточный сектор РА	113	36	111	40-43	85	62-63	117	29-33	125	17

Весной, в целом за сезон, по РА выпало 95% нормы осадков. Дефицит осадков наблюдался всюду в полосе вдоль побережья Северного Ледовитого океана и в целом в Восточном (85%) и, особенно, Европейском секторе (73%). Избыток – в Сибирском секторе (108% нормы) на юге и юго-востоке, а также в Восточном секторе в районе Корякского нагорья.

Летом, в целом по РА, выпало 103% нормы. В Европейском секторе (107% нормы) превышение осадков наблюдалось на западе Кольского полуострова, на Новой Земле, а дефицит осадков - на востоке. В Сибирском секторе (96% нормы) везде преобладал дефицит осадков, избыток наблюдался лишь на юге (в среднем течении Енисея) и восточнее Хатанги на севере. В Восточном секторе (117% нормы) преобладало превышение осадков, дефицит наблюдался лишь на востоке Чукотского АО.

Осенью, в целом по РА, выпало 102% нормы осадков. В Европейском секторе (100% нормы) небольшое превышение осадков наблюдалось на севере Кольского полуострова и на Новой Земле, на остальной части сектора

наблюдался дефицит осадков. В Сибирском секторе (95% нормы) дефицит осадков наблюдался на западе сектора (особенно район Обской губы), избыток - на востоке (большая часть Таймыра, дельты рек Хатанга и Лена). В Восточном секторе (125% нормы) преобладал избыток осадков.

В среднем за год, за период с 1976 по 2022 гг., наблюдается значимый на 1%-м уровне рост осадков в целом по РА: 2,6% нормы за 10 лет (рис. 4.33). В Европейском секторе прослеживается монотонное увеличение с 1970-х, тренд значим на 5%-м уровне. В Сибирском секторе тренд составляет в этот период 4,1% нормы за 10 лет, и он значим на 1%-м уровне.

В Восточном секторе тренд в период потепления отсутствует; наблюдался рост осадков с начала XX века до начала 1960-х и с середины 1990-х по 2010-е гг. Максимум около 1960 г. прослеживается также в других секторах.

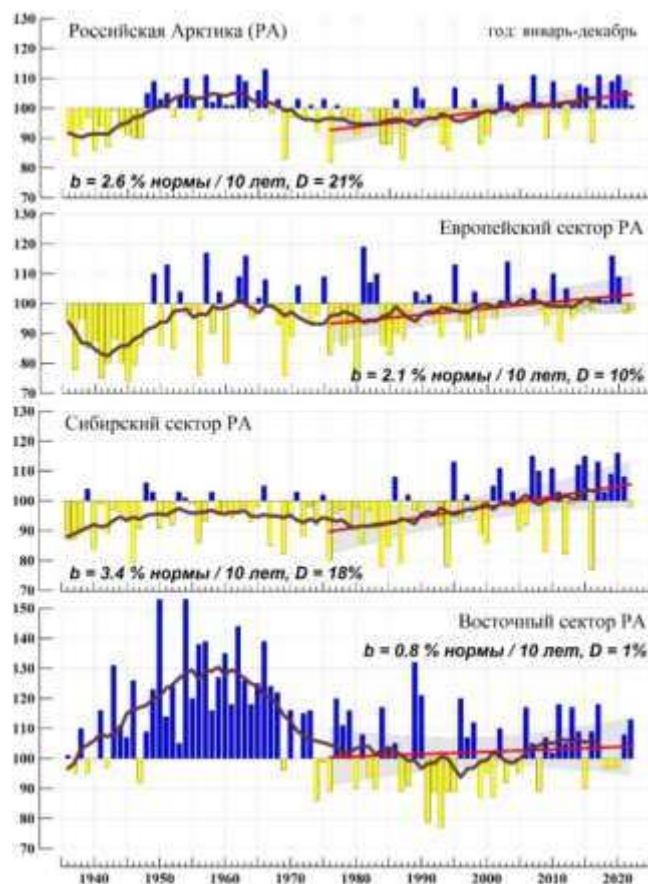


Рис. 4.33. Годовые (январь-декабрь) суммы осадков (% нормы) в Российской Арктике и ее секторах в 1936-2022 гг. Жирная темная кривая - 11летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2022 гг.

Рост весенних осадков в РА составляет 5,5% нормы за 10 лет и объясняет более трети общей дисперсии ряда (рис. 4.34). Осадки растут и для остальных сезонов, но тренды незначимы (осенний тренд значим на 5% уровне значимости). Выражены междесятилетние колебания; во все сезоны проявляется крупный максимум в первой половине ряда: около 1950 г. летом и около 1960 г. в остальные сезоны.

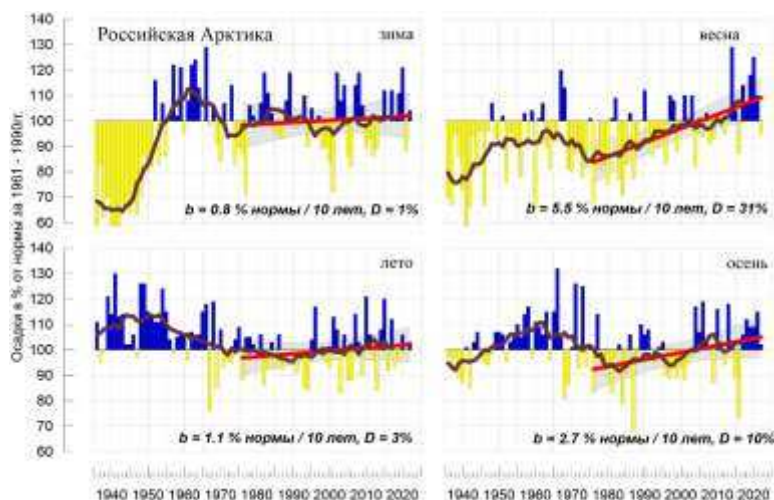


Рис. 4.34. Сезонные суммы осадков (% нормы) в Российской Арктике в 1936-2022 гг. Жирная темная кривая - 11летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2022 гг.

Акватория Северного морского пути. В связи с возрастающим вниманием к изменениям климата на акваториях Северного Ледовитого океана, через которые проходят трассы Северного морского пути (СМП), ниже представлены характеристики климата и ледовых условий в этом районе морской Арктики.

Изменения средних зимней и летней температур воздуха с 1951 по 2022 г. в районе акватории арктических морей, по которым проходит трасса СМП (моря Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское), представлены на рис. 4.35.

Наряду с большей межгодовой изменчивостью приповерхностной температуры воздуха 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.

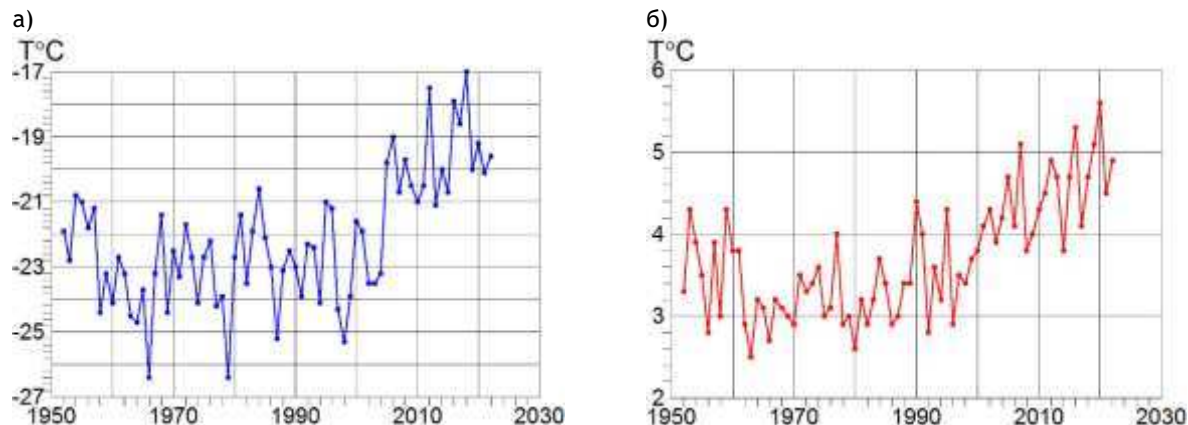


Рис. 4.35. Приповерхностная температура воздуха зимой (а) и летом (б) на акватории морей Северного морского пути

Данные метеорологических станций на побережье и островах морей показывают повышение зимней температуры воздуха с 1970-х гг. по 2016 г. почти на 10°C , а летней почти на 3°C (рис. 4.35).

Потепление в Арктике сопровождается сокращением площади морского льда. Площадь, занятая морским льдом на акватории морей в конце летнего сезона, в сентябре, быстро сокращалась с 1996 г. и за десять лет к 2005 г. уменьшилась более чем в три раза - с 1892 до 234 тыс. км². В последующие годы площадь льда колебалась вблизи этого уровня с минимальным значением 26,3 тыс. км² в 2016 г., превысившим предшествующий минимум 2012 г. (37 тыс. км²). Зимой сокращение ледовитости, в отличие от изменения температуры воздуха, меньше, чем летом. Сокращение от максимума 1982 г. до минимума в 2016 г. зимой составило 9%, а летом - от максимума 1980 г. до минимума 2012 г. - 54%. При этом летнее сокращение тесно связано с ростом летней температуры воздуха (коэффициент корреляции 0,93, рис. 4.36). В 2022 г. летняя температура воздуха в морской Арктике была ниже на $0,7^{\circ}\text{C}$ относительно 2020 г., а площадь, занятая льдом в сентябре, выросла на 26%.

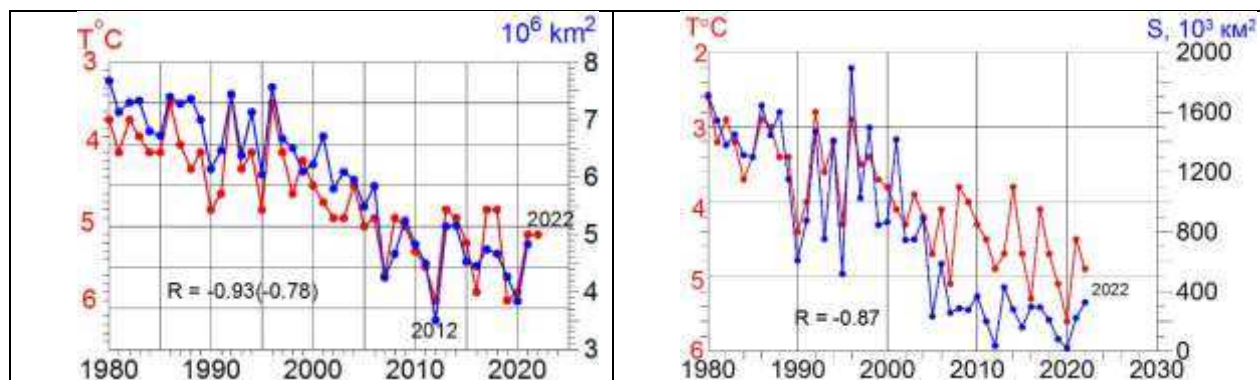


Рис. 4.36. Площадь, занятая морским льдом в сентябре и температура воздуха летом в Северном Ледовитом океане (слева) и в морях СМП в сентябре (справа)

Шкала температуры перевернута. R - коэффициент корреляции между температурой и ледовитостью, в скобках между отклонениями от тренда

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 2022 г. на каждой станции Арктического региона приведены в таблице 4.11.

Таблица 4.11. Общее содержание озона на станциях Арктического региона в 2022 г.

Месяцы / Станции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
<i>Общее содержание озона в 2022 г., е.Д.*</i>													
Баренцбург			417	420	380	380		292	257	289			348
Мурманск		359	347	407	381	381	311	296	269	273			336
Печора	311	362	335	381	374	374	307	291	293	281	300		328
Архангельск	318	369	350	399	395	395	309	292	291	280	308		337
о-в Хейса			367	416	379	334	300	285					347
Тикси		343	360	431	398	347	296	289	315	306			343
Оленек		367	327	399	384	335	294	300	314	329			339
о-в Котельный			388	427	389	355	311	277	310	304			345
м. Баранова			354	417	380	330	301	276	296	255			326

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. 4.12).

Ежемесячные и среднегодовые значения ОСО в 2022 г. над восточной и западной Арктикой, новые тридцатилетние нормы и средние квадратичные отклонения для каждого региона, а также отклонения значений ОСО от нормы (в процентах) приведены в таблице 4.13.

Таблица 4.12. Общее содержание озона в западной и восточной Арктике в 2022 г.

Месяцы / Регионы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
<i>Общее содержание озона в 2022 г., е.Д.*</i>													
Вост. Арктика		355	358	419	391	345	300	289	313	313			338
Зап. Арктика	315	363	363	405	382	373	307	291	277	281	304		339
<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 4.12 и 4.13, а также на рис. 4.37, демонстрируют наличие всех особенностей поля ОСО, которые были отмечены при анализе вариаций поля озона для прилежащих регионов РФ.

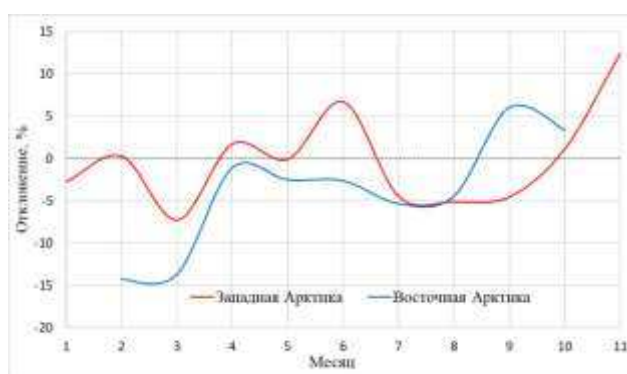


Рис. 4.37. Отклонения от нормы среднемесячных значений ОСО для восточного и западного секторов Арктики в 2022 г.

В 2022 г. в западной части Арктического региона среднегодовое значение составило 339 е.Д., что достаточно близко к норме ($\Delta = -1\%$). Особенности в годовом ходе отклонений практически повторяют особенности, характерные для Севера ЕЧР и Западной Сибири. Значимые отрицательные отклонения наблюдались в марте (-7%) и июле-сентябре (-5%), положительные — в июне ($+6,5\%$) и ноябре ($+12,5\%$).

В восточной части Арктического региона отклонения распределялись иначе. До сентября значение ОСО в среднем было ниже нормы. Максимальное отрицательное отклонение наблюдалось в феврале-марте (-14%) и июле-августе (-5%), а положительное — в сентябре ($+6,5\%$). Среднегодовое значение ОСО составило 338 е.Д., что существенно (на $3,2\%$) ниже нормы по региону. Значительное влияние на восточный сектор Арктики оказывал циркумполярный вихрь.

В 2022 г. в Арктическом регионе большую часть времени наблюдались пониженные значения ОСО, особенно в его полярной части.

Содержание CO₂ и CH₄ в Арктической зоне Российской Федерации

В Арктической зоне РФ наблюдения за содержанием парниковых газов проводятся на трех станциях - Териберка, Новый порт и Тикси. Их характеристики и тенденции изменения концентрации парниковых газов (ПГ), получаемые на этих станциях, рассмотрены в разделе 2.2.2.

Оптическая плотность и прозрачность атмосферы в Арктической зоне Российской Федерации

Для оценки общего замутнения атмосферы Арктической зоны РФ в 2022 г. были использованы данные восьми арктических станций, приведенных в таблице 4.13. В 2022 г., по сравнению с 2021 г., вместо станции Белый Нос, а были использованы данные городской станции Архангельск. Если все станции расположены севернее Северного Полярного круга (-66,6° с.ш.), то станция Архангельск находится несколько южнее (64,6° с.ш.). Все станции перечислены по направлению с запада на восток.

Таблица 4.13. Координаты арктических станций

Станции	Северная широта (° с.ш.)	Восточная долгота (° в.д.)
Архангельск	64,6	40,5
Бугрино	68,8	49,3
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

Первые 4 станции принадлежат к Западному арктическому району, о-в Диксон является пограничной станцией, последние три станции 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.

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. 4.38 представлены средние значения оптической плотности атмосферы (ОПА) за март и июль, когда наблюдения проводились на большинстве станций.

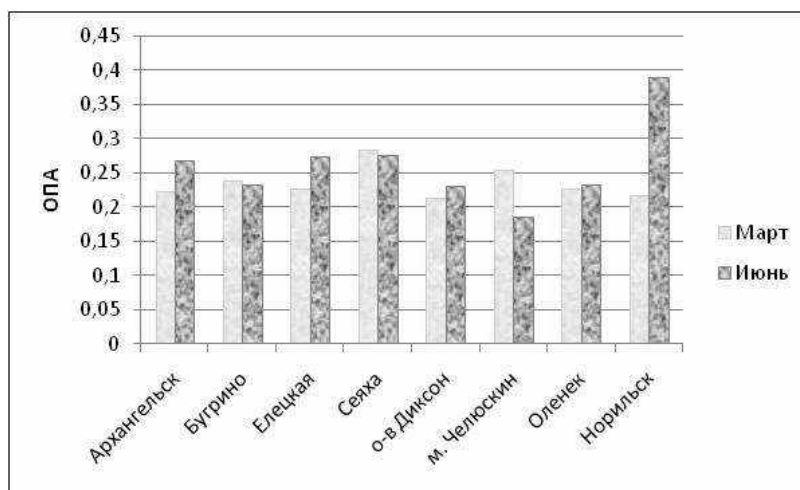


Рис. 4.38. Среднемесячные значения оптической плотности атмосферы на арктических станциях весной и летом 2022 г.

По данным многолетних наблюдений в АЗРФ было установлено, что на наиболее северных станциях Арктической зоны, в отличие от других станций Земного шара, летом возможно увеличение прозрачности и, соответственно, снижение оптической плотности атмосферы. Всё зависит от соотношения водяного пара и аэрозоля в ослаблении солнечной радиации. Это подтверждает рис. 4.38, на котором на станциях Бугрино, Сеяха и м. Челюскин ОПА в июне 2022 г. ниже (т.е. прозрачность выше), чем в марте. На остальных станциях июньские значения ОПА превышали мартовские.

Различие в степени замутнения атмосферы рассматриваемых городов Архангельск и Норильск в июне было очень велико. Так ОПА в Норильске в июне превышала аналогичное значение в Архангельске на 45,5%, что очевидно было вызвано увеличением аэрозольного вклада в общее оптическое загрязнение атмосферы Норильска.

Таким образом, уровень общего замутнения атмосферы определяется совокупностью влияния метеорологических факторов и аэрозольной нагрузкой.

На рис. 4.39 представлены осредненные за 2022 г. значения ОПА и их стандартные отклонения ($\pm\sigma$) на арктических станциях.

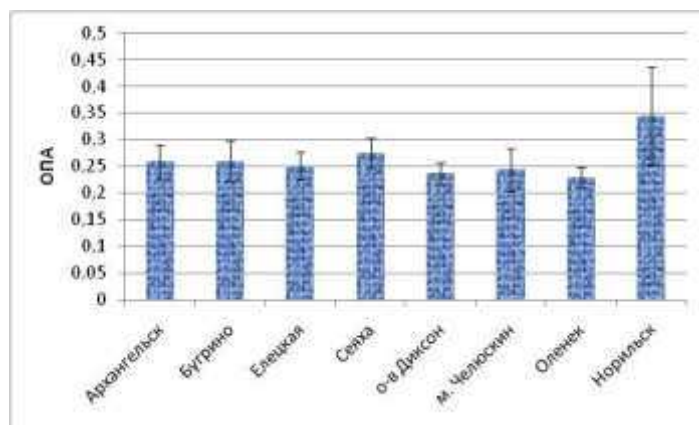


Рис. 4.39. Осредненные за наблюдательный период 2022 г. значения ОПА и их стандартные отклонения ($\pm\sigma$) на арктических станциях

Как видно из представленного рис. 4.39, средний уровень ОПА в 2022 г. в основном не превышал величины ОПА = 0,26, за исключением станции Сеяха (ОПА=0,275) и городской станции Норильск (ОПА=0,344). Следует отметить, что в Норильске наблюдательный период был укорочен, а основной вклад в повышенное замутнение атмосферы внёс июнь, когда среднее значение ОПА составило 0,390. На этой станции наблюдались и максимальные значения стандартных отклонений ($\pm 0,092$). Норильск является крупным промышленным центром, поэтому для него характерны повышенные значения ОПА за счет увеличенного аэрозольного вклада. Наименее загрязненной атмосфера была на станции Оленёк, значение ОПА составило $0,230 \pm 0,019$.

Средние за наблюдательный период значения ОПА по исследуемым региональным станциям Арктики (Бугрино, Елецкая, Сеяха, о-в Диксон, м.Челюскин, Оленёк) составили $0,250 \pm 0,016$, а аналогичные значения ОПА на региональных фоновых станциях средних широт (Усть-Вымь, Воейково, Памятное, Туруханск, Хужир) составили $0,240 \pm 0,012$. Таким образом, степень суммарного замутнения атмосферы на региональных среднеширотных станциях РФ в 2022 г. была на 4% ниже по сравнению с региональными арктическими станциями, однако, статистически значимыми эти различия не являются. Тем не менее, эффект незначительного превышения уровня оптического замутнения атмосферы на региональных станциях Арктики по сравнению с таковым в средних широтах отчасти может быть связан с тем, что арктические станции находятся под влиянием меридионального переноса загрязненных воздушных масс, поступающих с Евразийского континента, в частности, из промышленно развитых стран (Китай, Индия).

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. 4.14).

Таблица 4.14. Минимальные (числитель) и максимальные (знаменатель) значения средневзвешенных концентраций основных ионов, минерализации (M), pH и удельной электрической проводимости (k) атмосферных осадков станций Арктической зоны РФ, 2022 г.

АЗРФ	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	М	pH	k, мкСМ/см
	мг/л											
Европейская территория Арктики												
Мурманская обл.	<u>0,91</u> 3,43	<u>0,80</u> 3,89	<u>0,05</u> 0,36	<u>0,04</u> 0,82	<u><0,05</u> 0,12	<u>0,23</u> 1,45	<u>0,18</u> 0,54	<u>0,19</u> 1,85	<u><0,05</u> 0,23	<u>3,0</u> 12,1	<u>4,9</u> 5,7	<u>10</u> 31
Архангельская обл.	<u>1,08</u> 2,79	<u>1,35</u> 3,64	<u>1,31</u> 2,91	<u>1,33</u> 3,12	<u>0,36</u> 0,77	<u>0,76</u> 1,93	<u>0,42</u> 1,08	<u>0,27</u> 1,04	<u>0,48</u> 0,86	<u>9,3</u> 16,8	<u>5,5</u> 6,1	<u>19</u> 37
Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	1,56	2,03	1,03	2,11	0,38	1,12	0,64	0,54	0,35	9,8	6,2	20,4

АЗРФ	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	М	pH	k, мкСм/см
	мг / л											
Азиатская территория Арктики												
Ямало- Ненецкий АО (Уренгой)	1,20	1,24	1,05	1,75	0,34	0,91	0,37	0,53	0,12	7,5	5,8	15,6
Красноярский край	$\frac{1,95}{26,0}$	$\frac{0,88}{15,8}$	$\frac{0,68}{1,34}$	$\frac{3,36}{15,5}$	$\frac{0,24}{0,98}$	$\frac{0,63}{7,02}$	$\frac{0,30}{2,93}$	$\frac{1,14}{11,6}$	$\frac{0,28}{1,56}$	$\frac{9,5}{63,1}$	$\frac{6,1}{6,3}$	$\frac{19}{149}$
Респ. Саха	$\frac{1,12}{6,82}$	$\frac{0,96}{10,3}$	$\frac{0,16}{1,62}$	$\frac{4,38}{30,9}$	$\frac{0,14}{5,38}$	$\frac{0,55}{7,70}$	$\frac{0,35}{6,20}$	$\frac{0,53}{2,32}$	$\frac{0,18}{0,38}$	$\frac{11,0}{71,4}$	$\frac{5,9}{6,9}$	$\frac{16}{125}$
Наиболее загрязненные станции АЗРФ												
Диксон	5,26	15,8	1,17	3,36	0,98	7,02	2,06	1,37	1,56	38,6	6,3	76,4
Норильск	26,0	2,62	1,34	15,5	0,83	1,46	2,93	11,6	0,84	63,1	6,1	149,0
Кюсюр	6,82	10,33	1,36	30,9	5,38	7,70	6,20	2,32	0,38	71,4	6,9	124,9

В Мурманской обл. минерализация осадков в 2022 г. по сравнению со средним значением за 2018-2022 гг. уменьшилась на всех станциях (рис. 4.40 а, б).

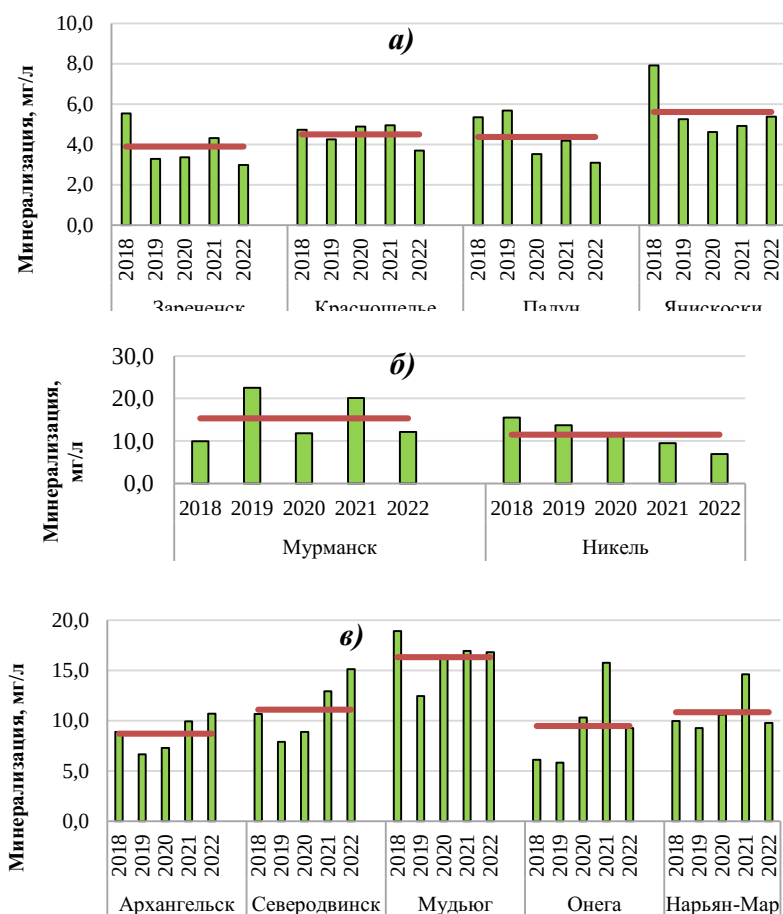


Рис. 4.40. Изменение средневзвешенной минерализации осадков на Европейской территории Арктики, 2018-2022 гг.

а) Кольский п-ов, кроме станций Мурманск и Никель; б) Мурманск, Никель;

в) Архангельская обл. и Ненецкий АО

*красной линией показано среднее значение за 2018-2022 гг.

Наибольшее снижение минерализации было характерно для осадков Никеля - на 40%, в основном, за счет снижения содержания сульфатов на 60%, а также за счет уменьшения концентрации гидрокарбонатов, кальция и магния. За последние 5 лет прослеживается тенденция снижения минерализации осадков. По сравнению с 2018 г. сумма ионов снизилась в 2 раза, что, возможно, связано с реализацией мер АО «Кольской ГМК» по снижению уровня выбросов.

В осадках Мурманска в 2022 г. снизилось содержание гидрокарбонатов на 63%, сульфатов и хлоридов - суммарно на 40% по сравнению со средним уровнем 2018-2022 гг. Однако следует отметить рост содержания нитратов, средневзвешенная концентрация которых в 2022 г. составила 0,36 мг/л, что выше среднего значения на 40%.

Качественные и количественные изменения химического состава осадков Мурманска повлекли за собой и снижение минерализации осадков на 20%.

Для осадков Янискоски снижение минерализации находилось в пределах 5% от среднего за 2018-2022 гг. значения, несмотря на незначительный рост по сравнению с уровнем 2021 г. В 2022 г. по сравнению с предыдущим годом увеличилась концентрация сульфатов и гидрокарбонатов в 1,3-1,5 раза, а их концентрация в 2022 г. составила 1,33 мг/л и 0,76 мг/л соответственно. Суммарная концентрация нитратов и аммония в осадках Янискоски в 2022 г. составила менее 0,1 мг/л, что в 3 раза ниже по сравнению с предыдущим годом.

Для осадков остальных станций Мурманской обл. снижение минерализации варьировало в пределах 20-30% и также связано в основном с уменьшением содержания сульфатов и хлоридов (Падун), аммония и нитратов (Краснощелье) или гидрокарбонатов (Зареченск).

В Архангельске и Северодвинске минерализация осадков увеличилась на 20 и 35% соответственно, что связано с увеличением содержания практически всех компонентов (рис. 4.40 в). В 2022 г. минерализация осадков ст. Онеги составила 10,0 мг/л, что ниже значения за 2021 г. и связано с уменьшением концентрации гидрокарбонатов, кальция, хлоридов и натрия. Минерализация осадков ст. Мудьюг сохраняется в пределах 17,0 мг/л в последние три года.

Для осадков Архангельской обл. характерно наибольшее содержание нитратов по сравнению с осадками остальных арктических станций. В 2022 г. содержание нитратов варьировало от 1,31 до 2,91 мг/л. Концентрации нитратов в 2022 г. выросли в осадках всех станций Архангельской обл. - на 20-25% в Онеге и Мудьюге, на 35% в Архангельске и на 64% в Северодвинске. Содержание аммония увеличилось также практически на всех станциях Архангельской обл. на 40-70%.

В Ненецком АО минерализация осадков составила 9,8 мг/л, что ниже в 1,5 раза по сравнению с 2021 г., но соответствует значениям 2018-2020 гг. Снижение минерализации по сравнению с 2021 г. произошло за счет снижения в 2 раза концентраций гидрокарбонатов.

На Азиатской территории Арктики диапазон изменения средневзвешенной минерализации в 2022 г. составил 15,6-71,4 мг/л. 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, гидрокарбонатов и кальция; в Диксоне вследствие высоких концентраций хлоридов и натрия преимущественно морского происхождения (рис. 4.41), а также в Республике Саха (Якутия) на ст. Кюсюр из-за высокого содержания гидрокарбонатов и хлоридов (рис. 4.42).

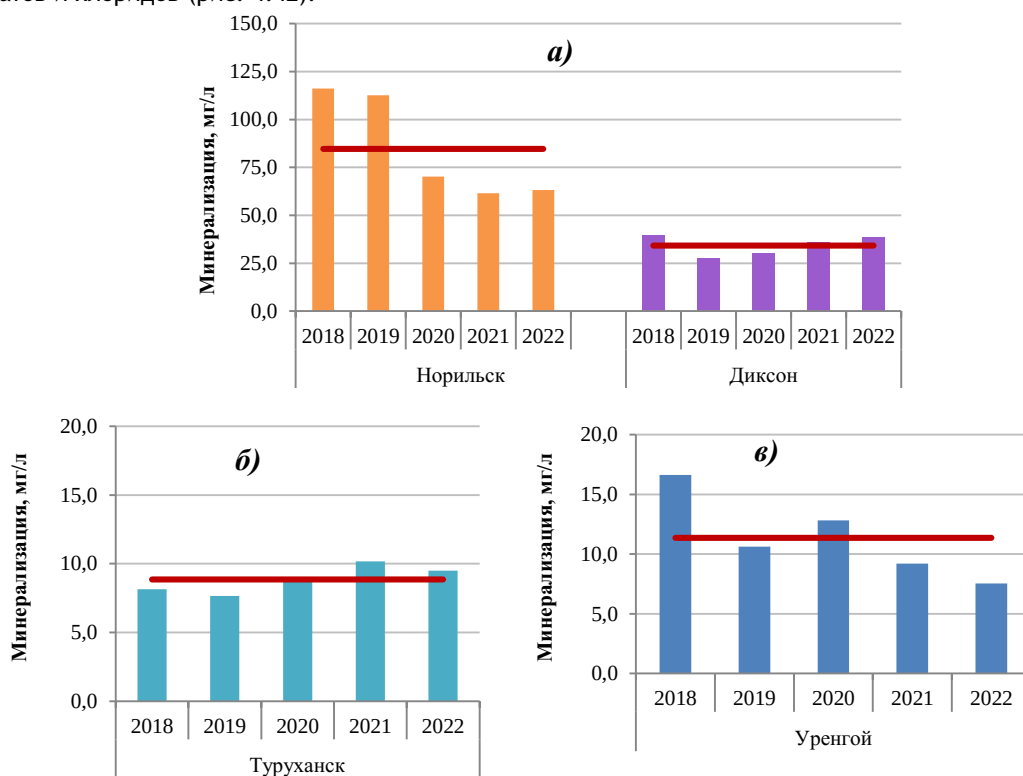


Рис. 4.41. Изменение средневзвешенной минерализации осадков на территориях Красноярского края (а, б) и Ямало-Ненецкого АО (в), 2018-2022 гг.

*красной линией показано среднее значение за 2018-2022 гг.

Минерализации осадков Норильска в 2022 г. сохранилась на уровне 2021 г. и составила 63,1 мг/л. В 2022 г. содержание сульфатов в осадках, вносящих основной вклад в сумму ионов, уменьшилось по сравнению с 2021 г. на 10% и составило 26,0 мг/л, что является самым низким показателем в осадках Норильска за последние 5 лет. При этом наблюдается тенденция увеличения гидрокарбонатов в осадках за последние 3 года. В период 2020-2022 гг. содержание гидрокарбонатов в осадках Норильска увеличилось с 10,9 до 15,5 мг/л.

Как правило, маломинерализованные осадки выпадают в районе фоновой станции Туруханск и в Уренгое, где минерализация осадков в 2022 г. и в целом за период 2018-2022 гг., в основном, не превышала значения регионального фона 15,0 мг/л (рис. 4.41).

Диапазон изменения средневзвешенной минерализации осадков в арктической зоне Республики Саха (Якутия) в 2022 г. составил 11,0-71,4 мг/л, а тенденция её изменения по станциям показана на рис. 4.42.

В 2022 г. минерализация осадков Кюсюра составила 71,4 мг/л, что ниже на 20% по сравнению с 2021 г. Минерализация осадков Кюсюра определялась высокими концентрациями гидрокарбонатов, которые в химическом составе составляют около 50%. Средневзвешенная концентрация гидрокарбонатов в 2022 г. составила 30,9 мг/л, что ниже значения 2021 г., но является самым высоким показателем содержания HCO_3^- в осадках арктических станций.

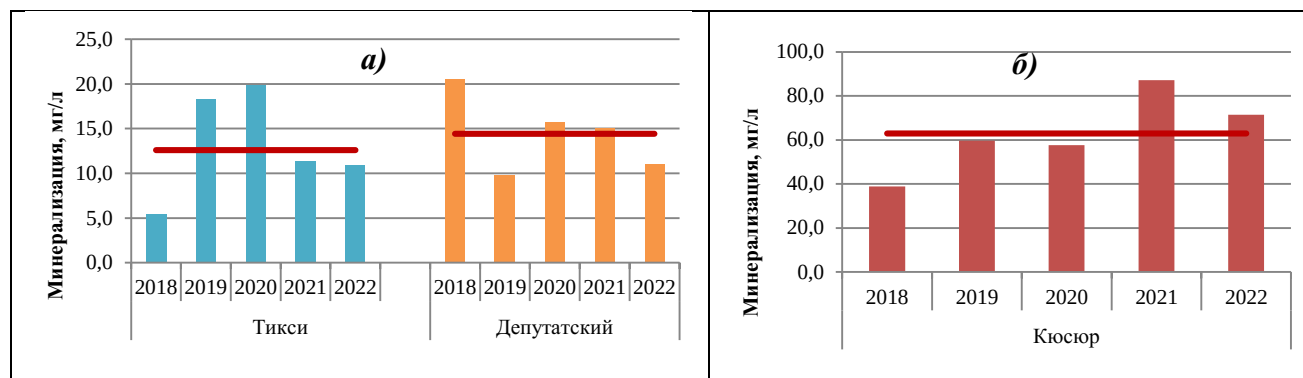


Рис. 4.42. Изменение средневзвешенной минерализации осадков на территории Якутии, 2018-2022 гг.

*красной линией показано среднее значение за 2018-2022 гг.

По сравнению со средним значением за 2018-2022 гг. сумма ионов в осадках Тикси снизилась на 15% вследствие изменения соотношения основных ионов в химическом составе. Так, в 2022 г. в осадках Тикси значительно сократилась доля азотсодержащих соединений (аммония и нитратов) и калия, но увеличилась концентрация гидрокарбонатов. При этом доля сульфатов увеличилась в пределах 5%.

В целом за период 2018-2022 гг. концентрации сульфатов, хлоридов и гидрокарбонатов, которые в сумме дают от 50 до 70% минерализации осадков, были подвержены наибольшему изменению по всему Арктическому региону. Доля азотных соединений в осадках Арктического региона, как правило, не превышала 10%. Максимальные значения аммония в 2022 г. наблюдались в осадках Кюсюра (5,38 мг/л) и Норильска (0,93 мг/л). Как и в предыдущие годы, наибольшее содержание нитратов было характерно для осадков Архангельской обл. В целом, 2022 г. характеризуется снижением минерализации осадков на большей территории АЗРФ. Изменение минерализации осадков на отдельных станциях может свидетельствовать о влиянии локальных источников загрязнения. Однако снижение минерализации осадков практически на всех станциях Кольского п-ова в 2022 г., возможно, является следствием изменения влияния на химический состав региональных факторов.

На рассматриваемой территории величина pH месячных проб осадков в 2022 г. изменялась от 4,3 (Падун) до 7,6 (Кюсюр). Намечается слабая тенденция к снижению кислотности осадков от западных к восточным районам (рис. 4.43).

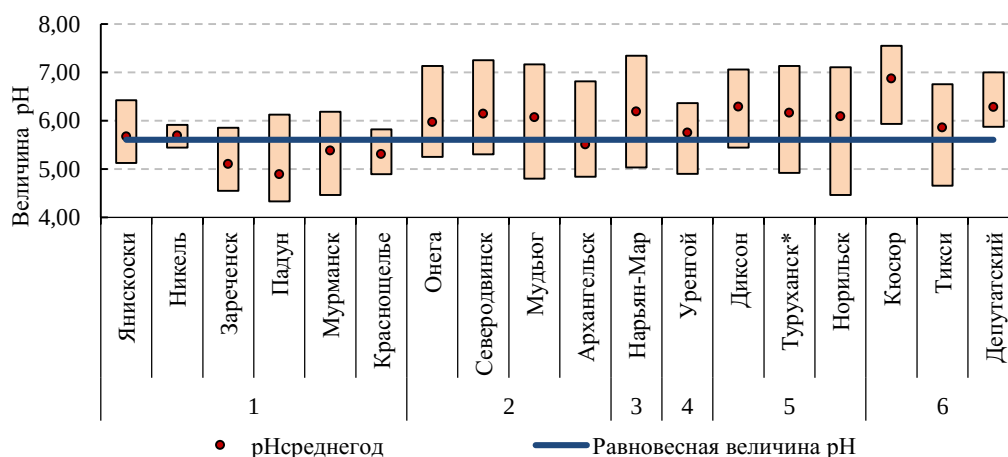


Рис. 4.43. Диапазон изменений значений pH суммарных ежемесячных проб осадков на арктических станциях в 2022 г.

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

На большинстве станций показатель pH осадков или снизился на 0,1-0,2 ед. pH, или сохранился на уровне 2021 г. Наибольшие изменения произошли в Тикси, где среднегодовое значение pH осадков возросло на 0,4 ед. pH по сравнению с предыдущим годом и связано с увеличением концентрации гидрокарбонатов, а также в Мурманске. Среднегодовое значение pH осадков Мурманска снизилось на 0,5 ед. pH по сравнению с предыдущим годом и составило 5,4 ед. pH. Для Кольского п-ова (кроме ст. Падун и Зареченск) среднегодовые значения pH в 2022 г. находились на уровне равновесного значения (5,6 ед. pH).

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. 4.15 приведено как среднее значение суммарных выпадений и кислотообразующих веществ, так и диапазон выпадений по региону.

Таблица 4.15. Среднее значение (числитель) и диапазоны (знаменатель) выпадений серы, азота и суммы ионов с атмосферными осадками в Арктической зоне РФ в 2022 г.

АЗРФ	S (сера)	N(O) (азот нитратный)	N(H) (азот аммиачный)	Σ N (азот суммарный)	P (суммарные выпадения)	$\frac{N(H)}{N(O)}$	S/Σ N
	т/км²·год						
Европейская территория Арктики							
Мурманская обл.	$\frac{0,36}{0,18-0,77}$	$\frac{0,03}{0,01-0,05}$	$\frac{0,03}{0,01-0,06}$	$\frac{0,06}{0,03-0,12}$	$\frac{3,89}{1,77-8,19}$	$\frac{1,1}{0,2-3,0}$	$\frac{6,5}{2,6-11,3}$
Архангельская обл.	$\frac{0,37}{0,22-0,46}$	$\frac{0,26}{0,18-0,38}$	$\frac{0,20}{0,14-0,32}$	$\frac{0,45}{0,35-0,55}$	$\frac{6,75}{5,65-8,01}$	$\frac{0,9}{0,5-1,5}$	$\frac{0,8}{0,6-1,0}$
Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	0,23	0,10	0,13	0,24	4,40	1,26	1,0
Азиатская территория Арктики							
Ямало-Ненецкий АО (Уренгой)	0,19	0,11	0,13	0,24	3,56	1,14	0,8
Красноярский край	$\frac{1,98}{0,48-4,86}$	$\frac{0,12}{0,09-0,17}$	$\frac{0,25}{0,14-0,36}$	$\frac{0,37}{0,25-0,53}$	$\frac{18,4}{7,02-35,2}$	$\frac{2,0}{1,3-2,9}$	$\frac{4,3}{1,7-9,2}$
Респ. Саха (Якутия)	$\frac{0,27}{0,10-0,52}$	$\frac{0,06}{0,01-0,10}$	$\frac{0,35}{0,02-0,96}$	$\frac{0,41}{0,03-1,03}$	$\frac{7,9}{3,04-16,4}$	$\frac{5,8}{0,2-13,8}$	$\frac{2,4}{0,5-6,1}$

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 обл. наибольшие влажные выпадения в 2022 г. наблюдались в районе ст. Мурманск и составили 8,19 т/км² (рис. 4.44).

Суммарные влажные выпадения в Мурманске определяются, в основном, содержанием сульфатов. Данная тенденция характерна и для ст. Падун и Никель. В 2022 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. 4.44 а, б).

Следует также отметить снижение уровня выпадений суммарного азота и увеличение выпадений сульфатной серы на ст. Янискоски, связанное с аналогичными изменениями содержания в химическом составе осадков аммония, нитратов и сульфатов. В целом для Кольского п-ова увеличение влажных выпадений S(SO₄) по сравнению с 2021 г. было отмечено только в Янискоски - на 0,10 т/км². На остальных станциях Мурманской обл. влажные выпадения серы или сохранились на уровне 2021 г. или снизились. Суммарные влажные выпадения азота на территории Кольского п-ова в 2022 г. не превысили 0,12 т/км².

В Архангельской обл. в 2022 г. уровень суммарных выпадений находился в диапазоне от 5,65 (Онега) до 8,01 т/км² (Северодвинск) (рис. 4.44 в). Изменение интенсивности суммарных выпадений в Северодвинске составило с 5,40 до 8,01 т/км² и в Онеге - с 7,22 до 5,65 т/км² по сравнению с 2021 г. Для Северодвинска изменение уровня суммарных выпадений связано с увеличением в осадках содержания сульфатов и азотных соединений, для Онеги - со снижением концентрации гидрокарбонатов.

В целом интенсивность влажных выпадений в Архангельской обл. определяется содержанием в осадках гидрокарбонатов и хлоридов. При этом уровни выпадений серы и суммарного азота с осадками на территории Архангельской обл. сопоставимы вследствие высокого содержания в осадках нитратов и аммония.

В Ненецком АО уровень суммарных выпадений снизился по сравнению с предыдущим годом в 1,7 раз вследствие значительного снижения концентрации гидрокарбонатов в осадках и в 2022 г. составил 4,40 т/км² (рис. 4.44 в).

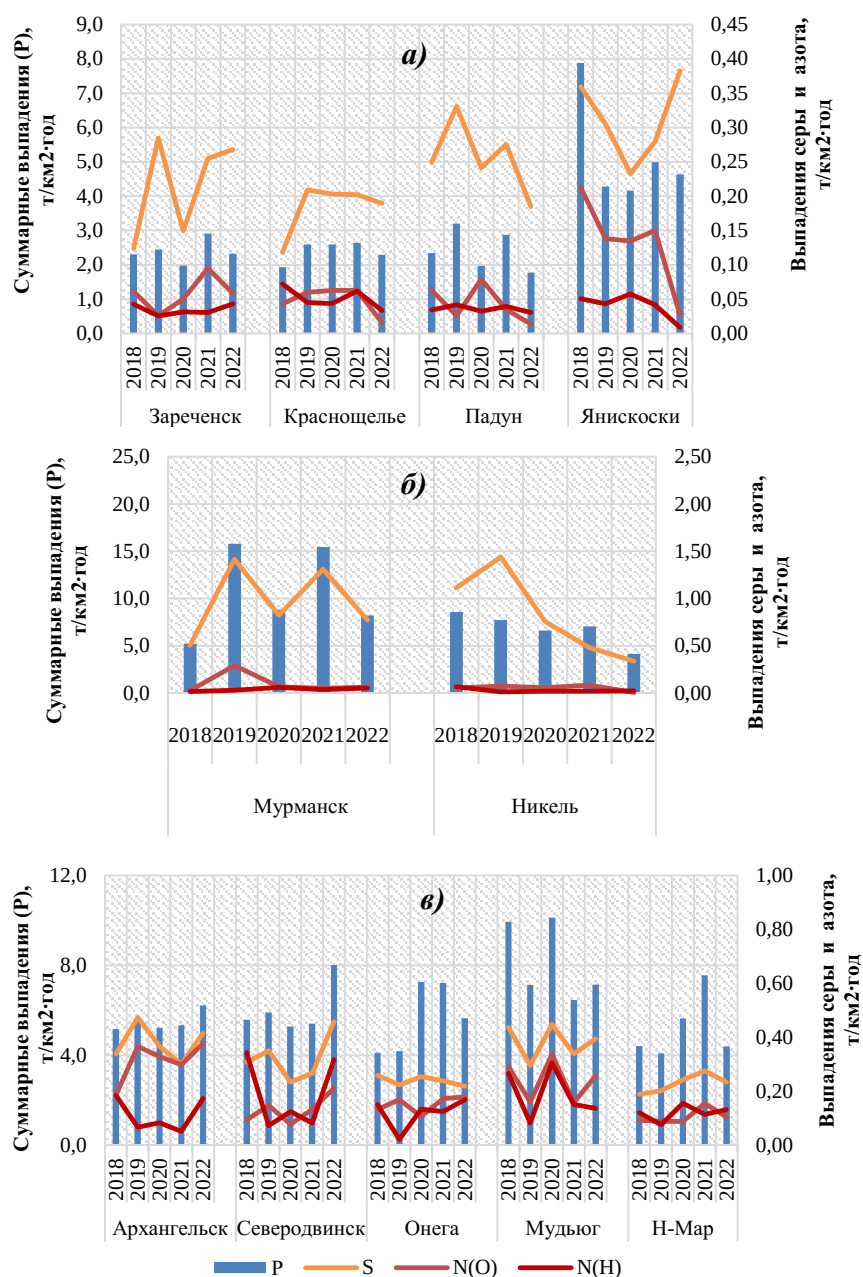


Рис. 4.44. Межгодовой ход суммарных влажных выпадений (P) и выпадений серы (S), нитратного (N(O)) и аммиачного (N(H)) азота на территориях Мурманской обл. (а,б), Архангельской обл. и Ненецкого АО (в)

Снижение суммарных выпадений в Ямало-Ненецком АО в 2022 г. было связано со снижением минерализации осадков и в 2022 г. составило 3,56 т/км² (рис. 4.45 а).

В Красноярском крае суммарные выпадения варьировали от 7,02 т/км² на фоновой ст. Туруханск до 35,2 т/км² в Норильске. Для Туруханска снижение суммарных выпадений в 2022 г. коррелировало со снижением количества выпавших осадков и уменьшением в них концентраций сульфатов и гидрокарбонатов.

В Норильске, несмотря на снижение концентрации сульфатов в осадках и соответственно снижение выпадения сульфатной серы, суммарные выпадения были сопоставимы в 2021 и 2022 гг., что связано с увеличением доли гидрокарбонатов в осадках. 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 4,86 т/км² в 2022 г. (рис. 4.45).

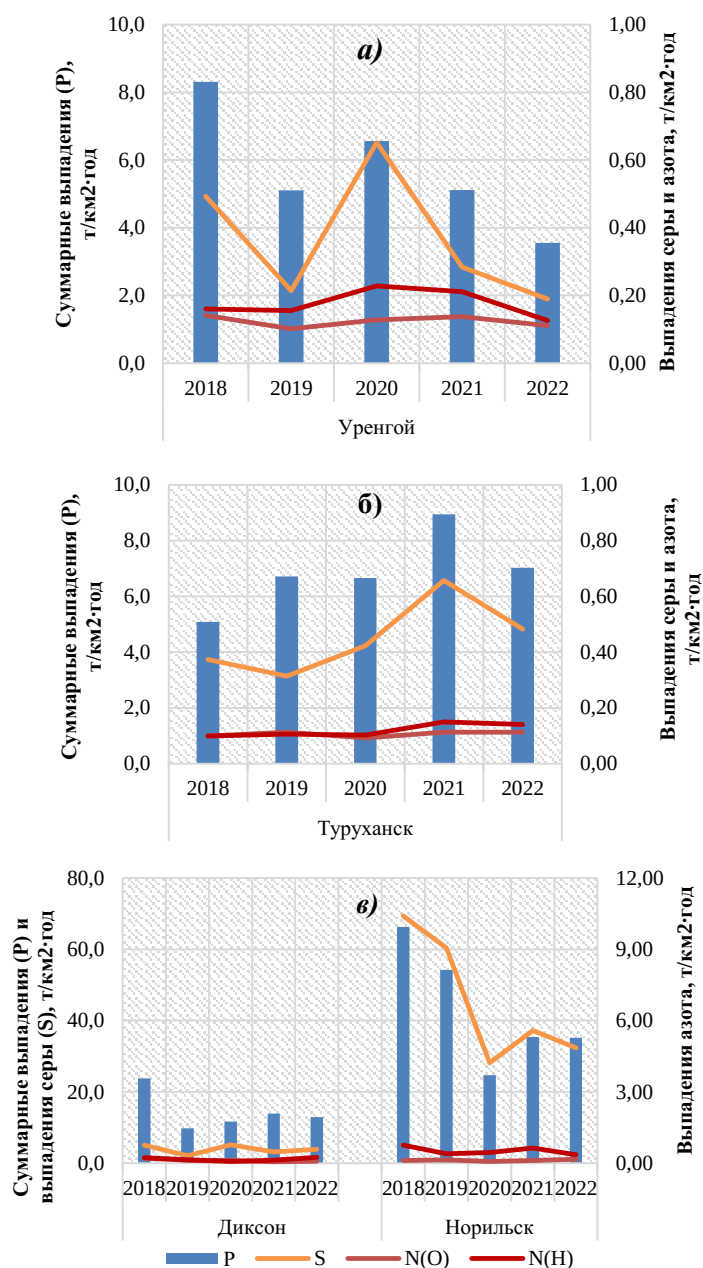


Рис. 4.45. Межгодовой ход суммарных влажных выпадений (P) и выпадений серы (S), нитратного (N(O)) и аммиачного (N(H)) азота на территориях Ямало-Ненецкого АО (а) и Красноярского края (б, в)

На арктической территории Якутии фоновый уровень суммарных выпадений, определяемый по фоновой станции Тикси, как правило, не превышает $4 \text{ т}/\text{км}^2\cdot\text{год}$ (рис. 4.46).

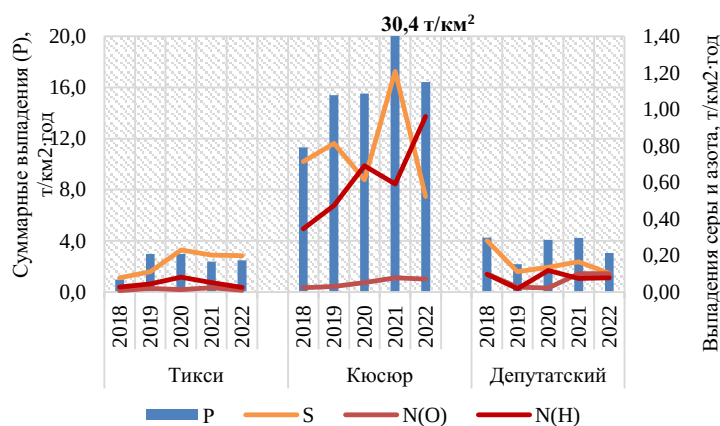


Рис. 4.46. Межгодовой ход суммарных влажных выпадений (P) и выпадений серы (S), нитратного (N(O)) и аммиачного (N(H)) азота в Республике Саха (Якутия)

При этом в 2022 г. наблюдалось незначительное увеличение уровня суммарных выпадений в Тикси, а уровень выпадений серы с осадками был сопоставим со значением 2021 г. Отмечалось также снижение суммарных выпадений азота по сравнению с предыдущим годом - с 0,07 до 0,03 т/км².

В районе ст. Кюсюр значения суммарных выпадений могут быть выше фоновых значений в несколько раз, что связано с высокой минерализацией осадков. В 2022 г. уровень суммарных выпадений составил 16,4 т/км², что ниже в 2 раза по сравнению с предыдущим годом и сопоставимо с уровнем 2019-2020 гг.

Загрязнение и закисление снежного покрова в Арктической зоне Российской Федерации

Мониторинг химического состава снежного покрова (ХССП) в Арктической зоне (АЗ) РФ в 2022 г. осуществлялся по данным 85 пунктов 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⁺). На рис. 2.32 - 2.34 раздела 2.3.6.1 приведены карты-схемы показателя pH и интенсивности выпадения серы и азота на снежный покров в регионах РФ, построенные по данным наблюдений на сети ХССП в 2022 г.

В зимний период 2021-2022 гг. значения выпадения серы на снежный покров на ЕЧР находились в диапазоне от 7 до 48 кг/км²·мес. Минимальные значения были отмечены на территории Республики Коми (7 кг/км²·мес.) и в Республике Карелия (9 кг/км²·мес.). Интенсивность выпадения серы на снежный покров в промышленно развитой Мурманской области составила 48 кг/км²·мес., что является максимальным показателем на всей территории АЗ РФ. Значения выпадения серы на АЧР в зимний период 2021-2022 гг. - от 5 до 28 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 - 7 кг/км²·мес., в Чукотском автономном округе - 9 кг/км²·мес. Максимальная интенсивность выпадения серы в снежном покрове на АЧР была отмечена на севере Красноярского края - 28 кг/км²·мес.

Показатели интенсивности выпадения азота на снежный покров АЗ РФ были рассчитаны для суммы ионов нитрата и аммония. На ЕЧР минимальные значения этого показателя были отмечены в Мурманской области (8 кг/км²·мес.). В остальных регионах ЕЧР, входящих в АЗ РФ, этот показатель превысил 10 кг/км²·мес.: Республика Карелия (17 кг/км²·мес.), Ненецкий автономный округ (18 кг/км²·мес.), Республика Коми (20 кг/км²·мес.), Архангельская область (25 кг/км²·мес.). На АЧР, кроме Ямало-Ненецкого автономного округа (17 кг/км²·мес.), значение интенсивности выпадения азота составило менее 10 кг/км²·мес.: на севере Красноярского края - 9 кг/км²·мес., и в Чукотском автономном округе - 3 кг/км²·мес. На части территории Республики Саха (Якутия), входящей в состав АЗ РФ, выпадение серы было минимальным - 1 кг/км²·мес.

Среднемесячные значения показателя pH снежного покрова по регионам в зимний период 2021-2022 гг. находились в пределах 5,5-6,5 единиц на большей части территории АЗ РФ. Минимальные значения были отмечены в Республике Карелия (5,4 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 pH составил 6,8 ед. На ЕЧР аналогичная ситуация наблюдалась в Архангельской области (6,7 ед.) и в Ненецком автономном округе (6,6 ед.).

Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах Арктической зоны Российской Федерации

В 2022 г. мониторинг загрязнения атмосферного воздуха на АЗРФ осуществлялся в 18 городах и поселках (таблица 4.16) на 28 пунктах государственной наблюдательной сети и на 7 пунктах территориальной системы наблюдений Мурманской области. В городах Певеке и Анадыре Чукотского АО на 2 пунктах проводятся наблюдения по сокращенной программе. В Тикси проводятся наблюдения за содержанием в воздухе загрязняющих веществ на фоновом уровне. В целом проводятся наблюдения за концентрациями в атмосферном воздухе 25 загрязняющих веществ, включая газовые и аэрозольные примеси, в том числе тяжелые металлы.

За последние пять лет в ряде городов АЗРФ наблюдается рост уровня загрязнения атмосферного воздуха, отмечается увеличение концентраций формальдегида в 2-3 раза в Архангельске, Заполярном, Мурманске и Никеле, взвешенных веществ - в Норильске. 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 АЗРФ в 2022 г. 5 городов характеризуются оценкой загрязнения атмосферного воздуха по значению ИЗА<5, Архангельск, Воркута и Новодвинск - ИЗА от 5 до 6, Заполярный, Мончегорск, Мурманск, Северодвинск и пгт. Никель - ИЗА от 7 до 13, Норильск - ИЗА более или равно 14 (таблица 4.16). Норильск входит в число городов с ИЗА≥14, в том числе по данным об объеме выбросов диоксида серы. Степень загрязнения воздуха в 4 городах не определена из-за недостаточного объема данных наблюдений или количества измеряемых веществ.

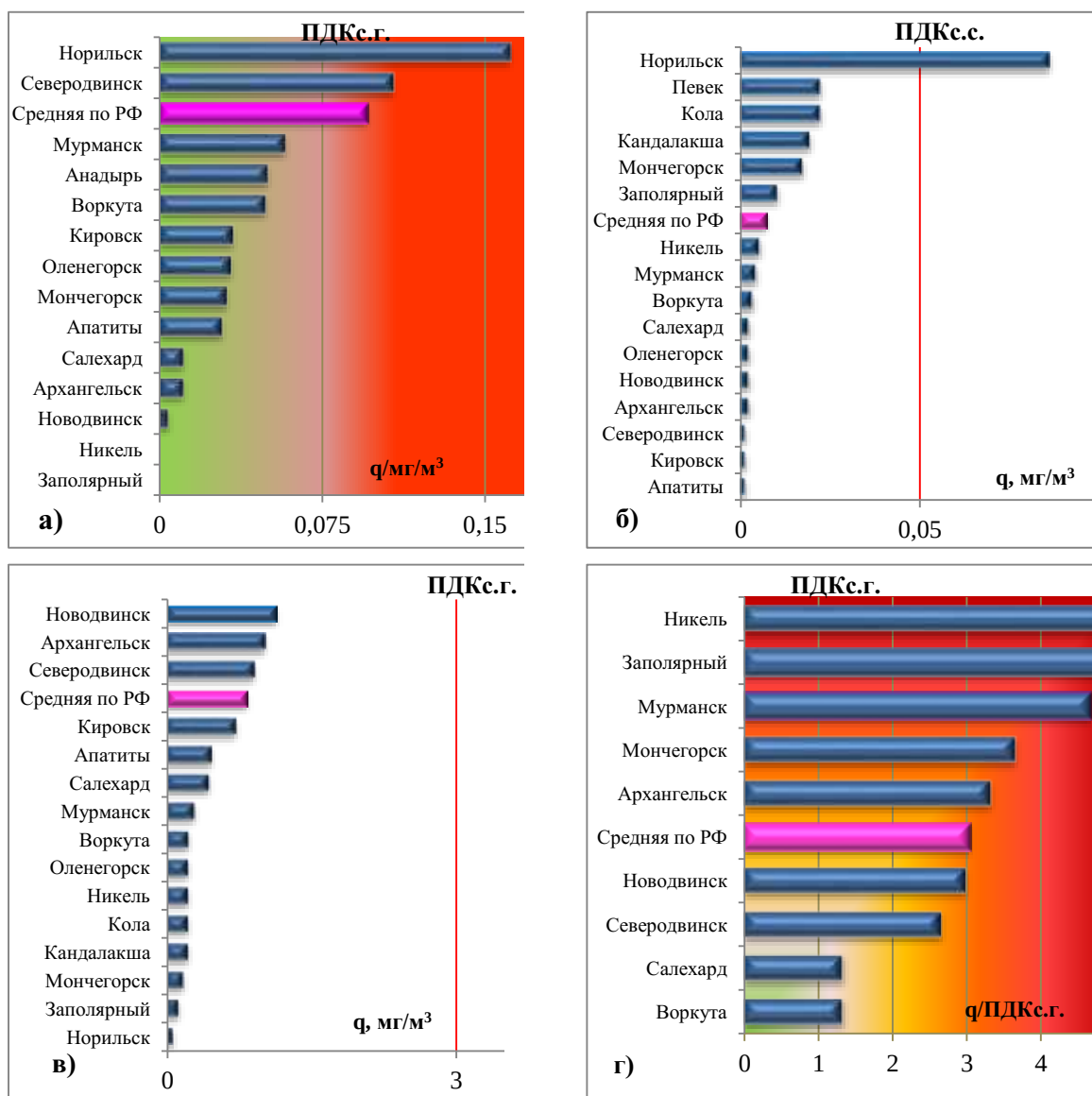
Таблица 4.16. Оценка степени загрязнения атмосферы по ИЗА в населенных пунктах АЗРФ в 2018-2022 гг.

Населенный пункт	Степень загрязнения атмосферы по ИЗА				
	2018	2019	2020	2021	2022
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	5-6
г. Воркута, Республика Коми	<5	<5	<5	7-13	5-6
г. Заполярный, Мурманская обл.	<5	<5	<5	<5	7-13
г. Кандалакша, Мурманская обл.	<5	<5	<5	<5	<5

Населенный пункт	Степень загрязнения атмосферы по ИЗА				
	2018	2019	2020	2021	2022
г. Кировск, Мурманская обл.	н/о	н/о	н/о	<5	<5
г. Кола, Мурманская обл.	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
г. Мончегорск, Мурманская обл.	<5	<5	<5	5-6	7-13
г. Мурманск, Мурманская обл.	<5	<5	<5	5-6	7-13
пгт. Никель, Мурманская обл.	<5	5-6	<5	7-13	7-13
г. Новодвинск, Архангельская обл.	<5	5-6	5-6	5-6	5-6
г. Норильск МО, Красноярский край	≥14	≥14	≥14	≥14	≥14
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
г. Северодвинск, Архангельская обл.	<5	<5	<5	5-6	7-13
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 2022 г. представлен на рис. 4.47.



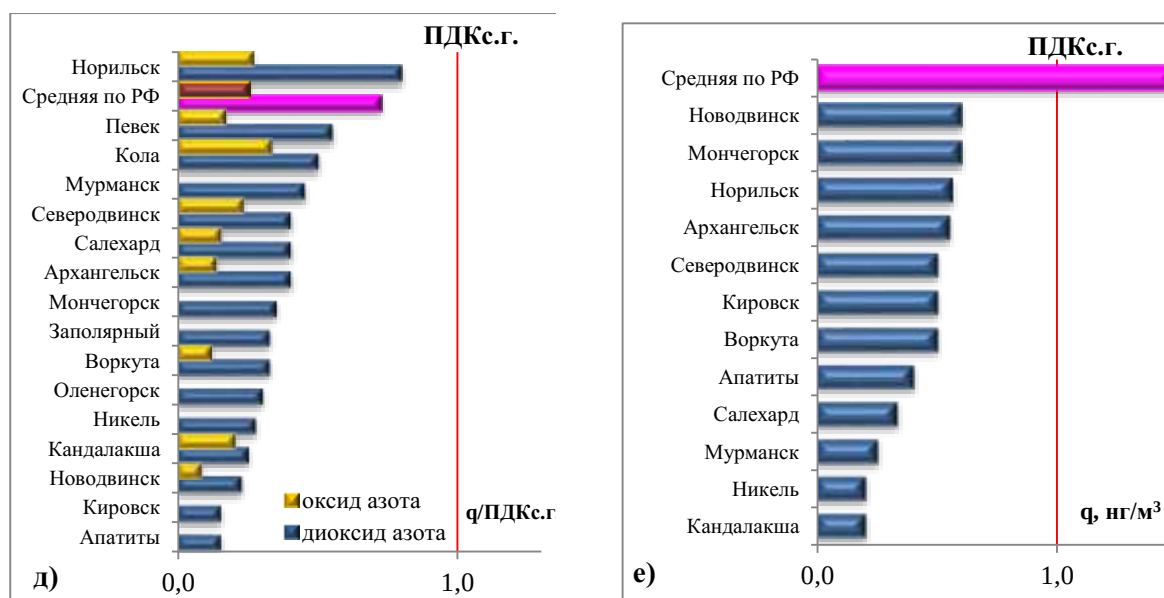


Рис. 4.47. Средние за год концентрации: взвешенных веществ (а), диоксида серы (б), оксида углерода (в), q , $\text{мг}/\text{м}^3$, формальдегида (г), диоксида и оксида азота (д), q , ПДКс.г., бенз(а)пирена (е), q , $\text{нг}/\text{м}^3$, в городах АЗРФ и в целом по России в 2022 г.

В большинстве городов Арктической зоны РФ среднегодовые концентрации *взвешенных веществ* ниже ПДКс.г. Только в Норильске и Северодвинске средняя за год концентрация превысила ПДКс.г. в 2,2 и 1,4 раза, соответственно (рис. 4.47 а). Максимальные разовые концентрации взвешенных веществ достигали: 2-3 ПДКм.р. в Северодвинске, Апатитах и Норильске. В остальных городах Арктической зоны РФ сверхнормативного загрязнения воздуха взвешенными веществами не было отмечено.

В 6 городах на АЗРФ среднегодовые концентрации *диоксида серы* превысили среднее значение по стране, наибольшая концентрация - 1,7 ПДКс.с. была отмечена в Норильске, в остальных городах - ниже ПДКс.с. (рис. 4.47 б). Максимальные разовые концентрации диоксида серы превысили ПДКм.р. в Норильске - 15,4 ПДКм.р. и в Мончегорске - 4,2 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, но в Архангельске, Новодвинске и Северодвинске они превысили среднее значение по стране (рис. 4.47 в). Максимальные разовые концентрации оксида углерода превысили ПДКм.р. в 3 городах, наибольшее значение было зафиксировано в Воркуте - 9,0 ПДКм.р.

В Никеле и Заполярном среднегодовые концентрации *формальдегида* составили 5,0 ПДКс.г., в Мурманске - 4,7 ПДКс.г., в Мончегорске и Архангельске - более 3 ПДКс.г. В остальных городах средние за год концентрации не превысили среднее значение по стране, но были выше ПДКс.г. в 1,3-3,0 раза (рис. 4.47 г). В Мурманске и Мончегорске также превысили норматив максимальные разовые концентрации формальдегида и составили 1,3 ПДКм.р. и 1,1 ПДКм.р. соответственно.

Во всех рассматриваемых городах среднегодовые концентрации *диоксида и оксида азота* ниже ПДКс.г., в Норильске средняя концентрация диоксида азота превысила среднее значение по РФ, в Коле - оксида азота (рис. 4.47 д). Максимальная разовая концентрация диоксида азота превысила ПДКм.р. только в Норильске (1,5 ПДКм.р.), оксида азота - в Норильске (район Кайеркан) (3,0 ПДКм.р.) и Кандалакше (1,1 ПДКм.р.). В остальных городах Арктической зоны РФ сверхнормативного загрязнения воздуха диоксидом и оксидом азота не было зарегистрировано.

На рис. 4.48 отображен годовой ход концентраций формальдегида в городах Мурманской и Архангельской областей. Формальдегид является вторичным веществом, образуется при фотоокислении разнообразных органических соединений под воздействием солнечной радиации. Лето 2022 г. на севере Европейской части России - самое жаркое в истории. Вследствие преобладания в течение июля-августа малооблачной погоды, связанной с влиянием мощного антициклона над ЕЧР, блокирующего западно-восточный перенос воздушных масс, положительная аномалия прямой солнечной радиации занимала всю ЕЧР, местами достигая рекордных значений. Как результат, среднесуточные концентрации формальдегида в летний период в несколько раз выше, чем в зимний и превышают ПДКс.с. в 2-3 раза.

Во всех городах, где проводятся наблюдения, средние за год концентрации *бенз(а)пирена* ниже среднего значения по городам России и не превышали санитарно-гигиенический норматив (рис. 4.47 е). В 7 городах были отмечены среднесуточные концентрации выше нормы, наибольшая из них была зафиксирована в Норильске (район Кайеркан) - 11,9 ПДКс.с.

Измерения концентраций *сероводорода* проводятся только в Архангельске, Воркуте, Новодвинске и Норильске. Максимальные разовые концентрации сероводорода, превышающие ПДКм.р., были отмечены в Новодвинске (6,6 ПДКм.р.) и Норильске (9,8 ПДКм.р.).

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 Мурманске максимальные разовые концентрации ксилола и этилбензола составили 1,5 ПДКм.р., фенола – 1,4 ПДКм.р. В Норильске максимальная разовая концентрация озона превысила санитарно-гигиенический норматив в 1,1 раза.

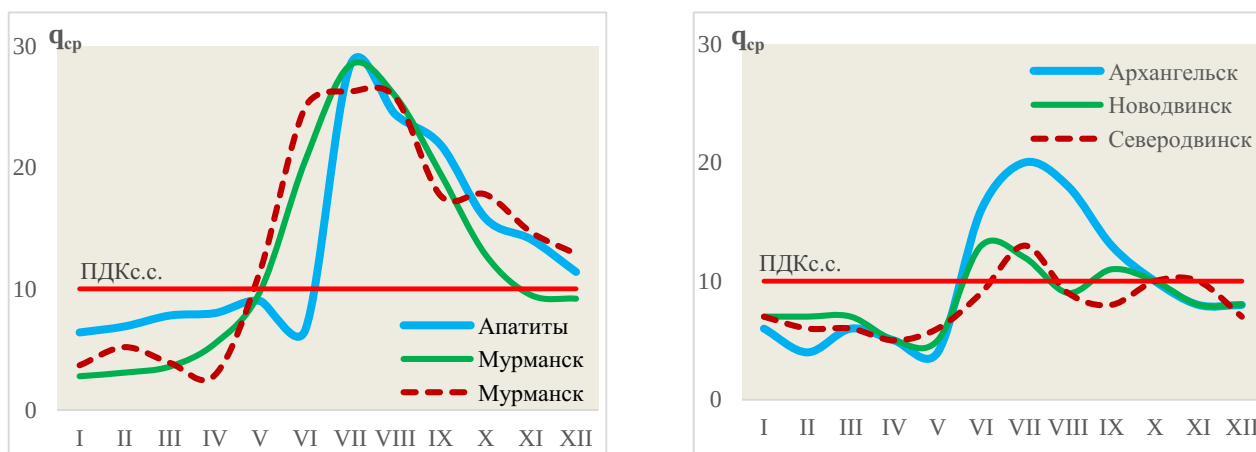


Рис. 4.48. Годовой ход концентраций формальдегида в городах АЗРФ в 2022 г., $q_{\text{ср}}$, мкг/м³

В районах города Норильск – Оганер, Кайеркан и Талнах – осуществлялись наблюдения с помощью мобильной лаборатории в маршрутных точках, по результатам которых зафиксированные максимальные разовые концентрации превысили санитарно-гигиенический норматив: фенола – в 8,9 раза; этилбензола – в 8 раз; стирола – в 6,9 раза; толуола – в 6,7 раза; бензола – в 1,3 раза; аммиака – в 1,1 раза.

В 10 городах АЗРФ проводятся наблюдения за концентрациями семи тяжелых металлов. В Воркуте средняя за год концентрация никеля составила 1,8 ПДКс.г., в Норильске – 1,5 ПДКс.г., в остальных городах превышений ПДК тяжелых металлов не было зафиксировано.

Состояние поверхностных вод водных объектов Арктической зоны Российской Федерации и их загрязнение по гидрохимическим и гидробиологическим показателям

Исследование водных ресурсов арктического региона России входит в число приоритетных государственных направлений, призванных обеспечить устойчивое развитие и экологическую безопасность в регионе.

Водные ресурсы бассейнов репрезентативных рек Арктической зоны Российской Федерации (наблюдённый годовой сток рек) в 2022 г. в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений, имевших место в 2021 г. (табл. 4.17).

Картина водности в бассейнах всех относительно крупных рек Кольского полуострова характеризовалась сохранением высокой водности Туломы (северный склон) с показателем 27,3% против 24,2% в 2021 г. и резким ростом водности Поной и Варзуги (восточный и южный склоны). Для Поной это означало возвращение фазы высокой водности, прерванной в 2021 г. Сток этой реки, превысивший норму на 14,3% в 2022 г., был ниже нормы на 3,8% в 2021 г. Для Варзуги фаза повышенной водности продолжилась, с ростом показателя с 6,5% в 2021 г. до 29,1% в 2022 г.

Сток наиболее крупных водотоков Карелии, принадлежащих бассейну Белого моря – Ковды, Кеми и Беломорско-Балтийского канала – по-прежнему превышал норму, хотя и с более низкими показателями по сравнению с 2021 г. (соответственно 20,2%, 8,1%, 5,3% против 32,9%, 27,3%, 8,1%). Продолжительность фазы повышенной водности для Ковды достигла трёх лет, а для Кеми и Беломорско-Балтийского канала – девяти лет.

Бассейны крупнейших рек европейской части Арктической зоны Российской Федерации – Северной Двины, Мезени и Печоры – характеризовались водностью ниже нормы. Если для Северной Двины и Мезени продолжилась фаза низкой водности, начавшаяся в 2021 г., то для Печоры завершилась фаза высокой водности, начавшаяся в 2014 г.

Таблица 4.17. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км ³ /год	Водные ресурсы 2022 г., км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Тулома	21,5	7,11	9,05	27,3
Поной	15,5	5,31	6,07	14,3
Варзуга	9,84	3,06	3,95	29,1
Ковда	26,1	8,65	10,4	20,2
Кемь	27,7	8,17	8,83	8,1
Беломорско-Балтийский канал	27,1	8,42	8,87	5,3
Северная Двина	357	101,0	94,5	-6,4
Мезень	78,0	27,2	18,7	-31,3
Печора	322	129,0	127,0	-1,6
Обь	2990	405,0	363,0	-10,4
Енисей	2580	635,0	683,0	7,6

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км ³ /год	Водные ресурсы 2022 г., км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Хатанга	364	109,0	124,0	13,8
Анабар	100	16,3	17,8	9,2
Оленёк	219	34,4	52,8	53,5
Лена	2490	537,0	706,0	31,5
Яна	238	30,8	41,0	33,1
Индиگیرка	360	54,7	64,1	17,2
Колыма	647	131,0	124,0	-5,3
Анадырь	191	59,7	53,7	-10,1

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

В бассейне одной из крупнейших рек азиатской части Арктической зоны Российской Федерации - Оби - продолжилась фаза пониженной водности, начавшаяся в 2021 г. после семилетнего высоководного периода. Сток реки был ниже нормы на 10,4%.

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 2021 г. имело место снижение стока Енисея с 27,9% над нормой до 7,6%. Сток Лены, напротив, резко возрос, превысив норму на 31,5% против от 10,1% в 2021 г.

В бассейнах Хатанги, Яны и Индиگیرки резко завершилась фаза низкой водности, продолжавшаяся соответственно пять лет, три и два года. Превышение нормы стока для этих рек составило соответственно 13,8%, 33,1% и 17,2%. Бассейны Анабара и Оленёка, напротив, характеризовались продолжением фаз высокой водности, стартовавших в 2021 г. При этом рост водности в бассейне Оленёка был весьма впечатляющим: превышение нормы в нём в 2022 г. составило 53,5% против 22,7% в 2021 г.

В бассейнах крупных рек востока азиатской части Арктической зоны - Колымы и Анадыря - продолжилась фаза пониженной водности, начавшаяся в 2019-2020 гг. При этом водность Колымы несколько возросла по сравнению с 2021 г. до значения ниже нормы на 5,3% от значения ниже нормы на 12,2%.

Исследование водных ресурсов арктического региона России входит в число приоритетных государственных направлений, призванных обеспечить устойчивое развитие и экологическую безопасность в регионе. Важной характеристикой природных вод является минерализация и ионный состав. Большинство участков арктических рек в пределах АЗ РФ по минерализации воды относится к категории ультрапресных, вода которых за многолетний период характеризуется минерализацией менее 200 мг/дм³. Для вод с такой низкой минерализацией даже незначительное повышение содержания какого-либо компонента может негативно сказаться на качестве воды и состоянии водной экосистемы в целом.

Оценку антропогенного влияния на химический состав природных вод традиционно проводят на основе сравнения фактически наблюдаемых концентраций растворенных веществ с ПДК. Однако такой подход не вполне корректен для ультрапресных речных вод арктического региона, в которых естественное содержание химических веществ значительно ниже ПДК. О возможном закислении, засолении, увеличении содержания отдельных ионов или трансформации химического состава воды рек можно судить на основе анализа многолетней временной изменчивости химического состава воды.

Изменение ионного состава воды и содержания приоритетных загрязняющих веществ, формирующих основной вклад в загрязненность воды арктических рек, рассмотрено по секторам арктического побережья: Европейский, Западно- и Восточно-Сибирский сектора. В Арктической зоне РФ в 2022 г. гидрохимическими наблюдениями были охвачены 87 водотоков (реки, ручьи) и 19 водоемов (озер, водохранилищ и заливов) в 152 пунктах (табл. 4.18). Распределение количества участков рек по секторам несколько различается и наибольшей плотностью наблюдений характеризуется европейский сектор АЗ РФ.

Таблица 4.18. Распределение водных объектов и пунктов наблюдений за загрязнением поверхностных вод суши в пределах АЗ РФ (по состоянию на 01.01.2023 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 АЗ РФ	87	19	144	167

Ионный состав воды устьевых участков отдельных арктических рек представлен в таблице 4.19. Резких колебаний минерализации воды не наблюдалось, в отдельные сезоны происходило естественное увеличение данного показателя на замыкающих створах рек за счет влияния морских вод (например, в устьях рр. Мезень и Северная Двина). Содержание большинства главных ионов хорошо коррелирует с изменениями минерализации воды, что характерно для большинства рек Восточно-Европейского и Сибирского типов гидрохимического режима рек.

Ионный состав воды на устьевых участках рек европейской части АЗ РФ характеризовался большим разнообразием химического состава воды: от наиболее простых гидрокарбонатно-кальциевых вод «С - Са» (р. Северная Двина, Мезень и Печора) до сульфатно-кальциевых вод «S - Са» (рр. Колос-йоки, Печенга и Поной) или гидрокарбонатных и сульфатных вод сложного катионного состава, (рр. Вирма, Кола).

Таблица 4.19. Минерализация и ионный состав воды устьевых участков отдельных арктических рек РФ в 2022 г.

Река - пункт наблюдений	Минерализация, мг/дм ³	Среднегодовая концентрации ионов, мг/дм ³ количество вещества эквивалентов, %						Ионный состав воды
		Cl ⁻	SO ₄ ²⁻	HCO ₃ ⁻	Na ⁺	Mg ²⁺	Ca ²⁺	
Европейский сектор								
Вирма - с. Ловозеро	<u>11,1-70,4*</u> 36,7	<u>4,0</u> 8,5	<u>9,3</u> 14,6	<u>21,8</u> 26,9	<u>4,3</u> 18,5	<u>1,6</u> 13,2	<u>3,7</u> 18,3	C - NaCa
Кола - г. Кола, выше устья	<u>16,8-33,54</u> 20,0	<u>4,0</u> 12,5	<u>5,9</u> 13,6	<u>13,1</u> 23,8	<u>3,1</u> 15,8	<u>1,4</u> 13,7	<u>3,5</u> 20,5	C -CaNaMg
Колос-йоки - пгт Никель, выше устья	<u>95,1-165,0</u> 135,9	<u>7,7</u> 4,8	<u>74,7</u> 34,2	<u>30,5</u> 11,0	<u>7,8</u> 8,4	<u>7,3</u> 15,1	<u>21,4</u> 26,5	S - Ca
Печенга - ст. Печенга	<u>35,7-127,7</u> 78,0	<u>4,6</u> 4,9	<u>41,3</u> 32,5	<u>20,4</u> 12,6	<u>6,7</u> 12,5	<u>4,4</u> 15,8	<u>10,1</u> 21,7	S - Ca
Поной - с. Краснощелье	<u>16,7-33,4</u> 25,0	<u>2,0</u> 6,1	<u>11,3</u> 25,3	<u>10,6</u> 18,7	<u>2,1</u> 17,1	<u>0,6</u> 9,4	<u>2,5</u> 23,5	S - Ca
Северная Двина - с. Усть-Цильма	<u>61,3-353,2</u> 210,7	<u>6,5</u> 3,2	<u>44,8</u> 16,5	<u>104,8</u> 30,3	<u>9,2</u> 6,9	<u>8,6</u> 12,4	<u>35,6</u> 30,7	C - Ca
Мезень - д. Малонисогорская	<u>4,0-235,4</u> 169,0	<u>5,7</u> 3,7	<u>5,7</u> 2,8	<u>113,6</u> 43,5	<u>14,0</u> 13,4	<u>6,5</u> 11,9	<u>22,4</u> 24,7	C - Ca
Печора - ниже г. Нарьян-Мар	<u>26,8-197,4</u> 111,9	<u>6,2</u> 6,0	<u>6,4</u> 4,6	<u>69,7</u> 39,4	<u>7,6</u> 1,1	<u>4,2</u> 14,3	<u>16,9</u> 34,6	C - Ca
Западно-Сибирский сектор								
Енисей - ниже г. Игарка	<u>68,5-264,4</u> 146,2	<u>9,6</u> 6,9	<u>20,4</u> 10,8	<u>77,7</u> 32,3	<u>8,6</u> 10,2	<u>5,0</u> 11,3	<u>21,0</u> 28,5	C - Ca
Обь - ниже г. Салехард	<u>76,0-214,0</u> 145,3	<u>7,0</u> 5,0	<u>20,5</u> 10,9	<u>81,4</u> 34,1	<u>7,5</u> 13,6	<u>4,4</u> 15,3	<u>10,1</u> 21,1	C - Ca
Пур - п. Самбург	<u>42,0-81,0</u> 60,1	<u>3,9</u> 6,6	<u>13,4</u> 16,8	<u>27,0</u> 26,6	<u>5,8</u> 14,7	<u>3,5</u> 17,0	<u>6,3</u> 18,3	C -CaMgNa
Седз-Яха - г. Новый Уренгой	<u>23,0-45,0</u> 33,3	<u>2,5</u> 7,4	<u>11,3</u> 24,8	<u>10,3</u> 17,8	<u>4,1</u> 18,6	<u>1,7</u> 14,8	<u>3,2</u> 16,7	S -NaCaMg
Таз - пгт Тазовский	<u>60,0-232,0</u> 125,1	<u>2,8</u> 2,6	<u>17,2</u> 11,6	<u>67,6</u> 35,9	<u>5,5</u> 7,6	<u>7,7</u> 20,4	<u>13,8</u> 22,0	C -CaMg
Восточно-Сибирский сектор								
Алазея - п. Андрюшкино	<u>37,5-145,0</u> 55,3	<u>2,2</u> 4,5	<u>5,9</u> 8,8	<u>31,1</u> 36,7	<u>3,3</u> 9,4	<u>2,9</u> 15,8	<u>7,6</u> 24,8	C - Ca
Анабар - с. Саскылах	<u>42,4-101,0</u> 57,8	<u>1,2</u> 2,4	<u>3,3</u> 4,8	<u>37,0</u> 42,8	<u>2,3</u> 6,0	<u>2,6</u> 13,1	<u>10,2</u> 30,8	C - Ca
Индигирка - п. Чокурдах	<u>71,2-125,0</u> 97,2	<u>1,2</u> 1,3	<u>22,8</u> 17,9	<u>50,0</u> 30,9	<u>3,0</u> 4,8	<u>4,5</u> 13,8	<u>17,0</u> 31,4	C - Ca
Колыма - с. Колымское	<u>90,7-121,0</u> 109,2	<u>1,3</u> 1,1	<u>46,9</u> 30,5	<u>36,0</u> 18,4	<u>2,8</u> 3,7	<u>8,4</u> 21,5	<u>16,1</u> 24,7	S - CaMg
Лена - с. Кюсюр	<u>50,8-104,0</u> 74,6	<u>7,9</u> 11,0	<u>10,7</u> 11,0	<u>34,7</u> 28,0	<u>3,2</u> 7,7	<u>2,2</u> 10,2	<u>11,6</u> 32,1	C - Ca
Оленек - п. ст. Тюмети	<u>54,6-184,0</u> 122,7	<u>7,0</u> 6,9	<u>9,3</u> 6,8	<u>62,9</u> 36,3	<u>0,2</u> 0,2	<u>7,6</u> 12,9	<u>36,1</u> 36,9	C - Ca
Яна - п.ст. Юбилейная	<u>54,1-95,3</u> 75,8	<u>4,5</u> 6,1	<u>18,2</u> 18,1	<u>32,9</u> 25,8	<u>1,7</u> 3,7	<u>4,6</u> 19,0	<u>11,0</u> 27,3	C - Ca

Примечания: *приведены диапазоны (в числителе) и среднегодовая минерализация воды (в знаменателе); цветом выделены доминирующие ионы в ионном составе воды.

Арктические участки рек Западно-Сибирского сектора АЗ РФ по ионному составу классифицируются на гидрокарбонатно-кальциевые воды (рр. Енисей, Обь), гидрокарбонатные кальциево-магниевые воды (р. Таз) и гидрокарбонатные или сульфатные воды сложного катионного состава (рр. Пур и Седз-Яха).

Реки Восточно-Сибирского сектора имели более однородный ионный состав - в основном это гидрокарбонатно-кальциевые воды, за исключением устьевых участков реки Колыма, воды которой в 2022 г. по ионному составу соответствовали сульфатному классу с преобладанием катионов кальция и магния.

Таким образом, в пространственном отношении (при движении с запада на восток) в материковой части АЗ РФ происходило изменение ионного состава речных вод в сторону доминирования гидрокарбонатов и ионов кальция.

Корреляционный анализ многолетних данных значений концентраций главных ионов в речных водах АЗ РФ показал, что в **многолетней динамике ионного состава речных вод** можно выделить следующие особенности:

- 1) доминирование возрастающих трендов над убывающими для большинства ионов, кроме хлоридов;
- 2) отсутствие статистически значимых тенденций изменения содержания ионов кальция и гидрокарбонат-ионов в воде более половины исследуемых участков арктических рек;
- 3) убывающие тренды по хлоридам характерны для участков рек Европейского и Восточно-Сибирского секторов;
- 4) доминированием возрастающих тенденций над убывающими по всем показателям для исследуемых рек Западно-Сибирского сектора.

Последнее может быть обусловлено одновременным воздействием климатических изменений и усилением антропогенной нагрузки на водосборы в районах интенсивной нефтегазодобычи в бассейнах рек Обь, Пур, Таз.

Таким образом, многолетняя динамика содержания главных ионов в речных водах различных секторов Российской Арктики отличается разнонаправленностью и преобладанием возрастающих тенденций, особенно на территории Западной Сибири. Это может быть обусловлено не только прямым антропогенным влиянием, но и активизацией процессов химического выветривания пород в результате последствий глобального изменения климата. Значительный охват территорий однонаправленными процессами говорит об их глобальном характере и необходимости проведения регулярных наблюдений за происходящими изменениями в ионном составе воды арктических рек РФ.

Неоднородность химического состава воды устьевых участков арктических рек проявляется и в изменчивости концентраций органических веществ, нефтепродуктов, минеральных форм азота и соединений железа, меди и цинка, которые являются приоритетными загрязнителями речных вод АЗ РФ.

В таблице 4.20 представлены обобщенные данные за 2022 г., характеризующие содержание биогенных и органических веществ, соединений тяжелых металлов в воде отдельных участков рек арктического региона. Анализ данных позволил выделить следующие особенности.

Практически на всех участках исследуемых арктических рек наблюдалось превышение среднегодовых концентраций органических веществ (по показателю ХПК), но кратность превышения была низкой и составляла 1-2 ПДК, что говорит о «низком» уровне загрязненности речных вод АЗ РФ данными компонентами (согласно критериям, приведенным в РД 52.24.643-2002 «Метод комплексной оценки степени загрязненности поверхностных вод по гидрохимическим показателям»).

Таблица 4.20. Концентрации органических и биогенных веществ, соединений тяжелых металлов в воде отдельных участков рек в АЗ РФ в 2022 г.

Река - пункт наблюдений	Показатель ХПК (ОВ, мг/дм³)	Концентрации (в мг/дм³ или *мкг/дм³)				
		НФ	NH₄⁺	Fe	Cu*	Zn*
Европейский сектор						
Вирма - с. Ловозеро	<u>3,10-29,2**</u> 17,0	<u>0,01-0,05</u> 0,02	<u>0,002-0,88</u> 0,16	<u>0,30-1,45</u> 0,75	<u>0,8-3,5</u> 2,0	<u>2,0-13,4</u> 9,5
Кола - г. Кола, выше устья	<u>8,20-29,0</u> 16,3	<u>0,01-0,03</u> 0,02	<u>0,002-0,033</u> 0,008	<u>0,13-0,24</u> 0,19	<u>1,1-3,4</u> 2,3	<u>2,0-15,4</u> 7,2
Колос-йоки - пгт Никель, устье	<u>3,80-30,2</u> 15,4	<u>0,01-0,15</u> 0,02	<u>0,037-0,92</u> 0,31	<u>0,08-0,38</u> 0,18	<u>2,1-26,7</u> 12,9	<u>9,2-31,8</u> 19,1
Печенга - ст. Печенга	<u>3,40-24,1</u> 13,5	<u>0,01-0,05</u> 0,02	<u>0,002-0,017</u> 0,006	<u>0,12-0,26</u> 0,15	<u>1,7-6,8</u> 4,5	<u>2,0-19,9</u> 7,4
Поной - с. Краснощелье	<u>5,50-25,9</u> 15,7	<u>0,005-0,014</u> 0,010	<u>0,002-0,094</u> 0,018	<u>0,58-0,83</u> 0,66	<u>0,5-2,3</u> 1,4	<u>4,1-18,2</u> 13,1
Северная Двина - с. Усть-Цильма	<u>17,0-71,1</u> 32,9	<u>0,002-0,031</u> 0,013	<u>0,028-0,110</u> 0,067	<u>0,05-0,57</u> 0,32	<u>0-4,2</u> 1,5	<u>0-47,2</u> 5,0
Мезень - д. Малонисогорская	<u>8,00-34,5</u> 17,8	<u>0,02-0,13</u> 0,07	<u>0,009-0,125</u> 0,047	<u>0,05-0,50</u> 0,33	<u>0,4-2,0</u> 1,2	<u>0-18,9</u> 6,6
Печора - ниже г. Нарьян-Мар	<u>5,20-22,2</u> 12,3	<u>0-1,17</u> 0,32	<u>0,030-0,575</u> 0,159	<u>0,06-0,81</u> 0,42	<u>0-13,6</u> 2,3	<u>5,7-94,5</u> 28,5
Западно-Сибирский сектор						
Енисей - ниже г. Игарка	<u>20,0-34,2</u> 26,0	<u>0-0,25</u> 0,06	<u>0,017-0,028</u> 0,023	<u>0,08-0,41</u> 0,22	<u>0-9,8</u> 2,3	<u>0,5-20,9</u> 3,7
Обь - ниже г. Салехард	<u>11,3-44,7</u> 25,8	<u>0-0,13</u> 0,04	<u>0,200-0,890</u> 0,500	<u>0,63-1,70</u> 1,08	<u>3,4-10,7</u> 5,6	<u>4,4-30,4</u> 9,9
Пур - п. Самбург	<u>12,6-32,3</u> 22,5	<u>0,01-1,46</u> 0,60	<u>0,180-0,510</u> 0,310	<u>0,60-2,81</u> 1,62	<u>0,8-4,5</u> 1,8	<u>1,0-14,4</u> 4,7
Седэ-Яха - г. Новый Уренгой	<u>5,10-43,7</u> 20,1	<u>0,05-0,25</u> 0,10	<u>0,210-0,390</u> 0,270	<u>0,86-2,72</u> 1,65	<u>1,1-4,3</u> 2,0	<u>2,8-20,7</u> 6,6
Таз - пгт Тазовский	<u>11,7-34,0</u> 19,5	<u>0,08-0,59</u> 0,33	<u>0,190-0,930</u> 0,400	<u>0,46-1,42</u> 0,98	<u>1,0-18,9</u> 5,0	<u>2,2-9,3</u> 5,0
Восточно-Сибирский сектор						
Алазея - п. Андрюшкино	<u>24,8-48,8</u> 36,9	<u>0,001-0,013</u> 0,006	<u>0,021-0,304</u> 0,085	<u>0,07-0,42</u> 0,22	<u>1,3-4,3</u> 2,7	<u>2,5-21,0</u> 10,6
Анабар - с. Саскылах	<u>28,3-73,8</u> 42,3	<u>0,006-0,023</u> 0,0015	<u>0,035-0,073</u> 0,055	<u>0,14-0,22</u> 0,19	<u>0,5-5,3</u> 2,5	<u>5,8-35,0</u> 14,1
Индигирка - п. Чокурдах	<u>13,7-45,8</u> 24,6	<u>0,003-0,012</u> 0,007	<u>0,350-0,440</u> 0,370	<u>0,02-0,12</u> 0,08	<u>0,5-2,7</u> 1,9	<u>2,5-17,0</u> 8,6
Колыма - с. Колымское	<u>8,30-21,3</u> 14,5	<u>0,003-0,013</u> 0,007	<u>0,005-0,092</u> 0,038	<u>0,01-0,17</u> 0,07	<u>0,5-2,9</u> 1,7	<u>2,5-5,8</u> 3,3
Лена - с. Кюсюр	<u>11,7-34,9</u> 25,3	<u>0-0,12</u> 0,04	<u>0,030-0,480</u> 0,140	<u>0,20-1,22</u> 0,57	<u>0-6,0</u> 3,3	<u>0-19,0</u> 5,6
Оленек - п. ст. Тюмети	<u>11,9-20,5</u> 15,4	<u>0,04-0,09</u> 0,07	<u>0,030-0,060</u> 0,040	<u>0,09-0,30</u> 0,18	<u>2,0-5,0</u> 3,0	<u>1,0-7,0</u> 4,8
Яна - п.ст. Юбилейная	<u>14,9-39,8</u> 22,1	<u>0-0,09</u> 0,06	<u>0,030-0,050</u> 0,040	<u>0,20-1,02</u> 0,46	<u>2,0-5,0</u> 3,5	<u>5,0-10,0</u> 7,1

Примечания: НФ - нефтепродукты; **приведены диапазоны (в числителе) и среднегодовое значение концентрации (в знаменателе); жирным шрифтом выделены среднегодовые концентрации химических веществ, превышающие их ПДК.

Превышение нормативов по среднегодовым концентрациям соединений азота аммонийного, нефтепродуктов и соединений цинка наблюдалось в единичных случаях и с низкой кратностью. Наиболее значительное превышение ПДК нефтепродуктов было зафиксировано в речных водах Западно-Сибирского сектора АЗ РФ - в р. Пур до 12 ПДК по среднегодовому значению концентраций и до 29 ПДК - по максимальным.

Устойчивый характер загрязненности воды выявлен и для исследуемых участков арктических рек по содержанию соединений железа. Так, кратность превышения ПДК по среднегодовым концентрациям соединений железа варьировала в пределах (1,5-7,5) раз в пунктах наблюдений в Европейском секторе; (2,2-16,5) раз - в Западно-Сибирском секторе и (1,8-5,7) раз - в Восточно-Сибирском секторе АЗ РФ (табл. 4.20). При этом уровень загрязненности речных вод характеризовался как «средний» (от 2 до 10 ПДК) на устьевых участках рек Европейского и Восточно-Сибирского секторов АЗ РФ и имел устойчивый характер по повторяемости случаев загрязненности воды. Выделялись участки рек Западно-Сибирской части, для которых и по частоте, и по кратности превышения ПДК уровень загрязненности воды соединениями железа имел устойчивый характер и «высокий» уровень.

Для всех изученных участков арктических рек характерно превышение ПДК по среднегодовым концентрациям соединений меди, которое варьировало в пределах (1,2-12,9) раза в пунктах наблюдений в Европейском секторе; (1,8-5,6) раза - в Западно-Сибирском секторе и (1,7-3,5) раза - в Восточно-Сибирском секторе АЗ РФ. В целом уровень загрязненности речных вод «средний» (от 2 до 10 ПДК), имел устойчивый характер по повторяемости случаев превышения ПДК. Исключение составил участок реки Колос-йоки в пункте наблюдений у пгт. Никель, где превышение ПДК соединений меди было более 10 ПДК и более, чем в 50% случаях, что соответствовало «высокому» уровню загрязненности воды.

Такая неоднородность в уровне загрязненности воды арктических рек обусловлена, в первую очередь, неравномерностью антропогенной нагрузки на водосборах и плотности размещения основных источников загрязнения речных вод АЗ РФ. Без сомнения отдельные локальные отличия в химическом составе речных вод различных секторов Арктики могут быть обусловлены также природно-климатическими факторами и косвенным антропогенным влиянием.

В многолетней динамике химического состава воды устьевых участков рек АЗ РФ сохраняются тенденции снижения содержания соединений железа, меди и цинка, особенно на устьевых участках рек Западно-Сибирского и Восточно-Сибирского секторов. При этом кривые изменения среднегодовых концентраций соединений металлов часто подобны. В динамике содержания органических веществ (по показателю ХПК), напротив, сформировался возрастающий тренд на участках рек данных секторов, а в европейской части арктической зоны преобладали случаи отсутствия тренда по содержанию органических соединений.

Для большинства участков рек Западно-Сибирского и Восточно-Сибирского секторов сохраняется тренд на снижение содержания нефтепродуктов в воде, в то время как для рек Европейского сектора отмечалась тенденция роста концентраций. По содержанию в речных водах соединений азота аммонийного можно отметить следующее - на участках рек Западно-Сибирского сектора преобладает тренд на снижение концентраций, в пределах Европейского и Восточно-Сибирского секторов - наблюдалось отсутствие значимых тенденций за многолетний период.

Такая разнонаправленность и неоднородность в тенденциях содержания органических и биогенных веществ, соединений металлов в речных водах Арктики свидетельствует о сложном характере влияния совокупности природных и антропогенных факторов.

Высокие и экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод Арктической зоны РФ

В 2022 г. высокие уровни загрязнения (ВЗ⁵) поверхностных вод Арктической зоны Российской Федерации отмечались на 43 водных объектах в 224 случаях, экстремально высокие уровни загрязнения (ЭВЗ⁶) - на 22 водных объектах в 76 случаях. Следует отметить, что в 2022 г. по сравнению с предыдущим годом суммарное количество ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод уменьшилось на 25% (рис. 4.49).

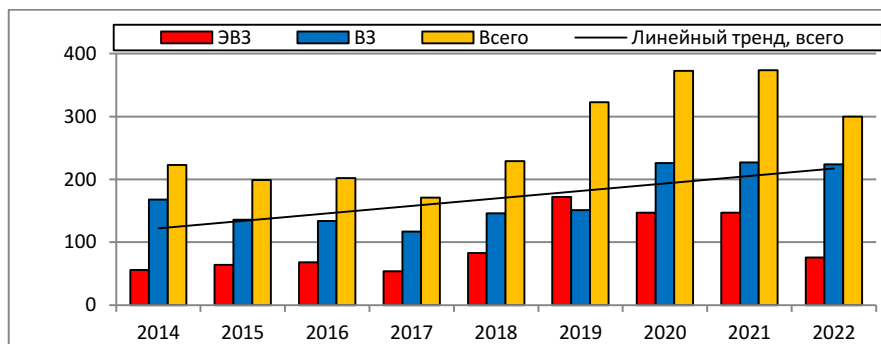


Рис. 4.49. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод Арктической зоны РФ

Поверхностные воды загрязнены, в основном, соединениями никеля, марганца, меди, алюминия, железа, молибдена, ртути и цинка (рис. 4.50).

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

⁶ Экстремально высокое загрязнение поверхностных вод – уровень загрязнения, превышающий ПДК в 5 и более раз для веществ 1 и 2 классов опасности и в 50 и более раз для веществ 3 и 4 классов

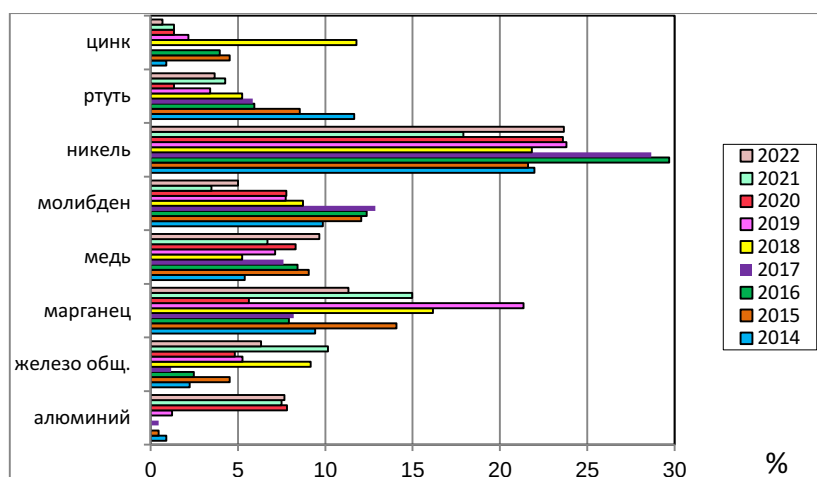


Рис. 4.50. Распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ по ингредиентам (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ Арктической зоны РФ)

Анализ внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод Арктической зоны Российской Федерации носит сезонный характер.

Более 70% всех случаев ВЗ и ЭВЗ в континентальной Арктической зоне РФ приходится на водные объекты Мурманской области. В 2022 г. в Мурманской области было зарегистрировано 164 случая высокого и 55 случаев экстремально высокого загрязнения по 16 ингредиентам на 20 водных объектах, что на 12% меньше прошлогодних значений (табл. 4.21).

Таблица 4.21. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам Арктической зоны РФ за период 2014-2022 гг.

Регион	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.
	ЭВЗ+ВЗ= всего	ЭВЗ+ВЗ= всего	ЭВЗ+ВЗ= всего	ЭВЗ+ВЗ= всего	ЭВЗ+ВЗ= всего	ЭВЗ+ВЗ= всего	ЭВЗ+ВЗ= всего	ЭВЗ+ВЗ= всего	ЭВЗ+ВЗ= 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
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
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
Республика Коми ¹	0	0	0+1=1	0	0+1=1	11+1=12	0+1=1	2+13=15	0+1=1
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
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
Республика Саха (Якутия) ⁴	0	0	0+1=1	0	0	0	0	0	0
Чукотский АО	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Республика Карелия ⁵	0	0	0	0	0	0	0	0	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

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): Суринада, 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 65% всех случаев ВЗ и ЭВЗ связано с загрязнением поверхностных вод соединениями тяжелых металлов. В 2022 г. в поверхностных водах максимальные концентрации соединений были зафиксированы: меди (210 ПДК) - в р. Кумужья, г. Мончегорск; железа общ. (195 ПДК), фтора (19,1 ПДК) - в ручье без названия, г. Кандалакша; никеля (67 ПДК) - в р. Колос-йоки, пгт. Никель; ртути (12,1 ПДК) - в р. Хаукилампи-Йоки, г. Заполярный; марганца (44 ПДК) - в р. Можель, г. Ковдор; молибдена (22 ПДК) - в оз. Имандра, г. Апатиты.

В 2022 г. по сравнению с предыдущим годом в Мурманской обл. понизилось количество случаев загрязнения водных объектов почти всеми загрязняющими веществами (рис. 4.51).

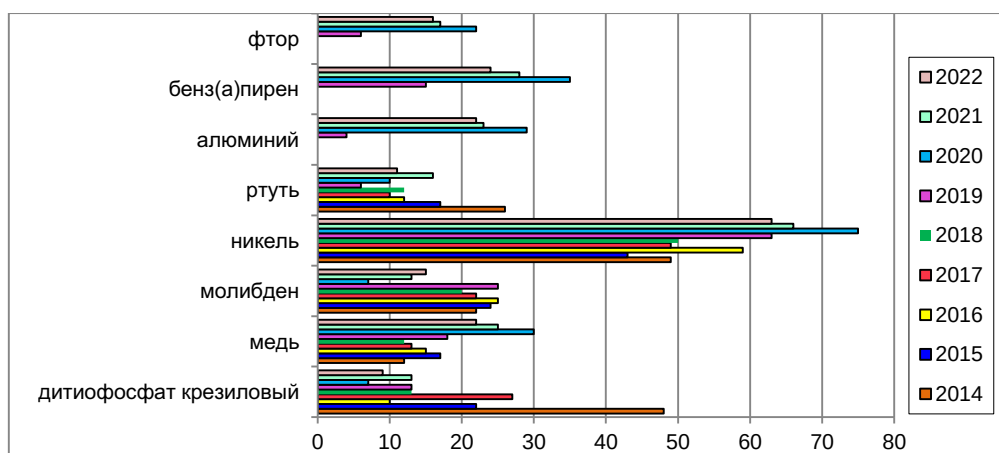


Рис. 4.51. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по основным загрязняющим веществам в Мурманской обл. за период 2014-2022 гг.

Как и в предыдущие годы, максимальную нагрузку от загрязнения испытывают реки: Нюдауй, Колос-йоки, Хаукилампи-йоки, на которых наблюдается наибольшее число повторений случаев высокого загрязнения. Максимальное число повторений случаев - 66 ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод в Мурманской обл. было зарегистрировано в ручье без названия в г. Кандалакша (рис. 4.52).

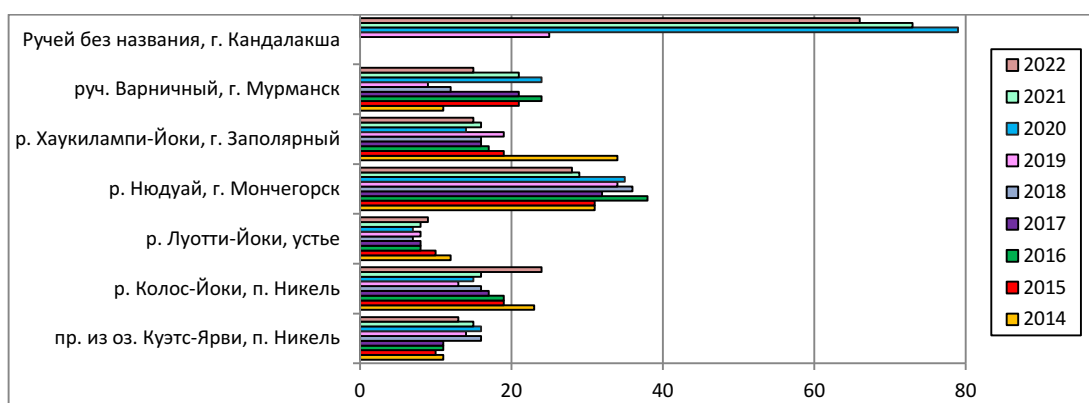


Рис. 4.52. Пункты наблюдений в Мурманской обл., в которых регистрировалось максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2014-2022 гг.

В Ямало-Ненецком автономном округе в 2022 г. было зарегистрировано 35 случаев высокого загрязнения на 12 водных объектах и 19 случаев экстремально высокого загрязнения на 8 водных объектах, что почти в 2 раза меньше значений 2021 г. (39 случаев ВЗ на 11 водных объектах и 59 случаев ЭВЗ на 13 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. 4.53). В 2022 г. в поверхностных водах максимальные концентрации были зафиксированы: соединений марганца (113,2 ПДК) в р. Сыня, п. Овгорт; железа (145,6 ПДК) в районе р. Правая Хетта, пгт. Пангоды. В бассейне р. Правая Хетта, пгт. Пангоды в 2022 г. было зарегистрировано максимальное количество случаев - 18 высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод (рис. 4.54).

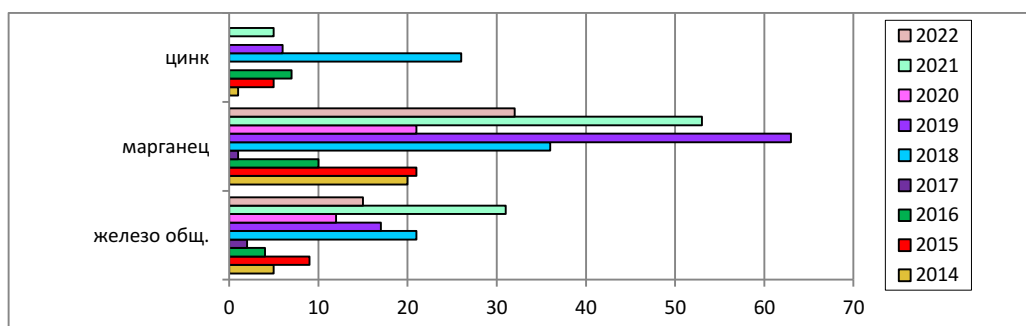


Рис. 4.53. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по основным загрязняющим веществам в Ямало-Ненецком АО за период 2014-2022 гг.

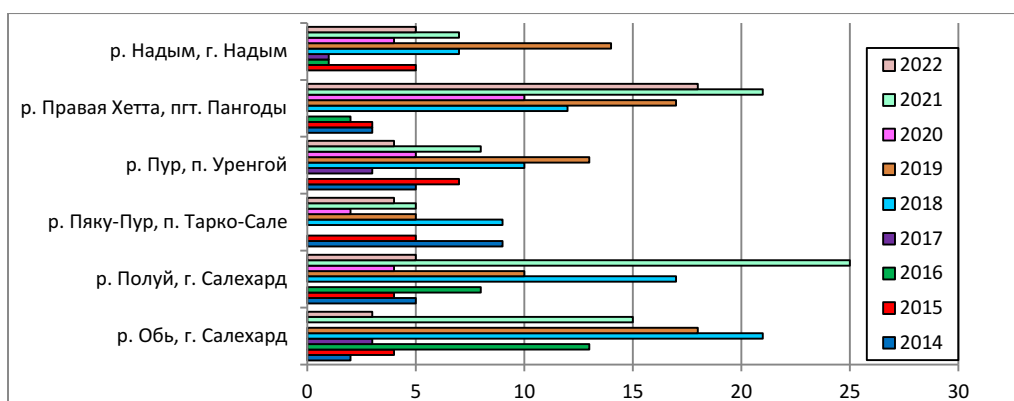


Рис. 4.54. Пункты наблюдений в Ямало-Ненецком АО, в которых регистрировалось максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2014-2022 гг.

Негативное влияние на состояние водных объектов Красноярского края оказывают сточные воды предприятий медно-никелевого производства. Основными загрязняющими веществами водных объектов являются соединения меди, никеля, кадмия и нефтепродукты. В 2022 г. в Красноярском крае было зарегистрировано 2 случая ЭВЗ и 14 случаев ВЗ поверхностных вод (в 2021 г. - 1 случай ВЗ и 1 случай ЭВЗ). Следует отметить, что в период 2019-2020 гг. регистрировалось максимальное число случаев ВЗ и ЭВЗ (23 и 28 соответственно) поверхностных вод (табл. 4.21). В 2022 г. на водных объектах Красноярского края были зафиксированы максимальные значения загрязняющих веществ: никеля (64,5 ПДК) - в р. Щучья, г. Норильск; меди (110 ПДК) - в р. Ерачимо, фактория «Большой Порог».

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. В 2022 г. в Архангельской области было зарегистрировано 9 случаев высокого загрязнения поверхностных вод (табл. 4.21). В 2022 г. в пресных поверхностных водных объектах Архангельской области были зафиксированы максимальные значения загрязняющих веществ: натрия (23,3 ПДК), хлоридов (11,7 ПДК) - прот. Маймакса, г. Архангельск.

Загрязнение бассейна р. Печора (Ненецкий АО) связано с добычей и переработкой углеводородного сырья и поступлением в водотоки со сточными водами нефтепродуктов. В 2022 г. в поверхностных водах Ненецкого АО был зарегистрирован 1 случай высокого загрязнения нефтепродуктами (30,2 ПДК). Максимальное суммарное число случаев ВЗ и ЭВЗ в Ненецком АО - 25 было зарегистрировано в 2020 г. (табл. 4.21).

Основными загрязнителями водных объектов Республики Коми являются предприятия теплоэнергетики, нефтегазоперерабатывающей, угледобывающей, нефтегазодобывающей, лесозаготовительной и деревообрабатывающей отраслей промышленности. В 2022 г. в Республике Коми был зафиксирован 1 случай высокого загрязнения поверхностных вод алюминием (11,2 ПДК), для сравнения в 2021 г. - 2 случая ЭВЗ и 13 случаев ВЗ (табл. 4.21).

В остальных субъектах Арктической зоны: Республиках Карелия и Саха (Якутия), а также в Чукотском АО случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод в 2022 г. не было зарегистрировано.

Аварий, приведшим к высоким и экстремально высоким загрязнениям поверхностных вод Арктической зоны РФ, в 2022 г. не было отмечено.

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. Каждое из этих сообществ наблюдается по ряду параметров, позволяющих получать информацию о качественном составе экосистем водных объектов и их количественных характеристиках. Гидробиологические наблюдения Арктической зоны в период с 2007 по 2022 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 в 61 пункте, принадлежащих бассейнам Баренцева и Белого морей. На рис. 4.55 представлена картограмма качества вод Мурманской области в 2022 г., на рис. 4.56 - Архангельской, Вологодской областей, Республики Коми и Ненецкого автономного округа.

выявлено 16 видов. Класс качества придонного горизонта соответствует «слабо загрязненным» водам. Биоценозы реки испытывают состояние антропогенного экологического напряжения.

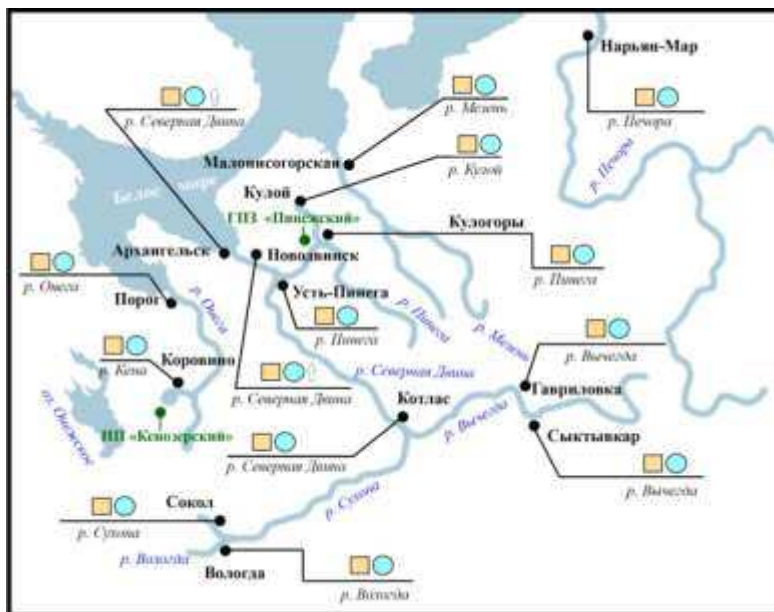


Рис. 4.56. Качество вод водотоков Севера Европейской части России по гидробиологическим показателям в 2022 г. Обозначения такие же, как на рис. 4.55

В фитопланктоне р. Кола было выявлено 48 видов. В начале вегетационного периода основу фитопланктона формировали представители диатомовых водорослей, к концу лета превалировали синезеленые и зеленые водоросли. В зоопланктоне был выявлен 21 вид. Качество вод поверхностного слоя сохранилось на прежнем уровне - «слабо загрязненные». В составе зообентоса было выявлено 9 видов. Класс качества придонного горизонта соответствовал «грязным» водам. Биоценозы реки испытывают состояние антропогенного экологического напряжения.

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 2022 г. было 23 вида, в составе зоопланктона - 20 видов. Качество вод поверхностного горизонта соответствовало «условно чистым» по показателям фитопланктона и «слабо загрязненным» по показателям зоопланктона. В целом биоценоз реки испытывает антропогенное экологическое напряжение.

В составе фитопланктона р. Нива было выявлено 37 видов. Традиционно наибольшим разнообразием характеризовались диатомовые водоросли, включавшие 20 видов. К зелёным водорослям относилось 6 видов, к харовым — 4, к пиррофитовым — 3, а синезелёные и золотистые насчитывали по 2 вида. Качество вод соответствовало «слабо загрязненным». Состояние биоценозов р. Нива сохраняется неизменным - антропогенное экологическое напряжение.

В альгофлоре планктона р. Вите в 2022 г. было выявлено 29 видов. Наибольший вклад в общее разнообразие внесли диатомовые водоросли, представленные 13 видами. К харовым относилось 7 видов, а к зелёным, золотистым и пиррофитовым — по 3. Качество вод по показателям фитопланктона соответствует «условно чистым» водам. Зоопланктон представлен 21 видом. Качество вод по показателям зоопланктона соответствует «условно чистым» водам. В составе бентофауны р. Вите был выявлен 21 вид. Качество вод по показателям зообентоса также соответствует «условно чистым».

В целом качество вод р. Вите не претерпело значительных изменений в сравнении с 2021 г. Воды поверхностного и придонного слоя отнесены к «условно чистым». 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 разнообразен - 105 видов. Наибольшее число видов — 38 из 105 принадлежало к отделу зелёных водорослей. На втором месте по разнообразию находились диатомовые, включавшие 33 вида. Синезелёные водоросли насчитывали 14 видов, к золотистым, пиррофитовым и харовым водорослям относилось 7, 6 и 5 видов соответственно. Эвгленовые были представлены 2 видами. Зоопланктон представлен 61 видом, качество вод по этому показателю соответствует «условно чистым» водам. В составе зообентоса озера было выявлено 17 видов. По показателям зообентоса воды придонного слоя отнесены к «загрязненным». Состояние биоценозов озера соответствует антропогенному экологическому напряжению.

Качество вод оз. Чуозеро сохранилось неизменным. В составе фитопланктона было выявлено 33 вида. Диатомовые водоросли были представлены 17 видами, зелёные — 7, в составе золотистых и синезелёных отмечено по 3 вида, пиррофитовые включали 2 вида, а харовые — 1. Качество вод поверхностного слоя характеризуется как «условно чистые». Зоопланктон представлен 28 видами. Качество вод отнесено к «условно чистым». В составе зообентоса озера было выявлено 19 видов. Биоценозы озера находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В фитопланктоне оз. Умбозера было выявлено 40 видов, в зоопланктоне - 31 вид, а в зообентосе - 13 видов. Качество поверхностного слоя воды в оз. Умбозере в последнее десятилетие так же не изменилось. По показателям

фитопланктона воды соответствуют «слабо загрязненным» по показателям зоопланктона - «условно чистым». Качество вод придонного горизонта соответствует «загрязненным». Состояние биоценозов озера сохранилось неизменным - испытывают антропогенное экологическое напряжение.

В Верхнетуломском водохранилище качество вод поверхностного слоя сохранилось неизменным. В составе фитопланктона был выявлен 61 вид. Качество воды по показателям фитопланктона соответствует «слабо загрязненным» водам. 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 60 видов водорослей. Наибольшее видовое разнообразие принадлежит широко распространенным диатомовым водорослям - 45 видов. Меньшим числом видов представлены зеленые - 8 и синезеленые - 4 вида, золотистые, криптофитовые и динофитовые представлены по 1 виду. Видовое разнообразие в пробе варьировало от 13 до 33 видов. По показателям фитопланктона качество воды оценивается как «слабо загрязненные». В составе зоопланктона было выявлено 14 видов, из них наибольшего видового разнообразия достигали ветвистоусые раки - 8, веслоногих раков 6 видов. Качество вод по показателям зоопланктона соответствовало «условно чистым». Экосистема реки находится в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения.

Фитопланктон р. Кена включал 38 видов водорослей. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым - 24 вида, меньшее у зеленых - 6 видов, золотистых - 3, синезеленые и динофитовые включали по 2 вида, а также был выявлен 1 вид криптофитовых. Количество видов в пробе варьировало от 11 до 24. Качество вод по показателям фитопланктона соответствовало «слабо загрязненным». В составе зоопланктона реки было выявлено 24 вида, в том числе 11 представителей ветвистоусых раков, 13 - веслоногих и 1 вид многощетинковых червей. Качество вод по показателям зоопланктона соответствует «условно чистым». Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В фитопланктоне р. Северная Двина было выявлено 118 видов водорослей, принадлежащих шести систематическим группам: диатомовые - 76 видов, зеленые - 26, синезеленые - 7, золотистые - 5, эвгленовые - 2, динофитовые и желтозеленые - по 1 виду. Количество видов в пробе варьировало от 25 до 43. Воды реки соответствовали «слабо загрязненным». В составе зоопланктона реки было выявлено 36 видов, включающих 13 видов веслоногих и 18 ветвистоусых раков, а также 5 видов коловраток. Качество воды соответствовало «условно чистым» водам. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Фитопланктон р. Сухона среди наблюдаемых рек отличался высоким видовым разнообразием - 78 видов водорослей, из них 53 вида диатомовых, 11 - зелёных, 5 - синезеленых, 4 вида золотистых и 3 вида эвгленовых, по 1 динофитовых и желтозеленых. Диатомовый комплекс видов доминировал. В 2022 г. количество видов в пробе варьировало от 13 до 47. Качество воды соответствовало «слабо загрязненным». В составе зоопланктона было выявлено 34 вида, из них наибольшего видового разнообразия достигали ветвистоусые - 17 и веслоногие раки - 15 видов, коловратки - 2 вида. Качество воды соответствовало «условно чистым», а экосистема реки находилась в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Фитопланктон р. Вологда включал 58 видов водорослей, которые в систематическом отношении распределялись следующим образом: диатомовые - 39 видов, зеленые - 11 видов, синезелёные, эвгленовые и динофитовые - по 2 вида, криптофитовые и желтозеленые - по одному виду. Количество видов в пробе варьировало от 11 до 31. Качество воды соответствовало «слабо загрязненным». В составе зоопланктона было зафиксировано 32 вида, включающих 17 видов ветвистоусых раков, 10 - веслоногих раков и 5 видов коловраток. Качество воды соответствовало «условно чистым». Экосистема находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В фитопланктоне р. Вычегда было выявлено 53 вида водорослей. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало широко распространенным диатомовым водорослям - 35 видов, зеленые - 6, золотистые - 5 видов, синезеленые - 3, эвгленовые - 2, динофитовые и криптофитовые - по одному виду. Преобладали диатомовые. В 2022 г. количество видов в пробе варьировало от 10 до 28. Воды реки соответствовали «слабо загрязненным». В составе зоопланктона был выявлен 31 вид, из них наибольшего видового разнообразия достигали ветвистоусые и веслоногие раки - по 13 видов, 5 видов коловраток. Качество воды соответствовало «условно чистым». Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Фитопланктон р. Сысола включал 45 видов водорослей, которые в систематическом соотношении были распределены следующим образом: диатомовые - 30 видов, зелёных - 7, золотистых - 5, единичными видами были представлены синезеленые, эвгленовые и криптофитовые. Количество видов в пробе варьировало от 10 до 29. Качество воды по показателям фитопланктона соответствовало «слабо загрязненным». В составе зоопланктона реки было выявлено 17 видов, среди них 7 видов ветвистоусых раков, 5 видов веслоногих, 4 вида коловраток и 1 вид полихет. Качество воды оценивалось «условно чистыми». Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Фитопланктон р. Пинега включал 75 видов водорослей, которые в систематическом отношении распределялись следующим образом: диатомовые - 49 видов, зелёные - 15 видов, меньшее число видов было выявлено в группах золотистых - 6, синезеленых - 2, единичными видами были представлены криптофитовые, динофитовые и эвгленовые. В 2022 г. количество видов в пробе варьировало от 12 до 34. Преобладали диатомовые. Воды реки соответствовали «слабо загрязненным». В составе зоопланктона реки было выявлено 29 видов, в том числе 14 видов ветвистоусых рачков, 11 веслоногих и 4 вида коловраток. Качество воды по показателям зоопланктона - «условно чистые». Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В фитопланктоне р. Кулой было выявлено 46 видов водорослей. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым - 35 видов, меньшее качественное разнообразие отмечено для групп: зеленые - 5, золотистые и синезеленые - по 2 вида, криптофитовые и динофитовые - по 1 виду. В 2022 г. количество видов в пробе варьировало от 12 до 28. Максимальные значения численности и биомассы фитопланктона были отмечены в июле, минимальные - в октябре. Качество воды по фитопланктону соответствовало «слабо загрязненным». В составе зоопланктона было выявлено 27 видов, из них наибольшего видового разнообразия достигали ветвистоусые и

веслоногие раки - по 11 видов, наименьшего - коловратки - 3 вида, ракообразные карпоеды и полихеты - по 1 виду. Максимальной численности и биомассы зоопланктон достигал в августе, минимальной - в октябре. Качество воды по показателям зоопланктона соответствовало «условно чистым» водам. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Число выявленных видов фитопланктона в р. Мезень - 44 вида. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым - 35 видов, меньшее видовое разнообразие принадлежало зеленым - 5, золотистым - 3 и криптофитовым - 1 вид. Количество видов в пробе варьировало от 10 до 33. Максимальные численность и биомасса фитопланктона были отмечены в июне, минимальные - в октябре. Качество воды по показателям фитопланктона соответствовало «слабо загрязнённым» водам. В составе зоопланктона реки было выявлено 18 видов, из них наибольшего качественного разнообразия достигали ветвистоусые раки - 9, веслоногие раки были представлены - 7 видами, коловратки и карпоеды - по 1 виду. Максимальные численность и биомасса зоопланктона была зафиксирована в июле и августе соответственно, минимальная - в сентябре. Качество воды по показателям зоопланктона соответствовало «условно чистым» водам. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В составе фитопланктона р. Печора было выявлено 43 вида водорослей, принадлежащих пяти таксономическим группам. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым - 33 вида, единичными видами представлены золотистые - 4, зеленые - 3, синезеленые - 2 и эвгленовые - 1 вид. Количество видов в пробе варьировало от 12 до 23. Максимальная численность фитопланктона была зарегистрирована в июле, биомасса - в сентябре, минимальная численность - в октябре, минимальная биомасса - в июне. Качество воды по показателю фитопланктона соответствовало «слабо загрязнённым» водам. В составе зоопланктона было выявлено 30 видов, из них наибольшего видового разнообразия достигали ветвистоусые раки - 16 видов и веслоногие раки - 9 видов, коловратки были представлены 5 видами. Максимальные значения численности и биомассы зоопланктона были зарегистрированы в июле и сентябре соответственно, а минимальные - в июне и октябре соответственно. Качество воды по показателям зоопланктона соответствует «условно чистым» водам. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Качество вод в большинстве водных объектов Баренцевского гидрографического района на протяжении 2008-2022 гг. сохраняется неизменным и варьирует от «условно чистых» до «слабо загрязнённых» вод, с межгодовыми флуктуациями в пределах класса качества.

Восточно-Сибирский гидрографический район. В 2022 г. наблюдения проводились в низовье р. Лена и заливе Нёлова, данные о состоянии качества вод представлены на рис. 4.57.

Качество воды нижнего течения р. Лена на протяжении последних 5 лет по показателям фитопланктона соответствует «условно чистым» водам, по показателям зообентоса в последнее десятилетие испытывает значительные перепады от «грязных» до «слабо загрязнённых», преобладающая оценка вод в многолетнем периоде соответствует уровню «загрязнённые». В 2022 г. Биотический индекс варьировал в пределах 1-6, качество вод - от «экстремально грязных» до «слабо загрязнённых». В целом преобладали значения, характеризующие состояние придонного слоя как «слабо загрязнённые».

Качество вод оз. Мелкое (п. Тикси) на протяжении последних 10 лет, как в придонном, так и в поверхностном слое характеризуется как «слабо загрязнённые». Наблюдались незначительные межгодовые флуктуации класса качества. Качество воды по показателям фитопланктона в 2022 г. варьировало в пределах «условно чистых» - «слабо загрязнённых» вод, с преобладанием «условно чистых» вод. Биотический индекс варьировал в пределах 1-7, что соответствует «экстремально грязным» - «условно чистым» водам. В многолетней динамике состояние придонного слоя соответствует «слабо загрязнённым».

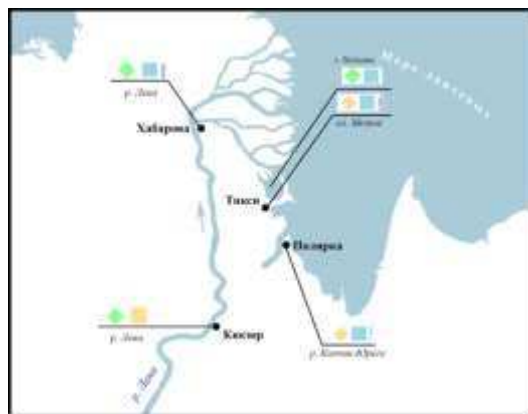


Рис. 4.57. Картограмма качества вод Республики Саха в 2022 г. по гидробиологическим показателям. Обозначения как на рис. 4.55

Качество вод р. Копчик-Юргэ (п. Полярка) на протяжении последних 6 лет по показателям фитопланктона соответствует «условно чистым». Качество воды по показателям зообентоса в последнее десятилетие испытывает значительные перепады от «грязных» до «слабо загрязнённых», преобладающая оценка качества вод в многолетнем периоде соответствует уровню «слабо загрязнённые». В 2022 г. качество вод варьировало от «экстремально грязных» до «слабо загрязнённых», с преобладанием оценок «слабо загрязнённых» вод. Состояние пресноводных биоценозов в нижнем течении р. Копчик-Юргэ сохраняется неизменным, направленных изменений качества вод не было выявлено.

Среди арктических акваторий России, на которых производится государственный мониторинг состояния и загрязнения вод по гидробиологическим показателям, только залив Нёлова относится к прибрежным морским экосистемам моря Лаптевых. В 2022 г. фитопланктон залива Нёлова был представлен 10 пресноводными

эвригалинными видами, среди которых в качественном и количественном отношении доминировали диатомовые водоросли - 8 видов, зеленые водоросли и синезеленые были представлены по одному виду. В 2022 г. видовое разнообразие фитопланктона варьировало в пределах среднемноголетних значений, существенных изменений качества вод не было выявлено.

В составе макрозообентоса залива Нёлова в 2022 г. было выявлено 9 видов беспозвоночных, среди которых наибольшее видовое разнообразие принадлежало Oligochaeta - представленным 4 видами, Amphipoda - 3 вида и Bivalvia - 2 вида. Сообщество бентосных беспозвоночных включало в себя 2 неритических вида бокоплавов: реликтового *Monoporeia affinis* (Lindström, 1855) и морской эвригалинный вид *Onisimus birulai* (Gurjanova, 1929), создававших основу численности зообентоса, основу биомассы формировали двусторчатые моллюски *Sphaerium corneum* (Linnaeus, 1758) и *Pisidium amnicum* (O.F. Müller, 1774). В 2016-2022 гг. фауна макрозообентоса залива была представлена теми же группами видов. Качественный и количественный его состав зависит от преобладающих течений и формируется из видов зообентоса приносимого паводковыми водами питающих его рек.

Флора и фауна арктических водоемов и водотоков, как пресноводных, так и морских, является крайне неустойчивой системой. Основу пресноводного фитопланктона водоемов и водотоков, как в качественном, так и в количественном отношении формируют представители диатомовых водорослей. Фауна макрозообентоса — приносимыми с паводковыми водами рек гидробионтами.

Особенности гидрологического режима арктических водных объектов с преобладающим питанием талыми 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 заточками 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-Юргэ). На всех наблюдаемых водных объектах (оз. Мелкое, на двух створах низовий р. Лены и р. Копчик-Юргэ) 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 с 2014 по 2022 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 пункт 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 гг. и 2012-2022 гг. 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 гг. его величина превышала $4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а в 2022 г. составила $5,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В 2022 г. объемная активность ^{137}Cs в Мурманске находилась в диапазоне $(0,5-1,9) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и составила в среднем $1,2 \cdot 10^{-7}$ 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 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 гг. 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 гг. 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 2022 г. в Диксоне была зафиксирована наименьшая активность ^{90}Sr - $0,06 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

За период с 2000 по 2016 гг. 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 Баренцевом море существенное влияние на содержание радионуклидов оказывает трансграничный перенос морскими течениями радионуклидов, удалявшихся в Ирландское море и пролив Ла-Манш с заводов по переработке облученного ядерного топлива Англии и Франции.

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.

С целью контроля этих объектов, в районах их нахождения проводятся периодические комплексные обследования морской среды: воды, донных отложений и морских организмов. В результате этих экспедиционных исследований установлено, что утечек радиоактивных материалов с затонувших подводных лодок не происходит, содержание радионуклидов в компонентах природной среды соответствует уровням, характерным для данного региона.

Таким образом, радиоактивное загрязнение воздушной и водной среды Арктики в 2022 г. находилось на низком уровне.

4.4. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в районе пос. Баренцбург и прилегающих территорий

В 2022 г. было выполнено обследование районов расположения поселков Баренцбург и Пирамида, прилегающих к ним территорий, акваторий и побережий заливов Гренфьорд и Биллефьорд.

Наблюдения проводились 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 8,51 мкг/м³), диоксида серы (до 2,33 мкг/м³), оксида углерода (до 428 мкг/м³) и диоксида азота (до 1,22 мкг/м³) были зафиксированы в атмосферном воздухе поселка Баренцбург. В воздухе поселка Пирамида зафиксированы концентрации пыли (5,17 мкг/м³), диоксида серы (1,04 мкг/м³), оксида углерода (294 мкг/м³) и диоксида азота (0,56 мкг/м³).

Содержание в атмосферном воздухе сероводорода, соединений ПАУ, тяжелых металлов, хлорорганических соединений (ХОС) и летучих органических соединений было ниже предела обнаружения.

В 2022 г. по сравнению со средними уровнями за период 2016-2021 гг. загрязненность атмосферного воздуха незначительно сократилась.

Снежный покров

В снежном покрове в районе расположения пос. Баренцбург и Пирамида проводилось определение содержания компонентов минерального состава (хлоридов, сульфатов, щелочных и щелочно-земельных 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 находился в пределах от 5,19 до 8,89 ед. рН. Повышенные значения рН наблюдались в снежном покрове в центральной части поселка Баренцбург.

В районе пос. Пирамида водородный показатель (рН) находился в пределах от 5,94 до 6,35 ед. рН. Концентрации главных ионов в снежном покрове обследованной территории п. Баренцбург изменялись в следующих пределах: хлориды - от 0,63 до 10,8 мг/л талой воды; сульфаты - от 0,5 до 2,61 мг/л; натрий - от 2,39 до 6,6 мг/л; калий - от <0,1 до 0,53 мг/л; кальций - от <1,0 до 1,36 мг/л. Концентрации минеральных форм азота в снежном покрове изменялись в следующих пределах: аммоний - <0,25 мкг/л; нитраты - от 80 до 300 мкг/л при среднем содержании 153,1 мкг/л; нитриты - от 0,02 до 0,24 мкг/л при среднем содержании 0,11 мкг/л; азот общий - от 51,0 до 192 мкг/л при среднем значении 85,6 мкг/л.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега изменялось от 16,0 до 136 мкг/л талой воды, максимальная концентрация НУ была обнаружена 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 70 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 2,1 до 4,68 мг/л талой воды; сульфаты - от 0,82 до 1,99 мг/л; натрий - от 2,2 до 3,23 мг/л; калий - <1,0; кальций - от <1,0 до 1,79 мг/л; магний - <1,0 мг/л. Концентрации минеральных форм азота в снежном покрове изменялись следующим образом: аммоний - <0,25 мкг/л; нитраты - от 140,3 до 210,0 мкг/л при

среднем содержании 166 мкг/л; нитриты - от 0,52 до 1,37 мкг/л, при среднем содержании 0,81 мкг/л; азот общий - от 65,0 до 81 мкг/л, при среднем значении 71 мкг/л.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега в районе поселка Пирамида изменялось от 8,0 до 23 мкг/л талой воды. Концентрации фенолов, зарегистрированных в отобранных пробах, находились ниже предела обнаружения используемого аналитического метода (<0,5 мкг/л). Суммарное содержание ПАУ в пробах снежного покрова было ниже предела обнаружения.

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах снежного покрова в районе п. Баренцбург были зафиксированы соединения группы ПХБ. Концентрации хлорбензолов, пестицидов групп хлорбензолов, ГХЦГ, ДДТ и соединений группы полихлорциклодиенов находились ниже пределов обнаружения. Из 15 определяемых индивидуальных конгенов ПХБ в пробах талого снега с различной частотой обнаружения были отмечены конгенеры #52, #101, #118, #138, #153. Максимальные концентрации отдельных конгенов ПХБ составляли: для #52 - 1,91 нг/л; для #101 - 0,86 нг/л; для #118 - 20,9 нг/л; для #138 - 3,41 нг/л; для #153 - 1,77 нг/л. Среднее суммарное содержание полихлорбифенилов составило 4,95 нг/л, при максимальной концентрации 243 нг/л, зафиксированной в пробах талого снега, отобранных в районе озера Биенда-Стемме. На территории расположения поселка Пирамида из 15 определяемых индивидуальных конгенов ПХБ в пробах талого снега с различной частотой обнаружения были отмечены конгенеры #118, #153. Максимальные концентрации отдельных конгенов ПХБ составляли: для #118 - 3,88 нг/л, для #153 - 0,8 нг/л. Среднее суммарное содержание полихлорбифенилов составило 1,31 нг/л, при максимальной концентрации 4,65 нг/л.

Содержание контролируемых тяжелых металлов в пробах снега в районе пос. Баренцбург находилось в следующих пределах: марганца - от 1,28 до 14,7 мкг/л (в среднем 4,21 мкг/л талой воды); цинка - от 5,08 до 15,5 мкг/л, при среднем содержании 7,73 мкг/л; меди - от 1,76 до 9,14 мкг/л, при средней концентрации 5,45 мкг/л талой воды; никеля - от <1,0 до 2,27 мкг/л, при среднем содержании 2,04 мкг/л; кобальта - от <1,0 до 1,80 мкг/л, при среднем содержании 1,42 мкг/л; свинца - от <3,0 до 3,79 мкг/л, при среднем содержании 3,79 мкг/л; Концентрации железа, кадмия, хрома, ртути и мышьяка находились ниже пределов обнаружения. Максимальные уровни содержания марганца были зафиксированы в пробах снега, отобранных в районе устья р. Грендалсэльва, цинка - севернее пос. Баренцбург, меди - в центральной части поселка. В районе пос. Пирамида отмечены следующие уровни содержания ТМ: марганца - от 1,95 до 9,28 мкг/л (в среднем 5,45 мкг/л талой воды); цинка - от 5,73 до 9,0 мкг/л, при среднем содержании 7,22 мкг/л; меди - от <1,0 до 1,28 мкг/л, при средней концентрации 1,0 мкг/л талой воды; кобальта - от <1,0 до 1,36 мкг/л, при среднем содержании 1,0 мкг/л. Концентрации железа, никеля, свинца кадмия, хрома, ртути и мышьяка находились ниже пределов обнаружения на территории пос. Пирамида.

Таким образом, снежный покров территории пос. Баренцбург и его окрестностей, в целом, характеризуется повышенными суммарными концентрациями ПАУ, ПХБ и относительно пониженными величинами pH по сравнению с фоновыми районами Российской и Канадской Арктики (Карское море и ледник Агассиз на о. Элсмир в Канадской Арктике).

Морские воды

Отбор проб морских вод проводился в летний период в восточной части акватории залива Гренфьорд, прилегающей к территории пос. Баренцбург, а также в западной части акватории залива Биллефьорд, прилегающей к территории пос. Пирамида. В пробах морских вод выполнялись определения основных гидрохимических характеристик - водородного показателя (pH), окислительно-восстановительного потенциала (Eh), растворенного кислорода, БПК₅, биогенных элементов (кремниевой кислоты, минеральных форм азота и фосфора и их общего количества) и концентрации взвеси, а также загрязняющих веществ - тяжелых металлов, 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. Из загрязняющих веществ в водах обследованных акваторий в 2022 г. были выявлены нефтяные углеводороды, синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), тяжелые металлы (ТМ) и хлорорганические соединения (ХОС).

Суммарное содержание НУ в водах обследованной акватории залива Гренфьорд находилось в пределах от <5,0 до 7,15 мкг/л. Максимальное содержание НУ было зафиксировано в придонном слое морских вод севернее пос. Баренцбург. Суммарное содержание НУ в водах залива Биллефьорд находилось ниже предела обнаружения.

Из 16 определяемых 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.

Из определяемых ХОС в морской воде заливов Гренфьорд и Биллефьорд за летний период наблюдений 2022 г. зафиксировано наличие ПХБ. Значимых концентраций полихлорбензолов, ГХЦГ, и полихлорциклодиеновых соединений (группа ПХЦД) не было выявлено, однако их удалось идентифицировать в водных взвешях.

Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС в водах залива Гренфьорд составляли: для суммы полихлорбензолов - 1,01 нг/л; для суммы ДДТ - 11,9 нг/л; для суммы ПХБ - 12,1 нг/л в морской воде. Наибольшие концентрации содержания ХОС в водах залива Биллефьорд составляли: для суммы полихлорбензолов - 0,43 нг/л; для суммы ДДТ - 5,89 нг/л; для суммы ПХБ - 11,8 нг/л в морской воде. Из 15 определяемых индивидуальных ПХБ в морской воде заливов регулярно фиксировались конгенеры #99, #101, #105, #118, #138 и #153.

Максимальное содержание контролируемых ТМ в пробах морской воды залива Гренфьорд составило: марганца - до 11 мкг/л, меди - до 44 мкг/л, никеля - до 7,4 мкг/л, кобальта - до 4,9 мкг/л, кадмия - до 1,1 мкг/л, хрома - до 1,7 мкг/л; ртути - до 0,013 мкг/л, мышьяка - до 11 мкг/л, Массовая доля свинца и железа в морской воде находились ниже пределов обнаружения.

Максимальные концентрации определяемых тяжелых металлов в пробах морской воды залива Биллефьорд составляли: марганца - 16,0 мкг/л, меди - 11 мкг/л, никеля - 13 мкг/л, кадмия - 0,49 мкг/л, кобальта - 5,80 мкг/л.

Концентрации большей части загрязняющих веществ в морских водах залива Гренфьорд имели значения, характерные для прибрежных районов Норвежского и Северного морей со средним или незначительным уровнем воздействия береговых источников загрязнения на морскую акваторию. Оценка качества морских вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать воды обследованной акватории залива Гренфьорд в летний период 2022 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, пестицидов ДДТ и ПХБ.

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. Что касается залива Биллефьорд в районе пос. Пирамида, оценка качества морских вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать воды как «умеренно загрязненные». За период наблюдений 2022 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 за 2022 г. ухудшилось по сравнению с наблюдениями за 2016-2021 гг., при этом следует отметить, что поступление загрязняющих веществ может быть связано как с местными источниками, так и с глобальными климатическими изменениями.

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 реки Грендалсэльва, озер Голубое и Безымянное в летний период. В пробах поверхностных вод выполнялись определения основных гидрохимических характеристик - водородного показателя (рН), окислительно-восстановительного потенциала (Еh), 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, индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), ХОС, включая ПХБ.

Из загрязняющих веществ в озерных и речных водах в 2022 г. были выявлены НУ, 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 НУ в поверхностных водах озера Биенда-Стемме в весенний период наблюдений составляло в среднем 17,5 мкг/л, летом изменялось от 6,4 до 7,6 мкг/л, в озере Голубое составляло <5 мкг/л, а в водах озера Безымянное - 5,1 мкг/л. В водах реки содержание НУ колебалось от 7,6 до 8,3 мкг/л при среднем значении 7,9 мкг/л.

Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах озер Голубое, Безымянное и воде реки Грендалсэльва было ниже пределов чувствительности методик анализа. В озере Биенда-Стемме сведения группы ПАУ фиксировались только в весенний период наблюдений, значения суммы ПАУ изменялось и составляло от 1,23 до 92,9 нг/л.

Из определяемых ХОС в воде реки Грендалсэльва были выявлены соединения группы ПХБ, их концентрации составляли от 3,24 до 9,96 нг/л, и пестициды группы ДДТ содержание, которых варьировало от 3,01 до 3,38 нг/л. В водах озера Биенда-Стемме в весенний период наблюдений среднее суммарное содержание пестицидов группы ПХБ составляло от 0,6 до 1,17 нг/л. В летний период в водах этого озера было также зафиксировано наличие соединений группы ПХБ, среднее суммарное содержание которых составило 11,7 нг/л. В районе пос. Пирамида в водах озер были отмечены только концентрации соединений группы ПХБ в озере Безымянное, их суммарное содержание не превышало 1,0 нг/л.

Максимальные концентрации ТМ в водах озера Биенда-Стемме весной составили: для марганца - 4,67 мкг/л, для меди - 4,07 мкг/л, для кадмия - 0,85 мкг/л, для никеля - 3,27 мкг/л. Концентрации железа, кобальта, свинца, кадмия, хрома, ртути, мышьяка и олова не превышали пределов чувствительности используемого метода анализа. Летом в озерных водах максимальные концентрации составили: цинка - 5,98 мкг/л, кадмия - 0,57 мкг/л, никеля - 2,0 мкг/л, меди - 2,3 мкг/л, содержание остальных ТМ находились ниже предела обнаружения.

В водах озера Голубое содержание тяжелых металлов составило: для меди - 4,2 мкг/л, мышьяка - 6,6 мкг/л. Концентрации железа, никеля, марганца, кобальта, свинца, кадмия, ртути, и олова не достигали предела обнаружения используемого метода анализа. Содержание ТМ в водах озера Безымянное было следующим: для никеля - 2,4 мкг/л, кадмия - 0,41 мкг/л. Концентрации железа, марганца, меди, свинца, хрома, ртути, мышьяка и олова находились ниже предела обнаружения используемого метода анализа.

Анализ проб речных вод выявил следующие максимальные содержания тяжелых металлов: марганца - 580 мкг/л (средняя концентрация 400 мкг/л), цинка - 30 мкг/л (средняя концентрация 24,8 мкг/л), никеля - 11,0 мкг/л (средняя концентрация 6,35 мкг/л), кобальта - 3,3 мкг/л (средняя концентрация 3 мкг/л), хрома - 1,10 мкг/л. Концентрации железа, свинца, кадмия, ртути, мышьяка и олова находились ниже пределов обнаружения.

Сравнительная характеристика средних концентраций загрязняющих веществ в поверхностных водах суши в районе пос. Баренцбург и Пирамида представлена на рис. 4.58.

Гидрохимические показатели и биогенные элементы



Рис. 4.58. Средние значения основных гидрохимических показателей и загрязняющих веществ поверхностных вод суши в летний период

В водах реки Грендалсэльва были отмечены превышения ПДК по марганцу (до 5,8 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 2022 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 2022 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 2022 г., а также воды озер Голубое и Безымянное в летний период классифицировались как «условно чистые». Вода р. Грендалсэльва в 2022 г. 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: НУ, НАУ, ПАУ, фенолов, ТМ и ХОС.

Суммарное содержание НУ достигало значений 25,2 мкг/г при среднем 15,5 мкг/г для морских донных отложений залива Гренфьорд; 15 мкг/г (среднее - 22 мкг/г) для речных донных отложений; в донных отложениях озера Биенда-Стемме - 8,1 мг/кг (в пределах 17-27 мкг/г); для морских донных отложений залива Биллефьорд изменялось в пределах от 12,5 до 28,2 мкг/г, а также достигало 15 мкг/г для донных отложений озера Голубое и 17 мкг/г для озера Безымянное.

Концентрации НАУ и фенолов в морских отложениях и донных отложениях суши находились ниже предела обнаружения применявшегося аналитического метода.

Из 16 определяемых 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, кроме индено(1,2,3 с,д)пирена.

Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ достигало в донных отложениях оз. Биенда-Стемме 171 нг/г, оз. Голубое - 320 нг/г, в оз. Безымянное - 215 нг/г, р. Грендалсэльва - 710 нг/г, в донных отложениях залива Гренфьорд - 2313 нг/г, в донных отложениях залива Биллефьорд - 954 нг/г.

Максимальные концентрации ПХБ достигали: в донных отложениях залива Гренфьорд - 23,3 нг/г, в донных отложениях залива Биллефьорд - 11,5 нг/г, в донных отложениях р. Грендалсэльва - 6,04 нг/г, в донных отложениях озера Биенда-Стемме - 5,84 нг/г, в донных отложениях озера Голубое - 11,3 нг/г, в донных отложениях озера Безымянное - 6,74 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 отмечено только в заливе Гренфьорд для суммы ПАУ - до 2,3 ДК и ПХБ - до 1,1 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 выявлено превышения ДК. Во всех случаях ни один из определяемых параметров загрязнения донных отложений не достигал уровня вмешательства.

Речные, озерные и морские донные отложения согласно РД 52.24.581-97 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 НУ, НАУ, ЛАУ, ПАУ, ТМ и ХОС. Интервалы и средние значения содержания загрязняющих веществ приведены в табл. 4.22.

Таблица 4.22. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в пробах почвы в 2022 году

Показатель	п. Баренцбург и окрестности				п. Пирамида и окрестности			
	Интервал			Среднее	Интервал			Среднее
Суммарные НУ, мкг/г	5,0	-	507	69,9	12,0	-	150	59,8
Сумма НАУ (C ₁₅ -C ₃₁), мкг/г	<0,1			-	<0,1			-
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). нг/г								
Сумма ПАУ*	125	-	3422	391	85	-	1522	560
Тяжелые металлы. мкг/г								
Железо, мг/г	21,0	-	110	31,8	10,2	-	38,0	19,8
Марганец	78,0	-	3000	427	230	-	540	314
Цинк	32,0	-	101	62,6	20,0	-	87,0	58,2
Медь	11,9	-	41,0	19,8	5,80	-	34,0	17,0
Никель	14,0	-	46,0	21,4	19,0	-	31,0	20,9
Кобальт	5,80	-	28,0	10,7	3,90	-	11,0	7,35
Свинец	6,20	-	112	20,6	7,00	-	14,0	12,0
Кадмий	0,05	-	0,90	0,20	0,1	-	0,23	0,17
Хром	12,7	-	45,0	27,6	11,0	-	28,0	19,9
Ртуть	0,023	-	0,2	0,06	0,007	-	0,08	0,027
Мышьяк	3,40	-	120	11,8	1,20	-	4,60	2,51
Хлорорганические соединения, нг/г								
Сумма ГХЦГ*	<0,05	-	1,61	0,17	<0,05			-
Сумма ДДТ*	<0,05	-	21,5	2,25	<0,05	-	272	55,9
Сумма ПХБ*	0,15	-	2695	135	3,43	-	149	55,1

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/а/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 полихлорциклодиенов - сумма концентраций гептахлора, альдрина,

Сумма ПХБ - сумма концентраций конгенов #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 80% образцов в п. Пирамида), НУ

(превышение ПДК отмечено в 18% образцов в п. Баренцбург и в 40% в п. Пирамида), бенз/а/пирен (превышения ПДК в 15% образцов в п. Баренцбург и в 10% образцов в п. Пирамида), суммарное содержание ПАУ (50% образцов в п. Баренцбург и 25% 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 Z_c по тем загрязняющим веществам, концентрации которых превышали установленные ПДК. На основании комплексной оценки степени загрязненности почв по показателю Z_c 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 пос. Баренцбург характеризуются - допустимым уровнем загрязнения почв по общему содержанию НУ, суммарному содержанию ПАУ (в том числе бенз/а/пирена), гамма-ГХЦГ и мышьяка;
- территория расположения поселка Пирамида - умеренно опасным уровнем загрязнения почв по суммарному содержанию ПХБ, общему содержанию НУ, суммарному содержанию ДДТ, никеля, мышьяка, марганца, кадмия, хрома, ртути и свинца.
- территория расположения поселка Баренцбург - умеренно опасным уровнем загрязнения почв по суммарному содержанию ПХБ, общему содержанию НУ, суммарному содержанию ДДТ, никеля, мышьяка, марганца, кадмия, хрома, ртути и свинца.

Сопоставление с характером многолетнего загрязнения почвенного покрова за 2016-2021 гг., показывает на увеличение уровней загрязнения почвы в пос. Баренцбург при сохранении загрязненности почв на фоновых территориях в последние годы (рис. 4.59).

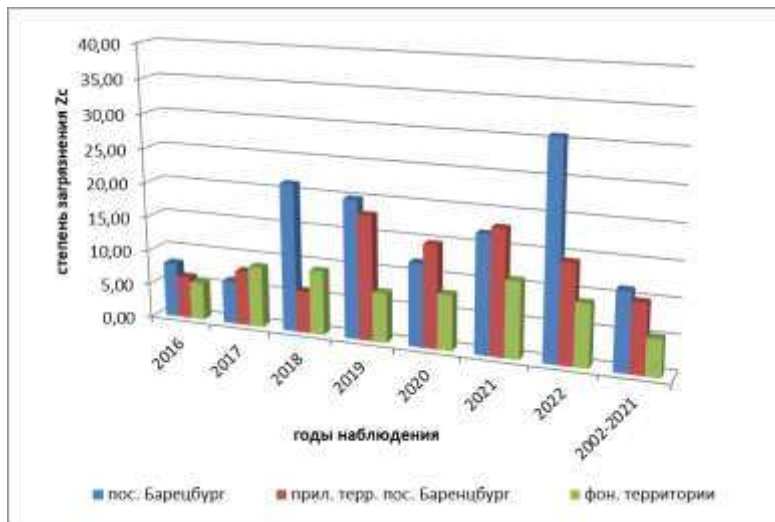


Рис. 4.59. Межгодовая изменчивость суммарного показателя химического загрязнения Z_c в районе поселка Баренцбург, его окрестностях и фоновых территориях и осредненные значения за 2002-2021 гг.

Растительный покров

В растительном покрове территорий в районах расположения поселков Баренцбург и Пирамида, проводилось определение ПАУ, ХОС, включая ПХБ и ТМ. Учитывая, что наиболее представительными видами растительности, встречающимися на всех выбранных площадках, являются мхи и сосудистые растения, ниже приводятся сведения об уровнях содержания загрязняющих веществ (ЗВ), определенных для этих растений (табл. 4.23 и 4.24).

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, а для сосудистых растений - в образцах, отобранных в районе расположения ЗГМО. 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 районе расположения дома культуры.

В образцах растительности, как в образцах мха, так и в сосудистых растениях, отобранных в районе п. Баренцбург, были зафиксированы все определяемые ТМ, кроме олова, концентрации которого не превышали предела обнаружения ($<0,1$ мкг/г). В образцах растительности, отобранных в районе п. Пирамида, были также зафиксированы все определяемые ТМ, кроме олова.

Таблица 4.23. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в растительности в районе поселка Баренцбург в 2022 г.

Показатель	Сосудистые растения				Мхи			
	Интервал		Среднее		Интервал		Среднее	
1	2		3		4		5	
Полициклические ароматические углеводороды, нг/г								
Сумма ПАУ	51,3	-	420	156	120	-	4200	750
Тяжелые металлы, мкг/г								
Железо	110	-	3900	988	3500	-	27000	12242
Марганец	15	-	710	163	81,0	-	580	237
Цинк	14,2	-	81,0	41,5	16,0	-	124	50,2
Медь	2,00	-	9,00	3,95	4,00	-	59,0	16,5
Никель	0,27	-	16,0	3,87	5,60	-	100	22,9
Кобальт	0,12	-	1,70	0,55	1,50	-	29,0	7,71
Свинец	0,22	-	2,40	1,00	1,90	-	17,0	7,92
Кадмий	0,06	-	0,15	0,11	0,14	-	3,30	0,54
Хром	0,95	-	39,0	8,02	4,10	-	68,0	29,7
Ртуть	0,006	-	0,048	0,02	0,039	-	0,27	0,10
Мышьяк	0,10	-	1,30	0,40	0,70	-	7,00	3,39
Олово	<0,1			<0,1	<0,1			<0,1
Хлорорганические соединения (ХОС), нг/г								
Сумма ГХЦГ		<0,1		-	<0,1	-	0,27	0,2
Сумма ДДТ		-	3,50	0,71	<0,1	-	22,1	2,62
Полихлорированные бифенилы (ПХБ), нг/г								
Сумма ПХБ	1,53	-	87,6	12,5	2,04	-	405	68,4

Таблица 4.24. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в растительности в районе поселка Пирамида в 2022 г.

Показатель	Сосудистые растения				Мхи			
	Интервал		Среднее		Интервал		Среднее	
Полициклические ароматические углеводороды, нг/г								
Сумма ПАУ	65,8	-	215	169	84,4	-	801	435
Тяжелые металлы, мкг/г								
Железо	60,0	-	1500	477	1100	-	8000	3860
Марганец	21,0	-	67,0	35,2	74,0	-	310	186
Цинк	10,3	-	23,0	16,5	23,0	-	67,0	51,2
Медь	1,50	-	5,30	2,86	4,40	-	11,9	8,48
Никель	0,11	-	1,90	0,78	2,40	-	14,0	8,16
Кобальт	0,10	-	0,70	0,46	0,70	-	6,30	3,10
Свинец	0,18	-	0,75	0,40	0,86	-	10,1	5,75
Кадмий	<0,05		-		0,11	-	0,14	0,12
Хром	0,55	-	6,50	3,34	7,70	-	40,0	21,3
Ртуть	0,006	-	0,022	0,013	0,017	-	0,039	0,03
Мышьяк	<0,1	-	0,32	0,25	<0,1	-	1,00	0,74
Олово	<0,1			-	<0,1			-
Хлорорганические соединения (ХОС), нг/г								
Сумма ГХЦГ	<0,1			-	<0,1			-
Сумма ДДТ	<0,1	-	3,50	0,71	<0,1	-	13,3	4,66
Полихлорированные бифенилы (ПХБ), нг/г								
Сумма ПХБ	4,85	-	150	38,6,2	7,02	-	182	74,3

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 вертодрома 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.

В образцах растительности, как в образцах мха, так и в сосудистых растениях, отобранных в районе поселков Баренцбург и Пирамида, были зафиксированы все определяемые ТМ, за исключением олова. Относительно повышенные концентрации практически всех загрязняющих веществ были отмечены для мхов, более низкие - для сосудистых растений.

Уровни содержания ХОС в растительности исследуемого района были выше, чем в растительности других фоновых арктических регионов. Так, средняя концентрация суммы полихлорбензолов 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 ПАУ, а также ТМ (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 2,8 раза, в образцах сосудистых растений - в 7 раз. На территории поселка 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 наблюдались в пробах растительности, отобранных севернее поселка, в районе расположения вертодрома.

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 поселка Баренцбург и его окрестностей среднее содержание ртути во мхах превышало 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.

Таким образом, можно отметить, что доминирующими группами загрязняющих веществ в растительном покрове исследуемого района являются ПАУ и хлорорганические соединения. В отдельных районах отбора были отмечены и значительные превышения фоновых уровней и по содержанию ТМ.

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. 4.60. В 2022 г. было отмечено снижение среднего содержания конгенов ПХБ в образцах растительности отобранных в районе пос. Баренцбург и Пирамида, относительно предыдущего периода наблюдения, в тоже время полученные значения выше многолетних средних значений за период с 2016-2021 гг.

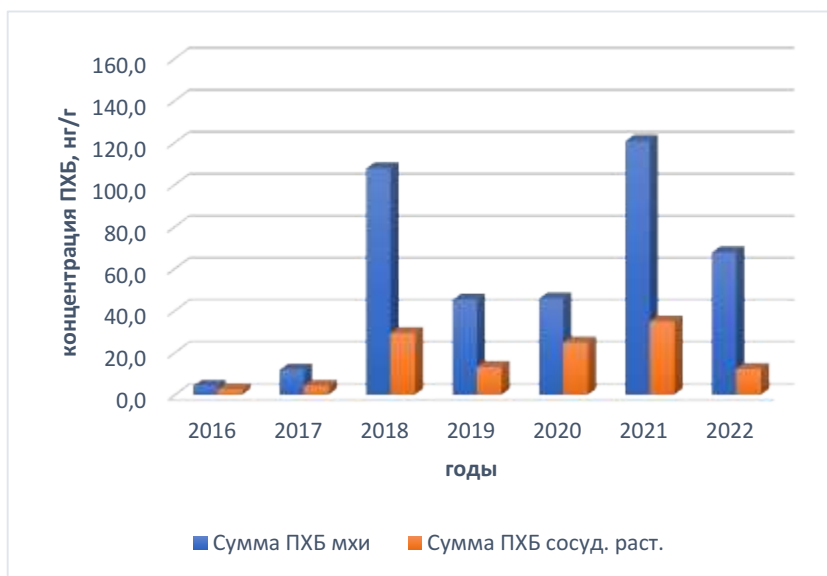


Рис. 4.60. Изменение средних концентраций ПХБ в растительности за период 2016-2022 гг.

В целом, полученные по результатам мониторинга загрязнения данные и выполненные обобщения показали, что содержания основных групп загрязняющих веществ в компонентах природной среды в районе расположения пос. Баренцбург и пос. Пирамида являются характерными для районов развития угледобывающей промышленности и не являются критическими.

В 2022 г. по сравнению с 2016-2021 гг. уровни загрязнения компонентов природной среды (атмосферный воздух, снежный покров, морские воды и воды водоемов суши и растительный покров) в районе расположения поселка Баренцбург и его окрестностей существенно не изменились. В пробах снега, почвенного покровов, растительности и донных отложений в заливе Гренфьорд, был отмечен незначительный рост содержания загрязняющих веществ. В пос. Пирамида также выявлен ряд районов с относительно повышенным содержанием загрязняющих веществ.

Заключение

Подразделениями Росгидромета в 2022 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 2022 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 +0.85°C. Температуры выше климатической нормы наблюдались практически на всей территории страны (кроме Саян). В Арктической зоне Российской Федерации (АЗ РФ) год был теплым: выше нормы 1991-2020 гг. на 1,53°C. Температуры выше нормы наблюдались всюду в АЗ РФ, а осредненные аномалии температуры по всем секторам были положительными.

В 2022 г. в целом по России осадки составили 104% нормы. Значительный избыток осадков наблюдался на большей части Азиатской части России (в Средней Сибири - 120% нормы, в ДФО - 113%). На Европейской части России наибольшее количество осадков выпало в ЦФО - 116%. Заметный дефицит осадков наблюдался в Саянах и в районе Обской губы. В Российской Арктике выпало 101% нормы осадков. Избыток осадков наблюдался в Восточном секторе - 113% нормы, а в остальных секторах - небольшой дефицит осадков.

В 2022 г. на территории Российской Федерации было зарегистрировано 976 опасных гидрометеорологических явлений, включая агрометеорологические и гидрологические (на 229 явлений меньше, чем в 2021 г.). Из всех опасных явлений (ОЯ), наблюдавшихся в 2022 г., 334 нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения. Также на территории России было зарегистрировано 474 метеорологических ОЯ и комплексов метеорологических явлений (КМЯ). Высокой была повторяемость сильных осадков, сильного ветра, КМЯ и заморозков. По-прежнему наибольший ущерб нанесли сильные осадки (снег, дождь, ливень), сильный ветер (в том числе шквалы), град, а также метели, заморозки, чрезвычайная пожарная опасность, сохранявшаяся в ряде регионов на протяжении нескольких месяцев.

Водные ресурсы Российской Федерации в 2022 г. составили 4614,9 км³, превысив среднее многолетнее значение на 9,3%. На реках Сибирского и Дальневосточного федеральных округов наблюдалась повышенная водность, в Северо-Западном и Северо-Кавказском федеральных округах - близкая к норме. В Центральном, Приволжском, Южном и Уральском федеральных округах водные ресурсы были ниже среднемноголетних значений. В бассейнах крупнейших рек Европейской части Арктической зоны Российской Федерации - Северной Двины, Мезени и Печоры - наблюдалась пониженная водность. В бассейне одной из крупнейших рек Азиатской части Арктической зоны Российской Федерации - Оби - продолжилась фаза пониженной водности (на 10,4% ниже нормы), начавшаяся в 2021 г. после семилетнего высоководного периода. В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек - Енисея и Лены - продолжилась фаза высокой водности.

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.

В 2022 г. концентрация углекислого газа в атмосфере достигла очередного максимума. Рост среднегодовых концентраций углекислого газа был отмечен как на станциях, расположенных в фоновых условиях, так и на станциях, подверженных влиянию региональных источников. В 2022 г. по сравнению с 2020 и 2021 гг. темпы роста концентрации CO₂ на фоновых станциях увеличились до 3,0-3,4 млн⁻¹, что существенно выше среднеглобальной скорости роста за предыдущие 10 лет и 2021 г., составившей, согласно бюллетеню ВМО по ПГ №18 от 26 октября 2022 г., 2,5 млн⁻¹/год. Среднегодовая концентрация метана на российских Арктических станциях в 2022 г. приблизилась к 2020 млрд⁻¹. В 2022 г. было зафиксировано значительное увеличение концентрации метана на станции Териберка (20 млрд⁻¹/год). Тенденция возрастания скорости роста концентрации метана отмечается в глобальном масштабе. Согласно Бюллетеню ВМО № 18 от 26 октября 2022 г., в 2020 и 2021 гг. прирост концентрации метана за год (15 и 18 млрд⁻¹) стал максимальным с начала 80-х годов прошлого столетия.

В последние двадцать пять лет тренд изменения общего содержания озона (ОСО) практически нейтрален при значительных межгодовых колебаниях. Отчетливо проявляется квазидвухлетняя цикличность колебаний озона над полярными и умеренными широтами Северного полушария. В 2022 г. почти во всех регионах РФ наблюдалось чередование положительных и отрицательных аномалий. В целом, значительных и масштабных аномальных областей в течение года не наблюдалось, но само взаиморасположение областей с высоким и низким озоном было не совсем стандартным. Среднегодовое значение ОСО над территорией Российской Федерации составило 345 е.Д., что очень близко к норме (347 е.Д.).

Анализ всей совокупности данных наблюдений показал, что в последние годы радиационная обстановка на территории Российской Федерации была стабильной и в 2022 г. по сравнению с 2021 г. существенно не изменилась. Содержание техногенных радионуклидов в приземной атмосфере на территории России было на 6-7 порядков ниже

значений допустимой среднегодовой объемной активности, и в пресноводных водоемах на 3-4 порядка ниже уровней вмешательства, установленных нормами радиационной безопасности НРБ-99/2009 для населения.

Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха городов Российской Федерации сохраняется неудовлетворительным:

- В 205 городах (82% городов, где проводятся наблюдения) с населением 71,3 млн. человек средние за год концентрации какого-либо загрязняющего вещества превысили 1 ПДК.
- В 48 городах (26% городов, где проводятся наблюдения) с численностью населения 13,2 млн. человек средние за год концентрации бенз(а)пирена - вещества 1 класса опасности, поступающего в атмосферу в результате сжигания твердого топлива, превысили 1 ПДК.
- В 36 городах с населением 10,1 млн. человек максимальные концентрации загрязняющих веществ превысили 10 ПДК, за год было отмечено 274 случая превышения 10 ПДК различными загрязняющими веществами, длительность которых в городах с непрерывными наблюдениями составляла от 20 минут до 5 часов 20 мин.
- В 129 городах (55% городов) с населением 53,0 млн. человек качество атмосферного воздуха характеризовалось $ИЗА > 7$.
- Список городов с $ИЗА \geq 14$ в 2022 г. включает 40 городов с населением 10,4 млн человек. В большинстве городов списка основными источниками выбросов являются предприятия топливно-энергетического комплекса, в 13 городах - предприятия черной и цветной металлургии, алюминиевой промышленности, в 8 - химической, в 11 - лесной и деревообрабатывающей промышленности.

Тенденция изменения загрязнения атмосферного воздуха в целом в Российской Федерации показывает, что за последние пять лет среднегодовые концентрации: взвешенных веществ, оксида углерода, оксидов азота и бенз(а)пирена снизились, а формальдегида увеличились.

За последние пять лет в ряде городов Арктической зоны (АЗ) РФ наблюдается рост уровня загрязнения атмосферного воздуха, отмечается увеличение концентраций формальдегида в 2-3 раза в городах Архангельск, Заполярный, Мурманск и пгт. Никель, взвешенных веществ - в г. Норильск. По результатам анализа показателей качества воздуха в городах АЗ РФ в 2022 г. 5 городов характеризуется $ИЗА < 5$, Архангельск, Воркута и Новодвинск - $ИЗА$ от 5 до 6, Заполярный, Мончегорск, Мурманск, Северодвинск и пгт. Никель - $ИЗА$ от 7 до 13, Норильск - $ИЗА \geq 14$. Норильск ежегодно характеризуется $ИЗА \geq 14$, в том числе по данным об объеме- выбросов диоксида серы.

На территории АЗ РФ средние за год концентрации превысили среднее значение в целом по России: диоксида серы - в 6 городах, оксида углерода - в 3-х городах, диоксида азота - в г. Норильске, оксида азота - в г. Коле. Средние за год концентрации формальдегида во всех городах, где проводятся его измерения, достигли сверхнормативных значений, в 5 из них превысили среднее значение по России, концентрации взвешенных веществ в гг. Норильск и Северодвинск превысили ПДКс.г. и среднее значение по стране, среднегодовые концентрации никеля в гг. Воркута и Норильск достигли сверхнормативных значений. В г. Норильск максимальные разовые концентрации 12 загрязняющих веществ превысили гигиенические нормативы. Максимальные разовые концентрации сероводорода превысили ПДК в 2 городах, максимум (9,8 ПДКм.р.) был зафиксирован в г. Норильск. Максимальная среднемесячная концентрация бенз(а)пирена - 11,9 ПДКс.с. была зафиксирована в г. Норильск (район Кайеркан).

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 2022 г. на содержание токсикантов промышленного происхождения были обследованы почвы территорий Дальневосточного, Приволжского, Сибирского, Уральского и Центрального федеральных округов. Результаты наблюдений показали, что отдельные участки обследованных почв на территории Дальневосточного федерального округа (ФО) загрязнены медью, свинцом, цинком; Сибирского ФО - водорастворимыми соединениями фтора, нефтепродуктами, нитратами, сульфатами; Уральского ФО - медью, никелем, свинцом, цинком, кадмием, сульфатами; Приволжского ФО - цинком, медью, нефтепродуктами, полихлорбифенилами (ПХБ), бенз(а)пиреном (БП). В целом, почвы обследованных в 2022 г. территорий можно отнести к допустимой категории загрязнения, за исключением отдельных районов. За период наблюдений 2013-2022 гг. к опасной категории загрязнения почв отнесено 4,1%, к умеренно опасной - 9,2% населенных пунктов. Почвы 86,7% населённых пунктов (в среднем) относятся к допустимой категории загрязнения ТМ. К опасной категории хронически загрязненных почв относятся почвы Иркутской, Свердловской, Новосибирской, Нижегородской областей, республик Северная Осетия-Алания и Башкортостан, и Красноярского края. К умеренно-опасной категории загрязнения отнесены почвы в 11 субъектах: в Иркутской, Кировской, Нижегородской, Новосибирской, Оренбургской, Свердловской, Томской и Кемеровской областях, в Республике Башкортостан, Удмуртской Республике и Приморском крае.

Результаты выполненных в 2022 г. на территориях 35 субъектов Российской Федерации выборочных обследований почв сельскохозяйственного назначения, отдельных лесных массивов, зон отдыха на содержание в них остаточных количеств пестицидов показали наличие на территориях 3 субъектов Российской Федерации участков, почва которых загрязнена пестицидами выше установленных гигиенических нормативов. В 2022 г. загрязненные площади составили: 2,4-Д - 1% от обследованной площади 9840 га (в 2021 г. - 0,1% от обследованной площади 10676 га); симазин - 2,8% от обследованной площади 1252,8 га (в 2019 г. - 0,7% от обследованной площади 3945 га). Территории, неудовлетворяющие санитарным требованиям, выявляются каждый год, при этом изменяется как перечень пестицидов-загрязнителей, так и площади загрязнения, а также список субъектов Российской Федерации с загрязненными территориями. Результаты обследований почв вокруг 7 складов и мест захоронения пестицидов, непригодных или запрещенных к применению, на территориях 6 субъектов Российской Федерации свидетельствуют, что в большинстве случаев распространения загрязнения от складов пестицидов не происходит.

Анализ результатов многолетнего наблюдения за состоянием поверхностных водных объектов Российской Федерации показал, что большинство водных объектов характеризуется «загрязненной» водой. Загрязнение водосборных площадей и сброс загрязненных сточных вод промышленных предприятий и жилищно-коммунального

хозяйства приводит к ухудшению качества пресных вод. В крупных промышленных центрах ряда регионов, в районах разведки, добычи и освоения природных ресурсов на территориях Центрального, 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», а в единичных случаях «экстремально грязной» водой. Вместе с тем, на протяжении ряда лет на территории Российской Федерации отмечаются водные объекты, характеризующиеся хорошим качеством воды - «условно чистая» или «слабо загрязненная»: некоторые реки Республики Крым, Черноморского побережья Краснодарского края, притоки Байкала, ряд водных объектов республик: Алтай, Хакасия, Тыва.

В многолетней динамике химического состава воды на устьевых участках рек Арктической зоны РФ сохраняются тенденции снижения содержания соединений железа, меди и цинка, нефтепродуктов, особенно на устьевых участках рек Западно-Сибирского и Восточно-Сибирского секторов АЗ РФ, для рек Европейского сектора отмечается тенденция роста концентраций нефтепродуктов. В динамике содержания органических веществ (по показателю ХПК) сформировался возрастающий тренд на отдельных участках рек Западно-Сибирского и Восточно-Сибирского секторов. По содержанию в речных водах соединений азота аммонийного на участках рек Западно-Сибирского сектора преобладает тренд на снижение концентраций, а в пределах Европейского и Восточно-Сибирского секторов - отсутствуют значимые тенденции за многолетний период.

В 2022 г. ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод были зафиксированы в 55 субъектах Российской Федерации. Наибольшее суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ (свыше 100) было отмечено на водных объектах в 5 регионах: Свердловской, Мурманской, Московской и Новгородской областях, а также Ханты-Мансийском автономном округе, что в совокупности составило более 50% всех случаев ВЗ и ЭВЗ в стране. Всего в 2022 г. был зарегистрирован 2471 случай ЭВЗ и ВЗ по 25 загрязняющим веществам и 5 показателям качества воды.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в водных объектах на границе РФ, как и в предыдущие годы, были органические вещества и соединения металлов (железо, медь, марганец, цинк), а наиболее загрязненными сохранились участки рек на границах с Норвегией, Украиной, Казахстаном.

В течение 2018-2022 гг. качество воды в пунктах наблюдений на участках границы Российской Федерации с Финляндией (2 пункта), Норвегией и Белоруссией (по 1 пункту) постоянно характеризовалось как «слабо загрязненная», с Грузией - как «условно чистая» и «слабо загрязненная». В пунктах на границе с Украиной (5 пунктов), Казахстаном (2 пункта), Норвегией (1 пункт) вода постоянно характеризовалась как «грязная» и только в р. Колос-йоки на границе с Норвегией в 2022 г. - как «экстремально грязная». В остальных пунктах наблюдений качество воды варьировало от «загрязненной» до «грязной».

В 2022 г. состояние наблюдаемых по гидробиологическим показателям поверхностных вод суши России сохраняется на стабильном уровне, кардинальных изменений в таксономическом составе и структуре сообществ, а также градации состояния экосистем не выявлено.

В 2022 г. все морские районы, где проводятся наблюдения, могут быть разделены на следующие группы по качеству вод: **чистые** - прибрежные воды г. Темрюк, устьевая область р. Кубань, устьевое взморье Темрюкского залива (Азовское море), прибрежные воды гг. Ялта, Анапа, Новороссийск, Геленджик, Туапсе, район Сочи-Адлер, (Черное море), Кольский залив (Баренцево море), Авачинская губа (Тихий океан); **умеренно-загрязненные** - дельта р. Кубань (Азовское море), акватория порта Сочи (Черное море), воды Финского залива (Балтийское море), Двинский залив, Кандалакшский залив (Белое море), прибрежная акватория острова Сахалин в районе порта Пригородное и в районе города и порта Корсаков (Охотское море), большая часть прибрежных районов залива Петра Великого: бухты Золотой Рог и Диомид, пролив Босфор Восточный, Амурский и Уссурийский заливы, акватория порта Александровск-Сахалинский (Японское море), залив Биллефьорд (Гренландское море); **загрязненные** - Северный Каспий (IV разрез), район п. Лопатин, г. Махачкала, взморье рек Терек, Сулак в районе Каспийска Дагестанского взморья (Каспийское море), залив Гренфьорд (Гренландское море), Бухта Находка (Японское море), прибрежная акватория острова Сахалин в районе с. Стародубское (Охотское море); **грязные** - воды Невской губы (Балтийское море).

В 2022 г., как и в предыдущие периоды наблюдений, состояние биоценозов наблюдаемых прибрежных морских акваторий России сохраняется на стабильном уровне, кардинальных изменений в таксономическом составе и структуре сообществ не выявлено. Результаты наблюдений позволили сделать вывод, что по всем наблюдаемым гидробиологическим показателям экосистемы Невской губы (Балтийское море), залива Неёлова и дельты р. Лена (море Лаптевых), Двинского залива (Белое море), залива Петра Великого (Японское море) находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения. При этом в 2022 г. по сравнению с предыдущим годом в заливе Петра Великого на большинстве участков наблюдений по показателям бактериопланктона было отмечено существенное увеличение антропогенного загрязнения.

Анализ данных, полученных в результате регулярных наблюдений за загрязнением окружающей среды Российской Федерации в 2022 г., свидетельствует, что на ряде территорий и акваторий страны по-прежнему сохраняются повышенные уровни 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@gidrohimi.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»	Сидоренков Н.С.
1.3.-1.4.	УГСН Росгидромета	Жемчугова Т.Р.
1.5.	ФГБУ «ИГКЭ»	Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я., Платова Т.В., Самохина О.Ф., Антипина У.И.
1.5.	ФГБУ «Гидрометцентр России»	Сидоренков Н.С.
1.6.	ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»	Коршунова Н.Н.
1.6.	ФГБУ «ГГИ»	Гусев С.И., Куприёнок Е.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., 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., Юшков В.А.
2.3.3.1.	ФГБУ «ГГО»	Соломатникова А.А., Павлова К.Г., Второв А.Л.
2.3.4.	ФГБУ «ИГКЭ»	Парамонов С.Г., Иванов В.А., Позднякова Е.А., Кручина Е.Б.
2.3.5.-2.3.6.	ФГБУ «ГГО»	Першина Н.А., Павлова М.Т., Семенец Е.С., Полищук А.И., Михайлова А.С.
2.3.6.1.	ФГБУ «ИГКЭ»	Манзон Д.А., Беспалов М.С., Черногаева Г.М.
2.3.7.		Парамонов С.Г., Бурцева Л.В., Пастухов Б.В., Алехина М.А.
2.3.8.		Брускина И.М., Громов С.А., Александрова М.С., Ахметова Б.Р., Козлова Е.Н.
2.3.9.		Громов С.А., Жигачева Е.С., Галушин Д.А.
2.4.1.	ФГБУ «ИГКЭ»	Парамонова Т.А., Черногаева Г.М., Саратовцева Е.Е.
2.4.2.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Павлова Н.Н., Лукьянова Н.Н.
2.5.	ФГБУ «ИГКЭ»	Парамонов С.Г., Бурцева Л.В., Конькова Е.С., Пастухов Б.В.
2.6.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Гниломедов В.Д., Каткова М.Н.
2.6.1.		Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Гниломедов В.Д., Полянская О.Н.
2.6.2.		Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Гниломедов В.Д., Зубачева А.А.
2.6.3.		Булгаков В.Г., Гниломедов В.Д., 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.		Цыцарева А.А., Лукьянова Н.Н.
3.3.1.	ФГБУ «ГХИ»	Трофимчук М.М., Романюк О.Л., Лобченко Е.Е., Емельянова В.П., Ничипорова И.П., Лямперт Н.А., Первышева О.А., Оленникова Н.Н., Чекмарева Д.П., Федотова О.Л., Попова Е.М., Ермакович Е.А.
3.3.2.	ФГБУ «ИГКЭ»	Потютко О.М., Буйволов Ю.А., Лазарева Г.А., Лукиных А.И., Быкова И.В., Чамкина А.В.
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., Костылева А.В., Кирьянов В.С., Аляутдинов А.Р., Жохова Н.В., Чекуменева Н.А., Погожева М.П., Щербаков К.А., Матвейчук И.Г., Долгова А.О., Аляутдинов 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., Трифиленкова Т.Б., Стукалова Е.Г., Маркина О.Д., Крюков Д.С., Чеховский П.Ю., Иванова Н.К.
4.2.1., 4.2.2.	ФГБУ «ГХИ»	Аджиев Р.А.
4.2.3.		Резников С.А., Макарова И.В.
4.2.4.		Якунина О.В.
4.2.5.		Тезикова Н.Б.
4.2.6.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Запечалов М.А., Самсонов Д.П., Н.Н. Лукьянова Н.Н., Левшин Д.Г., Корунов А.О.
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., Лукиных А.И.
	ФГБУ «ДАНИИ»	Алексеев Г.В., Радионов В.Ф.
	ФГБУ «ГГИ»	Гусев С.И., 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., Второв А.Л., Першина Н.А., Павлова М.Т., Семенец Е.С., Полищук А.И., Михайлова А.С., Довольская М.Л., Загайнова М.С., Ивлева Т.П., Любушкина Т.Н., Смирнова И.В.
	ФГБУ «ГХИ»	Косменко Л.С., Решетняк О.С.
	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Гниломедов В.Д.
4.4.	Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун»	Демешкин А.С., Соломонова Е.А., Яески Е.А.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФГБУ «ИГКЭ»	Черногаева Г.М.
-------------	-----------------