

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА
ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ (РОСГИДРОМЕТ)

Обзор

состояния и загрязнения
окружающей среды
в Российской Федерации

2024



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

О Б З О Р
СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗА 2024 ГОД

МОСКВА

2025

УДК 504.5:502.2(470+571)(058)«2024»
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 2024 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/review2024.pdf>.

Дизайн обложки Д. Черногаев

- © Росгидромет, 2025 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	10
1.3. Температура воздуха	12
1.4. Атмосферные осадки	16
1.5. Снежный покров	19
1.6. Водные ресурсы	21
2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему и состояние окружающей среды	28
2.1. Характеристика государственной сети наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды	28
2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему	30
2.2.1. Эмиссия парниковых газов	30
2.2.2. Содержание CO ₂ и CH ₄ в атмосфере	31
2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферы	34
2.3.1. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы	34
2.3.2. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы	37
2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями	40
2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ	42
2.3.4. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по данным сети СКФМ)	46
2.3.5. Ионный состав атмосферных осадков на российских станциях, входящих в систему Глобальной Службы Атмосферы ВМО	49
2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков	55
2.3.6.1. Загрязнение и закисление снежного покрова в регионах Российской Федерации ...	63
2.3.7. Фоновое загрязнение атмосферных осадков (по данным сети СКФМ)	65
2.3.8. Загрязнение воздуха и осадков по данным станций ЕМЕП	67
2.3.9. Загрязнение воздуха и осадков по данным станций ЕАНЕТ	69
2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности	71
2.4.1. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности (по данным сети СКФМ)	71
2.4.2. Фоновые массовые доли химических веществ в почвах в региональном аспекте	74
2.5. Фоновое загрязнение поверхностных вод (по данным сети СКФМ)	78
2.6. Радиационная обстановка на территории России	79
2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха	79
2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод	80
2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов	81
3. Загрязнение окружающей среды регионов России	82
3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов	82
3.1.1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха	82
3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха	83
3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах	86
3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха на территориях субъектов, включая новые, и федеральных округов Российской Федерации	90
3.2. Загрязнение почвенного покрова	94
3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения	94
3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов	101

3.3. Загрязнение поверхностных вод	106
3.3.1. Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям	106
на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации	106
3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов	124
3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации	126
3.3.4. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ	128
3.3.5. Загрязнение морских вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям	131
3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских вод	148
4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных территорий	151
4.1. Московский регион	151
4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха	151
4.1.2. Загрязнение почвенного покрова	151
4.1.3. Загрязнение поверхностных вод	152
4.1.4. Характеристика радиационной обстановки	155
4.2. Озеро Байкал	157
4.2.1. Гидрохимические наблюдения за качеством поверхностных вод	157
4.2.2. Состояние донных отложений	160
4.2.3. Гидробиологические наблюдения на озере	162
4.2.4. Характеристика поступления загрязняющих веществ с водным стоком основных притоков озера Байкал	163
4.2.5. Антропогенные токсиканты в окружающей среде центральной экологической зоны Байкальской природной территории	165
4.3. Арктическая зона Российской Федерации	172
4.3.1. Особенности климатического режима года	174
4.3.2. Комплексная оценка состояния и загрязнения окружающей среды в Арктической зоне Российской Федерации	180
4.4. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в районе пос. Баренцбург и прилегающих территорий	207
Заключение	216
Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета	220
Список авторов	221



Предисловие

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

Выявленные по результатам выполненного анализа данных наблюдений превышения нормативов качества атмосферного воздуха в городах страны и поверхностных вод многих водных объектов (с оценкой приоритетности существующих проблем) являются важным элементом информационной поддержки реализации задач государственного надзора за источниками выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в окружающую среду.

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

Руководитель Росгидромета

A handwritten signature in blue ink, consisting of stylized, flowing letters.

И.А. Шумаков

1. Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности года

1.1. Гелиогеофизическая обстановка

2024 г. соответствует продолжению роста 25 солнечного цикла в 11-летних циклах солнечной активности.

На рис. 1.1 представлен официальный прогноз для 25 солнечного цикла: максимум прогнозируется в июле 2025 г. (+/- 8 месяцев) со сглаженным числом солнечных пятен (SSN) 115 (ожидалось, что 25 солнечный цикл будет иметь среднюю интенсивность, и будет аналогичен 24 солнечному циклу, одному из самых слабых солнечных циклов за столетие).

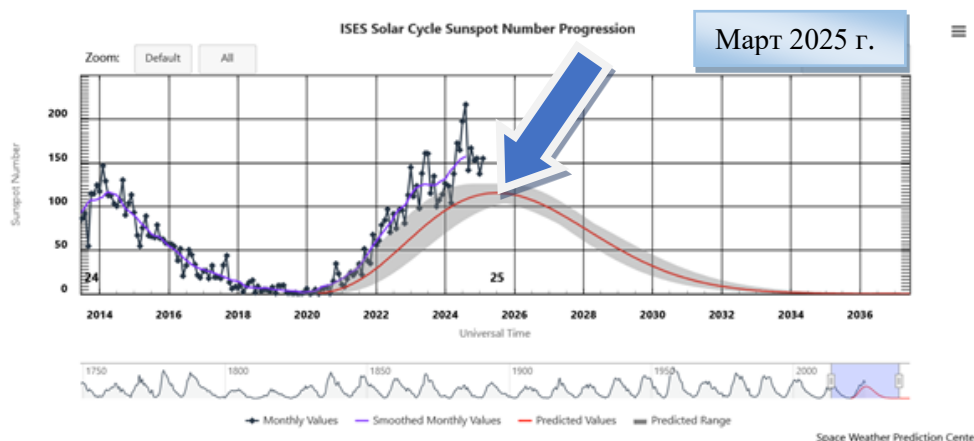


Рис. 1.1. Изменение сглаженных чисел Вольфа по данным Центра прогнозирования космической погоды (США, национальное управление океанических и атмосферных исследований)

Количество солнечных пятен в 2024 г. - очередной признак того, что 25-й солнечный цикл превосходит официальные прогнозы.

На рис. 1.2 представлены более подробные данные (среднемесячные значения чисел Вольфа) за период с 2010 по 2024 гг. и прогноз на 2025-2026 гг.

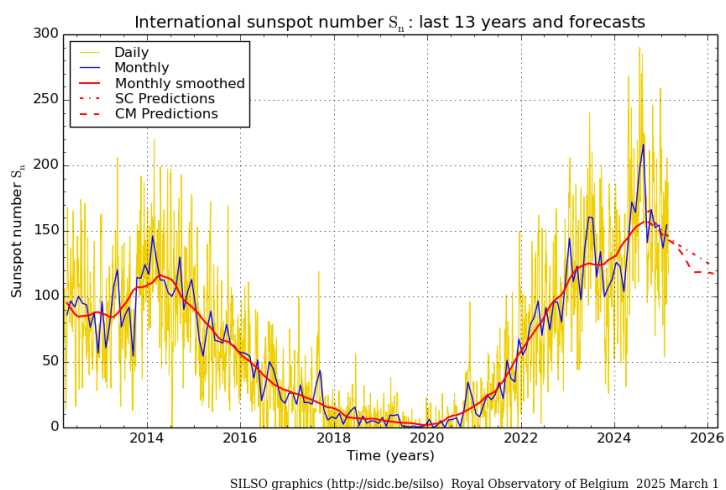


Рис. 1.2. График изменения среднемесячных значений чисел Вольфа (по данным Международного центра солнечных индексов (Брюссель, Бельгийская королевская обсерватория)

Из данных рисунков 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.

Солнечная активность

В Гелиогеофизической службе принят условный интегральный показатель солнечной активности, определяемый как полусумма индексов числа пятен W и потока радиоизлучения F . Оценка интегральной солнечной активности по указанным индексам производится по следующей схеме:

- низкая ($W \leq 100$; $F_{10,7} \leq 100$);
- умеренная ($100 < W \leq 200$; $100 < F_{10,7} \leq 200$);
- высокая ($W > 200$; $F_{10,7} > 200$).

В 2024 г. интегральная солнечная активность: - в течение 101 суток соответствовала «высокому» уровню, в течение 250 суток - «умеренному», а в течение 15 суток - «низкому» уровню. Для сравнения в 2023 г. интегральная солнечная активность: - в течение 9 суток соответствовала «высокому» уровню, в течение 324 суток - «умеренному» уровню, а в течение 32 суток - «низкому» уровню.

В таблице 1.1 приведены сравнительные данные интегральной солнечной активности в период с 2011 по 2024 гг.

Таблица 1.1. Сравнительные данные уровня интегральной солнечной активности в период с 2011 по 2024 гг.

Уровень	Год/Количество суток													
	2024	2023	2022	2021	2020	2019	2018	2017	2016	2015	2014	2013	2012	2011
Высокий уровень	101	9	0	0	0	0	0	0	0	0	16	3	0	0
Умеренный уровень	250	324	187	17	1	0	0	7	102	120	287	200	173	153
Низкий уровень	15	32	178	348	365	365	265	368	264	245	62	162	193	212

В 2024 г. значения среднемесячных чисел Вольфа (W) изменялись в пределах W=44 - 382 (в 2023 г. W=23 - 209), вариации среднемесячных значений потока радиоизлучения Солнца F на длине волны $\lambda=10.7$ см находились в диапазоне 112 - 336 солнечных потоковых единиц F.U. (в 2023 г. в диапазоне 118 - 343 солнечных потоковых единиц F.U.). Среднегодовое значение чисел Вольфа в 2024 г. (W=147) по сравнению с 2023 г. (W=118) возросло в 1,25 раза.

В течение 2024 г. на видимом диске Солнца было зарегистрировано 487 групп солнечных пятен, в 1,4 раза больше, чем в 2023 г., из них 283 группы пятен находились в южной полусфере, 204 группы пятен в северной полусфере.

Состояние магнитного поля Земли

В 2024 г. геомагнитное поле Земли в течение 310 суток менялось от спокойного до очень спокойного (оценка по АрMos), было сильно возмущенное в течение 6 суток, умеренно возмущенное в течение 12 суток, слабо возмущенное в течение 18 суток, неустойчивое в течение 20 суток. Общее количество суток, когда магнитное поле было возмущено составило - 56 суток, что меньше, чем в 2023 г. (67 суток).

Наиболее ярким событием 2024 г. была сильная (экстремальная) геомагнитная буря, зарегистрированная 10-12 мая.

Во второй половине суток 10 мая 2024 г. наземными магнитными станциями ГНС Росгидромета и спутниковой группировкой ГГКС «Электро-Л» №2, №4, и высокоэллиптическими гидрометеорологическими КА «Арктика-М» №1 и «Арктика-М» №2 было зарегистрировано сильное (экстремальное) возмущение геомагнитного поля, которое продолжалось в течение 11 и 12 мая. Источниками возмущения геомагнитного поля явились выбросы корональной массы и влияние корональной дыры.

По данным ФГБУ «Мурманское УГМС» 10 мая отмечались периоды ухудшения условий КВ-радиосвязи: на трассах Кольского полуострова до 14 часов; северного и восточного направлений до 21 часа; южного направления до 7 часов; в период с 11 по 13 мая в течение суток прохождения часа по всем направлениям.

На рис. 1.3 показана регистрация магнитного возмущения прибором ФМ-ВЭ, установленным на КА «Электро-Л» № 4, а на рис. 1.4 представлена степень возмущения геомагнитного поля - оценка по АрMos. На рис. 1.5 показано состояние аврорального овала во время сильной магнитной бури.

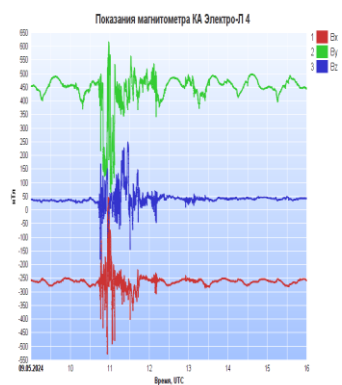


Рис. 1.3. Регистрация магнитного возмущения прибором ФМ-ВЭ КА «Электро-Л» №4

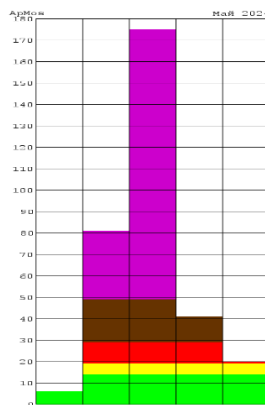


Рис. 1.4. Степень возмущения геомагнитного поля (оценка по АрMos)

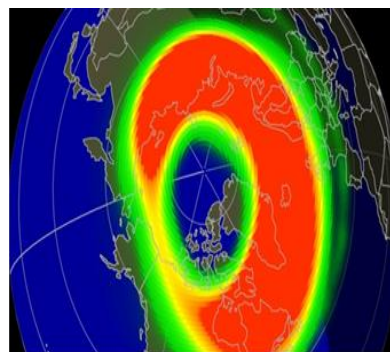


Рис. 1.5. Авроральный овал во время магнитной бури

Полярные сияния наблюдались не только в арктическом регионе, но и опустились до 50-60° северной широты, то есть до средних широт (рис. 1.6).

Основными источниками магнитных бурь (86 бурь) в 2024 г. были выбросы корональной массы и корональные дыры (одновременно) и по отдельности, а также возмущения вспышечного характера.

По станциям Новосибирск, Мурманск и Какиока (Япония) было зарегистрировано 86 магнитных бурь: 5 магнитных бурь сильной интенсивности (АрMos>50); 10 магнитных бурь умеренной интенсивности (30=<АрMos<50); - 31 магнитная буря слабой интенсивности (15=<АрMos<30); 40 магнитных бурь очень слабой интенсивности (АрMos<15), для сравнения в 2023 г. - 88 бурь.



г. Санкт-Петербург



г. Красногорск, Московская обл.



Республика Крым

Рис. 1.6. Полярное сияние, зарегистрированное на средних широтах во время сильной магнитной бури

В 2024 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 и характеристика возмущенных суток по станциям, расположенным в зоне «Полярная шапка» за период с 2020 по 2024 гг. представлено в таблице 1.2.

Таблица 1.2. Количество и характеристика возмущенных суток по станциям, расположенным в зоне «Полярная шапка» за период с 2020 по 2024 гг.

Станция	Баренцбург					Остров Визе				
Период (годы)	2020	2021	2022	2023	2024	2020	2021	2022	2023	2024
Сильно возмущено	1	24	38	5	7	-	4	9	4	8
Умеренно возмущено	12	64	82	4	30	10	35	52	14	36
Слабо возмущено	29	124	115	82	95	21	61	90	65	98

Количество возмущенных дней по станциям авроральной зоны в 2024 г. представлено в таблице 1.3.

Таблица 1.3. Количество и характеристика возмущенных дней по станциям авроральной зоны в 2024 г.

Станция	Мурманск	Амдерма	Диксон	Тикси
Магнитное поле	сутки	сутки	сутки	сутки
Сильно возмущенное	17	14	9	9
Умеренно возмущенное	26	29	37	25
Слабо возмущенное	60	62	86	43
Неустойчивое	53	60	80	59
Спокойное	106	131	126	128
Очень спокойное	104	65	28	94

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

Повышение магнитной активности, связанное с магнитной бурей (март - май, сентябрь-октябрь, декабрь), привело к нарушению радиосвязи, проявлению полярных сияний в авроральной зоне. В высоких широтах наблюдались полярные сияния, некоторые из которых приведены на рис. 1.7.

Радиационная обстановка в околоземном космическом пространстве

По данным российских КА «Электро-Л» №2, №3, №4, КА «Метеор-М» №2-3, № 2-4, КА «Арктика-М» №1, КА «Арктика-М» №2 и американского КА «GOES»-16 в течение 2024 г. были зарегистрированы 29 вторжений потоков протонов в околоземное космическое пространство (ОКП): 3 в январе, 4 в феврале, 2 в марте, 3 в мае, 2 в июне, 1 в июле, 1 в августе, 5 в сентябре, 4 в октябре, 3 в ноябре, 1 в декабре. Источники вторжений:

В 2024 г. радиационная обстановка в околоземном космическом пространстве (ОКП) и на трассах пилотируемых космических аппаратов (ПКА) оценивалась как: - умеренно возмущенная в течение 70 часов 10 минут; слабо возмущенная в течение 277 часов 30 минут - в остальное время как невозмущенная. Всего в 2024 г. радиационная обстановка в ОКП и на трассах ПКА имела возмущенное состояние в течение 347 часов 40 минут (более 14 суток). Для сравнения в 2023 г. радиационная обстановка оценивалась как слабо возмущенная в течение 53 часов и 25 минут, в остальное время невозмущенная.

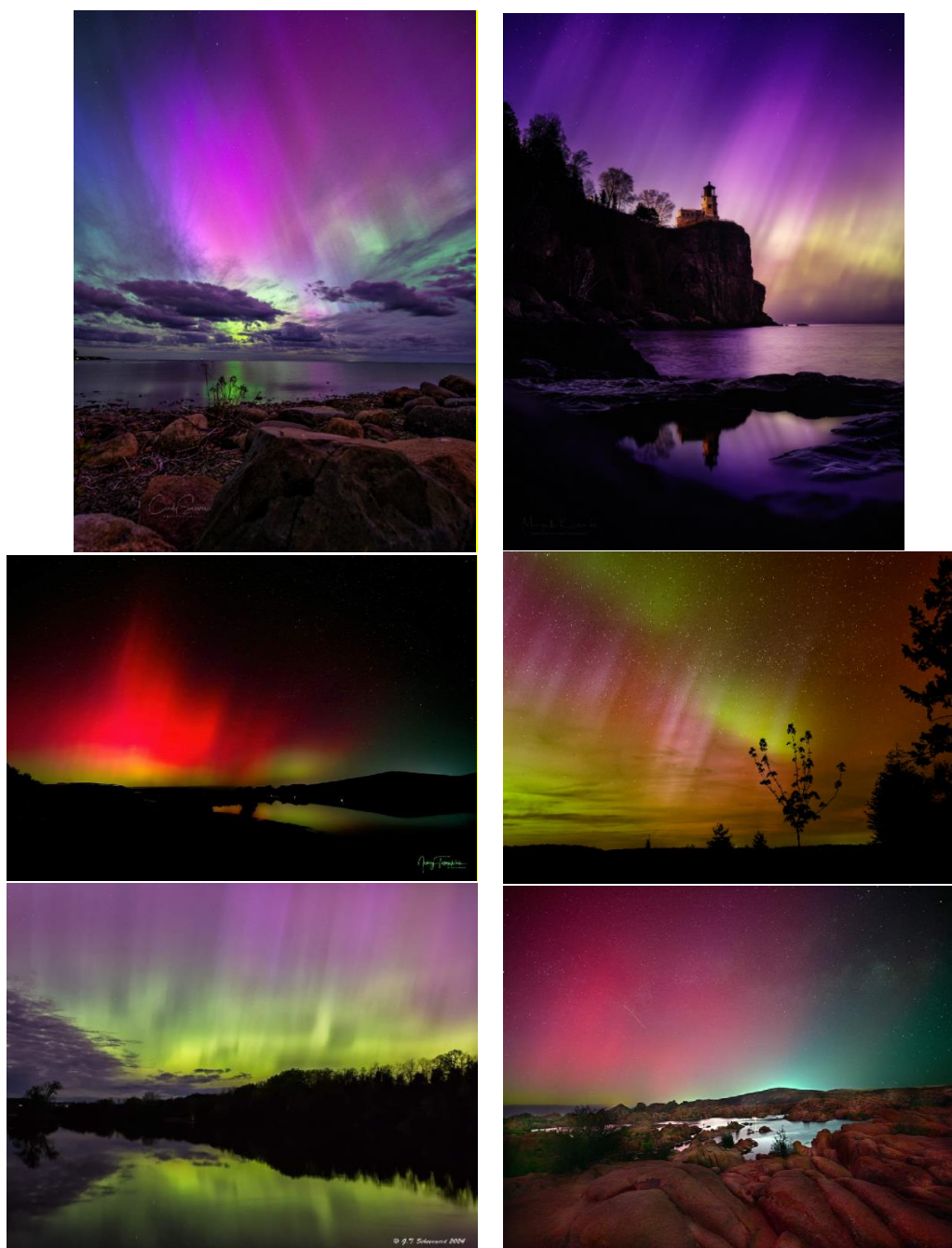


Рис. 1.7. Примеры наблюдения полярных сияний, зарегистрированных в разных регионах арктической зоны

Состояние ионосферы Земли

В 2024 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 7 суток (1,9% времени года) сильными отрицательными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 28 суток (7,7% времени) умеренными отрицательными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 87 суток (23,8% времени) слабыми отрицательными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 2 суток (0,5%) сильными положительными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 9 суток (2,5% времени) умеренными положительными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений;
- в течение 79 суток (21,6% времени) слабыми положительными отклонениями критических частот слоя F2 от медианных значений.

Сильные отрицательные отклонения критических частот слоя F2 от медианных значений были зарегистрированы в апреле (в течение 1 суток), августе (в течение 1 суток), октябре (в течение 1 суток) и в октябре (в течение 4 суток).

Отрицательных отклонений (умеренных и слабых) критических частот слоя F2 от медианных значений более всего зарегистрировано в мае (в течение 12 суток) и в сентябре и ноябре (в течение 11 суток)

Сильные положительные отклонения критических частот слоя F2 от медианных значений были зарегистрированы в феврале (в течение 2 суток), в марте (в течение 2 суток), и в мае (в течение 1 суток); положительных отклонений (умеренных и слабых) критических частот слоя F2 от медианных значений более всего зарегистрировано в январе (в течение 26 суток), в феврале (в течение 14 суток) и в декабре (в течение 14 суток).

Гелиогеофизическая служба в 2024 г. выпустила 973 предупреждения о неблагоприятных и опасных гелиогеофизических явлениях, что на 19 предупреждений больше, чем в 2023 г., из них:

- 308 предупреждений о регистрации мощных вспышек (по интенсивности рентгеновского излучения) - вспышки класса X и M;
- 565 предупреждений о возмущениях магнитного поля Земли и магнитных бурях;
- 39 предупреждений о возмущениях в ионосфере;
- 42 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 2024 г. в целом по территории Российской Федерации было зарегистрировано 1234 опасных гидрометеорологических явления (ОЯ), что является максимальным значением за длительный период наблюдений, из которых 493 нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения. Оперативно-прогностическими подразделениями Росгидромета было выпущено 2634 штормовых предупреждения, а также 237 штормовых предупреждений о лавинной опасности в горных районах Российской Федерации. Своевременное и качественное прогнозирование опасных явлений и заблаговременное доведение информации до потребителей сохранились на достаточно высоком уровне: предупрежденность ОЯ составила 96,1-96,3%, оправдываемость штормовых предупреждений - 96,5%, что примерно соответствует уровню предыдущего года (96,2%).

На рис. 1.8 приведена динамика общего числа ОЯ за 17 лет, а на рис. 1.9 приведены данные Росгидромета за 1996-2024 гг. о динамике количества опасных гидрометеорологических явлений (включая гидрологические и агрометеорологические явления), которые нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

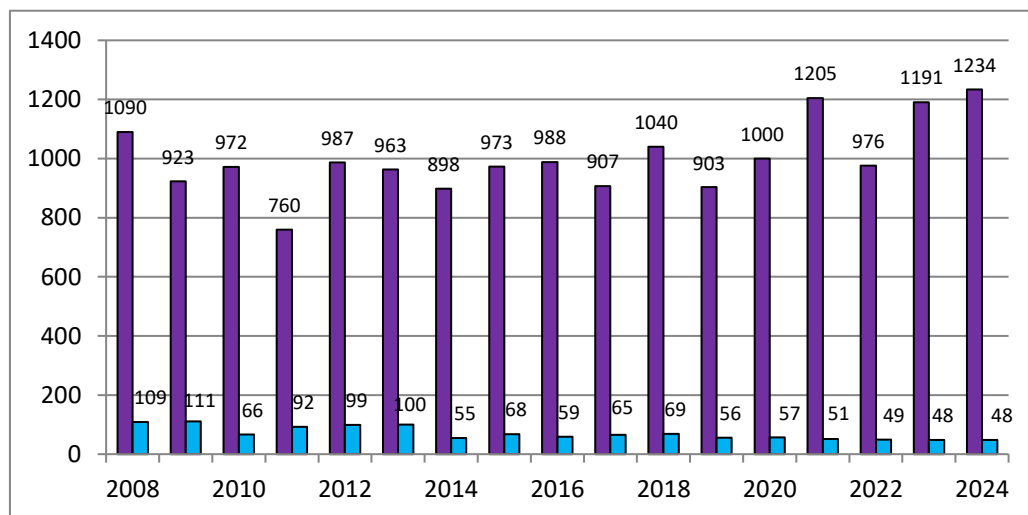


Рис. 1.8. Распределение зарегистрированных гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (фиолетовый) и количество непредусмотренных ОЯ (голубой)

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

В 2024 г. на территории России было зарегистрировано рекордное количество: 679 случаев возникновения метеорологических (ОЯ) и комплексов метеорологических явлений (КМЯ), сочетание которых образует ОЯ (рис. 1.10). По сравнению с предыдущим годом количество случаев ОЯ и КМЯ увеличилось на 6%.

В 2024 г. по сравнению с 2023 г. количество опасных явлений увеличилось: сильных осадков на 19%; сильного ветра на 4%; сильной жары и аномально жаркой погоды на 24%; сильного гололеда на 48%. Уменьшилось только количество случаев града на 17%, заморозков на 5%, метелей и аномально холодной погоды на 42% (таблица 1.4).

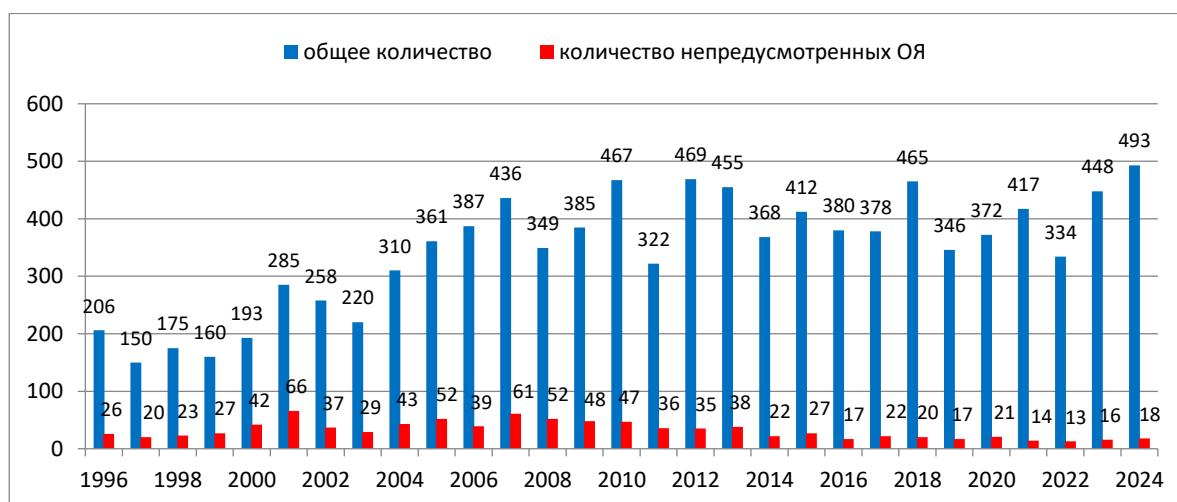


Рис. 1.9. Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (синий) и количество непредусмотренных ОЯ (красный).

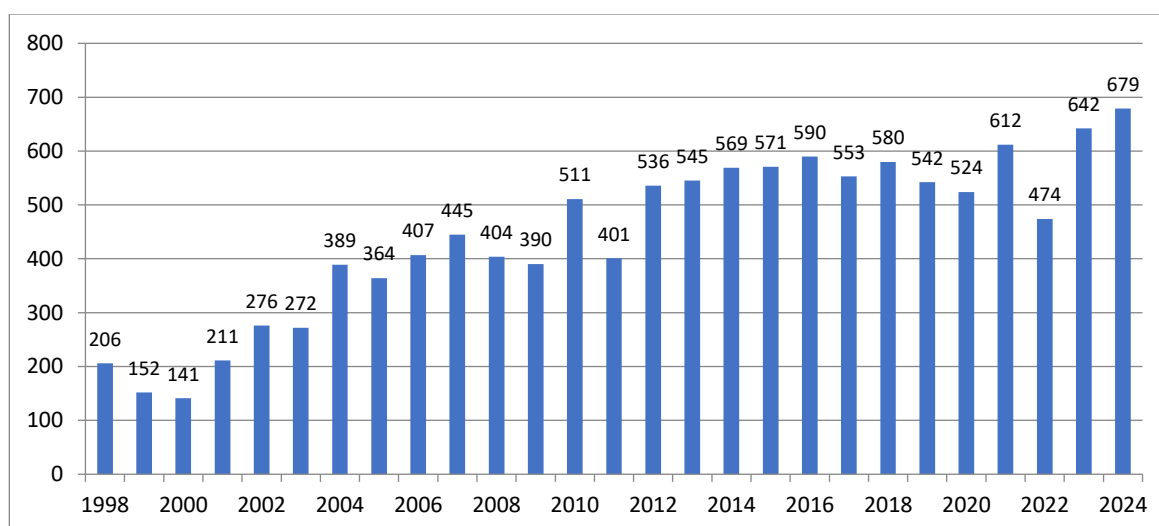


Рис. 1.10. Распределение метеорологических ОЯ по годам

Таблица 1.4. Распределение метеорологических ОЯ по месяцам за 2024 г.

Явления	Месяцы												Всего	Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	2024	2023
Сильный ветер	12	14	9	9	14	23	12	5	4	4	19	15	140	135
Очень сильные осадки	13	4	2	3	6	44	60	50	14	8	6	7	217	183
Метель и снег	1	3	1								1	1	7	12
Смерч						1							1	4
Сильный мороз	5	7										2	14	10
Аномально холодная погода	6	5											11	19
Сильная жара					1	10	14	7	2				34	28
Аномально жаркая погода				2	1	4	5	2	3				17	13
Град				1	3	11	4	4	1				24	29
Сильный гололед, налипание мокрого снега	6	7		1	2					1	3	11	31	21
Заморозки				7	36	7		1	20	4			75	79
Туман				1							1		2	3
КМЯ	8	5	6	6	11	28	13	10	5	3	8	3	106	106
Итого за 2024 г.	51	45	18	30	74	128	108	79	49	20	38	39	679	
Итого за 2023 г.	39	31	39	33	47	76	109	73	51	38	55	51		642

Самой высокой была повторяемость сильных осадков, сильного ветра, КМЯ и заморозков. Суммарное количество этих четырех явлений составляет 79% от всех опасных метеорологических явлений в 2024 г.

По-прежнему наибольший ущерб хозяйству страны нанесли сильные осадки (снег, дождь, ливень), сильный ветер, град, заморозки и чрезвычайная пожарная опасность, сохранявшаяся в ряде регионов на протяжении нескольких месяцев в период с апреля по октябрь.

В 2024 г. по сравнению с 2023 г. количество ОЯ и КМЯ увеличилось: в Центральном и Приволжском федеральных округах на 40%, в Уральском и Сибирском федеральных округах на 12%. В остальных федеральных округах количество ОЯ и КМЯ уменьшилось от 2 до 13%. (таблица 1.5).

Таблица 1.5. Распределение метеорологических ОЯ в 2024 г. по территории федеральных округов.

№	Явления	Федеральные округа								Всего	Всего
		СЗФО	ЦФО	ПФО	ЮФО	СКФО	УФО	СФО	ДФО	2024	2023
1	Сильный ветер	14	4	14	8	12	12	53	23	140	135
2	Очень сильные осадки	6	17	24	47	23	18	38	44	217	183
3	Сильная метель			1					6	7	12
4	Смерч						1			1	4
5	Сильный мороз	6	2	2			3	1		14	10
6	Аномально холодная погода	2	1	3			2	1	2	11	19
7	Сильная жара	3	11	1	5	5	1	7	1	34	28
8	Аномально жаркая погода	4	2	4	2		2	3		17	13
9	Крупный град		1	3	10	6	1	3		24	29
10	Сильный гололед, налипание мокрого снега		6	4	10	4	2	3	2	31	21
11	Заморозки	5	16	15	12		11	9	7	75	79
12	Туман			2						2	3
13	КМЯ	2	1	9	18	15	3	32	26	106	106
Всего 2024 г.		42	61	82	112	65	56	150	111	679	
Всего 2023 г.		44	44	57	120	66	50	133	128		642
отклонение от 2023 г. в %		-5	+39	+44	-7	-2	+12	+13	-13		

1.3. Температура воздуха

В данном разделе, а также в разделе 1.4 рассматриваются величины, регионально-осредненные по территориям федеральных округов РФ и избранных физико-географических регионов, границы которых приведены на рис. 1.11. Осреднение станционных аномалий по площади выполняется с весами, учитывающими неравномерную плотность сети (обратно пропорциональными плотности в окрестности станции). В соответствии с рекомендацией ВМО все основные оценки приводятся относительно базового периода 1991-2020 гг. В тексте употребляется понятие 5%-го экстремума тепла, которое означает, что наблюдаемая температура оказалась выше 95%-го процентиля, притом, что процентиля определялись по временным рядам за 1936-2024 гг.



Рис. 1.11. Физико-географические регионы России

В данном разделе использованы данные о температуре приземного воздуха месячного разрешения на глобальной сети 3288 метеорологических станций (<http://www.igce.ru/climatechange>), из которых 577 станций расположены на территории России. Ход средних годовых и сезонных аномалий температуры, осредненных по территории России, приведен на рис. 1.12. Также показаны 11- летнее скользящее среднее и линейный тренд за 1976-2024 гг. с 95%-й доверительной полосой (начальный год оценки тренда 1976 г. выбран, так как этот год мировым сообществом условно принят за начало современного глобального потепления). Географические распределения средних годовых и сезонных аномалий температуры 2024 г. представлены на рис. 1.13. Регионально-осредненные аномалии приведены в таблице 1.6.

В 2024 г. на территории России, ЕЧР, АЧР средние годовые температуры были на 1,21°C, 1,36°C, 1,16°C выше нормы – вторые самые крупные величины (следует заметить, что рекордные значения среднегодовой температуры наблюдались в 2020 г. с аномалиями для РФ, ЕЧР и АЧР: +2,02°C, +1,74°C, +2,12°C). Температуры выше климатической нормы наблюдались практически всюду на территории страны, осредненные по всем федеральным округам аномалии температуры среди пяти самых крупных.

Из сезонов в целом по России выделяются лето (осредненная по России температура на +0,97°C выше нормы - вторая величина в ряду с 1936 г., особенно тепло было в АЧР: 0,78°C - также вторая величина в ряду); и осень (на 1,80°C выше нормы - третья величина).

Зимой 2023-2024 гг. осредненная по территории РФ аномалия составила -0,31°C. Температуры ниже климатической нормы наблюдались на большей части ЕЧР (кроме юга и северо-востока), а также на юге СФО и большей части ДФО, наиболее холодные условия отмечались вдоль побережья Охотского моря (здесь на ряде станций отмечались 5%-е экстремумы холода). Температуры выше климатической нормы наблюдались на юге ЕЧР (особенно в СКФО: аномалия +2,39°C - четвертая величина в ряду), а также в центре и на севере Западной и Средней Сибири (экстремальные условия сложились предгорья Кавказа и на побережье Карского моря: на станциях фиксировались 5%-е экстремумы тепла).

Весной 2024 г. осредненная аномалия по РФ составила +0,84°C - 12-ая величина в ряду с 1936 г. Температуры выше климатической нормы наблюдались всюду в ЕЧР (кроме северо-востока), а в АЧР - восточнее течения Енисея. Экстремально тепло было в ЦФО (аномалия +1,73°C), ЮФО (+1,85°C) и СКФО (+1,52°C), на юге и востоке ДФО (в целом по федеральному округу аномалия температуры составила +1,75°C). Большая область с температурами ниже климатической нормы наблюдалась на северо-востоке ЕЧР и, далее, на западе АЧР (включая бассейн Енисея): аномалии достигали -3°C). Температуры ниже климатической нормы наблюдались также на Чукотке (аномалии до -1°C).

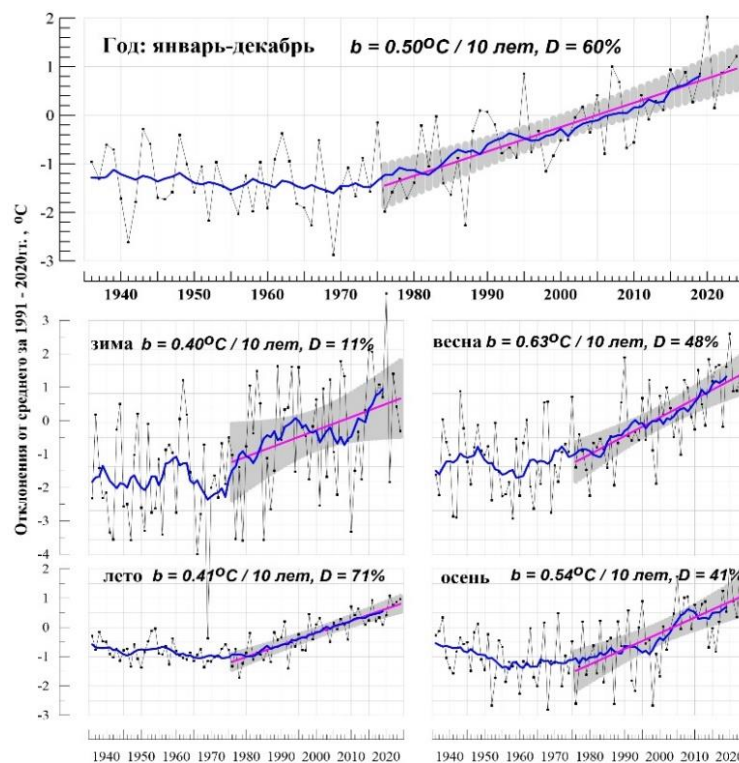


Рис. 1.12. Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°C), осредненные по территории РФ, 1936-2024 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1991-2020 гг. Показаны также 11- летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2024 гг. с 95%-й доверительной полосой; b - коэффициент тренда (°C / 10 лет), D - вклад в суммарную дисперсию (%).

Летом осредненные по России в целом и по АЧР аномалии температуры составили +0,97°C и +0,78°C - вторые величины в соответствующих рядах (следует заметить, что самое теплое лето по России в целом было в 2021 г. с аномалией температуры +1,08°C, а в АЧР в 2023 г. (+1,03°C). Температуры выше климатической нормы наблюдались на большей части страны (кроме востока ДФО, Южного Урала и побережья Карского моря.). Наиболее теплые условия (с 5%-ми экстремумами тепла на станциях) наблюдались в СЗФО (осредненная по федеральному округу аномалия температуры составила +1,48°C) в ЮФО (+2,07°C), в СКФО (+1,73°C), в СФО (+1,67°C), на западе ДФО (Забайкалье). Температуры ниже нормы отмечались на востоке ДФО (аномалии температуры на Чукотке достигали -2,4°C), на Южном Урале, на побережье Карского моря.

В среднем по России все летние месяцы были очень теплыми: июньская аномалия температуры составила +0,92°C - 3-я самая крупная, июльская: +1,20°C - максимальная величина, августовская: +0,77°C - восьмая.

Осенью осредненная по РФ аномалия температуры составила +1,80°C - третья величина в ряду. Экстремальные условия (на станциях фиксировались 5%-е экстремумы тепла) наблюдались всюду в ЕЧР (осредненная аномалия температуры составила +2,43°C - максимальная величина в ряду), всюду в Западной Сибири (+2,16°C), в центре Средней Сибири, а также в Саянах, в Приморье. Небольшие отрицательные аномалии наблюдались лишь на побережье в районе дельты Лены.

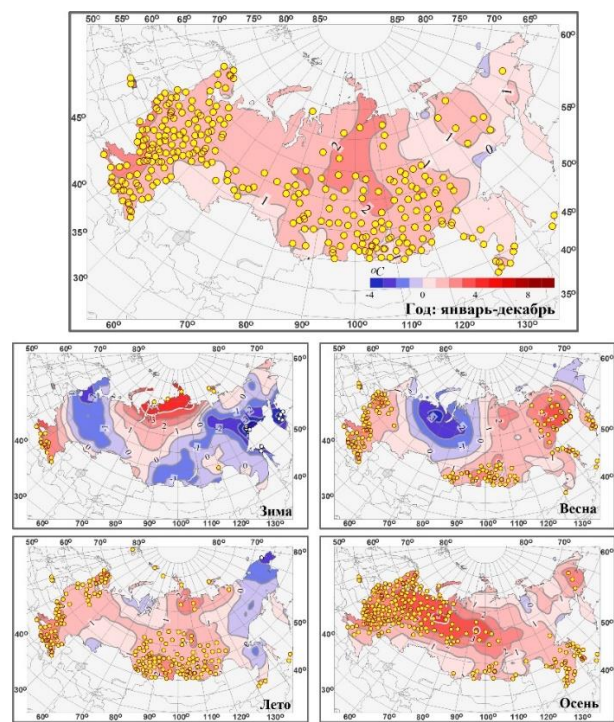


Рис. 1.13. Аномалии средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории России в 2024 г. (отклонения от средних за 1991-2020 гг.) с указанием локализации экстремальных аномалий.
Кружками белого и желтого цвета показаны станции, на которых наблюдаемая температура оказалась ниже 5-го или выше 95-го перцентиля, рассчитанного за 1936-2023 гг.

Таблица 1.6. Средние годовые (январь - декабрь) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха для физико-географических регионов и федеральных округов России в 2024 году: vT - отклонения от средних за 1991-2020 гг.; s - среднее квадратическое отклонение за 1991-2020 гг. Красной заливкой выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранг 1, 2 или 3), желтой - имеющие ранг 4 или 5

	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	vT , °C	s , °C	vT , °C	s , °C	vT , °C	s , °C	vT , °C	s , °C	vT , °C	s , °C
Россия	1,21	0,75	-0,31	1,62	0,84	1,17	0,97	0,51	1,80	1,12
ЕЧР	1,36	0,77	-0,13	2,07	0,70	1,08	1,45	1,00	2,43	1,31
АЧР	1,16	0,80	-0,38	1,65	0,90	1,24	0,78	0,48	1,57	1,15
Федеральные округа										
Северо-Западный	1,31	0,98	-0,62	2,59	-0,26	1,45	1,48	0,81	3,18	1,60
Центральный	1,75	0,80	-0,13	2,22	1,73	1,06	1,84	1,13	2,83	1,44
Приволжский	0,98	0,80	-0,78	2,40	0,78	1,35	0,89	1,16	1,82	1,41
Южный	1,86	0,89	2,22	1,82	1,85	1,02	2,07	1,23	1,67	1,38
Северо-Кавказский	1,57	0,83	2,39	1,46	1,52	0,96	1,73	1,05	0,78	1,26
Уральский	1,34	1,22	0,96	2,95	-1,35	2,15	0,63	1,13	2,82	1,83
Сибирский	1,54	1,00	0,00	2,73	0,76	1,62	1,67	0,63	1,73	1,48
Дальневосточный	0,92	0,71	-0,88	1,14	1,52	1,26	0,38	0,51	1,16	1,03

Из месяцев осеннего сезона в целом по России особо выделялся сентябрь с аномалией +1,35°C и ноябрь: +3,13°C.

На рис. 1.14 представлено географическое распределение коэффициентов линейных трендов температуры воздуха на территории России за 1976-2024 гг. Оценки получены по станционным временным рядам средних годовых и сезонных аномалий температуры методом наименьших квадратов и выражены в градусах за десятилетие (°C/10 лет). В таблице 1.7 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 1976-2023 гг.) составила +0,50°C/10 лет (вклад в общую изменчивость 60%).

Наиболее быстрый рост наблюдается для весенних температур (0,63°C/10 лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом (0,41°C/10 лет: описывает 71% суммарной дисперсии). Максимум летнего потепления отмечается на юге ЕЧР: (0,73°C / 10 лет для ЮФО). Минимум потепления в среднем за год был отмечен на юге Сибири и на востоке Якутии, где зимой все еще наблюдается небольшая область убывания температуры (до - 0,1°C/10 лет на юге Сибири и до - 0,3°C/10 лет на востоке Якутии). Потепление зим за период 1994-2010 гг. наблюдалось, в основном, в арктической зоне России; на остальной территории зимние температуры убывали, слабо на ЕЧР (до -0,2°C/10 лет) и значительно в АЧР, до -2°C/10 лет на юге Сибири; но тенденция похолодания прекратилась

после 2010 г. (рис. 1.12). Летом и осенью рост температуры на юге Сибири очень слаб. Наибольшая скорость роста среднегодовой температуры отмечается на побережье Северного Ледовитого океана, особенно в АЧР (+0,8°C/10 лет - +1,1°C/10 лет на Таймыре и на побережье Восточно-Сибирского моря, до +1,4°C/10 лет - на островах Северной Земли). Весной и осенью максимум потепления - на побережье Восточно-Сибирского моря, а зимой - на северо-западе ЕЧР. Летом самое быстрое потепление происходит в ЕЧР южнее 55° с. ш. и вдоль побережья моря Лаптевых. Кроме того, необходимо отметить следующие особенности потепления в целом по регионам: весной интенсивное потепление наблюдается в Западной (+0,72°C/10 лет), Средней Сибири (+0,79°C/10 лет), в Восточной Сибири (+0,75°C/10 лет); летом в ЮФО, ЦФО и СКФО (+0,73°C/10 лет, +0,60°C/10 лет и +0,62°C/10 лет); осенью в Восточной Сибири (+0,75°C/10 лет). Не считая зимы, во все сезоны для всех федеральных округов тренд потепления значим на уровне 1% (исключение: осенью незначимый тренд на 1% уровня отмечается в СФО). Зимой тренд за период 1976-2024 гг. составляет +0,40°C/10 лет и значим на уровне 5% (рис. 1.12, таблица 1.7).

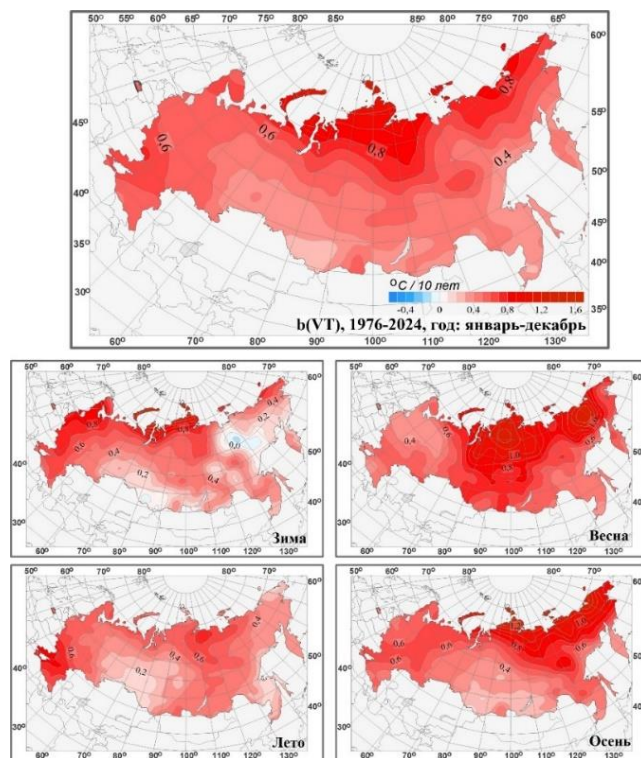


Рис. 1.14. Распределение коэффициентов линейного тренда среднегодовой и средних сезонных значений температуры приземного воздуха на территории России за период 1976-2024 гг. (в °C/10 лет)

Таблица 1.7. Оценки линейного тренда температуры приземного воздуха, осредненной за год и по сезонам по территории России, её регионов и федеральных округов за 1976-2024 гг.:

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

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	D	b	D	b	D	b	D	b	D
Россия										
Россия	0,50	60	0,40	11	0,63	48	0,41	71	0,54	41
ЕЧР	0,55	57	0,63	16	0,45	28	0,52	43	0,57	37
АЧР	0,49	55	0,31	7	0,70	47	0,37	71	0,53	35
Федеральные округа										
Северо-Западный	0,57	47	0,74	14	0,44	19	0,48	38	0,59	30
Центральный	0,59	55	0,72	17	0,44	22	0,60	39	0,59	35
Приволжский	0,49	47	0,46	7	0,48	22	0,43	22	0,56	29
Южный	0,60	58	0,62	21	0,48	28	0,73	56	0,54	31
Северо-Кавказский	0,51	60	0,54	28	0,40	32	0,62	59	0,47	29
Уральский	0,51	35	0,46	5	0,71	25	0,33	18	0,48	15
Сибирский	0,45	34	0,30	3	0,76	40	0,34	43	0,34	10
Дальневосточный	0,50	66	0,28	12	0,66	46	0,40	65	0,63	52

1.4. Атмосферные осадки

Ход средних годовых и сезонных аномалий осадков, осредненных по территории России, приведен на рис. 1.15. Также показаны 11-летнее скользящее среднее и линейный тренд за 1976-2024 гг. с 95%-й доверительной полосой (начальный год оценки тренда 1976 г. выбран, так как этот год мировым сообществом условно принят за начало современного глобального потепления). Географические распределения годовых и сезонных осадков в 2024 г. представлены на рис. 1.16 в процентах от норм 1991-2020 гг. (период оценки норм выбран в соответствии с рекомендациями ВМО). Также показано местоположение станций с 5%- и 95%-экстремумами - значениями осадков ниже 5-го или выше 95-го процентилей, рассчитанных по периоду 1936-2024 гг. Регионально осредненные величины и их нормы за период 1991-2020 гг. приведены в таблице 1.8.

В 2024 г., хотя годовая сумма осадков в целом по РФ составила всего 101% нормы (значение около нормы), наблюдался контраст выпадения осадков: на ЕЧР преобладал дефицит осадков (в среднем по ЕЧР выпало 93% нормы, особенно сильный дефицит наблюдался в ЮФО: 74% нормы - второй самый «сухой» год), а на АЧР преобладал избыток осадков (в среднем по АЧР выпало 106% нормы). При этом избыток осадков наблюдался на большей части АЧР, особенно значительный в СФО, где выпало 114% годовой нормы - это максимальная величина в ряду.

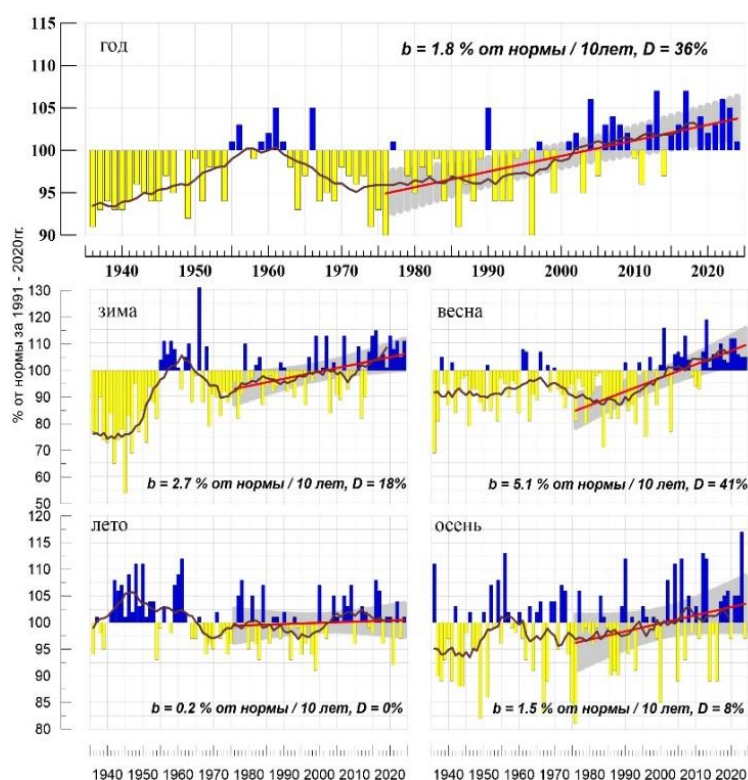


Рис. 1.15. Средние годовые и сезонные аномалии осадков в % от нормы за 1991-2020 гг., осредненные по территории России, 1936-2024 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд оценен за 1976-2024 гг.; b - коэффициент тренда (% от нормы / 10 лет), D - вклад тренда в суммарную дисперсию (%)

Распределение осадков, когда на ЕЧР преобладал дефицит осадков, на АЧР преобладал избыток осадков, хорошо просматривается весной и осенью.

Зимой 2024-2025 гг. распределение осадков другое. Значительный избыток осадков преобладал в центре и на юге России, а дефицит осадков преобладал на севере страны. В целом по России выпало 111% нормы.

Зимой во всех федеральных округах ЕЧР (кроме СЗФО) наблюдался избыток осадков, поэтому и в целом по ЕЧР количество выпавших осадков составило 124% нормы осадков. При этом, больше всего осадков выпало в ЦФО: 146%. Сильный дефицит осадков зимой наблюдался на севере Сибири, на Чукотке, на Камчатке, в Приморье.

Как уже отмечалось выше, распределение осадков весной (в целом по РФ выпало 105% нормы): это преобладание дефицита осадков на ЕЧР (выпало всего 86% нормы) и преобладание избытка осадков на АЧР (в целом по АЧР количество осадков составило 116% нормы).

Следует заметить, что сильный дефицит осадков отмечался в ЮФО (выпало 38% нормы - минимальное значение в ряду); а значительный избыток осадков - в СФО (123% нормы).

Летом в целом по РФ выпало 101% нормы осадков (около нормы), но распределение осадков было неравномерным. Избыток осадков наблюдался на юге Уральского, в центре и на юге Сибирского ФО; а также на востоке ДФО. А сильный дефицит осадков наблюдался в ЮФО (здесь выпало лишь 61% сезонной нормы - среди шести самых «сухих» летних сезонов); а также на западе ДФО.

Осенью (в целом по России выпало 97% нормы осадков), как и весной, наблюдалось преобладание дефицита осадков на ЕЧР (выпало всего 82% нормы) и преобладание избытка осадков на АЧР (выпало 105% нормы).

Особенно сильный дефицит наблюдался в ПФО (69% нормы), в УФО (84% нормы); а значительный избыток осадков наблюдался в СФО (113% нормы), а также в Магаданской области.

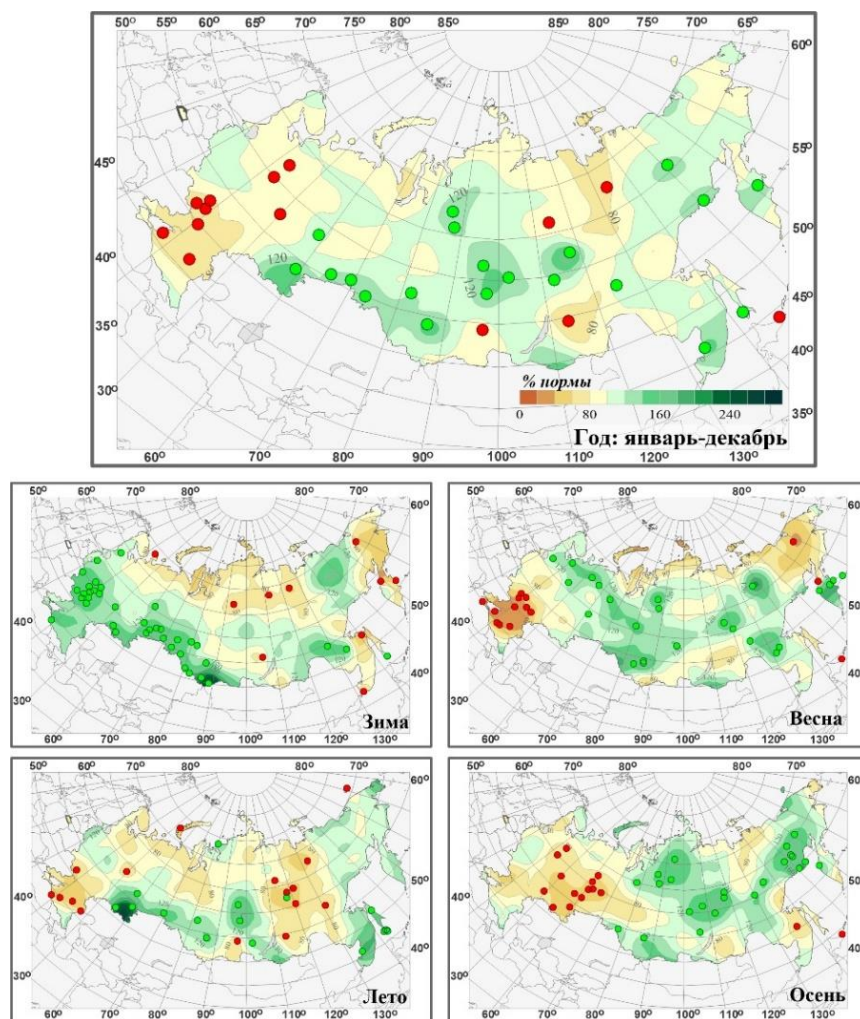


Рис. 1.16. Годовые и сезонные суммы осадков на территории России в 2024 г. (в % от нормы 1991-2020 гг.). Кругами красного и зеленого цвета показаны станции, на которых осадки оказались соответственно ниже 5-го или выше 95-го процентиля

Таблица 1.8. Годовые и сезонные суммы осадков (в % от нормы) для физико-географических регионов и федеральных округов России в 2024 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	101	480	111	72	105	87	101	191	97	127
Европейская часть России	93	569	124	115	86	115	95	189	82	151
Азиатская часть России	106	448	101	57	116	77	103	192	105	119
Федеральные округа										
Северо-Западный	97	607	100	117	114	111	90	208	88	170
Центральный	92	614	146	126	75	123	100	204	83	159
Приволжский	96	527	127	109	88	107	112	171	69	137
Южный	74	500	139	116	38	121	61	142	83	125
Северо-Кавказский	84	504	152	90	60	127	75	193	100	129
Уральский	103	515	113	82	119	100	103	198	84	134
Сибирский	114	456	111	67	123	82	113	183	113	117
Дальневосточный	101	430	86	47	110	70	99	195	105	117

На рис. 1.17 представлено пространственное распределение коэффициентов линейных трендов атмосферных осадков на территории России за период 1976-2024 гг. в целом за год и для сезонов года. Оценки получены по стационарным временным рядам годовых и сезонных аномалий осадков за 1976-2024 гг. в точках расположения станций. В таблице 1.9 приведены оценки трендов регионально-осредненных осадков; значимость оценивалась с использованием Т-статистики Стьюдента.

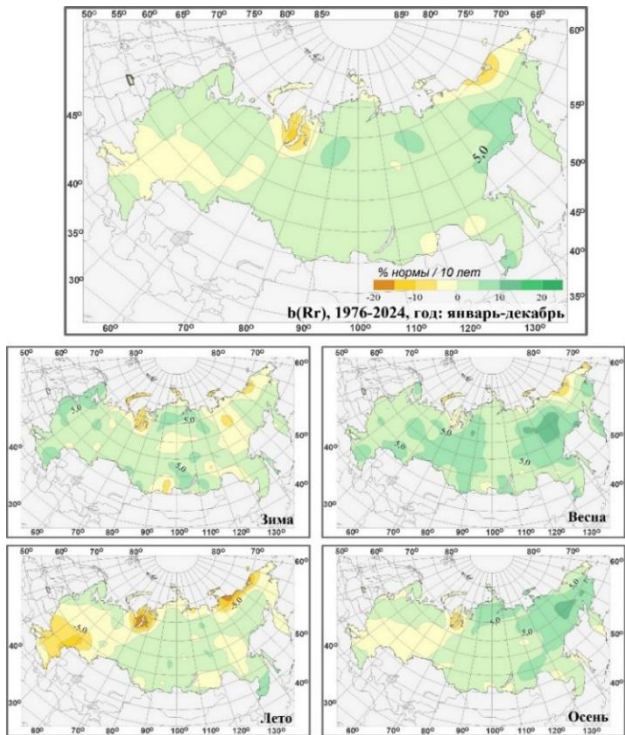


Рис. 1.17. Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда годовых и сезонных сумм атмосферных осадков за 1976-2024 гг. на территории России (% от нормы за 10 лет).

На территории России за период 1976-2024 гг. преобладает тенденция к увеличению годовых сумм осадков: тренд составляет 1,8% нормы / 10 лет, вклад в дисперсию 36% (тренд статистически значим на уровне 1%). Рассматривая карту пространственного распределения локальных коэффициентов линейного тренда (рис. 1.17), можно видеть, что годовой тренд осадков превышает 5%/10 лет лишь в ряде областей Сибири и Дальнего Востока, а рис. 1.15 показывает, что выраженный рост годовых осадков наблюдается с начала 2000 -х гг. Наиболее значительные тренды (таблица 1.9) наблюдаются в АЧР в целом (2,3% нормы/10 лет; 48%), а из федеральных округов в СЗФО (2,2% нормы/10 лет, 15%), СФО (2,9% нормы/10 лет, 36%) и ДФО (2,2% нормы/10 лет, 22%).

Таблица 1.9. Оценки линейного тренда осредненных за год (январь - декабрь) и по сезонам месячных сумм атмосферных осадков для регионов России за 1976-2024 гг. *b*, % / 10 лет - коэффициент линейного тренда, *D*% - вклад тренда в дисперсию. Выделены значения тренда, значимые на 1%-м уровне

Регион	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	<i>b</i>	<i>D</i> %	<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	1,8	36	2,7	18	5,1	41	0,2	0	1,5	8
Европейская часть России	0,9	4	3,6	16	4,2	18	-2,4	7	0,2	0
Азиатская часть России	2,3	48	2,0	9	5,7	44	1,1	8	2,2	18
Федеральные округа										
Северо-Западный	2,2	15	4,6	20	3,7	13	0,5	0	1,4	2
Центральный	0,4	0	4,5	10	4,3	9	-4,3	9	0,4	0
Приволжский	-0,7	1	1,9	2	4,3	9	-4,6	10	-2,2	2
Южный	0,3	0	1,8	2	3,8	5	-4,3	6	0,4	0
Северо-Кавказский	1,4	2	4,4	6	5,3	8	-2,7	2	1,6	1
Уральский	1,6	6	2,1	3	6,2	25	0,2	0	-0,6	0
Сибирский	2,9	36	3,2	11	5,1	22	2,6	14	2,3	10
Дальневосточный	2,2	22	0,9	1	5,8	39	0,7	1	2,8	21

Убывают осадки (рис. 1.17) в районе Обской Губы, на востоке арктического побережья АЧР. Незначительное убывание наблюдается в центральных районах ЕЧР, так в целом по ПФО убывание осадков составило -0,7% нормы за десятилетие (таблица 1.9).

Рост осадков наблюдается во все сезоны (таблица 1.9, рис. 1.17). Наиболее значительный рост сезонных сумм осадков в целом по территории России наблюдается весной (5,1% нормы / 10 лет, вклад в дисперсию 41%) - увеличение осадков происходит практически везде, особенно в АЧР; местами тренд превышает 10% нормы за десятилетие (на отдельных станциях до12-15% за десятилетие), значимый на 1%-м уровне тренд отмечен в УФО, СФО и ДФО. Рост осадков зимой происходит в основном на северо-западе и юге ЕЧР, севере и востоке Средней Сибири, в Прибайкалье и Забайкалье. Уменьшаются осадки зимой на востоке Якутии. Летом и осенью рост осадков наблюдается в основном

в АЧР, при этом осенью на севере ДФО значительный: выше 5%, а местами 10% нормы за десятилетие. Летом осадки убывают в центральных и южных регионах ЕЧР (особенно в ПФО: -4,6% нормы за десятилетие). 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 2023-2024 гг. на большей части Европейской части России (ЕЧР) выпал раньше среднеклиматических сроков на 5-10 дней, за исключением Южного Урала, Республики Коми, отдельных районов Архангельской области и Северо-Кавказского ФО. В междуречье рек Волга и Дон установление снежного покрова случилось на 10-20 дней раньше климатических сроков. На большей части Сибири и Дальневосточного ФО снежный покров установился позже обычного, что обусловлено очень теплой погодой на всей Азиатской части России (АЧР) в октябре 2023 г. На Таймыре, в Республике Тыва, отдельных районах Якутии и на арктическом побережье Чукотки снег лег раньше обычного. Наибольший сдвиг сроков появления снежного покрова (более 40 дней) оказался на севере Таймыра. В горных районах Тывы установление снежного покрова наблюдалось на 10-30 дней раньше средние климатических сроков.

Аномально теплая погода в феврале на ЕЧР и в Сибири обусловила сход снежного покрова на 15-25 дней раньше климатических сроков в южных районах ЕЧР, Сибири, на арктическом побережье Якутии и дальневосточном юге. Несмотря на теплую погоду, снежный покров задержался дольше обычного в северо-западных и северных областях ЕЧР, на Верхней Волге, Урале и в автономных округах Тюменской области. В некоторых районах Вологодской области и на Среднем Урале снег пролежал на 10-20 дней дольше среднеклиматических сроков.

В таблице 1.10 приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ.

Таблица 1.10. Сведения о максимальных запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ Российской Федерации весной 2024 г. (в сравнении с нормой и запасами воды в снеге в аналогичные сроки 2023 г.): **w2023**, **w2024** - запасы воды в снеге в 2023 и 2024 гг.

№ п/п	Бассейны рек	Запасы воды в снеге				
		норма	w2023	w2024		
		мм	мм	мм	% от нормы	% от w2023
1	ВОЛГА, в том числе:	113	118	140	124	119
2	до Рыбинского водохранилища	92	126	130	141	103
3	р. Кострома и р. Унжа	126	141	136	108	96
4	р. Москва	76	99	128	168	129
5	р. Ока, включая бассейн р. Москвы	74	98	132	178	135
6	р. Сура	86	99	130	151	131
7	р. Ветлуга	133	149	160	120	107
8	Чебоксарское водохранилище	85	105	136	160	130
9	р. Вятка	144	162	174	121	107
10	Куйбышевское водохранилище	129	144	168	130	117
11	Саратовское водохранилище	92	74	116	126	157
12	Волгоградское водохранилище	66	16	56	85	350
13	р. Кама до г. Пермь	165	150	166	101	111
14	Воткинское водохранилище	130	145	167	128	115
15	р. Белая	135	117	136	101	116
16	ДОН, в том числе:	48	10	38	79	380
17	Хопер	55	12	48	87	400
18	Медведица	53	7	0	0	0
Реки северо-запада						
19	Нарва	51	72	0	0	0
20	Волхов	62	103	54	87	52
Реки севера ЕЧР						
21	Северная Двина	116	117	137	118	117
22	Сухона	121	136	165	136	121
23	Вага	118	107	115	97	107
24	Юг	111	141	126	114	89
25	Пинега	97	107	117	121	109
26	Вычегда	131	123	149	114	121
27	Мезень	134	128	150	112	117
Реки и водохранилища Сибири						
28	Верхняя Обь	81	72	78	96	108
29	Тобол	62	68	103	166	151
30	Енисей (Саяно-Шушенское водохранилище)	116	127	141	122	111
31	Енисей (Красноярское водохранилище)	120	126	123	103	98
32	Ангара (оз. Байкал)	76	82	76	100	93
33	Ангара (Братское водохранилище)	67	74	58	87	78
34	Ангара (Усть-Илимское водохранилище)	113	115	83	73	72

Зима 2023-2024 гг. на большей части территории Российской Федерации выдалась в среднем холоднее обычной с обильными снегопадами на ЕЧР и умеренным количеством снега в Сибири и на Дальнем Востоке. Максимальные запасы воды в снежном покрове наблюдались почти одновременно и на ЕЧР, и в Сибири около 10 марта.

По состоянию на 10 марта 2024 г. запасы воды в снежном покрове в бассейнах рек ЕЧР оказались в основном выше среднееголетних значений. Запасы воды в снежном покрове в бассейнах рек Кострома, Унжа, Ветлуга, Вятка, Кама, Белая и Волгоградского водохранилища составили 85-121% нормы, на остальных территориях бассейна реки Волга - 126-168% нормы.

В бассейне реки Волга снегозапасы были больше на 4-42 мм (лишь в бассейнах рек Кострома и Унжа меньше на 5 мм) аналогичных значений 2023 г. В целом на территории бассейна реки Волга запасы воды в снеге составили 124% нормы, что больше прошлогодних значений на 22 мм.

На территории бассейнов рек Дон (выше Цимлянского водохранилища) и Хопер запас воды в снеге составил 79-87% нормы и был больше прошлогодних значений на 28-36 мм. К 10 марта 2024 г. в бассейне реки Медведица снег сошел. С начала марта произошло активное таяние снега - снегозапасы в бассейне рек Дон (выше Цимлянского водохранилища), Хопер и Медведица уменьшились на 10-38 мм за декаду. Снегозапасы в бассейнах рек Северная Двина, Вага, Юг, Вычегда и Мезень составили 97-118% нормы, а в бассейнах рек Сухона и Пинега - 121-136% нормы. По отношению к значениям 2023 г. снегозапасы преимущественно увеличились на 8-29 мм, лишь в бассейне реки Юг уменьшились на 15 мм. В бассейнах рек Карелии запас воды в снеге составил 70-140% нормы. На северо-западе ЕЧР, в бассейнах рек Нарва и Волхов, запасы воды в снеге в целом оказались меньше нормы. При этом на территории бассейна реки Нарва снег практически сошел. На территории бассейнов рек Новгородской, Псковской и запада Ленинградской областей запасы воды в снеге по состоянию на середину марта составили: на западе Ленинградской области - 35-48% нормы, на востоке Ленинградской области и на территории Новгородской области - 60-159% нормы. Наименьший запас воды в снеге отмечался в бассейне реки Волхов (35% нормы), наибольший - в бассейнах реки Тихвинка (159% от среднееголетнего значения).

Снегозапасы в бассейнах реки Тобол и Саяно-Шушенского водохранилища составили 166 и 122% нормы соответственно, на остальных территориях Сибири 73-103% нормы. По отношению к значениям 2023 г. снегозапасы в бассейнах Верхней Оби, Тобола и Саяно-Шушенского водохранилища увеличились на 6-35 мм; в бассейнах Красноярского, Братского, Усть-Илимского водохранилищ и озера Байкал уменьшились на 3-32 мм.

В период с 1976 по 2024 гг. на значительной части страны сохраняется тенденция уменьшения продолжительности залегания снежного покрова: на большей части ЕЧР, севере Восточной Сибири, юге Западной Сибири, северо-западе Якутии, севере Камчатского края, западе Чукотского АО и в Амурской области. Увеличение продолжительности залегания снежного покрова наблюдается на востоке автономных округов Тюменской области, Кольского полуострове, в горных районах Алтая и Саян и отдельных районах центральной части Якутии. В среднем для России число дней со снегом уменьшилось на 1,76 дня за 10 лет, то есть прошедшая теплая зима ускорила сокращение продолжительности залегания снежного покрова (рис. 1.18).

По данным на полевых маршрутах за период с 1976 по 2024 гг. наблюдается увеличение запаса воды в снеге в центральных и восточных районах ЕЧР, Карелии, северных и южных районах Западной Сибири, в юго-западных районах Якутии. Максимальные положительные коэффициенты линейного тренда получены в районе Обской Губы. Сохраняется тенденция увеличения запаса воды в поле на Камчатке, Сахалине, в нижнем течении Амура и Приморье.

Уменьшение запаса воды в снеге в поле отмечается на северо-западе и севере ЕЧР, Полярном Урале, юго-западе Таймырского муниципального района Красноярского края, побережье заливов Анадырского и Шелехова. Средний запас воды в снеге для страны в целом по данным маршрутных снегосъемок в поле увеличивается на 2,54 мм за 10 лет, что немного меньше, чем за предыдущий период.

По данным маршрутных наблюдений в лесу на территории России по-прежнему преобладают тенденции уменьшения максимального за зиму запаса воды в снеге. Средний для страны запас воды в снеге уменьшается на 1,15 мм за 10 лет. Зона положительных коэффициентов линейного тренда - северное и западное побережье Охотского моря, восток Якутии, южные районы Хабаровского края, Приморье и Сахалин.

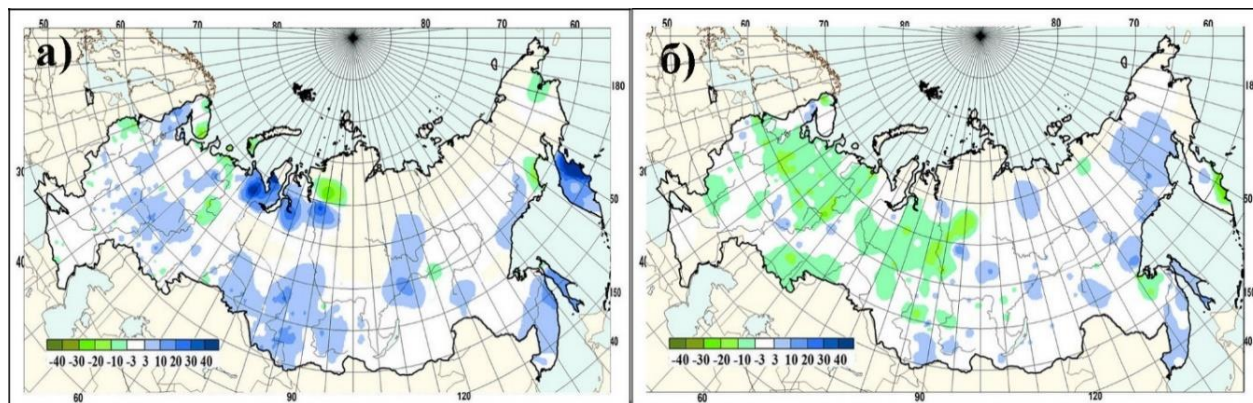


Рис. 1.18. Коэффициенты линейного тренда (мм/10лет) в рядах запаса воды в снеге за зимний период в поле (а) и в лесу (б) 1976-2024 гг.

1.6. Водные ресурсы

Водные ресурсы Российской Федерации в 2024 г. составили 4445,6 км³, превысив среднее многолетнее значение на 5,1%. Большая часть этого объёма - 4191,5 км³ - сформировалась в пределах России, и 254,1 км³ воды поступило с территорий сопредельных государств.

На реках Центрального, Приволжского, Уральского и Дальневосточного федеральных округов (табл. 1.11) наблюдалась повышенная водность, в Северо-Западном, - близкая к норме. В Южном, Северо-Кавказском и Сибирском федеральных округах федеральных округах водные ресурсы были ниже среднемноголетних значений.

Таблица 1.11. Ресурсы речного стока по федеральным округам

Федеральные округа	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км ³ /год	Характеристики водных ресурсов 2024 г., км ³ /год			
			местный сток	приток	всего	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северо-Западный	1687,0	569,6	521,2	59,7	580,9	2,0
Центральный	650,2	126,1	109,7	23,3	133,0	5,5
Приволжский	1037,0	271,3	177,2	117,3	294,5	8,6
Южный	447,9	288,3	29,5	242,2	271,7	-5,8
Северо-Кавказский	170,4	28,0	24,3	2,1	26,4	-5,7
Уральский	1818,5	597,3	449,2	253,4	702,6	17,6
Сибирский	4361,8	1303,2	1077,9	170,9	1248,8	-4,2
Дальневосточный	6952,5	1960,3	1800,0	272,3	2072,3	5,7
Российская Федерация в целом	17125,3	4229,3	4191,5	254,1	4445,6	5,1

Средние многолетние значения водных ресурсов рассчитаны за период 1930-1980 гг. для ЕЧР и за период 1936-1980 гг. для АЧР. Подчёркнуты значения, уточнённые в 2024 г.

Водные ресурсы бассейнов крупнейших рек России (наблюдённый годовой сток рек) в 2024 г. в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений, имевших место в 2023 г. (табл. 1.12).

Таблица 1.12. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км ³ /год	Водные ресурсы 2024 г., км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северная Двина	357	101,0	101,0	0,0
Печора	322	129,0	134,0	3,9
Волга	1360	238,0	219,0	-8,0
Дон	422	25,5	22,3	-12,5
Кубань	57,9	13,9	9,93	-28,6
Терек	43,2	10,5	9,68	-7,8
Обь	2990	405,0	470,0	16,0
Енисей	2580	635,0	648,0	2,0
Лена	2490	537,0	543,0	1,1
Колыма	647	131,0	152,0	16,0
Амур	1855	378,0	402,0	6,3

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

В бассейнах крупнейших рек европейской части Арктической зоны Российской Федерации - Северной Двины и Печоры - характер водности и её изменения сильно различался. В бассейне Северной Двины наблюдался значительный рост стока, что привело к завершению трёхлетнего периода низкой водности. Сток реки достиг нормы, что значительно выше показателя 2023 г., когда он был ниже нормы на 15,4%. Сток Печоры, напротив, снизился от значения 10,1% до 3,9%.

Сток Волги четвёртый год подряд оставался по-прежнему низким и по отношению к трём предыдущим годам изменился незначительно. Показатель водности составил 8,0% ниже нормы (при - 9,2% в 2023 и 2022 гг. и -9,7% в 2021 г.).

В бассейнах Дона и Кубани сохранилось состояние низкой водности, сформировавшееся ещё в 2007 г. При этом сток Дона продолжил рост, начавшийся в 2023 г. Тем не менее сток реки остался намного ниже нормы (-12,5%). Водность Кубани, близкая к норме в 2021 г., возобновила, начиная с 2022 г., ряд низководных лет и в 2024 г. характеризовалась падением до значения ниже нормы на 28,6% (при -10,8% в 2023 г.).

В бассейне Терека имело место снижение водности от значения, близкого к норме (0,6%) в 2023 г., до значения ниже нормы на 7,8%, что приблизительно соответствует показателю 2022 г. (-8,1%).

В бассейне одной из крупнейших рек азиатской части Российской Федерации - Оби - завершился трёхлетний низководный период. Сток реки резко возрос и превысил норму на 16,0% против 20,5% ниже нормы в 2023 г.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек - Енисея и Лены - сток был близким к норме. При этом по сравнению с 2023 г. сток Енисея не изменился, а для Лены имело место значительное снижение стока после четырёх многоводных лет.

В бассейне Колымы продолжилась фаза высокой водности, начавшаяся в 2023 г. Водность Колымы существенно возросла до значения 16,0% над нормой от значения 6,9%.

В бассейне крупнейшей реки Дальнего Востока - Амура - вновь началась фаза высокой водности, прерванная в 2023 г. резким снижением стока после четырёхлетнего многоводного периода. Сток Амура возрос от значения 4,8% ниже нормы до значения 6,3% над нормой.

Водные ресурсы субъектов Российской Федерации в 2024 г. (табл. 1.13) также в большинстве случаев существенно отличались от средних многолетних значений и от значений, имевших место в 2023 г.

Таблица 1.13. Ресурсы речного стока по субъектам Российской Федерации

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км³/год	Характеристики водных ресурсов 2024 г., км³/год			
			местный сток	приток	всего	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северо-Западный федеральный округ						
Республики						
Карелия	180,5	56,0	60,2	2,9	63,1	12,7
Коми	416,8	164,8	147,3	16,0	163,3	-0,9
Области						
Архангельская, в том числе	589,9	354,9	166,3	187,4	353,7	-0,3
Ненецкий АО	176,8	204,8	65,7	146,3	212,0	3,5
Вологодская	144,5	47,7	39,8	10,6	50,4	5,7
Калининградская	15,1	22,4	1,3	18,8	20,1	-10,3
Ленинградская	83,9	82,1	28,8	70,6	99,4	21,1
Мурманская	144,9	65,7	50,0	13,2	63,2	-3,8
Новгородская	54,5	23,4	15,6	9,2	24,8	6,0
Псковская	55,4	12,1	11,9	1,3	13,2	9,1
Центральный федеральный округ						
Области						
Белгородская	27,1	2,7	2,5	0,2	2,7	0,0
Брянская	34,9	7,3	6,9	3,4	10,3	41,1
Владимирская	29,1	35,2	4,4	36,4	40,8	15,9
Воронежская	52,2	13,7	3,6	10,2	13,8	0,7
Ивановская	21,4	57,3	4,6	51,6	56,2	-1,9
Калужская	29,8	11,3	6,8	7,7	14,5	28,3
Костромская	60,2	53,4	10,1	41,0	51,1	-4,3
Курская	30,0	3,9	3,0	0,0	3,0	-23,1
Липецкая	24,0	6,3	2,9	3,8	6,7	6,3
Московская	45,8	18,0	10,5	15,3	25,8	43,3
Орловская	24,7	4,1	3,6	0,6	4,2	2,4
Рязанская	39,6	25,7	3,1	27,1	30,2	17,5
Смоленская	49,8	13,7	12,8	5,1	17,9	30,7
Тамбовская	34,5	4,1	3,3	0,4	3,7	-9,8
Тверская	84,2	21,1	16,2	7,6	23,8	12,8
Тульская	25,7	10,6	5,1	9,7	14,8	39,6
Ярославская	36,2	35,8	10,3	29,1	39,4	10,1
Приволжский федеральный округ						
Республики						
Башкортостан	142,9	34,2	37,9	12,1	50,0	46,2
Марий Эл	23,4	110,4	3,4	109,8	113,2	2,5
Мордовия	26,1	4,9	3,5	1,9	5,4	10,2
Татарстан	67,8	229,6	9,3	228,1	237,4	3,4
Удмуртская	42,1	63,3	8,7	50,4	59,1	-6,6

Чувашская	18,3	119,0	1,7	118,2	119,9	0,8
Края						
Пермский	160,2	56,0	43,1	8,0	51,1	-8,7
Области						
Кировская	120,4	40,0	27,0	12,7	39,7	-0,7
Нижегородская	76,6	105,8	12,0	96,9	108,9	2,9
Оренбургская	123,7	12,7	8,5	13,3	21,8	73,0
Пензенская	43,4	5,6	5,2	0,7	5,9	5,4
Самарская	53,6	236,8	6,1	229,4	235,5	-0,5
Саратовская	101,2	241,5	5,7	234,8	240,5	-0,4
Ульяновская	37,2	231,2	5,1	220,2	225,3	-2,6
Южный федеральный округ						
Республики						
Адыгея	7,8	14,1	2,0	8,6	10,6	-24,8
Калмыкия	74,7	0,4	0,5	0,2	0,7	75,0
Крым	27,0	1,0	1,1	0,3	1,4	40,0
Края						
Краснодарский	75,5	23,0	17,3	5,6	22,9	-0,4
Области						
Астраханская	49,0	237,7	0,0	218,5	218,5	-8,1
Волгоградская	112,9	258,6	4,2	234,8	239,0	-7,6
Ростовская	101,0	26,9	4,4	19,0	23,4	-13,0
Северо-Кавказский федеральный округ						
Республики						
Дагестан	50,3	20,7	8,6	11,7	20,3	-1,9
Ингушетия	3,6	1,7	0,5	1,3	1,8	5,9
Кабардино-Балкария	12,5	7,5	2,7	4,2	6,9	-8,0
Карачаево-Черкесская	14,3	6,1	5,8	0,0	5,8	-4,9
Северная Осетия - Алания	8,0	8,0	3,3	3,6	6,9	-13,7
Чеченская	15,6	11,6	3,4	7,8	11,2	-3,4
Края						
Ставропольский	66,2	6,0	0,0	4,5	4,5	-25,0
Уральский федеральный округ						
Области						
Курганская	71,5	4,3	3,6	6,2	9,8	127,9
Свердловская	194,3	30,2	27,3	1,5	28,8	-4,6
Тюменская, в том числе	1464,2	583,7	407,0	278,2	685,2	17,4
Ханты-Мансийский АО	534,8	380,8	148,0	293,7	441,7	16,0
Ямало-Ненецкий АО	769,3	581,3	234,7	441,7	676,4	16,4
Челябинская	88,5	7,4	11,3	2,0	13,3	79,7
Сибирский федеральный округ						
Республики						
Алтай	92,9	34,0	39,8	0,0	39,8	17,1
Тыва	168,6	45,5	44,7	9,3	54,0	18,7
Хакасия	61,6	97,7	24,8	76,7	101,5	3,9
Края						
Алтайский	168,0	55,1	22,0	41,7	63,7	15,6
Красноярский	2366,8	930,2	667,2	223,2	890,4	-4,3
Области						
Иркутская	774,8	309,5	168,6	124,5	293,1	-5,3
Кемеровская	95,7	43,2	51,5	2,8	54,3	25,7
Новосибирская	177,8	64,3	9,6	63,0	72,6	12,9
Омская	141,1	41,3	0,0	48,2	48,2	16,7

Томская	314,4	182,3	49,7	141,0	190,7	4,6
Дальневосточный федеральный округ						
Республики						
Бурятия	351,3	97,1	73,5	29,0	102,5	5,6
Саха (Якутия)	3083,5	881,1	593,6	341,5	935,1	6,1
Края						
Забайкальский	431,9	75,6	41,8	23,5	65,3	-13,6
Камчатский	464,3	275,2	250,0	2,0	252,0	-8,4
Приморский	164,7	46,3	60,8	10,5	71,3	54,0
Хабаровский	787,6	491,2	255,2	288,3	543,5	10,6
Области						
Амурская	361,9	170,6	110,8	74,1	184,9	8,4
Магаданская	462,5	124,9	134,5	4,3	138,8	11,1
Сахалинская	87,1	57,3	67,5	0,0	67,5	17,8
Автономные области						
Еврейская	36,3	217,7	9,2	236,6	245,8	12,9
Автономные округа						
Чукотский АО	721,5	194,6	203,1	15,2	218,3	12,2
Новые субъекты РФ						
Донецкая Народная Республика	26,5	4,3	1,0	3,2	4,2	-2,3
Луганская Народная Республика	26,7	4,9	1,5	3,0	4,5	-8,2

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 2024 г. повышенная водность рек сохранилась в Республике Карелии, Вологодской, Псковской и Новгородской областях, но с более низкими показателями, чем в 2023 г. (5,7%, 12,7%, 9,1% и 6,0% против 7,5%, 15,5%, 8,5% и 16,5%). В Ленинградской области наблюдалось существенное повышение водности от близкого к норме значения 2,3% до 21,1% над нормой. Показатель водности Калининградской области, расположенной в западной части округа, напротив, значительно снизился от нормальной (-2,2%) в 2023 г. до пониженной (-10,3%). В остальных субъектах федерации - Республике Коми, Архангельской и Мурманской областях, а также в Ненецком автономном округе водность приблизилась к норме с отклонениями от неё по абсолютной величине от 0,3% в Архангельской области до 3,8% в Мурманской области.

Картину водности и её изменения на территории округа сформировали следующие факторы.

В Республике Карелии, как и в 2023 г., все основные реки, протекающие по территории республики, характеризовались повышенным стоком. Наиболее высокую водность Ленинградской области обеспечили высокий сток Невы, Свири, Вуоксы и превышающий норму сток Волхова - основных рек, протекающих по её территории. Противоположная ситуация наблюдалась в Калининградской области, вся территория которой шестой год подряд осталась в зоне низкого стока, дополнительно снизившегося в 2024 г. В Мурманской области подавляющее большинство рек также характеризовалось низким стоком или стоком, близким к норме. В Республике Коми и Архангельской области низкий сток большинства рек частично компенсировался высоким стоком Сухоны и стоком Печоры, близким к норме.

В Вологодской области повышенная водность определилась высоким стоком реки Сухоны и рек бассейна Волги, протекающих по её территории.

Сток реки Великой, главной реки Псковской области, близкий к норме, и высокий сток остальных рек, протекающих по территории области, определили характер её водности. Высокий сток большинства рек Новгородской области, принадлежащих бассейну озера Ильмень, транзитных из Псковской области, и высокий сток рек бассейна Волги компенсировался стоком Волхова, близкого к норме, и низким стоком некоторых его притоков в пределах области.

В целом по округу отклонение водных ресурсов от среднего многолетнего значения составило 2,0% и практически не изменилось по отношению к 2023 г., когда водность была близкой к норме (-0,9%). Зона низкой водности охватила лишь крайний запад округа.

Запасы воды в Ладожском озере в 2024 г. уменьшились на 5,00 км³, а в Онежском - на 4,16 км³ (табл. 1.14).

Таблица 1.14. Изменение запасов воды крупнейших озёр Российской Федерации

Озеро	Средний многолетний запас воды, км ³	Средний многолетний уровень воды, м	Запасы воды, км ³		
			на 01.01.24	на 01.01.25	годовое изменение
Ладожское	911,00	5,10	902,20	897,20	-5,00
Онежское	292,00	33,00	295,06	290,90	-4,16
Байкал*	23000,00	455,00			-7,56
Ханка	18,30	68,90	21,82	21,18	-0,64

* 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.

В Центральном федеральном округе высокая водность имела место в Брянской, Владимирской, Калужской, Московской, Рязанской, Смоленской, Тверской, Тульской и Ярославской областях. Превышение нормы составило от 10,1% в Ярославской до 43,3% в Московской области. Водность Воронежской и Липецкой областей от весьма высокой в 2023 г. (16,8% и 23,8%) приблизилась к норме. Показатель водности Орловской области уменьшился незначительно по сравнению с предыдущим годом и составил 2,4% против 4,9%. Достигая нормы в 2023 г. водность Белгородской области не изменилась. Характер водности изменился только в Тамбовской области: будучи выше нормы на 4,9% годом раньше, она снизилась до 9,8% ниже нормы.

В трёх областях округа - Ивановской, Костромской и Курской - водность осталась ниже нормы с отклонением от неё в меньшую сторону от 1,9% в Ивановской до 23,1% в Курской области. Причём для первых двух областей низкая водность наблюдалась третий год подряд, а для Курской - с 2007 г.

Картина водности на территории округа, сформировавшаяся в 2024 г., в общих чертах повторяет картину предыдущего года. Зона высокой водности сохранилась в западной и центральной частях округа.

В целом по округу водность рек снизилась по сравнению с 2023 г., хотя и незначительно (5,5% выше нормы против 7,3%).

Описанная ситуация в приволжских областях определилась по-прежнему высоким стоком рек бассейна Волги в пределах округа и рек бассейна Оки. Превышение стока над нормой в створе Иваньковского гидроузла составило 26,4% (при 36,4% в 2023 г.), а в створе Угличского гидроузла - выше на 17,4% (при 24,5%). Сток Оки в створе г. Муром был выше нормы на 19,1% против 12,3% в 2023 г., в створе г. Кашира превысил норму на 25,7% против 30,8%, а в створе Калуга - на 42,2% против 22,4%.

Ситуацию в западных областях округа определил второй год подряд высокий сток Западной Двины, Днепра и его притоков.

В остальной части округа картина определилась стоком в бассейне Дона, по-прежнему весьма низким. Фактор, дополнительно повлиявший на водность Курской области, - низкая водность рек бассейна Днепра на её территории.

Запасы воды в волжских водохранилищах округа - Иваньковском, Угличском и Рыбинском - уменьшились в 2024 г. на 1,56 км³, в основном за счёт Рыбинского водохранилища, где они понизились на -1,42 км³, а уровень понизился на 0,41 м.

В Приволжском федеральном округе в 2024 г. водность превысила норму только в трёх субъектах федерации - республиках Башкортостан и Мордовии и Оренбургской области, водность которой была ниже нормы на протяжении 16 лет. Резкий рост водности от весьма низких значений произошёл в Оренбургской области, превысив норму на 73,0% против -9,5% в 2023 г. и в Республике Башкортостан, показатель водности которой составил 46,2% против -24,3%.

На территории остальных субъектов федерации в составе округа - Республиках Марий Эл, Татарстан и Чувашской, областях Кировской, Нижегородской, Самарской, Саратовской и Ульяновской - водность была близкой к норме, причём в трёх последних, а также в Республике Татарстан, она значительно повысилась от весьма низких значений.

В северо-восточной части округа - в Удмуртской Республике и Пермском крае - водность осталась ниже нормы, хотя существенно повысилась по сравнению с 2023 г. Отклонения от нормы составили -6,6% против -28,8% и -8,7% против -31,1% соответственно.

Зона высокой водности сформировалась на юго-востоке округа.

По округу в целом водность рек была выше нормы на 8,6%, что значительно выше, чем в 2023 и 2022 гг., когда она была ниже нормы на 9,5% и 7,8% соответственно.

Описанное распределение водности по территории округа существенно отличается от наблюдавшегося в 2023 г.

Распределение водных ресурсов по субъектам федерации Приволжского федерального округа и направление его изменения определились действием четырёх факторов. Первый из них - близкий к норме сток реки Вятки, главной реки Кировской области, а также пониженный сток в бассейне Камы, за исключением её основных притоков на территории Башкортостана, где наблюдался резкий рост водности (вплоть до аномально высоких значений на реке Белой).

Второй фактор - близкий к норме или низкий сток рек бассейнов Волги и Дона в пределах Пензенской области.

Третий фактор - некоторое повышение стока в остальной части бассейна Волги в пределах округа. Сток Волги в створах Жигулёвской и Саратовской ГЭС был близким к норме и составил, соответственно, -2,6% и 1,7% против -12,7% и -8,9% в 2023 г.

Наконец, четвёртым фактором был резкий рост водности рек в бассейне Урала и всех других рек в пределах Оренбургской области. Аномально высокий сток реки Урал (более 200% над нормой) вызвал катастрофическое наводнение в городах Орске, Оренбурге и других населённых пунктах 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 2024 г. на 2,63 км³, в основном за счёт Куйбышевского водохранилища, где они повысились на 2,06 км³, а уровень - на 0,40 м.

Запасы воды в Ириклинском водохранилище на реке Урал увеличились на 0,01 км³, а его уровень повысился на 0,05 м.

В Южном федеральном округе в 2024 г. водность рек резко снизилась в Республике Адыгее от значения 5,0% до значения ниже нормы на 24,8%, а в Краснодарском крае она понизилась практически до нормы (-0,4%) после весьма высокой водности, наблюдавшейся в период с 2021 по 2023 гг. Водность Республики Крым продолжала оставаться высокой (40,0% над нормой) и дополнительно повысилась относительно 2023 г., когда она достигла значения 20,0% выше нормы. Что касается Астраханской и Волгоградской областей, то в них сохранилась низкая водность с практически не изменившимися значениями показателей, что стало результатом её плавного снижения четвёртый год подряд от значений -9,5% и -11,8% в 2021 г. до -8,1% и -7,6%. В Ростовской области, несмотря на некоторый рост второй год подряд, также сохранилась низкая водность (ниже нормы на 13,0%), продлив низководный период до 18 лет.

В Республике Калмыкии норма водности была превышена на 75,0%.

Сложившаяся картина водности приволжских областей округа была обусловлена сохранением пониженного стока Волги на уровне ниже нормы на 8,0%, а в Ростовской области - сохранением стока Дона на низком уровне -12,5%. В Краснодарском крае и Республике Адыгее она была обусловлена продолжившимся снижением стока Кубани в пределах округа и понижением стока основных притоков Краснодарского водохранилища, а также большинства рек Черноморского побережья Кавказа. Наконец, повышение стока подавляющего большинства рек Крымского полуострова стало причиной повышения водности в Республике Крым.

Сохранение весьма высокой водности рек Республики Калмыкии, несмотря на её резкое снижение по сравнению с 2023 г., определилось, как это было и прежде, изменениями водности Калауса и Кумы не только под действием естественных факторов, но и в результате масштабной переброски стока в эти реки.

В целом по округу отклонение водных ресурсов от среднего многолетнего значения составило -5,8%, что несколько ниже по сравнению с 2023 г. (-3,3%).

Запасы воды в Краснодарском водохранилище уменьшились на 0,92 км³, что привело к понижению уровня этого водоёма на 2,93 м. В Цимлянском водохранилище запасы воды также уменьшились на 1,82 км³, а его уровень понизился на 0,79 м.

Во всех субъектах федерации на территории Северо-Кавказского федерального округа, кроме Республики Дагестан, произошло снижение водности по сравнению с 2023 г. Наиболее значительное снижение наблюдалось в Ставропольском крае (от 0,0% до -25,0%), в Республиках Карачаево-Черкесской (от 13,1% до -4,9%) и Северной Осетии - Алании (от -1,3% до -13,7%). Превышение нормы водности сохранилось только на территории Республики Ингушетии (5,9% при 11,8% в 2023 г.). Водность Республики Дагестан сохранилась на уровне прошлого года (-1,9%).

В целом по округу произошло существенное снижение показателя водности от близкого к норме значения -0,7%, до значения -5,7%.

Картину водности рек Северо-Кавказского федерального округа сформировало снижение стока Кубани и Терека, а также большинства их притоков в сочетании с повышением стока Сулака и других рек, стекающих с восточного склона Кавказских гор. Как и прежде, естественная картина распределения водных ресурсов в немалой степени нарушалась межбассейновой и внутрибассейновой переброской стока.

В Уральском федеральном округе распределение водности рек по субъектам федерации радикально изменилось по сравнению с тремя предыдущими годами. Во всех субъектах федерации, кроме Свердловской области, водность была намного выше средних многолетних значений, что привело к изменению её характера. Наибольшее превышение 127,9% имело место в Курганской области, где произошел резкий рост водности от значения ниже нормы на 65,1%, завершивший шестилетний маловодный период. В областях Челябинской, Свердловской и Тюменской, где низкая водность наблюдалась с 2021 г., также произошло её значительное повышение (от -39,2% до 79,7%, от -46,4% до -4,6% и от -15,5% до 17,4%). При этом для Свердловской области фаза низкой водности сохранилась.

Решающую роль в формировании описанной картины в областях Курганской, Челябинской и Тюменской (с её автономными округами) сыграл экстремально высокий сток в бассейнах Тобола, Урала и Камы в пределах округа. Фактор, дополнительно повлиявший на водность Тюменской области, - сток главной реки области и всего федерального округа - Оби, который повысился от значений ниже нормы в течении трёх лет подряд до значений выше нормы на 16,0% (при -20,5% в 2023 г.), а также повысившийся сток других рек Обской губы. Сложившаяся ситуация привела к катастрофическим наводнениям весной 2024 г. в Курганской и Тюменской областях.

В Свердловской области ситуация определилась высоким стоком реки Тавды, притока Тобола, а также весьма высоким стоком реки Уфы, компенсировавшим низкий сток остальных рек бассейна Камы, протекающих по территории области - Косью, Чусовой и Сылвы.

По округу в целом произошло существенное повышение показателя водности от значения -16,2% до значения 17,6% сверх нормы.

В Сибирском федеральном округе в 2024 г. всюду, кроме Красноярского края и Иркутской области, произошёл рост водности по сравнению с 2023 г. Наиболее впечатляющее повышение имело место в областях Кемеровской (от -18,7% до 25,7%), Новосибирской (-14,6% до 12,7%) и Омской (от -16,0% до 16,7%).

Высокой водностью рек характеризовались также Алтайский край, Республики Алтай и Тыва, расположенные в южной части округа. Норма водности в этих субъектах федерации с преобладающим горным рельефом была превышена, соответственно, на 15,6%, 17,1% и 18,7%. В Республике Хакасии и Томской области водность была близкой к норме. Иная ситуация имела место в Иркутской области, водность которой значительно понизилась от значения 12,2% над нормой до 5,3% ниже нормы. В Красноярском крае понижение водности было незначительным (от 0,2% до -4,3%).

В целом по округу произошло снижение показателя водности от практически равного норме значения 0,1% до значения -4,2%.

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 в отличие от двух предыдущих лет характеризовался высокой водностью. Сток Оби в створе плотины Новосибирской ГЭС был выше нормы на 6,6%, а в створе границы - на 4,6% при соответствующих показателях 2023 г. -13,3% и -12,2%.

В бассейне Иртыша, в среднем течении водность, низкая в период с 2021 по 2023 гг. существенно превысила норму до значения 16,3% от -16,1% в 2023 г.

В бассейне Енисея водность участка от истока до Красноярской ГЭС в 2024 г. также повысилась до значения, близкого к норме, но не перешла через неё и составила в створе плотины ГЭС -2,7% (при -15,5% в 2023 г.). Однако водность бассейна в целом по сравнению с 2023 г. сохранилась близкой к норме с показателем 2,0%. Ситуация определилась совокупным влиянием притоков на участке ниже ГЭС, в том числе крупнейшего притока - Ангара, сток которой по-прежнему был выше нормы, но снизился по сравнению с двумя предыдущими годами. Превышение нормы составило 4,9% (против 7,8% в 2023 г. и 11,5% в 2022 г.).

В бассейне Лены, в верхнем течении, сток был весьма низким, ниже нормы на 15,2% в противоположность 2023 г., когда он превышал норму приблизительно на такую же величину. При этом сток главного притока Лены в верхнем течении - реки Витим резко снизился до значения 33,7% ниже нормы от значения 4,2% над нормой.

В бассейне Хатанги продолжилась начавшаяся в 2018 г. фаза низкой водности, прерванная высоководным 2022 г. Сток реки был ниже нормы на 20,7%, что примерно соответствует показателю 2021 г. -24,6%.

Годовое уменьшение запасов воды в Новосибирском водохранилище составило 0,08 км³, понижение уровня - 0,08 м. Запасы воды в озере Байкал понизились на 7,56 км³. Суммарное уменьшение запасов воды в водохранилищах Ангара-Енисейского каскада составило 10,80 км³, в основном за счёт Братского водохранилища, запасы которого понизились на 12,97 км³, что вызвало понижение уровня в этом водохранилище на 1,86 м. Запасы Красноярского водохранилища повысились на 2,60 км³, а уровень - на 1,56 м. Запасы Саяно-Шушенского водохранилища уменьшились на 0,23 км³, что вызвало понижение уровня на 0,56 м.

В Дальневосточном федеральном округе в 2024 г. нормы водности рек были превышены всюду, кроме территорий Забайкальского и Камчатского краёв. В Хабаровском крае, Амурской, Магаданской и Сахалинской областях, а также в Еврейской автономной области и Чукотском автономном округе произошёл рост водности по сравнению с 2023 г. Изменение показателей водности от близких к норме значений в этих субъектах федерации составило, соответственно, 10,6%, 8,4%, 11,1% и 17,8%.

Во всех остальных субъектах федерации на территории округа водность снизилась, причём в Республиках Бурятия и Саха (Якутии) и Приморском крае - от весьма высоких значений 2023 г. Наиболее впечатляющим было снижение в Приморском крае (от 85,7% до 54,0% над нормой), сохранившее, однако, весьма высокую водность. Снижение водности с переходом через норму произошло в краях Забайкальском (от 4,8% до -13,6%) и Камчатском (от 2,9% до -8,4%).

В целом по округу водность рек была выше нормы на 5,7%, что примерно соответствует показателю 2021 г., значительно ниже, чем в 2023 г., когда превышение было на 10,3%, и тем более, ниже, чем в 2022 г., когда её показатель составил 21,6%.

Распределение водности в Дальневосточном федеральном округе и его годовое изменение стали результатом действия многих факторов. Первый из них - снижение стока Лены до нормы в сочетании с низким стоком её основных притоков в верхнем и среднем течении и высокой водностью притоков в нижнем течении (Виллюя и Алдана), а также снижением стока других наиболее крупных рек бассейна моря Лаптевых - Оленёка, Анабара и Яны. Второй фактор - продолжение роста стока Колымы и Индигирки - основных рек бассейна Восточно-Сибирского моря при сохранении начавшейся в 2023 г. фазы умеренно высокой водности рек, протекающих в пределах Чукотского автономного округа. Третий фактор - повышение стока Амура до значений несколько превышающих норму, обусловленное высоким стоком его правых притоков, прежде всего, Усури, что компенсировало низкий сток левых притоков. Четвёртый фактор - некоторое понижение водности основной части рек полуострова Камчатка. Пятый фактор - значительное снижение стока рек бассейна озера Байкал от весьма высоких значений 2023 г. Шестой фактор - завершение фазы высокой водности рек бассейна Японского моря, начавшейся в 2022 г. Наконец, седьмой фактор - рост стока и начало высоководной фазы большинства рек острова Сахалин.

Запасы воды в озере Ханка понизились на 0,16 км³, а в Зейском водохранилище увеличились на 1,39 км³. Уровень воды в Зейском водохранилище повысился на 0,61 м.

На территориях новых субъектов Российской Федерации - Донецкой Народной Республики и Луганской Народной Республики - водность рек характеризовалась близкой к норме для ДНР (-2,3%) и умеренно пониженной для ЛНР (-8,2%).

В 2024 г. водность рек на территории Российской Федерации превысила норму на 5,1%, что несколько больше, чем в 2023 г., когда она была выше нормы на 2,1%. Количество субъектов федерации с водностью рек, превышающих норму, составило 51 единицу против 45 единиц в 2023 г. При этом общая площадь территории таких субъектов федерации уменьшилась и составила приблизительно 10,7 млн км² против 11,3 млн км².

В 2024 г. высокая водность сохранилась, дополнительно повысилась или пришла на смену низкой водности на северо-западе ЕЧР, на Смоленско-Московской возвышенности, на Южном Урале, в Предуралье и Зауралье, в некоторых горных и предгорных районах Северного Кавказа, а также на южном берегу Крыма. На АЧР это имело место на западном склоне Кузнецкого Алатау и Абаканского хребта, в северо-восточных частях Яно-Индигирской и Колымской низменностей, Чукотском полуострове, Приамурье, Приморье и на острове Сахалин.

Наиболее высокой водностью характеризовались территории юго-запада и центра ЕЧР, Урала и Приморья. В других частях России наблюдалась низкая или средняя водность, сохранившаяся или пришедшая на смену высокой водности, наблюдавшейся в 2023 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, озёр, 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 загрязнённости;
- 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 2024 г. количественный состав государственной сети наблюдений следующий:

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились в 223 городах Российской Федерации на 653 пунктах государственной наблюдательной сети Росгидромета из 253 городов 740 пунктов наблюдений, данные которых были использованы при оценке уровней загрязнения атмосферного воздуха в Российской Федерации. Измеряются концентрации до 60 загрязняющих веществ.

Наблюдениями за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям охвачены 1186 водных объекта (из них 1034 водотоков и 152 водоема), на которых находится 1 819 пунктов, 2 499 створов, 2 812 вертикалей, 3 213 горизонтов. Измеряются 103 показателя качества воды. В 2024 г. на 76 водных объектах (из них 63 водотоков и 13 водоемов), на которых находится 123 пункта, 143 створа, 209 вертикалей, 330 горизонтов, наблюдения были временно приостановлены.

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям проводились в семи гидрографических районах Балтийском, Каспийском, Восточно-Сибирском, Карском, Тихоокеанском, Баренцевском и Азовском на 146 водных объектах России на 231 гидробиологическом пункте и 330 створах. Программа наблюдений включала от 2 до 4 показателей.

Наблюдения за загрязнением шельфовых зон 9 морей проводились на 298 станции по гидрохимическим показателям (от 6 до 9 показателей); на 3 морях - на 46 станциях по гидробиологическим показателям (по фитопланктону, мезозoopланктону, макрозообентосу, бактериопланктону).

Сеть станций наблюдения атмосферного трансграничного переноса веществ включает 4 станции на Европейской части России (программа ЕМЕП) и 3 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, зоны отдыха, а также территории вблизи объектов хранения и места захоронения неликвидных пестицидов. Отбор почв производился два раза в год (весной и осенью) на территориях 7 федеральных округов, 39 субъектов РФ на общей площади 30,0 тыс. га. В отобранных пробах определялись 20 наименований пестицидов и их метаболитов.

Для оценки загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения в 2024 г. проведён отбор проб в районах 53 населенных пунктов на территориях 15 субъектов РФ. В отобранных пробах определялось до 25 ингредиентов промышленного происхождения.

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

Наблюдения за загрязнением снежного покрова на территории России в 2024 г. осуществлялись на 523 пунктах. В пробах определялись основные ионы и значения pH.

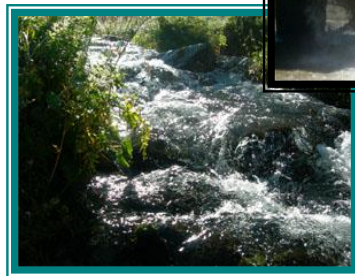
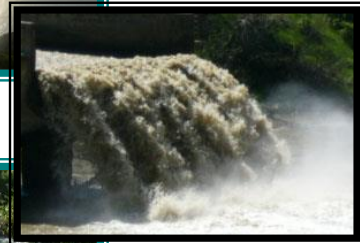
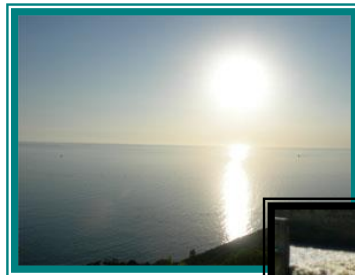
Система фоновой мониторинга ориентирована на получение информации о состоянии окружающей среды на территории Российской Федерации, на основании которой проводятся оценки и прогноз изменения этого состояния под влиянием антропогенных факторов.

На территории России находятся 4 станции комплексного фоновой мониторинга (СКФМ), которые расположены в биосферных заповедниках: Воронежском, Приокско-Тerrasном, Астраханском, Алтайском, а также региональная СКФМ Мариинск Уральская.

Наблюдения за радиационной обстановкой на стационарной сети осуществлялись на 1 286 пунктах.

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

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



2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему

2.2.1. Эмиссия парниковых газов

Приводимые ниже оценки антропогенных выбросов и абсорбции (поглощения) парниковых газов (ПГ) на территории Российской Федерации получены методами расчетного мониторинга.

Методической основой для выполнения оценок служили одобренные Совещанием Сторон Рамочной конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН) руководящие документы Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) по проведению национальных инвентаризаций выбросов и поглощения парниковых газов. В основу подхода МГЭИК положен расчетный метод оценки выбросов и поглощения, базирующийся на использовании количественных данных о годовых физических объемах конкретных видов деятельности, приводящих к выбросам или абсорбции ПГ. Исходная информация для выполнения оценок была получена из материалов экономической, земельной, лесной и других видов российской статистики и дополнена данными организаций, деятельность которых связана с выбросами ПГ, а также данными, опубликованными в научно-технической литературе. В настоящий Обзор включены впервые полученные оценки выбросов и поглощения за 2023 г., а также ранее выполненные оценки за период 2019-2022 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 объема использования ископаемых видов топлива.

В 2020 г., под влиянием пандемии COVID-19 и принимавшихся для ограничения ее воздействия мер, совокупный выброс ПГ без учета сектора ЗИЗЛХ сократился на 3,6%. В 2021 г. он возрос на 2,7% на фоне увеличения ВВП на 5,9%. В 2022 г. совокупный выброс без учета ЗИЗЛХ уменьшился по отношению к 2021 г. на 0,2% при сокращении ВВП на 1,4%. В 2023 г. совокупный выброс без учета ЗИЗЛХ вырос на 2,9% по отношению к 2022 г. на фоне увеличения ВВП на 4,1%.

По сравнению с 1990 г. - базовым годом по обязательствам Российской Федерации согласно РКИК ООН и Парижскому соглашению, в 2023 г. совокупный выброс ПГ значительно снизился (на 62,5% с учетом сектора ЗИЗЛХ, и на 33,8% без учета этого сектора).

Сектор ЗИЗЛХ, в котором сток парниковых газов из атмосферы, происходящий в форме поглощения CO₂ растениями, превалирует над их выбросами, оставался значительным нетто-поглотителем парниковых газов, компенсируя в 2023 г. 56,3% выбросов, происходивших в других секторах (табл. 2.1).

Таблица 2.1. Выбросы парниковых газов по секторам МГЭИК*

Секторы	Выбросы, млн. т CO ₂ -экв.				
	2019	2020	2021	2022	2023
Энергетика	1632,2	1547,7	1592,4	1596,6	1649,5
Промышленные процессы и использование продукции	232,1	239,3	247,3	238,7	244,3
Сельское хозяйство	97,8	100,5	101,2	101,7	101,2
ЗИЗЛХ**	-918,7	-1097,2	-750,0	-1181,3	-1171,8
Отходы	88,0	88,5	88,3	88,0	87,9
Всего, без учета ЗИЗЛХ	2050,1	1976,0	2029,3	2025,1	2082,9
Всего, с учетом ЗИЗЛХ	1131,3	878,8	1279,3	843,7	911,1

* 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. по 2023 г. не претерпело существенных изменений. Доминирующую роль продолжает играть энергетический сектор. Несколько возросла роль выбросов, связанных с промышленностью, уменьшился вклад сельского хозяйства. Почти в 3 раза возрос вклад в совокупный выброс отходов и сточных вод.

¹ Группировка выбросов по секторам выполнялась в соответствии с методологией МГЭИК. Следует иметь в виду, что определения секторов в документах 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, включая сжигание на факельных установках.

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

Год	Всего	По секторам			
		Энергетика	Промышленные процессы и использование продукции	Сельское хозяйство	Отходы
1990	100,0	82,1	8,7	7,4	1,8
2023	100,0	79,2	11,7	4,9	4,2

2.2.2. Содержание CO₂ и CH₄ в атмосфере

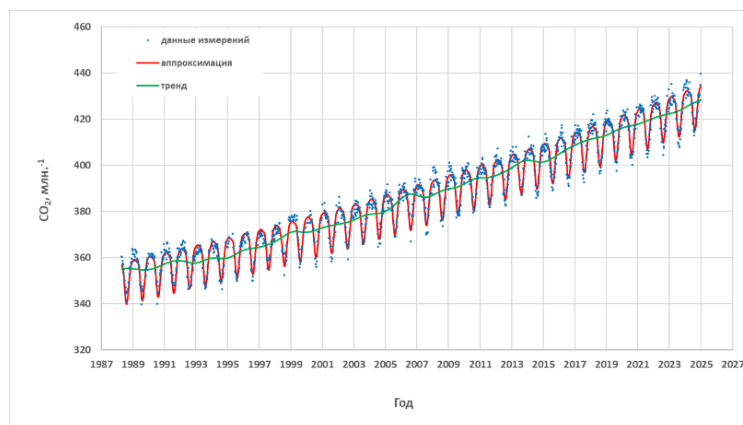
Анализ изменчивости концентрации парниковых газов в приземном слое атмосферы выполнен на основе анализа результатов измерений, проводимых на станциях наблюдений за содержанием парниковых газов, входящих в Глобальную службу атмосферы (ГСА). Характеристики станций приведены в таблице 2.3. Станция Териберка (Кольский полуостров, побережье Баренцева моря) и станция Тикси (побережье море Лаптевых, залив Сого), а также Мыс Баранова (о-в Большевик архипелага Северная Земля) расположены в условиях, близких к фоновым. Из-за недостаточности полученных на станции Тикси данных в 2024 г. для анализа были использованы данные ледовой базы Мыс Баранова. 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 станции Териберка передаются в мировой центр данных (МЦД) по парниковым газам (WDCGG), где используются при проведении глобального анализа полей указанных газов. Данные станции Тикси передавались в МЦД ВМО по 2021 г. включительно. На станции Воейково расширена программа наблюдений, с 2021 г. на этой станции выполняются измерения концентрации CO₂.

Таблица 2.3. Станции наблюдений за парниковыми газами

Станция	Широта	Долгота	Высота над у.м.	Период наблюдений	Программа наблюдений
Териберка	69,20° с. ш.	35,10° в. д.	40	с 1988	CO ₂ , CH ₄ с 1996 г.
Новый порт	67,68° с. ш.	72,88° в. д.	11	с 2002	CO ₂ , CH ₄
Тикси	71,58° с. ш.	128,92° в. д.	30	с 2011	CO ₂ , CH ₄
Воейково	59,98° с. ш.	30,70° в. д.	72	с 1996	CH ₄ , CO ₂ с 2021 г.
Мыс Баранова	79,16° с. ш.	101,45° в. д.	30	с 2016	CO ₂ , CH ₄

Рост концентрации основного парникового газа CO₂ с самым длительным рядом наблюдений на территории Российской Федерации представлен на рис. 2.1. В таблице 2.4 приведены результаты измерений концентрации CH₄ и CO₂ на станции Териберка за последние 12 лет.

Рис. 2.1. Временной ход концентрации CO₂ на станции Териберка

Уровень концентрации CO₂ в атмосфере северных широт достиг в 2024 г. очередного максимума. Среднегодовое значение концентрации CO₂ на станции Териберка составило 426,4 млн⁻¹, а максимальные среднемесячные значения, наблюдаемые в зимние месяцы, превысили 433 млн⁻¹. Снизившиеся в 2023 г. темпы роста концентрации CO₂ (ΔCO₂ = 2,0 млн⁻¹), вновь превысили среднеглобальное значение, составив 3,0 млн⁻¹/год для 2024 г.

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

Год	Териберка			
	CH_4 , млрд $^{-1}$	ΔCH_4 , млрд $^{-1}$	CO_2 , млн $^{-1}$	ΔCO_2 , млн $^{-1}$
2013	1907,8	-2,4	398,8	2,2
2014	1913,5	5,7	400,7	1,9
2015	1924,4	10,9	402,2	1,5
2016	1946,7	22,3	405,7	3,4
2017	1947,1	0,4	409,1	3,5
2018	1950,4	3,3	411,4	2,2
2019	1961,8	11,4	414,1	2,7
2020	1980,4	18,6	415,8	1,8
2021	1999,1	18,7	418,5	2,6
2022	2017,9	18,8	421,4	3,0
2023	2022,6	4,7	423,4	2,0
2024	2032,4	9,8	426,4	3,0

Рост концентрации CH_4 также продолжается, однако рекордное ускорение роста, наблюдавшееся в 2019-2022 гг., сменилось незначительным увеличением в 2023 г. (4,7 млрд $^{-1}$ /год) и близким к среднеглобальному значению в 2024 г. (9,8 млрд $^{-1}$ /год).

Среднегодовой абсолютный прирост за последние 10 лет (бюллетень ВМО по парниковым газам № 20, октябрь 2024 г.) составил 2,4 млн $^{-1}$ для CO_2 и 10,7 млрд $^{-1}$ для CH_4 .

Описанные выше основные тенденции изменения межгодовой изменчивости концентрации ПГ в фоновых условиях для северных широт показаны на рис. 2.2 на примере станций Териберка и Барроу.



Рис. 2.2. Межгодовая изменчивость концентрации CO_2 и CH_4 на станциях Териберка и Барроу за последние 10 лет измерений

Научные исследования, направленные на выяснение возможных причин изменения межгодового роста концентрации парниковых газов, представлены в Бюллетене ВМО по ПГ № 20, октябрь 2024 г. Совместное рассмотрение изменений концентрации и изотопного состава метана со временем свидетельствует о существенной роли биогенных источников в этом процессе. Пока неясно, происходит ли это отчасти из-за увеличения выбросов из естественных водно-болотных угодий как обратной климатической связи.

В то время, как долгосрочное увеличение CO_2 , вызванное сжиганием ископаемого топлива, является монотонным, темпы роста CO_2 меняются из года в год (в диапазоне от 2,1 млн $^{-1}$ до 3,2 млн $^{-1}$ с 2014 по 2023 гг.), при этом изменчивость, в основном, обусловлена обменом CO_2 в земной биосфере, что подтверждается измерениями изотопного соотношения углерода $^{13}\text{C}/^{12}\text{C}$ в атмосферном CO_2 . Существенное влияние на эти процессы оказывают лесные пожары.

Результаты мониторинга парниковых газов на российских арктических станциях представлены на рис. 2.3 (среднемесячные значения концентрации CO_2 и CH_4) в сравнении с данными станции Барроу.

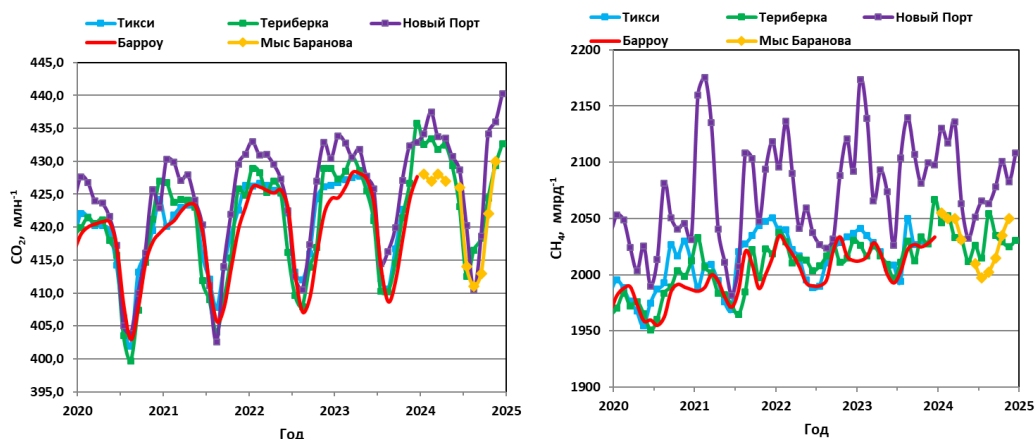


Рис. 2.3. Временной ход концентрации CO_2 и CH_4 на российских арктических станциях в сравнении с данными станции Барроу

Как видно из рис. 2.3 результаты измерений станции Мыс Баранова хорошо согласуются с данными других фоновых станций. После дополнительной проверки сопоставимости данные этой станции могут быть использованы для оценки тенденций изменения концентрации парниковых газов в арктическом регионе.

Как уже отмечалось в предыдущих обзорах, для станций, расположенных в окрестностях крупномасштабных источников, долговременные значения трендов близки к среднеглобальным. Региональные особенности поля концентрации парниковых газов (ПГ) проявляются в увеличении концентрации по сравнению с фоновым уровнем. Обеспечение сопоставимости данных в соответствии с требованиями ВМО позволяет проводить сравнение абсолютной величины концентрации для разных станций. Из представленного рис. 2.4 видно, что на станции Воейково значения концентрации CO_2 выше данных станции Териберка, при этом уровень минимальных значений близок к фоновым значениям, регистрируемым на станции Териберка, а влияние антропогенных выбросов с территории Санкт-Петербурга приводит к увеличению концентрации, которое достигает 40-60 млн $\cdot$ л $^{-1}$.

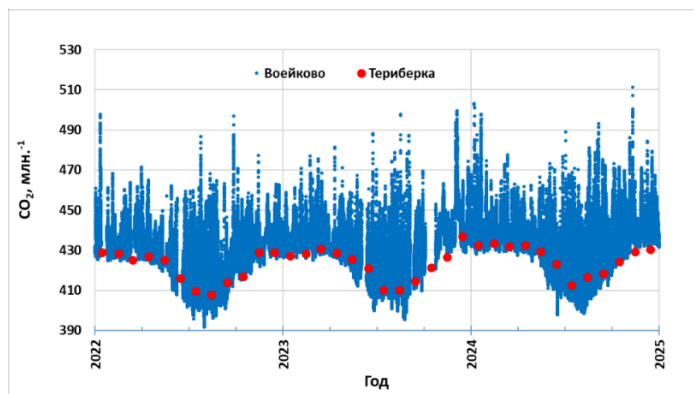


Рис. 2.4. Временной ход концентрации CO_2 в Воейково (средние значения за 10 мин.) в сравнении с данными станции Териберка (среднемесячные значения)

Полученные значения превышения концентрации над фоновым уровнем для станций Новый Порт и Воейково для всего периода наблюдений и последнего года представлены в таблице 2.5. При определении превышения в качестве фоновое уровня использованы данные станции Териберка.

Таблица 2.5. Превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем

Станция	Новый Порт	Новый Порт	Воейково	Воейково
Период измерений	2004-2023	2024	1996-2022	2024
CH_4 , млрд $^{-1}$	73 ± 17	53	81 ± 17	101
CH_4 , %	3,8%	2,6%	4,2%	5,0%
CO_2 , млн $^{-1}$	$4,3 \pm 1,2$	3,5	-	7,6
CO_2 , %	1,1%	0,8%	-	1,8%

Станция Новый Порт расположена на побережье Обской губы на расстоянии 80-250 км от крупнейших в РФ месторождений природного газа и в 20 км от нефтяного месторождения «Новопортовское». Данные измерений на этой станции подвержены влиянию как техногенных, так и естественных (увлажненные территории) источников. Максимальные значения превышения наблюдаются в зимний период, в основном, за счет снижения высоты слоя перемешивания атмосферы и достигают 10 млн $^{-1}$ для 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.

Превышение концентрации парниковых газов над фоновым уровнем в 2024 г. на станции Новый порт несколько снизилось по сравнению с предыдущим периодом, а влияние выбросов с городской территории привело к увеличению рассматриваемого превышения для станции Воейково. Эти изменения, тем не менее, близки к диапазону вариаций, наблюдаемому за многолетний период.

2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферы

2.3.1. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы

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

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

в котором $S_{p,30}$ - величина измеренного потока прямой солнечной радиации в кВт/м², приведенная к среднему расстоянию от Земли до Солнца и оптической массе атмосферы $m = 2$; S_0 - величина потока радиации на верхней границе атмосферы, P_2 - коэффициент интегральной прозрачности атмосферы при $m = 2$.

Параметр ОПА представляет собой оптическую плотность атмосферы для прямой солнечной радиации в диапазоне длин волн $\Delta\lambda = 0,3 - 4$ мкм при оптической массе $m = 2$ (т.е. при высоте солнца 30°).

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

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

Таблица 2.6. Районы расположения региональных станций 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	Республика Коми, Северо-Западный ФО	62,2	50,4
Сыктывкар*	Республика Коми, Северо-западный ФО	61,7	50,8
Воейково	Ленинградская обл., Северо-западный ФО	60,0	30,7
Памятное	Курганская обл., Уральский ФО	56,0	65,7
Курган*	Курганская обл., Уральский ФО	55,5	65,4
Хужир	Иркутская обл., о-в Ольхон (оз. Байкал), Сибирский ФО	53,2	107,3
Иркутск*	Иркутская обл., Сибирский ФО	52,2	104,3
Шаджатмаз	Карачаево-Черкесская Республика, Северокавказский ФО	43,7	42,7

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

В таблице 2.7 представлена информация о среднем уровне оптического замутнения атмосферы за 2024 г. и 2023 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

Станция	ОПА $\pm\sigma$ 2023 г.	ОПА $\pm\sigma$ 2024 г.
Туруханск	0,267 $\pm$ 0,055	0,238 $\pm$ 0,029
Усть-Вымь	0,266 $\pm$ 0,044	0,248 $\pm$ 0,042
Сыктывкар*	0,266 $\pm$ 0,039	0,253 $\pm$ 0,028
Воейково	0,264 $\pm$ 0,040	0,274 $\pm$ 0,046
Памятное	0,265 $\pm$ 0,056	0,258 $\pm$ 0,036
Курган*	0,266 $\pm$ 0,049	0,252 $\pm$ 0,040
Хужир	0,200 $\pm$ 0,034	0,223 $\pm$ 0,044
Иркутск*	0,247 $\pm$ 0,052	0,244 $\pm$ 0,056
Шаджатмаз	0,185 $\pm$ 0,036	0,173 $\pm$ 0,026

Следует отметить, что в 2024 г. по сравнению с предыдущим годом на большинстве региональных фоновых станций степень оптического замутнения атмосферы уменьшилась. Исключение составили лишь станции Воейково и Хужир, где ОПА возросла на 3,8% и 11,5% соответственно. В 2024 г. в Воейково из наблюдательного периода был исключен ноябрь, поскольку в этом месяце было всего 3 случая наблюдений за один день и среднее значение коэффициента прозрачности P_2 составило 0,633, что является аномально низким уровнем прозрачности. Рассчитанное значение ОПА составило 0,457, такая оптическая плотность атмосферы может наблюдаться только в условиях

повышенного городского загрязнения. Поэтому эти данные в качестве характеристики среднего за месяц значения ОПА не приводятся. Осредненные значения ОПА за 2024 г. представлены на рис. 2.5.

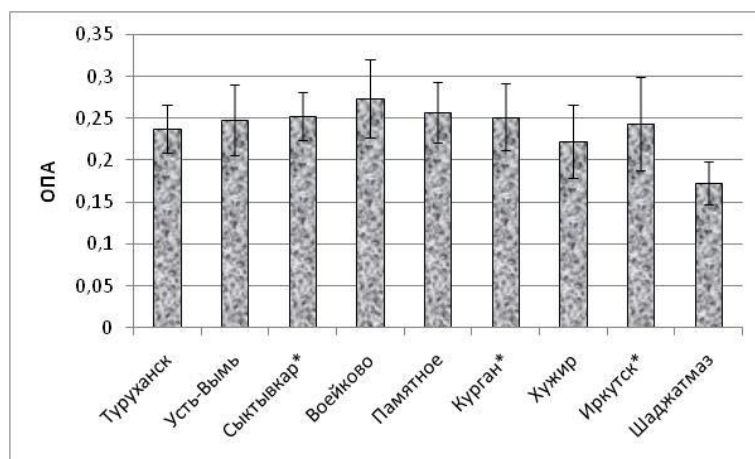


Рис. 2.5. Осредненные значения ОПА и стандартные отклонения ($\pm\sigma$) средних месячных значений относительно среднего за наблюдательный период 2024 г. на среднеширотных фоновых станциях

Как следует из рис. 2.5, в 2024 г. самой загрязненной станцией была станция Воейково, расположенная вблизи Санкт-Петербурга и испытывающая его непосредственное воздействие при ветрах западных направлений. Максимальные среднегодовые значения ОПА на станции были зарегистрированы в марте (ОПА = 0,334) и в июне (ОПА = 0,337). Второе место после Воейково по уровню замутнения атмосферы в 2024 г. заняла станция Памятное (ОПА = $0,258 \pm 0,036$), вследствие её степного расположения и засушливого лета.

Самой чистой сохранилась станция Шаджатмаз (Северный Кавказ, 2070 м над уровнем моря). Второе место по чистоте атмосферы принадлежало станции Хужир, находящейся на острове Ольхон на оз. Байкал, третье место – станции Туруханск (Красноярский край).

Общий уровень оптического замутнения атмосферы в 2024 г., за исключением станции Воейково, практически не превышал значения оптической плотности атмосферы, равной 0,250.

О специфике внутригодовых изменений ОПА дает представление рис. 2.6, на котором показаны изменения оптической плотности атмосферы на парных станциях «фон – город» (рис. 2.6 а, б, в) и трех станциях, не имеющих парной городской станции (рис. 2.6 г).

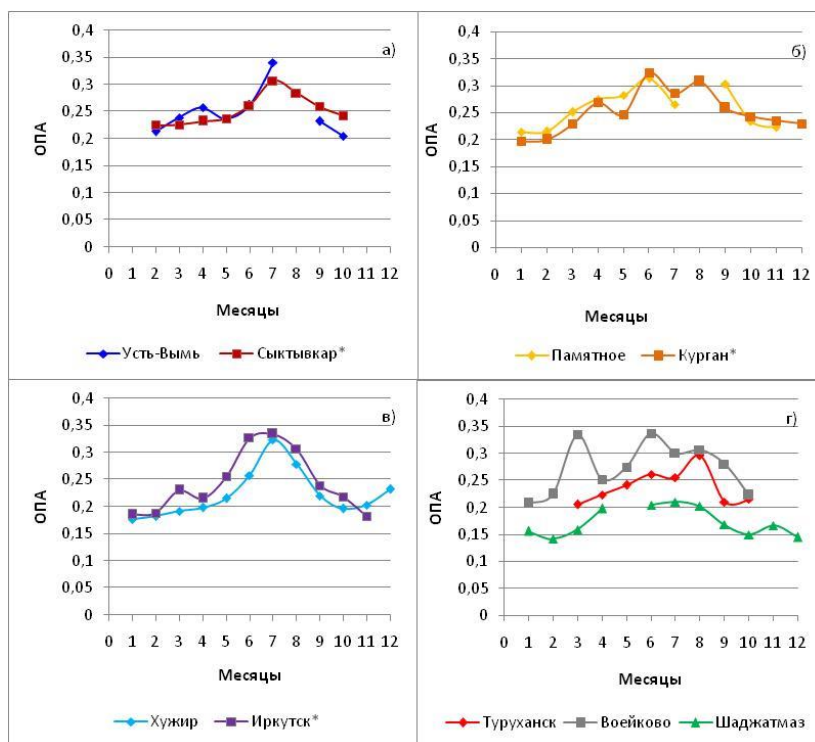


Рис. 2.6. Изменение среднемесячных значений ОПА в 2024 г.

Прерывистость кривых, иллюстрирующих изменчивость ОПА в 2024 г., связана с отсутствием условий для проведения наблюдений в отдельные месяцы. Повышение оптической плотности атмосферы и, соответственно, снижение прозрачности в летние месяцы закономерно и обусловлено усилением турбулентного обмена и открытостью подстилающей поверхности.

Как следует из рис. 2.6 а и 2.6 б, в 2024 г. на парах станций Усть-Вымь - Сыктывкар* и Памятное - Курган* среднемесячные значения ОПА на фоновых и соответствующих городских станциях отличались незначительно. Это свидетельствует о том, что фоновые станции Усть-Вымь и Памятное значительную часть года находились в условиях пониженной прозрачности из-за влияния локальных источников загрязнения. В результате уровень замутнения атмосферы на них в отдельные месяцы был повышен и приближался или даже превосходил уровень замутнения на парных городских станциях. Среднегодовое значение ОПА на фоновой станции Памятное превысило на 2,4% аналогичное значение в парном городе Курган*, а среднегодовое значение ОПА на городской станции Сыктывкар* было выше по сравнению с парной фоновой станцией Усть-Вымь всего на 2%.

На парных станциях Хужир - Иркутск* большую часть года оптическое замутнение атмосферы в городе было выше, чем на фоновой станции (рис. 2.6 в).

Средний уровень замутнения атмосферы на городской станции Иркутск* в 2024 г. превосходил таковой на парной фоновой станции Хужир на 9,4%.

Как следует из рис. 2.6 г наиболее чистой была северокавказская горная станция Шаджатмаз, на которой максимальное замутнение (среднемесячное значение ОПА = 0,210) отмечалось в июле, минимальное - в феврале (ОПА = 0,145).

На сибирской станции Туруханск среднемесячные значения ОПА, в основном, варьировали в интервале от 0,20 до 0,25, с максимальным значением - 0,296 в августе. Следует отметить, что станция Туруханск в последние годы часто попадает в зону влияния лесных пожаров в летний период.

22.06.2022 г. Росгидрометом было издано распоряжение №197-Р «О переходе на климатические нормы периода 1991-2020 гг.». Ранее за нормы ОПА принимались средние значения ОПА за период с 1979 по 2012 гг. Из этого периода были изъяты 1983-1984 и 1992-1993 гг., когда наиболее сильно проявлялось влияние вулканического аэрозоля после извержений вулканов Эль-Чичон (апрель 1982 г.) и Пинатубо и Хадсон (июнь и август 1991 г.). Фактический период наблюдений, по которому рассчитывались нормы, составил 30 лет.

Для сравнения значений ОПА, полученных в 2024 г., с многолетней нормой ОПА были выполнены дополнительные проработки по сопоставлению ранее используемых норм ОПА и современные нормы (рис. 2.7).

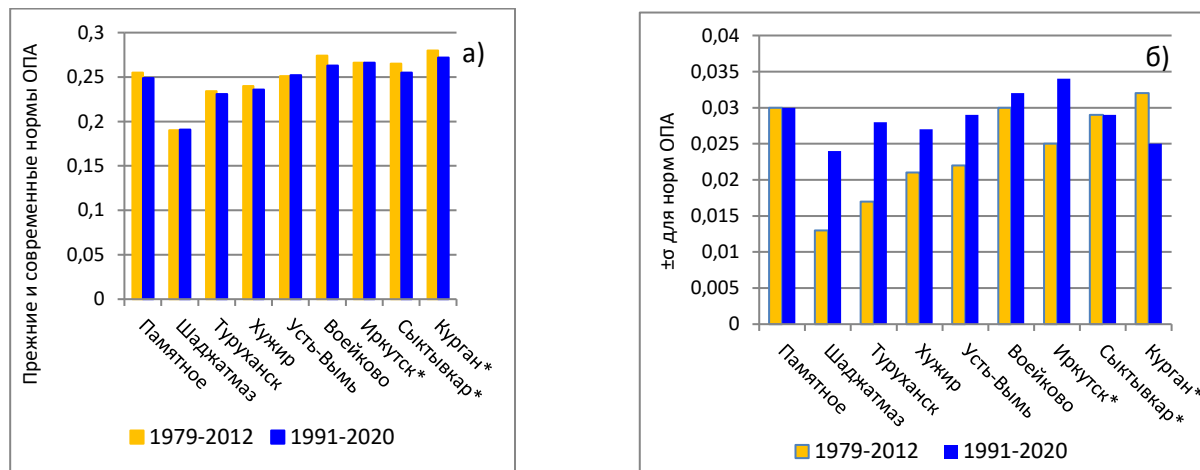


Рис. 2.7. Сопоставление прежних (1972-2012 гг.) и современных норм (1991-2020 гг.) (а), а также их стандартных отклонений ($\pm\sigma$) (б)

Из данных сопоставлений прежних данных средних многолетних значений ОПА с данными по новым нормам за 1991-2020 гг. следует, что прежние и современные данные достаточно близки (рис. 2.7 а). Более значительные различия проявились в стандартных отклонениях (рис. 2.7 б). В данном Обзоре используются требуемые Росгидрометом 30-летние нормы за 1991-2020 гг. без вычетов.

Изменения оптической плотности атмосферы в 2024 г. относительно 30-летней утвержденной Росгидрометом нормы показаны на рис. 2.8.

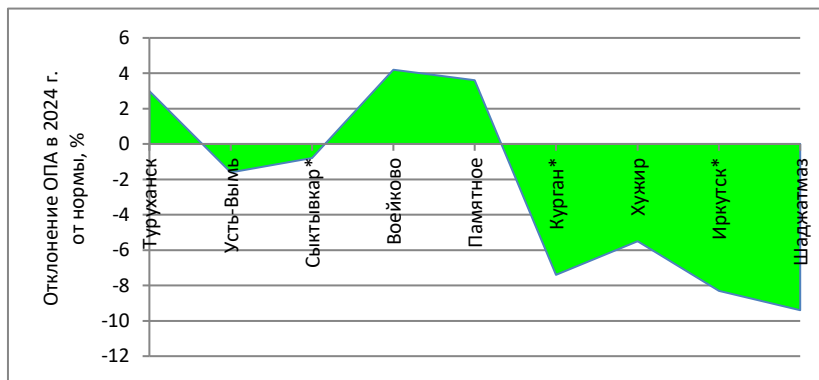


Рис. 2.8. Отклонения среднегодовых значений оптической плотности атмосферы в 2024 г. от 30-летней нормы за 1991-2020 гг.

Как видно из рис. 2.8 в 2024 г. ОПА превышала 30-летнюю норму лишь на трёх станциях - Туруханск, Воейково, Памятное. На всех остальных станциях ОПА была ниже нормы, причем максимальное снижение наблюдалось на фоновых станциях Шаджатмаз (-9,4%) и Хужир (-5,5), а также на городских станциях Курган* (-7,4) и Иркутск* (-8,3).

Межгодовую изменчивость ОПА за 1972-2024 гг. иллюстрирует рис. 2.9.

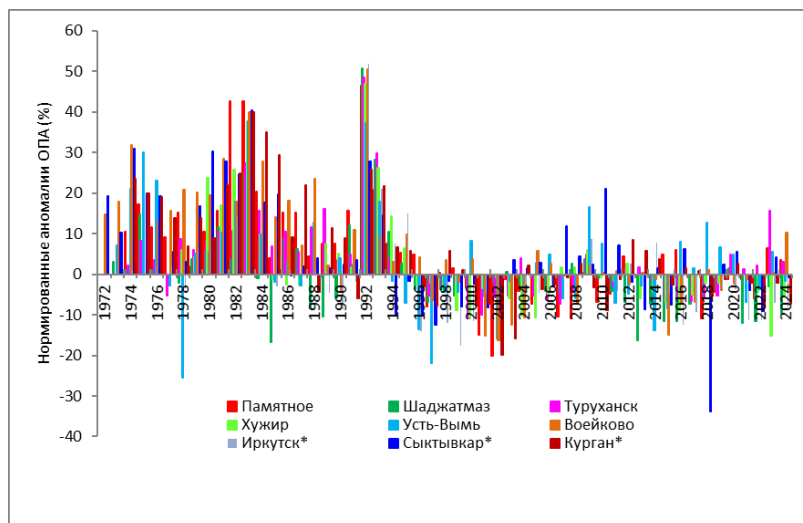


Рис. 2.9. Нормированные аномалии ОПА (%) за 1972-2024 гг.

На рис. 2.9 приведены выраженные в процентах нормированные аномалии ОПА, рассчитанные относительно новых норм ОПА за 1991-2020 гг.

Время с начала 1970-х до середины 1990-х гг. можно считать временем положительных аномалий ОПА, связанных с 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%.

В середине 1990-х гг. произошло самоочищение атмосферы. Оптическая плотность атмосферы уменьшилась, прозрачность возросла. Постепенно совершился переход нормированных аномалий ОПА в область отрицательных значений. Этому способствовало сокращение промышленной активности в постперестроечные годы.

Со второй половины 1-ой декады XXI-ого века и по настоящее время оптическое замутнение атмосферы находится в достаточно стабильном состоянии. Нормированные аномалии ОПА варьируют относительно нормы в зависимости от условий загрязнения атмосферы в районе станций, но в основном преобладают отрицательные значения, достигающие на некоторых станциях в отдельные годы -20% (Усть-Вымь в 1978, 1997). Самая большая отрицательная нормированная аномалия была зарегистрирована в Сыктывкаре в 2018 г. (рис. 2.9), что было связано с условиями аномально низкого оптического замутнения, сохранявшимися на этой станции в течение пяти месяцев.

Периодически отмечались положительные нормированные аномалии. Наиболее заметные были зафиксированы на станции Усть-Вымь (Республика Коми) в 2009 г. (17%) и на парной ей городской станции Сыктывкар* (21%) в 2010 г., что 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) (Свердловская область) и Южно-Сахалинск (ЮС) (Сахалинская область). Общая продолжительность измерений в Воейково составила 75 лет, в Иркутске - 65 лет, в Верхнем Дуброво - 67 лет, в Южно-Сахалинске - 56 лет. Датчики измерителей V' , L_+ и L_- установлены в пределах одного - двух метров от земли.

Обобщенные по сезонам результаты измерений V'_c и L_5 за 2019-2024 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 2019-2024 гг. на станциях Воейково (В), Иркутск (И) и Южно-Сахалинск (ЮС)

Станция	Год	V'_c (V')				$V'_г$ (V')
		Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее за год
В	2024	10 (9, 11)	7 (6, 9)	8 (7, 8)	8 (7, 10)	8 (6, 11)
	2023	8 (6, 9)	7 (5, 8)	8 (7, 8)	8 (8, 9)	8 (5, 9)
	2022	10 (7, 13)	8 (10, 6)	6 (5, 7)	7 (5, 8)	8 (5, 13)
	2021	11 (10, 11)	10 (9, 11)	9 (7, 12)	11 (10, 11)	10 (7, 12)
	2020	9 (7, 11)	10 (7, 12)	7 (6, 8)	9 (8, 10)	9 (6, 12)
	2019	10 (9, 12)	12 (11, 13)	11 (10, 12)	12 (12, 13)	11 (9, 13)
И	2024	12 (12, 13)	10 (6, 12)	5 (5, 6)	9 (6, 11)	9 (5, 13)
	2023	12 (10, 14)	9 (6, 12)	6 (4, 7)	7 (6, 9)	8 (5, 14)
	2022	10 (9, 12)	9 (6, 11)	6 (5, 7)	8 (5, 11)	8 (5, 12)

	2021	13 (13, 14)	12 (7, 14)	5 (4, 7)	9 (7, 12)	10 (4, 14)
	2020	10 (10, 11)	7 (5, 10)	6 (5, 8)	7 (5, 8)	7 (5, 11)
	2019	8 Н	8 Н	6 (5, 6)	9 (6, 13)	8 (5, 13)
ЮС	2024	29 (26, 33)	20 (13, 29)	10 (8, 12)	17 (12, 22)	19 (8, 29)
	2023	32 (30, 35)	17 (14, 21)	14 (11, 19)	18 (15, 20)	20 (11, 35)
	2018	34 (29, 38)	13 (6, 25)	6 (5, 7)	-	18 (5, 38) Т
	2017	30 (27, 34)	14 (7, 21)	7 (5, 10)	19 (14, 22)	18 (5, 34)
	2016	31 (27, 33)	20 (11, 29)	11 (9, 12)	17 (14, 21)	21 (9, 33)
	2015	38 (34, 42)	17 (9, 24)	9 (7, 10)	12 (9, 15)	19 (7, 42)

Примечание к таблицам 2.8 и 2.9: Средние за сезон значения, полученные по данным за 2 месяца, отмечены буквой «Н» (неполные), средние значения за год, вычисленные по данным трех сезонов, отмечены символом «Т».

Как видно из табл. 2.8 в 2024 г. по сравнению с 2023 г. на станциях Воейково и Иркутск значения градиента потенциала электрического поля V' практически не изменились. Однако прослеживается незначительное превышение V' на станции Воейково в зимний период, а на станции Иркутск в осенний период. Кроме того, на станции Воейково можно отметить некоторое уменьшение значений V' с 2022 по 2024 гг. в весенний и осенний периоды относительно предшествующих трех лет. Возможно, это связано с изменением количества и продолжительности метеорологических явлений, характерных для весенне-осеннего периода, что требует более углубленного анализа.

В Южно-Сахалинске в 2024 г. значения градиента потенциала электрического поля V' находятся в пределах стандартного отклонения. Стоит отметить незначительное увеличение значений в весенний период.

Значения суммарной электрической проводимости L_5 в 2024 г. по сравнению с 2023 г. на станциях Воейково и Иркутске практически не изменились, а на станции Верхнее Дуброво также не отмечается, однако прослеживается повышение L_5 в последние два года относительно предшествующего четырехлетнего периода, что проявляется почти во все сезоны. На станции Иркутск имеет место значительное повышение значений L_5 в осенний период (табл. 2.9).

Таблица 2.9. Сезонные (L_c), среднегодовые (L_r) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения L_5 (фСм/м) за 2019-2024 гг. на станциях Воейково (В), Иркутск (И) и Верхнее Дуброво (ВД)

Станция	Год	$L_c, (L_s)$				$L_r, (L_s)$
		Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее за год
В	2024	17 (16, 18)	20 (18, 22)	19 (17, 20)	19 (18, 20)	19 (16, 22)
	2023	18 (17, 19)	18 (17, 19)	20 (19, 20)	21 (18, 23)	19 (17, 23)
	2022	14 (13, 16)	23 (18, 27)	21 (19, 22)	24 (23, 26)	21 (13, 27)
	2021	14(12, 16)	15(14, 16)	21(17, 25)	21(18, 24)	18(12, 25)
	2020	19 (19, 20)	21 (17, 24)	19 (17, 22)	20 (19, 21)	20 (17, 24)
	2019	15 (11, 16)	18 (15, 21)	19 (18, 20)	18 (17, 20)	18 (11, 21)
И	2024	21 (19, 22)	23 (21, 25)	25 (22, 26)	31 (30, 33)	25 (19, 34)
	2023	22 (20, 23)	23 (23, 23)	25(20, 28)	24 (21, 26)	24 (20, 28)
	2022	22 (21, 23)	22 (21, 23)	26 (23, 28)	30 (28, 32)	25 (21, 32)
	2021	17(16, 18)	23(20, 24)	22(21, 24)	27(26, 27)	22(16, 27)
	2020	22 (19, 25)	28 (22, 32)	28 (27, 30)	27 (23, 30) Н	26 (19, 32)
	2019	21 (18, 24)	23 (22, 25)	22 (20, 23)	28 (26, 33)	24 (18, 33)
ВД	2024	16 (13, 18)	16 (15, 17)	17 (16, 19)	18 (16, 20)	17 (13, 20)
	2023	17 (16, 17)	16 (13, 18)	16 (14, 17)	20 (20, 20)	17 (13, 20)
	2022	12 (11, 13)	10 (9, 11)	16 Н	19 (16, 21)	14 (9, 21)
	2021	14(12, 16)	13(12, 14)	14(11, 15)	14(13, 14)	14(11, 16)
	2020	16 (15, 19)	14 (13, 16)	15 (14, 16)	17 (14, 19)	16 (13, 19)
	2019	12 (11, 13)	15 (13, 17)	16 (13, 19)	17 (16, 20)	15 (11, 20)

На рис. 2.10 представлен годовой ход V' по станциям Воейково, Иркутск и Южно-Сахалинск (а) и годовой ход L_5 по станциям Воейково, Иркутск и Верхнее Дуброво (б) в 2024 г. в сравнении с осредненным годовым ходом за период 2019-2023 гг.

Как следует из рис. 2.10, в 2024 г. на станции Воейково наблюдается небольшое понижение среднемесячных значений V' в марте-апреле по сравнению с осредненными значениями V' за предшествующий период, и этот же период наблюдается увеличение значений L_5 , что соответствует физическим представлениям о взаимосвязи между данными параметрами. При этом, данные результаты наблюдений находятся в пределах $\pm\sigma$.

На станции Иркутск годовой ход V' близок к осредненному годовому ходу этого параметра за предыдущие годы с небольшим увеличением в начале года, а L_5 с незначительным увеличением в конце года. При этом оба измеряемых параметра находятся в границах стандартного отклонения.

В Южно-Сахалинске годовой ход V' близок к осредненному годовому ходу этого параметра за предыдущие годы. В Верхнем Дуброво годовой ход L_5 также близок к осредненному годовому ходу за предыдущие годы.

На рис. 2.11 представлен суточный ход V' и L_5 за 2024 г. в сравнении с осредненным суточным ходом за период 2019-2023 гг. на анализируемых станциях. Цветом выделена область стандартного отклонения для предшествующего пятилетнего периода. Шкала абсцисс указана во всемирном скоординированном времени (BCV).

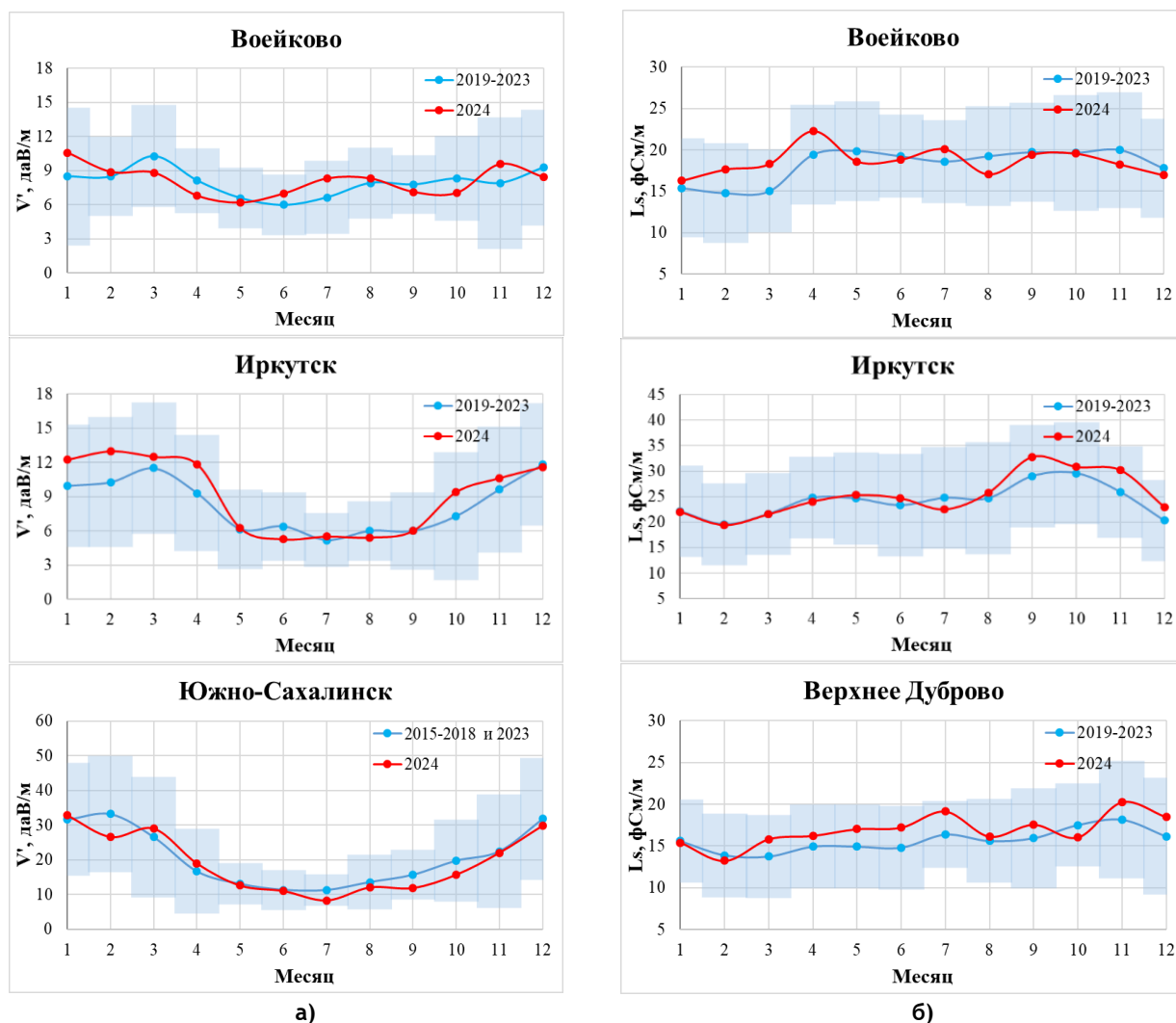


Рис. 2.10. Годовой ход V' по станциям Воейково, Иркутск и Южно-Сахалинск в 2024 г. (а), и годовой ход L_s по станциям Воейково, Иркутск и Верхнее Дуброво в 2024 г. (б) на фоне осредненных годовых ходов за период 2019-2023 гг. Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения $\pm \sigma$ от среднего значения за 2019-2023 гг.

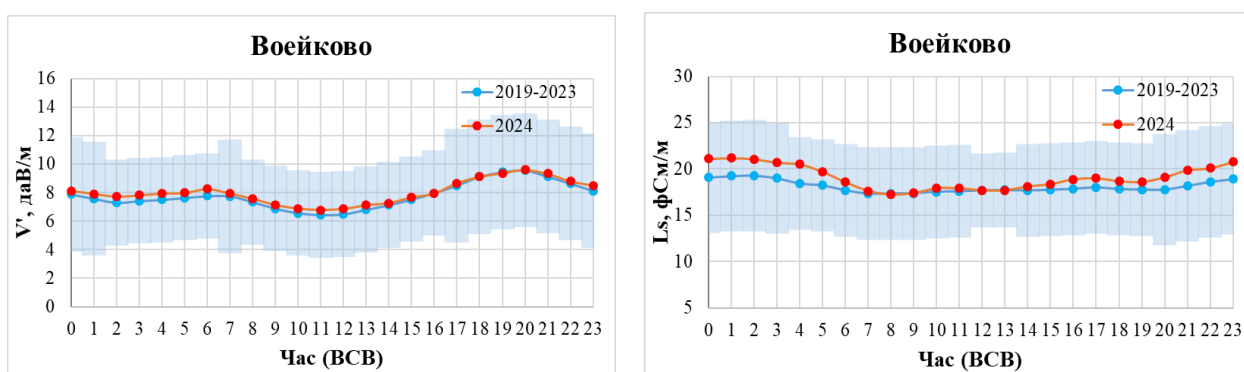


Рис. 2.11 (начало). Суточный ход V' (а) и L_s (б) на различных станциях за 2024 г. в сравнении с осредненным ходом за период 2019-2023 гг. Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения $\pm \sigma$ от среднего значения за 2019-2023 гг.

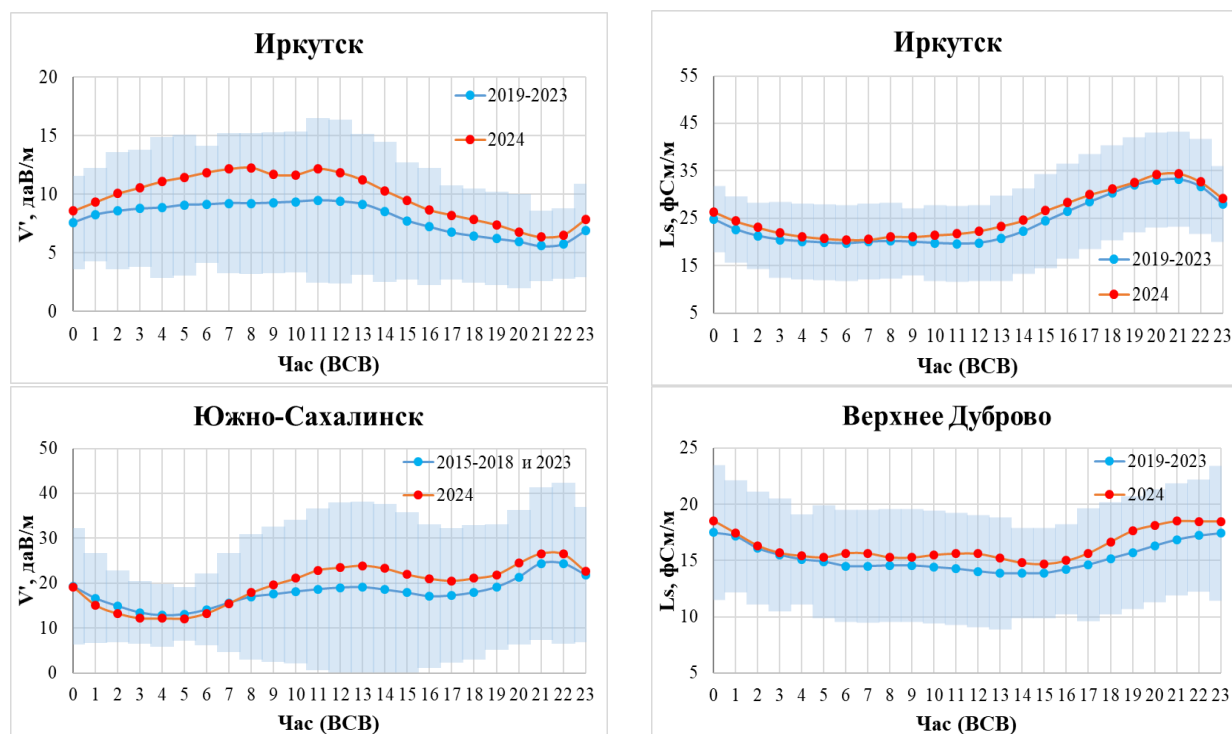


Рис. 2.11 (окончание). Суточный ход V' (а) и L_s (б) на различных станциях за 2024 г. в сравнении с осредненным ходом за период 2019-2023 гг.

Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения $\pm\sigma$ от среднего значения за 2019-2023 гг.

Из графиков на рис. 2.11 видно, что в 2024 г. по сравнению с предшествующим периодом почти на всех станциях суточный ход V' и L_s не претерпевал значительных изменений. Тем не менее, можно отметить незначительное превышение V' по сравнению с предшествующим пятилетним периодом на станции Иркутск в первую половину суток, а на станции Южно-Сахалинск - в утренние и дневные часы. Обращает на себя внимание и тот факт, что характер суточного хода V' для каждой станции свой и общей закономерности изменений V' не прослеживается.

2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями

В 2024 г. анализ общего содержания озона (ОСО) над территорией РФ выполнен по данным спутниковой аппаратуры озонного зондирования OMI (Ozone Monitoring Instrument), установленной на спутнике «AURA» (НАСА США). Используемый спектрометр OMI метод наблюдения (рассеянное солнечное излучение, надир) не позволяет проводить измерения в области полярной ночи в зимние месяцы, включая северные районы РФ.

Для выявления аномалий проводились сравнения текущих измерений ОСО со средними многолетними значениями, полученными при осреднении данных измерений прибора TOMS (спутник «NIMBUS-7») за 1978-1988 гг.

Аномалии ОСО над территорией РФ.

В январе 2024 г. над территорией РФ периодически наблюдалось понижение ОСО над Европейской частью РФ, Западной и Восточной Сибирью. Существенно пониженные значения ОСО наблюдались с 24 января и в течение февраля над Европейским Севером, северными и центральными районами Западной и Восточной Сибири. 31 января было отмечено понижение ОСО до 320 единиц Добсона (далее - е. Д.), что соответствует -30% или -2.0 ед. стандартного отклонения, 19 февраля до 275 е. Д. (-32% или -2,5 ед. стандартного отклонения).

Отличие среднемесячных значений ОСО от средних многолетних значений в январе не превышало $\pm 4\%$. Осредненное за февраль поле отклонений ОСО показывает пониженное содержание озона над центральными и северными районами Красноярского края до 400 е. Д. (-20% или -2,5 ед. стандартного отклонения) (рис. 2.12).

В течение марта 2024 г. наблюдались как пониженные значения ОСО, так и повышенные. Стабильное повышение (в пределах зоны измерений) было отмечено над Арктикой и над северными районами Европейского Севера и Сибири. Отклонения от средних многолетних значений в отдельные дни составили до 35%. Например, 12 марта ОСО увеличилось до 620 е. Д. (35% или 2,5 ед. стандартного отклонения). На осредненном поле отклонений ОСО за март наблюдалось умеренное изменение содержания озона практически над всей материковой территорией РФ, а также повышение ОСО над Баренцевым и Карским морем, островами Земли Франца-Иосифа, Новая Земля, Северная Земля, Шпицберген до 540 е. Д., (20% или 2,5 ед. стандартного отклонения) (рис. 2.13).

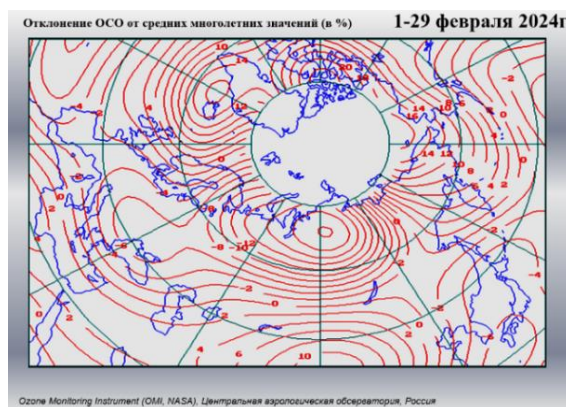


Рис. 2.12. Среднемесячное поле отклонений ОСО от средних многолетних значений (в %) над территорией РФ за февраль 2024 г.

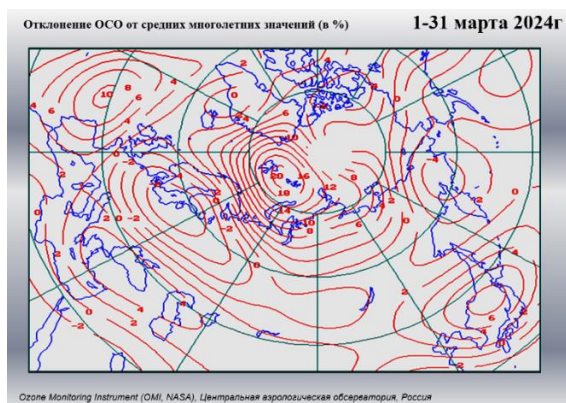


Рис. 2.13. Среднемесячное поле отклонений ОСО от средних многолетних значений (в процентах) над территорией РФ за март 2024 г.

В целом, зимний сезон 2023-2024 гг. в Арктике стал очередным четвертым теплым сезоном после зимы 2019-2020 гг. с устойчивым, холодным стратосферным полярным вихрем и, как следствие, с рекордным разрушением озонового слоя за все годы наблюдений. Основной особенностью зимнего сезона 2023-2024 гг. является ослабление стратосферного полярного вихря и повышение температуры стратосферы в ходе минорного внезапного стратосферного потепления (ВСП), начавшегося в начале декабря 2023 г., которое продолжилось в конце декабря - начале января и далее в середине января в ходе второго ВСП.

В результате ослабления стратосферного полярного вихря с конца декабря минимальная температура в нижней стратосфере Арктики превысила порог формирования полярных стратосферных облаков (ПСО), необходимых для химического разрушения озонового слоя, и достигла уровня климатических значений. Известно, что объем ПСО к началу весны определяет степень химического разрушения озонового слоя. В результате повышения температуры стратосферы резко сократился объем ПСО от ~120 млн. км³ до ~20 млн. км³ в конце декабря 2023 г. К концу января 2024 г. объем ПСО снизился до нулевых значений и уже не увеличился в феврале.

В результате отсутствия химического разрушения озона из-за повышенной температуры полярной стратосферы уже с начала января 2024 г. ОСО в Арктике превысило средние многолетние значения и продолжило увеличиваться (рис. 2.14). В марте значения ОСО достигли порядка 500 е. Д. и превысили максимальные значения за все годы наблюдений.

С 15 по 22 апреля 2024 г. наблюдались заниженные, более чем на -20% значения ОСО над южными районами Европейской части РФ, Уралом и центральными и южными районами Западной Сибири. 19 и 20 апреля отклонение ОСО составило -28%, а ОСО - 280 е. Д. На осредненном за апрель поле отклонений наблюдалось понижение ОСО над Европейским югом, Поволжьем и Центральной Россией до 350 е. Д. (-8% или -1,5 ед. стандартного отклонения).

Пониженные значения ОСО были отмечены над Иркутской областью, Республикой Бурятия и Забайкальским краем 6 - 7 мая 340 е. Д. (-18%) и 12 мая - 300 е. Д. (-24%). С 27 по 31 мая наблюдалось повышение ОСО над районами Западной и Восточной Сибири. При этом 29 и 30 мая отклонение от норм составило 18% (ОСО 480 е. Д.). На осредненном за май поле отклонений выделялась область умеренно повышенных значений до 440 е. Д. (8% или 2,0 ед. стандартного отклонения) над восточными районами Европейского Севера, Уралом, Поволжьем и западными районами Западной Сибири, а также область умеренно пониженных значений до 350 е. Д. (-8% или -2,0 ед. стандартного отклонения) над Иркутской областью, Республикой Бурятия, Забайкальским краем и приграничными районами КНР.

1-5 июня наблюдалось повышение ОСО до 460 е. Д. (14%), а 19 июня до 420 е. Д. (16%) над северными районами Сибири. Понижение ОСО до 300 е. Д. (-14%) было отмечено в последних числах июня над Восточной Сибирью. В целом отличия среднемесячных значений от норм не превышали $\pm 6\%$.

19 и 20 июля непродолжительное понижение ОСО до -14% (300 е. Д.) наблюдалось над Сахалином и Курилами. Максимальные среднемесячные отклонения ОСО от нормальных значений составили -6% (320 е. Д.) над озером Байкал и прилегающими территориями и -4% (340 е. Д.) над Курилами.

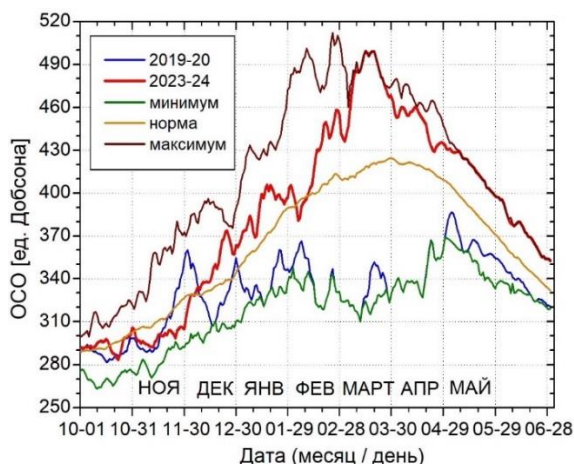


Рис. 2.14. ОСО в Арктике в области 60°-90° с.ш. с октября по июнь в зимне-весенние сезоны 2019-2020 г. и 2023-2024 г., а также значения ОСО: климатические (норма), минимальные и максимальные за период с 1978 г. по 2024 г. по данным реанализа MERRA2.

6 и с 12 по 15 августа наблюдалось понижение ОСО до 280 е. Д. (-14%) над Сахалином, Курилами и югом Камчатки. С 16 по 22 августа отмечено понижение ОСО над Хабаровским краем, Амурской областью, Забайкальским краем, Республикой Бурятия и Иркутской областью. 21 августа оно составило 270 е. Д. (-16%). Максимальные среднемесячные отклонения ОСО составили -6% или -1,0 ед. стандартного отклонения (310 е. Д.) над озером Байкал и прилегающими территориями и -6% или -1,0 ед. стандартного отклонения (300 е. Д.) над Курилами.

В течение сентября 2024 г. над территорией РФ появлялись зоны более или менее пониженного и повышенного ОСО в диапазоне $\pm 12\%$. С 20 сентября наблюдалось повышение ОСО более чем на +18% над Арктическим регионом. 26 сентября превышение составило 36% (ОСО 370 е. Д.). Максимальные среднемесячные отклонения ОСО от норм в сентябре составили -10% или -2,0 ед. стандартного отклонения (ОСО 280 е. Д.) над Европейской частью РФ и Западной Сибирью, и 10% или 2,0 ед. стандартного отклонения (ОСО 300 е. Д.) над Арктикой.

С 30 сентября по 24 октября наблюдались области пониженного ОСО над Хабаровским и Приморским краем, Сахалином, Курилами, югом Камчатки. 2 октября ОСО понизилось до 240 е. Д. (-26%). Максимальные среднемесячные отклонения ОСО от нормальных значений составили -10% или -3,0 ед. стандартного отклонения (300 е. Д.) над Курилами.

В конце октября и в начале ноября в северных районах Европейского Севера и Западной Сибири в области близкой к границе измерений наблюдалось значительное превышение ОСО над средними многолетними значениями. 2 ноября оно составило 42% (ОСО 400 е. Д.). Над остальной территорией РФ в течение месяца чередовались области умеренно пониженного и повышенного ОСО. Максимальные среднемесячные отклонения ОСО от нормальных значений (в пределах области измерений) наблюдались по границе измерений над северными районами Европейского Севера и Сибири и составили 12% - 14% (ОСО 320 - 340 е. Д.).

В течение декабря 2024 г. значительная часть территории РФ (северные районы) находилась вне зоны измерений из-за полярной ночи. В пределах области измерений наблюдались как положительные, так и отрицательные непродолжительные аномалии ОСО. В декабре максимальные среднемесячные отклонения ОСО от норм наблюдались по границе измерений над центральными районами Западной и Восточной Сибири, а также над Дальневосточным регионом и составили 6% (ОСО 320 - 440 е. Д.).

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 2024 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. Для анализа также привлекались комплексные карты состояния озонового слоя атмосферы с сайта Канадского центра исследований окружающей среды <https://exp-studies.tor.ec.gc.ca>.

Перечень станций, данные которых использованы в Обзоре, их распределение по регионам и принадлежность к определенным субъектам Российской Федерации приведены в таблице 2.10. В перечень вошли 28 станций Росгидромета и 1 станция СО РАН (Томск). Отдельно для анализа по Арктическому региону использовались данные, полученные на научно-исследовательской станции ААНИИ (мыс Баранова).

Продолжительность наблюдений ОСО на большинстве станций к настоящему времени составляет около 50 лет. Многолетние ряды демонстрируют существенные и преимущественно меридиональные различия сезонного хода ОСО на протяженной территории РФ. 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, рис. 2.15).

Таблица 2.10. Распределение по регионам и федеральным округам озониметрических станций, данные которых в 2024 г. удовлетворяли требованиям ВМО

Регион	Федеральные округа	Станции
Север Европейской части России (Север ЕЧР)	Северо-западный и Центральный	Баренцбург, Мурманск, Архангельск, Печора, Санкт-Петербург, Москва
Юг Европейской части России (Юг ЕЧР)	Центральный, Южный и Приволжский	Цимлянск, Карадаг, Самара, Воронеж
Западная Сибирь (ЗС)	Уральский и Сибирский	о-в Хейса, Ханты-Мансийск, Екатеринбург, Омск, Томск, Туруханск
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, Николаевск на Амуре

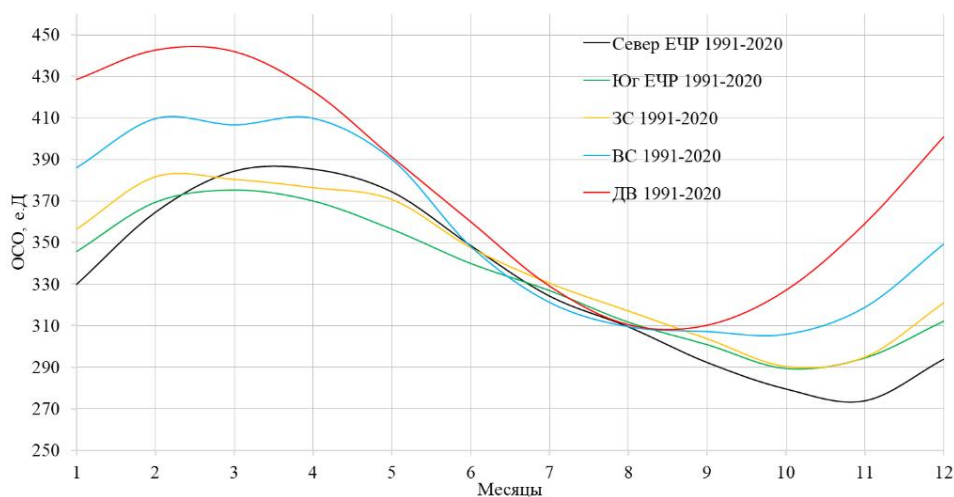


Рис. 2.15. Новые региональные нормы (1991-2020 гг.).

Многолетние вариации ОСО над территорией РФ

Среднегодовые значения отклонений ОСО над территорией РФ в целом за 1973-2024 гг. представлены на рис. 2.16.

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

- 1973-1993 гг. - значительное уменьшение ОСО (-1,5 е.Д./год);
- 1993-1999 гг. - значительный рост ОСО (более 3,0 е.Д./год);
- 1999-2012 гг. - понижение ОСО (-0,7 е.Д./год);
- 2012-2024 гг. - рост ОСО (0,45 е.Д./год);

Если объединить последние два периода в один (1999-2024 гг.), то мы видим близкий к норме, почти нейтральный, общий тренд при существенных межгодовых колебаниях.

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

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

В течение 1973-2024 гг. толщина озонового слоя ниже нормы (347 е.Д.) более чем на 2% наблюдалась в следующие годы: 1992 г. (-3,8%), 1993 г. (-5,5%), 1995 г. (-4,1%), 2008 г. (-3,5%), 2011 г. (-3,9%), 2020 г. (-2,8%).

Среднегодовые значения ОСО выше нормы наблюдалась в период 1973-1982 гг. (до +7,5%) и в следующие годы: 1984 г. (+2,9%), 1985 г. (+2,6%), 1987 г. (+4,1%), 1998 г. (+4%), 2006 г. (+2,7%), 2010 г. (+2,9%), 2018 г. (+2,6%), 2019 г. (+3%), 2024 г. (+4,4%).

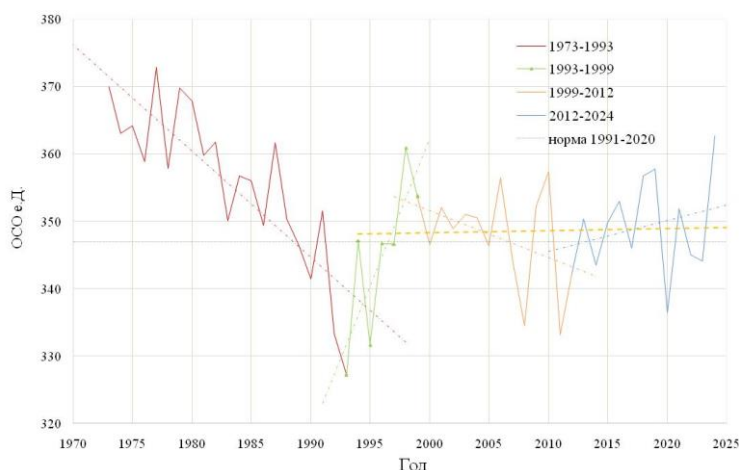


Рис. 2.16. Среднегодовые значения ОЗО над территорией РФ в период 1973-2024 гг.

В течение 50 лет наблюдений за содержанием ОЗО над РФ отчетливо проявилось чередование максимумов и минимумов среднегодовых значений ОЗО с периодом 2,4 года с «квазидвухлетней» циклическостью. Также при рассмотрении полного ряда данных, длительность которого составляет более пятидесяти лет, прослеживается связь с квазидесятилетним и квазидвадцатидвухлетним циклами.

Вариации поля ОЗО над регионами РФ в 2024 г.

Результаты расчета ежемесячных и среднегодовых значений ОЗО над регионами в 2024 г., климатические нормы и средние квадратичные отклонения для каждого региона, а также отклонения значений ОЗО от нормы (в %) приведены в таблице 2.11 и представлены на рис. 2.17.

Таблица 2.11. Общее содержание озона в различных регионах России в 2024 г., норма** и отклонения от нормы (%)

Месяцы / Регионы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Общее содержание озона в 2024 г., е.д.*													
Сев. ЕЧР	337	344	417	415	402	402	329	308	284	287	321	313	347
Юг ЕЧР	363	379	401	360	397	349	334	325	293	293	311	326	344
ЗС	349	372	435	414	409	368	342	335	300	297	308	329	355
ВС	411	424	480	447	409	374	330	314	314	328	316	348	375
ДВ	455	478	473	421	413	398	347	311	320	323	363	416	393
Отклонения ОЗО в 2024 г. от нормы, %													
Сев. ЕЧР	2	-6	8,4	7,6	7,2	15,2	1,5	-0,6	-3,0	2,6	17,0	6,6	4,9
Юг ЕЧР	5,0	2,5	6,8	-2,6	11,5	2,8	2,3	4,2	-2,4	1,4	5,5	4,4	3,4
ЗС	-2,0	-2,6	14	10,1	10,4	5,9	3,5	5,8	-1,2	2,1	4,6	2,5	4,5
ВС	7	3	18	9,0	4,8	7,5	2,7	1,5	2,3	7,2	-0,8	-0,4	5,2
ДВ	6	8	7	-1	6	10,6	5,5	0,1	3,1	-1,2	1,2	3,8	4,1
Норма, е.д. и среднеквадратические отклонения, %													
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.

Над всей территорией Российской Федерации в 2024 г. средняя за год толщина озонового слоя составила 362,7 е.д., что существенно выше новой нормы (347 е.д.). В целом отклонения в среднемесечных значениях ОЗО были выше нормы или близки к ней в течение практически всего года для всех регионов.

Наибольшие положительные среднемесечные отклонения отмечались в Восточной Сибири (+18% в марте), в Западной Сибири (+14% в марте) и на севере ЕЧР (+15,2% в июне и +17% в ноябре), а отрицательные отклонения - в феврале (-6% на севере ЕЧР).

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

В январе продолжилось традиционное для зимы накопление озона на Дальнем Востоке. В начале месяца циркумполярный вихрь, а вместе с ним и область с пониженным содержанием озона, были расположены в полярной области со смещением на Арктическую часть РФ, преимущественно на ее западный сегмент. Практически вся территория РФ (кроме ДВ) находилась вне крупномасштабной области с высоким содержанием озона, сместившейся

на Канаду и Гренландию. С середины января область высоких значений с ДВ распространилась и на Восточную Сибирь, иногда заходя на территорию Западной Сибири.

В феврале масштабная область с высокими значениями озона вновь располагалась преимущественно в западном полушарии, заходя на Дальневосточный сектор РФ. Над Севером ЕЧР и Западной Сибирью практически весь месяц находилась воздушная масса с низкими значениями ОСО.

К началу марта центр высотного арктического антициклона (образование с характерно высокими значениями ОСО) сместился в полярную область и значительно растянулся, оставив низкие значения ОСО только на Севере ЕЧР и в ЗС. К середине марта высокие значения ОСО (до 600 е.Д. в отдельные дни на некоторых арктических станциях) наблюдались практически на всей территории РФ. В такие дни превышение региональной нормы на озонметрических станциях РФ составляло до 40%.

В апреле под влиянием высотного антициклона над большей частью территории РФ находилась крупномасштабная зона с высоким содержанием озона. С середины месяца над ЕЧР и частично над западной Сибирью образовалась устойчивая зона с более низкими значениями ОСО.

В летний период поле ОСО носило традиционно сглаженный характер без контрастов и явно выраженных аномалий. Нетипичным стало высокое содержание озона (относительно ожидаемого) в июне над ЕЧР и ДВ.

В ноябре начинается традиционное накопление озона на Дальнем Востоке. Формируется циркумполярный вихрь (с низким содержанием озона). Значения ОСО близки к норме за исключением севера ЕЧР, где наблюдаются более высокие, чем обычно в данный период, значения ОСО.

В декабре на озоновый слой над западной частью РФ значительное влияние оказывал циркумполярный вихрь, расположенный над Атлантикой.

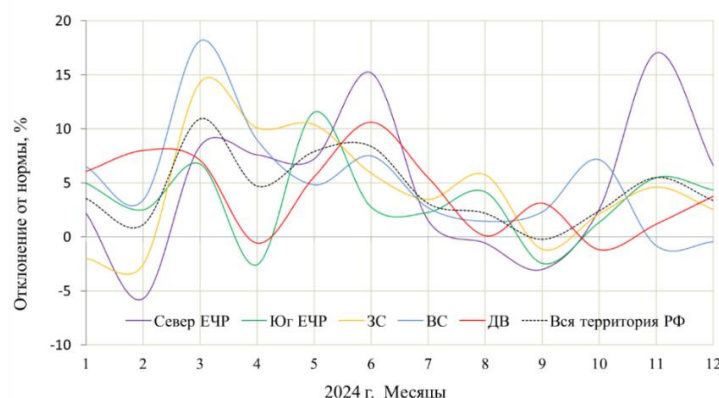


Рис. 2.17. Отклонения среднемесячных значений ОСО от норм по регионам РФ в 2024 г. (Север ЕЧР - Север Европейской части России, Юг ЕЧР - Юг Европейской части России, ЗС - Западная Сибирь, ВС - Восточная Сибирь, ДВ - Дальний Восток)

На Севере ЕЧР среднегодовой уровень ОСО в 2024 г. был существенно выше нормы (+4,9%). Наиболее значимое отрицательное отклонение наблюдалось в феврале (-6%) и это максимальное отрицательное отклонение по регионам в 2024 г. Максимальные положительные отклонения наблюдались в июне (+15,2%), что не типично, и в ноябре (+17%). Отклонения от региональных норм в ежедневных значениях по станциям были более значительны. В марте они доходили до +40%

На Юге ЕЧР среднегодовой уровень ОСО в 2024 г. был выше нормы (+3,4%). Отрицательные значения отклонений наблюдались только в апреле (-2,6%) и сентябре (-2,4%). Значимые позитивные отклонения наблюдались в марте (+6,8%), мае (+11,5%) и ноябре (+5,5%).

Над Западной Сибирью среднегодовой уровень ОСО в 2024 г. был выше нормы (+4,5%). Отрицательное отклонение от нормы наблюдалось в январе (-2%), феврале (-2,6%) и сентябре (-1,2%), что близко к норме. В остальные месяцы отклонения были положительными. Максимальные отклонения от нормы наблюдались в марте (+14%), апреле (+10,1%) и мае (+10,4%).

Над Восточной Сибирью среднее за год содержание озона составило 375 е.Д., что значительно выше нормы (+5,2%). Особенностью 2024 г. стало высокое содержание озона в марте (+18%). В конце года отклонение было отрицательным, но близким к норме.

На Дальнем Востоке поле ОСО в течение года также характеризовалось преимущественно положительными отклонениями. Отрицательные отклонения только в апреле и октябре, и они не значительны.

Среднее по региону за год значение ОСО составило 393 е.Д., что ощутимо выше региональной нормы (+4,1%). В конце ноября начинает формироваться область накопления озона. К концу года ситуация была близка к норме.

Поле ОСО и особенности циркуляции 2024 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.

Распределение ОСО над территорией РФ и его вариации в 2024 г. во многом определялись расположением высотных барических образований. Арктический антициклон оказывал существенное влияние на поле ОСО в течение весеннего сезона, благодаря чему и были обеспечены столь высокие значения озона. Весной и в последние месяцы года играл свою роль и циркумполярный вихрь, благодаря расположению которого повторялись ситуации с возникновением резко выраженного зонального распределения ОСО, когда западная часть оказывалась под влиянием одной воздушной массы, а восточная - другой.

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

Оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха выполнена по данным сети станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ). В 2024 г. наблюдения за фоновым загрязнением атмосферного воздуха тяжелыми металлами проводились на трех СКФМ, обеспечивая необходимый объем информации только для характеристики регионального фонового загрязнения атмосферы в Центральных районах Европейской части России (ЕЧР). Концентрации диоксида серы и азота, помимо станций, расположенных на ЕЧР, определялись на новой СКФМ Мариинск, расположенной на среднем Урале.

Анализ загрязнения атмосферного воздуха подготовлен с использованием осредненных значений концентраций измеряемых на СКФМ веществ, рассчитанных из рядов годового цикла наблюдений с января по декабрь 2024 г. На графиках показаны среднегодовые значения медианы.

Тяжелые металлы. В 2024 г. в воздухе фоновых районов ЕЧР среднегодовые концентрации свинца составили 2,3-4,6 нг/м³, значимых изменений его содержания в атмосфере фоновых территорий по сравнению с предыдущими годами не произошло, при отмечающемся в последние годы снижении среднегодовых значений (рис. 2.18).

Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕЧР сохранились на уровне, наблюдавшемся в последние годы, и в 2024 г. не превышали 0,12 нг/м³ (табл. 2.12).

Междусуточные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе довольно значительны в течение года, в отдельные дни содержание в воздухе свинца и кадмия составляло существенно выше среднегодовых значений, максимальные среднесуточные концентрации - до 77 нг/м³ для свинца (в Приокско-Тerrasном БЗ) и 8,8 нг/м³ для кадмия (в Воронежском 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 проводится только в центральном районе ЕЧР, составило 1,68 нг/м³. В отдельные дни содержание достигало 9,4 нг/м³ (табл. 2.12).

Взвешенные вещества. В 2024 г. среднегодовые концентрации пыли в воздухе на ЕЧР изменялись в пределах 22-44 мкг/м³, что соответствует уровню значений последних 10 лет (табл. 2.12, рис. 2.18). Сезонные изменения содержания взвешенных веществ в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в теплый период, что обусловлено влиянием природных факторов.

Диоксид серы. В 2024 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на станциях ЕЧР сохранились на низком уровне - около 0,17-0,20 мкг/м³ (рис. 2.19). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы, увеличиваясь в отдельные сутки до 1,9 мкг/м³ в центре ЕЧР и 3,4 мкг/м³ на среднем Урале (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 2024 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на ЕЧР сохранились на уровне прошлых лет, изменяясь от 3,79 до 5,1 мкг/м³. На среднем Урале концентрации диоксида азота были существенно выше: средние - 7,4 мкг/м³, максимум - 75,9 мкг/м³ (рис. 2.19). Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный период наблюдаются максимальные значения и повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций (табл. 2.12).

Сульфаты. В 2024 г. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕЧР составили около 0,8 мкг/м³, при этом значения меньше 3 мкг/м³ были зарегистрированы в 95% измерений (рис. 2.19). 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 2024 г. (числитель - среднегодовое значение медианы, знаменатель - интервал изменений суточных концентраций)

Загрязняющие вещества	Приокско-Тerrasный БЗ	Воронежский БЗ	Мариинск
Pb, нг/м³	<u>4,58</u> 0,20-76,6	<u>2,30</u> 0,10-10,00	
Cd, нг/м³	<u>0,11</u> 0,01-6,75	<u>0,12</u> 0,003-8,80	
Hg, нг/м³	<u>1,68</u> 0,01-9,40		
SO₂, мкг/м³	<u>0,17</u> 0,01-1,92	<u>0,20</u> 0,02-1,41	<u>0,10</u> 0,01-3,40
NO₂, мкг/м³	<u>5,12</u> 0,78 -34,40	<u>3,79</u> 1.11-12,92	<u>7,4</u> 1,00-75,9
Сульфаты, мкг/м³	<u>0,80</u> 0,01-17,8		
Взвешенные вещества, мкг/м³	<u>44,0</u> 3,00-294,0	<u>24,0</u> 9,0-32,0	

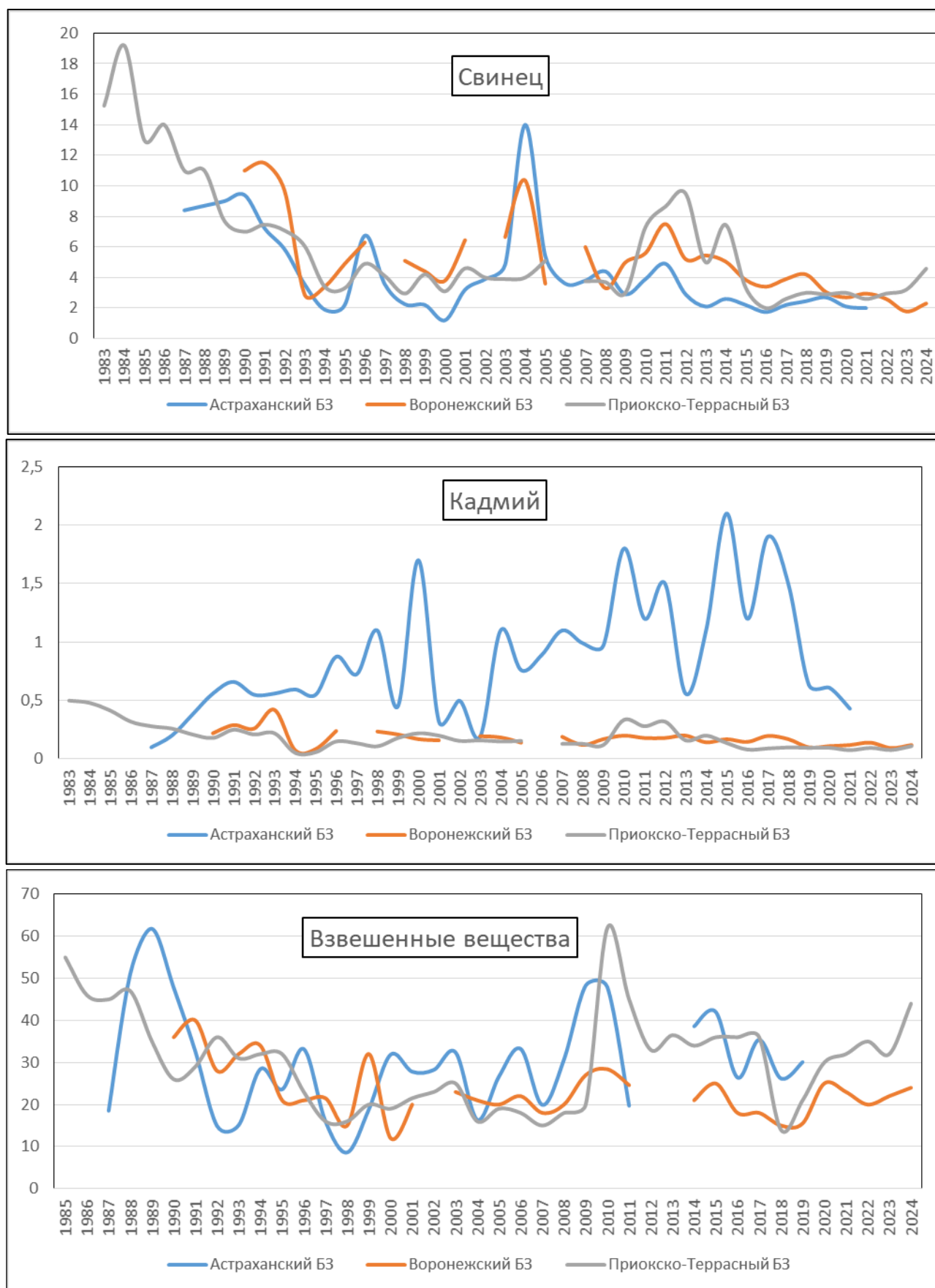


Рис. 2.18. Изменение среднегодового содержания свинца, кадмия ($\text{нг}/\text{м}^3$), взвешенных веществ ($\text{мкг}/\text{м}^3$) в атмосферном воздухе фоновых районов

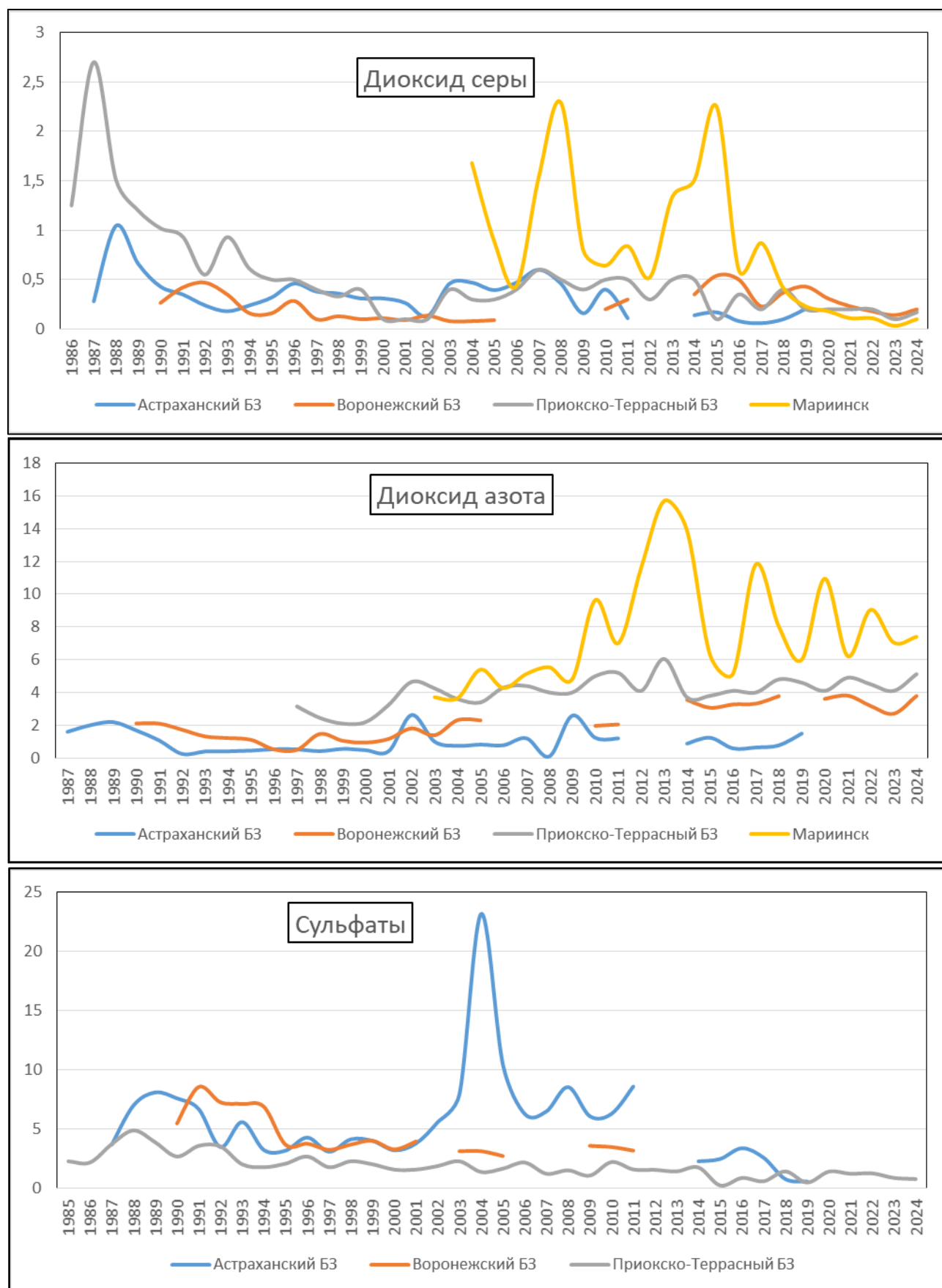


Рис. 2.19. Изменение фонового содержания диоксида серы, сульфатов и диоксида азота в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м³)

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

В систему Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО входят 10 станций, распределенных по двум зонам: Европейская часть России (ЕЧР) - Усть-Вымь, Приокско-Террасный биосферный заповедник (БЗ), Воронежский БЗ, Шаджатмаз.

Азиатская часть России (АЧР) - Туруханск, Хужир, Памятная, Тикси, Сихоте-Алинский БЗ. В соответствии с рекомендациями ВМО на большинстве станций отбирались недельные пробы осадков, на станциях Хужир и Тикси - месячные пробы.

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

Основные характеристики химического состава осадков фоновых станций в 2024 г., а также за период 2020-2024 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, 2024 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	1,35	0,50	0,84	3,01	0,42	0,37	0,27	1,06	0,10	7,9	6,04	14,8
Приокско-Террасный БЗ	0,74	0,43	0,73	0,38	0,20	0,16	0,12	0,34	0,06	3,2	5,45	9,9
Воронежский БЗ	1,59	0,96	1,11	2,62	0,37	0,57	0,59	0,97	0,12	8,9	5,73	24,4
Шаджатмаз	1,32	0,93	1,58	3,71	0,83	0,65	0,51	1,28	0,83	11,6	6,25	20,5
АЧР												
Памятное	1,51	0,86	1,41	1,60	0,46	0,44	0,50	0,55	0,17	7,5	5,93	19,5
Туруханск	2,44	1,25	0,53	6,17	0,24	0,79	0,41	1,89	0,53	14,2	6,12	29,0
Хужир	1,12	0,72	1,01	0,62	0,10	0,15	0,13	0,70	0,22	4,8	5,92	18,6
Тикси	2,41	1,61	0,30	7,95	0,77	2,32	1,08	0,45	0,24	17,1	5,93	23,8
Сихоте-Алинский БЗ	2,10	1,65	0,26	1,25	0,62	0,96	0,81	0,30	0,07	8,1	5,62	14,0

В 2024 г. средневзвешенные значения минерализации осадков фоновых станций в целом по Российской Федерации варьировали в пределах от 3,2 мг/л в Приокско-Террасном БЗ до 17,1 мг/л в Тикси. В целом, как и ранее, минерализация осадков была выше на АЧР, по сравнению с ЕЧР.

Минерализация осадков на ЕЧР в 2024 г. по сравнению с 2023 г. не изменилась в атмосферных осадках станций Приокско-Террасный и Воронежский БЗ и увеличилась в осадках станций Усть - Вымь и Шаджатмаз на 35,5 и 10 % соответственно.

На АЧР минерализация в 2024 г. снизилась в атмосферных осадках Памятное и Тикси на 59 и 68 % соответственно, а в Туруханске наоборот увеличилась практически в 2 раза.

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

Таблица 2.14. Средневзвешенные концентрации ионов и величины pH и удельной электропроводности (k) осадков станций фонового мониторинга, 2020-2024 гг.

Станция	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	M	pH.	k,
	мг/л											мкСм/см
	ЕЧР											
Усть-Вымь	1,23	0,55	0,89	2,71	0,48	0,72	0,28	0,76	0,09	7,74	6,02	14,52
Приокско-Террасный БЗ	0,94	0,48	0,98	0,36	0,24	0,19	0,14	0,44	0,08	3,87	5,46	10,38
Воронежский БЗ	1,97	1,08	1,56	2,23	0,52	0,67	0,53	0,98	0,13	9,70	5,73	21,48
Шаджатмаз	1,97	0,81	1,45	4,55	0,74	0,71	0,39	1,50	0,34	12,49	6,30	21,47
АЧР												
Памятное	2,03	1,19	1,52	2,65	0,69	0,76	0,66	0,83	0,20	10,57	6,02	26,15
Туруханск	2,44	1,25	0,53	6,17	0,24	0,79	0,41	1,89	0,53	14,24	6,12	29
Хужир	1,12	0,72	1,01	0,62	0,10	0,15	0,13	0,70	0,22	4,77	5,92	18,6
Сихотэ-Алинский БЗ (Терней)	1,84	1,15	0,63	0,52	0,40	0,61	0,39	0,40	0,10	6,06	5,44	16,50
Тикси	2,88	5,55	0,28	3,85	0,42	3,56	0,66	0,57	0,40	19,39	6,67	29,43

В 2024 г. концентрация гидрокарбонатов в осадках Шаджатмаза снизилась еще на 5%. Минимальное содержание гидрокарбонатов по-прежнему характерно для осадков Приокско-Тerrasного БЗ. В целом за период 2020-2024 гг. на станциях ЕЧР содержание гидрокарбонатов в осадках находилось в интервале 0,27 - 4,24 мг/л (рис. 2.20 а).

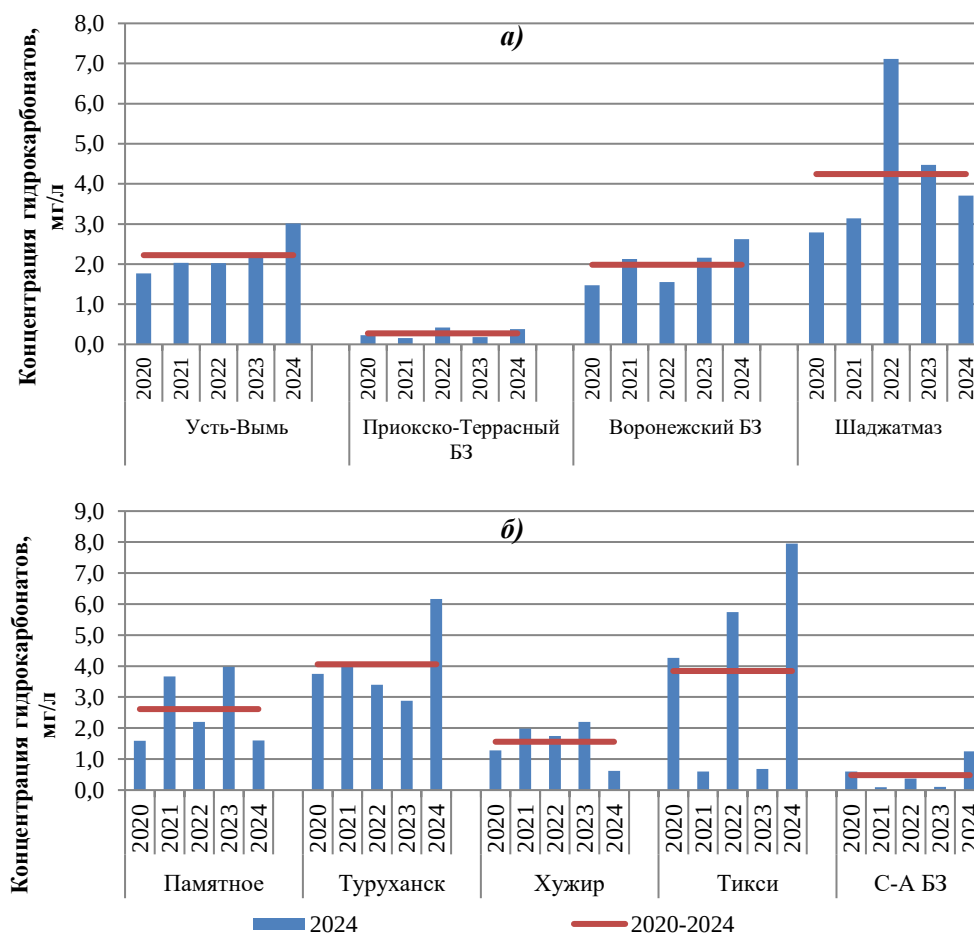


Рис. 2.20. Изменение средневзвешенной концентрации гидрокарбонатов в осадках фоновых станций ЕЧР (а) и АЧР (б), 2020–2024 гг.

На АЧР высокое содержание гидрокарбонатов в атмосферных осадках характерно для Тикси, Туруханска и Памятного, и в 2024 г. диапазон колебания составил 0,62 - 7,95 мг/л (рис. 2.20 б).

Пространственная неоднородность или пространственная физико-географическая дифференциация, сульфатов проявляется повышенным их содержанием в осадках АЧР по сравнению с осадками ЕЧР. В 2024 г. диапазон концентрации сульфатов в осадках ЕЧР изменялся от 0,78 мг/л (Приокско-Тerrasный БЗ) до 1,90 мг/л (Воронежский БЗ), составив в среднем 1,46 мг/л. На АЧР минимальное содержание сульфатов по-прежнему наблюдалось в осадках Хужира (1,07 мг/л), максимальное - в осадках Тикси (2,88 мг/л), а среднее значение составило 1,46 мг/л.

В 2024 г. на ЕЧР на 19,3 % в сравнении со средним значением за 2020 - 2024 г увеличилась концентрация сульфатов в осадках Усть-Выми, практически не изменилась в Приокско-Тerrasном БЗ и снизилась в осадках Шаджатмаза и Воронежского БЗ на 25 и 16 % соответственно. (рис. 2.21 а).

Более высокие содержания сульфатов в осадках по-прежнему характерны для Воронежского БЗ. В целом за 5-летний период средневзвешенная концентрация сульфатов в осадках на ЕЧР в среднем составила 1,38 мг/л.

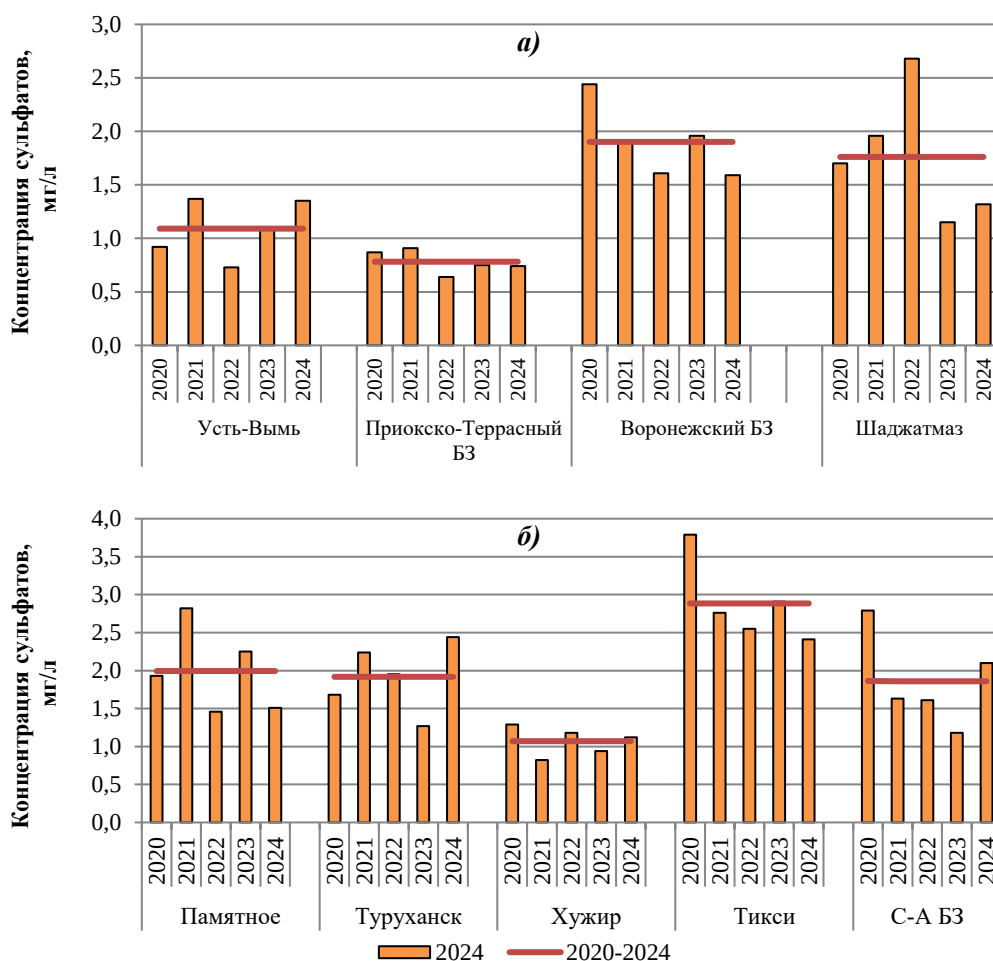


Рис. 2.21. Изменение средневзвешенной концентрации сульфатов в осадках фоновых станций ЕЧР(а) и АЧР (б), 2020–2024 гг.

Средневзвешенная концентрация сульфатов в осадках АЧР в 2020-2024 гг. для всех станций не превышала 3,0 мг/л (рис. 2.21 б). В химическом составе осадков Памятного и Туруханска в период 2022-2024 гг. наблюдались значительные колебания концентрации сульфатов от 1,5 до 2,4 мг/л.

Пространственная неоднородность хлоридов также проявляется повышенным их содержанием в осадках АЧР по сравнению с осадками ЕЧР (рис. 2.22).

В 2024 г. диапазон изменения концентрации хлоридов в осадках ЕЧР составил 0,50- 0,90 мг/л, на АЧР - 1,07 - 2,88 мг/л.

На ЕЧР в 2024 г. содержание хлоридов в атмосферных осадках на большинстве фоновых станциях, приблизилось к среднему значению за период. На станции Шаджатмаз отмечается повышение концентрации хлоридов на 22,6% в сравнении с 2023 г. и средним значением за 5 лет.

Для прибрежной станции Тикси из-за вклада морской составляющей характерны максимальные концентрации хлоридов и наибольшие их временные колебания. В 2023 г. в осадках Тикси концентрация хлоридов увеличилась практически в 2 раза в сравнении со средним значением за 5 лет, а в 2024 г. снизилась в 10 раз.

Диапазон изменения нитратов в осадках в 2024 г. составил от 0,82 до 1,40 мг/л на ЕЧР и от 0,28 до 1,46 мг/л на АЧР. В 2024 г. максимальные концентрации нитратов по-прежнему наблюдались на ЕЧР в осадках Воронежского БЗ и Шаджатмаза и на АЧР на станции Памятная. В 2024 г. концентрации нитратов в осадках Воронежского БЗ практически не изменились в сравнении с 2023 г. (рис. 2.23 а). В целом средние за 5-летний период средневзвешенные концентрации нитратов в осадках ЕЧР не превышали 1,8 мг/л и находились в интервале от 0,7 до 1,7 мг/л.

В 2024 г. на АЧР средневзвешенные значения концентрации нитратов в сравнении с 2023 г. практически не изменились в осадках Туруханска, Хужира и Сихоте-Алинского БЗ. Более высокие концентрации нитратов на АЧР определены в атмосферных осадках Памятное и в период 2023-2024 г - в осадках станции Хужир (рис. 2.23 б). Доля нитратов в осадках Хужира в 2024 г. практически не изменилась в сравнении с 2023 г. и увеличилась на 33,7% от среднего за период. Наименьшие колебания концентрации нитратов в осадках АЧР по-прежнему характерны для Туруханска и среднее значение за 2020-2024 гг. не превышало 0,60 мг/л.

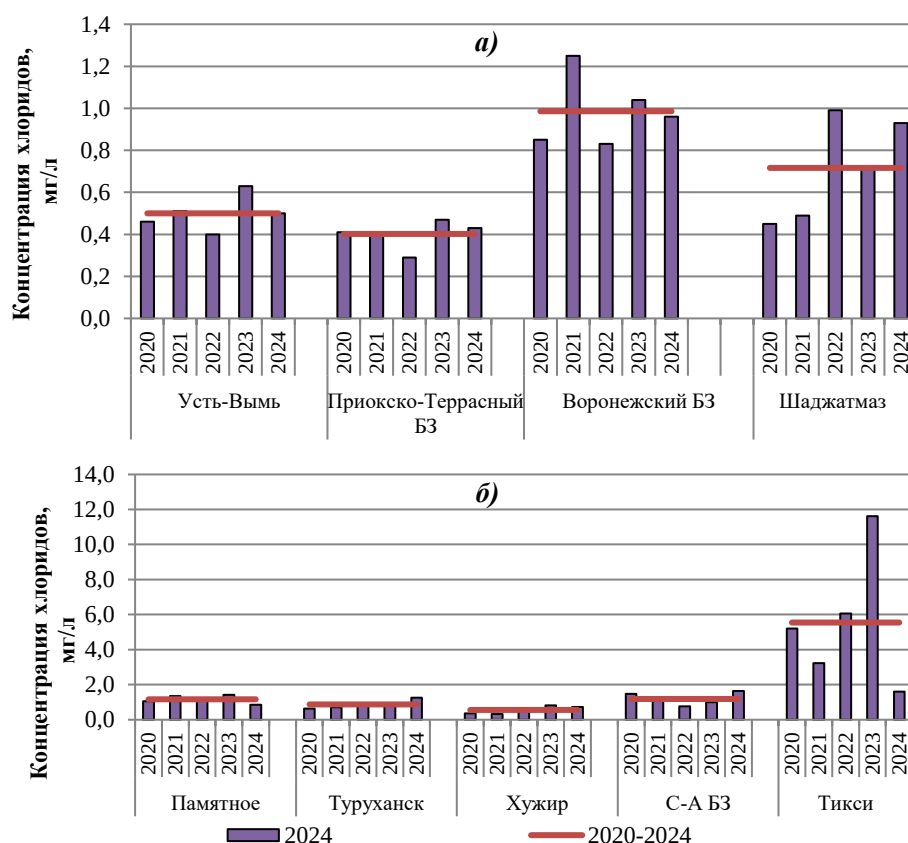


Рис. 2.22. Изменение средневзвешенной концентрации хлоридов в осадках фоновых станций ЕЧР (а) и АЧР (б), 2020–2024 гг.

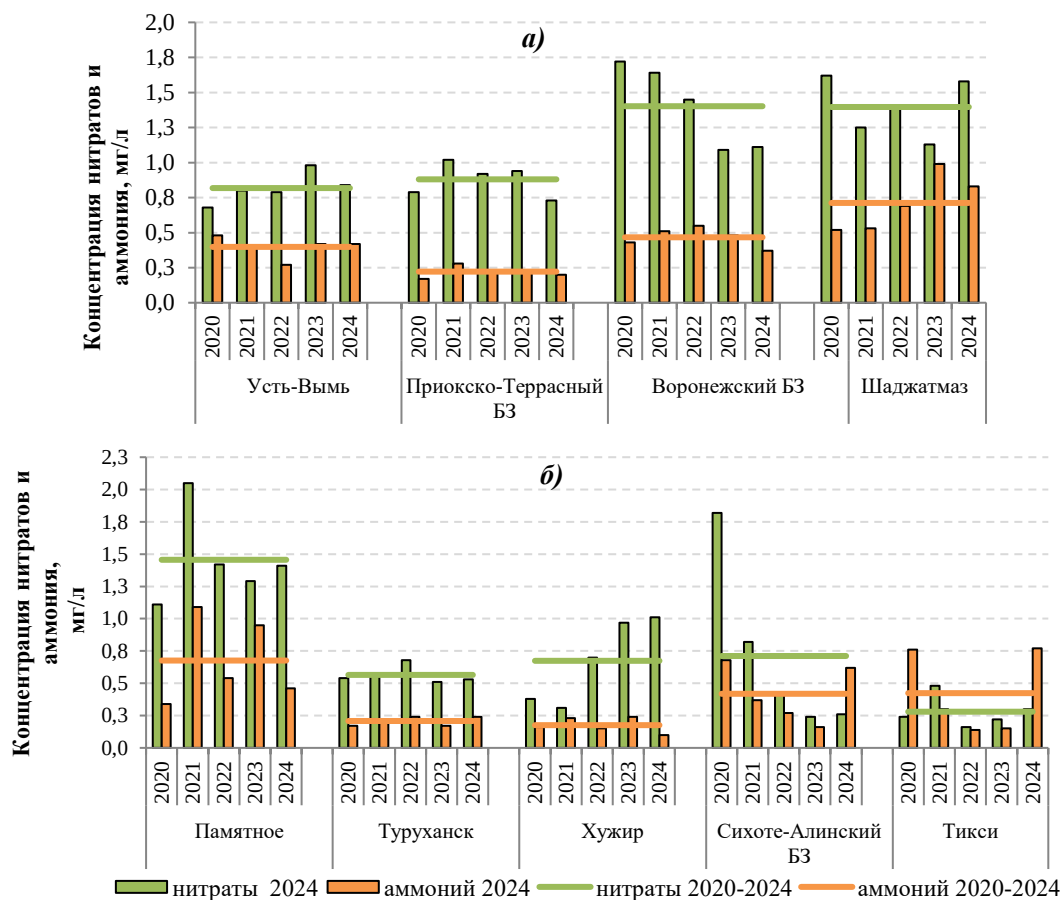


Рис. 2.23. Изменение концентрации нитратов и аммония в осадках фоновых станций ЕЧР (а) и АЧР (б), 2020–2024 гг.

Концентрация аммония в осадках фоновых станций в 2024 г. на ЕЧР изменялась от 0,20 мг/л в Приокско-Террасном БЗ до 0,83 мг/л - в Шаджатмазе и на АЧР от 0,10 мг/л в Хужире до 0,77 мг/л в осадках станции Тикси. Низкие содержания аммония в 2024 г, как и за пятилетний период были характерны для осадков Приокско-Террасного, а также Туруханска и Хужира, составив в среднем 0,20 мг/л (рис. 46).

Из катионов в осадках ЕЧР и АЧР, за исключением Тикси, преобладал преимущественно кальций, максимальные концентрации которого характерны для Шаджатмаза и Туруханска и в 2024 г. составили соответственно 1,3 и 1,9 мг/л. В осадках Тикси содержание натрия в 2024 г снизилось на 53 % по сравнению с периодом 2020 - 2024 гг. и составило 2,32 мг/л, что по-прежнему выше по сравнению с остальными фоновыми станциями из-за географических особенностей расположения станции.

Пространственное распределение среднесуточного значения pH носит зональный характер: кислотность осадков, уменьшаясь с севера на юг и с запада на восток, следует примерно за расположением географических зон. В 2024 г. средневзвешенные значения pH осадков фоновых станций были близки или выше равновесного значения (5,6). В 2024 г. по сравнению с 2023 г. практически на всей территории РФ кислотность осадков фоновых станций, выраженная средневзвешенным значением pH, или снизилась в пределах 0,1-0,4 ед. pH, или сохранилась практически неизменной. Изменения pH осадков связаны, в основном, с изменением концентрации гидрокарбонатов и/или сульфатов в осадках.

В 2024 г. максимальная кислотность осадков (pH_{мин}) на ЕЧР наблюдалась в недельных пробах осадков Приокско-Террасного БЗ - 4,77, Воронежского БЗ - 4,63. На станции Шаджатмаз минимальное значение pH недельных проб осадков в 2024 г. составило 5,40 ед. pH, а диапазон изменения pH в целом на ЕЧР в 2024 г. варьировал в пределах 4,63-6,75 ед. pH.

Интервал изменения кислотности недельных проб осадков на АЧР колебался от 5,38 до 7,45 ед. pH (Туруханск). В осадках Хужира по данным месячных измерений показатель pH осадков изменялся от 5,21 до 6,78 ед. pH.

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

Величина суммарных влажных выпадений (P) загрязняющих компонентов на большинстве фоновых станций в значительной степени определяется суммой осадков (рис. 2.24).

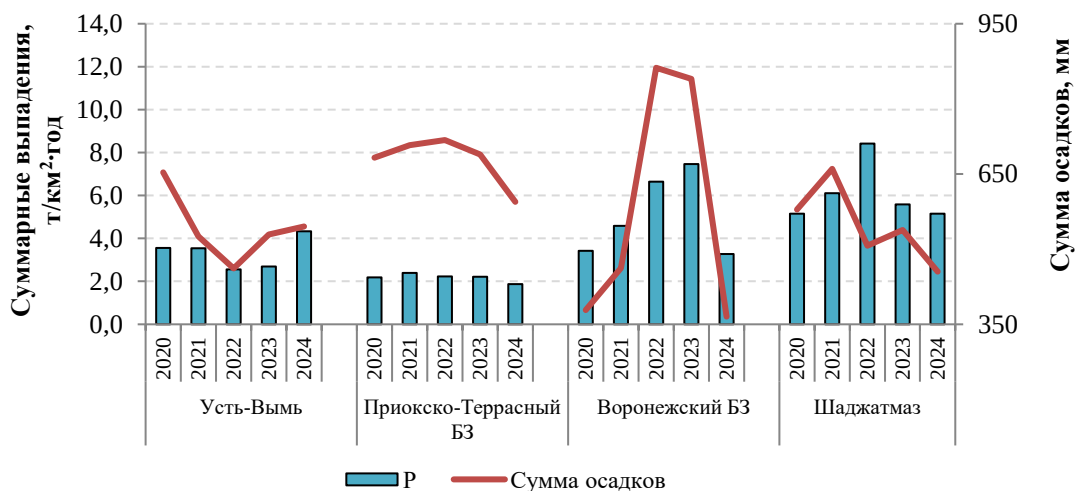


Рис. 2.24. Суммарные влажные выпадения на ЕЧР, 2020–2024 гг.

Влажные выпадения веществ всегда более высокие на станциях с большим количеством осадков. Так, на ЕЧР в 2024 г. максимальные суммарные выпадения 5,16 т/км² в Шаджатмазе при сумме осадков 455,3 мм, а на АЧР - в Туруханске 12,2 т/км² при сумме выпавших за год осадков 857,9 мм. В 2024 г. на большинстве станций ЕЧР отмечается снижение годовой суммы осадков. Наибольшее снижение на 57,5 % наблюдалось в Воронежском БЗ, что отразилось на величине влажных выпадений, которые снизились в 2,3 раза до 3,27 т/км²-год. С 2022 г. наблюдалось направленное снижение суммы осадков в Шаджатмазе, что, в свою очередь, повлияло на сумму влажных выпадений. На станции Усть-Вымь годовое значение суммы осадков наоборот с 2022 г. постепенно увеличивается и в 2024 г. составило 545,0 мм, что сказалось на величине влажных выпадений, которые соответственно увеличились на 37,8 % до 4,32 т/км²-год.

В 2024 г. на территории АЧР на всех станциях кроме Тикси сумма осадков увеличилась на 13% в Туруханске и в 2,4 раза - в Сихоте-Алинском БЗ, что вызвало рост влажных выпадений на 50% в Туруханске и более чем в 5 раз в Сихоте-Алинском БЗ. На станциях Памятное влажные выпадения снизились несмотря на повышение суммы осадков, а на станции Хужир уровень влажных выпадений практически не превышал 1,2 т/км²-год (рис. 2.25).

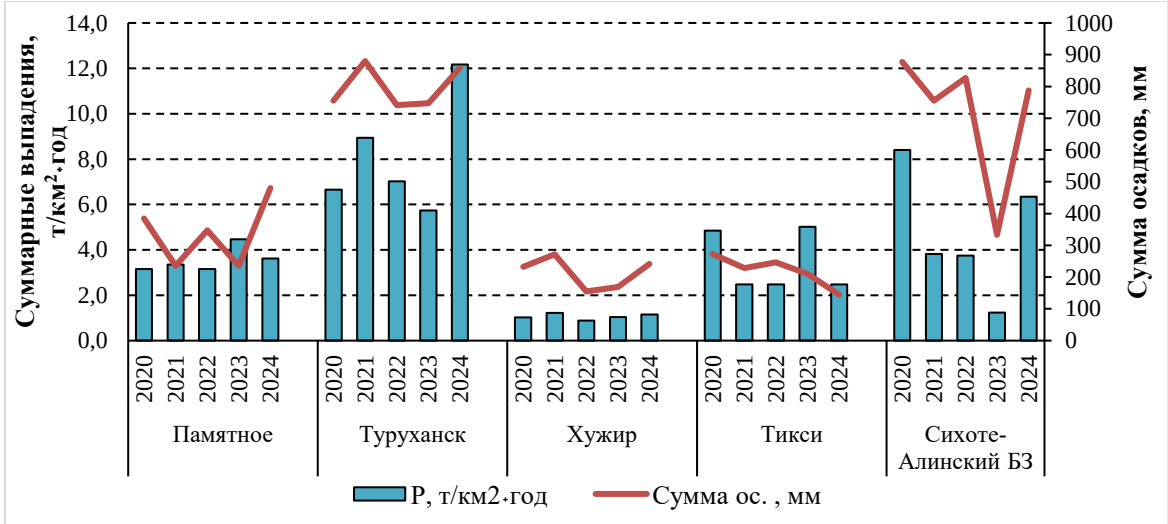


Рис. 2.25. Суммарные влажные выпадения на АЧР, 2020–2024 гг.

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 2024 г. представлены в таблице 2.15.

Таблица 2.15. Выпадение серы, азота и суммы ионов (Р) с осадками, 2024 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	545,0	0,25	0,10	0,18	0,28	4,34	1,80	0,90
Приокско-Террасный БЗ	594,5	0,15	0,10	0,09	0,19	1,88	0,90	0,79
Воронежский БЗ	365,4	0,19	0,09	0,11	0,20	3,27	1,22	0,95
Шаджатмаз	455,3	0,20	0,16	0,29	0,45	5,16	1,81	0,4
АЧР								
Памятное	480,2	0,24	0,15	0,14	0,33	3,62	1,10	0,73
Туруханск	857,9	0,70	0,10	0,16	0,26	12,17	1,60	2,70
Хужир	241,5	0,09	0,06	0,02	0,08	1,15	0,33	1,13
Сихотэ-Алинский БЗ (Терней)*	787,7	0,55	0,05	0,38	0,43	6,34	7,60	1,3
Тикси	144,5	0,12	0,01	0,09	0,10	2,48	9,00	1,20

Выпадения серы сульфатной в 2024 г. были несколько выше на АЧР, чем на ЕЧР, что связано с большим количеством выпадающих осадков в Туруханске и Сихоте-Алинском БЗ, и колебались от 0,09 до 0,70 т/км²·год, а на ЕЧР варьировали в пределах от 0,15 до 0,25 т/км²·год. Более низкие значения интенсивности выпадения серы с осадками на ЕЧР по-прежнему характерны для Приокско-Террасного БЗ, Воронежского БЗ и Шаджатмаза и в 2024 г составили в среднем 0,20 т/км² год (рис. 2.26).

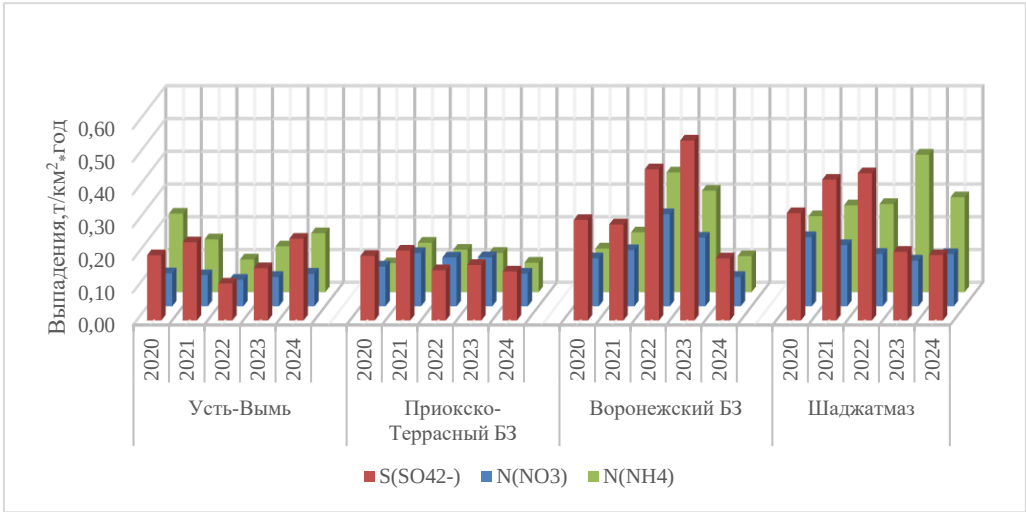


Рис. 2.26. Выпадения серы (S), азота нитратного (N(NO₃)) и азота аммонийного (N(NH₄)) с атмосферными осадками на станциях ЕЧР в период с 2020 по 2024 гг.

Для большинства фоновых станций ЕЧР характерно преобладание интенсивности выпадений суммарного азота над выпадениями серы и выпадений азота аммонийного над нитратным. В 2024 г. интенсивность потоков соединений азота от суммарной величины выпадений составляла от 6 % (в Усть-Выми) до 10% (в Приокско-Террасном БЗ)

Для АЧР характерна обратная картина - на большинстве станций интенсивность выпадений серы превышает интенсивность выпадений соединений азота. Исключение составляет станция Памятное, где интенсивность выпадений суммарного азота на 27 % превышает выпадения серы, что в долгосрочном варианте создает предпосылки для закисления территории и низкоминерализованных вод с атмосферным питанием.

На АЧР минимальные выпадения серы, по-прежнему, характерны для станции Хужир, что объясняется низким содержанием сульфатов и малым количеством выпадающих здесь осадков (рис. 2.27).

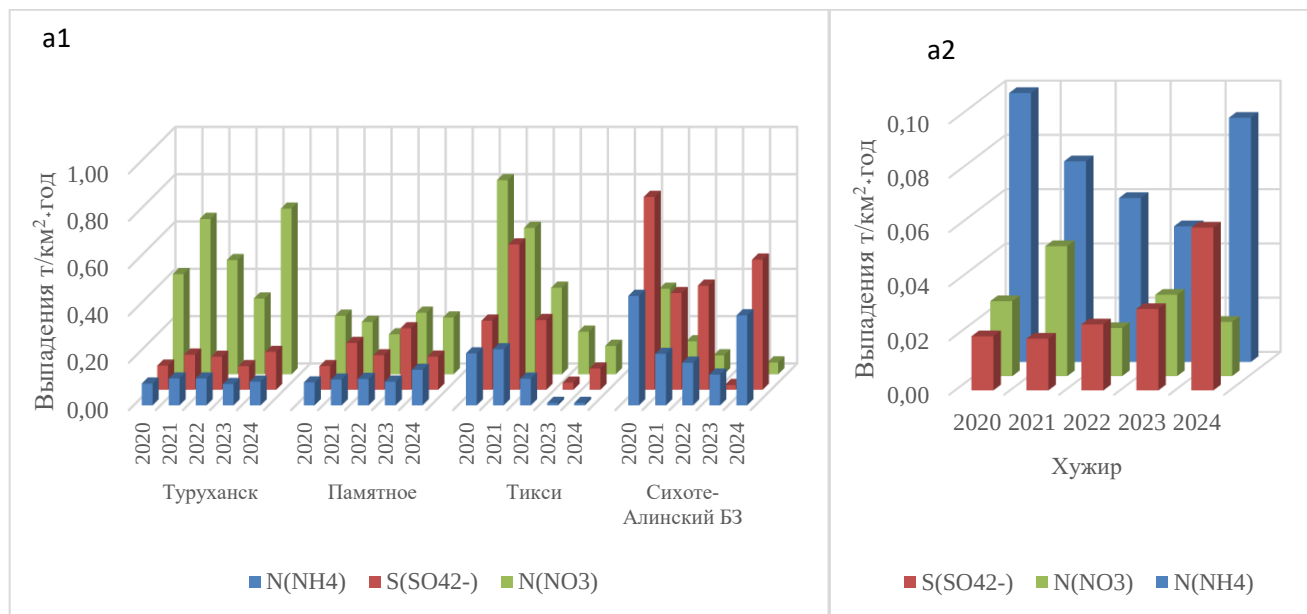


Рис. 2.27. Выпадения серы (S), азота нитратного (N(NO₃)) и азота аммонийного (N(NH₄)) с атмосферными осадками на станциях АЧР в период с 2020 по 2024 гг.

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 2024 г. представлены в табл. 2.16, а средние величины за последнее пятилетие (2020-2024 гг.) в табл. 2.17.

В 2024 г. минерализация изменялась от 11,0 мг/л в СЗФО до 31 мг/л в ЦФО (рис. 2.28). Сравнение данных, полученных в 2024 г., со средними значениями за 2020-2024 гг. показало, что на ЕЧР минерализация снизилась практически во всех федеральных округах кроме СЗФО: от 5,1 % в ЦФО до 27% в ПФО и в среднем снижение по ЕЧР составило 11,7%. Наибольшее снижение минерализации на 27% наблюдалось в ПФО. Суммарное содержание компонентов в СЗФО в 2024 г. по сравнению с периодом 2020-2024 гг. увеличилось в среднем по округу на 8,5%. Сумма осадков выросла на 5,4% в ПФО и снизилась на 44,5% в ЮФО (снижение суммы осадков в ЮФО связано с прекращением наблюдений за ХСО в 2023 г в Кавказском БЗ).

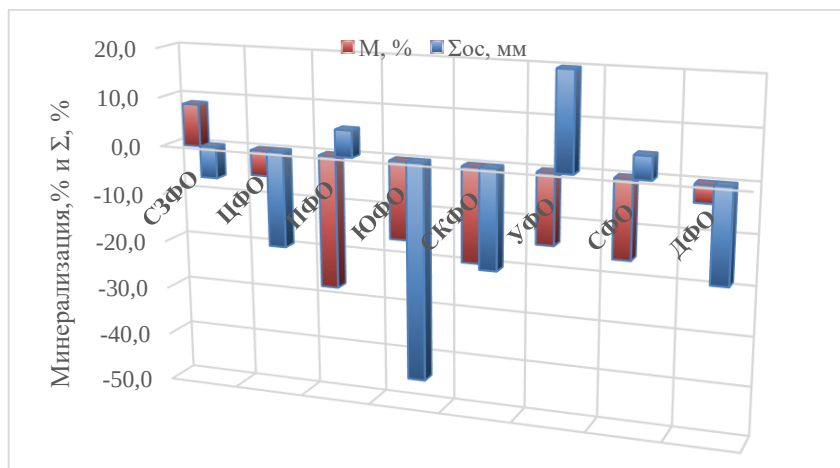


Рис. 2.28. Динамика изменений минерализации и годовой суммы осадков в 2024 г.

Необходимо отметить, что минерализация осадков, в случае отсутствия локальных источников загрязнения, находится в прямой зависимости от суммы осадков, чем выше сумма осадков, тем ниже минерализация. И наоборот, снижение суммы осадков способствует росту минерализации. В СЗФО годовая сумма осадков снизилась на 6,4%, минерализация увеличилась до 8,5%. В среднем на 20% увеличилась сумма осадков в УФО, а минерализация снизилась на 14% от средней за период 2020-2024 гг. (рис. 2.28).

Сравнение полученных результатов, приведенных в таблицах 2.16 и 2.17, показало, что содержание большинства компонентов в осадках за 5-ти летний период в сравнении с 2024 г. изменилось в среднем на 10 - 15% в большинстве округов.

Таблица 2.16. Средневзвешенные концентрации ионов в осадках по федеральным округам, 2024 г.

ФО	Кол-во стан-ций	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	29	1,7	1,4	1,3	3,3	0,3	1,1	0,5	1,1	0,2	10,9	5,9	6,6	4,7	22,0
ЦФО	24	3,7	1,8	2,2	15,4	0,5	1,2	1,0	3,6	1,6	31,0	6,3	7,0	5,5	56,1
ПФО	20	3,4	1,4	2,6	8,5	0,7	1,3	0,5	2,3	0,8	21,6	6,2	6,8	5,4	41,1
ЮФО	5	2,8	2,1	1,9	3,0	0,4	1,3	0,4	1,6	0,3	13,8	5,0	6,7	5,3	37,8
СКФО	1	1,3	0,9	1,6	3,7	0,8	0,7	0,5	1,3	0,8	11,6	6,3	6,3	6,3	20,5
УФО	6	2,6	1,0	2,1	4,9	0,3	0,8	0,4	2,0	0,4	14,4	6,1	6,5	5,6	32,5
СФО	31	4,4	1,8	1,4	5,5	0,4	1,1	0,6	2,8	0,4	18,5	6,1	7,0	5,5	39,7
ДФО	31	3,3	1,9	1,0	4,3	0,6	1,1	0,8	1,6	0,3	15,0	6,0	7,0	4,8	37,9

По-прежнему гидрокарбонаты и сульфаты доминируют практически повсеместно, и сульфаты преобладают над нитратами практически во всех округах, кроме СКФО. Пространственная неоднородность сульфатов проявляется повышенным их содержанием в осадках отдельных округов. Более высокие значения по-прежнему наблюдаются в ЦФО, ПФО, СФО и ДФО.

В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом концентрация сульфатов в осадках снизилась приблизительно на 10%, что обусловлено, в основном, более низким их содержанием в осадках большинства округов. По-прежнему более высокие концентрации сульфатов (на 14% больше в сравнении с 2023 г.) определялись в осадках СФО.

Таблица 2.17. Средневзвешенные концентрации ионов в осадках по федеральным округам в период 2020-2024 гг.

ФО	Кол-во стан-ций	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	М	pH			k
		мг / л										среднее	макс	мин	мкСм / см
СЗФО	29	1,4	1,6	1,3	2,6	0,3	1,1	0,5	0,9	0,2	10,1	5,9	6,9	4,7	20,5
ЦФО	24	3,5	1,8	2,2	16,4	0,6	1,3	1,0	3,9	1,7	32,3	6,3	7,0	5,3	54,8
ПФО	20	4,6	2,1	3,2	10,7	0,8	2,1	0,9	3,8	0,8	29,5	6,3	7,2	5,6	50,5
ЮФО	6	3,4	2,5	1,8	3,9	0,5	1,6	0,4	1,9	0,4	16,4	6,0	6,7	5,3	37,0
СКФО	1	1,8	0,7	1,4	4,3	0,7	0,6	0,4	1,4	0,3	11,6	6,3	6,6	6,2	21,8
УФО	6	3,3	1,3	2,2	5,6	0,6	1,3	0,5	2,0	0,5	17,4	6,0	6,5	5,6	35,7
СФО	31	4,5	2,0	1,5	8,0	0,5	1,5	0,7	2,8	0,7	22,7	6,4	7,4	5,5	47,0
ДФО	31	3,2	2,2	1,3	5,3	0,7	1,4	0,8	1,5	0,5	16,8	6,1	7,2	4,8	37,8

В 2024 г. содержание нитратов в осадках в большинстве округов снизилось в среднем на 10% и не превышало 2,6 мг/л. Исключение для СКФО, где увеличение концентрации составило 32%. Более низкие значения в пределах от 1,0 до 1,5 мг/л характерны для СЗФО, СКФО, СФО и ДФО.

Изменение в сторону снижения концентрации хлоридов в 2024 г. наблюдается в ПФО, ЮФО, СФО и ДФО и составляет в среднем 21%. Морские аэрозоли являются естественным источником ряда компонентов в атмосферных осадках. Содержащиеся в осадках ионы натрия и хлора, в основном, морского происхождения. Однако несоответствие соотношения Cl/Na в атмосферных осадках соотношению в морской воде для ПФО, ЮФО, СФО и ДФО позволяет предположить, что от 15 до 20% хлоридов имеют антропогенную природу.

Повторяемость для осадков с минерализацией М <15 мг/л наблюдалась во всех федеральных округах (рис. 2.29). При этом в ЮФО и СКФО в 2024 г. все осадки имели минерализацию менее 15,0 мг/л.

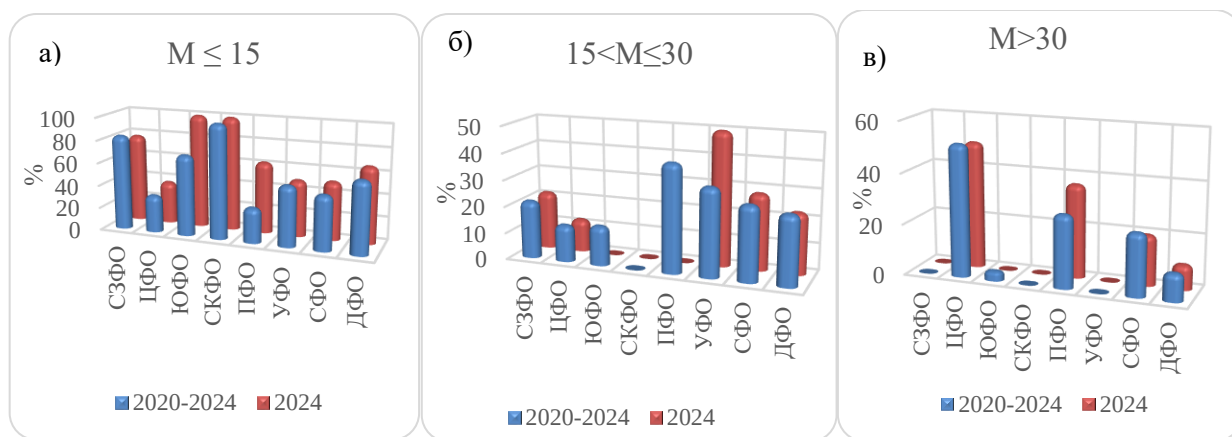


Рис. 2.29. Повторяемость (%) минерализации осадков (М) по диапазонам в период с 2020 по 2024 гг. и в 2024 г.

В 2024 г., как и в среднем за 5-ти летний период, повторяемость для осадков с минерализацией до 15 мг/л в СЗФО по-прежнему составила около 80%, на 30% и 2-3% соответственно увеличилась в ПФО и ЦФО, на 3% увеличилась в СФО и составила около 51%. (рис. 2.29 а). Повторяемость для осадков с минерализацией 15 < М < 30 мг/л практически не была зарегистрирована на территориях ЮФО, СКФО и ПФО (рис. 2.29 б). В УФО частота выпадений атмосферных осадков с минерализацией 15 < М < 30 увеличилась с 33 до 50%, на остальных территориях по сравнению с пятилетним периодом не изменилась.

Частота выпадений осадков с минерализацией М > 30 в ЦФО и ДФО практически не изменилась, в СФО снизилась (рис 2.29 в).

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

На рис. 2.30 приведена динамика изменений средневзвешенных за год концентраций основных ионов в период с 2020 по 2024 гг.

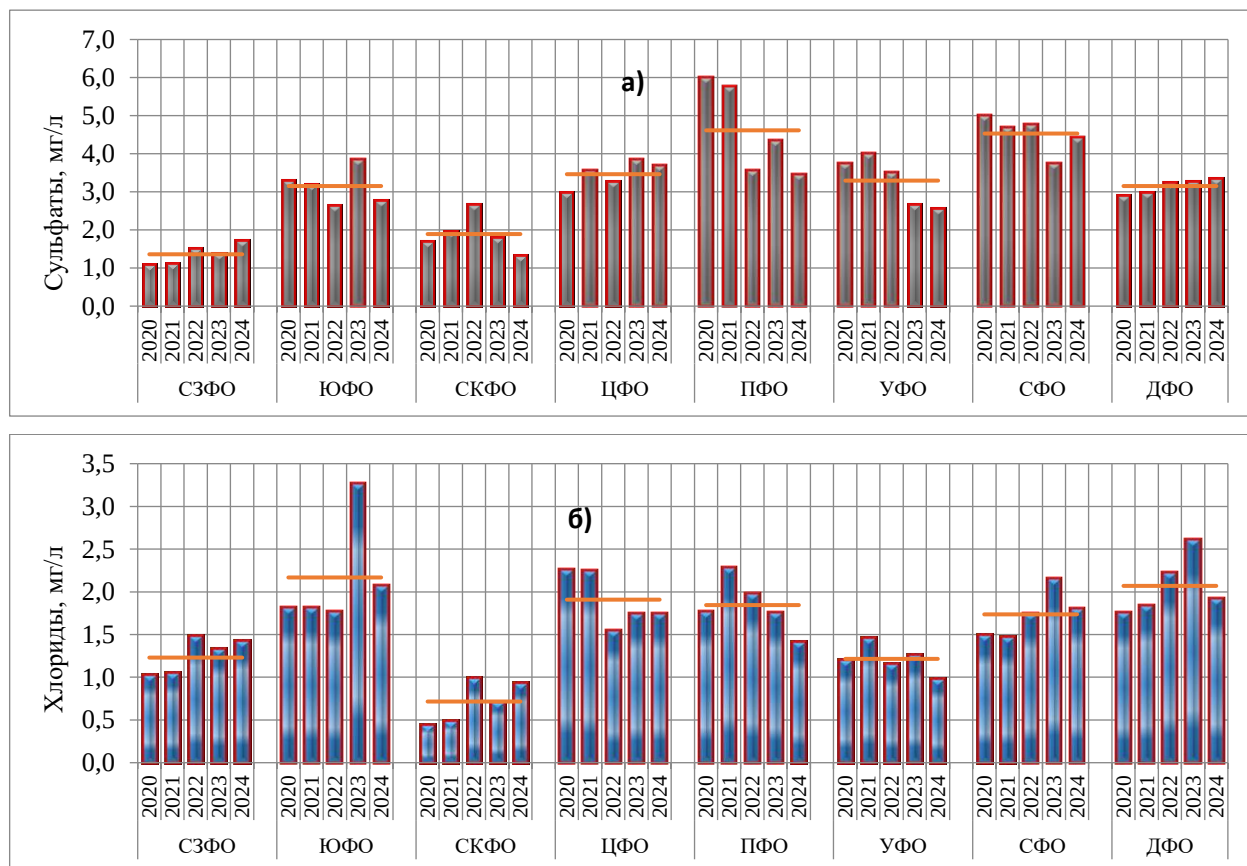


Рис. 2.30 (начало). Изменение средневзвешенной концентрации ионов (а - сульфатов, б - хлоридов, в - нитратов, г - гидрокарбонатов) в атмосферных осадках по федеральным округам, 2020-2024 гг.

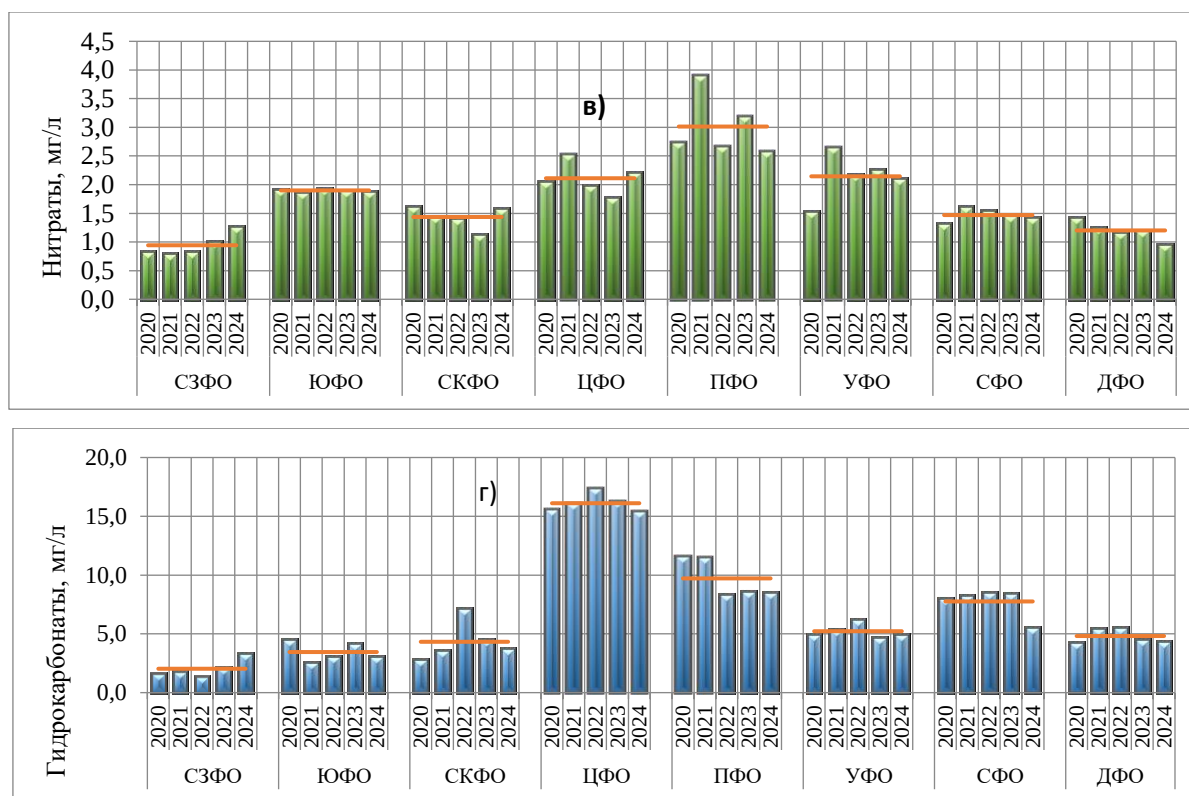


Рис. 2.30 (окончание). Изменение средневзвешенной концентрации ионов (а -сульфатов, б - хлоридов, в - нитратов, г - гидрокарбонатов) в атмосферных осадках по федеральным округам, 2020-2024 гг.

В 2024 г. концентрация сульфатов в атмосферных осадках изменялась в интервале от 1,32 мг/л в СКФО до 4,43 мг/л в СФО и в сравнении с 2023 г. снизилась в большинстве округов, кроме СЗФО и СФО (рис. 2.30 а). Сульфаты являются одной из основных примесей в осадках континентального происхождения. Соединения серы в атмосферу поступают как естественным путем, так и антропогенным. Поверхность суши, океанов и морей, вулканическая деятельность играют роль естественного источника. Сравнение естественных и антропогенных выбросов соединений серы показывает, что антропогенный вклад в 3-4 раза больше природного. Более низкие значения сульфатов характерны для прибрежных районов. Область высоких значений сульфатных ионов охватывает промышленные и густонаселенные районы. Пространственная неоднородность сульфатов проявляется повышенным их содержанием в осадках отдельных округов. Наибольшее снижение в сравнении со средним значением за период 2020-2024 гг. установлено в ЮФО и составило 12,4%, а в сравнении со средним значением за 2023 г. – 18,4%. (рис. 2.30 а). Среднегодовые значения сульфатов выше 3,0 мг/л характерны для большинства федеральных округов, кроме СЗФО и СКФО. В СКФО и УФО в последние 2-3 года отмечено направленное снижение концентрации сульфатов, а в СЗФО и ДФО, наоборот отмечается повышение в среднем на 6 – 10% от среднего значения за 5-ти летний период.

Концентрация хлорид-ионов в атмосферных осадках формируется под влиянием трёх факторов: природного (брызги моря и морская пыль на побережье), антропогенного (наличие крупных производственных предприятий, которые используют в производственных циклах хлор и хлорсодержащие соединения), трансграничного переноса загрязняющих веществ, в том числе и хлорид-ионов.

Концентрация хлоридов в атмосферных осадках ФО за период 2020-2024 гг. изменялась в интервале от 0,5 мг/л в СКФО до 3,3 мг/л в ЮФО (рис. 2.30 б). Более низкие значения концентрации хлоридов определялись в осадках СКФО в период с 2020 по 2024 г. и, в основном, не превышали 1,5 – 2,0 мг/л в остальных округах. В атмосферных осадках ЮФО содержание хлоридов в сравнении с 2023 г. снизилось до среднего значения за пятилетний период и составило 2,1 мг/л. В ЦФО и ПФО концентрация хлоридов в среднем за период составила 1,9 мг/л. При этом в ПФО отмечается направленное снижение содержания хлоридов с 2021 по 2024 гг., а в ДФО отмечается постепенное повышение, в основном за счет вклада морской составляющей.

Загрязнение нитратами является заметной проблемой почти во всех развивающихся странах в результате активизации природной деятельности, помимо антропогенного загрязнения. Антропогенные источники нитратов подразделяются на аграрные (минеральные и органические удобрения, животноводческое производство) и индустриальные (связанные с эмиссией окислов азота промышленными предприятиями и автотранспортом).

Концентрации нитратов в среднем за период 2020-2024 гг. изменялась в интервале от 0,8 в СЗФО до 3,9 мг/л в ПФО (рис. 2.30, в). Более высокие значения и интервал варьирования концентрации нитратов характерны для ЦФО, ПФО и УФО. Стабильно устойчивые значения около 1,9 мг/л в ЮФО и 1,5 мг/л в СФО наблюдались весь период с 2020 по 2024 г. В атмосферных осадках СЗФО с 2022 г. по 2024 г. отмечается постепенное повышение (приращение) концентрации нитратов с 0,8 до 1,3 мг/л.

Наиболее постоянной составляющей атмосферных осадков являются ионы гидрокарбоната. Пространственные изменения содержания гидрокарбонатов испытывают значительные вариации. На северо-западе ЕЧР среднее значение концентрации наименьшее: вглубь континента происходит увеличение гидрокарбонатов до 2 – 3 мг/л. Преобладание гидрокарбонат – ионов в атмосферных осадках объясняется тем, что на формирование химического

состава осадков существенное влияние оказывают подстилающая поверхность; тип горных пород и почвы, которые являются важнейшими источниками поступления аэрозолей в атмосферу. Являясь важнейшим, хотя и наиболее непостоянным компонентом, их содержание в атмосферных осадках может быть незначительным, тогда как в ареалах техногенного воздействия могут содержаться в больших количествах.

Концентрация гидрокарбонатов в атмосферных осадках в период 2020-2024 гг. изменялась в широком интервале от 1,6 мг/л в СЗФО до 17,4 мг/л в ЦФО. Наиболее значительное их содержание в 2024 г. и в период 2020-2024 гг. определялось в осадках ЦФО и среднее значение за пятилетний период составило 16,1 мг/л. В 2024 г. в большинстве округов, кроме СЗФО, концентрация гидрокарбонатов снизилась или сохранилась на уровне 2023 г. В СЗФО содержание гидрокарбонатов в сравнении со средним значением за 2020-2024 гг. увеличилось на 40%, в ПФО в период 2022-2024 гг. составило около 8,5 мг/л, в УФО и ДФО в 2024 г. не превышало среднее значение за период 2020-2024 гг. и практически не изменилось в сравнении с результатом за 2023 г., а в СФО снизилось на 30%.

Катионная часть в общей сумме компонентов составляет около 30%. В атмосферных осадках катионы по величине концентрации располагаются в следующем порядке: кальций, натрий, аммоний, калий, магний. Содержание кальция в атмосферных осадках в 2024 г. изменялось от 1,1 мг/л в СЗФО до 3,6 мг/л в ЦФО, а значения выше 2,0 мг/л по-прежнему характерны для осадков ЦФО, ПФО, и СФО. Содержание натрия в атмосферных осадках ФО как в годовом выражении, так и в целом за период 2020-2024 г., в основном, не превышало 1,5 мг/л. Более высокие значения - 2,1 мг/л характерны для ПФО в 2024 г., содержание ионов калия, магния и аммония, в основном, превышало 0,6 мг/л.

В 2024 г. были организованы наблюдения за химическим составом атмосферных осадков в ДНР: городах Донецке и Волновахе (табл. 2.18 и 2.19).

Таблица 2.18. Химический состав атмосферных осадков. г. Донецк

Месяц	Сумма осадков, мм	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Сумма ионов	pH	k, мкСм/см
		мг/л												
январь	53,3												5,9	456
февраль	33,0	15,3	93,0	2,6	17,0	1,0	4,5	95,8	3,1	0,7	10,4	243,3	6,2	1544
март	11,5	66,8		4,9	82,2	2,3	47,6		27,4	8,2	11,6		7,1	246
апрель	10,1	15,1	11,8	43,9	28,7	0,5	11,4	7,8	15,6	2,9	9,1	146,8	6,4	204
май	13,8	0,3	7,0	2,9	91,5	4,8	4,3	8,7	13,5	1,9	5,5	140,4	6,5	1148
июнь	19,4	12,7		3,2	35,4	1,8	4,7		9,1	1,7	7,6		6,7	192
июль	16,5	33,0	7,3	40,4	2,3	2,2	7,0	5,0	9,6	1,6	10,7	119,1	5,5	407
август	12,3	14,7	72,1	7,9	28,7	2,2	5,6	64,3	9,4	1,6	3,9	210,3	6,8	186
сентябрь	3,9	25,5	6,7	5,6	40,9	1,3	6,0	2,7	13,1	1,7	11,4	114,7	6,9	193
октябрь	14,7	17,2	12,9	4,5	49,0	2,5	6,6	7,4	10,2	2,4	8,3	121,0	7,1	210
ноябрь	13,0	31,0	15,3	2,4	40,3	2,6	10,1	6,4	10,7	2,3	9,8	130,9	7,0	143
декабрь	32,7	14,6	9,0	1,2	36,1	2,5	5,5	4,3	5,8	1,0	12,6	92,7	6,8	448
Ср. взвеш. знач.	234,2	22,4	26,1	10,9	41,1	2,2	10,3	22,5	11,6	2,4	7,4	156,7	6,6	448

Таблица 2.19. Химический состав атмосферных осадков, г. Волноваха

Месяц	Сумма осадков, мм	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ₂ ⁺	Mg ₂ ⁺	Zn ²⁺	Сумма ионов	pH	k, мкСм/см
		мг/л												
январь	52,6	18,0	10,0	4,4	35,6	1,1	5,5	1,7	10,0	1,0	13,2	100,5	7,1	151
февраль	40,0	20,9	12,8	4,1	24,9	1,3	10,1	2,2	5,2	1,7	12,6	95,8	6,9	158
март	7,1	9,2	11,8	5,5		0,1	1,9	6,5	11,1	0,7	4,2		7,0	134
апрель	12,2	9,9	12,1	6,8		0,1	1,8	6,6	11,7	0,6	4,8		7,0	132
май	22,8	11,0	7,1	7,6	30,2	0,1	1,9	3,9	11,7	1,1	4,1	78,7	6,5	131
июнь	42,9	29,4	1,7	6,2	38,7	0,1	1,3	1,3	22,3	1,3	2,6	104,8	6,7	169
июль	0,6	11,2	6,7	7,6			3,4	1,4	14,3	1,8	2,1			
август	17,7	26,5	13,8	26,2	43,1	0,1	6,4	5,8	27,6	2,8	5,7	157,9	6,0	260
сентябрь	9,5	0,9	3,7	0,2	21,1	0,1	0,9	0,8	6,0	0,7	0,9	35,1	7,0	57
октябрь	21,5	13,8	4,9	6,1	25,9	0,1	2,3	1,5	9,7	1,1	6,5	71,9	6,9	114
ноябрь	19,7	25,1	9,3	3,9	24,3	0,2	4,8	2,1	11,7	1,5	11,7	94,3	6,4	163
декабрь	51,9	30,1	11,0	1,7	40,8	1,1	9,4	1,4	14,9	3,0	5,5	118,8	6,8	195
Ср.-взвеш. знач.	298,5	17,1	8,7	6,7	31,6	0,4	4,1	2,9	13,0	1,4	7,6	92,2	6,8	151

В таблицах 2.18 и 2.19 и на рис. 2.31 приведены результаты химического анализа проб атмосферных осадков, отобранных в Донецке и Волновахе с января по декабрь 2024 г. Интервал изменений минерализации атмосферных осадков в Донецке составил от 92,7 до 243,3 мг/л, в Волновахе – от 35,1 до 157,9 мг/л. В осадках преобладали гидрокарбонаты – свыше 30% как в Волновахе, так и в Донецке, что свидетельствует о высокой запыленности атмосферы.

Сульфаты в атмосферных осадках как Донецка, так и Волновахи составляют около 20% от общей суммы ионов. В апрельских и июльских пробах Донецка и августовских пробах Волновахи были выявлены высокие концентрации нитратов – свыше 25,0 мг/л. Такое высокое содержание нитратов в атмосферных осадках возможно связано с техногенным воздействием, в процессе производства удобрений, азотной кислоты, взрывчатых веществ.

Величина pH выше равновесного значения (5,65) и изменялась в пределах от 5,5 до 7,1 ед. pH.

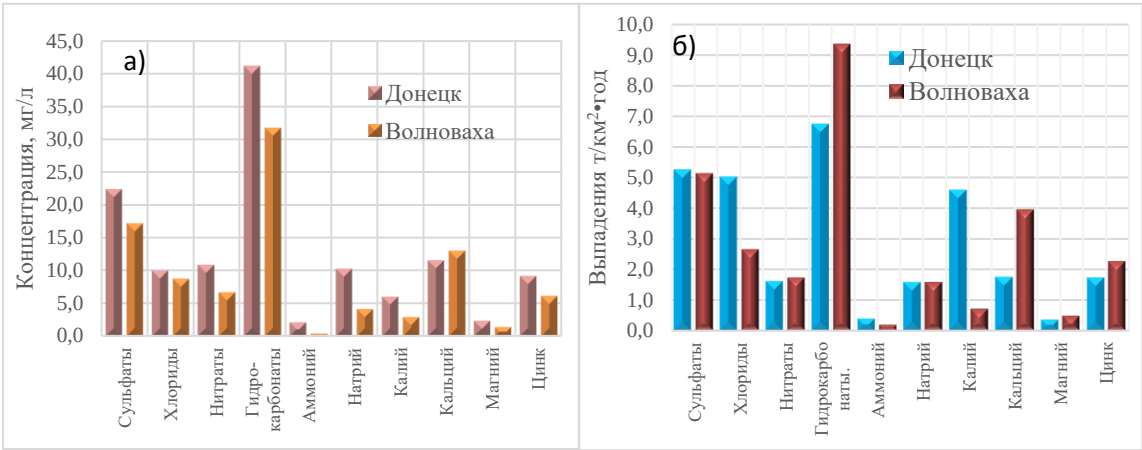


Рис. 2.31. Химический состав атмосферных осадков (а) и выпадения загрязняющих веществ (б) в г. Донецке и г. Волновахе

Величина влажных выпадений загрязняющих веществ в Донецке и Волновахе не превышала 30,0 т/км²·год при годовой сумме осадков 230 мм в Донецке и 300 мм в Волновахе. Основной вклад в осадках Донецка свыше 74% принадлежит гидрокарбонатам, хлоридам, сульфатам и калию, в осадках Волновахи – гидрокарбонатам, сульфатам, кальцию и цинку (табл. 2.20).

Таблица 2.20. Выпадения загрязняющих веществ с атмосферными осадками

Пункт	Выпадения, т/км²·год										
	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	Zn ²⁺	Сумма
Донецк	5,24	5,00	1,61	6,72	0,39	1,58	4,57	1,74	0,36	1,72	28,93
%	18,11	17,28	5,57	23,22	1,34	5,45	15,81	6,02	1,24	5,95	
Волноваха	5,12	2,65	1,72	9,33	0,19	1,58	0,71	3,94	0,48	2,26	27,97
%	18,30	9,46	6,15	33,36	0,67	5,64	2,53	14,09	1,71	8,08	

В табл. 2.21 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.

В списке наиболее загрязненных станций приведены станции ЦЧО – Калач и Грязи, ДНР – Волноваха и Донецк, СФО - Норильск с наиболее загрязненным ионным составом осадков. В осадках на станциях ДНР и Грязи преобладают, в основном, гидрокарбонаты – свыше 25,0 мг/л, а в осадках Норильска – сульфаты, интенсивность выпадения которых в пересчете на серу составляет свыше 2,0 т/км²·год.

В списке наиболее загрязненных станций СФО в 2024 г. по-прежнему по влажным выпадениям серы с осадками лидирует г. Норильск.

В 2021 г. интенсивность выпадения серы в Норильске снизилась на 70% - до 5,6 т/км²·год, а в 2022 г. снижение продолжилось еще на 13% и составило 4,86 т/км²·год. В 2023 г. практически в 2 раза увеличилась годовая сумма осадков, и, хотя концентрация сульфатов в осадках снизилась на 40%, величина выпадений серы в сравнении с 2022 г., увеличилась на 11%. В 2024 г. интенсивность выпадения серы снизилась еще на 42,8%.

В ДНР минерализация осадков превышала 50 мг/л в Волновахе в 1,7 раз, а в Донецке - в 2,3 раза, а удельная электрическая проводимость выше 100 мкСм/см в 1,5 и 4,5 раза. По выпадениям серы критерий превышен для Волновахи - на 14%.

Результаты наблюдений за величиной pH осадков показывают, что направленных региональных изменений их кислотности на территории РФ в 2024 г. не произошло. Общая картина распределения средних значений pH - показателя кислотности атмосферных осадков в регионах РФ в 2020-2024 гг. сохраняется практически без изменений и, по-прежнему, подтверждает 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. 2.32 а, б).

Таблица 2.21. Средневзвешенные значения компонентов в наиболее загрязнённых по ионному составу осадках населённых пунктах РФ в 2024 г.

Пункт	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	M	рН ср.	k, мкСм/ см	Выпа- дения серы
	мг / л												т/км ² • год
ЦФО													
Грязи	12,03	3,15	3,38	37,06	0,59	3,08	2,10	8,62	4,28	74,29	6,95	132	1,64
Калач	12,11	2,96	3,45	26,26	0,90	2,23	1,19	7,31	3,97	60,37	6,18	105	1,00
СФО													
Норильск	14,80	2,39	0,96	5,16	0,44	0,81	1,91	6,35	0,65	33,47	5,75	63	2,33
ДНР													
Волноваха	17,15	8,74	6,68	31,61	0,41	4,13	2,93	13,00	1,43	86,07	6,8	151	2,92
Донецк	22,37	10,00	10,87	41,09	2,16	10,3	6,03	11,59	2,37	116,8	6,64	448	1,74

На рис. 2.32 а представлена диаграмма распределения осадков с величиной pH ≤ 5,6 ед. pH. Около 15-20% осадков с величиной pH ≤ 5,6 выпадали, в основном, в СЗФО, ЮФО, УФО. На остальной территории России от 80% в СЗФО и ЮФО, 85-87% в УФО, до 95-99% в СКФО, ЦФО. В ПФО, СФО и ДФО осадки, обладали пониженной кислотностью (pH ≥ 6,0), что, скорее всего, связано с повышенной и устойчивой запыленностью воздуха в этих районах.

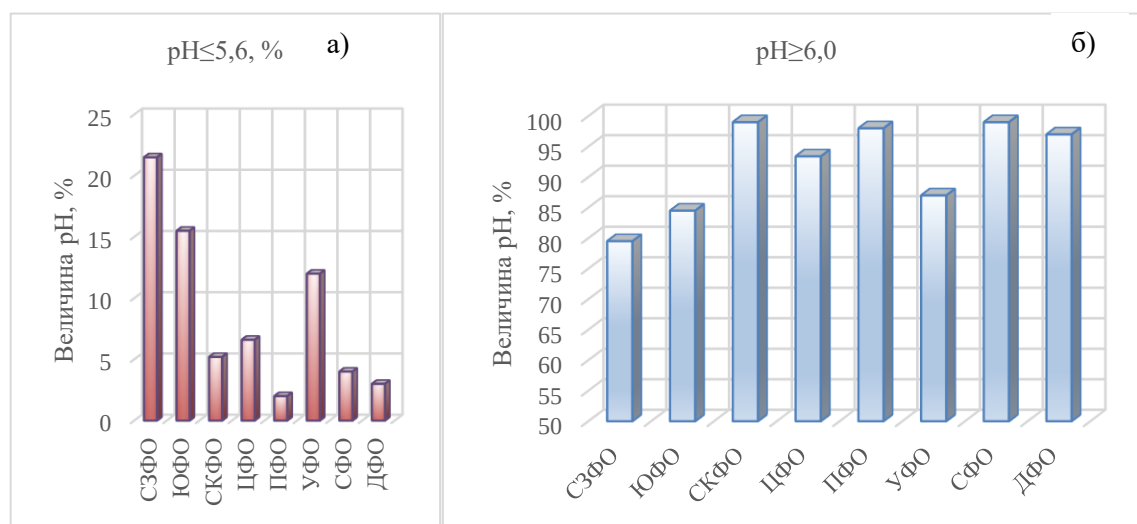


Рис 2.32. Повторяемость величины pH в атмосферных осадках ФО: а) pH ≤ 5,6 ед. pH, %; б) pH ≥ 6,0 ед. pH, %

Влажные выпадения серы, азота и суммы ионов. В табл. 2.22 приведены средние значения интенсивности выпадений с атмосферными осадками серы, азота и суммы ионов (Р), рассчитанные по данным наблюдений в 2024 г., а в табл. 2.23 и на рис. 2.33 - средние значения за период 2020-2024 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 наибольшее снижение суммы осадков наблюдалось в СЗФО, ЦФО, ЮФО и СКФО на 25, 40, 97 и 11% и повышение в ПФО, УФО, СФО и ДФО на 8, 12, 5 и 18%.

На рис. 2.33 приведена многолетняя динамика суммарных за год влажных выпадений загрязняющих веществ, которая характеризуется двумя составляющими - плавным снижением среднегодовых уровней загрязнения (ПФО и ДФО) и отклонениями, в отдельных случаях, обусловленных случайными локальными загрязнениями.

Годовое поступление компонентов с атмосферными осадками (Р) в 2024 г. снизилось в пяти из восьми ФО и изменялось от 5,2 т/км²•год в СКФО до 17,6 т/км²•год в ЦФО. Максимальный уровень поступления суммарных за год выпадений свыше 17,6 т/км²•год, по-прежнему, характерен для ЦФО, и третью часть от всех поступлений по-прежнему составляют гидрокарбонаты. В пяти из восьми ФО суммарное за год снижение выпадений составило в среднем 10%, а в СЗФО и ЮФО в 2024 г. годовое суммарное поступление компонентов в сравнении с 2023 г. увеличилось в среднем на 20%.

По результатам расчетов за период 2020-2024 гг. средняя интенсивность потоков серы с атмосферными осадками находилась в пределах 0,3-0,8 т/км²•год. В 2024 г. сумма влажных выпадений серы не превышала 1,0 т/км²•год. Распределение техногенной нагрузки оксидов серы на территории РФ имеет дифференцированный характер. Максимальные значения выпадений свойственны ПФО и СФО, где общий уровень поступления серы составляет 0,6 и 0,8 т/км²•год. Самое низкое значение, около 0,3 т/км²•год, по-прежнему характерно для СЗФО.

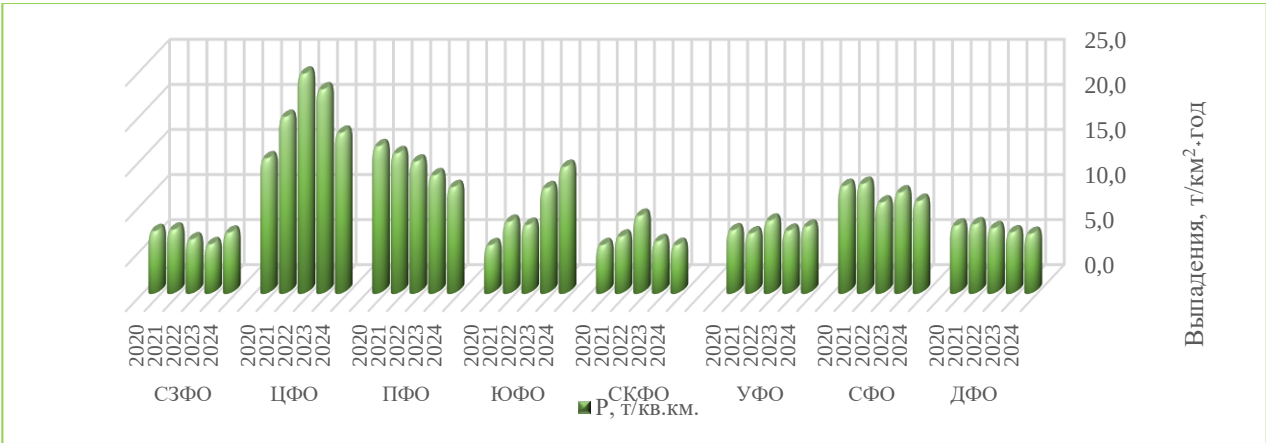


Рис 2.33. Межгодовая изменчивость средних за год суммарных выпадений (P) с атмосферными осадками по федеральным округам, 2020-2024 гг.

Таблица 2.22. Средневзвешенные выпадения серы, азота и суммы ионов, 2024 г.

С	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	502,6	0,33	0,17	0,16	0,33	6,54	0,92	1,00
ЦФО	520,0	0,50	0,53	0,24	0,77	17,62	0,45	0,66
ПФО	536,9	0,59	0,29	0,29	0,58	11,59	1,00	1,02
ЮФО	412,1	0,35	0,17	0,13	0,30	5,19	0,73	1,17
СКФО	455,3	0,44	0,36	0,64	1,00	11,66	1,81	0,44
УФО	506,0	0,42	0,24	0,14	0,38	7,20	0,58	1,14
СФО	581,9	0,79	0,18	0,19	0,37	10,05	1,07	2,15
ДФО	494,2	0,49	0,10	0,24	0,33	6,40	2,42	1,47
ДНР	266,4	1,73	0,38	0,22	0,60	28,45	1,73	2,88

Таблица 2.23. Средние за период выпадения серы, азота и суммы ионов с осадками по федеральным округам, 2020-2024 гг.

ФО	q, мм	S(SO ₄)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	ΣN	P	N(H)/N(O)	S/Σ N
		т/км ² •год						
СЗФО	641,7	0,33	0,17	0,16	0,34	6,23	0,94	0,98
ЦФО	646,5	0,71	0,31	0,30	0,61	20,19	0,97	1,16
ПФО	491,4	0,79	0,35	0,30	0,65	14,70	0,87	1,23
ЮФО	742,5	0,54	0,23	0,19	0,42	7,39	0,86	1,28
СКФО	571,3	0,41	0,20	0,34	0,54	7,38	1,72	0,76
УФО	425,3	0,45	0,19	0,17	0,37	7,01	0,88	1,22
СФО	543,2	0,76	0,17	0,21	0,38	10,90	1,27	1,98
ДФО	486,5	0,48	0,13	0,21	0,34	6,95	1,63	1,40

Техногенная эмиссия азота ведёт к интенсификации миграционных потоков минеральных соединений азота из атмосферы в экосистемы за счёт их дополнительного поступления с осадками или сухого осаждения. Большая часть соединений азота, поступающих в наземные экосистемы с атмосферными выпадениями, имеет техногенное происхождение, связанное с эмиссией окислов азота промышленными предприятиями и автотранспортом. Многообразие техногенных нагрузок азота для разных регионов страны определяется степенью развития промышленного производства и урбанизированности территорий. Максимальный уровень поступления соединений азота в 2024 г. характерен для СКФО 1,0 т N/км² год и около 0,8 т/км²•год для ЦФО.

Минимальные нагрузки выпадений соединений азота в 2024 г. наблюдались в СЗФО, УФО, СФО и ДФО, где поступление азота суммарного не превышало 0,4 т/км² год (рис. 2.34).

Более высокие значения поступления суммарного азота с атмосферными осадками в среднем за пятилетний период составили 0,65 т/км²•год в ПФО и 0,61 т/км² год в ЦФО. Более низкие значения суммарных нагрузок соединений азота, как и в предыдущий период, определялись в СЗФО, УФО, СФО, и ДФО, где поступление, в основном, не превышало 0,4 т/км²•год.

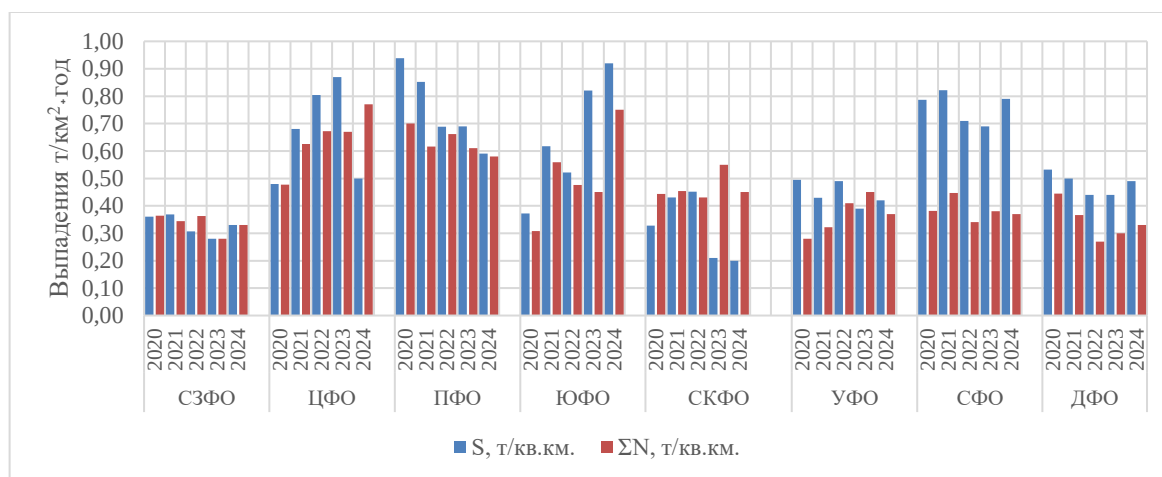


Рис. 2.34. Межгодовая изменчивость средних за год выпадений серы сульфатной (S) и суммарного азота с атмосферными осадками по федеральным округам, 2020-2024 гг.

Интервал значений влажных выпадения серы сульфатной в период с 2020 по 2024 гг. составил от 0,20 т/км²·год в СКФО до 0,94 т/км²·год в ПФО. Вклад серы в общую массу влажных выпадений составлял от 5% (СКФО) до 7% (ЮФО и ДФО). Следует отметить, что в 2024 г. отмечалось снижение выпадений серы в ПФО, СКФО и СФО в среднем на 10%.

Интенсивность выпадения суммарного азота в период с 2020 по 2024 гг. составила от 0,28 до 0,77 т/км²·год. В 2024 г. вклад азота суммарного в общую массу влажных выпадений увеличился в ЮФО - до 0,75 т/км²·год и в ЦФО до - 0,77 т/км²·год. Значения ниже 0,4 т/км²·год характерны для СЗФО, 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 Российской Федерации.

Анализ проб снежного покрова производился в сетевых и межрегиональных лабораториях УГМС, где определялись кислотность (водородный показатель pH) и концентрации основных ионов, из которых в Обзоре представлены сульфат-ион, нитрат-ион, ион аммония.

Интенсивность выпадений серы и азота, содержащихся в снежном покрове, рассчитывалась для каждого ПН как произведение концентрации иона и влагозапаса, делённое на время залегания устойчивого снежного покрова.

На рис. 2.35-2.37 представлены карты территории Российской Федерации по состоянию на 1 мая 2024 г.

На картах не представлены значительные территории юга ЕЧР, где отсутствовал устойчивый снежный покров за период зимнего сезона 2023-2024 гг.

На рис. 2.35 показана карта-схема интенсивности выпадения серы на снежный покров в регионах РФ по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 2024 г.

В зимний период 2023-2024 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 юг ЕЧР, на территории Средней Сибири, на п-ов Камчатку и о. Сахалин.

Области с интенсивностью выпадения серы в 40-80 кг/км²·мес. на ЕЧР приходились на Пензенскую (42 кг/км²·мес.), Липецкую (53 кг/км²·мес.), Ульяновскую (48 кг/км²·мес.), Тамбовскую (53 кг/км²·мес.), Орловскую (65 кг/км²·мес.) и Белгородскую (67 кг/км²·мес.) области, на Республику Мордовия (67 кг/км²·мес.). На АЧР - Курганская (40 кг/км²·мес.), Свердловская (62 кг/км²·мес.) и Челябинская (67 кг/км²·мес.) области, а также Республика Алтай (41 кг/км²·мес.).

Максимальные значения интенсивности выпадения серы в РФ более 80 кг/км²·мес. были отмечены на территориях Пермского края (91 кг/км²·мес.) и Республики Башкортостан (119 кг/км²·мес.).

Показатели интенсивности выпадения азота на снежный покров были рассчитаны для суммы ионов нитрата и аммония (рис. 2.36). Для большей части АЧР характерна интенсивность выпадения азота в РФ менее 15 кг/км²·мес.

Территории с интенсивностью выпадения азота 15-25 кг/км²·мес. занимают большую часть ЕЧР. На АЧР это южная часть Западной Сибири, Республика Бурятия и приморские регионы Дальнего Востока.

Показатель интенсивности выпадения азота выше 25 кг/км²·мес. отмечен на ЕЧР в Воронежской (25 кг/км²·мес.), Ивановской (27 кг/км²·мес.), Тверской (27 кг/км²·мес.), Тульской (27 кг/км²·мес.), Смоленской (27 кг/км²·мес.), Ульяновской (34 кг/км²·мес.), Кировской (35 кг/км²·мес.) областях, в Республиках Татарстан (34 кг/км²·мес.) и Марий Эл (40 кг/км²·мес.), а также в Удмуртской Республике (38 кг/км²·мес.). Максимальные значения интенсивности выпадения азота в РФ более 40 кг/км²·мес. приходились на территории Липецкой области (44 кг/км²·мес.) и Республики Мордовия (45 кг/км²·мес.).

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

На более чем 80% территории РФ среднемесячный показатель pH по регионам в зимний период 2023-2024 гг. находился в пределах 5,5 - 6,5 ед. (рис. 2.37).

Регионы с показателем pH ниже 5,5 отсутствуют.

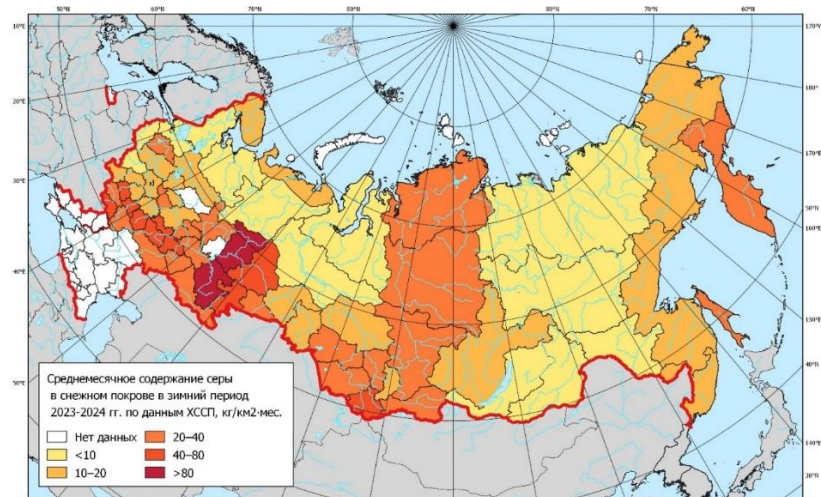


Рис. 2.35. Интенсивность выпадения серы на снежный покров в зимний период 2023-2024 гг.



Рис. 2.36. Интенсивность выпадения азота на снежный покров в зимний период 2023-2024 гг.

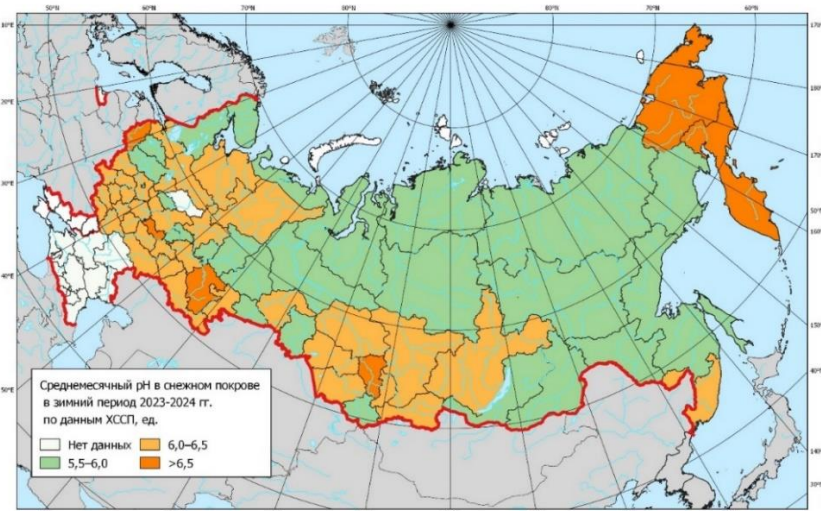


Рис. 2.37. pH снежного покрова в зимний период 2023-2024 гг.

Показатели pH 6,5 - 7,0 на ЕЧР были отмечены в Республиках Мордовия (6,5 ед. pH) и Башкортостан (8,2 ед. pH) а также в Псковской области (6,7 ед. pH). На АЧР это Кемеровская область (6,7 ед. pH), а на Дальнем Востоке - Чукотский автономный округ (6,7 ед. pH) и Камчатский край (6,6 ед. pH), что может объясняться близостью незамерзающего моря, обеспечивающего подщелачивание.

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

Тяжелые металлы

В 2024 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации **свинца** в атмосферных осадках составили: на территории Приокско-Террасного БЗ - около 2,9 мкг/л, Астраханского БЗ - около 0,5 мкг/л, Воронежского БЗ - около 0,35 мкг/л, Алтайский БЗ - около 1,0 мкг/л. Средневзвешенная годовая фоновая концентрация свинца в атмосферных осадках на территории всех заповедников в рассматриваемый период была на том же уровне или ниже, чем в 2023 г. (табл. 2.24, рис. 2.38).

Таблица 2.24. Уровни содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках по результатам наблюдений СКФМ и среднегодовые концентрации за 2024 г.

Заповедник	Период наблюдения	Pb, мкг/л		Cd, мкг/л		Hg, мкг/л	
		Диапазон	2024 г.	Диапазон	2024 г.	Диапазон	2024 г.
Приокско-Террасный БЗ	1983-2024	0,2 - 696,0	2,90	0,009 - 20,0	0,15	0,01 - 80,0	0,12
Астраханский БЗ	1987-2024	0,05 - 91,0	0,45			0,02 - 376,0	0,35
Воронежский БЗ	1989-2024	0,18 - 44,2	0,34	0,025 - 19,0	0,03	0,001 - 311,0	0,34
Алтайский БЗ (Яйлю)	1998-2024	0,25 - 48,0	0,98	0,011 - 12,5	0,10	0,001 - 0,97	0,11

Максимальные среднемесячные концентрации свинца в осадках на территории фоновых районов в исследуемый период были отмечены в Приокско-Террасном БЗ в июне (около 7,5 мкг/л). На всех станциях наблюдений большинство средневзвешенных месячных концентраций не превышали 2 мкг/л (за исключением Приокско-Террасного БЗ). Сезонный ход по всем станциям ЕЧР не выражен, однако в апреле на всех станциях ЕЧР был зафиксирован скачок содержания свинца. В Приокско-Террасном БЗ наблюдался выраженный сезонный ход с повышением в теплый период.

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения свинца в 2024 г. составили около 1,8 мг/м², на территории Астраханского БЗ - около 0,066 мг/м², на территории Воронежского заповедника - около 0,14 мг/м², Алтайского заповедника - около 1,0 мг/м².

Наиболее высокое среднее содержание и годовые влажные выпадения свинца были зафиксированы на станции в Приокско-Террасном БЗ, который находится в Московской области, что может и являться причиной повышенных значений содержания свинца.

В 2024 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации **кадмия** в атмосферных осадках составили: на территории Приокско-Террасного БЗ - около 0,15 мкг/л, Воронежского БЗ - 0,03 мкг/л, Алтайского БЗ - 0,10 мкг/л. Средневзвешенные годовые фоновые концентрации кадмия в атмосферных осадках на территории перечисленных заповедников в рассматриваемый период соответствовали уровню 2023 г., за исключением Приокско-Террасного БЗ (табл. 2.24, рис. 2.38).

Максимальные среднемесячные концентрации кадмия в осадках на территории фоновых районов ЕЧР в исследуемый период были отмечены в Приокско-Террасном БЗ в январе (около 1 мкг/л) и повышенные в Алтайском БЗ в мае (0,2 мкг/л) и сентябре в Приокско-Террасном БЗ (0,2 мкг/л). На всех станциях наблюдений большинство средневзвешенных месячных концентраций не превышали 0,15 мкг/л. Сезонный ход по всем станциям не выражен.

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения кадмия в 2024 г. составили около 0,088 мг/м², на территории Воронежского БЗ - около 0,014 мг/м², Алтайского БЗ - около 0,094 мг/м².

В 2024 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации **ртути** в атмосферных осадках составили: на территории Приокско-Террасного БЗ - около 0,12 мкг/л, Астраханского БЗ - около 0,35 мкг/л, Воронежского БЗ - около 0,34 мкг/л, Алтайского БЗ - 0,11 мкг/л. Среднегодовые концентрации ртути в атмосферных осадках на территории всех заповедников в рассматриваемый период соответствовали уровню предыдущего года или немного ниже (табл. 2.24, рис. 2.38).

Максимальные среднемесячные концентрации ртути в осадках на территории фоновых районов ЕЧР в исследуемый период были отмечены в Астраханском БЗ (с апреля по июнь, с максимальным содержанием в апреле) и Воронежском БЗ (с апреля по июнь, с максимальным содержанием в мае). На станциях наблюдений в Астраханском БЗ и Воронежском БЗ большинство средневзвешенных месячных концентраций не превышали 0,5 мкг/л, а на станциях в Приокско-Террасного БЗ и Алтайского БЗ - 0,2 мкг/л. На всех станциях наблюдений концентрации ртути не имеют ярко выраженного сезонного хода, хотя в некоторых случаях выше в теплый период, чем в холодный.

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения ртути в 2024 г. составили около 0,075 мг/м², на территории Астраханского БЗ - около 0,05 мг/м², на территории Воронежского БЗ - около 0,14 мг/м², Алтайского БЗ - около 0,11 мг/м².

В 2024 г. средневзвешенные годовые фоновые концентрации **меди** в атмосферных осадках составили: на территории Приокско-Террасного БЗ - около 3 мкг/л, Астраханского БЗ - около 5,5 мкг/л, Воронежского БЗ - 4,0 мкг/л, Алтайского БЗ - 4,2 мкг/л. Среднегодовые концентрации меди в атмосферных осадках на территории Астраханского БЗ и Алтайского БЗ были выше, чем в предыдущий рассматриваемый период (рис. 2.38).

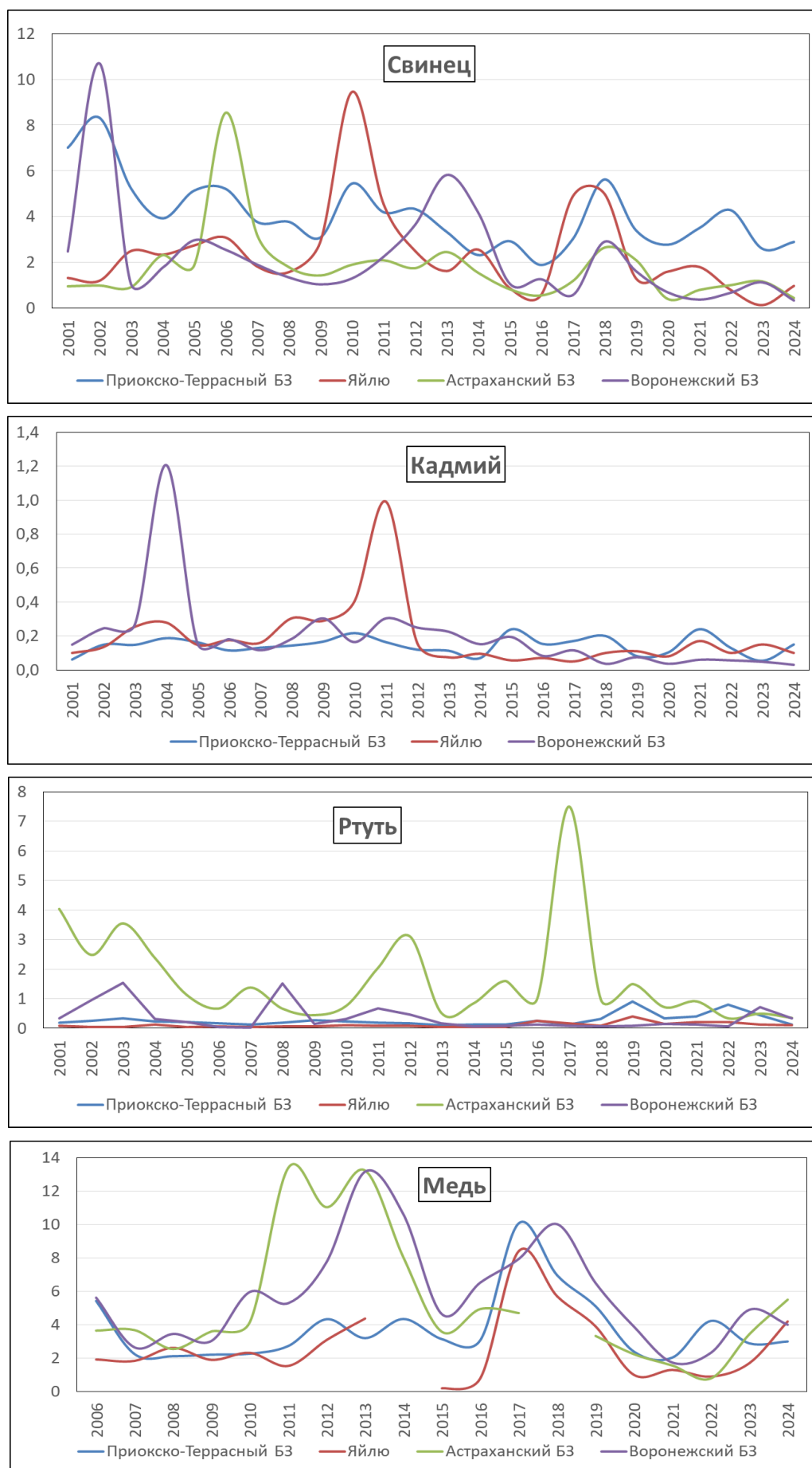


Рис. 2.38. Изменение среднего содержания тяжелых металлов (мкг/л) в атмосферных осадках на станциях комплексного фонового мониторинга в 2001-2024 гг.

Максимальные среднемесячные концентрации меди в осадках на территории фоновых районов ЕЧР в исследуемый период были отмечены на территории Приокско-Террасного БЗ в сентябре (около 10 мкг/л), Астраханского БЗ в феврале (около 28 мкг/л), Воронежского БЗ в марте (около 20 мкг/л). Содержание меди на территории всех станций наблюдений варьировали, в основном, в диапазоне от 1 до 10 мкг/л меди. Сезонный ход по всем станциям не выражен. Содержание меди, в целом в разные месяцы на всех станциях находится на одном уровне, за исключением редких повышенных значений, которые могут быть вызваны поступлением воздушных масс с территорий, на которых присутствуют крупные источники загрязнения медью (например, добыча полезных ископаемых).

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения меди в 2024 г. составили около 1,8 мг/м², на территории Астраханского БЗ - около 0,8 мг/м², на территории Воронежского БЗ - около 1,6 мг/м², Алтайского БЗ - около 4,0 мг/м². Выпадения меди в 2024 г. на станциях в Алтайском и Воронежском БЗ значительно отличались от значений предыдущего года.

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

2.3.8. Загрязнение воздуха и осадков по данным станций ЕМЕП

Главную роль в формировании трансграничного загрязнения воздуха и осадков соединениями серы и азота 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 «Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе» (ЕМЕП - Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe) в 2024 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 расположения станции ЕМЕП прервался непрерывный ряд наблюдений, 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 < pH < 7). Распределение измеренных значений pH суточных осадков в 2024 г. в различных диапазонах представлено в табл. 2.25.

Таблица 2.25. Распределение измеренных значений показателя кислотности (ед. pH) по диапазонам характера закисления атмосферных осадков в районах расположения российских станций ЕМЕП в 2024 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	4,22	6,19	4,99	0	43	56	1	0
Пинега, 65	4,09	6,76	5,53	0	4	61	35	0
Лесной, 56	4,16	7,31	5,08	0	36	62	1	1
Данки, 55	4,01	6,36	5,29	0	13	77	10	0

По данным многолетних наблюдений сульфат-ион остается доминирующим кислотным анионом в составе ионного баланса атмосферных осадков для всех станций ЕМЕП, его вклад составляет 17-31%, однако вклады нитрат-иона и ионов аммония также довольно существенны - 7-15% и 10-22%, соответственно. Среднегодовая концентрация сульфатной серы в осадках в 2024 г. составила 0,19 мг S/л на станции Лесной заповедник (Тверская область), 0,23 мг S/л на станции Зареченск и на станции Данки (в районе Приокско-Террасного биосферного заповедника) и 0,30 мг S/л на станции Пинега. Среднегодовое содержание нитратов в осадках изменялось от 0,14 мг N/л на станции Зареченск (Мурманская обл.) до 0,21 мг N/л на станциях Лесной и Данки. Диапазон вариации концентраций ионов аммония в осадках составил 0,13 - 0,32 мг N/л. Минимальные концентрации ионов аммония в 2024 г. наблюдались на станции Зареченск, а максимальные – на станции Лесной.

Анализ внутригодовой изменчивости среднемесячных концентраций соединений серы и азота показал четко выраженную сезонность. На станции Данки максимальные среднемесячные концентрации сульфатов в 2024 г. наблюдались в марте (1,24 мгS/л), снижались до 0,12 мгS/л в июле и возрастали в сентябре до 0,71 мгS/л, содержание нитратов максимально в ноябре (0,54 мгN/л), ионов аммония – в феврале (0,51 мгN/л). В годовом разрезе максимальные концентрации сульфатов, нитратов и ионов аммония на остальных станциях ЕМЕП наблюдались также в холодный период года.

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 2024 г.: 0,14-0,21 и 0,21-0,41 г/м² в год для серы и суммарного азота соответственно. Потоки влажных выпадений серы и азота в летний период были существенно выше, чем в зимний. 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 принятых согласованных природоохранных мер в странах-участниках 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. 2.39. 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. 2.40. В целом в 2024 г. на большинстве российских станциях ЕМЕП наблюдался незначительный рост влажных выпадений серы и азота с атмосферными осадками. Однако на станции Лесной в 2024 г. выпадения аммонийного азота заметно выросли и превысили 0,40 г/м²/год.

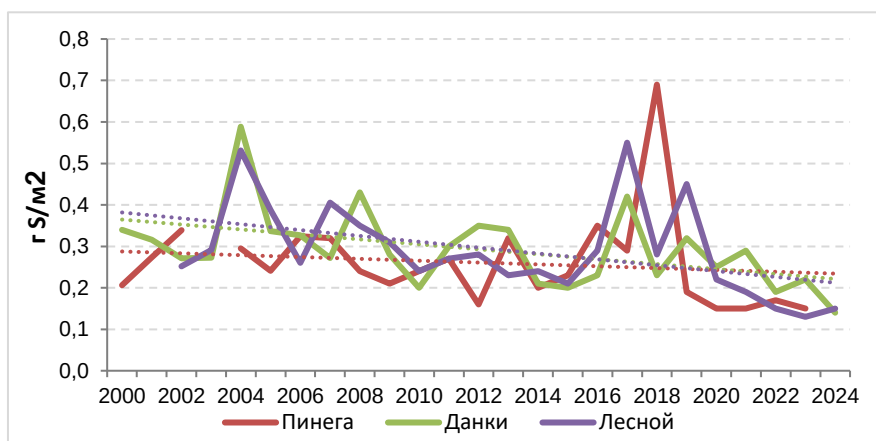


Рис. 2.39. Многолетние выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г S/м²/год)

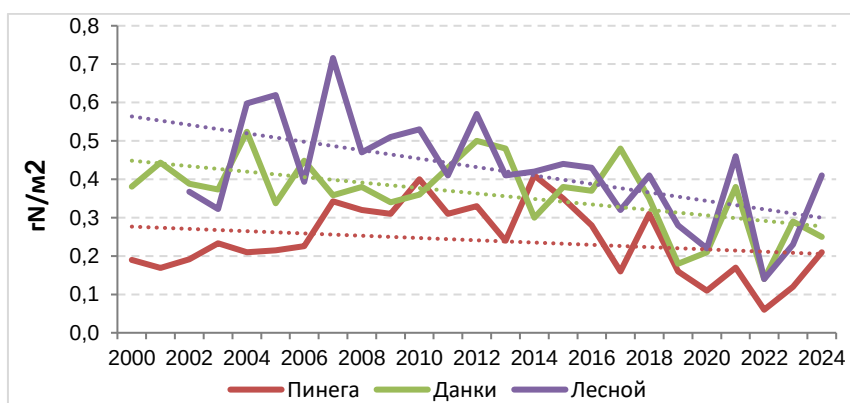


Рис. 2.40. Многолетние выпадения суммарного азота (нитратного и аммонийного) из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г N/м²/год)

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 2024 г. и значений критических нагрузок по этим элементам для районов расположения станций, представленных в табл. 2.26, позволяют сделать вывод, что выпадения серы существенно ниже уровня критических нагрузок для регионов России в районах расположения российских станций ЕМЕП. Для азота ситуация достаточно тревожная, поскольку в таблице представлены оценки только влажных выпадений без учета сухих выпадений.

Таблица 2.26. Сравнение годовых влажных выпадений в 2024 г. и критических нагрузок для серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП

Станция	Влажные выпадения и критические нагрузки для серы, г S/м ² /год		Влажные выпадения и критические нагрузки для азота, г N/м ² /год	
	Выпадения	Нагрузки	Выпадения	Нагрузки
Зареченск	0,21	0,32-0,64	0,25	<0,28
Пинега	0,15	0,32-0,64	0,21	<0,28
Лесной	0,15	1,6-2,4	0,41	0,56-0,98
Данки	0,14	1,6-2,4	0,25	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 3 станции: две в регионе оз. Байкал - Иркутск (городская) и Листвянка (региональная); 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 период наблюдения 2000-2024 гг. среднегодовые значения содержания газовых примесей в атмосферном воздухе на станциях ЕАНЕТ имели тенденции к возрастанию только для SO₂ и NH₄ в регионе оз. Байкал (рис. 2.41). На станции Приморская продолжается снижение концентраций в атмосферном воздухе соединений серы, а также газообразных и аэрозольных восстановленных форм азота. В годовом ходе концентраций аэрозолей сульфатов и нитратов на региональных станциях хорошо выражен максимум во второй половине холодного периода.

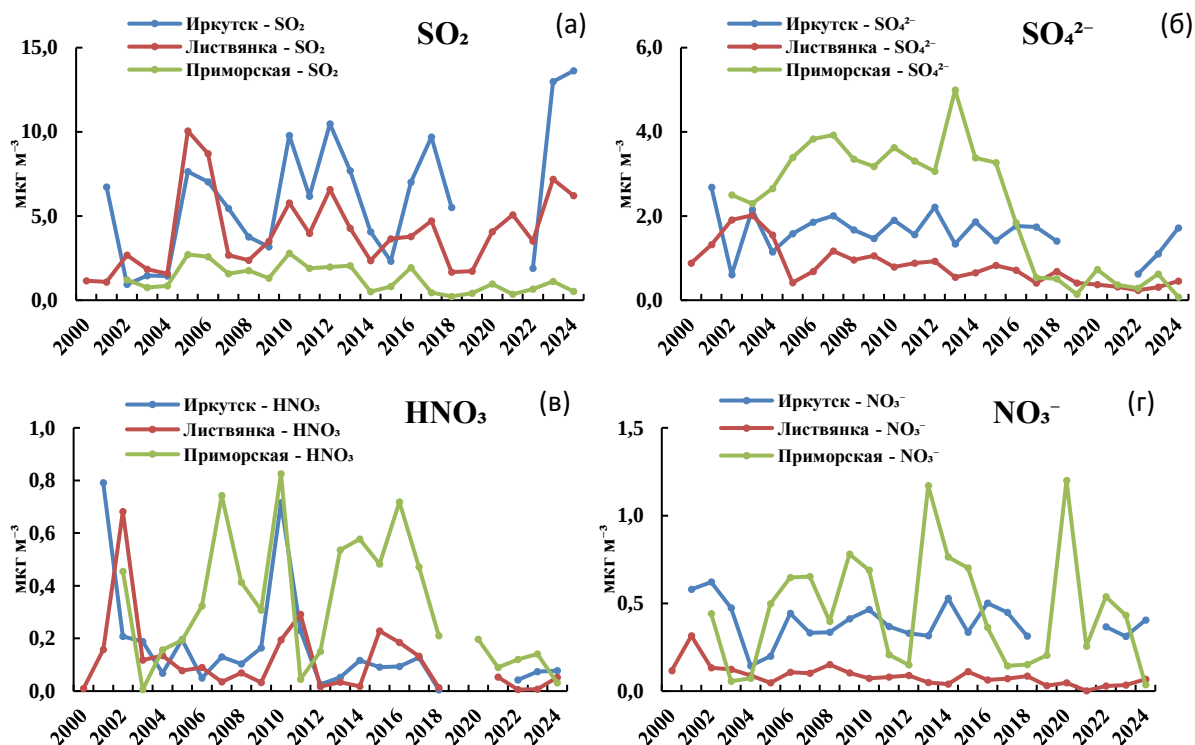


Рис. 2.41 (начало). Изменения средних годовых концентраций соединений газовой и аэрозольной фракций окисленной серы (а, б), окисленного азота (в, г) и восстановленного азота (д, е) в атмосферном воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг м⁻³)

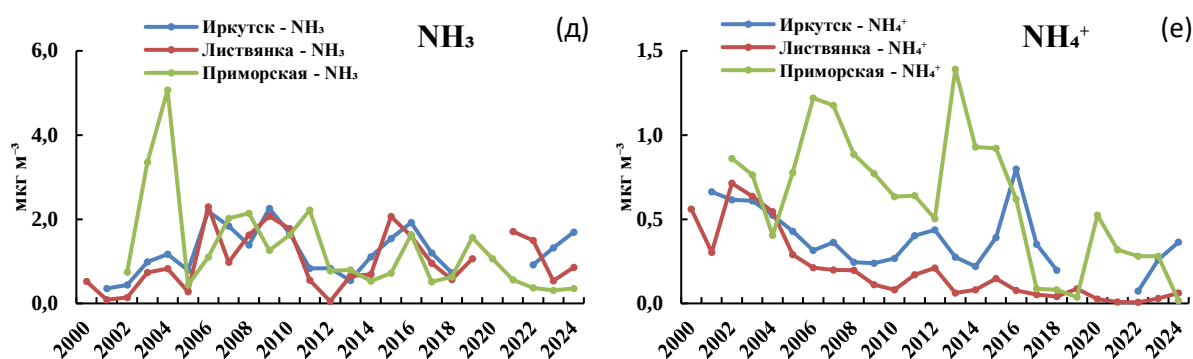


Рис. 2.41 (окончание). Изменения средних годовых концентраций соединений газовой и аэрозольной фракций окисленной серы (а, б), окисленного азота (в, г) и восстановленного азота (д, е) в атмосферном воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг м⁻³)

Среднее содержание SO₂ на станциях Листвянка и Иркутск значительно превышало уровни, отмечавшиеся на станции Приморская, возрастая в основном за счет высоких значений в холодный период (рис. 2.42). Доля аэрозольных частиц на всех станциях ЕАНЕТ снизилась, по большей части вследствие уменьшения вклада сульфатов. В Приморском крае характерное ранее преобладание аэрозольной фракции серосодержащих соединений сменилось в период 2020–2024 гг. на преобладание газовых фракций, при этом общее содержание соединений серы продолжает снижаться после 2012 г. Также в Приморье отмечается уменьшение концентраций газообразного восстановленного азота, в то время как в регионе оз. Байкал его содержание в атмосфере практически не меняется в течение более 15 лет.

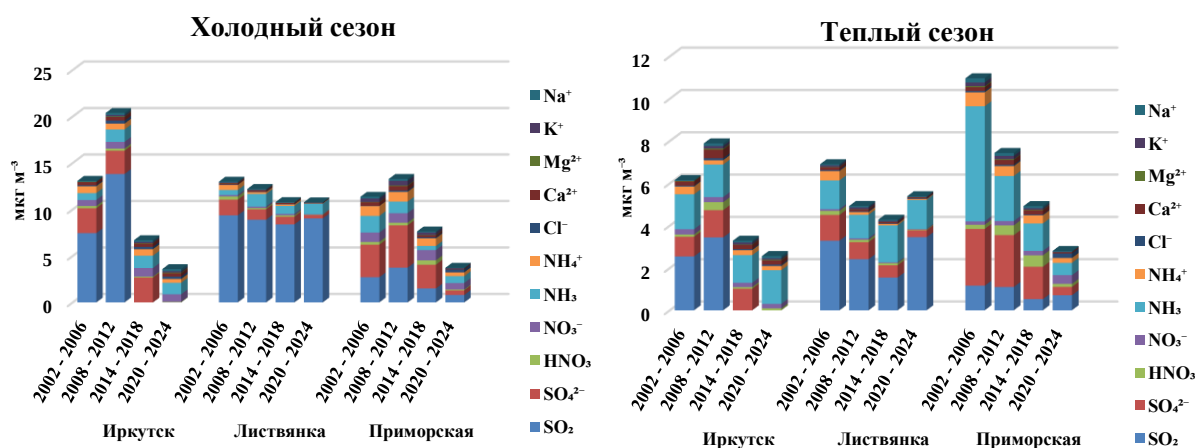


Рис. 2.42. Изменение средних пятилетних значений содержания кислотообразующих веществ в общем составе аэрозолей и газов (мкг м⁻³) на станциях ЕАНЕТ в холодный (слева) и теплый (справа) сезоны в 2002–2024 гг.

В зимние месяцы года для Дальнего Востока (в Приморье) характерно относительно малое количество осадков, вплоть до полного отсутствия атмосферных выпадений в течение отдельных месяцев (рис. 2.43). По сравнению с предыдущими годами, в 2024 г. максимум выпадений с осадками большинства кислотообразующих компонентов на станции Приморская наблюдался в летний период. Сезонные изменения влажных выпадений веществ определяются главным образом годовым ходом атмосферных осадков, что обуславливает несовпадение пиков концентраций и выпадений для Иркутска и Листвянки во внутригодовом ходе.

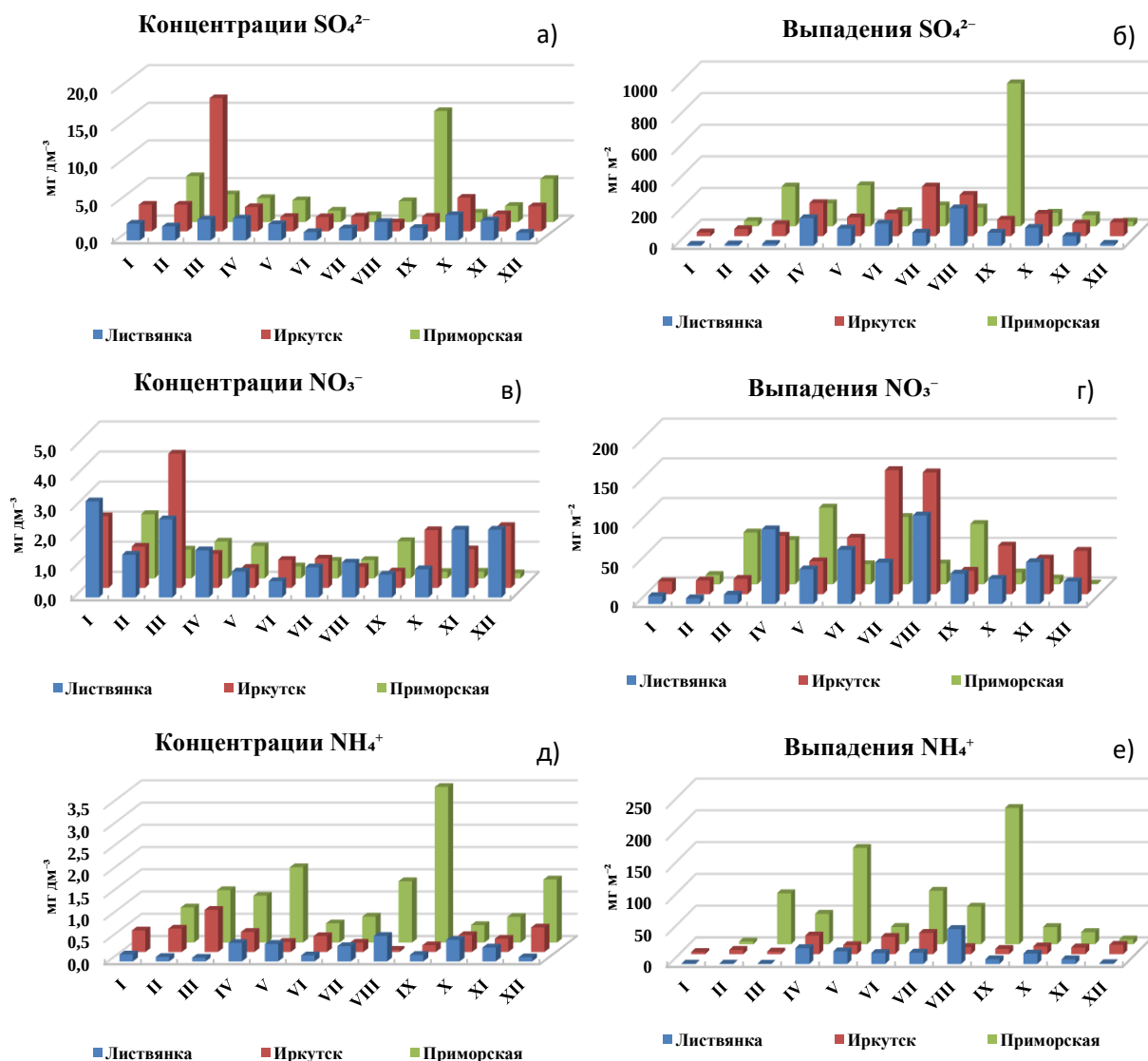


Рис. 2.43. Годовой ход концентраций (а, в, д) и выпадений (б, г, е) основных кислотообразующих ионов с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2024 г.

2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности

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

Мониторинг содержания загрязняющих веществ в депонирующих звеньях наземных экосистем - почвах и растениях позволяет выявлять уровни их накопления с учетом долговременной ретроспективы и способности к самоочищению. Наблюдения за текущими уровнями аккумуляции экотоксикантов, а также выявление многолетних трендов их изменения на территории РФ проводятся 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). 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/Яйло). Получаемые в подобных условиях данные отражают фоновую геохимическую обстановку на территории с учетом ее природных особенностей, глобального и регионального уровней антропогенной нагрузки.

В настоящее время сеть СКФМ развернута на следующих особо охраняемых природных территориях: НП Смоленское Поозерье, Приокско-Тerrasный БЗ, Воронежский БЗ, Кавказский БЗ, Волжско-Камский БЗ, Алтайский БЗ (Яйло), Баргузинский БЗ, а также Мариинск-Уральская СКФМ, расположенная в лесном массиве, в водоохранной зоне на восточном берегу Ревдинского водохранилища (рис. 2.44). В совокупности они охватывают европейскую и азиатскую части России и расположены в разных почвенно-биоклиматических природных зонах, включая различные высотные пояса.

Учитывая консервативность загрязнения депонирующих сред определяемыми экотоксикантами (тяжелыми металлами и стойкими органическими загрязнителями) отбор проб почв и доминантных видов растений древесного, травянисто-кустарничкового и мохового ярусов осуществляется на постоянных пробных площадках СКФМ один раз в 3-5 лет. В 2024 г. наблюдения проводились на СКФМ Приокско-Террасного БЗ, Воронежского БЗ и Кавказского БЗ.

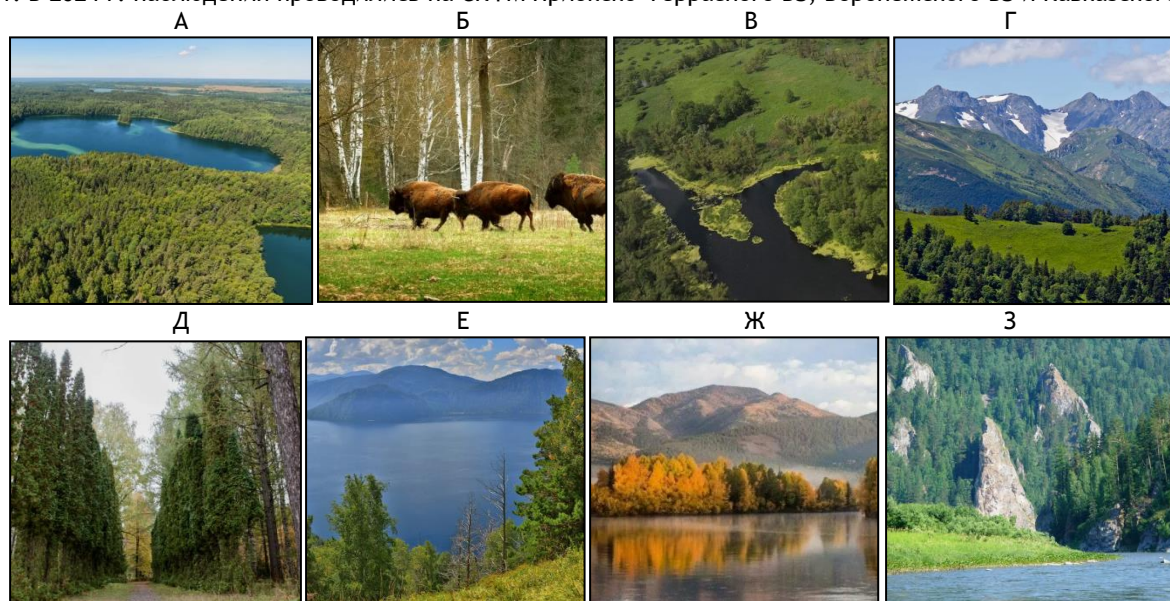


Рис. 2.44. Ландшафты СКФМ: А - НП Смоленское Поозерье, Б - Приокско-Террасный БЗ, В - Воронежский БЗ, Г - Кавказский БЗ, Д - Волжско-Камский БЗ, Е - Алтайский БЗ (Яйлю), Ж - Баргузинский БЗ, З - Мариинск-Уральская СКФМ

Согласно разработанной унифицированной схеме, смешанные средние образцы почв отбираются методом конверта по ГОСТ 17.4.4.02-2017: в травянистых экосистемах с общей площади выдела $10 \times 10 \text{ м}^2$ из верхнего минерального слоя профиля на глубину 10 см, а в лесных экосистемах - с общей площади выдела $25 \times 25 \text{ м}^2$ из горизонта лесной подстилки и верхнего 10-см слоя нижележащих минеральных горизонтов. Смешанные средние пробы доминантных видов растений или укусы общей биомассы растений 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 фонового загрязнения наземных экосистем в районах размещения СКФМ служат тяжелые металлы - кадмий, свинец, медь (Cd, Pb, Cu), а также стойкие органические вещества - бенз(а)пирен, ДДТ (по сумме изомеров) и ГХГЦ (по изомеру γ -ГХГЦ). При этом Cd, Pb и особо опасные пестициды внесены Всемирной организацией здравоохранения в список 10-ти самых опасных химических веществ, воздействующих на здоровье человека и санитарное состояние окружающей среды.

Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах

Фиксируемые величины содержания тяжелых металлов в верхних горизонтах почв СКФМ определяются их концентрацией в литогенной матрице почв и в целом близки к среднемировым кларкам в верхней части континентальной земной коры (табл. 2.27). Исключения составляют только повышенные уровни содержания соединений меди и кадмия в дерново-подзолистых почвах Мариинск-Уральской СКФМ, которые могут определяться наличием природной и антропогенной аномалий халькофильных элементов в покровных отложениях региона.

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

- для соединений свинца - в 3-5 раз для почв Кавказского, Волжско-Камского и Алтайского (Яйлю) БЗ; в 8 раз для почв Приокско-Террасного БЗ; в 24 раза для почв Воронежского БЗ;
- для соединений кадмия - в 3 раза для почв Кавказского БЗ; в 11-17 раз для почв Воронежского и Алтайского (Яйлю) БЗ; в 33 раза для почв Приокско-Террасного БЗ;
- для соединений меди - в 2-5 раз для почв Воронежского и Кавказского БЗ; в 9 раз для почв Алтайского (Яйлю) БЗ; в 109 раз для почв Приокско-Террасного БЗ.

С санитарно-гигиенической позиции текущие уровни содержания в почвах СКФМ соединений свинца, кадмия и меди не превышают нормативные величины ориентировочно-допустимых концентраций (ОДК) тяжелых металлов, что характеризует среднескользящий фоновый уровень загрязнения наземных экосистем России как экологически приемлемый.

Содержание в почвах СКФМ приоритетных загрязнителей органической природы также характеризует их экологическое состояние в основном как благополучное. Как правило, в поверхностных горизонтах почв выявляются лишь следовые количества загрязнителей, поступивших в наземные экосистемы удаленных от источников загрязнения особо охраняемых природных территорий 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. 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. По результатам наблюдений за содержанием остаточных количеств инсектицида γ -гексахлорциклогексана (γ -

ГХЦГ), который был официально запрещен к применению в России в 1990 г., в почвах СКФМ фиксируются значения, которые близки к пределу лабораторного определения и в 50 и более раз ниже установленных ПДК. Это позволяет говорить о фактическом отсутствии в настоящее время загрязнения почв фоновых территорий γ -ГХЦГ.

Таблица 2.27. Содержание тяжелых металлов и органических загрязнителей в почвах СКФМ за период 2019-2024 гг. (по последнему сроку наблюдения)

СКФМ	Опробованные почвы	Свинец	Кадмий	Медь	Бенз(а)пирен	сумма-ДДТ	γ-ГХГЦ
		мг/кг			мкг/кг		
Центральный федеральный округ							
Приокско-Террасный БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	10,5	0,63	7,0	0,6	4,5	0,3
Воронежский БЗ	Дерново-подзолистые песчаные	7,1	0,13	6,2	0,9	21,7	10,2
Южный федеральный округ							
Кавказский БЗ	Горные бурые лесные суглинистые	18,9	0,11	25,2	0,2	18,5	0,7
Сибирский федеральный округ							
Алтайский БЗ (Яйлю)	Горно-луговые суглинистые	7,7	0,04	8,5	0,5	4,8	0,25
Мариинск-Уральская	Дерново-подзолистые суглинистые	18,6	0,27	86,5	-	-	-
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) / Z.Hu and S.Gao (2008) / Н.А.Григорьеву (2009)

Фоновое содержание загрязняющих веществ в растительности

Накопление загрязняющих веществ в растениях может оказывать на них фитотоксические эффекты и отражаться на жизненном состоянии растительного покрова, снижая его средообразующие, средообеспечивающие и эстетические функции. За период наблюдений 2014-2024 гг., включая последний срок опробования, визуальное обследование состояния фитоценозов на СКФМ не выявило признаков нарушений роста и развития растений, которые могли бы отражать критические уровни загрязнения окружающей среды.

Содержание определяемых тяжелых металлов и органических загрязнителей в доминантных видах 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. 2.28).

Таблица 2.28. Средние концентрации тяжелых металлов и органических загрязнителей в растительности СКФМ в период 2019-2024 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							
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
Сибирский федеральный округ							
Алтайский БЗ (Яйлю)	Разнотравье	0,8	1,50	4,0			
Кларк растений		0,1	0,01	2	-	-	-

* - нет данных

** кларки элементов в растениях по А.П. Виноградову (1962)

По сравнению с кларковыми значениями содержания тяжелых металлов в растениях суши по А.П. Виноградову, в настоящее время заметно повышение средних уровней содержания свинца, меди и особенно кадмия в доминантных видах растений СКФМ. Средние концентрации кадмия максимальны в хвое сосны и листьях березы Воронежского БЗ, однако при этом превышены и в растениях всех остальных СКФМ, что может свидетельствовать о тренде расширения техногенного потока кадмия в период второй половины XX - начала XXI вв.

Загрязняющие вещества органической природы - бенз(а)пирен, ДДТ и его метаболиты, γ -ГХЦГ - накапливаются в растительной компоненте наземных экосистем СКФМ в незначительных количествах.

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

2.4.2. Фоновые массовые доли химических веществ в почвах в региональном аспекте

Для сравнения уровней загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) вблизи источников промышленных выбросов с фоновыми массовыми долями соответствующих химических веществ концентрациями 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 2024 г. наблюдения за содержанием в почвах фоновых участков ТМ, НП, фтора, нитратов, сульфатов, БП и ПХБ проводились на территориях Центрального федерального округа (Московской области), Дальневосточного федерального округа (Приморского края), Сибирского федерального округа (Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областей), Уральского федерального округа (Свердловской области), Приволжского федерального округа (Республики: Башкортостан, Татарстан, Чувашская, Марий Эл, Нижегородской, Кировской и Самарской областей).

В таблице 2.29 представлены значения массовых долей нитратов, сульфатов и водорастворимого фтора в почвах фоновых площадок на территории Новосибирской, Кемеровской, Томской, Иркутской, Самарской и Свердловской областей.

Таблица 2.29. 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 г. Новосибирск с. Прокудское	Подзолистые	1995-2024	<u>2,0–36,5</u> 1,46	–	<u>0,2–4,1</u> 0,7
г. Кемерово, д. Калинкино ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Выщелоченный чернозём	1995-2024	<u>0,41–87,5</u> 23,6	–	<u>0,4–3,5</u> 0,9
г. Томск, с. Ярское Ю 43 км от ГРЭС-2	Подзолистые	2001-2024	<u>1,5–156,7</u> 6,6	–	<u>0,3–3,8</u> 0,7
п. Ключи Ю 22 км от г. Новокузнецка	Подзолистые	2023, 2024	<u>7,9</u> 5,9	–	<u>2,5</u> 1,9
Иркутская область г.Ангарск	серые лесные	2002, 2010, 2019, 2024	–	<u>39–640</u> 187,1	<u>0,6–6,4</u> 0,6
г. Усолье-Сибирское				<u>45–933</u> 233,8	<u>1,1–7,9</u> 1,1
Приволжский федеральный округ					
Самарская область Волжский район НПП «Самарская Лука» З 100 км от г. Самара	Чернозёмы	2006-2024	<u>1-47</u> 1,9	<u>24-216</u> 46,8*	<u>0,2-3,3</u> 1,1
Волжский район АГМС АГЛОС ЮЗ 20 км от г. Самара		2006-2024	<u>0,7-36</u> 6,4	<u>16-149</u> 73,1*	<u>0,6-4,1</u> 1,4
Уральский федеральный округ					
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 54 км от г. Екатеринбург	Подзолистые	1999-2024	<u>0,2-13,2</u> <2,8	–	–
Дальневосточный федеральный округ					
Приморский край г. Владивосток	Бурые лесные, лугово- бурые оподзоленные	1998, 2004, 2009, 2015, 2024	–	<u>8,1–144,0</u> 144,0	1,3–7,1**

Примечания: в знаменателе указаны результаты наблюдений 2024 г.; * – в пересчете на серу; ** – данные наблюдений за 1998–2009 гг.
– - не определялись

Данные, представленные в табл. 2.29, демонстрируют значительные колебания содержания в почвах нитратов, сульфатов и фтора за рассматриваемый период. Следует отметить, что в 2024 г. на территории фоновой площадки с. Ярское Томской области содержание нитратов в почве (6,6 мг/кг) снизилось в 9 раз по сравнению с предыдущим годом наблюдений (61,7 мг/кг). Фоновая концентрация водорастворимых соединений фтора в почве (0,9 мг/кг) на территории д. Калинкино Кемеровской области снизилась в 2 раза по сравнению с данными, полученными в 2023 г. (2,0 мг/кг). В 2024 г. было выявлено высокое содержание сульфатов в почвах фоновых участков на территории

Иркутской области в районе г. Ангарска (в 2024 г. - 187,1 мг/кг, в 2019 г. - 72,9 мг/кг (в суглинистых почвах)) и г. Усолье-Сибирского (в 2024 г. - 233,8 мг/кг, в 2019 г. - 166 мг/кг (в суглинистых почвах)). 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. 2.30. Массовые доли кислоторастворимых форм кадмия, меди, свинца, цинка и НП в почвах фоновых площадок на территории отдельных регионов Российской Федерации представлены в табл. 2.31.

На территории Приморского края в 2024 г. содержание подвижных форм тяжелых металлов в почве определялось на фоновой площадке вблизи г. Владивостока. Концентрация подвижных форм свинца составила 1,7 мг/кг, кадмия - 0,04 мг/кг, никеля - 0,09 мг/кг, цинка - 1,7 мг/кг, марганца - 42,6 мг/кг, меди - 0,09 мг/кг.

Данные многолетних наблюдений демонстрируют, что за весь период наблюдений превышение установленных нормативов содержания 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. 2.45 представлены результаты обследований, проведенных с 2001 по 2024 гг., в районе д. Калинкино Кемеровской области на площадке многолетних фоновых наблюдений.

Таблица 2.30. 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 (Cr)
<i>Центральный федеральный округ</i>						
Московская область Коломенский городской округ	Дерново-подзолистые	2006, 2008, 2024	<u>8,0-10,0</u> 7,6	<u>750,0-800,0</u> 567,3	<u>12,0-18,0</u> 11,4	<u>(30,0-40,0)</u> (13,9)
<i>Сибирский федеральный округ</i>						
Иркутская область г. Ангарск	серые лесные	2002, 2010, 2019, 2024	<u>6,9-59,1</u> 59,1	<u>173,0-3046,0</u> 3046,0	<u>3,0-72,5</u> 72,5	<u>0,01-0,05</u> 0,05
г. Усолье-Сибирское			<u>9,8-50,2</u> 50,2	<u>54,0-3263,9</u> 3263,9	<u>4,6-111,9</u> 111,9	<u>0,03-0,06</u> 0,06
г. Новосибирск с. Прокудское	Подзолистые	2017-2024	<u>0,3-12,0</u> 6,7	<u>298,5-712,0</u> 525,3	<u>8,1-31,4</u> 15,5	<u>(17,1-34,6)</u> (16,9)
г. Томск, с. Ярское	Подзолистые	2017-2024	<u>7,7-11,4</u> 11,4	<u>298,5-821,7</u> 738,5	<u>18,8-27,6</u> 27,6	<u>(17,1-37,3)</u> (32,9)
<i>Дальневосточный федеральный округ</i>						
Приморский край г. Владивосток	Бурые лесные, лугово-бурые оподзоленные	1998, 2004, 2009, 2015, 2024	<u>12,0-15,0</u> –	<u>750,0-1100,0</u> 321	<u>10,9-18,0</u> 10,9	<u>0,03-0,04*</u> 0,03
<i>Уральский федеральный округ</i>						
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 54 км от г. Екатеринбург	Дерново-подзолистые	1999-2024	<u>4,0-44,0</u> 20,0	<u>77,0-3110,0</u> 726,0	<u>1,5-53,0</u> 33,0	<u>0,01-0,20</u> –
<i>Приволжский федеральный округ</i>						
Нижегородская область г. Арзамас	Дерново-подзолистые	2012, 2013, 2014, 2022, 2023, 2024	<u><2,2-11,0</u> 9,0	<u>172,0-520,0</u> 235,0	<u>18,0-25,0</u> 21,0	<u><0,02-0,04</u> 0,03
Самарская область НПП «Самарская Лука» 3 100 км от г. Самара	Черноземы	2006-2024	–	<u>43,0-515,0</u> 399,1	<u>11,0-87,0</u> 18,3	–
АГМС п. Агрос ЮЗ 20 км от г. Самара			–	<u>175,0-778,0</u> 165,1	<u>9,0-103,0</u> 33,2	–
Республика Башкортостан г. Белебей	Черноземы, серые лесные	2007, 2014, 2024	–	–	<u>24,0-93,0</u> 29,0	–
Республика Марий Эл г. Йошкар-Ола	Выщелоченные черноземы, подзолистые	2013, 2014, 2015, 2016, 2024	<u><1,0-10</u> <6,0	<u>85,0-892,0</u> 230,0	<u><11-20,0</u> 17,0	<u><0,02-0,02</u> <0,02
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км	Дерново-подзолистые	2008-2024	2-8**	<u>250,0-613,0</u> 462,0	<u>2,0-36,0</u> 3,8	<u>0,01-0,04</u> 0,02
г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»			3-9**	<u>223,0-549,0</u> 491,0	<u>12,0-51,0</u> 23,2	<u>0,01-0,04</u> 0,05

Примечания: в знаменателе указаны результаты наблюдений 2024 г.; * – данные наблюдений за 2015, 2024 гг.;

** – данные наблюдений за период 2008–2015 гг.; – не определялись

Таблица 2.31. 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 наблюдений	Cd	Cu	Pb	Zn	НП
Центральный федеральный округ							
Московская область Коломенский городской округ	Дерново-подзолистые	2006, 2008, 2024	<u>0,1-0,6</u> 0,6	<u>8,0-12,0</u> 8,9	<u>16-19</u> 8,5	<u>26-30</u> 30,3	–
Сибирский федеральный округ							
Западная Сибирь г. Кемерово д. Калинкино	Выщелоченный чернозём	1995–2024	<u><0,1-6,3</u> 0,7	<u>4-41</u> 20,3	<u>5-31</u> 11,5	<u>18-169</u> 50,4	<u>5,6-110</u> 61,0
г. Новокузнецк пос. Ключи	Подзолистые	2022, 2023, 2024	<u>0,3-0,4</u> 0,4	<u>16-21</u> 16,3	<u>9,2-16,2</u> 9,2	<u>43-58</u> 42,8	<u>19-44*</u> 44,1
г. Новосибирск с. Прокудское	Подзолистые	1995-2024	<u><0,1-3,0</u> 0,3	<u>3,0-30,0</u> 13,7	<u>1,6-40,0</u> 5,7	<u>5-129</u> 30,8	<u>9-264</u> 25,0
г. Томск, с. Ярское	Подзолистые	2001-2024	<u><0,1-0,9</u> 0,5	<u>2-21,3</u> 15,0	<u>4,1-27</u> 7,5	<u>22-200</u> 60,8	<u>20-296</u> 82,0
Дальневосточный федеральный округ							
Приморский край г. Владивосток	Бурые лесные, лугово-бурые оподзоленные	1998, 2004, 2009, 2015, 2024	<u>0,03-0,6</u> 0,03	<u>9,4-16,0</u> 9,6	<u>14-29</u> 14,4	<u>47,6-70</u> 47,6	–
Уральский федеральный округ							
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 54 км от г. Екатеринбург	Дерново-подзолистые	1999-2024	<u>0,3-2,2</u> 0,1	<u>15-281</u> 80	<u>7,0-137</u> 15	<u>44-213</u> 66	–
Приволжский федеральный округ							
Нижегородская область г. Арзамас	Дерново-подзолистые	2012, 2013, 2014, 2022, 2023, 2024	<u><0,5-4,0</u> <0,5	<u>12-29</u> 12	<u><5-20</u> <5	<u>23-77</u> 23	<u>25-111</u> <30
Самарская область НПП «Самарская Лука» АГМС АГЛОС ЮЗ 20 км от г. Самара	Черноземы	2006-2024	<u>0,2-2,8</u> 1,6 <u>0,1-2,5</u> 1,7	<u>7-118</u> 82,3 <u>8-92,2</u> 92,2	<u>8-88</u> 12,0 <u>1-33,5</u> 33,5	<u>35-219</u> 172,9 <u>31-271</u> 158,7	<u>9-175</u> 32 <u>2,4-69,2</u> 4,0
Республика Башкортостан г. Белебей	Черноземы, серые лесные	2007, 2014, 2024	–	<u>5-45</u> 5	<u>16-30</u> 16	<u>18-51</u> 18	–
Республика Марий Эл г. Йошкар-Ола	Выщелоченные черноземы, подзолистые	2013, 2014, 2015, 2016, 2024	<u><0,5-<4,0</u> <0,5	<u><6-44</u> 9,0	<u><5-32</u> <5	<u>23-32</u> 32	<u>34-157</u> 86
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»	Дерново-подзолистые	2008-2024	<u>0,1-0,5</u> 0,2	<u>1,2-11,0</u> 2,7	<u>3,0-18,0</u> 12,7	<u>9,3-180</u> 19,6	<u>2,3-96</u> 25,5
		2008-2024	<u>0,1-1,1</u> 0,4	<u>5,0-28,8</u> 8,1	<u>2,3-22,0</u> 5,9	<u>17-89,6</u> 25,5	<u>15-150</u> 40,5

Примечание: в знаменателе указаны результаты наблюдений 2024 г. * – данные наблюдений за 2023, 2024 гг.;

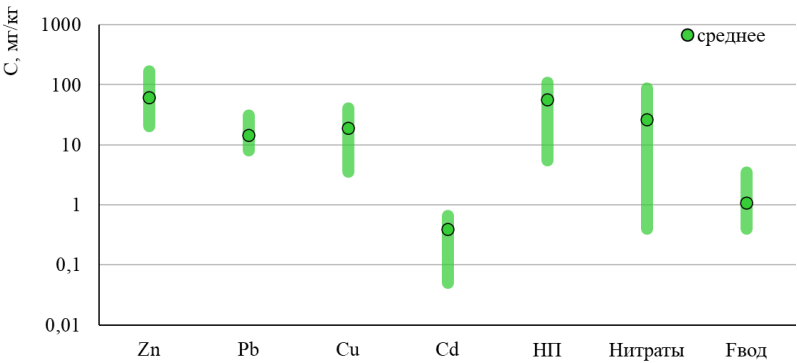


Рис. 2.45. Диапазон варьирования и среднее содержание кислоторастворимых форм тяжелых металлов, нефтепродуктов, нитратов и водорастворимых соединений фтора в почве фоновой площадки д. Калинкино (фон для г. Кемерово) по данным наблюдений 2001-2024 гг.

В 2024 г. на территории Центрального федерального округа обследовались почвы Коломенского городского округа Московской области. Содержание валовых форм тяжелых металлов в почвах фоновой площадки не превышало допустимых нормативами значений. По сравнению с результатами предыдущего обследования, проведенного в

2008 г., наблюдается снижение концентрации свинца в 2,2 раза, хрома - в 3 раза. Фоновое содержание кадмия увеличилось в 2,8 раза по сравнению с результатами мониторинга 2008 г. Следует отметить, что за весь период наблюдений 2006-2024 гг. концентрация кадмия на фоновой площадке г.о. Коломна увеличилась с 0,1 мг/кг в 2006 г. до 0,6 мг/кг в 2024 г. Массовые доли цинка, меди, кобальта, никеля и марганца в почве сохранились на уровне значений 2008 г.

В *Дальневосточном федеральном округе* содержание токсикантов промышленного происхождения определялось в почве фоновой площадки вблизи г. Владивостока Приморского края. Результаты наблюдений 2024 г. показали, что фоновые массовые доли валовых форм всех определяемых тяжелых металлов (Pb, Cu, Zn, Ni, Cd, Mn) для почв г. Владивостока снизились или сохранились на уровне значений 2015 г. (рис. 2.46). Фоновое содержание БП составило 0,007 мг/кг (0,3 ПДК).

В *Сибирском федеральном округе* проводятся многолетние наблюдения за содержанием ТПП в почвах фоновых площадок в районах расположения пунктов многолетних наблюдений городов Кемерово, Новокузнецк, Новосибирск и Томск. Следует отметить, что превышений допустимых гигиеническими нормативами значений в последние годы наблюдений не было выявлено.

На рис. 2.47 представлена многолетняя динамика изменений содержания кислоторастворимых форм ТМ в почвах фоновой площадки в районе с. Прокудское (фон для г. Новосибирска). Данные, представленные на рис. 2.47, показывают, что в период 2019-2024 гг. наблюдается колебание значений фоновых массовых долей цинка, свинца и никеля на обследуемом участке. 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 2,6–8,6 мг/кг, с. Ярское - 3,3–7,1 мг/кг. Содержание НП в почвах с. Прокудское за последние пять лет изменялось в диапазоне 25,0–193,0 мг/кг. Среднее значение концентрации нефтепродуктов в почвах фоновых участков Омской области по результатам проведенных обследований составило 155 мг/кг.

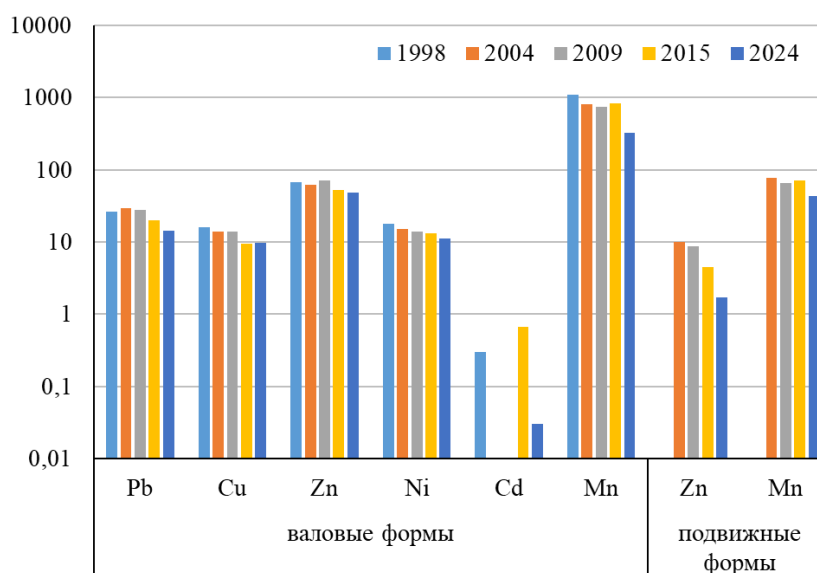


Рис. 2.46. Средние значения содержания валовых и подвижных форм тяжелых металлов в почве фоновой площадки г. Владивостока по данным наблюдений 1998-2024 гг.

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

В *Приволжском федеральном округе* в 2024 г. были продолжены наблюдения за содержанием ТПП в почвах фоновых участков на территории Самарской области – НПП «Самарская Лука» и АГМС АГЛОС. Средние значения концентраций ТПП не превышали допустимых уровней.

На территории Республики Башкортостан в 2024 г. обследовались фоновые участки в районе городов Белебей и Давлеканово. По сравнению с результатами наблюдений 2014 г., значения фоновых массовых долей свинца и цинка для почв г. Белебей снизились в 2 раза, меди - в 5 раз. В почве фоновой площадки г. Давлеканово содержание никеля, свинца, меди и цинка снизилось в 3–3,5 раза по сравнению с результатами предыдущего обследования в 2014 г.

Многолетние наблюдения за содержанием НП и кислоторастворимых форм ТМ проводятся на фоновых площадках городов Казани, Нижнекамска и Набережных Челнов. Средние значения концентраций ТПП за период 2013-2024 гг. изменялись незначительно.

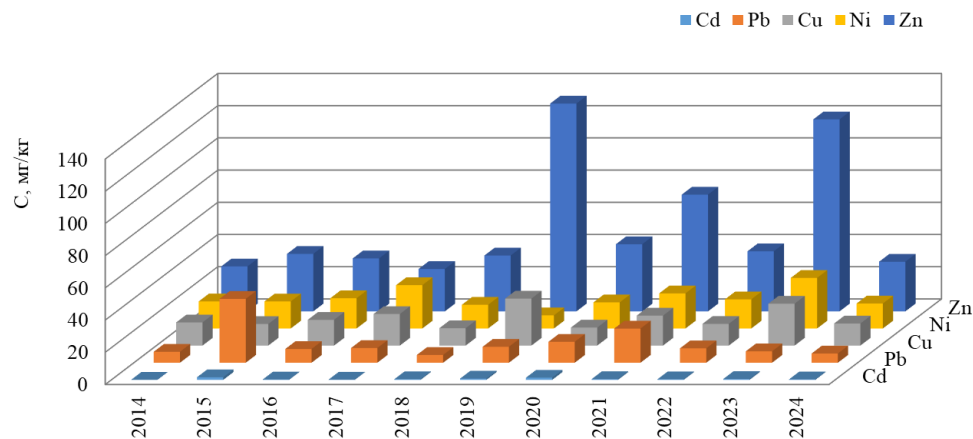


Рис. 2.47. Средние значения содержания кислоторастворимых форм Cd, Pb, Cu, Ni, Zn в почве фонового участка с. Прокудское (фон для г. Новосибирска) по данным наблюдений 2014-2024 гг.

В большинстве регионов значения фоновых массовых долей ТПП в почвах варьируют в определённых пределах, зависящих от природной неоднородности почв, сохраняясь в среднем за период наблюдений примерно на одном уровне. Отдельные высокие значения фоновых концентраций химических веществ в почвах выявляются редко. За многолетний период обследований превышение предельно допустимых и ориентировочно допустимых уровней содержания ТПП в почвах фоновых площадок наблюдается 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 2024 г. фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства фоновых районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы, и составило для ртути 0,13-0,50 мкг/л, свинца 0,20-2,55 мкг/л, кадмия 0,04-0,43 мкг/л (табл. 2.32).

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

Таблица 2.32. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети КФМ

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2024 г.	Диапазон	2024 г.	Диапазон	2024 г.
Приокско-Террасный БЗ	1987-2024	нпо-39,4	0,77	0,03-3,5	0,04	0,03-16,0	0,50
Астраханский БЗ	1988-2024	0,08-128	0,33	0,1-413	0,43	0,01-74	0,41
Воронежский БЗ	1990-2024	0,16-50	0,20	0,01-4,6	0,01	0,02-34,5	0,13
Мариинск	2024	0,28-0,33	0,31	0,14-0,16	0,15	0,05-0,34	0,17
Яйлю	2001-2024	0,01-8,5	2,55	0,01-11,0	0,05	0,01-0,57	0,13

нпо - ниже предела обнаружения

С 2024 г. после пятилетнего перерыва возобновились наблюдения за определениями концентраций хлорорганических пестицидов (ХОП) в поверхностных водах на более чувствительном оборудовании, из-за чего предел их обнаружения снизился, а полученные данные нельзя сопоставить с прежними диапазонами наблюдений. Существовавшие ранее определяемые диапазоны данных в разделе не приводятся.

В таблице 2.33 представлены среднегодовые данные концентраций хлорорганических пестицидов (ХОП) в поверхностных водах за 2024 г.

Таблица 2.33. Фоновое загрязнение поверхностных вод ХОП за 2024 г. по данным сети КФМ

Заповедник	α-ГХЦГ, нг/л	ГХБ, нг/л	γ-ГХЦГ, нг/л	п,п'-ДДЭ, нг/л	п,п'-ДДД, нг/л	п,п'-ДДТ, нг/л
Астраханский БЗ	0,45	187,78	2,15	18,59	НПО	НПО
Воронежский БЗ	0,67	НПО	НПО	НПО	НПО	НПО
Приокско-Террасный БЗ	НПО*	31,33	7,47	15,18	НПО	НПО
Яйлю	НПО	15,24	16,55	НПО	НПО	НПО

*НПО - ниже предела обнаружения. При расчетах средних значения НПО принимаются как половина предела обнаружения: α-ГХЦГ, ГХБ, γ-ГХЦГ - 0,25 нг/л; п,п'-ДДЭ, п,п'-ДДД - 0,5 нг/л; п,п'-ДДТ - 1 нг/л

По полученным результатам можно отметить, что для п,п'-ДДД и п,п'-ДДТ на всех исследуемых реках значения не превышали пределов обнаружения. Уровни концентраций сохранились на уровне прежних измеряемых диапазонов

данных. С 2024 г. также добавились измерения гексахлорбензола (ГХБ), содержание которого в поверхностных водах показывает наиболее высокие значения из определяемых хлорорганических пестицидов.

2.6. Радиационная обстановка на территории России

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

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

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

Источниками локального радиоактивного загрязнения окружающей среды являются некоторые предприятия ядерно-топливного цикла, такие как Сибирский химический комбинат в Томской области (СХК), Горно-химический комбинат (ГХК) в Красноярском крае. Существенно меньшее влияние оказывают атомные электростанции (АЭС).

В 2024 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 1 286 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 54 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 2024 г. по сравнению с предыдущими годами (2018-2023 гг.) 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

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

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

В 2024 г. наиболее заметные изменения среднегодовых значений объемной $\Sigma\beta$ по сравнению с 2023 г. в приземном слое атмосферы наблюдались на севере Восточной Сибири. Объемная $\Sigma\beta$ на севере увеличилась от $14,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ до $21,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, но находилась в пределах колебаний фона за последние пять лет (рис. 2.48). На севере ЕЧР и юге Восточной Сибири отмечается тенденция к уменьшению объемной $\Sigma\beta$ в приземном слое атмосферы и в 2024 г. $\Sigma\beta$ составила $5,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и $18,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ соответственно.

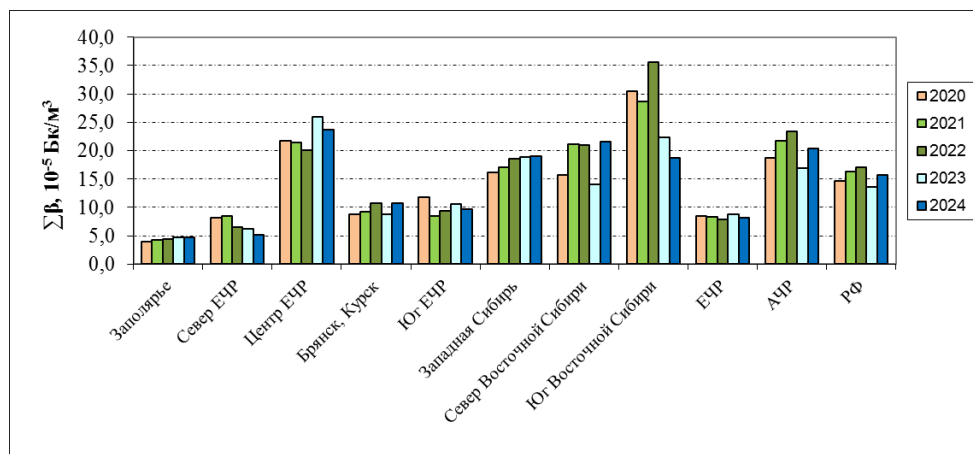


Рис. 2.48. Динамика объемной $\Sigma\beta$ в регионах РФ в 2000-2024 гг.

В загрязненной зоне (Брянск и Курск) значение объемной ΣB возросло до $10,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2023 г. – $8,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В других регионах активность сохранилась приблизительно на уровне предыдущего года.

В районе ПО «Маяк» в пос. Новогорный (Челябинская обл.) в 2024 г. продолжалось наблюдаться уменьшение объемной ΣB до $11,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2023 г. – $15,5 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, в 2022 г. – $19,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Следует отметить низкий уровень объемной ΣB в Заполярье с 2020-2024 г. $3,9-4,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Такая динамика объемной ΣB в приземном слое атмосферы подтверждает устойчивую радиационную обстановку и стабилизацию техногенного радиационного фона на территории России.

В целом на ЕЧР и АЧР наблюдалось незначительное изменение среднегодовых значений объемной ΣB в приземном слое атмосферы: объемная ΣB в 2024 г. на ЕЧР составила $8,2 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ против $8,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2023 г., на территории АЧР – $20,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ против $17,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ в 2023 г.

В результате в 2024 г. в среднем по России значение объемной ΣB в приземном слое атмосферы составило $15,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ и находилось в пределах фоновых колебаний за предыдущие годы (в 2020-2023 г. $13,6-17,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

По данным наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферы по ΣB радионуклидов в 2024 г. случаев экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ) на территории России не было зафиксировано. Были зафиксированы случаи высокого загрязнения (ВЗ): 41 случай кратковременного превышения над фоновыми уровнями объемной ΣB в аэрозолях и 11 случаев по выпадениям (в 2023 г. – 45 случаев в аэрозолях и 7 случаев по выпадениям).

Максимум объемной ΣB в 2024 г. наблюдался в п. Сухобузимское (Красноярский край) 02-03 февраля 2024 г. ($383 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). По данным радионуклидного анализа в пробе аэрозолей техногенных радионуклидов не было обнаружено.

Повышенные величины объемной ΣB были зафиксированы в п. Сухобузимское ($255 \cdot 10^{-5}$, $183 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и Большая Мурта ($214 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) Красноярского края.

Максимальные уровни ВЗ по выпадениям ΣB были зафиксированы в пунктах Красноярск ($28,3$ Бк/м²·сутки) и Туруханск ($17,6$ 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 2024 г. наблюдалась в сентябре в г. Курчатове (Курская обл.), $22 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Повышенные относительно фоновых среднемесячные значения наблюдались в городах Нововоронеж – $20 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и Мурманске – $20,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Зашейке – $17 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Кандалакше – $14 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, среднеквартальные – в Нижнем Новгороде – $12 \cdot 10^{-7}$ 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) среднегодовое содержание радионуклидов в воздухе несколько снизилось, но сохраняется относительно высоким. В 2024 г. объемная активность ^{137}Cs в воздухе на загрязненных территориях составила $5,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ против $3,3 \cdot 10^{-7}$ 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 ($216 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) наблюдалась в октябре 2024 г., а среднемесячная за 2024 г. составила $53 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в период 2020-2023 гг. от $14 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ до $114 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), что на пять-шесть порядков ниже ДОА_{НАС} по НРБ-99/2009.

Выпадения ^{137}Cs в п. Новогорный до сих пор превышают фоновые уровни, характерные для незагрязненных зон. Годовые выпадения ^{137}Cs здесь в 2024 г. составили $4,1$ Бк/м²·год (в 2023 г. – $7,2$ Бк/м²·год, в 2022 г. – $4,7$ Бк/м²·год).

Диапазон изменений средней по РФ плотности выпадений ^{137}Cs из атмосферы на подстилающую поверхность в 2010-2023 гг. был менее $0,2$ Бк/м²·год, за исключением 2011 г., когда за счет поступления выбросов с АЭС «Фукусима-1» годовые выпадения составили $1,4$ 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 (ДОНАС) по НРБ-99/2009.

Средняя объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере с 2015 г. по 2024 г. колеблется в пределах $(0,9-1,1) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

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

Среднее содержание трития (^3H) в осадках по РФ, с 2010 г. по 2024 г. колеблется около значения $1,5$ Бк/л. Отклонения в разных пунктах наблюдения и по годам не превышают $0,5$ Бк/л.

2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод

Основной вклад в техногенное радиоактивное загрязнение поверхностных вод на отдельных территориях 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. Рябино), Кама (п. Тюлькино) Пермского края, расположенных в районе взрыва трех ядерных зарядов (мощностью 15 кТ каждый), проведенного в мирных целях по проекту «Канал» в марте 1971 г. на глубине 128 м.

На АЧР наиболее 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 р. Теча ^{90}Sr до сих пор сохраняется достаточно высоким – от

2,4 Бк/л до 3,9 Бк/л. Приведенные значения уровня загрязнения ^{90}Sr реки Течи находятся ниже уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 (4,9 Бк/л).

С 2010 г. по 2024 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 в 2024 г. колебались: в Белом море - (1,8-3,6) мБк/л, Баренцевом - (1,2-2,3) мБк/л, Охотском - (0,7-1,2) мБк/л и Японском - (0,8-2,5) мБк/л, а также в водах Тихого океана у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) - (0,8-4,7) мБк/л. В Каспийском море в 2024 г. объемная активность ^{90}Sr составила (2,6-4,7) мБк/л.

2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов

Среднегодовые значения мощности амбиентного эквивалента дозы (МАЭД) на территориях федеральных округов находятся в пределах 0,11-0,14 мкЗв/ч, что соответствует естественному радиационному фону.

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

В ДВФО и УФО его концентрация, как правило, оказывается меньше порога обнаружения (только в Верхнем Дуброво (Свердловская обл., УФО) среднегодовая объемная активность в 2024 г. была равна $5,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Наиболее высокие величины объемной активности ^{137}Cs характерны для ЕЧР - ПФО, ЮФО и ЦФО, где среднегодовые значения находились в диапазоне $(1-13) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В 2024 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, Барнаул, Большая Мурта и Сухобузимское - в диапазоне от $0,4 \cdot 10^{-7}$ до $2,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Среднее по СФО значение объемной активности ^{137}Cs в 2020-2024 гг. находилось в диапазоне средневзвешенных значений по РФ, которые в эти годы составили $(1,4-1,6) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В 2024 г., как и ранее, в пунктах наблюдения, расположенных в районах РОО, таких как Новогорный, среднегодовые значения объемной активности ^{137}Cs на порядок превышали указанные выше.

В 2021-2024 гг. наиболее высокие значения объемной активности ^{137}Cs в СЗФО были зарегистрированы в Санкт-Петербурге, Петрозаводске, где ее значения достигали двукратных величин по сравнению со средними значениями по округу. В 2024 г. также высокие значения регистрировались в Мурманске, Зашейке и Кандалаксе.

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 2024 г. в УФО, СФО, СЗФО не превышала $3,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а в ДВФО была менее $2,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В федеральных округах ПФО, ЦФО, ЮФО объемная активность ^{90}Sr не превышала $1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Наибольшая среднегодовая активность ($5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) наблюдалась в г. Верхнее Дуброво. Все значения среднегодовой объемной активности ^{90}Sr в приземной слое атмосферного воздуха на 7-8 порядков ниже допустимой по НРБ-99/2009.

Повышенная величина атмосферных выпадений ^{137}Cs в 2024 г. наблюдалась в ЦФО, где она составила $0,22$ Бк/м²-года, в УФО - $0,35$ Бк/м²-год и в СЗФО - $0,11$ Бк/м²-год. В ДВФО и СФО во всех субъектах федерации плотности атмосферных выпадений ^{137}Cs были ниже порога обнаружения ($<0,01$ Бк/м²-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. Чердын), протекающих в районе проведения мирных подземных ядерных взрывов. В последние годы объемная активность ^{90}Sr в водах трех последних рек постоянно уменьшалась и в 2014-2015 гг. приблизилась к средним по ЕЧР значениям (4-7 мБк/л). В дальнейшем содержание ^{90}Sr в воде этих рек колебалось в диапазоне 15-20 мБк/л. В 2024 г. содержание ^{90}Sr в воде этих рек было в диапазоне 5,0 - 15 мБк/л.

В воде рек и озер, в водосборе которых нет загрязненных территорий, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2021-2024 гг. не превышала 9,4 мБк/л.

Величина ^{90}Sr , в воде морей, омывающих территорию России, определяется, в значительной степени, открытостью моря - его связью с океаном. Наименьшее его содержание в последнее десятилетие наблюдается в Авачинской губе Тихого океана - от 1 мБк/л до 2,4 мБк/л. В среднем значительно выше активность ^{90}Sr в водах Каспийского моря от 3,5 мБк/л до 9 мБк/л, и в 2024 г. его содержание здесь в среднем составило 4,6 мБк/л. Объемная активность ^{90}Sr в Таганрогском заливе Азовского моря в 2024 г. составила 2,5 мБк/л.

3. Загрязнение окружающей среды регионов России

3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов

Оценка состояния загрязнения атмосферного воздуха за 2024 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 2024 г. при оценке загрязнения атмосферного воздуха в Российской Федерации были использованы данные наблюдений в 253 городах на 740 пунктах, из них регулярных наблюдений Росгидромета в 223 городах на 653 пунктах, включая сеть пунктов наблюдений в Донецкой и Луганской народных республиках (рис. 3.1-3.2).

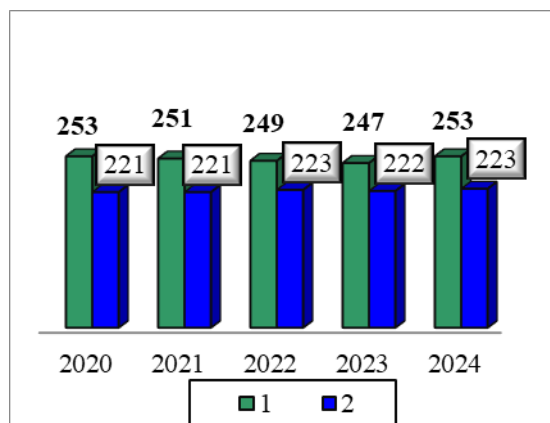


Рис. 3.1. Количество городов с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

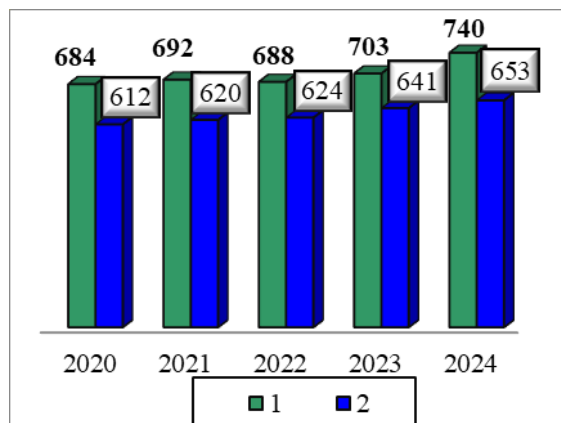


Рис. 3.2. Количество пунктов в городах с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

Для определения уровня загрязнения атмосферы используются следующие характеристики загрязнения воздуха: средняя концентрация загрязняющего вещества в воздухе, мг/м^3 или мкг/м^3 (qср);

максимальная (измеренная за 20 мин) разовая концентрация загрязняющего вещества, мг/м^3 или мкг/м^3 (qm).

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

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

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

В данном разделе в соответствии с руководящим документом РД 52.04.667-2005 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. В тексте используются четыре градации значений индекса: менее 5, от 5 до 6, от 7 до 13, равно или более 14;

СИ – стандартный индекс – наибольшая измеренная разовая концентрация загрязняющего вещества, деленная на ПДК. Определяется из данных наблюдений на всех пунктах рассматриваемой территории города за всеми загрязняющими веществами 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.

3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха

По данным регулярных наблюдений за период 2020–2024 гг. средние за год концентрации взвешенных веществ и оксида углерода снизились на 21%, при этом выбросы твердых веществ от стационарных источников и суммарные выбросы оксида углерода от стационарных источников и автотранспорта за тот же период имеют тенденцию роста 10% (табл. 3.1, рис. 3.9–3.14). Среднегодовые концентрации диоксида серы за последние пять лет существенно не изменились, при этом суммарные выбросы от стационарных источников и автотранспорта снизились на 20%. Среднегодовые концентрации диоксида азота увеличились на 6%, оксида азота – на 9%, при этом суммарные выбросы NO_x (в пересчете на NO₂) от промышленных источников и автотранспорта возросли на 10% (табл. 3.1). Средние концентрации бенз(а)пирена за пятилетний период снизились на 16%, выбросы от стационарных источников за тот же период снизились значительно (58%). Уровень загрязнения воздуха городов России формальдегидом сохраняется высокий, среднегодовые концентрации за период 5 лет увеличились на 7% на фоне увеличения объема выбросов стационарных источников на 13%.

Таблица 3.1. Тенденция изменений средних за год концентраций загрязняющих веществ и объемов выбросов от стационарных источников и автотранспорта в городах РФ за период 2020–2024 гг.

Загрязняющее вещество	Количество городов	Тенденция средних за год концентраций, %	Тенденция выбросов, %
Взвешенные вещества	218	–21	+10
Диоксид азота	235	+6	+10
Оксид азота	164	+9	–20
Диоксид серы	234	0	+10
Оксид углерода	216	–21	–58
Бенз(а)пирен	180	–16	+13
Формальдегид	156	+7	

Важным косвенным показателем для обобщенной 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 увеличилось на 3 и составило 203 (рис. 3.3). С учетом ранее действовавших нормативов количество таких городов увеличилось на 4 города и составило 140 (рис. 3.3).

Количество городов, в которых качество атмосферного воздуха характеризуется значением ИЗА>7, по сравнению с предыдущим годом уменьшилось на 4 города (рис. 3.4).

В 2024 г. список городов с уровнем загрязнения, соответствующим значению ИЗА≥14 включает 38 городов (рис. 3.4, таблица 3.4). По сравнению с предыдущим годом количество городов увеличилось на 5.

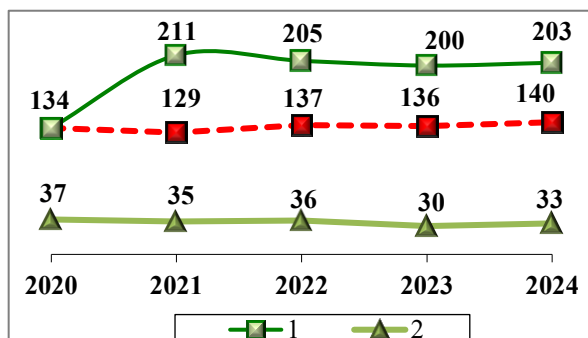


Рис. 3.3. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации одного или нескольких веществ превышали 1 ПДК с учетом прежних (2020–2024 гг.) и новых (2021–2024 гг.) нормативов (1), и отмечались значения СИ больше 10 (2)

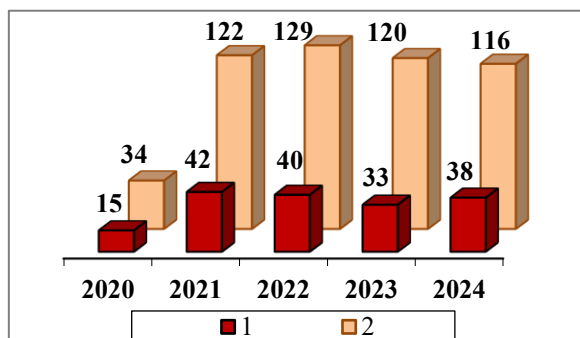


Рис. 3.4. Количество городов, в которых значение ИЗА>7 (2), в том числе, городов с ИЗА≥14 (1)

Тенденция изменений загрязнения атмосферного воздуха отдельными веществами

Количество городов, где средние за год концентрации взвешенных веществ превысили норматив содержания в атмосферном воздухе, по сравнению 2023 г. не изменилось и составило 105 (рис. 3.5). Если учитывать прежние ПДК, то количество городов, где среднегодовые концентрации взвешенных веществ превысили 1 ПДК, в 2024 г. составило бы 37 (рис. 3.5), то есть за пять лет уменьшилось бы на 9 городов.

Количество городов, где среднегодовые концентрации формальдегида превысили 1 ПДК, в 2024 г. составило 149 (рис. 3.8), то есть за пять лет уменьшилось на 4 города.

Количество городов, где средние за год концентрации диоксида азота превысили норматив содержания в атмосферном воздухе, за пять лет увеличилось на 14 городов, бенз(а)пирена – уменьшилось на 7 (рис. 3.6–3.7).

Количество городов, где максимальные концентрации взвешенных веществ превысили 10 ПДК, за пять лет снизилось на 2 города (рис. 3.5), диоксида азота – на 1 (рис. 3.6), бенз(а)пирена – на 6 городов (рис. 3.7).

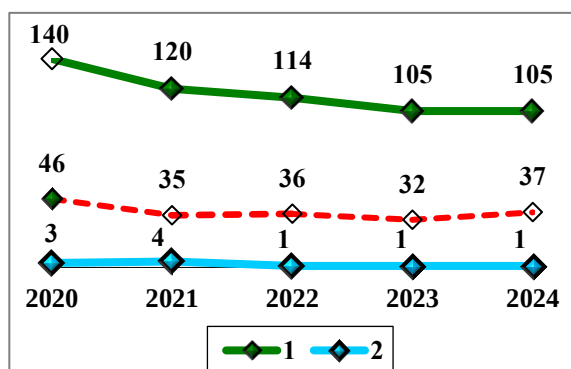


Рис. 3.5. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации взвешенных веществ превышали 1 ПДК (1) с учетом прежней и новой ПДК, СИ взвешенных веществ больше 10 (2)

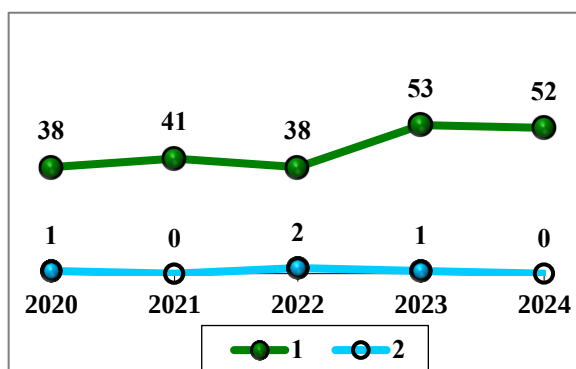


Рис. 3.6. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации диоксида азота превышали 1 ПДК (1), СИ диоксида азота больше 10 (2)

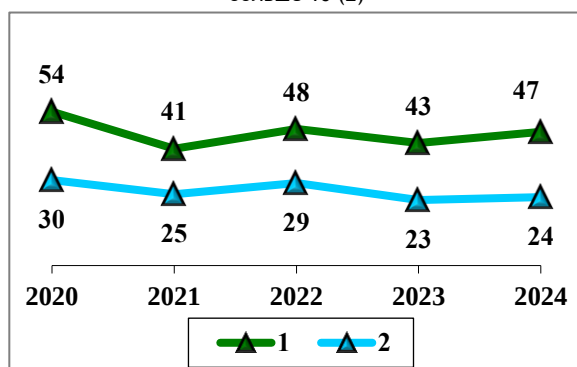


Рис. 3.7. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации бенз(а)пирена превышали 1 ПДК (1), СИ бенз(а)пирена больше 10 (2)

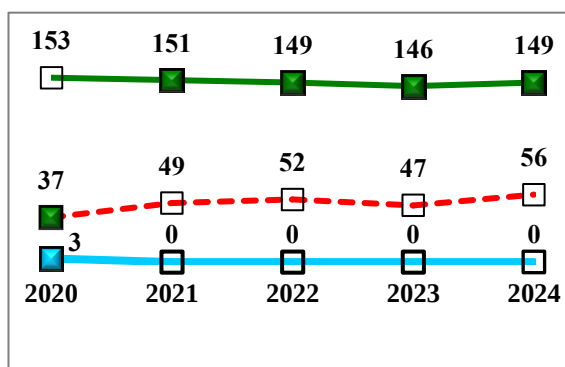


Рис. 3.8. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации формальдегида превышали 1 ПДК, с учетом прежней (средний ряд значений) и новой ПДК (верхний ряд), СИ формальдегида больше 10 (нижний ряд)

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

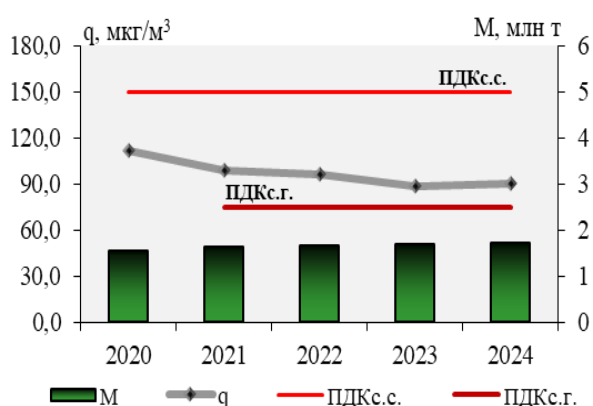


Рис. 3.9. Среднегодовые концентрации (q, мкг/м³) взвешенных веществ и выбросы от стационарных источников (M, млн т) твердых веществ

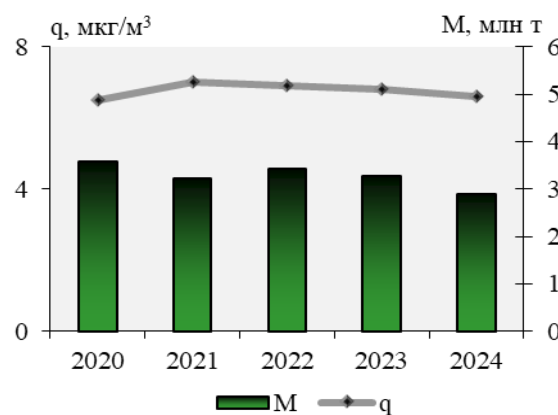


Рис. 3.10. Среднегодовые концентрации (q, мкг/м³) и выбросы от стационарных источников (M, млн т) диоксида серы

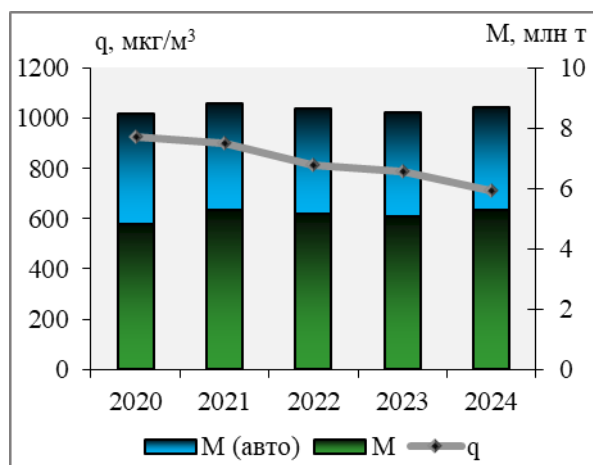


Рис. 3.11. Среднегодовые концентрации (q , мкг/м³) и выбросы от стационарных источников (M , млн т) и автотранспорта (M , млн т) оксида углерода

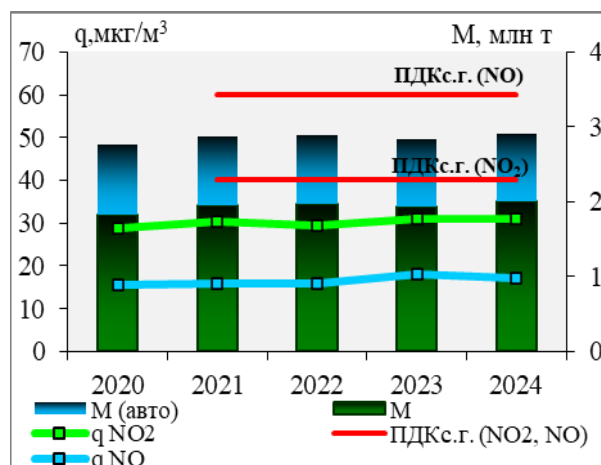


Рис. 3.12. Среднегодовые концентрации диоксида (qNO_2 , мкг/м³) и оксида азота (qNO , мкг/м³) и выбросы от стационарных источников (M , млн т) и автотранспорта (M , млн т) NOx (в пересчете на NO₂)

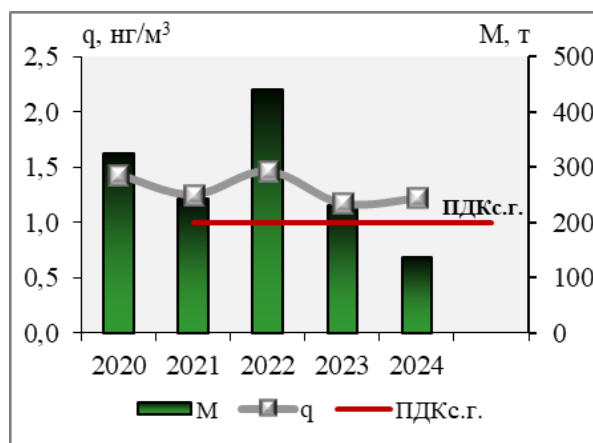


Рис. 3.13. Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена (q , нг/м³) и выбросы от стационарных источников (M , т)

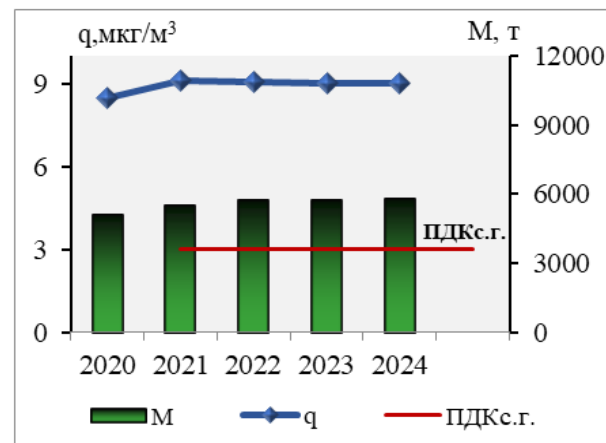


Рис. 3.14. Среднегодовые концентрации формальдегида (q , мкг/м³) и выбросы от стационарных источников (M , т)

Сведения о выбросах загрязняющих веществ от стационарных источников и автотранспорта за период 2020-2024 гг. приводятся по данным Федеральной службы по надзору в сфере природопользования². Объемы выбросов за пятилетний период для твердых веществ, диоксида серы, бенз(а)пирена и формальдегида приводятся только от стационарных источников.

За период 2020-2024 гг. среднегодовые концентрации взвешенных веществ снизились на 21%, но по-прежнему превышают норматив ПДКс.г., выбросы твердых веществ от стационарных источников увеличились на 10% (рис. 3.9).

Среднегодовые концентрации диоксида серы за последние пять лет существенно не изменились. Выбросы от стационарных источников за период 2020-2024 гг. снизились — на 20% (рис. 3.10).

Среднегодовые концентрации оксида углерода за последние пять лет снизились на 21%. Суммарные выбросы оксида углерода от стационарных источников и автотранспорта за период 2020-2024 гг. имеют тенденцию роста 10% (рис. 3.11).

Среднегодовые концентрации диоксида азота за последние пять лет увеличились на 6%, оксида азота — на 9%. Выбросы от стационарных источников за период 2020-2024 гг. увеличились на 186,9 тыс. т/год, от автотранспорта снизились на 45 тыс. т/год, то есть увеличение суммарных выбросов составило 10% (рис. 3.12).

Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена за последние пять снизились на 16%. Выбросы от стационарных источников, вносящих наибольший вклад в формирование уровня загрязнения воздуха бенз(а)пиреном, за период 2020-2024 гг. снизились на 58% (рис. 3.13).

Среднегодовые концентрации формальдегида за пятилетний период увеличились на 7%, а количество выбросов формальдегида от стационарных источников за период 2020-2024 гг. увеличилось более существенно, на 13% (рис. 3.14).

²Официальный сайт Федеральной службы по надзору в сфере природопользования (<https://rpn.gov.ru/>, обновление по состоянию на 27.03.2025)

3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах

Средние за год (qср) и средние из максимальных концентрации (qm) основных загрязняющих веществ, формальдегида и бенз(а)пирена, полученные по данным регулярных наблюдений в 2024 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 2024 г.

Загрязняющее вещество	Число городов	Средние концентрации (мкг/м3)	
		q ср	qm
Взвешенные вещества	234	90	783
Диоксид азота	252	31	221
Оксид азота	194	17	245
Диоксид серы	251	7	282
Оксид углерода	244	709	6227
Бенз(а)пирен (нг/м³)	194	1,2	4,9
Формальдегид	167	9	70

В 116 городах (48% от количества городов, где определен уровень загрязнения) качество атмосферного воздуха характеризуется значением ИЗА>7, и только в 84 городах (35%) – ИЗА<5 (рис. 3.15).

В городах с оценкой уровня загрязнения атмосферного воздуха, соответствующей значению ИЗА>7 проживает 50,9 млн человек, что составляет 47% городского населения России (рис. 3.16, см. табл. 3.5).

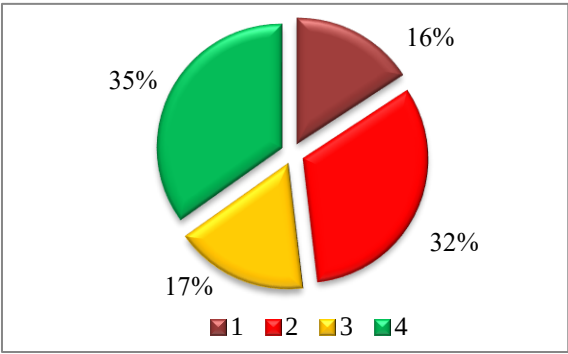


Рис. 3.15. Количество городов (%), где ИЗА≥14 (1), 7-13 (2), 5-6 (3), <5 (4)

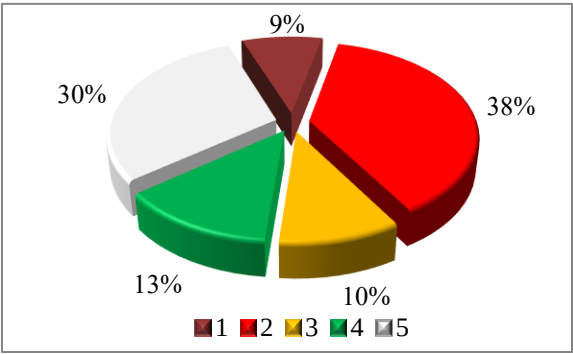


Рис. 3.16. Численность населения (%) в городах, где ИЗА≥14 (1), 7-13 (2), 5-6 (3), <5 (4), ИЗА не рассчитывался из-за отсутствия наблюдений или их недостаточного количества (5)

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

В целом по городам России средние из максимальных концентраций всех рассматриваемых загрязняющих веществ, кроме диоксида серы, оксида азота и аммиака, превысили 1 ПДК. Средние из максимальных концентрации диоксида азота, оксида углерода, приземного озона, фенола, фторида водорода, формальдегида, взвешенных веществ, сероуглерода и этилбензола составили 1,1-2,0 ПДК, хлорида водорода и сероводорода –2,7-3,1 ПДК, бенз(а)пирена – 4,9 ПДК (рис. 3.18).

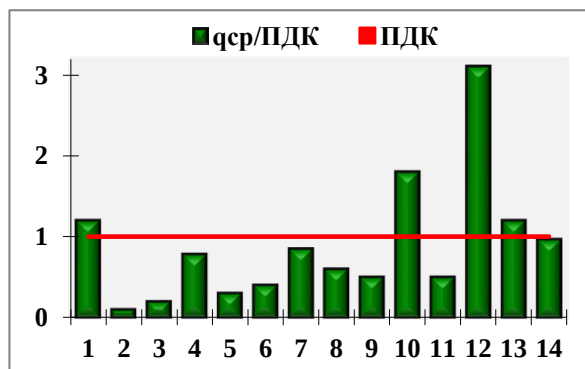


Рис. 3.17. Средние концентрации загрязняющих веществ в городах России

1 - взвешенные вещества (234), 2 - диоксид серы (251), 3 - оксид углерода (244), 4 - диоксид азота (252), 5 - оксид азота (194), 6 - сероводород (133), 7 - сероуглерод (4), 8 - фенол (107), 9 - фторид водорода (31), 10 - хлорид водорода (34), 11 - аммиак (90), 12 - формальдегид (167), 13 - бенз(а)пирен (194), 14 - приземный озон (19). Цифры в скобках указывают количество городов, в которых проводились регулярные наблюдения за загрязняющими веществами.

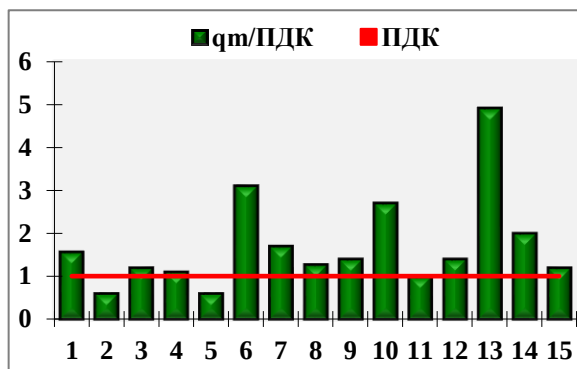


Рис. 3.18. Средние из максимальных концентрации загрязняющих веществ в городах России

1 - взвешенные вещества, 2 - диоксид серы, 3 - оксид углерода, 4 - диоксид азота, 5 - оксид азота, 6 - сероводород, 7 - сероуглерод, 8 - фенол, 9 - фторид водорода, 10 - хлорид водорода, 11 - аммиак, 12 - формальдегид, 13 - бенз(а)пирен, 14 - этилбензол, 15 - приземный озон.

В 203 городах (80% городов, где проводятся наблюдения) с населением 73,7 млн чел. средние за год концентрации какого-либо вещества превысили 1 ПДК (рис. 3.19).

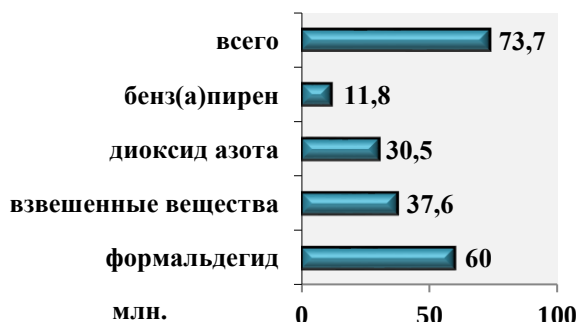


Рис. 3.19. Число жителей в городах (млн), находящихся под воздействием средних концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе выше 1 ПДК

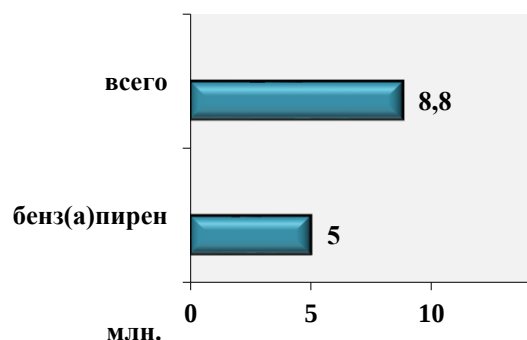


Рис. 3.20. Число жителей в городах (млн), находящихся под воздействием максимальных концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе выше 10 ПДК

Средние за год концентрации формальдегида превысили 1 ПДК в 149 городах с населением 60 млн чел., взвешенных веществ — в 105 городах с населением 37,6 млн чел., диоксида азота — в 52 городах, бенз(а)пирена — в 47 городах.

Максимальные концентрации загрязняющих веществ превысили 10 ПДК в 33 городах (табл. 3.3). В них проживает 8,8 млн чел. (рис. 3.20). Наибольшие концентрации бенз(а)пирена превысили 5 ПДК — в 41 городе с населением 11,2 млн чел, из них превысили 10 ПДК в 24 городах с населением 5,0 млн чел.

Максимальные концентрации сероводорода превысили 10 ПДК в 6 городах, диоксида серы и взвешенных частиц РМ10 — в 2 городах, взвешенных веществ, свинца и хлорида водорода — в 1 городе. Всего за год было отмечено 288 случаев превышения 10 ПДК различными загрязняющими веществами, длительность которых в городах с непрерывными наблюдениями составила от 20 минут до 5 часов 40 мин.

В 2024 г. список городов с уровнем загрязнения, соответствующим значению $ИЗА \geq 14$, включает 38 городов с общим числом жителей в них 9,3 млн человек (таблица 3.4).

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

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

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 2024 г.

Город	Загрязняющее вещество	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК	Город	Загрязняющее вещество	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК
Абакан	бенз(а)пирен ³	3	24,4	Норильск	диоксид серы ¹	10	22,8
Ачинск	бенз(а)пирен ³	2	19,7		сероводород ¹	24	39,0
Братск	бенз(а)пирен ³	7	20,6	Омск	сероводород ¹	1	18,0
Бийск	хлорид водорода ¹	1	26,1	Петровск-Забайкальский	бенз(а)пирен ³	2	20,3
Вихоревка	бенз(а)пирен ³	2	19,0	Самара (район Волгарь)	сероводород ¹	95	100,8
Гусиноозерск	взвешенные вещества ¹	2	15,0	Свирск	бенз(а)пирен ³	6	22,6
Зима	бенз(а)пирен ³	3	31,3	Селенгинск	бенз(а)пирен ³	4	35,8
Иркутск	бенз(а)пирен ³	1	13,0		сероводород ¹	4	35,6
Канск	бенз(а)пирен ³	6	34,1	Улан-Удэ	PM10 ¹	1	16,2
Кемерово	бенз(а)пирен ³	1	12,2		бенз(а)пирен ³	8	38,8
Комсомольск-на-Амуре	бенз(а)пирен ³	3	17,4	Усолье -Сибирское	бенз(а)пирен ³	4	17,6
Красноярск	бенз(а)пирен ³	20	29,6	Чегдомын	бенз(а)пирен ³	1	11,7
Кызыл	бенз(а)пирен ³	5	32,1	Черемхово	бенз(а)пирен ³	5	39,4
Магнитогорск	свинец ²	3	14,1	Череповец	сероводород ¹	10	13,4
Медногорск	диоксид серы ¹	10	27,6	Черногорск	бенз(а)пирен ³	3	24,5
Минусинск	бенз(а)пирен ³	3	27,1	Чита	PM10 ²	10	14,0
Назарово	бенз(а)пирен ³	2	11,0		бенз(а)пирен ³	16	56,4
Нижний Тагил	сероводород ¹	2	10,4	Шелехов	бенз(а)пирен ²	3	11,9
Новокузнецк	бенз(а)пирен ³	5	38,7				

¹ Приведены наибольшие разовые концентрации загрязняющих веществ, деленные на максимальную разовую ПДКм.р.

² Приведены среднесуточные концентрации, деленные на ПДКс.с.

³ Приведены среднемесячные концентрации, деленные на ПДКс.с..

Основной вклад в оценку уровня загрязнения в большинстве городов со значением $ИЗА \geq 14$ вносит бенз(а)пирен, поступающий в атмосферный воздух в наибольших количествах в результате сжигания твердого топлива, а также формальдегид, поступающий не только от промышленных источников, но и образующийся в результате фотохимических реакций, происходящих в атмосфере под воздействием солнечной радиации.

На всей территории России в 2024 г. лето было рекордно теплым и вошло в пятерку самых теплых в истории метеонаблюдений. В то же время погода, как и в предыдущие годы, отличалась очень неустойчивым характером с частыми колебаниями температуры.

В летний сезон большая часть европейской части России и северные районы Сибири в результате влияния малоподвижных антициклонов, обеспечивающих преобладание сухой малооблачной погоды, в течение всех летних месяцев находились в области положительной аномалии прямой солнечной радиации. В юго-восточных районах европейской территории и южных районах Западной и Средней Сибири сформировалась область отрицательной аномалии солнечной радиации, составляющей 20 - 40% от нормы.

В 2024 г. список городов со значением $ИЗА \geq 14$ по сравнению с 2023 г. увеличился на 5 городов.

Вышли из списка 8 городов: Златоуст, Магадан, Магнитогорск, Челябинск, Волгоград, Миллерово, Тула и Череповец. По сравнению с 2023 г. в этих городах (кроме Волгограда и Тулы) отмечено снижение выбросов от стационарных источников в объемах от 100 т/год в Златоусте до 52 тыс. т/год в Череповце. По сравнению с прошлым годом в городах Урала снизились концентрации загрязняющих веществ: в Магнитогорске – формальдегида, озона и марганца, в Челябинске – формальдегида и марганца, в Златоусте – формальдегида и взвешенных веществ. В Волгограде снизились концентрации формальдегида, оксидов азота, хлорида водорода и марганца, в Миллерово –

формальдегида и оксидов азота, в Магадане — формальдегида, оксидов азота и взвешенных веществ, в Туле — формальдегида и аммиака, в Череповце — оксидов азота и тяжелых металлов.

Совместный анализ изменений метеорологических условий на территориях рассматриваемых регионов и уровня загрязнения атмосферного воздуха показывает, что сложившиеся погодные условия способствовали снижению концентраций, в первую очередь, вторичных загрязняющих веществ: формальдегида, диоксида азота и озона, что способствовало выходу городов из списка со значением $ИЗА \geq 14$.

При этом во всех городах наибольшее снижение концентраций вторичных загрязняющих веществ происходило в теплый период в результате снижения солнечной радиации и увеличения осадков.

Так в мае на европейскую территорию России обрушился арктический холод, который господствовал здесь большую часть месяца. Прохождение северных циклонов и выпадение большого количества осадков в июне снизило температурный фон на ЕЧР и Урале на 2-3°. В этот период в районе Южного Урала, Магадана сформировались области с высокими отрицательными аномалиями солнечной радиации. В середине июня дожди обрушились на Центральную Россию, местами за сутки выпадало до 20 мм. Сильные ливни накрыли Волгоградскую область, юг России и Урал, в Магаданской области и вдоль побережья Охотского моря выпало более 1,5 нормы осадков. Волгоград и Миллерово находились в области с очень слабым поступлением солнечной радиации, а Магадан располагался в области с высокими отрицательными значениями аномалий радиации. Кроме того, в Магадане в сентябре и октябре выпало 2-3 нормы осадков, способствуя очищению атмосферы. В Череповце снижению концентраций в теплый период года также способствовали сильные осадки и малое количество солнечной радиации.

Пополнили список 13 городов, из них Азов, Батайск, Волгодонск, Ижевск, Луганск, Новомосковск, Махачкала и Серпухов расположены на ЕЧР, Абакан, Белоярский, Вихоревка, Комсомольск-на-Амуре и Черногорск — на АЧР.

В Белоярском, Новомосковске и Серпухове уровень загрязнения повысился на фоне роста объема выбросов загрязняющих веществ.

Практически во всех восьми городах ЕЧР отмечен рост концентраций формальдегида за счет поступления в теплый период на центральную и южную части европейской территории большого количества прямой солнечной радиации и выпадения малого количества осадков.

В Луганске возросли концентрации формальдегида.

В Махачкале возросли концентрации марганца, взвешенных веществ и диоксида азота. Жаркое лето 2024 года в Дагестане, с дефицитом осадков и большой повторяемостью слабого ветра, создавало благоприятные условия для накопления загрязняющих веществ.

В теплый период года создавались благоприятные метеорологические условия для накопления загрязняющих веществ, включая формальдегид и диоксид азота и в городах АЧР.

Вместе с тем высокие концентрации бенз(а)пирена, как правило, наблюдаются в городах АЧР в холодный период года, в период интенсивной работы топливно-энергетических систем. В начале января Сибирский максимум был сильно ослаблен циклонической деятельностью над Сибирью. В конце месяца антициклон усилившись, расположился над Сибирью, оказывая заметное влияние на большую ее часть. В Республике Хакасия и Иркутской области осадков в январе выпало мало (около 50% нормы) и с поступлением холодных воздушных масс похолодало. В городах Абакане, Вихоревке, Комсомольске-на-Амуре и Черногорске концентрации бенз(а)пирена в январе 2024 г. возросли по сравнению с 2023 г. в 2-3 раза. В Комсомольске-на-Амуре наибольший рост концентраций бенз(а)пирена был отмечен на пункте государственной наблюдательной сети, находящемся под влиянием выбросов Электрометаллургического завода ООО «Амурсталь».

В большинстве городов с оценкой уровня загрязнения атмосферного воздуха, соответствующей значению $ИЗА \geq 14$, основными источниками выбросов являются предприятия топливно-энергетического комплекса. В 13 городах из них имеются предприятия черной и цветной металлургии, алюминиевой промышленности, в 16 — химической и нефтехимической, в 10 — лесной и деревообрабатывающей, в 2 — угольной.

Из 38 городов с уровнем загрязнения, соответствующим значению $ИЗА \geq 14$, 26 городов расположены на территории Азиатской части России.

Превысили санитарно-гигиенические нормативы среднегодовые концентрации: 5 загрязняющих веществ в Ростове-на-Дону, Черемхово и Комсомольске-на-Амуре (табл. 3.4), 6 — в Усолье-Сибирском и Южно-Сахалинске, 8 — в Красноярске, 10 — в Улан-Удэ.

Таблица 3.4. Города со значением $ИЗА \geq 14$ и вещества, его определяющие, в 2024 г.

Город	Вещества, определяющие уровень ЗА	Город	Вещества, определяющие уровень ЗА
Абакан	БП, Ф, ВВ, H_2S , NO_2	Минусинск	БП, Ф, ВВ, NO_2 , фенол
Азов	Ф, ВВ, NO_2 , CO, NO	Назарово	Ф, БП, ВВ, фенол, CO
Ачинск	Ф, БП, ВВ, NO_2 , Ni	Нижний Тагил	Ф, БП, Mn, ВВ, NO_2
Батайск	Ф, ВВ, NO_2 , CO, NO	Новокузнецк	БП, Ф, O_3 , ВВ, H_2S
Белоярский	Ф, углерод (сажа), ВВ, NO_2 , фенол	Новомосковск	Ф, NH_3 , NO_2 , ВВ, CO
Бийск	HCl, БП, Ф, ВВ, NO_2	Новочеркасск	Ф, ВВ, NO_2 , CO, NO
Братск	БП, Ф, CS_2 , ВВ, фенол	Петровск-Забайкальский	БП, H_2S , ВВ, NO_2 , SO_2
Вихоревка	БП, ВВ, NO_2 , CO, NO	Ростов-на-Дону	Ф, ВВ, HF, NO_2 , Mn
Волгодонск	Ф, CO, NO_2 , H_2S , SO_2	Свирск	БП, ВВ, углерод (сажа), NO_2 , Mn

Город	Вещества, определяющие уровень ЗА	Город	Вещества, определяющие уровень ЗА
Зима	Ф, БП, HCl, медь, H ₂ S	Селенгинск	БП, Ф, ВВ, О ₃ , H ₂ S
Ижевск	Ф, ВВ, БП, NO ₂ , CO	Серпухов	Ф, ВВ, NO ₂ , NO, CO
Канск	БП, ВВ, NO ₂ , NO, SO ₂	Томск	HCl, Ф, ВВ, углерод (сажа), Mn
Комсомольск-на-Амуре	Ф, БП, ВВ, Mn, HCl	Улан-Удэ	БП, Ф, ВВ, О ₃ , PM ₁₀
Красноярск	БП, Ф, стирол, ВВ, HCl	Усолье-Сибирское	БП, Ф, ВВ, PM _{2.5} , углерод (сажа)
Курск	Ф, ВВ, NO ₂ , CO, Mn	Черемхово	БП, ВВ, PM _{2.5} , PM ₁₀ , углерод (сажа)
Кызыл	БП, Ф, ВВ, фенол, углерод (сажа)	Черногорск	БП, Ф, ВВ, H ₂ S, NO ₂
Лесосибирск	Ф, БП, ВВ, H ₂ S, NO ₂	Чита	БП, ВВ, Ф, PM _{2.5} , PM ₁₀
Луганск	Ф, ВВ, NO ₂ , SO ₂ , NO	Шелехов	БП, Ф, ВВ, NO ₂ , Mn
Махачкала	ВВ, Mn, NO ₂ , HF, CO	Южно-Сахалинск	Ф, NO ₂ , углерод (сажа), ВВ, БП

БП – бенз(а)пирен, ВВ – взвешенные вещества, PM – взвешенные частицы фракций PM₁₀ и PM_{2.5}, Ф – формальдегид, CO – оксид углерода, HCl – хлорид водорода, H₂S – сероводород, NH₃ – аммиак, NO₂ – диоксид азота, NO – оксид азота, О₃ – приземный озон, CS₂ – сероуглерод, SO₂ – диоксид серы, Mn – марганец, Ni – никель
Выделены вещества с наибольшим вкладом в уровень ЗА.

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

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

Таблица 3.5. Характеристики качества воздуха в субъектах РФ в 2024 г.

Субъект РФ	Количество						Население (%) в городах с оценкой 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	63
Брянская обл.	1	4	1	1	0	0	50
Владимирская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Воронежская обл.	1	5	1	1	0	0	67
Ивановская обл.	2	3	1	2	0	0	54
Калужская обл.	1	2	1	1	0	0	42
Костромская обл.	2	5	0	0	0	0	0
Курская обл.	1	4	1	1	0	0	62
Липецкая обл.	1	7	0	1	0	0	0
Московская обл.	13	22	2	7	0	0	6
Орловская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Рязанская обл.	1	6	1	1	0	0	69
Смоленская обл.	1	3	0	1	0	0	0
Тамбовская обл.	1	3	0	1	0	0	0

Субъект РФ	Количество						Население (%) в городах с оценкой ИЗА>7
	городов	пунктов	городов, в которых				
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА>7	Q >ПДК	СИ >10	НП >20	
Тверская обл.	1	1	0	1	0	0	0
Тульская обл.	3	10	3	3	0	0	55
Ярославская обл.	3	8	1	3	0	0	63
Всего по округу	38	116	15	29	0	0	55
Северо-Западный федеральный округ							
г. Санкт-Петербург	1	25	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	2	3	0	0	51
Вологодская обл.	2	8	1	2	1	0	38
Калининградская обл.	1	5	0	1	0	0	0
Ленинградская обл.	6	7	0	0	0	0	0
Мурманская обл.	9	18	4	5	0	0	57
Новгородская обл.	3	5	0	0	0	0	0
Псковская обл.	2	2	0	2	0	0	0
Ненецкий АО	1	1	0	0	0	0	0
Всего по округу	36	91	7	17	1	0	9
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	0	4	0	0	0
Волгоградская обл.	2	5	2	2	0	0	70
Ростовская обл.	12	23	7	11	0	2	69
Краснодарский край	3	8	2	2	0	0	37
Всего по округу	30	60	14	25	0	2	44
Северо-Кавказский федеральный округ							
Республика Дагестан	1	3	1	1	0	1	41
Республика Ингушетия	-	-	-	-	-	-	-
Кабардино-Балкарская Республика	-	-	-	-	-	-	-
Карачаево-Черкесская Республика	1	1	0	0	0	0	0
Республика Северная Осетия - Алания	1	2	0	1	0	0	0

Субъект РФ	Количество						Население (%) в городах с оценкой ИЗА>7
	городов	пунктов	городов, в которых				
			с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха	ИЗА>7	Q >ПДК	СИ >10	
Чеченская Республика	-	-	-	-	-	-	-
Ставропольский край	5	9	0	3	0	0	0
Всего по округу	8	15	1	5	0	1	12
Уральский федеральный округ							
Курганская обл.	1	5	1	1	0	0	64
Свердловская обл.	5	17	3	5	1	1	52
Тюменская обл.	2	8	0	1	0	0	0
Челябинская обл.	3	18	3	3	1	0	63
Ханты-Мансийский АО – Югра	5	5	3	5	0	0	42
Ямало-Ненецкий АО	3	5	1	1	0	0	12
Всего по округу	19	58	11	16	2	1	39
Приволжский федеральный округ							
Республика Башкортостан	5	20	2	5	0	0	17
Республика Марий Эл	-	-	-	-	-	-	-
Республика Мордовия	1	4	0	1	0	0	0
Республика Татарстан	4	21	3	4	0	0	66
Удмуртская Республика	1	7	1	1	0	0	69
Чувашская Республика	2	5	0	2	0	0	0
Пермский край	4	14	3	4	0	0	68
Кировская обл.	2	6	0	1	0	0	0
Нижегородская обл.	4	17	1	4	0	0	9
Оренбургская обл.	5	13	3	5	1	0	30
Пензенская обл.	1	5	1	1	0	0	61
Самарская обл.	9	35	4	9	1	0	83
Саратовская обл.	2	9	2	2	0	0	55
Ульяновская обл.	3	9	3	3	0	0	82
Всего по округу	43	165	23	42	2	0	45
Сибирский федеральный округ							
Республика Алтай	-	-	-	-	-	-	-
Республика Тыва	1	3	1	1	1	0	64
Республика Хакасия	3	4	2	3	2	0	72
Алтайский край	2	8	2	2	1	0	67
Красноярский край	7	26	7	7	6	0	72
Иркутская обл.	18	53	9	16	8	0	72

Субъект РФ	Количество						Население (%) в городах с оценкой ИЗА>7
	городов	пунктов	городов, в которых				
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА>7	Q >ПДК	СИ >10	НП >20	
Кемеровская обл.	3	18	2	3	2	0	50
Новосибирская обл.	3	13	2	3	0	0	75
Омская обл.	1	11	1	1	1	0	85
Томская обл.	1	7	1	1	0	0	77
Всего по округу	39	143	27	37	21	0	69
Дальневосточный федеральный округ							
Республика Бурятия	3	7	3	3	3	0	83
Республика Саха (Якутия)	4	7	1	2	0	0	49
Забайкальский край	3	8	2	2	2	0	53
Камчатский край	2	6	0	2	0	0	0
Приморский край	5	12	0	2	0	0	0
Хабаровский край	4	10	2	4	2	0	24
Амурская обл.	3	3	1	3	0	0	4
Магаданская обл.	1	3	1	1	0	0	71
Сахалинская обл.	5	9	1	4	0	1	53
Еврейская авт. обл.	1	1	1	1	0	0	68
Чукотский АО	2	2	0	1	0	0	0
Всего по округу	33	68	12	25	7	1	55
Новые субъекты РФ							
Донецкая Народная Республика	5	16	4	5	0	2	753
Луганская Народная Республика	2	8	2	2	0	0	38
Запорожская обл.	-	-	-	-	-	-	-
Херсонская обл.	-	-	-	-	-	-	-
Всего по новым субъектам	7	24	6	7	0	2	56
Всего по РФ	253	740	116	203	33	7	47

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

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

В 116 городах на территориях 53 субъектов (из 80), для которых был определен уровень загрязнения по комплексному ИЗА, качество атмосферного воздуха характеризовалось значением ИЗА>7. В 27 субъектах РФ городов с качеством атмосферного воздуха, характеризующимся значением ИЗА>7, не было отмечено.

На территории Донецкой Народной Республики, Мурманской и Самарской областей расположено по 4 города с оценкой уровня загрязнения атмосферного воздуха, соответствующей значению ИЗА>7, в Красноярском крае, Ростовской области — по 7 городов и в Иркутской области — 9 городов.

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

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

В 39 субъектах РФ более 47% городского населения находилось под воздействием воздуха, уровень загрязнения которого соответствовал значению $ИЗА > 7$, из них в 6 (г. Москва, Омская, Томская, Самарская и Ульяновская области, Республика Бурятия) — более 75% городского населения.

В 203 городах РФ средняя за год концентрация одного или нескольких веществ превысила ПДК ($Q > 1$ ПДК). В Республиках Башкортостан и Крым, в Донецкой Народной Республике, в Ханты-Мансийском АО (Югра), в Мурманской, Свердловской и Оренбургской областях расположено по 5 таких городов, в Московской области и Красноярском крае — 7, в Самарской области — 9, в Ростовской области — 11 и в Иркутской области — 16.

В 33 городах 15 субъектов Российской Федерации максимальная концентрация какого-либо вещества превысила 10 ПДК ($СИ > 10$). В Республике Хакасия, в Кемеровской области, в Забайкальском и Хабаровском краях расположено по 2 таких города, в Республике Бурятия — 3 города, в Красноярском крае — 6 городов, в Иркутской области — 8 городов.

Наибольшая повторяемость превышения ПДК любым загрязняющим веществом равная или более 20% отмечалась в 7 городах 5 субъектов Российской Федерации.

3.2. Загрязнение почвенного покрова

3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения

В 2015-2024 гг. наблюдения за уровнем загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) — тяжёлыми металлами (ТМ), фтором, нефтью и нефтепродуктами (НП), сульфатами, нитратами, бенз(а)пиреном (БП) и др. проводились на территориях Республик: Башкортостан, Татарстан, Чувашской, Марий Эл, Приморского края, Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Томской, Омской, Оренбургской, Самарской, Свердловской, Московской, Нижегородской и Кировской областей. На каждой территории обследования определён свой перечень ТПП, измеряемых в почве. В 2024 г. наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились в районе 53 населённых пунктов. Для определения в почвах содержания массовых долей ТМ, мышьяка, НП, фтора, сульфатов, БП, полихлорбифенилов (ПХБ) и нитратов было обследовано 46, 5, 38, 19, 8, 2, 1 и 14 населённых пунктов соответственно.

Загрязнение почв металлами и мышьяком

Наблюдения за загрязнением почв металлами проводятся, в основном, в районах источников промышленных выбросов 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 2024 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, предприятий по производству стройматериалов.

Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом ТМ проводится по показателям загрязнения Z_{Φ} (с учётом фонов) и/или Z_k (с учётом кларков), являющимися индикаторами неблагоприятного воздействия на здоровье человека.

На рис. 3.21 приведены концентрации свинца, меди, цинка и никеля в почвах вокруг предприятий различных отраслей промышленности, усреднённых за определённые периоды наблюдений. Данные, представленные на рис. 3.21, демонстрируют, что доминирующий вклад в загрязнение почв тяжёлыми металлами вносят предприятия черной и цветной металлургии.

Результаты многолетних наблюдений за загрязнением почв комплексом ТМ вокруг городов и промышленных центров показывают, что к умеренно опасной и опасной категориям загрязнения относятся также почвы населённых пунктов, расположенных вблизи предприятий черной и цветной металлургии.

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

Результаты наблюдений с 2015 по 2024 гг. показали, что к опасной категории загрязнения почв металлами, согласно Z_{Φ} ($32 \leq Z_{\Phi} < 128$), относятся почвы участка многолетних наблюдений г. Свирска ($Z_{\Phi}=54$) Иркутской области, почвы г. Норильска Красноярского края ($Z_{\Phi}=123$), почвы ПМН г. Ревда ($Z_{\Phi}=73$), почвы городов Кировграда ($Z_{\Phi}=46$) и Реж ($Z_{\Phi}=49$) Свердловской области, почвы спецназначения ул. Науки г.о.г. Дзержинск Нижегородской области ($Z_{\Phi}=63$), почвы промзоны г. Агидель Республики Башкортостан ($Z_{\Phi}=98$), почвы однокилометровой зоны от ПАО «НЕФАЗ» в г. Нефтекамске Республики Башкортостан ($Z_{\Phi}=54$).

а)

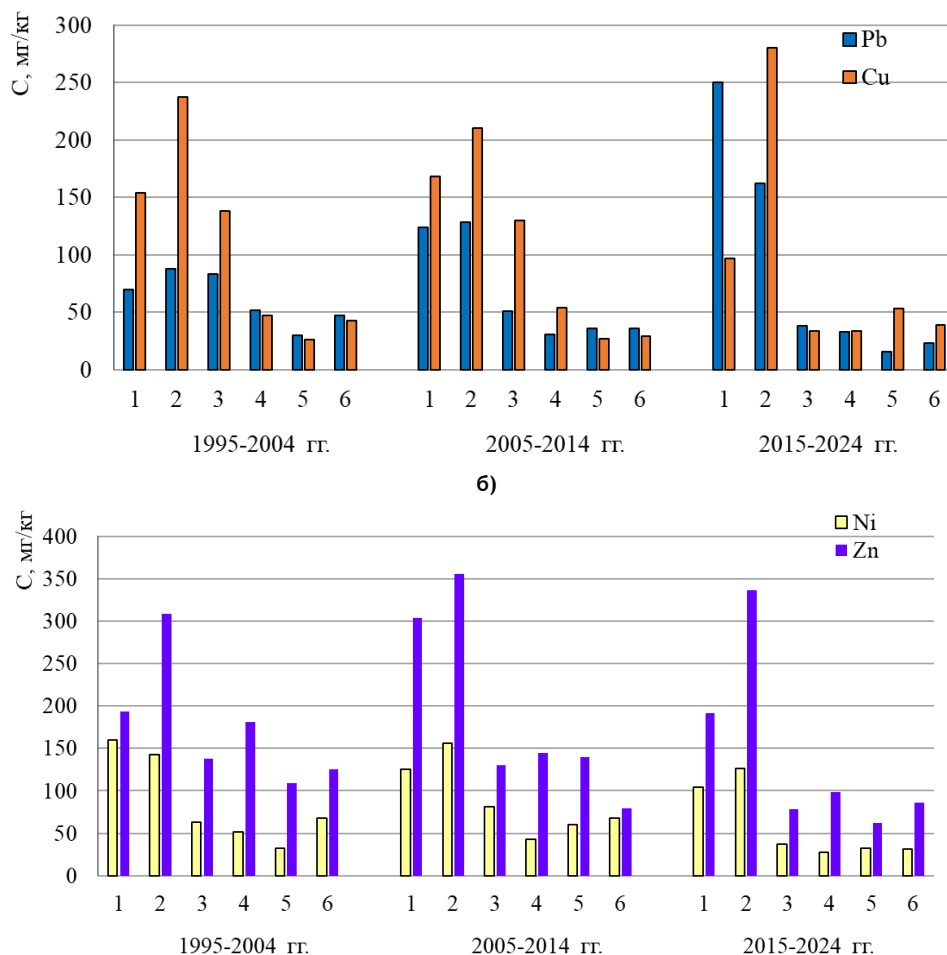


Рис. 3.21. Динамика средних по отраслям промышленности массовых долей свинца, меди (а), никеля и цинка (б), усредненных за разные периоды наблюдений, в почвах вокруг предприятий черной металлургии (1), цветной металлургии (2), машиностроения и металлообработки (3), топливной и энергетической промышленности (4), химической и нефтехимической промышленности (5), строительной промышленности и производства строительных материалов (6)

Таблица 3.6. Перечень населённых пунктов РФ с умеренно опасной и опасной категорией загрязнения почв металлами (по данным наблюдений с 2015 по 2024 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	2018 2023	От 0 до 5	Свинец, медь, цинк, кадмий
г. Ревда	2022	ПМН	Медь, свинец, кадмий, цинк
г. Реж	2018 2023	От 0 до 5	Никель, кадмий, медь
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	2022	УМН №1	Свинец, кобальт

	2024	УМН №1	Свинец
г. Слюдянка	2023	Территория города	Медь, цинк, свинец
г. Шелехов	2020	От 0 до 10	Медь, никель, свинец, цинк
Кировская область	2018	От 0,5 до 5,5	Свинец, кадмий
г. Кирово-Чепецк	2019		
Новосибирская область г. Новосибирск	2019	Территория города	Свинец, олово
	2022	Территория города	Свинец, олово
	2023	Территория города	Свинец, кадмий
	2024	Территория города	Свинец, кадмий
Оренбургская область	2016	Территория города	Медь, свинец, кадмий
г. Орск			
г. Медногорск	2019	Территория города	Кадмий, медь, свинец, цинк
Приморский край	2016	От 0 до 20 от города	Свинец, кадмий, цинк
г. Дальнегорск	2023	Территория города	Свинец, кадмий, цинк
с. Рудная Пристань	2016	От 0 до 1 от села	Свинец, кадмий, цинк
	2023	От 0 до 1 от села	Свинец, кадмий, цинк
г. Владивосток	2024	Территория города	Свинец, цинк
Республика Башкортостан г. Баймак	2020	От 0 до 4	Медь, цинк, свинец, кадмий
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	2019	0 до 10	Никель, хром, кобальт
г. Верхняя Пышма	2024		Никель, хром, кобальт
г. Ревда	2017	От 0 до 1	Медь, никель, свинец
	2016	УМН	Медь, свинец, кадмий, цинк
	2019	0 до 10	
	2024	0 до 10	
г. Первоуральск	2024	Территория города	Свинец, медь, цинк
г. Полевской	2023	От 0 до 12 от АО «СТЗ»	Медь, свинец, цинк, никель
Томская область	2019	Территория города	Медь, свинец, кадмий, цинк
г. Томск	2022	Территория города	Свинец, цинк
Кемеровская область 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 2015-2024 гг. почвы 3,1% населенных пунктов отнесены к опасной категории загрязнения, 10,1% - к умеренно опасной категории загрязнения. Почвы 86,8% населённых пунктов (в среднем) по показателю загрязнения Z_f относятся к допустимой категории загрязнения ТМ. 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 ТМ в почве. Почвы, в которых выявлено превышение 1 ПДК ТМ, не могут быть отнесены к допустимой категории загрязнения. Сравнение уровней массовых долей ТМ в очагах загрязнения почв ТМ, для которых не разработаны ПДК и ОДК, проводится с их фоновыми массовыми долями (Ф). Значение массовой доли ТМ, составляющее от 3 до 5 Ф и более (в каждом конкретном случае), служит показателем загрязнения почв данным ТМ. Опасность загрязнения тем выше, чем выше концентрация ТМ в почве и выше класс опасности ТМ.

В 2024 г. были продолжены наблюдения за содержанием ТМ в почве г. Ревда в районе расположения предприятий ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод» и ОАО «Ревдинский завод по обработке цветных металлов». Содержание некоторых ТМ в почвах г. Ревда в разные годы обследований представлено на рис. 3.22. Данные наблюдений 1994-2024 гг. показывают, что концентрации меди и свинца в почве обследованной территории в последние годы наблюдений увеличиваются. По данным обследования 2024 г. среднее содержание кислоторастворимых форм цинка в почве соответствовало 1,7 ОДК, свинца - 1,5 ОДК, меди - 4,6 ОДК, кадмия - 1,2 ОДК. Следует отметить, что средние концентрации кислоторастворимых форм цинка и меди в почве г. Ревда за весь период наблюдений превышали гигиенические нормативы в 2-4 раза (рис. 3.22).

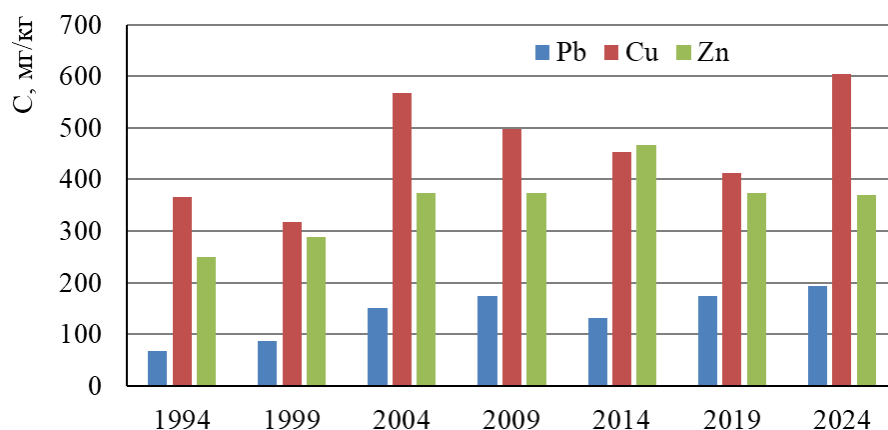


Рис. 3.22. Содержание кислоторастворимых форм свинца, меди и цинка в почвах г. Ревда Свердловской области за период 1994-2024 гг.

Динамика средних значений массовых долей ТМ в почвах территорий отдельных городов или ПМН, обследованных в 2024 г., приведена в табл. 3.7.

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

Наименование города, субъекта РФ	Год наблюдений	Измеряемая форма	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Cd	Cr	Co
Центральный федеральный округ										
Коломенский городской округ, Московская область	2006	в	13,7	603	12,4	25,7	7,8	0,1	39	9,2
	2008	в	13	200	14	33	10	0,5	19	8,4
	2024	в	10,7	567	11,4	30,3	8,9	0,6	13,9	7,6
Дальневосточный федеральный округ										
Владивосток, Приморский край	2004	к	130	850	27	280	51	0,6	45	17
	2009	к	155	671	21	287	42	0,2	42	15
	2015	к	55	587	17	166	27	0,7	–	–
	2024	в	94	581	18	212	38	0,3	–	–
	2004	п	38	190	–	89	0,9	–	–	–
	2009	п	41	76	–	43	0,6	–	–	–
	2015	п	11	120	–	48	0,3	–	–	–
	2024	п	15	154	0,5	114	1,3	0,2	–	–
	2004	вод	–	0,2	–	0,2	–	–	–	–
	2009	вод	0,1	0,2	–	0,4	–	–	–	–
	2015	вод	–	0,2	–	0,1	–	–	–	–
	2024	вод	–	0,8	–	0,7	0,5	–	–	–
Приволжский федеральный округ										
Йошкар-Ола, Республика Марий Эл	2013	в	53	102	22	63	50	<4	42	<1,1
	2014	в	94	507	23	31	16	1,3	–	11
	2015	в	<35	789	33	85	41	<5	38	<9
	2016	в	<24	660	<22	63	16	<2,2	<12	<9
	2024	к	<11	288	18	63	15	<1,4	<13	<5
	2015	п	3,3	–	<1,5	<14,4	<1,5	<3	–	–
	2016	п	<2	–	<1,3	<7	<0,3	<1	–	–
Белебей, Республика Башкортостан	2007	к	38	–	83	85	35	0,2	–	–
	2014	к	52	–	35	83	22	6,1	–	–
	2024	к	18	–	44	36	14	0,2	–	–
Казань, Республика Татарстан	2020	к	9,0	268,4	16,1	52	21,2	0,9	–	–
	2021	к	10,7	315	18,6	42	18,2	0,7	–	–
	2022	к	18,5	317	11,6	77	21,8	0,7	–	–
	2023	к	10,3	478	19	43	24,2	0,7	–	–
	2024	к	12	317,5	11	44	19,8	0,5	–	–
Сибирский федеральный округ										
Томск, Томская область	2020	к	39,2	472	20,3	87,7	19,6	1,0	20,5	7,7
	2021	к	32,6	534	21,2	229,8	22,9	0,6	22,7	8,6
	2023	к	10,2	443	22,8	97,7	22,0	0,4	24,7	9,1

Наименование города, субъекта РФ	Год наблюдений	Измеряемая форма	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Cd	Cr	Co
	2024	к	22,5	442	22,0	174,5	23,8	0,6	27,1	8,3
Уральский федеральный округ										
Асбест, Свердловская обл.	2004	к	39	718	409	181	44	1,1	419	29
	2009	к	53	617	500	144	49	1,8	243	31
	2014	к	39	619	470	95	32	1,8	284	29
	2019	к	22	666	504	115	39	0,2	184	27
	2024	к	27	509	540	118	41	0,3	181	30

Следует отметить 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 2020 по 2024 г. было выявлено загрязнение почв: кадмием - в городах Кировграде (к 3 и 9 ОДК), Реж (к 6 и 39 ОДК); марганцем - в г. Нижний Тагил (п 2,5 и 5,5 ПДК), Полевской (п 3 и 7 ПДК); медью - в городах Верхняя Пышма (однокилометровая зона вокруг источника к 4 и 19 ОДК, п 36 и 155 ПДК), Кировграде (к 7 и 30 ОДК, п 62 и 300 ПДК), Первоуральске (п 13 и 63 ПДК), Ревда (к 4,6 и 19 ОДК), Ревда (ПМН к 12 и 31 ОДК), Нижний Тагил (п 4 и 41 ПДК); никелем - в городах Полевской (п 3 и 25 ПДК), Реж (к 13 и 53 ОДК, п 10 и 33 ПДК), Асбесте (к 6,8 и 12,4 ОДК); свинцом - в городах Верхняя Пышма (п 3 и 9 ПДК), Каменске-Уральском (п 3 и 10 ПДК), Кировграде (п 18 и 70 ПДК), Ревда (ПМН к 3 и 5 ПДК, п 15 и 31 ПДК), Дальнегорске (к 6 и 23 ОДК, п 8 и 18 ПДК), с. Рудная Пристань (к 7 и 40 ОДК, п 12 и 23 ПДК); цинком - в городах Кировграде (к 5 и 21 ОДК, п 18 и 135 ПДК), Ревда (ПМН к 3 и 11 ОДК, п 11 и 43 ПДК), Дальнегорске (к 5 и 14 ОДК), с. Рудная Пристань (к 3 и 7 ОДК).

В 2024 г. измерения массовых долей мышьяка в почве проводились на территории г.о. Новокуйбышевск, в городах 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 1,5 и 8 ОДК соответственно. В почвах г. Новокуйбышевска среднее содержание мышьяка не превышало допустимых нормативами значений, максимальная концентрация была зафиксирована на уровне 1 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 2024 г. проводились на территориях Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Самарской и Томской областей, за загрязнением атмосферных выпадений фтористыми соединениями – в Иркутской области. Среднее содержание водорастворимых соединений фтора в почвах обследованных территорий не превышало допустимых гигиеническими нормативами значений, за исключением ПМН г. Новокузнецка, в почвах которого среднее значение массовых долей водорастворимых фторидов соответствовало 1 ПДК. Максимальные концентрации фторидов были зафиксированы в почвах пунктов многолетних наблюдений г. Новосибирска (1,8 ПДК) и г. Новокузнецка (2 ПДК).

За последние пять лет (с 2020 по 2024 гг.) было выявлено загрязнение почв водорастворимыми соединениями фтора (выше 1 ПДК) отдельных участков в районе и/или на территории городов Новокузнецка, Новосибирска, Зима, Свирска и Шелехова. За период 2000-2024 гг. в почвах ПМН г. Новосибирска средняя концентрация водорастворимых фторидов варьировала в диапазоне 0,6–6 мг/кг, ПМН г. Новокузнецка – 1,3–35 мг/кг (рис. 3.23). Данные, представленные на рис. 3.23, показывают, что с 2011 г. наблюдается увеличение содержания водорастворимых фторидов в почве г. Новокузнецка, превышающее ПДК (10 мг/кг) в отдельные годы наблюдений. Высокие концентрации фторидов в почве, вероятно, связаны с деятельностью ОАО «Новокузнецкого алюминиевого завода».

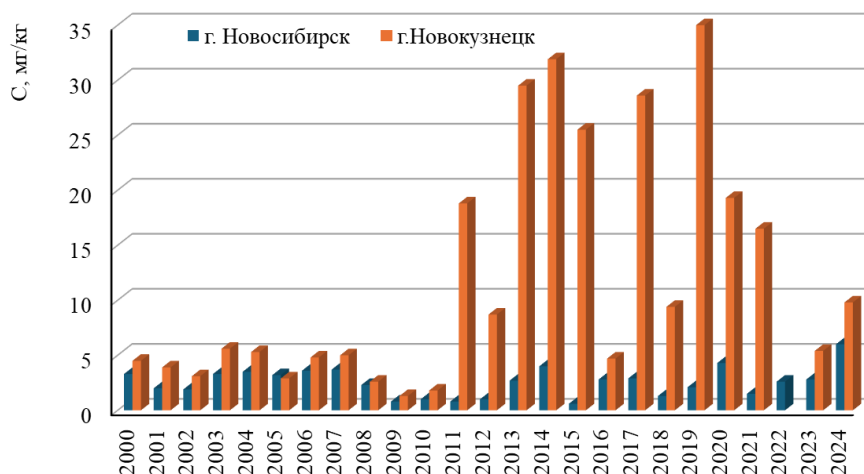


Рис. 3.23. Среднее содержание водорастворимых соединений фтора в почвах пунктов многолетних наблюдений г. Новосибирска и г. Новокузнецка за период 2000-2024 гг.

В 2024 г. в Иркутской области в зоне влияния выбросов ПАО «РУСАЛ Братск» и его филиалов были продолжены наблюдения за атмосферными выпадениями соединений фтора в городах Братске, Иркутске, Шелехове и п. Листвянка. Среднегодовое значение плотностей выпадений фторидов в растворимой и нерастворимой формах (3,13 кг/км²·месяц), зарегистрированное в районе п. Листвянка, принято за фоновое. Средняя плотность выпадений фторидов в городах Братске, Иркутске и Шелехове составила 13Ф, 4 Ф и 4,4 Ф соответственно. Максимальная интенсивность атмосферных выпадений фторидов была отмечена в г. Братске в августе (33 Ф) на расстоянии 12 км от ПАО «РУСАЛ Братск» в районе Телецентра, в г. Иркутске – в апреле (12 Ф), в г. Шелехове – в апреле (12,5 Ф). Максимальная среднегодовая плотность выпадений фтористых соединений была зафиксирована в г. Братске в 8 км от ПАО «РУСАЛ Братск» в районе агрофирмы «Пурсей» (18,7 Ф). Следует отметить, что интенсивность атмосферных выпадений фторидов в городах Братске, Иркутске и Шелехове снизилась в 1,2–1,8 раза по сравнению с данными 2023 г.

В 2024 г. на территории г. Братска были продолжены наблюдения за содержанием валовых форм фтора в почвах. Основным источником загрязнения Братского района фтористыми соединениями является Братский алюминиевый завод (ПАО «РУСАЛ-Братск»). Содержание фторидов определялось в почвенных горизонтах 0–5 и 5–10 см. В 2024 г. средние значения содержания фторидов в почвенных горизонтах 0–5 см и 5–10 см составили 44 Ф и 24 Ф соответственно. В 2024 г. по сравнению с предыдущими наблюдениями (2015, 2016 гг., 2021–2023 гг.) средняя концентрация фторидов в почвенном горизонте 5–10 см достигла минимального значения – 575 мг/кг (на уровне 2015 г.), в горизонте 0–5 см – находилась в пределах многолетних значений (1050 мг/кг). В 2024 г. по сравнению с 2023 г. наблюдается снижение среднего содержания валовых форм фтора в почвенном горизонте 0–5 см в 1,2 раза, в горизонте 5–10 см – в 1,4 раза.

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

В 2024 г. наблюдения за массовой долей нефтепродуктов (НП) в почвах проводились на территории Республик: Татарстан, Марий Эл, Чувашской; Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Томской, Омской, Нижегородской, Кировской 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.

По результатам наблюдений 2024 г. среднее содержание НП в почвах г. Казани превышало фоновый уровень в 3 раза, в г. Нижнекамске – в 4,5 раза, г. Набережные Челны – в 3 раза. Загрязнение почв НП было выявлено в почвах г. Йошкар-Ола, среднее значение концентрации НП на всей территории наблюдения соответствовало 14 Ф (1237 мг/кг), максимальное – 166 Ф (14239 мг/кг). Средняя концентрация НП в почвах г. о. Новокуйбышевск составила 363 мг/кг (7 Ф), максимальная – 1785 мг/кг (36 Ф). Обследование почв г. Кирова показало, что среднее содержание НП соответствовало 2,7Ф (403 мг/кг), максимальное – 18 Ф (2761 мг/кг). Средняя концентрация НП в почвах г. Нижнего Новгорода составила 199 мг/кг (4 Ф), максимальная – 1051 мг/кг (20 Ф). На территории г. Новочебоксарска среднее содержание НП в почве соответствовало 8 Ф (354 мг/кг), максимальное – 72 Ф (3107 мг/кг). Средние и максимальные массовые доли НП в обследуемой почве г. Арзамаса составили 205 мг/кг (7 Ф) и 1162 мг/кг (39 Ф) соответственно. Средняя концентрация НП в почве г. Кстово составила 1863 мг/кг (36 Ф), максимальная – 15713 мг/кг (302 Ф). Следует отметить, что среднее содержание НП в почве г. Кстово увеличилось в 5 раз по сравнению с данными наблюдений 2023 г. (342 мг/кг).

В 2024 г. на содержание нефтепродуктов обследовались почвы в районе п. Маяк г.о. Новокуйбышевск Самарской области на расстоянии 2 км (ЮЗ) от АО «Новокуйбышевская нефтехимическая компания». Средняя концентрация НП в районе обследования составила 278 мг/кг, максимальная – 857 мг/кг.

В 2024 г. были продолжены наблюдения за загрязнением почв нефтепродуктами в районе Жилкинской нефтебазы г. Иркутска (АО «Иркутскнефтепродукт»), которая расположена в 4 км севернее центра города на левом берегу р. Ангары в мкр. Жилкино. Предыдущие обследования проводились в 1990, 1997, 2002, 2009, 2012, 2015, 2018, 2021 гг. За весь период наблюдений 1990–2024 гг. в почвах береговой зоны р. Ангары наблюдается снижение концентрации НП. Следует отметить, что в 2018 г. в результате проведенных мероприятий по очистке грунта от нефтепродуктов отмечалось значительное снижение концентрации НП в почвах в районе обследования, однако в последние годы наблюдений содержание НП увеличивается (рис. 3.24). На протяжении всего периода обследования (за исключением 2018 г.) почвы береговой зоны реки Ангары загрязнены сильнее, чем почвы территории, прилегающей к нефтебазе. По данным обследования 2024 г. среднее содержание нефтепродуктов в почвах зоны, прилегающей к территории нефтебазы, составило 1128 мг/кг (16 Ф), в почвах береговой зоны реки Ангары – 2282 мг/кг (32 Ф), по всей территории обследования – 1993 мг/кг (28 Ф).

Средняя и максимальная концентрации НП в почве ПМН г. Томска были зафиксированы на уровне 7,5 Ф (616,2 мг/кг) и 15 Ф (1230 мг/кг) соответственно. В 2024 г. обследовались почвы Октябрьского административного округа г. Омска. Средняя и максимальная концентрации НП в почве на территории обследования составили 9,8 Ф (1522,4 мг/кг) и 31 Ф (4794,3 мг/кг) соответственно.

Наблюдения за загрязнением почв бенз(а)пиреном (БП) в 2024 г. осуществлялись в районе г. Владивостока Приморского края, а также на территории г.о. Новокуйбышевск Самарской области. Средняя и максимальная концентрации БП в почвах г. Владивостока составили 1,8 ПДК и 7,8 ПДК соответственно. Среднее (0,003 мг/кг) и максимальное (0,01 мг/кг) содержание БП в почвах г.о. Новокуйбышевск не превышало допустимых нормативами значений.

В 2024 г. на территории г.о. Новокуйбышевск определялось содержание в почвах ПХБ. Средняя и максимальная концентрации ПХБ в почве обследуемой территории составили 0,5 ОДК и 1,3 ОДК соответственно.

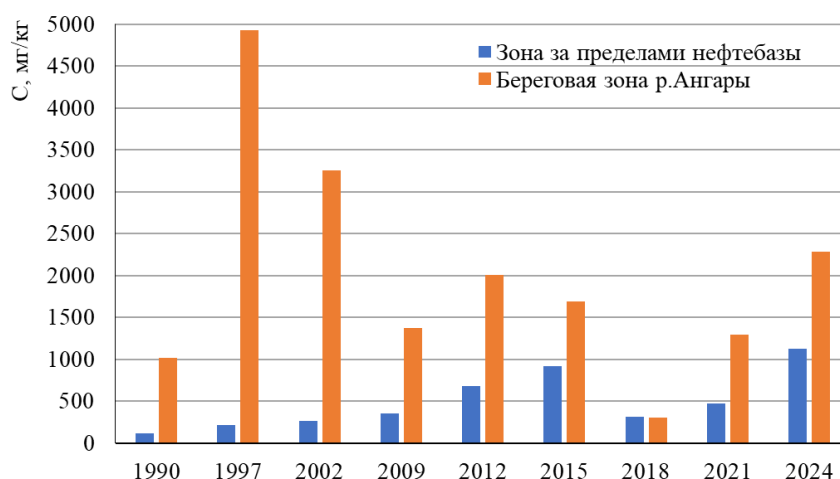


Рис. 3.24. Средние концентрации нефтепродуктов в почвах за пределами Жилкинской нефтебазы г. Иркутска и береговой зоны р. Ангары за период 1990-2024 гг.

Загрязнение почв нитратами и сульфатами

В 2024 г. наблюдения за уровнем загрязнения почв нитратами проводились на территориях Кемеровской, Новосибирской, Томской, Самарской и Свердловской областей. Результаты наблюдений показали, что средние значения содержания нитратов в почвах обследованных населенных пунктов не превышали гигиенических нормативов. Максимальная концентрация на уровне 0,96 ПДК была выявлена в г. Томске. В целом наблюдается тенденция к снижению содержания нитратов в почвах или сохранению его на уровне содержания за последние пять лет.

Наблюдения за загрязнением почв сульфатами проводились на территориях Приморского края, Иркутской и Самарской областей. В 2024 г. на обследованных территориях Иркутской области средние концентрации сульфатов в почвах не превышали ПДК (рис. 3.25). Следует отметить, что за весь период наблюдений (2002-2024 гг.) в почвах городов Ангарска и Усолье-Сибирского среднее содержание сульфатов превышало ПДК только в 2010 г. В 2024 г. максимальные концентрации сульфатов в почвах городов Ангарска и Усолье-Сибирского были зафиксированы на уровне 1 ПДК. Средняя концентрация сульфатов в почвах г. Владивостока не превышала допустимых нормативами значений, максимальная – 1,2 ПДК. Средние массовые доли сульфатов в почвах на обследованных территориях Самарской области не превышали ПДК. Максимальная концентрация на уровне 1,8 ПДК была зафиксирована в почвах г.о. Новокуйбышевск, 1,1 ПДК – на УМН-1 г. Самары (5 км СЗ от АО «СМЗ»), 1 ПДК – на УМН-2 г. Самары (0,5 км СЗ от АО «СМЗ»).

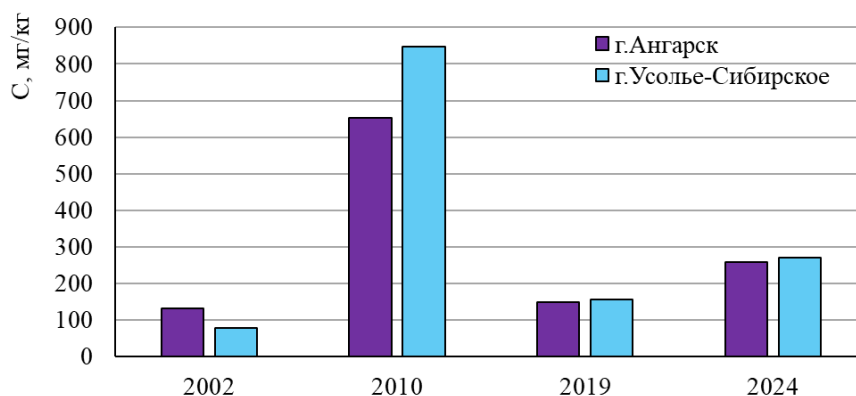


Рис. 3.25. Средние концентрации сульфатов в почвах городов Иркутской области за период 2002-2024 гг.

Таким образом, в 2024 г. на содержание ТПП были обследованы почвы территорий Дальневосточного, Приволжского, Сибирского, Уральского и Центрального федеральных округов (ФО).

В Центральном федеральном округе наблюдения за загрязнением почв ТМ проводились в г.о. Коломна Московской области. Массовые доли валовых форм всех определяемых металлов не превышали допустимых гигиеническими нормативами значений. По суммарному показателю загрязнения почвы обследованной территории относятся к допустимой категории ($Z_{\phi}=4,3$).

В Дальневосточном федеральном округе обследовались почвы г. Владивостока Приморского края. Средние концентрации валовых форм ТМ в почвах обследуемой территории не превышали допустимых нормативов. Максимальное содержание валовых форм кадмия составило 1,2 ОДК, меди – 1,6 ОДК, свинца – 6 ОДК, цинка – 5,2 ОДК. Средние массовые доли подвижных форм свинца на территории г. Владивостока соответствовали 2,5 ПДК. Максимальные концентрации подвижных форм меди были зафиксированы на уровне 1,5 ПДК, свинца – 3,7 ПДК, цинка – 11 ПДК. Согласно Z_{ϕ} , почвы обследованной территории в районе г. Владивостока относятся к умеренно опасной

категории загрязнения ТМ ($Z_{\phi}=16,8$). Средняя и максимальная концентрации бенз(а)пирена составили 1,8 ПДК и 7,8 ПДК соответственно.

В Сибирском федеральном округе наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились в Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областях.

Почвы обследованной территории городов Ангарска и Усолье-Сибирского Иркутской области по показателю Z_{ϕ} относятся к допустимой категории загрязнения. Средняя концентрация кислоторастворимых форм никеля в почвах г. Ангарска составила 0,96 ОДК. Максимальное содержание никеля соответствовало 1,8 ОДК, цинка - 1,6 ОДК, кадмия - 1,5 ОДК. В почвах г. Усолье-Сибирского среднее содержание кислоторастворимых форм никеля соответствовало 1,5 ОДК. Максимальное содержание кадмия составило 2,5 ОДК, никеля - 2,4 ОДК. В 2024 г. были продолжены наблюдения за загрязнением почв ТМ на территории ПМН (УМН №1, УМН №3) г. Свирска Иркутской области. Среднее содержание свинца в почвах УМН №1 составило 1,9 ОДК, максимальное - 2,3 ОДК. В соответствии с суммарным показателем загрязнения ТМ, почвы УМН №1 относятся к умеренно опасной категории загрязнения ($Z_{\phi}=25,4$), УМН №3 - к допустимой категории. Многолетние изменения содержания свинца в почве УМН №1 представлены на рис. 3.26. За весь период наблюдений 2004-2024 гг. средние массовые доли свинца превышали допустимые нормативами значения. Следует отметить, что с 2011 г. наблюдается тенденция к снижению содержания свинца в почве УМН №1. Средние концентрации кислоторастворимых форм ТМ на обследуемой территории ПМН городов Кемерово, Новокузнецка, Новосибирска и Томска не превышали установленных нормативами значений. В почвах ПМН г. Новокузнецка максимальная концентрация меди составила 1 ОДК. Максимальное содержание цинка (1,5 ОДК) зафиксировано в почве ПМН г. Томска. К умеренно опасной категории загрязнения ТМ, согласно Z_{ϕ} , относятся почвы ПМН г. Новосибирска ($Z_{\phi}=16,4$). Среднее и максимальное содержание мышьяка на обследованной территории г. Новосибирска составило 1,5 и 8 ОДК соответственно. Средняя концентрация водорастворимых соединений фтора в почвах ПМН г. Новокузнецка соответствовала 1 ПДК, максимальная - 2 ПДК. В 2024 г. были выявлены высокие концентрации НР в почве в районе расположения Жилкинской нефтебазы (г. Иркутск), средние массовые доли по всей территории обследования составили 1993 мг/кг. Отдельные участки почв Октябрьского административного округа г. Омска были загрязнены НР (3–31 Ф, Ф 154,8 мг/кг). Обследованные почвы не загрязнены нитратами и сульфатами, средние концентрации не превышали ПДК.

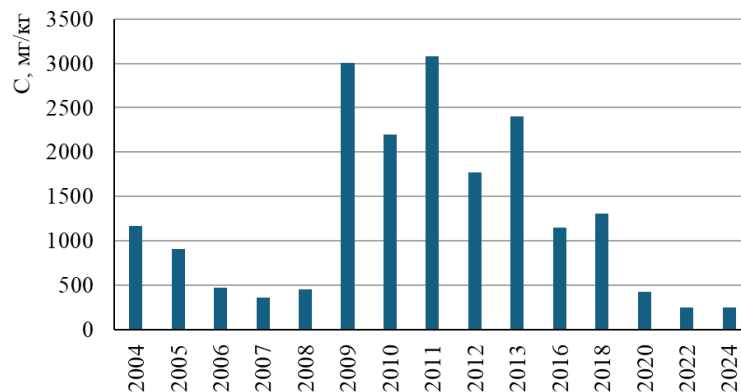


Рис. 3.26. Средние концентрации свинца в почве УМН №1 г. Свирска Иркутской области за период 2004-2024 гг.

В Уральском федеральном округе наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились в Свердловской области. К умеренно опасной категории загрязнения ТМ относятся почвы городов Ревда ($Z_{\phi}=20$) и Асбеста ($Z_{\phi}=19$). Почвы г. Ревда загрязнены кадмием (к 1,2 и 3 ОДК), медью (к 4,6 и 19 ОДК), цинком (к 1,7 и 3,9 ОДК), свинцом (к 1,5 и 7,8 ОДК), г. Первоуральска - медью (к 1,8 и 7,5 ОДК), цинком (к 1 и 3 ОДК), г. Асбеста - никелем (к 6,8 и 12,4 ОДК).

В Приволжском федеральном округе наблюдения за загрязнением почв ТПП в 2024 г. проводились на территориях Республик: Башкортостан, Чувашской, Татарстан, Марий Эл; областей: Нижегородской, Кировской и Самарской. Почвы обследованных населенных пунктов, согласно Z_{ϕ} , относятся к допустимой категории загрязнения. Загрязнение почв НР (средняя массовая доля НР выше 500 мг/кг) было зафиксировано в г. Йошкар-Ола Республики Марий Эл (1237 мг/кг) и в г. Кстово Нижегородской области (1863 мг/кг). Почвы г.о. Новокуйбышевск обследовались на содержание ПХБ и БП. Средняя и максимальная концентрации ПХБ были выявлены на уровне 0,5 и 1,3 ОДК соответственно, максимальное содержание БП составило 0,5 ПДК. Средние концентрации сульфатов в почвах обследованных населенных пунктов не превышали допустимых гигиеническими нормативами значений.

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 2024 г. были выборочно обследованы почвы различного типа на территориях 39 субъектов Российской Федерации, общая обследованная площадь составила 30,0 тыс. га. Объем выполненных государственной

наблюдательной сетью работ для определения содержания пестицидов в почвах на территории Российской Федерации представлен на рис. 3.27.

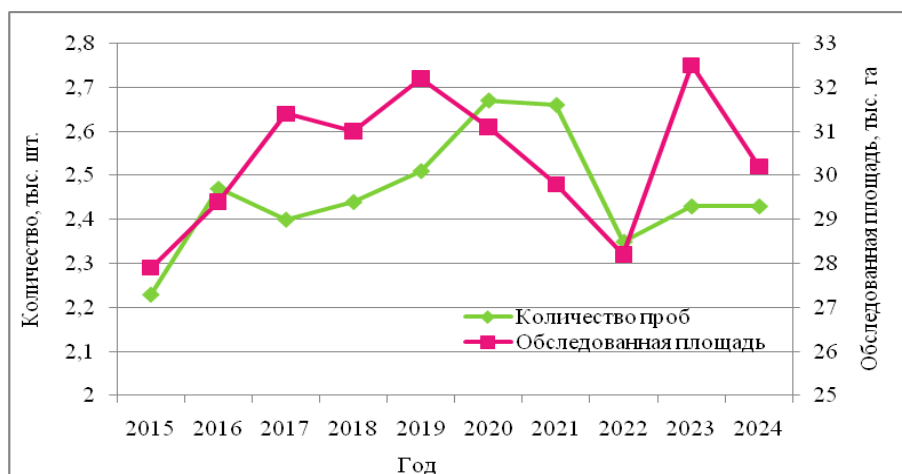


Рис. 3.27. Объем работ для определения содержания пестицидов в почвах на территории Российской Федерации

Обследовались сельскохозяйственные угодья, и зоны отдыха на территории 119 районов, в 152 хозяйствах. На территории 6 субъектов Российской Федерации были обследованы почвы вокруг 7 складов и мест захоронения пестицидов, непригодных или запрещенных к применению.

Основным критерием экологического состояния почв в Российской Федерации являются предельно допустимые и ориентировочно допустимые концентрации вредных веществ. Гигиенические нормативы устанавливают максимально допустимые уровни содержания действующих веществ пестицидов и их опасных метаболитов в объектах окружающей среды. Так как в настоящее время отсутствуют нормативы содержания ДДТ в почве и других объектах, тенденции распространения ДДТ и качества почвы в 2024 г. оценивались по действовавшему ранее нормативу ПДК (0,1 мг/кг).

В 2024 г. загрязненные гербицидом 2,4-Д площади составили 2,1% от обследованной площади 8479 га (в 2023 г. - 2,3% от обследованной площади 7300 га, в 2022 г. - 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).

Несмотря на запрет применения ДДТ, до сих пор определяются почвы, в которых присутствует ДДТ и его метаболиты в количестве, превышающем 0,1 мг/кг, что связано с высокой персистентностью этого инсектицида. Многолетние наблюдения за динамикой содержания ДДТ в загрязненной почве на территории загородного лагеря им. Коли Мяготина показывают, что в связи с отсутствием механической обработки почвы и высокой стойкостью ХОП к разложению, загрязнение суммарным ДДТ сохраняется. В 2024 г. среднее содержание суммарного ДДТ на территории лагеря весной было несколько выше уровня предыдущего года - 0,197 мг/кг (в 2023 г. - 0,116 мг/кг), осенью - 0,090 мг/кг, что соответствует уровню 2023 г. - 0,093 мг/кг (рис. 3.28).

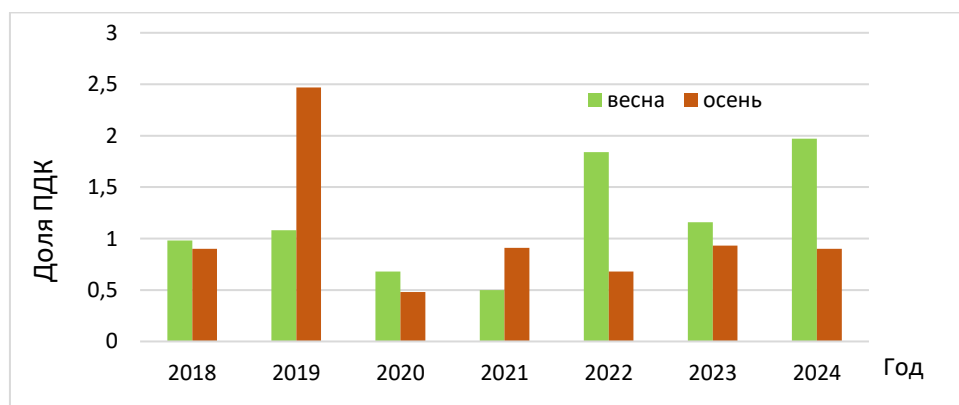


Рис. 3.28. Динамика среднего содержания суммарного ДДТ в долях ПДК на участке пункта многолетнего наблюдения в Белозерском районе Курганской области

В 2024 г. было выявлено высокое содержание суммарного ДДТ весной и осенью в Тамбовской (4,37 ПДК и 1,4 ПДК), Курской (2,43 ПДК и 0,85 ПДК), Воронежской (1,95 ПДК и 0,79 ПДК) областях (рис. 3.29).

В 2024 г. в Ульяновской области под масличными культурами весной и осенью было выявлено локальное загрязнение почв метафосом, площадь загрязнения весной и осенью составила 3,5 га, 50% от обследованной почвы. Максимальное содержание составило 9 ПДК весной, осенью - 6,5 ПДК.

В Оренбургской области и в Ульяновской области были зафиксированы отдельные участки, загрязненные ОК симазина на уровне 4,2 ПДК и 4,8 ПДК соответственно.

В Самарской области максимальная концентрация далапона составила весной 0,8 ПДК (в 2023 г. - 1,2 ПДК), осенью - 0,9 ПДК (в 2023 г. - 0,7 ПДК).

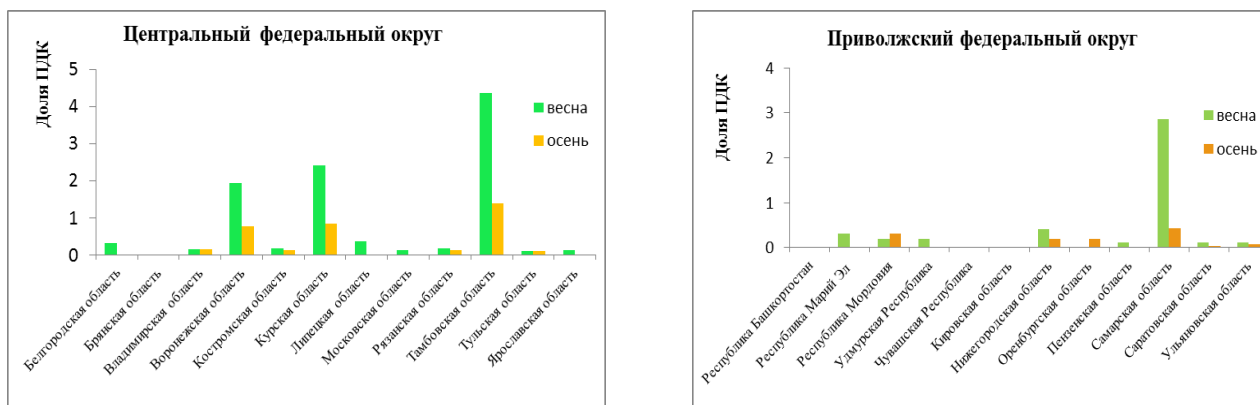


Рис. 3.29. Максимальное содержание в почвах суммарного ДДТ в долях ПДК, выявленное в почвах ЦФО и ПФО

Центральный федеральный округ. В 2024 г. на территории ЦФО были обследованы почвы Белгородской, Брянской, Владимирской, Воронежской, Костромской, Курской, Липецкой, Московской, Рязанской, Тамбовской, Тульской и Ярославской областей общей площадью 3322,2 га. В почвах определялось содержание хлорорганических инсектицидов, 2,4-Д, триазиновых гербицидов и трифлуралина.

В 2024 г. на территории ЦФО площадь загрязнения суммарным ДДТ и суммарным ГХЦГ составила 1996 га. В Тамбовской области максимум был зафиксирован весной и составил 0,44 мг/кг, что соответствовало превышению ранее действовавшего ПДК в 4,4 раза. В Курской области весной максимум составил 0,24 мг/кг. Минимальное среднее содержание ДДТ наблюдалось в Белгородской, Владимирской, Костромской, Липецкой, Московской, Рязанской, Тульской областях, где ОК не превышали 0,01 мг/кг.

Содержание суммарного ГХЦГ в отобранных образцах не превышало 0,19 ПДК, что соответствует уровню последних лет. В Липецкой области среднее содержание весной составило 0,004 мг/кг, в Белгородской области изомеры ГХЦГ наблюдались в следовых количествах. В Воронежской, Курской, Тамбовской областях данный пестицид не был выявлен ни в одной пробе.

Гербициды трифлуралин и 2,4-Д активно применяются на сельхозугодиях, остаточное количество трефлана выявлялось в почвах практически всех исследованных областей. Однако загрязненных территорий не было выявлено, а годовой максимум составил 0,40 ОДК. На содержание ОК гербицида 2,4-Д были обследованы почвы 5 областей: Брянской, Воронежской, Курской, Липецкой и Тамбовской, загрязненные почвы не были выявлены. Среднее содержание 2,4-Д в Тамбовской области составило весной 0,05 мг/кг и 0,02 мг/кг осенью.

На содержание прометрина и симазина обследовались 80,2 га почв в Белгородской и Брянской областях. ОК прометрина и симазина не было выявлено ни в одной пробе.

Южный федеральный округ. В 2024 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 4731 га. В почвах определялось содержание шести пестицидов, среди которых ХОП, трифлуралин, метафос. В 2024 г. ОК суммарного ДДТ было зафиксировано в почвах сельхозугодий в отдельных пробах в следовых количествах. Среднее содержание в почвах суммарного ДДТ весной составило 0,003 мг/кг, а осенью 0,001 мг/кг, а годовой максимум 0,019 мг/кг был зафиксирован весной на 20 га под озимой пшеницей в с. Ольховка Волгоградской области. Суммарный ГХЦГ был выявлен в единичных пробах в обследованных субъектах в следовых количествах. Его максимальное содержание составляло весной 0,04 ПДК, осенью - 0,07 ПДК. Максимальное содержание трифлуралина 0,005 мг/кг было выявлено в Волгоградской области. На содержание пестицида метафоса почвы обследовались выборочно и пестицид не был выявлен ни в одном из проанализированных образцов.

Северо-Кавказский федеральный округ. В 2024 г. на территории СКФО были обследованы почвы Ставропольского края и Карачаево-Черкесской Республики. Площадь обследования составила 323 га. Максимум суммарного ДДТ в Ставропольском крае весной составил 0,12 ПДК, осенью - 0,13 ПДК. В Карачаево-Черкесской Республике максимальный суммарный ДДТ наблюдался весной и составил 0,019 мг/кг. Среднее ОК суммарного ГХЦГ для обоих субъектов не превышало значений 0,001 мг/кг, а максимальная концентрация составила 0,05 ПДК. Максимальное содержание трифлуралина составило 0,04 ОДК в пробе, отобранной в Ставропольском крае. Метафос не был выявлен ни в одной из проанализированных проб.

Приволжский федеральный округ. В 2024 г. в ПФО были выборочно обследованы почвы Республик: Башкортостан, Марий Эл, Мордовии, Удмуртской, Чувашской; областей: Кировской, Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской общей площадью 8574 га на содержание 14 действующих веществ пестицидов, а также полихлорированных бифенилов (ПХБ). Были продолжены комплексные наблюдения за загрязнением почвы, воды и донных отложений на территории ООО «Мир» Безенчукского района Самарской области. Так же было продолжено обследование почв в местах складирования и захоронения пестицидов.

Среднее содержание суммарного ДДТ весной находилось в пределах от 0,001 до 0,012 мг/кг, а осенью от 0,001 мг/кг до 0,004 мг/кг, с годовым максимумом 2,87 ПДК (Самарская область). На территории Республик Башкортостан и Чувашской, а также Кировской области ОК суммарного ДДТ не было выявлено.

В 2024 г. максимальное содержание суммарного ГХЦГ было выявлено в Пензенской области весной и составляло 0,29 ПДК. ОК ГХБ были выявлены в Самарской, Саратовской, Пензенской, Ульяновской областях, с максимумом 0,3 ОДК в Саратовской области.

В 2024 г. на территории ПФО на площади 578,8 га, ОК метафоса было выявлено в Самарской, Оренбургской, Пензенской, Ульяновской областях, среднее содержание по региону составило 0,017 мг/кг весной и 0,010 мг/кг осенью. Максимумы были зафиксированы в Ульяновской области под масличными культурами на одном и том же участке и составили 9,04 ПДК весной и 6,52 ПДК осенью.

Гербицид 2,4-Д является одним из наиболее широко применяемых средств защиты растений. В 2024 г. превышение содержания 2,4-Д было отмечено на участках общей площадью 72,5 га в Ульяновской (максимум 1,24 ПДК), Самарской (максимум 1,33 ПДК, Пензенской (максимум 1,71 ПДК), Оренбургской (максимум 1,62 ПДК), Саратовской (максимум 1,05 ПДК) областях. В целом же среднее содержание 2,4-Д весной находилось в диапазоне 0,02-0,014 мг/кг, а осенью в диапазоне 0,05-0,14 мг/кг.

При оценке содержания пестицида трифлуралина в почвах ПФО загрязненных участков не было выявлено. Среднее содержание пестицида в почвах округа весной не превышало значений 0,2 ОДК, а осенью 0,08 ОДК, годовой максимум величиной 0,7 ОДК был зафиксирован в Самарской области.

Гербицид далапон, который в настоящее время не входит в перечень разрешенных к применению в России пестицидов, был выявлен и в весенний, и в осенний пробоотбор со средним содержанием по региону весной и осенью 0,5 ПДК (0,237 мг/кг и 0,242 мг/кг). Весной максимальная концентрация далапона наблюдалась на уровне 0,8 ПДК под масличными в Самарской области. Осенью максимум наблюдался на уровне 0,9 ПДК под зерновыми в Ульяновской области. В предыдущем году среднее содержание ОК далапона по региону составило весной 0,6 ПДК, осенью 0,5 ПДК, максимальное содержание далапона весной составило 1,2 ПДК, осенью - 0,7 ПДК.

ТХАН присутствовал в отдельных пробах и весной, и осенью, однако его концентрация не превышала ОДК. В весенний период его среднее содержание находилось в диапазоне 0,012-0,034 мг/кг, а осенью в диапазоне 0,01-0,092 мг/кг.

Наблюдения за содержанием триазиновых гербицидов прометрина, симазина и атразина в почвах проводились на участках общей площадью 541,2 га. Прометрин в настоящее время разрешен к применению в сельском хозяйстве. По результатам наблюдений почвы ПФО не были загрязнены ОК прометрина, его среднее содержание не превышало значений 0,008 мг/кг весной и 0,002 мг/кг осенью, а годовой максимум составил 0,06 ПДК в Самарской области.

Одновременно с обследованием на содержание хлорорганических пестицидов наблюдалось содержание в почвах полихлорированных бифенилов (ПХБ), которые включены в список стойких загрязняющих веществ Стокгольмской конвенции. В 2024 г. ОК ПХБ в почвах Кировской, Нижегородской областей, Республик Мордовия и Удмуртской не было выявлено ни в одной из проанализированных проб.

Уральский федеральный округ. В 2024 г. на территории УФО наблюдения за содержанием пестицидов в почве проводились в Курганской области в Белозерском, Звериноголовском, Лебяжье-вском, Петуховском районах на площади 2812 га. Были продолжены наблюдения зоны рекреационного назначения - лагеря им. Коли Мяготина (пункт многолетних наблюдений) в Белозерском районе, а также вблизи захоронения пестицидов в Лебяжье-вском районе. В пробах определялось содержание ДДТ и его метаболита ДДЕ, изомеров ГХЦГ и гербицида 2,4-Д. Суммарный ДДТ и ГХЦГ не были выявлены. Весной ОК 2,4-Д было выявлено на всей обследованной территории под зерновыми масличными культурами в количествах, не превышающих гигиенические нормативы. Среднее содержание 2,4-Д находилось в диапазоне 0,039-0,042 мг/кг, при максимальном уровне 0,50 - 0,64 ПДК. Осенью содержание этого пестицида на полях уменьшилось, максимальный уровень составил 0,20 ПДК.

Сибирский федеральный округ. В 2024 г. на территории СФО были обследованы почвы Алтайского края, Иркутской Кемеровской, Новосибирской, Омской, Томской областей общей площадью 9712 га на содержание 9 действующих веществ пестицидов, а также рН и содержание нитратов. Также были обследованы территории, прилегающие к 2 складам устаревших пестицидов и проведена работа по оценке содержания ХОП в донных отложениях рек в развитых сельскохозяйственных районах Иркутской области. В Новосибирской области были продолжены комплексные наблюдения за содержанием ХОП в почвах, донных отложениях (Бердский залив, верхний бьеф), в воде р. Бердь (г. Искитим, п. Маслянино).

На обследованной территории СФО в 2024 г. не наблюдалось превышений установленных гигиенических нормативов. В Иркутской области максимальное содержание суммарного ДДТ составило 0,09 ПДК в оба сезона пробоотбора. Суммарный ГХЦГ и ГХБ наблюдались в пробах в следовых количествах. Наблюдение за содержанием в почвах метафоса проводилось на площади примерно 1,9 тыс. га, за 2,4-Д - на площади 800 га. На содержание пиклорама анализировались пробы, отобранные в д. Куда ОАО «Хомутовское» (пункт многолетних наблюдений), площадь обследования составила 200 га и весной, и осенью. Содержание в почве остаточного количества метафоса, 2,4-Д, пиклорама не было выявлено.

Максимальное содержание ДДТ - 0,027 мг/кг было выявлено в осенний пробоотбор в Томской области. В Новосибирской области максимальный суммарный ДДТ весной и осенью составлял 0,021 мг/кг и 0,022 мг/кг соответственно. Средний уровень ОК суммарного ДДТ по региону составил весной 0,0041 мг/кг, осенью - 0,006 мг/кг. Суммарный ГХЦГ наблюдался почти во всех пробах Новосибирской области, с максимумом 0,021 мг/кг. Случаев превышения ПДК ОК суммарного ГХЦГ и ДДТ на территории СФО не было выявлено.

В почвах обследованных районов Омской области содержание ХОП и трифлуралина в количествах, превышающих ПДК (ОДК), не было выявлено.

Дальневосточный федеральный округ. В 2024 г. на территории ДФО обследование почвы проводилось на территории Приморского края на землях сельхозназначения только осенью на площади 733 га в 6 районах: Уссурийский, Октябрьский, Ханкайский, Черниговский, Кировский, Чугуевский.

Среднее содержание суммарного ДДТ по Приморскому краю под всеми видами культур (зернобобовыми, зерновыми, картофелем и кукурузой) составило 0,02 мг/кг. Максимальное значение содержания ДДТ было зафиксировано в Кировском районе и составило 0,08 мг/кг. В целом по обследованной территории Приморского края содержание суммы ДДТ в почвах в 2024 г. по сравнению с предыдущим годом было ниже в 3 раза (рис. 3.30).

Во всех проанализированных образцах почв ОК ГХЦГ и ГХБ не было выявлено.

В 2024 г. трифлуралин был выявлен в почвах в Кировском, Уссурийском, Ханкайском районах, однако его содержание не превышало 0,006 мг/кг.

При обследовании пункта многолетних наблюдений осенью 2024 г. в объединении личных подсобных хозяйств в с. Халкидон Черниговского района было выявлено, что среднее ОК суммарного ДДТ в почве под зерновыми культурами составило 0,04 мг/кг, при максимальном 0,07 мг/кг, суммарный ГХЦГ и ГХБ не был выявлен, среднее

содержание трифлуралина составило 0,0008 мг/кг. Средства химизации на поле в 2024 г. не применялись. Данные многолетних наблюдений показывают постепенное снижение содержания ДДТ в почвах (рис. 3.31).

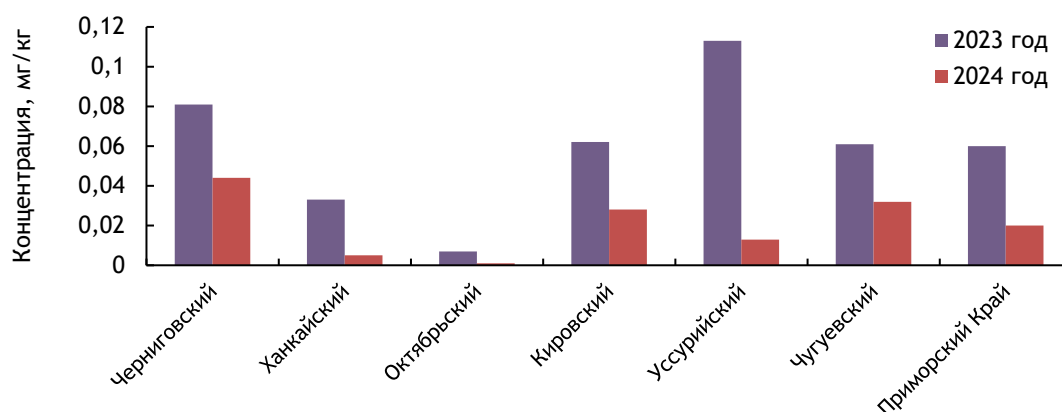


Рис. 3.30. Среднее содержание суммы ДДТ по районам Приморского края в 2023-2024 гг.

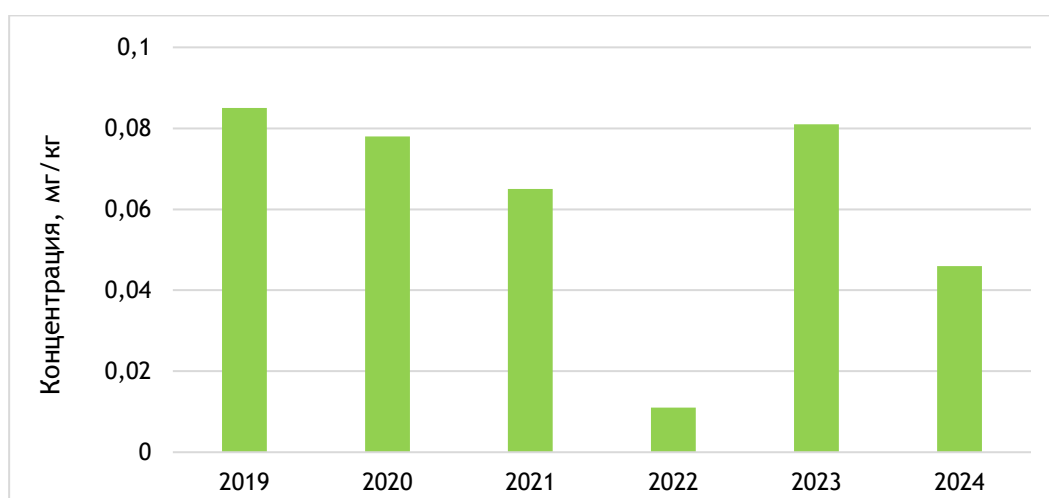


Рис. 3.31. Содержание суммы ДДТ и ДДЭ в почвах КФХ «Путиный» за период 2019-2024 гг.

Состояние участков, прилегающих к местам хранения пестицидов

В 2024 г. продолжались 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 2024 г. было проведено обследование вокруг 7 складов неликвидных пестицидов в 6 субъектах Российской Федерации.

В 2024 г. продолжалось наблюдение за состоянием почвы ОПХ «Минское» Костромской области, прилегающей к заброшенным местам складирования пестицидов. Пробы почвы на суммарный ДДТ, суммарный ГХЦГ и трифлуралин отбирались весной и осенью на расстоянии до 1,5 км по четырем направлениям от склада. Проб с превышением нормативов не было выявлено. Содержание суммарного ДДТ варьировало в пределах от 0,006 до максимального значения 0,018 мг/кг. Максимальные уровни содержания суммарного ГХЦГ не превышали значения 0,018 мг/кг. Наибольшая зафиксированная концентрация в почве трифлуралина в оба сезона пробоотбора составила 0,040 мг/кг.

В Удмуртской Республике проводилось обследование почв в с. Дебессы Дебесского района в радиусе 100 м от бывшего склада удобрений на содержание в них суммарного ДДТ, суммарного ГХЦГ, ГХБ, трифлуралина, 2,4-Д, ПХБ. Результаты анализа показали, что во всех отобранных пробах перечисленные пестициды не были выявлены.

В Самарской области проводилось обследование почв весной в районе села Михайло-Овсянка Пестравского района на расстоянии до 150 м от участка захоронения пестицидов, непригодных к использованию. В почве определялось остаточное количество пестицидов 14-ти наименований: ДДТ, ДДЭ, альфа-, бета- и гамма-ГХЦГ, ГХБ, метафос, 2,4-Д, далапон, прометрин, симазин, атразин, трефлан и ТХАН. Среднее содержание суммарного ДДТ в почве составило 0,006 мг/кг, максимальное - 0,037 мг/кг. Суммарный ГХЦГ наблюдался в следовых количествах. Метафос и трефлан не был выявлен ни в одной из проанализированных проб. Максимальное содержание на прилегающей территории составило для 2,4-Д 0,037 мг/кг, далапона - 0,048 мг/кг, ТХАН - 0,037 мг/кг. Результаты лабораторных испытаний показали, что на обследуемом участке среднее и максимальное содержание пестицидов не превысило уровня ПДК (ОДК).

В Саратовской области весной проводилось обследование почв в Романовском районе на территории земельного участка для складирования и захоронения непригодных к использованию пестицидов и ядохимикатов, расположенного в 400 м от районного посёлка Романовка, на бывшей территории «Агропромхимия». ХОП определялись в каждой пробе, остальные компоненты определялись выборочно в 20% образцов. В одной пробе было выявлено превышение норм содержания ОК атразина -1,6 ПДК. Среднее содержание 2,4-Д составило 0,4 ПДК, максимальное - 0,9 ПДК, среднее содержание далапона составило 0,3 ПДК, максимальное - 0,9 ПДК. Максимальное содержание суммарного ДДТ и суммарного ГХЦГ составило 0,015 мг/кг и 0,007 мг/кг соответственно. Метафос, ТХАН, симазин, трефлан и прометрин были выявлены в незначительных количествах.

В Иркутской области наблюдения за загрязнением почв проводились в мае в местах размещения складов пестицидов вблизи с. Батама Зиминского и в июне вблизи д. Щеглаева Заларинского районов. На каждом из участков отбирались пробы для определения в них ХОП и гербицида 2,4-Д. Суммарный ДДТ наблюдался практически во всех отобранных пробах в Зиминском районе, его максимальное содержание в почве составляло 0,0004 мг/кг, суммарный ГХЦГ и ГХБ были выявлены в следовых количествах, 2,4-Д не был выявлен. В Заларинском районе максимальное содержание суммарного ДДТ составило 0,0005 мг/кг, суммарный ГХЦГ и 2,4-Д не были выявлены ни в одной из отобранных проб, ГХБ наблюдался в следовых количествах.

В Курганской области было продолжено наблюдение за содержанием пестицидов в почве поля, расположенном на расстоянии 10-200 м от захоронения ядохимикатов в Лебяжье-вском районе весной и осенью с трех полей общей площадью 402 га. Анализировались пробы на содержание ХОП и гербицида 2,4-Д. Суммарный ДДТ не был выявлен ни в одной пробе. Изомеры ГХЦГ, как и в прошлые годы, не были выявлены. ОК 2,4-Д наблюдалось в почве и весной, и осенью на уровне, не превышающем ПДК. Среднее содержание 2,4-Д весной составило 0,042 мг/кг, при максимуме 0,064 мг/кг. При этом осенью ОК 2,4-Д уменьшилось, максимальное содержание составило 0,020 мг/кг.

Результаты обследований 2024 г. свидетельствуют, что, как и в предыдущие годы наблюдений, в большинстве случаев распространения загрязнения от складов пестицидов не происходит.

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 2024 г. по наиболее характерным для каждого водного объекта показателям.

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

Бассейн р. Преголя. По степени загрязненности вода р. Преголя в многолетнем плане характеризуется как «загрязненная». В 2024 г. характерными загрязняющими веществами р. Преголя, как и в предыдущие годы, сохранились органические вещества (по ХПК и БПК₅), нитритный азот, соединения железа, среднегодовые концентрации которых по течению реки изменялись в пределах: 33,1- 43,8 и 3,10-3,99 мг/л, 1-3, 2-3 ПДК соответственно.

Река Преголя в черте г. Калининград испытывает значительную антропогенную нагрузку, что объясняется расположением основной части крупных промышленных предприятий Калининградской области, и на протяжении многих лет характеризуется «грязной» водой.

В летний период экологическую ситуацию усугубляют сгонно-нагонные явления со стороны Калининградского залива, способствующие интенсивному перемешиванию вод реки, что активизирует анаэробные процессы в донных отложениях. Наличие сульфатов и хлоридов в количествах, превышающих ПДК (в 2024 г. в 4 и 8 раз соответственно), объясняется влиянием морских вод Калининградского залива, подпирających воды реки.

Бассейн р. Неман. В целом вода р. Неман в многолетнем плане оценивается как «загрязненная». В 2024 г., по сравнению с предыдущими годами, уровень загрязненности воды на участке 14,5 км выше - 1,5 км ниже г. Советск характерными загрязняющими веществами существенно не изменился и составил: органическими веществами по ХПК - 33,9-34,4 мг/л и БПК₅ - 3,11-3,13 мг/л, нитритным азотом - 1,2 ПДК, соединениями железа - 2 ПДК.

Качество воды трансграничных водотоков на территории Калининградской области р. Шешупе и рукава Мамоновка сохраняется на уровне «загрязненная». Для рек характерно содержание в воде органических веществ (по БПК₅ и ХПК), нитритного азота, соединений железа в концентрациях, превышающих ПДК, в 2024 г. в 2-4 раза, при среднегодовых значениях 2-3 ПДК.

Бассейн р. Нева. Качество воды бассейна Невы (без бассейнов Ладжского и Онежского озер) сохраняется стабильным, вода большинства створов относится к «загрязненному». В 2024 г. содержание характерных загрязняющих веществ: соединений меди, цинка, железа, марганца, реже аммонийного и нитритного азота изменялось в широком диапазоне от ниже 1 ПДК до 26 ПДК, органических веществ (по БПК₅ и ХПК) 0,63-3,89 и 16,8-54,1 мг/л соответственно. В 2024 г. критический уровень загрязненности воды достигался: соединениями марганца - рр. Охта, Славянка (29 ПДК), соединениями меди - рр. Нева, Карповка, Черная Речка, Мойка, Ждановка, Мга, Охта

(13-27 ПДК), соединениями цинка - р. Охта, нитритным азотом - рр. Ижора, Славянка, Охта (13-24 ПДК), аммонийным азотом - р. Ижора. В 2024 г. в бассейне Невы было зафиксировано 9 случаев высокого загрязнения (ВЗ) соединениями марганца (рр. Нева, Охта, Славянка - 32-45 ПДК), 5 случаев нитритным азотом (рр. Нева, Ижора, Славянка, Охта - 14-32 ПДК), по одному случаю соединениями меди (р. Нева - 45 ПДК) и соединениями цинка (р. Охта - 10 ПДК).

Самым загрязненным притоком р. Нева на протяжении десятилетий, оцениваемым как «грязный», сохраняется р. Охта в створе г. Санкт-Петербург (рис. 3.32).

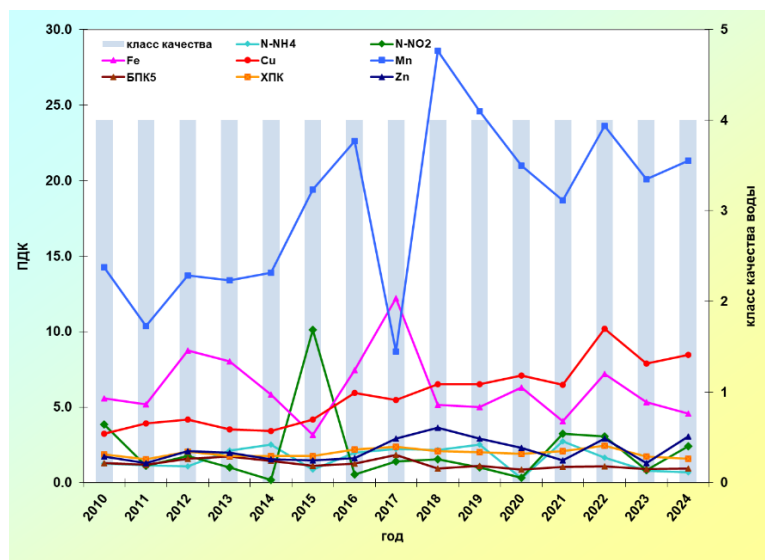


Рис. 3.32. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Охта, 0,05 км выше устья, в черте г. Санкт-Петербург в многолетнем плане

В 2024 г. качество воды р. Волхов, как и в предыдущие годы, на всем протяжении от истока до устья оценивалось как «загрязненная», притоков: рр. Кересь, Тигода, Черная - как «грязная». Среднегодовые концентрации характерных в целом для бассейна р. Волхов загрязняющих веществ: соединений железа, меди, марганца, фенолов не превышали 18 ПДК, органических веществ (по ХПК) - 102 мг/л.

Поверхностные воды в бассейне р. Волхов отличаются повышенным содержанием органических веществ (по ХПК), концентрации которых на протяжении многих лет в районе г. Кириши достигали критического уровня: 100-167 мг/л в 2013-2023, гг., 152 мг/л в 2024 г.

Малые реки Кольского полуострова. Характерными загрязняющими веществами воды малых рек Кольского полуострова на протяжении длительного ряда лет сохраняются соединения никеля, железа, меди, марганца, молибдена, ртути, дитиофосфат крезильовый. На качество воды малых рек Кольского полуострова негативное влияние оказывают сточные воды предприятий горнодобывающей, горноперерабатывающей и металлургической промышленности: АО «Кольская ГМК», АО «Апатит», АО «Ковдорский ГОК», ООО «Ловозерский ГОК».

В бассейне р. Печенга загрязненной сохраняется р. Хауки-лампи-йоки, вода которой свыше 15 лет стабильно оценивается как «грязная», с ухудшением в 2022 г. до «экстремально грязной», за счет высокого содержания соединений никеля, марганца и меди, среднегодовые концентрации которых в 2024 г. достигали 21, 8 и 8 ПДК соответственно. В последние годы наблюдений отмечается тенденция снижения в воде реки содержания дитиофосфата крезильового от 10-27 ПДК (2011-2017 гг.) до 3-6 ПДК (2018-2024 гг.), а содержание соединений ртути, цинка и сульфатов стабилизировались на уровне 2-4 ПДК, аммонийного азота - 1-2 ПДК (рис. 3.33).

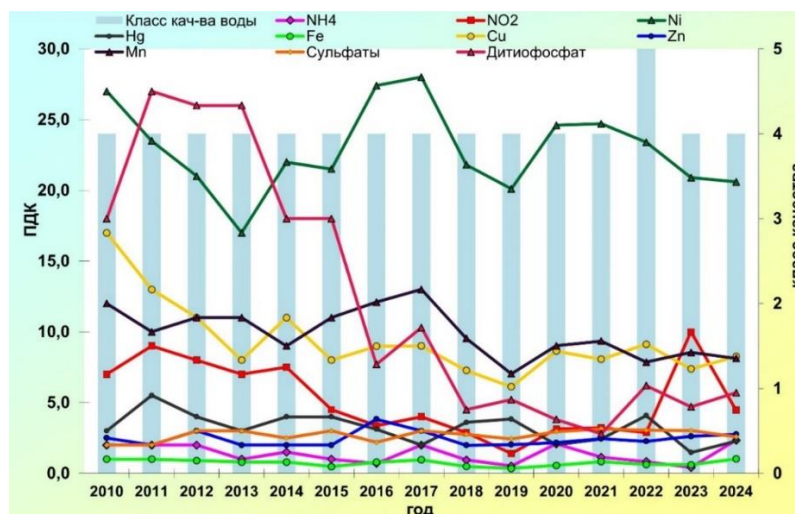


Рис. 3.33. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Хауки-лампи-йоки, г. Заполярный в многолетнем плане

На протяжении последних двух десятилетий наихудшим качеством - «экстремально грязная» стабильно оценивается реч. Варничный. В 2024 г. среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ сохранились на уровне 2020-2023 гг. и составили: органических веществ (по БПК₅ и ХПК) - 51,6 мг/л и 59,3 мг/л, соединений марганца - 15 ПДК, меди - 11 ПДК, железа и фосфора фосфатов - 7 ПДК, цинка - 4 ПДК, нитритного азота - 2 ПДК и АСПАВ - 9 ПДК.

В 2024 г. качество воды р. Роста, оцениваемое в 2016-2023 гг. как «грязная», ухудшилось до уровня «экстремально грязная». Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, достигающих критического уровня загрязненности воды, составили: соединения марганца - 20 ПДК, никеля - 4 ПДК, ртути - 1,4 ПДК, аммонийного азота - 6 ПДК, нефтепродуктов - 10 ПДК.

Наиболее загрязненной в бассейне р. Нива сохраняется вода р. Ньюдай, которая в многолетнем плане оценивается как «грязная». В 2024 г. среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ воды реки составили: соединений меди - 55 ПДК, никеля - 33 ПДК, марганца - 4 ПДК, железа и цинка - 1 ПДК, ртути - 2,1 ПДК, сульфатов - 6 ПДК.

Бассейн р. Северная Двина. Участок реки от г. Великий Устюг до г. Котлас, находящийся под влиянием сточных вод предприятий гг. Великий Устюг, Красавино, Котлас, льяльными водами судов речного флота и наиболее загрязненных притоков рек Сухона и Вычегда, на протяжении 2010-2024 гг. стабильно характеризуется «грязной» водой (рис. 3.34).

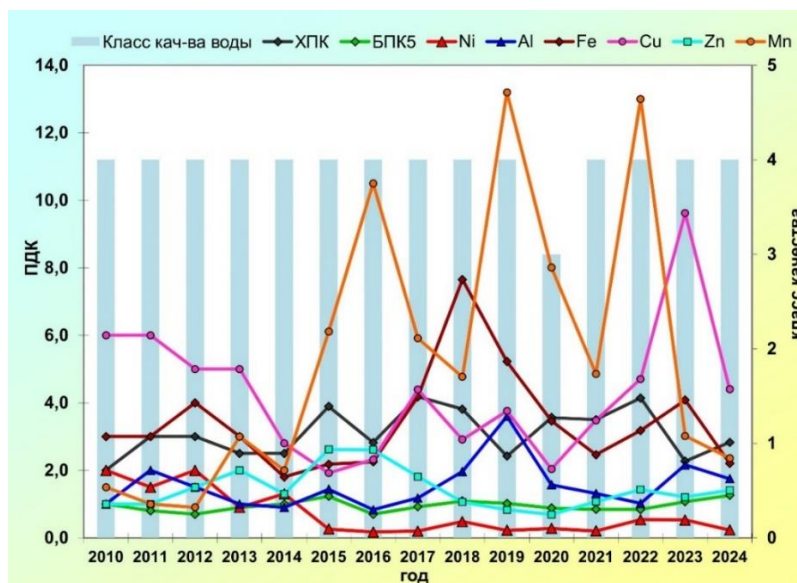


Рис. 3.34. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Северная Двина, 3,5 км ниже г. Красавино в многолетнем плане

Ниже по течению р. Северная Двина в многолетнем плане преимущественно оценивается «загрязненной» водой. В 2024 г. основными загрязняющими веществами воды реки сохранились соединения железа и меди, среднегодовые концентрации которых находились на уровне 2-5 ПДК; марганца - 2-3 ПДК (створы на участке г. Великий Устюг - д. Звоз); цинка - 1 ПДК (г. Великий Устюг - г. Котлас); нефтепродукты - 2-6 ПДК (д. Телегово - д. Звоз); органические вещества (по ХПК) - 19,5-51,5 мг/л.

Практически ежегодно, на фоне низкой водности в августе, сентябре и октябре, в прот. Кузнечиха (4 км выше устья) и в прот. Маймакса, наблюдаются случаи нагонных явлений, сопровождающиеся проникновением морских вод в дельту реки. В этот период среднегодовые значения минерализации воды в вышеперечисленных створах в 2024 г. достигали 1,15-1,40 г/л, концентрации хлоридов - 675-805 мг/л, сульфатов - 109-138 мг/л, катионов натрия - 117-195 мг/л.

Крупнейший левобережный приток р. Северная Двина - р. Сухона (Вологодская область). Основными источниками загрязнения воды реки являются предприятия деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства, суда речного флота. В 2024 г. качество воды реки в верховье у г. Сокол и в устье у г. Великий Устюг сохранилось на уровне предыдущих лет - «грязная»; в районе г. Тотьма и ниже впадения р. Пельшма - «загрязненная».

В 2024 г. среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ воды реки составили: соединений железа 2-7 ПДК, меди 1-5 ПДК, нефтепродуктов 3 ПДК (г. Тотьма), органических веществ (по ХПК) 43,0-51,8 мг/л.

Вода р. Пельшма десятилетиями характеризуется «экстремально грязной», незначительно улучшившись в 2020 и 2022-2024 гг. до уровня «грязная» (рис. 3.35).

Критическими показателями загрязненности воды реки являлись органические вещества (по ХПК), среднегодовое содержание которых в 2016-2023 гг. стабилизировалось на уровне 61,5-86,4 мг/л, а в 2024 г. возросло до 118 мг/л; а также легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), концентрации которых в 2010-2024 гг. изменялись в широком диапазоне 4,83-43,4 мг/л.

В 2024 г. был зафиксирован единичный случай острого дефицита растворенного в воде кислорода - 1,30 мг/л.

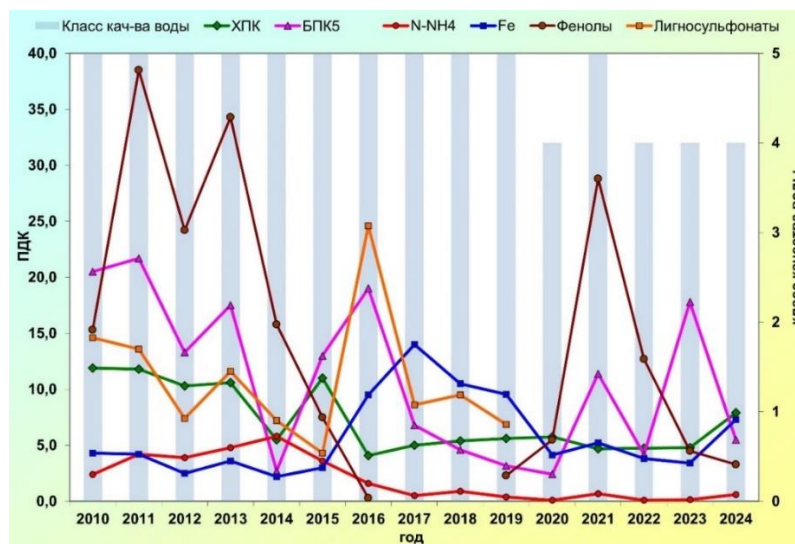


Рис. 3.35. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Пельшма, г. Сокол в многолетнем плане

Вода р. Вычегда (Республика Коми) правобережного притока р. Северная Двина - на участке с. Малая Кужба - с. Межог в многолетнем плане продолжала характеризоваться «загрязненной» водой, в отдельные годы, ухудшаясь до уровня «грязная» в створах г. Коряжма. Среднегодовые концентрации органических веществ (по ХПК) в воде реки составили 20,7-33,5 мг/л; соединений меди варьировали от 2 до 5 ПДК; железа - от 2 до 4 ПДК; марганца - от 1 до 4 ПДК (в районе с. Межог - 7 ПДК).

Бассейн р. Онега (Архангельская область). Вода р. Онега и рек её бассейна, как и в предыдущие годы, характеризовалась как «загрязненная»; в устье реки у с. Порог в 2020-2023 гг. как «грязная», улучшившись в 2024 г. до уровня «загрязненная».

В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом среднегодовое содержание органических веществ (по ХПК) снизилось и находилось в диапазоне 14,6-39,1 мг/л; соединений железа варьировало от 2 до 4 ПДК; меди от 2 до 3 ПДК (в районе г. Каргополь снизилось до значений, ниже нормативных); алюминия от 1 до 2 ПДК (в большинстве створов р. Онега); нефтепродуктов от 1 до 6 ПДК (рр. Волошка, Кодина).

Бассейн р. Мезень. Вода р. Мезень и рек её бассейна в многолетнем плане оценивалась как «загрязненная»; в отдельные годы ухудшаясь до уровня «грязная».

В 2024 г. в воде рек бассейна, как и в предыдущие годы, основными загрязняющими веществами являлись соединения меди, марганца и железа, среднегодовые концентрации которых в большинстве створов находились на уровне 1-4 ПДК, 1-6 ПДК и 2-11 ПДК соответственно; органические вещества (по ХПК) - 15,3-30,7 мг/л.

Бассейн р. Печора (Республика Коми, Ненецкий Автономный округ). В бассейне р. Печора основными источниками загрязнения поверхностных вод являются сточные воды предприятий энергетической, нефтеперерабатывающей, угледобывающей, газодобывающей, лесозаготовительной и деревообрабатывающей отраслей промышленности. В 2024 г. вода р. Печора не претерпела существенных изменений и оценивалась как «загрязненная». Качество воды рек бассейна р. Печора продолжало характеризоваться широким диапазоном от «слабо загрязненной» до «грязной».

Среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ воды рек бассейна в 2024 г. изменялись в широком диапазоне: соединений железа 2-9 ПДК (в р. Сула достигали 20 ПДК), меди 1-11 ПДК, марганца 1-15 ПДК; органических веществ (по ХПК) в отдельных створах достигали 14,3-29,5 мг/л.

Как и в предыдущие годы, наибольшая загрязненность воды реки нефтепродуктами фиксировалась в устье р. Печора. Среднегодовое содержание нефтепродуктов выше г. Нарьян-Мар возросло от 1-2 ПДК в 2015-2018 гг. до 10-20 ПДК в 2019-2021 гг. и снизилось до 4-6 ПДК в 2022-2024 гг.

Бассейн р. Волга. В течение 2020-2024 гг. вода р. Волга и ее водохранилищ в преобладающем числе створов оценивалась как «загрязненная», число которых возросло от 85,8-88,8% до 91,4% и 94,4% в 2020 г. и 2024 г. соответственно. Створы с «условно чистой» и «экстремально загрязненной» водой в водных объектах отсутствовали. В 2024 г. число створов со «слабо загрязненной» и «грязной» водой составило 2,8%. В 2024 г. вода на участках Чебоксарского водохранилища ниже с. Безводное, Волгоградского водохранилища ниже шлюзов у г. Балаково, рук. Ахтуба ниже с. Солодовка оценивалась как «слабо загрязненная». В 2024 г. по сравнению с 2020-2023 гг. качество воды ухудшилось от «загрязненной» до «грязной»: в Ивановском водохранилище в черте д. Безбородово и Куйбышевском водохранилище ниже г. Казань.

Характерными загрязняющими веществами воды Ивановского, Угличского, Рыбинского и Горьковского водохранилищ, средние концентрации которых не превышали 1-3 ПДК, являлись органические вещества (по ХПК), соединения меди, железа во всех пунктах наблюдений, соединения цинка - в большинстве пунктов наблюдений; на отдельных участках к ним добавлялись: легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) - в преобладающем числе пунктов Ивановского водохранилища, 1-м пункте Рыбинского водохранилища (г. Череповец), 3-х пунктах Горьковского водохранилища (г. Кинешма, д. Катунки, г. Чкаловск).

Характерными загрязняющими веществами воды Чебоксарского водохранилища являлись органические вещества (по ХПК) (в среднем 1-2 ПДК), соединения меди (2-5 ПДК), легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) во всех пунктах за исключением с. Безводное, пгт. Васильсурск, г. Чебоксары; на отдельных участках перечень расширился за счет добавления нитритного азота в пунктах г. Нижний Новгород, г. Кстово и с. Безводное (в среднем 2-4 ПДК);

аммонийного азота - ниже г. Нижний Новгород (в среднем 3 ПДК); соединений марганца - г. Балахна (3-4 ПДК). В течение многолетнего периода в воде водохранилища в 4,2 км ниже г. Нижний Новгород наблюдалось варьирование среднегодовых концентраций в воде: аммонийного азота от значений ниже ПДК в 2010-2015 гг. до 1-2 ПДК в последующие годы и 3 ПДК в 2024 г.; нитритного азота - от 1-2 ПДК в большую часть рассматриваемого периода до 3-5 ПДК в 2015-2017 гг. и 2021-2024 гг. (рис. 3.36).

Среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ воды Куйбышевского и Саратовского водохранилищ варьировали: органические вещества (по ХПК) и соединения меди 1-2 ПДК (в отдельных створах соединений меди до 3-4 ПДК), соединения марганца от 1 ПДК до 3-5 ПДК; на участках водохранилищ ниже г. Новочебоксарск, в черте г. Зеленодольск, ниже г. Казань, в черте г. Самара добавлялся нитритный азот (1-4 ПДК). В пунктах наблюдений на территории Республики Татарстан к вышеперечисленным веществам присоединялись соединения алюминия в концентрациях в среднем 1-2 ПДК.

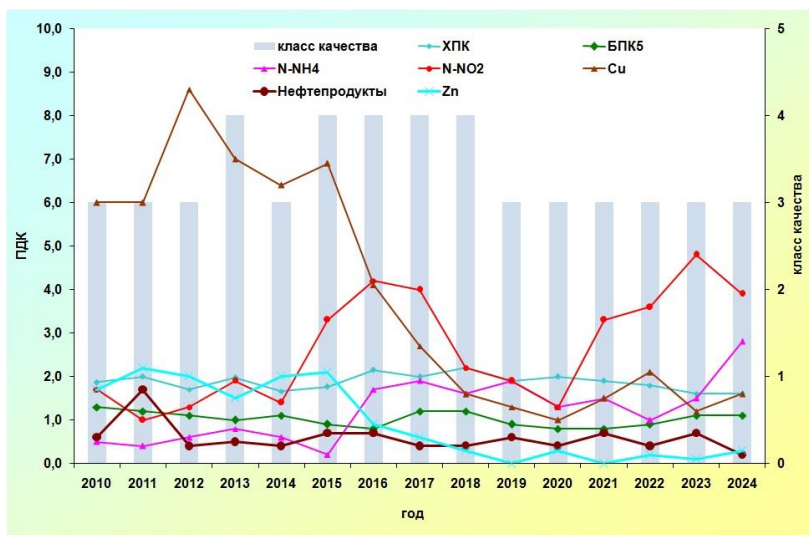


Рис. 3.36. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды Чебоксарского водохранилища в 4,2 км ниже г. Нижний Новгород за многолетний период

К характерным загрязняющим веществам воды Волгоградского водохранилища со среднегодовыми концентрациями 1-2 ПДК относились органические вещества (по ХПК), соединения меди и марганца, в черте г. Волжский добавлялись соединения цинка. В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом уменьшился средний уровень загрязненности воды нефтепродуктами, а также не было зафиксировано ни одного случая превышения ПДК.

В 2019-2024 гг. по сравнению с предыдущим многолетним периодом качество воды р. Волга ниже г. Астрахань улучшилось от «грязной» до «загрязненной». В течение 2010-2024 гг. отмечались изменения среднего уровня загрязненности воды характерными загрязняющими веществами: органическими веществами (по ХПК) 23,5-48,0 мг/л, фенолами 1-4 ПДК, соединениями меди 1-6 ПДК, цинка 1-7 ПДК, железа 1-2 ПДК, нитритным азотом 1-2,5 ПДК. В 2019-2024 гг. наблюдалась тенденция снижения среднего уровня загрязненности воды: соединениями меди до 1-2 ПДК, нитритным азотом до значений ниже ПДК-1 ПДК и легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) до значений ниже ПДК; в 2022-2024 гг. нефтепродуктами до 1 ПДК; в 2020-2024 гг. - увеличение соединениями цинка до 3 ПДК (рис. 3.37).

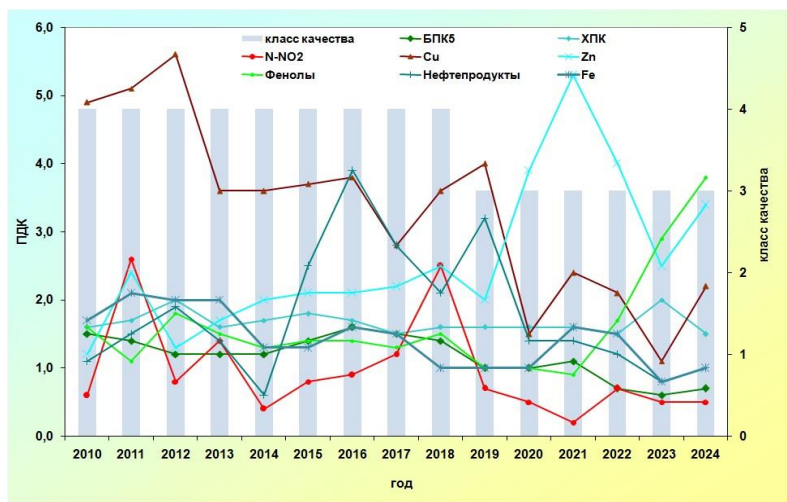


Рис. 3.37. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Волга в 5,5 км ниже г. Астрахань за многолетний период

В 2019-2024 гг. по сравнению с предыдущим периодом качество воды дельты р. Волга улучшилось от «грязная» до «загрязненная». Среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ воды устьевого участка Волги

находились в пределах: фенолы 2-7 ПДК, соединения меди 1-3 ПДК, цинка 2-3 ПДК, молибдена - 1 ПДК, органические вещества (по ХПК) 1-2 ПДК. В 2024 г. в воде рук. Ахтуба был зарегистрирован 1 случай ВЗ фенолами (43 ПДК).

В притоках Волжских водохранилищ преобладали створы с «загрязненной» (69,1% створов) и «грязной» (23,3%) водой. В 2-х створах (1,3%) вода оценивалась как «экстремально грязная» - р. Гжать ниже г. Гагарин (Иваньковское водохранилище), р. Падовая г. Самара в черте п. Стройкерамика (Саратовское водохранилище). Критическими показателями загрязненности воды р. Гжать являлись легкоокисляемые органические вещества (по ХПК и БПК₅), аммонийный азот, фенолы, нефтепродукты. В течение 2024 г. было зарегистрировано по 2 случая ВЗ воды реки аммонийным азотом (18 ПДК и 36 ПДК) и легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) (38,7 мг/л и 23,0 мг/л); в июле отмечался случай дефицита растворенного в воде кислорода (2,10 мг/л).

Критического уровня загрязненности воды р. Падовая достигали органические вещества (по ХПК), аммонийный и нитритный азот. В течение года было зафиксировано 3 случая ВЗ воды: 2 нитритным (11 ПДК и 18 ПДК) и 1 аммонийным азотом (20 ПДК).

Случаи ВЗ воды были зарегистрированы в воде водохранилищ: Иваньковского - р. Осуга в черте с. Большой Борок 1 случай - нитритным азотом (11 ПДК), 3 случая - легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) (30,9, 36,3 и 32,5 мг/л), дефицит растворенного в воде кислорода (2,46 мг/л); Угличского - р. Кунья 4 км выше г. Краснозаводск по одному случаю легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) (11,0 мг/л), аммонийным азотом (13 ПДК); Рыбинского - р. Остречина нитритным азотом (19 ПДК), легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) (10,2 мг/л и 23,6 мг/л); Чебоксарского - р. Везлома выше и ниже г. Бор по 2 случая соединениями железа (31, 49 ПДК).

Бассейн р. Ока. В течение многолетнего периода качество воды р. Ока варьировало от «загрязненной» до «грязной». В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом качество воды по течению реки изменилось незначительно; общее число створов с «грязной» водой уменьшилось на 10% и составило 25%. На уровне «грязная» сохранился уровень загрязненности воды р. Ока в районе г. Белев, г. Алексин, г. Муром, ниже г. Рязань. Характерными загрязняющими веществами воды р. Ока в преобладающем числе створов являлись органические вещества (по ХПК и по БПК₅) (в среднем 1-2 ПДК), нитритный азот (1-3 ПДК), соединения меди (1-5 ПДК); аммонийный азот (1-2 ПДК) - ниже городов Калуга, Рязань, выше и ниже г. Муром; соединения цинка - в большинстве створов на территории Московской области (1 ПДК), а также Владимирской в створах выше и ниже г. Муром (4 ПДК). В 2024 г. критическими загрязняющими веществами воды реки являлись: легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) на участках реки выше и ниже г. Белев, выше и ниже г. Алексин; нитритный азот - ниже г. Рязань. В 2024 г. в воде реки у г. Рязань были зафиксированы единичные случаи высокого загрязнения воды: выше города аммонийным и нитритным азотом (10 ПДК и 15 ПДК соответственно), ниже города - нитритным азотом (15 ПДК).

В 2024 г. по сравнению с 2023 г. в воде створа ниже г. Коломна, являющегося замыкающим для реки на территории Московской области, средний уровень загрязненности воды аммонийным и нитритным азотом незначительно увеличился (до 1,4 ПДК и 3,1 ПДК соответственно); сохранилась тенденция снижения среднего уровня загрязненности воды соединениями цинка до 1 ПДК (рис. 3.38).

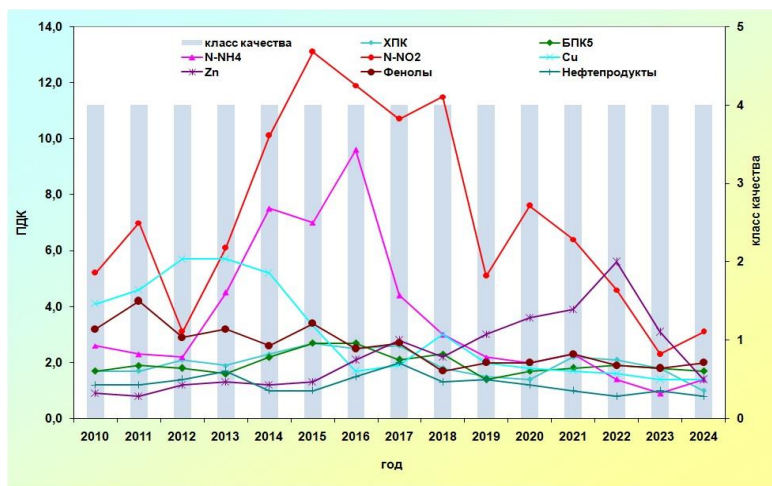


Рис. 3.38. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Ока ниже г. Коломна за многолетний период

В 2024 г. по сравнению с многолетним периодом в притоках р. Ока число створов по классам качества изменилось незначительно и составляло: «слабо загрязненная» - 7,4%, «загрязненная» - 37,5%, «грязная» - 54,1%, «экстремально грязная» - 3,4% створов.

В верхнем течении бассейна Оки на территории Тульской области качество воды водных объектов рр. Упа, Воронка и водохранилища Шатское стабилизировалось на уровне «грязная», р. Мышега ухудшилось от «грязной» до «экстремально грязной». Критическими показателями загрязненности воды являлись: легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), реже - нитритный азот; в р. Мышега добавлялись органические вещества (по ХПК) и соединения меди. В течение года в водных объектах были зарегистрированы случаи ВЗ воды: вдхр. Шатское в 7 км выше г. Новомосковск - 1 нитритным азотом (12 ПДК), р. Упа в 19 км ниже г. Тула - 2 нитритным азотом (13 ПДК и 14 ПДК); р. Мышега в черте г. Алексин - 7 нитритным азотом (14-19 ПДК), 11 легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) (31,0-38,0 мг/л) и 1 органическими веществами (по ХПК) - 150 мг/л.

Качество воды большинства левых притоков Оки на территории Московской области, в том числе бассейна р. Москва, оценивалось как «грязная». Критического уровня загрязненности воды достигали: р. Лопасня выше и ниже

г. Чехов - аммонийный азот; р. Москва и ее притоков - аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅). В 2024 г. на участке р. Москва от створа в черте г. Москва выше Бесединского моста МКАД до г. Коломна было зафиксировано 45 случаев ВЗ воды, из которых 38 случаев - нитритным азотом (от 10 ПДК до 33 ПДК), 6 случаев - легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) (от 10,0 мг/л до 13,0 мг/л) и 1 случай - соединениями цинка (10 ПДК).

В 2022-2024 гг. по сравнению с 2011-2021 гг. в воде створа выше Бесединского моста МКАД снизился средний уровень загрязненности воды аммонийным и нитритным азотом до 4 ПДК и 8-9 ПДК соответственно; в 2023-2024 гг. по сравнению с 2019-2022 гг. - соединениями цинка до 2-3 ПДК; в 2018-2024 гг. - нефтепродуктами стабилизировался на уровне 2-5 ПДК (рис. 3.39).

В 2024 г. в притоках р. Москва было зафиксировано 86 случаев ВЗ (в 2023 г. - 67 случаев), из них 51 случай нитритным, 16 случаев аммонийным азотом, 14 случаев легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅), 2 случая соединениями цинка и 1 случай формальдегидом.

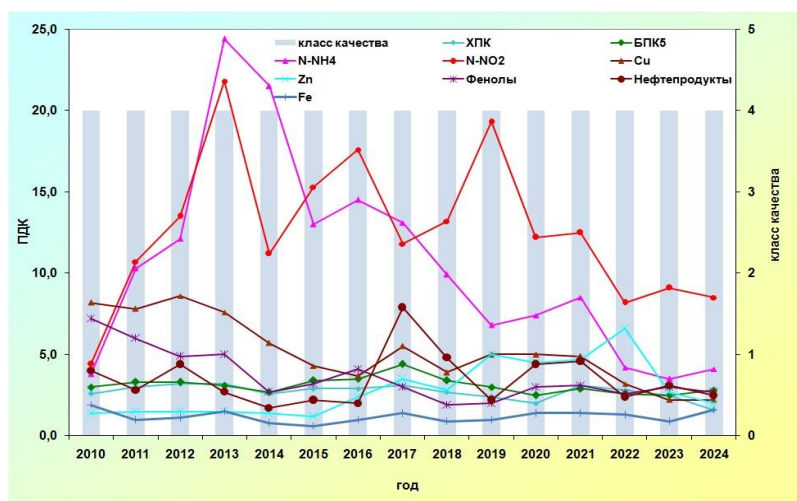


Рис. 3.39. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Москва в черте г. Москва выше Бесединского моста МКАД за многолетний период

На территории Рязанской и Владимирской областей критическими показателями загрязненности воды р. Верда ниже г. Скопин являлись аммонийный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), сульфаты; р. Гусь ниже г. Гусь-Хрустальный органические вещества (по ХПК), аммонийный азот, соединения железа. В 2024 г. в р. Верда было зарегистрировано 6 случаев ВЗ аммонийным азотом (11-16 ПДК), по одному случаю легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) (10,2 мг/л), нитритным азотом (11 ПДК) и случай дефицита растворенного в воде кислорода (2,61 мг/л); р. Гусь ниже г. Гусь-Хрустальный - 5 случаев ВЗ аммонийным азотом (11-17 ПДК), 2 случая - соединениями железа (40 ПДК и 46 ПДК), 5 случаев дефицита растворенного в воде кислорода (2,19-2,98 мг/л). Как «грязная» характеризовалось качество воды рек Пра и Бужа, критическими показателями загрязненности воды являлись соединения железа, органические вещества (по ХПК), а также дефицит растворенного кислорода в воде р. Пра, что обусловлено формированием химического состава воды в условиях болотного питания.

На территории Тамбовской области в 2018-2024 гг. по сравнению с предыдущим десятилетним периодом снизилось качество воды от «загрязненной» до «грязной» р. Цна ниже г. Тамбов. Критическими показателями загрязненности воды реки являлись нитритный азот, соединения марганца, среднегодовые концентрации которых в 2024 г. составляли 4-5 ПДК и 10 ПДК соответственно.

В 2024 г. качество воды р. Клязьма по всему течению реки стабилизировалось на уровне «грязная». Критическими загрязняющими веществами воды во всех пунктах наблюдений на территории Московской области был нитритный азот; ниже г. Лосино-Петровский добавлялся аммонийный азот; на территории Владимирской области - соединения железа, меди и цинка. В 2024 г. было зарегистрировано 9 случаев ВЗ воды нитритным азотом (реки Московской области), 1 случай соединениями железа (реки Владимирской области).

Вода преобладающего числа притоков р. Клязьма соответствовала уровню «грязная»; рек Пекша, Воймега, Ундолка - «экстремально грязная», к критическим показателям загрязненности воды относились аммонийный и нитритный азот, соединения железа, органические вещества (по ХПК и БПК₅), случаи ВЗ которыми неоднократно фиксировались в течение года.

Бассейн р. Кама. В 2020-2024 гг. общий уровень загрязненности воды р. Кама не претерпел существенных изменений и определяется содержанием в воде соединений марганца, меди, железа, органических веществ (по ХПК), иногда фенолов, в створе Нижнекамского вдхр. с. Красный бор - соединений алюминия, среднегодовые концентрации варьировали в пределах от 1 до 18 ПДК. В 2024 г. были зафиксированы два случая ВЗ воды Камского водохранилища соединениями марганца (34, 45 ПДК).

По всему течению вода р. Кама и каскада ее водохранилищ в 2020-2024 гг. характеризовалась как «загрязненная»; в створах р. Кама п. Гайны в 2020-2022 гг., 2024 гг., Воткинское вдхр., 8,5 км ниже г. Краснокамск в 2022 г. - как «грязная». В 2024 г. до «грязной» ухудшилась вода Камского вдхр., 10 км ниже г. Березники, Воткинское вдхр., 2 км выше г. Краснокамск.

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

Характерными загрязняющими веществами для воды р. Косьва на участке ниже г. Губаха являются соединения меди, марганца, аммонийный азот, фенолы, органические вещества (по ХПК), среднегодовые концентрации которых в 2024 г. не превышали 12 ПДК. Наблюдается хроническая загрязненность воды реки соединениями железа, в воде стабильно регистрируются случаи высокого и экстремально высокого загрязнения, в 2024 г. было зафиксировано два случая ЭВЗ воды (57, 53 ПДК) и три случая ВЗ (30-43 ПДК).

Река Чусовая на участке 1,7 - 17 км ниже г. Первоуральск, в течение многолетнего периода оценивается как «грязная», в 2023 гг. - как «экстремально грязная» (рис. 3.40). В 2024 г. в створах 1,7 км и 17 км ниже г. Первоуральск отмечался критический уровень загрязненности воды р. Чусовая одновременно соединениями меди, цинка и марганца. В 2024 г. в контрольных створах г. Первоуральск было зафиксировано: один случай ЭВЗ и 16 случаев ВЗ соединениями цинка, 3 случая ЭВЗ и 7 случаев ВЗ соединениями марганца, 3 случая ЭВЗ и один ВЗ соединениями меди.

Вода устьевого участка р. Северушка (левобережный приток р. Чусовая) с 2014 г. оценивается как «грязная»; вода реки хронически загрязнена органическими веществами (по ХПК и БПК₅), нитритным азотом, соединениями меди, железа, цинка, фенолами, нефтепродуктами, иногда фторидами, среднегодовые концентрации которых в 2024 г. не превысили 6 ПДК. Сохраняется высокой загрязненность воды реки соединениями марганца. В 2024 г. было зафиксировано по одному случаю высокого (39 ПДК) и экстремально высокого (57 ПДК) загрязнения воды.

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 2024 г. не превысило 10 ПДК. К критическим показателям загрязненности воды, как и в 2023 г., относились аммонийный и нитритный азот, соединения меди.

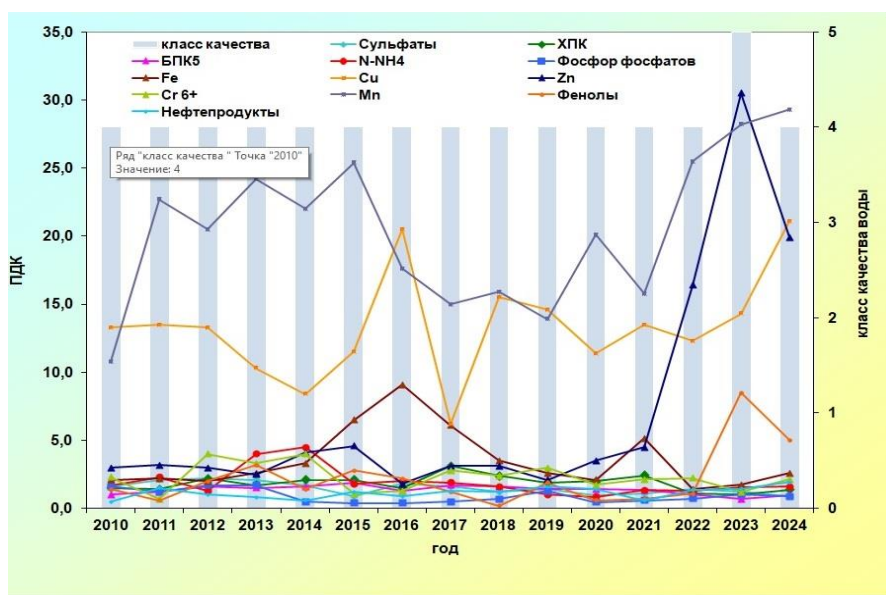


Рис. 3.40. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Чусовая, 1,7 км ниже г. Первоуральск в многолетнем плане

Бассейн р. Белая. В 2018-2024 гг. в большинстве створов качество воды р. Белая характеризовалось как «загрязненная». Хронически «грязной» сохранилась вода в створах ниже г. Ишимбай и в районе г. Стерлитамак, где испытывает антропогенную нагрузку сточными водами предприятий химической, нефтедобывающей и пищевой промышленности, машиностроения и жилищно-коммунального хозяйства (рис. 3.41). В 2024 г. от «грязной» до «загрязненной» улучшилась вода в створах: 17 км ниже г. Белорецк, р.п. Прибельский.

Как и в предыдущие годы, в 2024 г. по всей длине реки в воде р. Белая наблюдалось повышенное содержание соединений марганца и на отдельных участках соединений железа, органических веществ (по ХПК), среднегодовое содержание которых для р. Белая в целом в 2024 г. составило 14 и 3 ПДК соответственно, органических веществ (по ХПК) - 30,4 мг/л.

Среди притоков р. Белая преобладают створы, вода которых оценивается как «загрязненная». В 2024 г. вода рр. Куса, Шугуровка, Быстрый Танып (д. Алтаево) улучшилась от «грязной» до «загрязненной», рр. Ашкадар, Уршак стабилизировались на уровне «грязной».

Стабильно «грязной» сохраняется вода р. Уфалейка в створах 3 и 30 км ниже г. Верхний Уфалей и р. Ай, ниже г. Златоуст на территории Челябинской области. Наблюдается характерная загрязненность воды рек органическими веществами (по ХПК), соединениями железа, меди, цинка, марганца, реже аммонийным азотом, нефтепродуктами, в р. Ай добавляется нитритный азот. Влияние месторождения никелевых руд, расположенного на водосборной площади, обусловило повышенную загрязненность воды р. Уфалейка соединениями никеля, среднегодовые концентрации которого не превышали 3 ПДК, наибольшие разовые 7 ПДК. Практически ежегодно фиксируется критический уровень загрязненности воды этих рек соединениями марганца, р. Ай - нитритным азотом и с 2024 г. - соединениями железа.

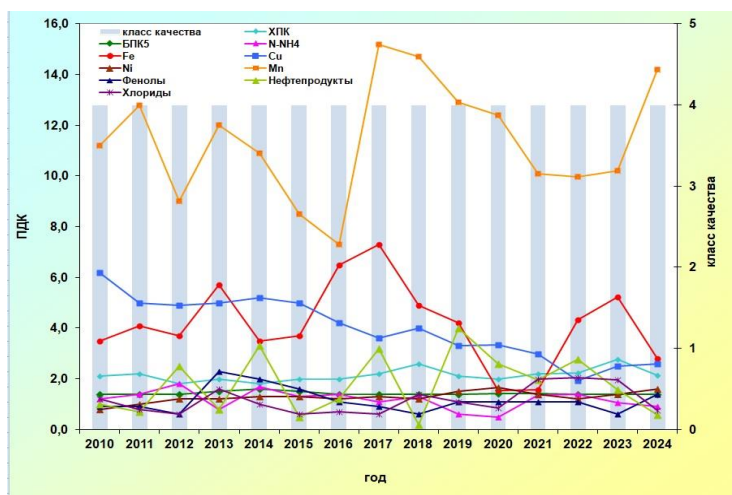


Рис. 3.41. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Белая, 10,5 км ниже г. Sterlitaмак в многолетнем плане

Бассейн р. Дон. Качество воды р. Дон в многолетнем плане варьирует, в основном, от «слабо загрязненной» до «грязной». В 2024 г. качество воды р. Дон изменилось в большинстве створов (55,8%) из них в сторону улучшения - 34,9% и ухудшения - 20,9%.

В 2024 г. в верхнем и среднем течении р. Дон по-прежнему преобладала «загрязненная» вода, в нижнем течении реки - «грязная».

В 2024 г. ухудшилось качество воды р. Дон в верховье, выше и ниже г. Донской (ЦФО) до уровня «грязная». К характерным загрязняющим веществам в обоих створах города относились легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), среднегодовые концентрации которых составили 6,67-6,83 мг/л, нитритный азот (3-4 ПДК), соединения меди и фенолы (2-3 ПДК), соединения железа (1-2 ПДК).

Менее загрязненной в многолетнем плане является вода р. Дон на территории Липецкой области на участке г. Данков - г. Задонск, качество воды колеблется от «слабо загрязненной» до «загрязненной».

Тенденция улучшения качества воды от «грязной» до «загрязненной» наблюдалась в створах г. Воронеж и в контрольном створе г. Нововоронеж. Характерной была загрязненность воды органическими веществами (по БПК₅ и ХПК), среднегодовые концентрации которых находились в пределах 2,41-2,71 мг/л и 24,8-26,1 мг/л соответственно, нитритным азотом (2-3 ПДК), соединениями меди (2-3 ПДК), реже нефтепродуктами (2 ПДК). В 2024 г. по сравнению с 2023 г. от «загрязненной» до «грязной» ухудшилось качество воды р. Дон в створах г. Павловск и в черте с. Новая Калитва. Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ не превысили 1-3 ПДК.

Качество воды в створах среднего течения р. Дон (ст-ца Казанская - г. Калач-на-Дону) в многолетнем плане стабилизировалось на уровне «загрязненная». К характерным загрязняющим веществам, как и в предыдущие годы, относились соединения железа, меди, сульфаты и органические вещества (по БПК₅ и ХПК), среднегодовые концентрации которых мало изменились и варьировали в пределах 1-2 ПДК, за исключением соединений меди - 3-4 ПДК, органических веществ (по БПК₅ и ХПК) 3,34-3,52 мг/л и 18,9-19,1 мг/л.

Качество воды Цимлянского водохранилища в 2020-2024 гг. стабилизировалось: на территории Волгоградской области (с. Ложки, х. Красноярский) на уровне «грязная», Ростовской области - «загрязненная».

В 2024 г., как и в 2022-2023 гг., в нижнем течении на участке г. Константиновск - р.п. Багаевский качество воды р. Дон характеризовалось как «грязная». Среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ составили: нефтепродуктов 1-2 ПДК, соединений железа 2-4 ПДК, соединений меди 1-5 ПДК, сульфатов 2-3 ПДК, легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) 4,70-5,65 мг/л, органических веществ (по ХПК) 16,6-23,6 мг/л.

Вода реки на устьевом участке (г. Ростов-на-Дону - г. Азов) в течение последних 6-8 лет оценивалась стабильно как «грязная», в 2023 г. - в большинстве створов - «загрязненная». В 2024 г. по сравнению с 2023 г. ухудшилось от «загрязненной» до «грязной» качество воды выше г. Ростов-на-Дону, 1 км ниже г. Ростов-на-Дону и выше г. Азов. К характерным загрязняющим веществам устьевого участка р. Дон относились нефтепродукты, сульфаты, органические вещества (по БПК₅ и ХПК), к которым добавлялся нитритный азот в створах г. Азов. Среднегодовые концентрации варьировали в пределах 1-3 ПДК, легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) 2,52-3,47 мг/л, органических веществ (по ХПК) 25,6-29,1 мг/л. Суммарно на участке р. Дон от г. Ростов-на-Дону до г. Азов и у х. Дугино (рукав Большая Каланча) было зарегистрировано 15 случаев ВЗ (от 3,0 до 4,9 ПДК) и 1 случай ЭВЗ воды (18,3 ПДК) соединениями ртути.

В течение 2017-2022 гг. и в 2024 г. вода р. Дон ниже г. Ростов-на-Дону характеризовалась как «грязная», в 2023 г. - «загрязненная» (рис. 3.42).

В 2024 г. качество воды большинства створов на притоках верхнего течения р. Дон не изменилось и преобладала «загрязненная» вода. По-прежнему сохранилось низкое качество воды, оцениваемой как «грязная», Воронежского водохранилища (ниже г. Воронеж), р. Тихая Сосна (ниже г. Острогожск), р. Битюг, (р.п. Анна и г. Бобров), р. Черная Калитва (ниже г. Россось), ухудшилось р. Воронеж (контрольные створы г. Липецк) от уровня «загрязненная» до уровня «грязная». В 2024 г. в воде р. Воронеж (контрольные створы г. Липецк) были зарегистрированы единичные случаи дефицита (2,02-2,23 мг/л) и глубокого дефицита (1,28-1,54 мг/л) растворенного в воде кислорода в августе и сентябре.

Качество воды Матырского водохранилища (г. Липецк, г. Грязи) в течение многолетнего периода стабильно оценивается как «слабо загрязненная». В 2024 г. несколько улучшилось до «слабо загрязненной» качество воды р. Сосна (г. Ливны), р. Становая Ряса (г. Чаплыгин).

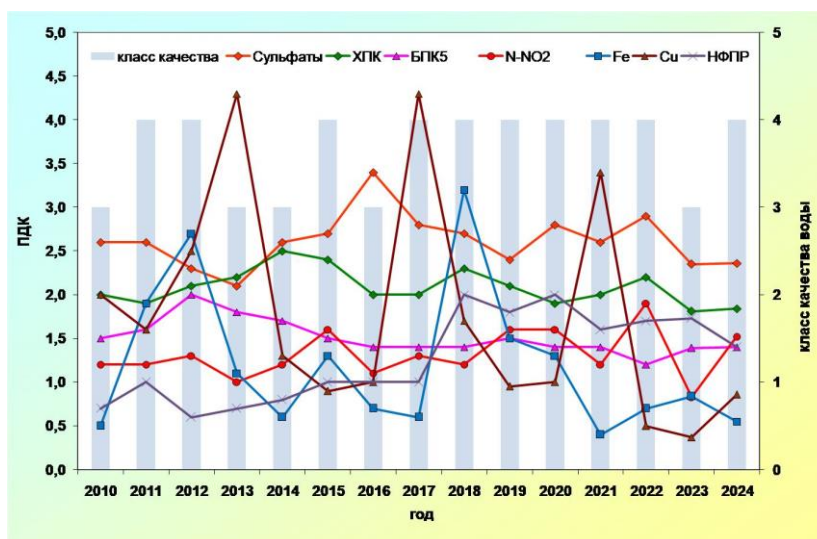


Рис. 3.42. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Дон, ниже г. Ростов-на-Дону за многолетний период

Вода притоков среднего течения р. Дон в большинстве створов характеризовалась как «загрязненная». Сохранилось на уровне «грязная» качество воды р. Ворона (ниже г. Уварово) и р. Савала (ниже г. Жердевка). Повысилось до «слабо загрязненной» качество воды р. Сердоба (выше г. Сердобск).

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, республик ДНР и ЛНР, и впадающая в р. Дон в Ростовской области (ЮФО). В многолетнем плане р. Северский Донец практически на всем протяжении характеризуется как «грязная», за исключением верхнего течения у с. Беломестное — «загрязненная». Стабильно «грязной» сохраняется вода Белгородского водохранилища в обоих створах г. Белгород.

В 2024 г. было зарегистрировано по 1 случаю ВЗ нитритным (12,5 ПДК) и аммонийным азотом (12 ПДК) в створе 6,0 км ниже г. Белгород, причиной которых являлся сброс сточных вод ГУП «Белоблводоканал» г. Белгород. Как и в предыдущие годы, в 2024 г. вода р. Северский Донец на территории Ростовской области характеризовалась как «грязная». Для воды р. Северский Донец характерна загрязненность органическими веществами (по БПК₅ и ХПК), соединениями меди, в большинстве створов сульфатами, соединениями железа, нефтепродуктами, к которым добавлялись: в верхнем течении реки нитритный и аммонийный азот, соединения марганца; в нижнем — соединения магния. Среднегодовые концентрации варьировали в основном в пределах 1-4 ПДК, за исключением соединений меди 2-6 ПДК. Содержание органических веществ (по БПК₅ и ХПК) изменялось в пределах 2,17-5,49 мг/л и 15,4-32,3 мг/л.

В 2024 г., как и в предыдущие годы, вода большинства створов на притоках р. Северский Донец характеризовалась как «грязная». В 2024 г. ухудшилось качество воды р. Глубокая, ниже г. Миллерово от уровня «грязная» до «экстремально грязная», вследствие увеличения содержания в воде нитритного азота от 1 ПДК до 13 ПДК, нефтепродуктов от 2 ПДК до 4 ПДК, соединений меди от значений ниже 1 ПДК до 3 ПДК, железа от 6 ПДК до 10 ПДК. В 2024 г. было зарегистрировано 3 случая ВЗ нитритным азотом — 14-32 ПДК.

В 2024 г. были зарегистрированы случаи ВЗ воды: 5 случаев — сульфатами р. Кундрючья, х. Павловка (11-15 ПДК), 6 случаев — выше г. Красный Сулин (12-21 ПДК), 6 случаев — ниже г. Красный Сулин (12-19 ПДК), 6 случаев — устье р. Кундрючья (13-16 ПДК); 1 случай — нитритным азотом выше г. Красный Сулин (30 ПДК), 1 — ниже г. Красный Сулин (10 ПДК), 2 случая — в устье р. Кундрючья (12-21 ПДК); 1 случай — соединениями цинка — р. Калитва, с. Раздолье (15 ПДК).

Качество воды притоков нижнего течения р. Дон — рек Тузлов, Большой Несветай и Грушевка в течение многих лет характеризуется как «грязная». Для воды этих рек характерно высокое содержание сульфатов, достигающих уровня ВЗ. В 2024 г. были зарегистрированы случаи ВЗ сульфатами: 6 случаев — р. Тузлов, х. Несветай (13-23 ПДК), 6 случаев — р. Тузлов, выше г. Новочеркасск (12-21 ПДК), 6 случаев — ниже г. Новочеркасск (14-19 ПДК), 6 случаев — р. Большой Несветай, с. Гребцово (15-25 ПДК), 6 случаев — р. Грушевка, устье (14-19 ПДК) и 2 случая — нитритным азотом (12-26 ПДК).

В 2024 г. сохранилось на уровне «экстремально грязная» качество воды р. Средний Егорлык ниже г. Сальск, несколько улучшилось до уровня «грязная» выше г. Сальск. В воде реки снизилось содержание аммонийного азота от 5-6 ПДК до значений ниже ПДК и возросло — соединений меди от 2 ПДК до 4-6 ПДК, соединений магния от 2 ПДК до 4 ПДК. Сохранилось высоким среднегодовое содержание сульфатов в обоих створах города — 38 и 34 ПДК и нитритного азота ниже г. Сальск — 7 ПДК. В воде реки в створах города было зарегистрировано по 6 случаев ВЗ сульфатами (35-44 ПДК и 28-41 ПДК) и 1 случай — соединениями цинка — 13 ПДК ниже г. Сальск.

В 2024 г. качество воды р. Егорлык у с. Новый Егорлык оценивалось как «грязная». В воде было зарегистрировано по одному случаю ВЗ сульфатами (26 ПДК), соединениями меди (48 ПДК) и соединениями цинка (48 ПДК).

Бассейн р. Кубань. В многолетнем плане вода большинства створов (61,1%) р. Кубань характеризовалась как «загрязненная». В течение последних 3-х лет стабилизировалось на уровне «грязная» качество воды реки в створе

24,5 км ниже г. Краснодар, незначительно улучшилось в 2024 г. до уровня «загрязненная» в створе 30 км ниже г. Краснодар. Характерными загрязняющими веществами воды в этих створах, как и в предыдущие годы, являлись соединения железа и меди (в среднем 2-3 ПДК и 6 ПДК), нитритный азот (3-9 ПДК), легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) (1,89-2,83 мг/л) и фенолы (2 ПДК) в створе 30 км ниже г. Краснодар. В течение последних 3-х лет наблюдается рост содержания нитритного азота в створе 24,5 км ниже города (рис. 3.43). В 2024 г. в этом створе было зарегистрировано 5 случаев ВЗ нитритным азотом - 10-21 ПДК.

В 2024 г. вода реки ниже г. Кропоткин сохранилась как «грязная», а ниже г. Армавир - ухудшилась до «грязной». Вода р. Кубань на участке г. Карачаевск - г. Черкесск оценивалась как «условно чистая» и «слабо загрязненная», в створах г. Невинномысск - незначительно ухудшилась до уровня «загрязненная».

Для р. Кубань на участке г. Невинномысск - г. Темрюк характерной сохранилась загрязненность воды соединениями железа и меди, среднегодовые концентрации которых составили 2-3 ПДК и 2-6 ПДК, к ним добавлялись: выше г. Армавир, 30 км ниже г. Краснодар, на устьевом участке х. Тиховский - г. Темрюк - фенолы (1-2 ПДК), в контрольных створах г. Краснодар - нитритный азот (3-9 ПДК), на участке ниже г. Армавир - станция Ладожская - сульфаты (1-2 ПДК), реже органические вещества (по БПК₅ и ХПК - 2,13-2,83 мг/л и 14,9-17,1 мг/л и нефтепродукты (1-2 ПДК) на устьевом участке реки.

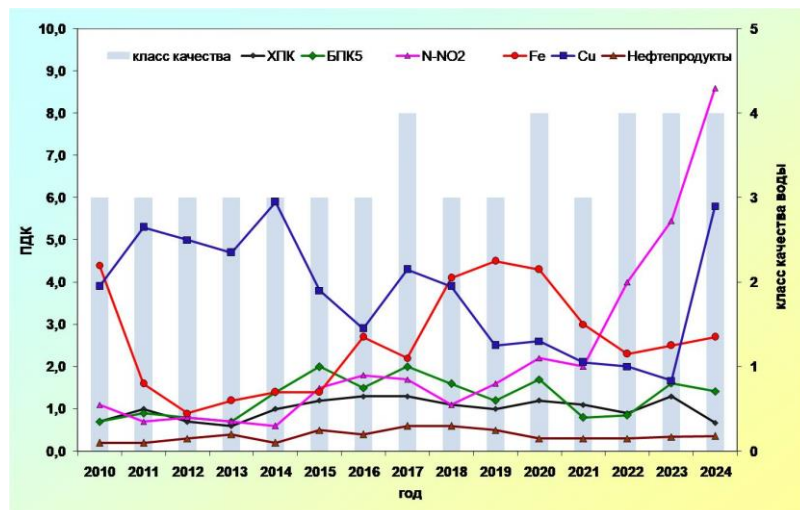


Рис. 3.43. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Кубань, 24,5 км ниже г. Краснодар за многолетний период

В 2024 г., как и в предыдущие годы, вода в большинстве створов (60,9%) на притоках р. Кубань оценивалась как «загрязненная». Сохранилось на уровне «слабо загрязненная» качество воды р. Большой Зеленчук (г. Невинномысск), р. Пишиш (выше г. Хадыженск); на уровне «условно чистая» - р. Малый Зеленчук и р. Большой Зеленчук (станция Зеленчукская), р. Уруп; улучшилось от «загрязненной» до «слабо загрязненной» - р. Лаба (выше г. Лабинск) и р. Пшеха (ниже г. Апшеронск). Некоторое ухудшение качества воды от «слабо загрязненной» до «загрязненной» наблюдалось в р. Белая (ниже г. Майкоп), р. Пшеха (выше г. Апшеронск), р. Пишиш (х. Фокин), р. Псекупс (выше и ниже г. Горячий Ключ). Снизилось до уровня «грязная» качество воды р. Афипис, ниже станицы Смоленская. Характерной для воды большинства притоков р. Кубань является загрязненность соединениями железа (среднегодовые концентрации 1-6 ПДК) и меди (1-6 ПДК), в отдельных створах рек в 2024 г. к ним добавились фенолы (2-3 ПДК), органические вещества (по БПК₅ и ХПК) (2,35-2,73 мг/л и 11,7-15,4 мг/л).

Реки Крыма бассейна Черного моря. В 2024 г. качество воды большинства рек Крыма, впадающих в Черное море, в большинстве створов характеризовалось как «условно чистая» (р. Дерекойка (выше г. Ялта); р. Демерджи (г. Алушта) и как «слабо загрязненная» (р. Улу-Узень). Качество воды р. Таракташ (г. Судак) незначительно ухудшилось до «загрязненной»; р. Ускут (с. Приветное) - улучшилось до «слабо загрязненной». В 2024 г. увеличилось среднегодовое содержание в воде р. Таракташ (ниже г. Судак) нитритного азота от 1 до 3 ПДК, органических веществ (по БПК₅) от 0,72 до 3,23 мг/л. В воде р. Ускут (с. Приветное) отмечалось снижение среднегодовых концентраций соединений меди от 2 до 1 ПДК, органических веществ по ХПК от 35,5 до 11,7 мг/л. В воде р. Альма, по сравнению с предыдущим годом, также уменьшились концентрации органических веществ (по ХПК) от 16,4 до 6,45 мг/л.

Для большинства рек, впадающих в Черное море, характерными загрязняющими веществами являлись соединения меди, органические вещества (по БПК₅) и ХПК, сульфаты, в отдельных створах - нитритный азот, соединения магния, нефтепродукты.

В 2024 г. качество воды Партизанского, Счастливого и Чернореченского водохранилищ сохранилось на уровне 2023 г. и оценивалось как «условно чистая».

Реки Крыма, впадающие в Азовское море. В 2024 г. по сравнению с 2016-2023 гг. качество воды р. Салгир у с. Пионерское, р. Малый Салгир (выше г. Симферополь) р. Биюк-Карасу (ниже г. Белогорск) не изменилось, несколько ухудшилось выше г. Белогорск. Вода оценивалась как «слабо загрязненная». Стабилизировалось в многолетнем плане качество воды р. Салгир в створах пгт. ГРЭС, ухудшилось у с. Двуречье, вода характеризовалась как «загрязненная». Для рек Крыма, впадающих в Азовское море, характерна загрязненность воды соединениями меди и нитритным азотом, к которым добавлялись в отдельных створах сульфаты, органические вещества (по БПК₅ и ХПК), р. Салгир (с. Двуречье) - фосфор фосфатов, среднегодовые концентрации колебались в пределах 1-2 ПДК, органических веществ (по БПК₅ и ХПК) - 1,75-2,11 мг/л и 13,3-16,5 мг/л (1 ПДК).

В 2024 г. вода Аянского и Феодосийского водохранилищ оценивалась как «условно чистая», Симферопольского - «слабо загрязненная».

Бассейн р. Обь. Вода р. Обь в 2024 г. в 72,7% створов оценивалась как «грязная», в 27,3% - «загрязненная». В 2024 г. в части створов отмечалось ухудшение качества воды от «загрязненной» до «грязной» (в черте и в 9 км ниже г. Новосибирск, Новосибирское водохранилище, с. Ленинское); улучшение - от «грязной» до «загрязненной» (в черте с. Дубровино, 9 км ниже г. Колпашево, выше д. Белогорье).

В 2024 г. вода, оцениваемая как «загрязненная», сохранялась в верхнем и среднем течении р. Обь, на территории Алтайского края, Томской и Новосибирской областей: участки от с. Фоминское до г. Камень-на-Оби, от с. Дубровино до с. Колпашево. Основными загрязняющими веществами воды для этих участков реки являлись соединения алюминия, меди и марганца, реже соединения железа.

На территории Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов, в нижнем и частично среднем течении р. Обь (г. Нижневартовск - г. Салехард), за исключением двух створов, вода оценивалась как «грязная».

Основными загрязняющими веществами воды нижнего течения р. Обь (д. Белогорье - г. Салехард) были соединения железа и марганца, реже соединения цинка и нефтепродукты. Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ, достигших критического уровня загрязненности воды, составили: соединений марганца (9-15 ПДК), железа (10-20 ПДК); в районе с. Мужы нефтепродуктов (18 ПДК) и соединений цинка (7 ПДК) (рис. 3.44).

Суммарно в 2024 г. в р. Обь было зафиксировано 5 случаев ВЗ воды соединениями алюминия (11-15 ПДК), 2 случая - цинка (12-15 ПДК), 2 случая - марганца (31-32 ПДК), а также 1 случай ЭВЗ воды нефтепродуктами в районе с. Мужы (53 ПДК).

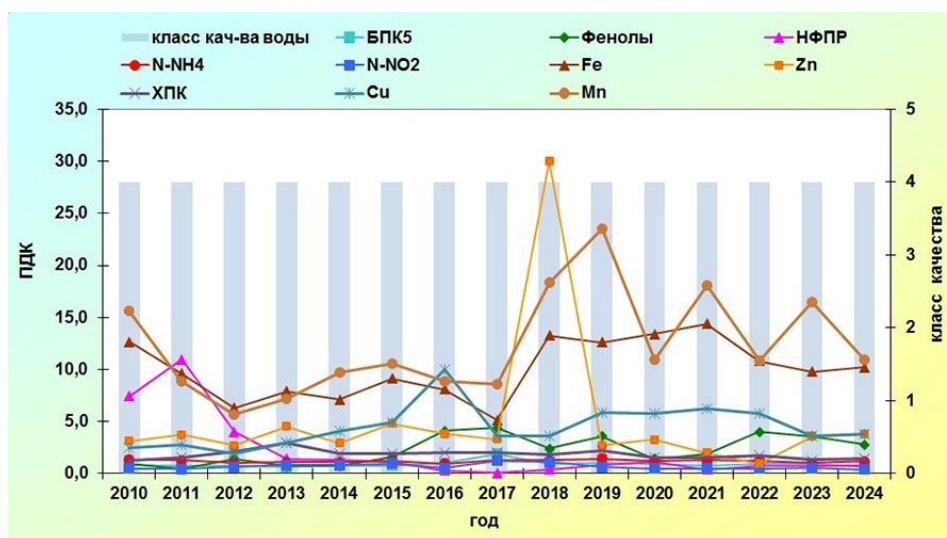


Рис. 3.44. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Обь ниже г. Салехард в многолетнем плане

В 2024 г. качество воды Новосибирского водохранилища во всех створах оценивалось как «грязная». Основными загрязняющими веществами воды были соединения алюминия, меди и марганца, реже нитритный азот. Вследствие ледостава в районе пгт Октябрьское в воде ежегодно регистрируются случаи дефицита и острого дефицита растворенного в воде кислорода, в 2024 г. минимальные концентрации варьировали от 0,97 до 2,34 мг/л.

Вода р. Полуй, одного из наиболее загрязненных притоков нижнего течения р. Обь на территории Ямало-Ненецкого автономного округа, в 2024 г. по-прежнему характеризовалась как «грязная». Среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ составили: соединений железа 17-18 ПДК, марганца - 33 ПДК, цинка - 3-5 ПДК, меди - 3 ПДК, фенолов - 3 ПДК, аммонийного азота - 2 ПДК, нефтепродуктов - 1 ПДК, органических веществ (по ХПК) - 20,6-23,4 мг/л. В 2024 г. в р. Полуй было зарегистрировано 3 случая ВЗ воды (соединениями железа 32-33 ПДК и марганца 50 ПДК) и 9 случаев ЭВЗ воды (соединениями марганца 51-104 ПДК). В течение года, как и ранее, в р. Полуй фиксировались единичные случаи дефицита (2,97 мг/л) и острого дефицита (0,81 мг/л) растворенного в воде кислорода.

Качество воды малых рек, протекающих в районе г. Новосибирск (рр. Камышенка, Тула, Ельцовка I, Ельцовка II), в многолетнем плане оценивается как «грязная». Качество воды р. Плющиха в 2024 г. улучшилось от «экстремально грязной» до «грязной». Характерными загрязняющими веществами воды, достигающими в ряде случаев критического уровня загрязненности, были соединения марганца (среднегодовые концентрации 24-42 ПДК); алюминия, кроме рек Нижняя Ельцовка и Камышенка, (3-6 ПДК); меди (3-8 ПДК), нефтепродукты (2-11 ПДК). В воде рр. Ельцовка-2, Ельцовка-1, Плющиха, Тула к ним добавлялся нитритный азот (1-4 ПДК).

Качество воды р. Каменка, одной из наиболее загрязненных малых рек г. Новосибирск, в 2024 г. улучшилось от «экстремально грязной» до «грязной» (рис. 3.45). Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ составили: соединений железа (6 ПДК), марганца (34 ПДК), меди (7 ПДК), алюминия (6 ПДК), нефтепродуктов (5 ПДК), аммонийного азота (4 ПДК), нитритного азота (3 ПДК), фенолов (2 ПДК), соединений кадмия (1,3 ПДК) и органических веществ (по ХПК) - 18,2 мг/л. В 2024 г. в реке было зарегистрировано 11 случаев ВЗ и 1 случай ЭВЗ воды соединениями марганца, 2 случая ВЗ соединениями алюминия, по одному случаю ВЗ соединениями меди и аммонийным азотом; 1 случай ЭВЗ соединениями кадмия.

Суммарно в малых реках г. Новосибирск в 2024 г. было зарегистрировано 33 случая ВЗ воды соединениями марганца (31-49 ПДК), 7 случаев - соединениями алюминия (11-33 ПДК), 2 случая - соединения цинка (11-19 ПДК), 2 случая - соединения меди (36-43 ПДК), 1 случай - нефтепродуктами (41 ПДК), 1 случай - аммонийным азотом (11 ПДК).

Было зарегистрировано 11 случаев ЭВЗ воды: 9 случаев - соединениями марганца (50-99 ПДК), 1 случай - соединениями мышьяка (7,7 ПДК) и 1 случай - соединениями кадмия (5,6 ПДК).

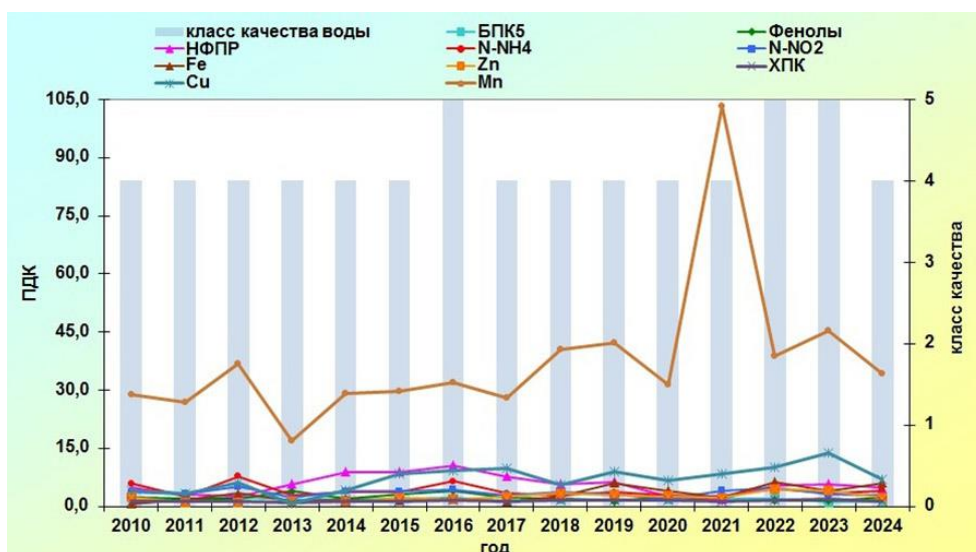


Рис. 3.45. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Каменка в многолетнем плане

Бассейн р. Иртыш. В 2024 г. как и в предыдущем году качество воды реки Иртыш в 22,3% створов оценивалось как «грязная», в 72,3% створов - «загрязненная», в 5,4% створов - «слабо загрязненная».

Вода реки Иртыш в пределах Омской и Тюменской областей на участке с. Татарка - г. Тобольск в многолетнем плане оценивалась как «загрязненная», в пределах с. Уват, в основном, «грязной»; в 2023-2024 гг. в районе д. Карташово - «слабо загрязненной».

Характерными загрязняющими веществами воды верхнего и среднего течения р. Иртыш (с. Татарка - с. Уват) являлись соединения меди, среднегодовые концентрации которых были на уровне 3-5 ПДК, фенолы (1-2 ПДК), реже соединения марганца (2-8 ПДК) и железа (1-3 ПДК). На участке ниже г. Омск - ниже г. Тара и в районе с. Уват к ним добавлялись легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) - 2,20-2,57 мг/л; на участке в черте г. Тара - с. Уват органические вещества (по ХПК) - 15,8-26,5 мг/л.

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 воды р. Иртыш на этом участке достигали соединения железа и марганца, среднегодовые концентрации которых сохранялись на уровне 12-17 ПДК. Характерными загрязняющими веществами были соединения меди (4-5 ПДК), цинка (1-3 ПДК), органические вещества (по ХПК) - 27,1-37,5 мг/л.

В 2024 г. в воде р. Иртыш было зарегистрировано 4 случая ВЗ и 1 случай ЭВЗ воды соединениями ртути (3,4-4,9 и 5,1 ПДК) в районе с. Татарка и г. Омск; 2 случая ВЗ воды соединениями марганца (31, 43 ПДК) ниже г. Тобольск.

На территории Свердловской, Курганской, Тюменской и Челябинской областей на протяжении многолетнего периода сохраняется низкий класс качества 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 створе 7 км ниже г. Екатеринбург, в течение последних лет вода, исключая 2024 г., стабильно характеризовалась как «экстремально грязная» (рис. 3.46 а).

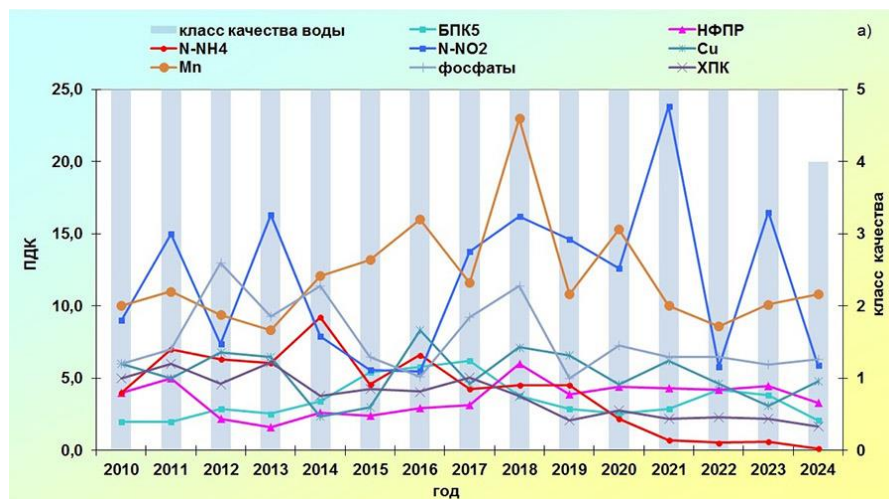


Рис. 3.46 (начало). Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Исеть а) 7 км ниже г. Екатеринбург, б) 19,1 км ниже г. Екатеринбург в многолетнем плане

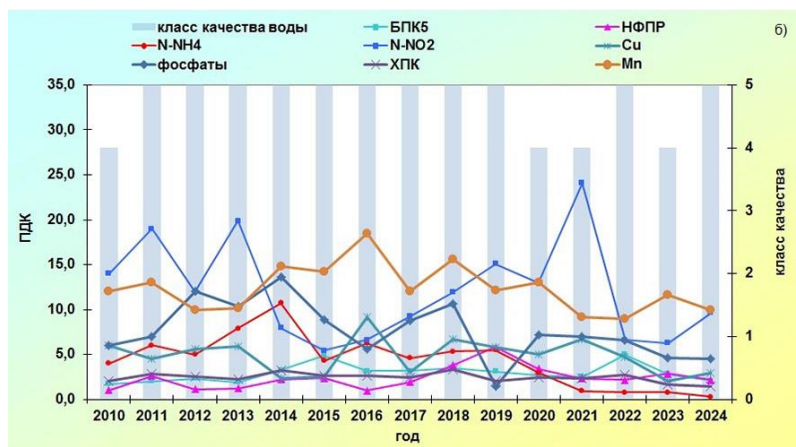


Рис. 3.46 (окончание). Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Исеть а) 7 км ниже г. Екатеринбург, б) 19,1 км ниже г. Екатеринбург в многолетнем плане

Ниже по течению, в створе в 19,1 км ниже г. Екатеринбург, качество воды за последние 15 лет, в основном, сохранялось на уровне «экстремально грязной», за исключением 2010, 2020-2021 и 2023 гг. (рис. 3.46 б).

Основными загрязняющими веществами воды р. Исеть на всем протяжении в течение последних лет сохраняются соединения меди и цинка, реже легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), фенолы и соединения марганца. На участке г. Каменск-Уральский - с. Мехонское к ним добавлялся нитритный и нитратный азот, среднегодовые концентрации в воде которых были на уровне 1-3 ПДК; в районе г. Екатеринбург - нитритный азот (3-6 ПДК); в черте г. Шадринск и с. Мехонское - аммонийный азот (1-2 ПДК) и нефтепродукты (2-3 ПДК). На участке г. Каменск-Уральский - г. Шадринск и ниже г. Екатеринбург характерного уровня загрязненности воды достигал фосфор фосфатов (3-6 ПДК).

В воде р. Исеть в 2024 г. было зарегистрировано 24 случая ВЗ воды: 14 случаев - нитритным азотом (11-21 ПДК), 5 случаев - соединениями марганца (33-49 ПДК), 4 случая - фосфором фосфатов (12-14 ПДК), 1 случай - соединениями меди (33 ПДК). В воде р. Исеть в течение 2024 г. отмечался единичный случай дефицита растворенного в воде кислорода - 2,41 мг/л в районе с. Мехонское.

Одной из наиболее загрязненных рек, протекающих по территории Челябинской области, является **река Миасс**, вода которой в большинстве створов оценивается как «грязная». В 2022-2024 гг. исключение составили створы, расположенные в 1,5 и 3,8 км выше г. Челябинск, где вода оценивалась как «загрязненная».

Основными загрязняющими веществами воды реки сохраняются соединения меди и цинка, среднегодовые концентрации которых в большинстве створов были на уровне 3-5 ПДК, органические вещества (по ХПК) - 25,3-34,3 мг/л. Соединения марганца в воде створов ниже г. Миасс и выше п. Полетаево достигали среднегодовых значений на уровне критических (9-12 ПДК). Во всех створах г. Миасс и ниже г. Челябинск к ним добавлялись аммонийный азот (1-2 ПДК), на участке г. Челябинск - р.п. Каргаполье - аммонийный и нитратный азот (1-4 ПДК). В районе р.п. Каргаполье отмечались единичные случаи дефицита растворенного в воде кислорода, с минимальным значением 2,23 мг/л.

В 2024 г. в воде р. Миасс было зарегистрировано 3 случая ВЗ воды: 1 случай - соединениями марганца (36 ПДК) и 2 случая нитритным азотом (13, 18 ПДК).

На протяжении последних лет наиболее загрязненной сохраняется вода Аргазинского водохранилища: в створах, расположенных в пределах г. Карабаш и д. Байрамгулова. В обоих створах соединения марганца достигали критического уровня загрязненности воды, среднегодовые концентрации составляли 12-27 ПДК; в створе г. Карабаш - соединения меди (20 ПДК) и цинка (22 ПДК).

В 2024 г. в Аргазинском водохранилище (г. Карабаш) было зарегистрировано 12 случаев ВЗ воды соединениями цинка (13-26 ПДК), 3 случая - соединениями марганца (35-42 ПДК), 1 случай - соединениями меди (37 ПДК); 1 случай ЭВЗ соединениями марганца (60 ПДК).

Вода р. Пышма, протекающей преимущественно по территории Свердловской области, оценивается в большинстве створов как «грязная», реже «загрязненная».

В створах, расположенных выше и ниже г. Березовский, качество воды в многолетнем плане сохраняется на уровне «экстремально грязная». Основными загрязняющими веществами воды, достигающими критических уровней загрязненности, в обоих створах являлись: соединения марганца (среднегодовые концентрации которых варьировали от 25 до 35 ПДК), меди (11-14 ПДК), нитритный азот (6-7 ПДК), аммонийный азот (4 ПДК), фосфор фосфатов (6-7 ПДК); в створе выше г. Березовский к ним добавлялись соединения никеля (22 ПДК). В 2024 г. в р. Пышма было зафиксировано 33 случая высокого загрязнения воды (из них 29 случаев - в районе г. Березовский): 10 случаев - соединениями мышьяка (3,2-4,7 ПДК), 4 случая - марганца (37-39 ПДК), 8 случаев - никеля (13-49 ПДК), 4 случая - фосфором фосфатов (10-23 ПДК), 7 случаев - нитритным азотом (13-24 ПДК). Отмечались случаи ЭВЗ воды: 2 случая - соединениями марганца (113, 170 ПДК), 1 случай - мышьяка (6,6 ПДК). В ряде створов отмечались единичные случаи снижения растворенного в воде кислорода, минимально до 2,58 мг/л (выше г. Березовский).

Бассейн р. Енисей. В 2024 г. вода реки Енисей, протекающей преимущественно на территории Красноярского края, в 8% створов оценивалась как «слабо загрязненная», в 85% как «загрязненная» и в 7% створов как «грязная».

В 2024 г. в части створов качество воды р. Енисей улучшилось от «грязной» до «загрязненной» (г. Кызыл, выше и ниже г. Красноярск, выше и ниже г. Лесосибирск, ниже п. Подтесово, с. Селиваниха). В остальных створах качество

воды не изменилось по сравнению с предыдущим годом и сохранилось на уровне «загрязненной» и «грязной». Ухудшения качества воды реки Енисей не наблюдалось.

Характерными загрязняющими веществами воды р. Енисей в верхнем течении (г. Кызыл - г. Абакан) являлись фенолы и соединения алюминия, среднегодовые концентрации которых находились на уровне 1-2 ПДК.

На участке г. Дивногорск - г. Дудинка характерными загрязняющими веществами являлись органические вещества (по ХПК), среднегодовые концентрации которых изменялись по течению реки от 16,1 до 22,6 мг/л, соединения железа (1-4 ПДК), реже меди (3-8 ПДК). В некоторых створах к ним добавлялись соединения марганца (1-2 ПДК), алюминия (2-3 ПДК), цинка (1-2 ПДК), нефтепродукты (1-4 ПДК) и фенолы (1-2 ПДК). В части створов критического уровня загрязненности воды достигали соединения меди (6-8 ПДК).

Основными загрязняющими веществами воды Красноярского водохранилища в 2024 г. в обоих створах пгт. Усть-Абакан были соединения алюминия (1 ПДК) и фенолы (2 ПДК). В створах р.п. Приморск и д. Хмельники основными загрязняющими веществами являлись органические вещества (по ХПК), среднегодовые концентрации которых составили 19,7 - 20,5 мг/л, и соединения железа (1-2 ПДК). В районе р.п. Приморск к ним добавлялись соединения алюминия (1 ПДК), а в створе д. Хмельники - соединения марганца (1 ПДК) и нефтепродукты (1 ПДК).

В 2024 г. в р. Енисей было зарегистрировано по 1 случаю высокого уровня загрязнения воды: соединениями цинка (13 ПДК) и меди (39 ПДК).

Среди наиболее загрязненных притоков р. Енисей, характеризующихся в 2024 г. «грязной» водой, были: р. Кача, р. Кан (г. Зеленогорск), р. Рыбная, р. Уярка. Критического уровня загрязненности воды во всех реках (кроме створов г. Красноярск, п. Усть-Кан, восточная часть г. Уяр) достигали соединения меди (среднегодовые концентрации были на уровне 7-16 ПДК), в некоторых створах к ним добавлялись соединения марганца (10 ПДК) и цинка (3 ПДК).

Бассейн р. Ангара. В 2024 г. качество воды Братского водохранилища, расположенного на р. Ангара, оценивалось: «условно чистая» - 69% створов, «слабо загрязненная» - 23% створов, «загрязненная» - 8% створов. Качество воды Братского водохранилища улучшилось в трех створах (г. Усолье-Сибирское, в черте рп. Порожский) от «слабо загрязненной» до «условно чистой», в трех створах (рп. Балаганск, пос. Заярск, с. Мальта) произошло ухудшение качества воды от «условно чистой» до «слабо загрязненной» и «загрязненной». В остальных створах качество воды не изменилось и сохранилось на уровне «условно чистой» и «слабо загрязненной». В створах ниже г. Свирск и с. Мальта характерными загрязняющими веществами являлись фенолы (2 ПДК), в створе выше р.п. Порожский - нефтепродукты (1 ПДК).

Качество воды Усть-Илимского водохранилища в 2024 г. оценивалось как: «условно чистая» - 38% створов, «слабо загрязненная» - 31% створов, «загрязненная» - 31% створов. В створах ниже п. Энергетик, с. Дубынино, п. Седаново, д. Шаманка произошло ухудшение качества воды от «условно чистой» до «слабо загрязненной», р.п. Суворовский от «слабо загрязненной» до «загрязненной»; в створах 19,5 км выше п. Седаново, п. Кедровый - улучшение от «слабо загрязненной» до «условно чистой». Характерными загрязняющими веществами воды Усть-Илимского водохранилища в большинстве створов являлись фенолы, среднегодовые концентрации которых составили 2 ПДК, аммонийный азот (1-2 ПДК), водорастворимый сульфатный лигнин (1 ПДК), органические вещества (по ХПК) - 25,9-34,4 мг/л.

В 2024 г. в целом в бассейне р. Ангара кислородный режим был удовлетворительным, отмечались единичные случаи дефицита растворенного в воде кислорода 2,92 мг/л (Братское водохранилище, рп. Балаганск) и 2,12 мг/л (Усть-Илимское водохранилище, рп. Новая Игирма).

В 2024 г. был зарегистрирован 1 случай ВЗ воды Усть-Илимского водохранилища нитритным азотом (12 ПДК), 1 случай ВЗ воды р. Ангара соединениями кадмия (4,8 ПДК), 2 случая ЭВЗ воды Братского водохранилища соединениями кадмия (8,3-10,3 ПДК).

Одними из наиболее загрязненных притоков бассейна р. Ангара в 2024 г. являлись рр. Чадобец, Карабула, Каменка, Решеты, Усолка, качество воды которых характеризовалось как «грязная». Основными загрязняющими веществами воды рек являлись соединения железа (3-5 ПДК), цинка (1-7 ПДК), марганца (3-10 ПДК), органические вещества (по ХПК) - 24,9-27,9 мг/л, соединения меди, за исключением р. Чадобец, (9-19 ПДК). В некоторых створах к ним добавлялись нефтепродукты (1-2 ПДК), фенолы (1 ПДК), соединения алюминия (4 ПДК). Критического уровня загрязненности воды во всех створах (кроме р. Чадобец) достигали соединения меди, реже соединения марганца и цинка.

В 2024 г. качество воды р. Ушаковка улучшилось от «загрязненной» до «слабо загрязненной». К основным загрязняющими веществами относились фенолы (1-2 ПДК) и соединения железа (2-3 ПДК).

В 2024 г. было зафиксировано 3 случая высокого загрязнения воды: р. Каменка - соединениями меди (43 ПДК) и цинка (41 ПДК), р. Усолка - марганца (40 ПДК).

Самым грязным притоком р. Ангара в течение многих лет сохраняется р. Вихорева, в 2024 г. качество воды снова ухудшилось в районе п. Чекановский от «слабо загрязненной» до «загрязненной», в с. Кобляково - от «загрязненной» до «грязной», в створе г. Вихоревка - сохранилось на уровне «загрязненной». Характерными загрязняющими веществами являлись органические вещества (по ХПК), среднегодовая концентрация которых составила 24,4-63,5 мг/л, в створах, кроме п. Чекановский, к ним добавились фенолы (2-3 ПДК) и аммонийный азот (2 ПДК); в створе с. Кобляково - соединения железа (17 ПДК), водорастворимый сульфатный лигнин (1 ПДК), органические вещества (по БПК₅) - 2,32 мг/л. Критического уровня загрязненности воды во всех створах достигали соединения железа (17-28 ПДК), в створе п. Чекановский к ним добавились соединения марганца (7 ПДК), с. Кобляково - органические вещества (по ХПК) - 63,5 мг/л. В 2024 г. в р. Вихорева было зарегистрировано 2 случая ВЗ воды соединениями кадмия (3,3-3,7 ПДК) и 4 случая ЭВЗ воды: 3 случая - соединениями железа (100-142 ПДК), 1 случай - соединениями свинца (5,9 ПДК)).

В 2024 г. в целом по бассейну р. Ангара качество воды во всех створах практически не изменилось и оценивалось: «условно чистая» - 41,0% от общего числа створов, «слабо загрязненная» - 26,0%, «загрязненная» - 21,0%, «грязная» - 12,0%.

Бассейн р. Лена. В 2024 г. качество воды р. Лена в большинстве створов оценивалось «загрязненной» и «слабо загрязненной» водой. Незначительно ухудшилось качество воды р. Лена в створах в черте г. Усть-Кут, выше

п. Пеледуй, выше г. Ленск от уровня «слабо загрязненная» до «загрязненная». В створах выше г. Олекминск и п.ст. Хабаровка незначительно улучшилось качество воды р. Лена от уровня «грязная» до «загрязненная»; в створах выше п. Витим, выше и ниже г. Покровск от «загрязненная» до «слабо загрязненная». В многолетнем плане вода реки в створе ниже г. Якутск характеризуется как «загрязненная» (рис. 3.47).

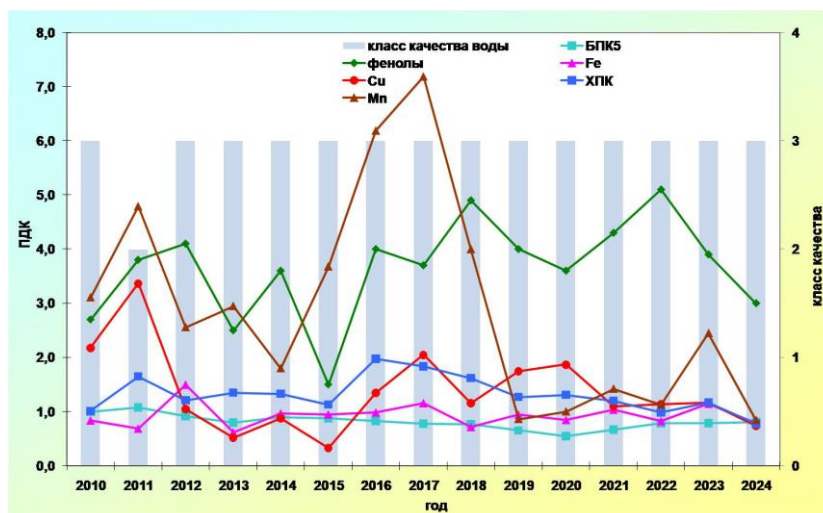


Рис. 3.47. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Лена, г. Якутск в многолетнем плане

Характерными загрязняющими веществами воды бассейна сохранялись фенолы, органические вещества (по ХПК), фториды.

В 2024 г. качество воды притоков р. Лена в большинстве створов (64,2 %) оценивалось как «загрязненная».

В 2024 г. качество воды водных объектов бассейна р. Лена улучшилось: от «загрязненной» до «слабо загрязненной» - р. Чара, с. Токко, р. Алдан, выше п. Усть-Мая; от «грязной» до «загрязненной» - залив Неелова, п. Тикси-3.

Река Колыма. Вода рек бассейна р. Колыма в 2024 г. в 65% характеризовалась как «грязная», в 20% створов - «загрязненная», в 15% створов - «слабо загрязненная».

К характерным загрязняющим веществам бассейна р. Колыма относились соединения марганца и меди, фенолы, нефтепродукты, соединения железа, повторяемость превышения ПДК которыми, составила 95%, 74%, 71%, 68%, 66% соответственно. Непосредственно в р. Колыма были отмечены повышенные концентрации в воде соединений марганца, фенолов, соединений меди и железа в 81%, 71%, 58% и 50% отобранных проб воды.

В районе г. Усть-Среднекан качество воды р. Колыма сохранилось на уровне предыдущего года - «грязная» (рис. 3.48).

По сравнению с предыдущим годом уменьшилось число случаев превышений ПДК соединениями меди (от 98% до 85%), увеличилось количество превышений ПДК - нефтепродуктами (от 77% до 92%), соединениями марганца (от 92% до 100%).

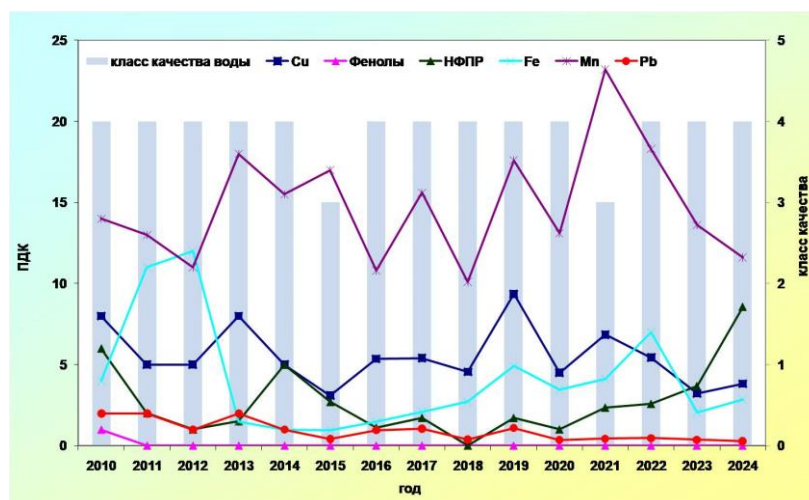


Рис. 3.48. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и показателей качества воды р. Колыма, п. Усть-Среднекан в многолетнем плане

В 2024 г. в бассейне р. Колыма были зафиксированы 9 случаев высокого загрязнения воды: соединениями марганца - р. Дебин (1 случай), р. Оротукан (2 случая); соединениями свинца - вдхр. Колымское (2 случая), соединениями цинка - р. Оротукан, р. Среднекан; соединениями меди - р. Оротукан, р. Омчак, 0,6 км выше п. Омчак. Два случая экстремально высокого загрязнения воды соединениями марганца - р. Оротукан, один - соединениями меди - р. Оротукан.

Бассейн р. Амур. Качество поверхностных вод бассейна р. Амур формируется в существенно различающихся по территории своеобразных природных условиях, характерных для Дальневосточного региона. Антропогенная нагрузка, включающая влияние рудоносных и коллекторно-дренажных вод, сточных вод золото- и угледобывающих предприятий, жилищно-коммунальных служб, распределена по бассейну неравномерно. В водные объекты бассейна, как и в предыдущие годы, поступают «недостаточно очищенные» сточные воды жилищно-коммунальных хозяйств, железнодорожного и речного транспорта, золото- и рудодобывающих предприятий.

В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом в поверхностных водах бассейна р. Амур уменьшилось от 52,1 до 39,5% количество створов, вода в которых оценивалась как «грязная». При этом существенно возросло от 44,1 до 60,5% количество створов, вода в которых характеризовалась как «загрязненная». По сравнению с 2023 г. ухудшилось качество воды в фоновых створах р. Левый Хинган, 1 км выше п. Хинганск на территории Еврейской автономной области и в р. Левый Ул на участке 1 км выше п. Многовершинный от «слабо загрязненной» до «загрязненной».

К загрязняющим веществам воды водных объектов бассейна р. Амур в 2024 г. относились на отдельных участках от 6 до 15 химических веществ. Наиболее распространенными из них были соединения металлов и органические вещества (по ХПК).

В большинстве створов бассейна р. Амур характерного уровня загрязненности достигали соединения марганца, меди, железа, органические вещества (по ХПК), среднегодовые концентрации которых варьировали в пределах: 1-59, 1-24, 1-19 ПДК и 16 - 46,4 мг/л соответственно. В части створов характерными загрязняющими веществами являлись легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), соединения цинка и алюминия нефтепродукты, фенолы, среднегодовые концентрации которых составили соответственно: 1 - 6 мг/л, 1-17, 1-6, 1-8, 1-3 ПДК.

В 2024 г. качество воды водных объектов Забайкальского края в 53,7% створов характеризовалось как «грязная», по сравнению с предыдущим годом снизилось с 61,5% до 46,3% количество створов с «загрязненной» водой. В отдельных створах рек Аргунь, пр. Прорва, Амазар, Нерча, Унда, Шилка, Онон, Борзя, Турга фиксировались случаи высокого загрязнения воды соединениями марганца; рек Ульдза-Гол, Аргунь, пр. Прорва, Борзя, Нерча, Аса, Урулюнгуй, Унда, Талангуй - экстремально высокого загрязнения воды соединениями марганца. В воде некоторых водных объектов наблюдалась экстремально высокая загрязненность воды соединениями железа (р. Амазар), меди (р. Онон). Практически во всех водных объектах Забайкальского края отмечалась характерная загрязненность воды фенолами (до 6 ПДК).

В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом ухудшилось качество воды от «загрязненной» до «грязной» в р. Урулюнгуй, р. Шилка (г. Сретинск), р. Онон (ст. Оловянная), р. Ага, р. Чита (0,5 км выше г. Чита), оз. Кенон (в черте г. Чита). р. Амазар, р. Ульдза-Гол; улучшилось от «грязной» до «загрязненной» в р. Ингода (18,8 км ниже г. Чита и 0,5 км ниже ст. Тарская).

Химический состав воды р. Амур в 2024 г. также, как и в предыдущие годы, отличался повышенным содержанием в воде соединений меди, железа, алюминия и марганца. В 2024 г. улучшилось качество воды р. Амур в створах ТДС с. Игнашино, с. Черняево, г. Хабаровск (7,5 км к западу от города и 5 км ниже города), протоки Амурской в створах г. Хабаровск. В створах г. Амурск (1 км выше города) и г. Комсомольск-на-Амуре (6 км выше города и 5 км ниже города) критическими показателями загрязненности воды являлись соединения марганца; г. Благовещенск (1 км выше города) и г. Комсомольск-на-Амуре (5 км ниже города) - соединения меди; г. Хабаровск (14 км ниже города) - соединения алюминия; г. Николаевск - на - Амуре (1 км выше города) - соединения цинка.

В створах г. Комсомольск-на-Амуре (6 км выше и 5 км ниже города), и в черте г. Амурск в 2024 г. были зафиксированы случаи высокого загрязнения воды соединениями марганца. В отдельных створах р. Амур фиксировалось неустойчивое загрязнение соединениями ртути и кадмия, реке (в створе с. Черняево) мышьяка, с максимальными концентрациями до 2,7 ПДК.

В 2024 г., как и в 2023 г., в воде р. Амур в районе г. Амурск наблюдалась стабилизация невысокой загрязненности воды органическими веществами (по ХПК и БПК₅), соединениями алюминия, нефтепродуктами (рис. 3.49).

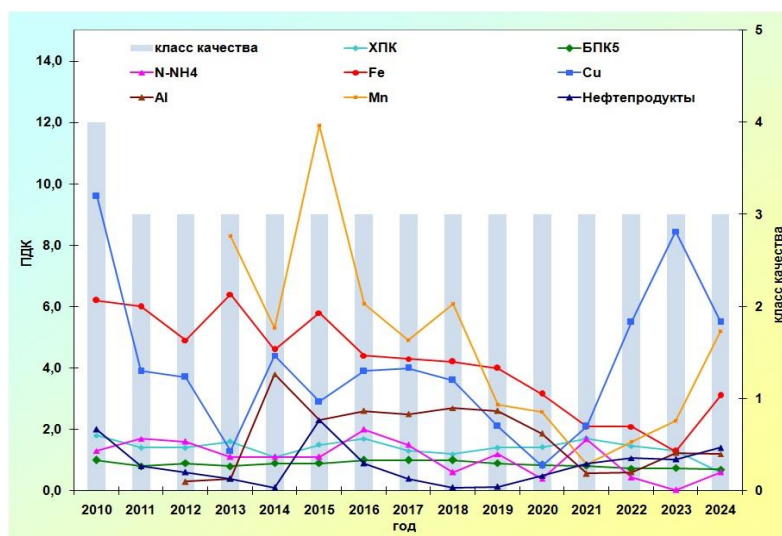


Рис. 3.49. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Амур в пункте г. Амурск в многолетнем плане

В 2024 г. снизилась загрязненность воды р. Зeya и ее притоков, Зейского водохранилища. В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом в бассейне р. Зeya уменьшилось количество створов с «грязной» водой от 95,0% до 71,4%.

Критическими показателями загрязненности воды являлись соединения меди, марганца, алюминия и железа. Характерной для бассейна р. Зея в 2024 г. была загрязненность поверхностных вод соединениями железа, алюминия, меди, марганца, органическими веществами (по ХПК) и аммонийным азотом.

В 2024 г. значительно снизилась степень загрязненности воды р. Бурея и ее притоков. В 2023 г. в бассейне р. Бурея преобладали створы с «грязной» водой (92,0% створов), а в 2024 г. стали преобладать створы с «загрязненной» водой (82,0%). Критического уровня загрязненности воды в бассейне р. Бурея достигали соединения металлов - марганца, железа алюминия, меди, в большинстве створов р. Кивда соединений марганца, в р. Тюкан (0,2 км выше ст. Бурея) - соединений железа. Характерными загрязняющими веществами являлись соединения алюминия, железа, марганца, органические вещества (по ХПК) и аммонийный азот.

В 2024 г. в Хабаровском крае в 57,0% створов наблюдений, вода водных объектов характеризовалась, как «загрязненная». В 2024 г. по сравнению с 2023 г., повысилась загрязненность воды р. Кур с. Новокуровка, р. Левая Силинка г. Комсомольск - на - Амуре (1 км выше города), р. Хор пгт Хор (1,5 км выше пгт и в черте пгт), вода в этих створах оценивалась как «грязная». Критического уровня загрязненности воды этих рек достигали нитритный азот, соединения марганца (р. Кур), соединения цинка (р. Левая Силинка) и соединения меди (р. Левая Силинка, р. Хор). В воде р. Левая Силинка (в створах п. Горный, п. Солнечный, г. Комсомольск-на-Амуре) основными загрязняющими веществами являлись соединения молибдена, цинка, кадмия, марганца; р. Холдоми п. Солнечный - соединения молибдена, цинка, меди, марганца; р. Амгунь с. Полины Осипенко - соединения марганца и цинка.

Вода р. Дачная в бассейне р. Уссури в зоне влияния г. Арсеньев в многолетнем плане оценивалось как «экстремально грязная». В 2024 г. качество воды улучшилось до уровня «грязная» (рис. 3.50). В 2024 г. в воде реки был зафиксирован случай высокого загрязнения воды аммонийным азотом. К критическим показателям загрязненности воды относились аммонийный азот, соединения железа, органические вещества (по БПК₅).

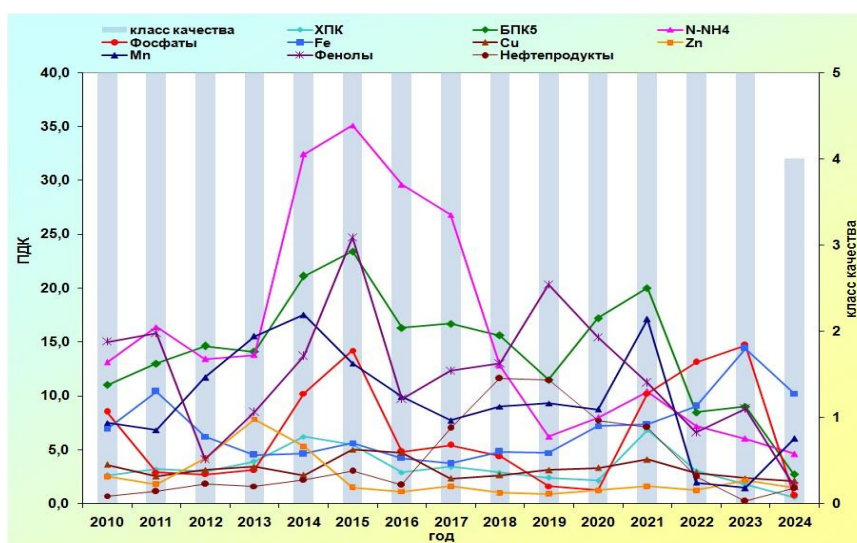


Рис. 3.50. Изменение среднегодовых концентраций отдельных загрязняющих веществ и качества воды р. Дачная, в черте г. Арсеньев в многолетнем плане

Бассейн Японского моря. Вода большинства рек бассейна в 2024 г. характеризовалась, в основном, как «грязная» (47,4%) или «загрязненная» (52,6%). В течение последних лет водой низкого качества оценивалась вода р. Комаровка и р. Раковка в зоне влияния г. Уссурийск. Критическими показателями загрязненности воды являлись соединения железа и марганца, аммонийный азот (р. Раковка). В 2024 г. в реках бассейна Японского моря суммарно было зарегистрировано 13 случаев высокого уровня загрязнения воды: соединениями цинка (р. Рудная), марганца (рр. Рудная, Комаровка, Раковка), легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) и соединениями меди (р. Раздольная). В р. Рудная было зарегистрировано 4 случая экстремально высокого загрязнения воды соединениями цинка.

Реки о. Сахалин. В 2024 г. в 60% створов наблюдений вода большинства рек характеризовалась как «загрязненная». Как «грязная» оценивалась вода р. Черная, в черте г. Поронайск, критического уровня загрязненности достигали соединения железа и хлориды, был зарегистрирован случай острого дефицита растворенного в воде кислорода (1,22 мг/л).

В воде водных объектов Сахалинской области суммарно было зарегистрировано 12 случаев ВЗ: соединениями железа (р. Найба), органическими веществами (по БПК₅) (р. Сусуя), хлоридами (рр. Поронай, Черная), аммонийным азотом (р. Сусуя); 2 случая ЭВЗ соединениями железа (р. Сусуя). В 2024 г. в реках Бирюкан и Черная фиксировались единичные случаи острого дефицита растворенного в воде кислорода 1,22-1,61 мг/л.

Реки п-ова Камчатка. Вода большинства рек Камчатского края в 2024 г. характеризовалась, в основном, как «слабо загрязненная» (62,1%). В 2024 г. по сравнению с 2023 г. число створов, вода которых оценивалась как «условно чистая», снизилось на 13,8% и составило 3,4%. В 34,5% створов вода оценивалась как «загрязненная».

В связи с существующим регламентом сбора, анализа и обобщения данных государственной наблюдательной сети за загрязнением поверхностных вод водных объектов полная информация о загрязнении поверхностных вод Российской Федерации, в том числе в разрезе федеральных округов и входящих в них субъектов Российской Федерации, будет представлена в размещенном на официальном сайте ФГБУ «Гидрохимический институт» Росгидромета <https://gidrohim.com/node/44> Ежегоднике «Качество поверхностных вод Российской Федерации за 2024 год» с приложением в декабре 2025 г.

3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов

Гидробиологические наблюдения за состоянием пресноводных экосистем проводятся по основным экологическим показателям: состояние сообществ фитопланктона, зоопланктона, перифитона и зообентоса. Каждый из них наблюдается по ряду параметров, позволяющих получать информацию о количественном и качественном составе экосистем поверхностных вод различных регионов России.

По данным наблюдений рассчитываются обобщенные гидробиологические индексы, на основе которых проводится оценка качества вод по пятибалльной шкале: от 1-го класса - «условно чистые» до 5-го класса - «экстремально грязные».

Влияние загрязнения на водные объекты можно выразить также через категории экологических градаций, в которых могут находиться экосистемы. При этом по мере роста нагрузки загрязнения на водную среду наблюдается последовательное изменение состояния водных экосистем. В зависимости от нагрузки на водную среду различают следующие последовательные градации состояния экосистем:

- экологическое благополучие;
- антропогенное экологическое напряжение;
- антропогенный экологический регресс;
- антропогенный метаболический регресс.

Применение при оценке качества поверхностных вод различных подходов — по шкале качества вод и категории экологических градаций состояния экосистем — дает возможность объективно оценивать состояние водных объектов суши.

Оценка состояния пресноводных экосистем по гидробиологическим показателям в 2024 г. проводилась на 146 водных объектах, в 231 гидробиологическом пункте и 330 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 Еврейском АО, в Ненецком АО, в Республиках: Бурятия, Карелия, Коми, Татарстан, Саха (Якутия), в Забайкальском, Хабаровском и Приморском краях, а также в г. Санкт-Петербург.

Основным объектом наблюдений являлись: каскад водохранилищ реки Волга, крупные и трансграничные реки: Лена, Ангара, Амур, Северная Двина, Селенга, Паз, водные объекты городов: Санкт-Петербург, Казань, Астрахань, Тольятти, Мурманск, Чита, Самара, Нижний Новгород, Владивосток, Хабаровск и Петрозаводск, а также трансграничные озера: Псковское, Чудское и Ханка.

В 2024 г. наблюдались следующие изменения в состоянии и загрязнении водных объектов по гидрографическим регионам.

Баренцевский гидрографический район. Качество вод большинства водных объектов региона на протяжении 2014-2024 гг. сохраняется неизменным и варьирует от «условно чистых» до «слабо загрязненных» с межгодовыми колебаниями в пределах класса качества.

В 2024 г. 40% водных объектов - реки: Лотта, Вите, Акким и Кола, озера: Большое, Имандра, Колозеро и Семеновское соответствовали «слабо загрязненным» водам. Экосистемы испытывали антропогенное воздействие и находились в состоянии экологического напряжения, которое характеризуется многообразным видовым составом, повышенной численностью и биомассой гидробионтов. 25% водных объектов - реки: Патсо-йоки и Кица, озера Чуозеро, Умбозеро и Верхнетуломское водохранилище соответствовали «условно чистым» и «слабо загрязненным» водам, а их экосистемы относились к фоновым, хотя с проявлением экологического напряжения. 20% водных объектов - реки: Луоттн-йоки, Нама-йоки, Печенга и протока Сальми-ярви соответствовали «слабо загрязненным» и «загрязненным» водам. Состояние антропогенного экологического напряжения проявлялось в увеличении количественных характеристик и биоразнообразия устойчивых к загрязнению видов флоры и фауны с одновременным выпадением олиготрофных индикаторов. 15% водных объектов - р. Роста и оз. Ледовое в г. Мурманск, р. Колос-йоки в пгт. Никель соответствовали «грязным» водам. Экосистемы находились в состоянии антропогенного экологического регресса.

По показателям зоопланктона воды рек Архангельской области (Пинега и Северная Двина) были отнесены к «слабо загрязненным», а рек Кулой и Мезень к «условно чистым». Качество вод Вологодской области р. Сухона ухудшилось от «условно чистой» до «слабо загрязненной», а р. Вологда сохранилось на уровне «условно чистой». Качество вод рек Вычегда и Сысола в Республике Коми и реки Печоры в Ненецком автономном округе сохранилось на прежнем высоком уровне и соответствовало «условно чистым» водам.

Балтийский гидрографический район. Наиболее загрязненными водными объектами района по показателям зообентоса являются Волховская губа Ладожского озера и Невская губа, воды придонного слоя которых в 2024 г. характеризовались как «грязные». К «загрязненным» относились воды придонных горизонтов Псковского озера, Ладожского озера в районе Приозерска, Лахденпохья, Ляскеля, Питкяранта и Свирской губы, Копорской губы и мелководной зоны восточной части Финского залива. Качество вод поверхностных горизонтов всех наблюдаемых водных объектов по показателям зоопланктона соответствовало «условно чистым», по показателям фитопланктона - «слабо загрязненным». Экосистемы всех наблюдаемых водных объектов находились в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Каспийский гидрографический район. Наблюдения проводились на каскаде водохранилищ р. Волга и ее крупных притоках. По показателям фито- и зоопланктона воды Горьковского и Чебоксарского водохранилищ, рек Ока, Теша и Кудьма в 2024 г. соответствовали «слабо загрязненным». По показателям зоопланктона Чебоксарского водохранилища отмечается тренд по снижению показателя сапробности на исследуемых створах.

Воды Куйбышевского водохранилища, в районе городов Тольятти, Ульяновск, по показателю фитопланктона, зоопланктона и перифитона в 2024 г. оценивались как «слабо загрязненные», как и в районе городов Казань, Зеленодольск, Тетюши, Чистополь, Набережные Челны, Нижнекамск по показателю фитопланктона, зоопланктона. По показателям зообентоса воды характеризовались как «слабо загрязненные» (с. Тенишево), «загрязненные» (в

районе городов Тольятти, Ульяновск, Зеленодольск и воды р. Казанка) и «грязные» (в районе городов Казань, Тетюши, Чистополь). В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом было отмечено улучшение качества вод придонного слоя по показателям зообентоса в районе г. Чистополь от «грязных» до «загрязненных», а ухудшение - в створах на р. Зай (в районе поселков Альметьевск, Заинск и Лениногорск) от «слабо загрязненных» до «загрязненных»; в районе Бугульма - от «загрязненных» до «грязных». Улучшение качества вод по показателям зообентоса было отмечено на реке Вятка (устье реки).

Воды Саратовского водохранилища по показателю фитопланктона, зоопланктона и перифитона в 2024 г. характеризовались как «слабо загрязненные», по показателям зообентоса - как «загрязненные». В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом было отмечено ухудшение качества вод придонного слоя по показателям зообентоса в замыкающих створах рек Самара, Падовка, Кондурча (в районе г. Самара), Чапаевка (г. Чапаевск), Кривуша (г. Новокуйбышевск), а также р. Самара у пос. Алексеевка и Б. Кинель у пос. Отрадный, Чагра у с. Новотулка от «слабо загрязненных» и «загрязненных» до «грязных». Улучшение качества вод по показателям зообентоса было отмечено в устье р. Съезжая.

Воды Волгоградского водохранилища по показателям фитопланктона, зоопланктона и перифитона в 2024 г., как и в предыдущем году, оценивались как «слабо загрязненные», а качество вод придонного слоя по показателям зообентоса - как «загрязненные».

Качество вод в районе г. Астрахань в 2024 г. по показателям состояния фитопланктона не изменилось. Воды рукавов Камызяк, Бузан, Кривая Болда, Кигач и Ахтуба характеризовались как «слабо загрязненные». По показателям зообентоса в 2024 г. воды характеризовались как «загрязненные» в районе г. Астрахань, рук. Ахтуба (п. Аксарайский, с. Подчалык), рук. Кривая Болда (с. Яманцуг), рук. Бузан (с. Красный Яр) и рук. Камызяк (г. Камызяк). Произошло улучшение качества вод от «загрязненных» в 2023 г. до «слабо загрязненных» в 2024 г. в районе п. Селитренный (рук. Ахтуба).

В целом значительных изменений состояния рассмотренных водных экосистем не произошло, экосистемы находились в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Азовский гидрографический район. Наблюдения проводились на р. Дон и ее крупных притоках по показателям зообентоса. В 2024 г. воды р. Дон характеризовались как «слабо загрязненные» в створах у городов: Ростов-на-Дону, Азов, Аксай, Константиновск, Семикаракорск, станиц: Багаевская, Раздорская и сел Колузаево, Дугино (рук. Большая Каланча).

Воды Пролетарского и Веселовского водохранилищ (х. Новоселовка, ст. Валуйская, п. Буденовский) по показателям зообентоса в 2024 г. характеризовались как «слабо загрязненные». Качество вод рек Северский Донец (г. Усть-Донецкий, с. Поповка, г. Белая Калитва), Маныч (ст. Манычская), Кундрючья, Калитва (г. Белая Калитва) также характеризовались как «слабо загрязненные». В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом было отмечено ухудшение качества вод от «слабо загрязненных» до «грязных» в Пролетарском вдхр. у г. Пролетарского.

В обследованных створах водных объектов бассейна р. Дон в 2024 г. по сравнению с предыдущим годом в целом не наблюдались изменения качества воды.

Карский гидрографический район. В 2024 г. состояние экосистем большинства водотоков, питающих оз. Байкал, сохранилось без существенных изменений и варьировало в пределах одного класса качества вод. Поверхностные горизонты рек: Тья, Селенга, Турка, Большая Речка, Джида, Чикой и Уда по показателям планктонных сообществ (фитопланктон и зоопланктон) характеризовались «условно чистыми» и «слабо загрязненными» водами. Воды р. Большая Речка по показателям зообентоса оценивались как «условно чистые».

В 2024 г. поверхностные горизонты Иркутского и Братского водохранилищ, а также р. Ангара в районе городов Иркутск и Ангарск по показателям фитопланктона характеризовались как «слабо загрязненные», по показателям зоопланктона как «условно чистые». Изменений в состоянии экосистем Иркутского и Братского водохранилищ, а также р. Ангары в 2014-2024 гг. не было выявлено.

В целом экосистемы водотоков находились в пределах сложившегося состояния экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения.

Восточно-Сибирский гидрографический район. В 2024 г. наблюдения проводились на двух пунктах р. Лена по показателям зообентоса. Воды придонного горизонта наблюдаемого участка реки характеризовались как «загрязненные». Наблюдения за состоянием и загрязнением дельты р. Лены и залива Неёлова в море Лаптевых в 2024 г. позволили сделать вывод о том, что качество воды и состояние экосистем р. Лены, залива Неёлова сохраняется неизменным на протяжении последних 10 лет, находится в пределах сложившегося состояния экологической системы и соответствует экологическому благополучию. Качество вод придонного горизонта по показателям зообентоса в оз. Мелкое и р. Суонаннах (Копчик-Юргэ) в районе пгт. Тикси улучшилось от «слабо загрязненных» до «условно чистых».

Состояние экосистем соответствовало экологическому благополучию с элементами антропогенного экологического напряжения.

Тихоокеанский гидрографический район. В 2024 г. экосистемы рек-притоков р. Амура в Забайкалье: Ингоды и Читы по показателям фитопланктона, зоопланктона и зообентоса (придонные слои) сохранились на прежнем уровне, варьировали в пределах одного класса и соответствовали «слабо загрязненным» и «условно чистым» водам. В оз. Кенон по показателям зообентоса отмечено ухудшение качества воды от «слабо загрязненных» до «загрязненных». Экосистемы притоков р. Амура в Забайкалье находились в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В Хабаровском крае в 2024 г. отмечена динамика улучшения качества вод от «грязных» до «загрязненных» в реке Амур (г. Амурск, г. Комсомольск-на-Амуре). Также наблюдалась положительная динамика в р. Тунгуска и р. Тында по показателям зообентоса от «загрязненных» и «слабо загрязненных» до «условно чистых».

Снижение качества вод по показателям зообентоса от «условно чистых» до «слабо загрязненных» наблюдалось на р. Большая Бира в районе г. Биробиджан и ст. Биракан. Также отмечалось снижение класса качества от «загрязненных» к «грязным» на р. Кия и р. Березовая. Экологическое состояние и качество вод остальных водных объектов в 2024 г. не изменились. Экосистемы находились в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения.

В Приморском крае экосистемы обследованных рек по показателям зообентоса находились в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения. В оз. Ханка в районе сел Астраханка и Троицкое биоценозы придонного слоя воды соответствовали «слабо загрязненным» водам. Качество вод малых рек Комиссаровка и Мельгуновка, питающих оз. Ханка, по показателям зообентоса соответствовали «условно чистым», качество воды в р. Мельгуновка улучшилось от «слабо загрязненных» до «условно чистых». Водотоки бассейна Японского моря - реки Раковка и Комаровка в районе г. Уссурийск - оценивались как «слабо загрязненные» и только воды р. Раздольная как «грязные». В районе г. Артем - по показателям зообентоса вода р. Кневичанка характеризовалась как «условно чистая».

3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации

В 2024 г. экстремально высокие уровни загрязнения (ЭВЗ⁴) поверхностных пресных вод на территории Российской Федерации отмечались на 163 водных объектах в 985 случаях (в 2023 г. - 162 водных объектах в 883 случаях), высокие уровни загрязнения (ВЗ⁵) - на 334 водных объектах в 2110 случаях (в 2023 г. - на 306 водных объектах в 1879 случаях). Всего в 2024 г. было зарегистрировано 3095 случаев ЭВЗ и ВЗ по 30 загрязняющим веществам и 5 показателям качества воды (АСПАВ, БПК₅, растворенному в воде кислороду, ХПК, запаху).

Как и в предыдущие годы, в 2024 г. максимальную нагрузку от загрязнения испытывали водные объекты бассейнов рек Волга и Обь, на долю которых приходилось 56% всех случаев ВЗ и ЭВЗ (рис. 3.51). В табл. 3.8 приведено количество случаев ВЗ и ЭВЗ, зарегистрированных в 2024 г. в бассейнах рек Российской Федерации. По сравнению с прошлым годом общее количество случаев ВЗ и ЭВЗ увеличилось на четверть в малых водных объектах и озерах, в бассейне р. Дон возросло в 3 раза, р. Северная Двина снизилось в 2 раза, в бассейнах остальных рек существенных изменений не наблюдалось.

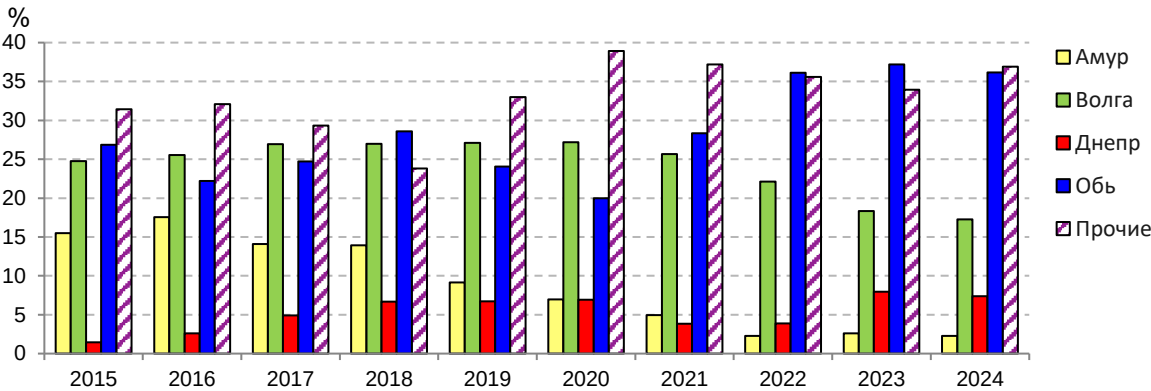


Рис. 3.51. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по бассейнам рек (в % от общего количества случаев за год на территории Российской Федерации) за период 2015-2024 гг.

Таблица 3.8. Экстремально высокое и высокое загрязнение поверхностных пресных вод Российской Федерации в 2024 г.

Бассейны крупнейших водных объектов	Количество случаев			Субъекты Российской Федерации*
	ВЗ	ЭВЗ	Сумма	
Обь, включ. притоки: Тобол и Иртыш	712	407	1119	Курганская, Новосибирская, Омская, Свердловская, Тюменская, Челябинская области, Ханты-Мансийский и Ямало-Ненецкий авт. округа; Красноярский край
Волга, включ. притоки: Кама и Ока	475	59	534	г. Москва, Владимирская, Ивановская, Кировская, Московская, Нижегородская, Рязанская, Самарская, Свердловская, Тверская, Тульская, Челябинская области, Республики Марий Эл и Татарстан
Днепр	25	204	229	Смоленская область
Енисей, включ. приток Ангара	99	57	156	Иркутская область; Красноярский край
Дон	118	8	126	Липецкая и Ростовская области
Амур	54	17	71	Забайкальский, Хабаровский край
Нева	56	7	63	г. Санкт-Петербург, Ленинградская область
Урал	23	34	57	Оренбургская область

⁴ Экстремально высокое загрязнение поверхностных вод - уровень загрязнения, превышающий ПДК в 5 и более раз для веществ 1 и 2 классов опасности и в 50 и более раз для веществ 3 и 4 классов, а также содержание растворенного кислорода 2 мг/л и менее, величина биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше 40 мг/л

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, а также содержание растворенного кислорода от 2 до 3 мг/л, величина биохимического потребления кислорода (БПК₅) от 10 до 40 мг/л

Бассейны крупнейших водных объектов	Количество случаев			Субъекты Российской Федерации*
	ВЗ	ЭВЗ	Сумма	
Печора	21	8	29	Республика Коми
Терек	29	0	29	Респ. Северная Осетия - Алания
оз. Байкал	11	17	28	Респ. Бурятия
Сев. Двина	21	4	25	Вологодская область
Надым	20	5	25	Ямало-Ненецкий авт. округ
Пур	13	7	20	Ямало-Ненецкий авт. округ
Колыма	9	3	12	Магаданская область
Прочие	424	148	572	Калининградская, Ленинградская, Мурманская, Новосибирская и Свердловская области, Приморский край
Итого	2110	985	3095	

* Приведены субъекты Российской Федерации, для которых суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ за год превысило 10

В 2024 г. ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод было зафиксировано в 56 субъектах Российской Федерации. Наибольшее суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ (свыше 100) было отмечено на водных объектах в 8 регионах: Свердловской, Смоленской, Мурманской, Московской, Калининградской, Новосибирской и Ростовской областях, а также Красноярском крае, что в совокупности составило 67% случаев ВЗ и ЭВЗ в стране (рис. 3.52). В 4 регионах было зарегистрировано от 50 до 100 случаев ВЗ и ЭВЗ, в 26 - от 10 до 50, в 18 - менее 10.

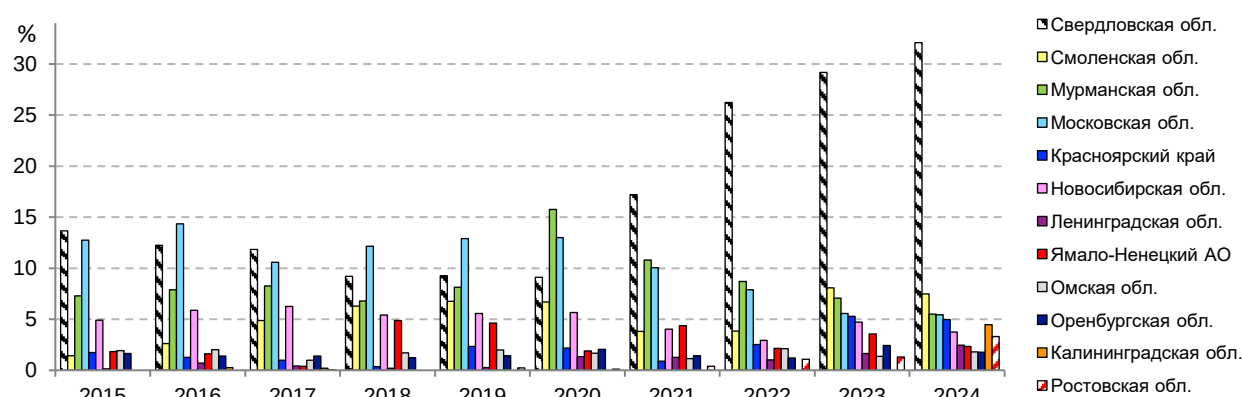


Рис. 3.52. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ для субъектов Российской Федерации, в которых регистрировалось наибольшее количество случаев ВЗ и ЭВЗ в 2024 г. (в % от общего количества случаев за год)

Экстремально высокие и высокие уровни загрязнения поверхностных пресных вод на территории Российской Федерации были зафиксированы в 2024 г. по 30 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 72% всех случаев (рис. 3.53), при этом доля загрязнения тяжелыми металлами (Mn, Zn, Cu, Ni, Fe, Mo, Hg) составила 52% от общего числа случаев ВЗ и ЭВЗ.

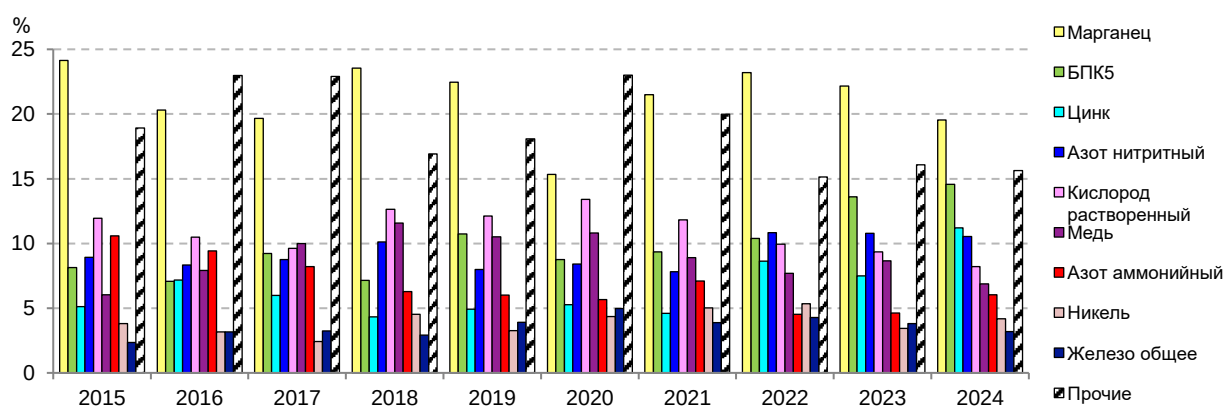


Рис. 3.53. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод по загрязняющим веществам и показателям качества воды (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ на территории Российской Федерации)

В 213 случаях наблюдалось снижение концентрации растворенного в воде кислорода до 3 мг/дм³ и ниже, в 95 случаях из них его содержание было менее 1 мг/дм³. Четырнадцать случаев острого дефицита растворенного в воде кислорода - менее 0,1 мг/дм³ - были зафиксированы в июле и августе 2024 г. в р. Вязьма (г. Вязьма, Смоленская область) и обусловлены неэффективной работой городских очистных сооружений и (или) несанкционированным сбросом загрязненных сточных вод в совокупности с низкой способностью водотока к самоочищению в силу морфометрических особенностей русла. Увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) до 10 мг/л и выше было зарегистрировано 451 раз, из них - 138 случаев на уровне ЭВЗ. Максимальное содержание

легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅), 305 мг/дм³, наблюдалось в августе 2024 г. в р. Енисей (г. Красноярск) и 250 мг/дм³ - в сентябре 2024 г. в ручье Варничный (г. Мурманск).

В 2024 г. случаи ЭВЗ были зафиксированы на 193 пунктах наблюдения, ВЗ - на 417 пунктах. Как и в предыдущие годы, максимальное количество повторений случаев ВЗ и ЭВЗ - 217 раз - наблюдалось на пункте р. Вязьма, в г. Вязьма (Смоленская область), 106 из них было связано с увеличением биохимического потребления кислорода (БПК₅), 104 - с дефицитом растворенного в воде кислорода, которые регистрировались с июля по октябрь 2024 г. и были обусловлены антропогенным фактором. В течение года в р. Черная (приток р. Тальтия) и р. Тальтия (г. Ивдель, Свердловская область) в районе деятельности АО «Святогор» было зафиксировано 77 и 102 случаев ВЗ и ЭВЗ соответственно, преимущественно соединениями тяжелых металлов (Zn, Cu, Mn). В 17 пунктах наблюдения было отмечено от 25 (включ.) до 50 случаев ВЗ или ЭВЗ: в Мурманской области - руч. Варничный (г. Мурманск); в Оренбургской области - р. Блява (г. Медногорск); в Свердловской области - оз. Глухое (г. Кировград), р. Нейва (г. Невьянск), р. Пышма (г. Березовский), р. Калатинка (г. Кировград), р. Ивдель, р. Мундыр, руч. Безымянный, впадающий в р. Черная, и руч. Южный, впадающий в р. Тальтия (г. Ивдель), р. Салда (д. Прокопьевская Салда), р. Лая (г. Красноуральск), р. Чусовая (г. Первоуральск), р. Полуденка (г. Асбест), р. Ольховка и р. Тамшер (г.о. Североуральский - район влияния Ново-Шемурского месторождения); в Московской области - р. Воймега (г. Рошаль). В остальных пунктах наблюдения регистрировалось менее 25 случаев ВЗ и ЭВЗ.

В 2024 г. наблюдательной сетью Росгидромета были зарегистрированы случаи аварийного загрязнения поверхностных пресноводных объектов Российской Федерации в бассейнах рек: Волга (включая приток Оку), Урал, Лена, Обь. Установленными причинами аварийных ситуаций стали: выход на поверхность земли жидкости с примесями нефтепродуктов в районе нефтебазы (Алтайский край), утечка нефти во время заправки судна на нефтебазе (Респ. Саха (Якутия)), разгерметизация илопровода канализационного коллектора предприятия ЖКХ (Оренбургская область). В результате аварийных ситуаций было зарегистрировано ЭВЗ и/или ВЗ водных объектов (Алтайский край, Московская и Оренбургская области), значительный замор рыбы (Московская и Оренбургская области), наблюдалось образование обширной масляной пленки (Алтайский край), отдельных масляных и нефтяных пятен на водной поверхности (Оренбургская область, Респ. Саха (Якутия)).

3.3.4. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ

Качество воды трансграничных водных объектов, расположенных на участках границы Российской Федерации с 12 государствами, оценивалось по результатам режимных наблюдений, проведенных в 2024 г. на 41 водном объекте (37 рек, 2 протоки, 1 озеро, 1 водохранилище) в 56 пунктах, 56 створах, на 61 вертикали.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в воде водных объектов на границе России с сопредельными государствами являлись: на границе с Норвегией - соединения никеля, меди, марганца, цинка, ртути, дитиофосфаты; с Финляндией - органические вещества по ХПК (далее ОВ), соединения железа, цинка, меди, ртути; с Эстонией - ОВ, соединения меди, цинка; с Литвой и Польшей - легкоокисляемые органические вещества по БПК₅ (далее ЛОВ), ОВ, соединения железа, нитритный азот; с Республикой Беларусь - ОВ, ЛОВ, соединения железа, меди, цинка, марганца; с Украиной - ОВ, ЛОВ, соединения меди, марганца, аммонийный и нитритный азот; с Азербайджаном - соединения меди, сульфаты; с Казахстаном - ОВ, соединения меди, марганца; с Монголией - фенолы летучие, соединения железа, марганца, меди, алюминия; с Китаем - ОВ, соединения железа, меди, марганца, алюминия.

Критические показатели загрязненности трансграничных водных объектов установлены для 17 пунктов наблюдений, расположенных на 16 водных объектах. На границе с Норвегией критическими показателями являлись соединения меди, никеля и дитиофосфаты (2 пункта), растворенный в воде кислород, легкоокисляемые органические вещества по БПК₅ (далее ЛОВ), аммонийный азот, соединения меди, никеля, ртути; с Финляндией соединения железа (1 пункт) и меди (1 пункт); с Эстонией соединения меди (1 пункт); с Беларусью соединения марганца (2 пункта); с Украиной аммонийный азот (1 пункт); с Казахстаном соединения цинка (1 пункт), марганца (2 пункта); с Монголией соединения марганца (1 пункт); с Китаем соединения марганца (3 пункта), железа и меди (1 пункт) и меди (1 пункт).

Нарушение норм качества воды в пограничных районах России, в основном, находилось в пределах от 1 до 10 ПДК, 10 ПДК достигали на границе с Китаем (прот. Прорва (р. Аргунь) пос. Молоканка) - соединения α-ГХЦГ.

Превышения ПДК в 30 раз отмечались на границах с Казахстаном - соединениями марганца (р. Тобол с. Звериноголовское); с Китаем - соединениями марганца (р. Аргунь с. Кути) и соединениями меди (р. Раздольная с. Новогеоргиевка). Превышения ПДК в 50 раз отмечались на границе с Норвегией - соединениями никеля (р. Колос-йоки пгт. Никель), на границе с Монголией - соединения марганца (р. Ульда-гол, с. Соловьевск), на границе с Китаем - соединениями марганца (прот. Прорва (р. Аргунь), пос. Молоканка, р. Аргунь с. Молоканка); превышение ПДК в 100 раз дитиофосфатами отмечались в воде рек, протекающих на границе с Норвегией (р. Колос-йоки, пгт. Никель). В данном водном объекте также был зарегистрирован случай дефицита растворенного в воде кислорода (2,59 мг/л) в апреле 2024 г.

В течение 2020-2024 гг. качество воды рек, расположенных на границе с Норвегией (р. Патсо-йоки, ГЭС Хеваскоски) и с Финляндией (р. Лендерка, п. Лендеры, р. Патсо-йоки, ГЭС Янискоски), оценивалось как «слабо загрязненная», на границе с Грузией (р. Терек г. Владикавказ) - «условно чистая» или «слабо загрязненная». Наиболее загрязненной была вода водных объектов на границах с Норвегией (Протоки без названия и р. Колос-йоки), с Беларусью (р. Днепр, граница); с Украиной (вдхр. Белгородское), с Казахстаном (р. Уй с. Усть-Уйское, р. Тобол с. Звериноголовское), качество воды водных объектов оценивалось как «грязная», за исключением р. Колос-йоки, качество воды которой в 2024 г. оценивалось как «экстремально грязная». В остальных пунктах наблюдений качество воды, в основном, варьировало от «загрязненной» до «грязной».

Расчет переноса химических веществ по результатам наблюдений на 24 реках в районе пересечения границы с Финляндией, Польшей, Республикой Беларусь, Украиной, Грузией, Азербайджаном, Казахстаном, Монголией и

Китаем приведён за предыдущий 2023 г., что обусловлено регламентом поступления необходимой гидрологической информации.

Наибольшее количество водной массы в 2023 г. было внесено на территорию Российской Федерации через границу с Казахстаном рекой Иртыш (30%), с Финляндией – рекой Вуокса (24%) и с Монголией – рекой Селенга (18%); вынесено – в Республику Беларусь реками Западная Двина (41%) и Днепр (26%).

Максимальное количество загрязняющих веществ поступило с речным стоком на территорию Российской Федерации из Казахстана (сумма главных ионов, минеральный азот, общий фосфор, соединения хрома, Σ ГХЦГ), из Монголии (соединения кремния, цинка, никеля, нефтепродукты, фенолы летучие и Σ ДДТ), из Финляндии (органические вещества и соединения меди) и из Китая (фосфор фосфатный и соединения железа общего).

В 2023 г. максимальное количество определяемых химических веществ поступило с речным стоком с территории Российской Федерации в Республику Беларусь (сумма главных ионов, минеральный азот и фосфор, соединения кремния, железа общего, меди и цинка, нефтепродукты и фенолы летучие) и в Казахстан (сульфаты, хлориды, общий фосфор, соединения никеля и хрома общего, хлорорганические пестициды (ХОП) - Σ ГХЦГ и Σ ДДТ).

Информация о загрязнении поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса растворенных веществ в 2024 г. представлена для водотоков, втекающих на территорию Российской Федерации из сопредельных государств. В 2024 г. максимальные количества загрязняющих веществ, переносимых отдельными реками, составили: сумма главных ионов - 5 147 тыс. т; органических веществ - 292 тыс. т; соединений кремния - 84,7 тыс. т, минерального азота - 8,74 тыс. т, соединений железа общего - 3,20 тыс. т, фосфора общего - 1,03 тыс. т; нефтепродуктов - 614 т; соединений меди - 179 т; соединений цинка - 125 т, соединений никеля - 39,9 т; фенолов летучих - 51,2 т; соединений хрома общего - 0,876 т; Σ ГХЦГ - 11,0 кг, а перенос ДДТ и его метаболитов не был выявлен (табл. 3.9).

В целом за период 2020-2024 гг. через границу было перенесено повышенное количество: с водой р. Вуокса - органических веществ (1,55 млн т); с водой р. Иртыш - суммы главных ионов (26,3 млн т), соединений кремния (350 тыс. т), минерального азота (60,8 тыс. т), фосфора общего (4,18 тыс. т), соединений меди (724 т), фенолов летучих (184 т), Σ ДДТ - 148 кг и Σ ГХЦГ - 108 кг; с водой р. Селенга - нефтепродуктов (3,03 тыс. т), соединений цинка (553 т) и никеля (262 т); с водой р. Ишим - соединений хрома общего (4,11 т); с водой р. Раздольная - соединений железа общего (15,7 тыс. т).

Водный сток р. Патсо-йоки за период с 2019 по 2023 гг. варьировал на уровне $5,46 \pm 0,42$ км³ без четко выраженной тенденции, а в 2024 г., по сравнению со среднемноголетним значением, он снизился на 12%, в связи с чем перенос на территорию Российской Федерации соединений никеля был ниже среднемноголетних значений на 54%, железа общего - на 11%, минерального азота - на 41%, органических веществ - на 18% и соединений кремния - на 12%. На фоне снижения водности р. Патсо-йоки возросли среднегодовые концентрации и, как следствие, увеличился трансграничный перенос фосфора общего на 132%, соединений цинка - на 78%, соединений меди - на 35% и суммы главных ионов - на 18% относительно среднемноголетних значений.

Таблица 3.9. Количество растворенных веществ, перенесенных на территорию Российской Федерации отдельными реками через границу с сопредельными государствами в 2024 г. (тыс. т; фенолов летучих, соединений меди, цинка - т)

Река, пункт	Водный сток, км ³	Органические вещества	Сумма главных ионов	Сумма азота минерального	Фосфор общий	Соединения:				Нефтепродукты	Фенолы летучие
						Кремния	железа общего	меди	цинка		
Финляндия											
Патсо-йоки, пгт Кайтакоски	4,80	30,4	105	0,123	0,038	18,8	0,170	10,9	56,4	0,067	Нд
Вуокса, пгт. Лесогорский	21,6	292	918	2,75	0	31,3	1,95	179	Нд	0	Нд
Польша											
Лава, г. Знаменск	1,10	29,1	468	1,57	0,149	5,72	0,187	Нд	Нд	Нд	Нд
Мамоновка, г. Мамоново	0,052	1,36	18,2	0,088	0,017	0,353	0,015	Нд	Нд	Нд	Нд
Анграпа, д. Берестово	0,339	8,33	131	0,469	0,036	1,63	0,055	Нд	Нд	Нд	Нд
Грузия											
Терек, г. Владикавказ	1,11	6,87	300	0,999	0,056	4,98	0,105	0,309	3,08	0	0
Казахстан											
Ишим, с. Ильинка	6,05	85,5	2807	3,79	1,01	19,0	1,28	19,8	104	0,078	12,8
Иртыш, с. Татарка	30,6	207	5147	6,34	1,03	84,7	3,2	135	76,2	0,341	51,2
Тобол, с. Звериноголовское	4,81	81,2	3092	8,74	0,972	30,8	0,613	11,6	125	0,614	0
Монголия											

Река, пункт	Водный сток, км ³	Органические вещества	Сумма главных ионов	Сумма азота минерального	Фосфор общий	Соединения:				Нефтепродукты	Фенолы летучие
						Кремния	железа общего	меди	цинка		
Селенга, п. Наушки	11,4	70,0	2569	1,76	0,242	48,4	1,57	23,5	101	0,527	21,3
Онон, с. Верхний Ульхун	11,7	222	1171	0,365	0,287	71,6	2,99	28,7	46,5	0,273	29,3
Китай											
Раздольная, с. Новогеоргиевка	3,27	48,0	597	0,766	0,708	23,9	3,03	35,8	35,6	0,138	1,96

Примечания. НД - нет данных.

В 2019-2023 гг. водный сток р. Вуокса варьировал на уровне $19,1 \pm 2,15$ км³ без четко выраженной тенденции, а в 2024 г. по сравнению со среднемноголетним значением, он увеличился на 13%, что сопровождалось однонаправленной динамикой переноса соединений железа общего, кремния, меди и суммы главных ионов, и противоположно направленной динамикой переноса нефтепродуктов и общего фосфора. Интенсивность изменений переноса существенно различалась: поступление соединений кремния, меди и железа более значительно превысило среднемноголетние значения (на 97, 88 и 71 % соответственно), чем поступление суммы главных ионов (всего на 7%). Перенос органических веществ и минерального азота практически не изменился (отклонение на -2 % и +1 % соответственно). Перенос фосфора общего с территории Финляндии с водой р. Вуокса в 2024 г. не был зафиксирован впервые за пятилетний период, а концентрации хлорорганических пестицидов сохранялись ниже пределов обнаружения используемых методик. В 2024 г. также, как и в предыдущем году концентрации нефтепродуктов были ниже пределов обнаружения используемых методик.

Динамика поступления определяемых химических веществ из Польши со стоком рек Лава и Мамоновка за период 2019-2023 гг. во многом определялась динамикой их водного стока. Водный сток р. Лава варьировал на уровне $0,944 \pm 0,134$ км³, а в 2024 г. он превысил среднемноголетние значения на 17%, и, как следствие - увеличение переноса минерального азота выше среднемноголетних значений на 35%, соединений кремния и органических веществ - на 22-23%, суммы главных ионов - на 20%, общего фосфора - на 11%. Поступление соединений железа общего, напротив, снизилось на 7%. Концентрации ХОП, как и ранее, сохранялись ниже пределов обнаружения используемых методик.

Водный сток р. Мамоновка значительно меньше, чем у р. Лава: за период 2019-2023 гг. он варьировал на уровне $0,062 \pm 0,016$ км³ с максимумом в 2023 г., а в 2024 г. водный сток был ниже среднемноголетнего на 16%, вследствие чего снизилось и поступление соединений железа общего на 28%, общего фосфора, минерального азота и суммы главных ионов - на 16-17%, соединений кремния и органических веществ - на 13% относительно среднемноголетних значений. Концентрации ХОП, как и ранее, сохранялись ниже пределов обнаружения используемых методик.

В 2024 г. был рассчитан трансграничный перенос определяемых химических веществ водой р. Ангара, водный сток ($0,339$ км³) которой втрое меньше, чем у р. Лава и в 5 раз больше, чем у р. Мамоновка. Соответственно этим соотношениям распределяется и поступление с территории Польши растворенных веществ: в среднем 74% определяемых химических веществ поступает со стоком р. Лава, 21% - со стоком р. Ангара и около 5% - со стоком р. Мамоновка.

На границе с Грузией сохраняется относительно стабильный водный режим р. Терек: за период 2019 по 2023 гг. он варьировал на уровне $1,12 \pm 0,09$ км³, а в 2024 г. - снизился всего на 1% к среднемноголетним значениям. Несмотря на это, в 2024 г. динамика поступления загрязняющих веществ с территории Грузии, в основном, значительно отличалась от среднемноголетних значений: наблюдалось увеличение переноса соединений фосфора общего на 20%, а соединений железа общего - на 6%. Динамика снижения поступления с территории Грузии была отмечена для нефтепродуктов и ХОП (до нулевых отметок), соединений меди - на 47%, цинка - на 22%, кремния - на 15%, азота минерального - на 7% и суммы главных ионов - на 4%.

Главным фактором, повлиявшим на динамику трансграничного переноса загрязняющих веществ с территории Казахстана, в 2024 г. стал большой водный сток рек Тобол, Ишим и, в меньшей степени, Иртыш.

Водный сток р. Ишим в 2019-2023 гг. варьировал на уровне $1,98 \pm 0,82$ км³ с тенденцией к снижению с 2019 по 2022 гг., а в 2024 г. - превысил среднемноголетние значения в 3,1 раза, что сопровождалось увеличением по сравнению с предшествующим пятилетним периодом переноса на территорию Российской Федерации: соединений цинка - в 22,4 раза, фосфора общего - в 12 раз, железа общего - в 8,4 раза, минерального азота - в 7,7 раза, соединений кремния и никеля - в 4,2-4,4 раза, соединений меди и фенолов летучих - в 3,3 раза, органических веществ и суммы главных ионов - в 2,2-2,6 раза. Перенос через границу с Казахстаном с водой р. Ишим нефтепродуктов был близок к среднемноголетним значениям (+4%). В 2024 г. концентрации ХОП и соединений хрома общего были ниже пределов обнаружения используемых методик.

Водный сток р. Тобол в 2019-2023 гг. варьировал на уровне $0,766 \pm 0,354$ км³, а в 2024 г. - возрос в 6,3 раза, что сопровождалось повышенным переносом относительно средних значений за предшествовавший пятилетний период на территорию Российской Федерации соединений цинка в 8,8 раза, кремния - в 7 раз, нефтепродуктов - в 6,4 раза, органических веществ и минерального азота - в 4,6-4,8 раза, суммы главных ионов - в 3,8 раза, соединений железа общего - в 3,6 раза, соединений меди - в 3,3 раза, фосфора общего - в 1,8 раза. В 2024 г. концентрации фенолов летучих в воде р. Тобол были ниже предела обнаружения впервые за пять последних лет, перенос ХОП также не был выявлен.

Динамика поступления определяемых химических веществ из Казахстана водой р. Иртыш, в отличие от рр. Ишим и Тобол, значительно меньше зависела от изменчивости его водного стока. В 2019-2023 гг. водный сток варьировал

на уровне $26,2 \pm 1,7 \text{ км}^3$, а в 2024 г. - возрос на 17%, вследствие чего возросло относительно средних значений за предшествующий пятилетний период поступление соединений железа общего на 122%, фенолов летучих - на 68%, общего фосфора и соединений кремния - на 26-28%. Поступление минерального азота, напротив, снизилось на 55%, $\Sigma \text{ГХЦГ}$ и соединений цинка - на 44 и 21% соответственно, соединений меди и органических веществ - на 11-13% к среднемуголетним данным. Перенос соединений никеля и $\Sigma \text{ДДТ}$ снизился до нулевых отметок. Практически не изменился перенос суммы главных ионов и нефтепродуктов (снижение на 4 и 2% соответственно).

На фоне сокращения водного стока р. Селенга, вытекающей с территории Монголии, отмечалось снижение трансграничного переноса загрязняющих веществ этой рекой. В 2019-2023 гг. водный сток р. Селенга варьировал на уровне $13,4 \pm 4,93 \text{ км}^3$ с максимумом в 2021 г., а в 2024 г. - снизился относительно среднемуголетних значений на 15%, вследствие чего поступление органических веществ было ниже относительно среднемуголетних данных на 60%, фосфора общего - на 49%, соединений никеля - на 46%, кремния и железа общего - на 28%, суммы главных ионов, нефтепродуктов и соединений цинка - на 9-10%. Практически не изменился перенос соединений меди и минерального азота (снижение на 5 и 3% соответственно). Перенос фенолов летучих, напротив, превысил средние значения за предшествующий пятилетний период на 21%.

В 2019-2023 гг. водный сток р. Онон варьировал на уровне $7,64 \pm 1,31 \text{ км}^3$, а в 2024 г. - возрос на 53% до максимума за истекший период. Максимальные значения водного стока сопровождались еще более интенсивным увеличением относительно средних значений за предшествующий пятилетний период переноса на территорию Российской Федерации некоторых химических веществ: соединений железа общего - на 227%, фенолов летучих - на 204%, соединений меди - на 168%, цинка и органических веществ - на 132-135%, соединений кремния - на 90%. Изменение переноса других веществ было менее существенным: поступление с территории Монголии суммы главных ионов возросло на 67%, фосфора общего - на 31%, нефтепродуктов - на 10%. Практически не изменился перенос минерального азота (рост на 3%). Перенос соединений никеля и ХОП снизился до нулевых значений. Поступление с территории Монголии соединений хрома общего с водой р. Онон в 2023 г., как и ранее, выявлено не было.

Водный сток р. Раздольная в 2019-2023 гг. варьировал на уровне $2,84 \pm 1,54 \text{ км}^3$ с минимумом в 2021 г. и максимумом в 2023 г., а в 2024 г. по сравнению с предшествующим пятилетним периодом он возрос на 15%, что привело к возрастанию поступления с территории Китая большинства химических веществ: соединений меди и нефтепродуктов на 258-265%, фосфора общего - на 207%, фенолов летучих - на 115%, суммы главных ионов - на 88%, соединений никеля и кремния - на 11-14%. Напротив, был ниже среднемуголетних значений трансграничный перенос минерального азота на 63%, соединений цинка - на 18% органических веществ - на 9%. Практически не изменился (+2%) перенос соединений железа общего. Концентрации соединений хрома общего в воде р. Раздольная сохранялись ниже пределов обнаружения используемых методик.

За период с 2020 по 2024 г. определяющим фактором в существенном изменении величин переноса большинства определяемых химических веществ для рек Лава, Мамоновка, Ишим, Тобол, Селенга и Раздольная был их водный сток; для остальных рек - концентрация химических веществ в воде, слабо связанная с водным режимом.

3.3.5. Загрязнение морских вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям

Для сравнения качества морских вод в разные годы и в разных районах наблюдений используется комплексный расчетный индекс загрязненности вод ИЗВ. Для расчета определяются три показателя/загрязнителя, средние значения которых в наибольшей степени превышали норматив ПДК, а также растворенный в воде кислород с нормативом $6 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. Полученное значение сравнивается с установленной шкалой качества вод (табл. 3.10).

Таблица 3.10. Классы качества вод и соответствующие им значения индекса загрязненности вод ИЗВ.

Класс качества вод		Диапазон значений ИЗВ
Очень чистые	I	$\text{ИЗВ} < 0,25$
Чистые	II	$0,25 < \text{ИЗВ} < 0,75$
Умеренно загрязненные	III	$0,75 < \text{ИЗВ} < 1,25$
Загрязненные	IV	$1,25 < \text{ИЗВ} < 1,75$
Грязные	V	$1,75 < \text{ИЗВ} < 3,00$
Очень грязные	VI	$3,00 < \text{ИЗВ} < 5,00$
Чрезвычайно грязные	VII	$\text{ИЗВ} > 5,00$

Каспийское море

Северный Каспий. В 2024 г. в центральной части Северного Каспия (разрез III) средняя годовая/максимальная концентрация приоритетных загрязняющих веществ составила: нефтяных углеводородов (НУ) - $0,68/0,78 \text{ ПДК}$, фосфатов - $1,14/2,05 \text{ ПДК}$, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) - $0,44/0,53 \text{ ПДК}$, аммонийного азота (NH_4) - $0,12/0,17 \text{ ПДК}$. Содержание растворенного кислорода составило $9,11/8,39 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$; по сравнению с предыдущим годом минимальное содержание кислорода увеличилось на 40%. В западной части Северного Каспия (разрез IIIa) концентрация НУ соответствовала $0,74/0,86 \text{ ПДК}$, фосфатов - $1,12/1,76 \text{ ПДК}$, СПАВ - $0,44/0,53 \text{ ПДК}$, аммонийного азота - $0,10/0,14 \text{ ПДК}$. Содержание кислорода составило $9,73/9,01 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, что является характерным уровнем для данной акватории.

По данным многолетних наблюдений содержание загрязняющих веществ в водах разрезов III и IIIa показывает разнонаправленную динамику. Концентрация НУ уменьшалась от $4,6-4,8 \text{ ПДК}$ в 2017 г. до $0,5-0,9 \text{ ПДК}$ в 2022 г., после чего сохранялась на уровне около $0,7 \text{ ПДК}$ на обоих разрезах. Среди биогенных элементов, начиная с 2014 г., на обоих разрезах отмечался рост концентрации фосфатов, который значительно ускорился после 2023 г. Еще одной особенностью района стало резкое понижение среднего содержания кислорода до уровня норматива в 2022 г. и возврат его на характерный уровень в 2023-2024 гг. Отмечается фактически одинаковый многолетний ход

характеристик на двух разрезах в Северном Каспии по отдельным параметрам: коэффициент корреляции для нефтяных углеводородов составил 0,88, фосфатов - 0,99, растворенного кислорода - 0,71, а фосфатов - 0,99.

В последние два года наблюдения за фенолами, вносящими наибольший вклад в оценку качества морской среды, на акватории Северного Каспия были приостановлены. Вследствие этого рассчитанные без учета концентрации фенолов значения ИЗВ в 2024 г. были значительно ниже оценок предыдущих десятилетий и составили 0,73 на обоих разрезах. Эта величина заметно превышает уровень 2022-2023 гг., что скорее всего было вызвано ростом концентрации фосфатов.

На южной границе Северного Каспия (разрез IV) наибольший вклад в загрязнение, как и ранее, вносили фенолы (2,32/4,00 ПДК), нефтяные углеводороды (0,76/1,20 ПДК), аммонийный азот (0,91/1,00 ПДК), а также медь (0,20/0,24 ПДК). Кислородный режим находился в пределах норматива и на уровне выше предыдущего года (средняя 9,68/минимальная 8,03 мгО₂/дм³ против 8,15/7,92 мгО₂/дм³). Продолжился умеренный рост концентрации аммонийного азота, которая в 2024 г. практически приблизилась к ПДК (рис. 3.54). ИЗВ на разрезе IV составил 1,15, что соответствует «умеренно загрязненным» водам. За последние десять лет заметной тенденции в динамике ИЗВ в районе разреза IV не наблюдалось, а значения ИЗВ в отдельные годы варьировали около значения 1,10.

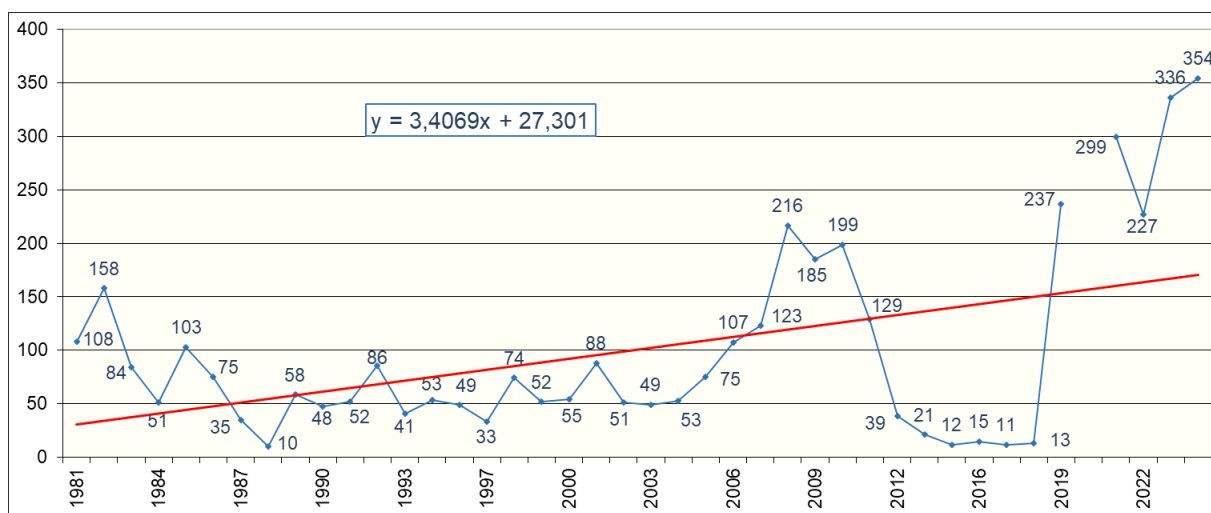


Рис. 3.54. Многолетняя динамика концентрации аммонийного азота (мкг/дм³) в морских водах на разрезе IV в период 1981-2024 гг.

Дагестанский шельф. Как и ранее, основной вклад в загрязнение акватории Дагестанского шельфа вносили фенолы (2,06-3,50 ПДК), нефтяные углеводороды (0,84-0,98 ПДК) и аммонийный азот (0,85-0,94 ПДК), (табл. 3.11). Кислородный режим во всех районах был благоприятным; среднее содержание кислорода изменялось от района к району в пределах 9,09-9,85 мгО₂/дм³. Минимальная концентрация кислорода (8,05 мгО₂/дм³) заметно превышала норматив и была зарегистрирована в сентябре на взморье р. Самур. Каких-либо значимых тенденций концентрации фенолов и нефтяных углеводородов за последние пять лет не наблюдалось.

Таблица 3.11. Концентрация приоритетных загрязняющих веществ и ИЗВ в прибрежных водах в различных районах Дагестанского шельфа в 2024 г.

Район	Фенолы, ПДК	Нефтяные углеводороды, ПДК	Аммонийный азот, ПДК	Растворенный кислород, мгО ₂ /дм ³	ИЗВ	Класс
Лопатин	2,06	0,84	0,85	9,48	1,10	III
Взморье р. Терек	2,53	0,92	0,93	9,67	1,25	IV
Взморье р. Сулак	2,37	0,90	0,92	9,64	1,20	III
г. Махачкала	3,50	0,91	0,92	9,43	1,49	IV
г. Каспийск	2,42	0,98	0,92	9,85	1,23	III
г. Избербаш	2,50	0,93	0,94	9,67	1,09	III
г. Дербент	2,88	0,93	0,94	9,17	1,35	IV
Взморье р. Самур	2,63	0,93	0,92	9,09	1,28	IV

В 2024 г. значение индекса загрязненности вод в пределах Дагестанского шельфа изменялось от 1,10 (п. Лопатин) до 1,49 (г. Махачкала), а в среднем по Дагестанскому шельфу составило 1,25, что соответствует «умеренно загрязненным» водам, и несколько ниже уровня предыдущих лет (рис. 3.55). В целом, начиная с 2022 г. наблюдается тенденция к понижению ИЗВ в большинстве районов наблюдений.

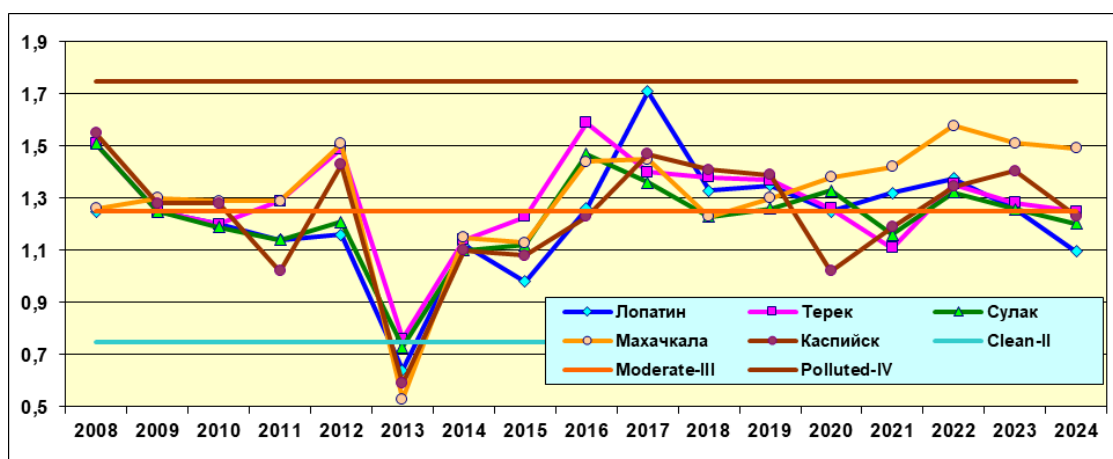


Рис. 3.55. Многолетняя динамика ИЗВ на Дагестанском шельфе 2008-2024 гг.

Азовское море

Дельта р. Дон. В 2024 г. гидрохимические наблюдения проводились на трех станциях в устьевой области р. Дон. Соленость речного стока в устьях рукавов р. Дон изменялась в пределах 0,50-0,82‰. Тренд к увеличению солености в устьевых водах Дона, начавшийся три десятилетия назад, сохраняется (рис. 3.56). Значения водородного показателя варьировали от 8,00 до 8,99 ед. pH.

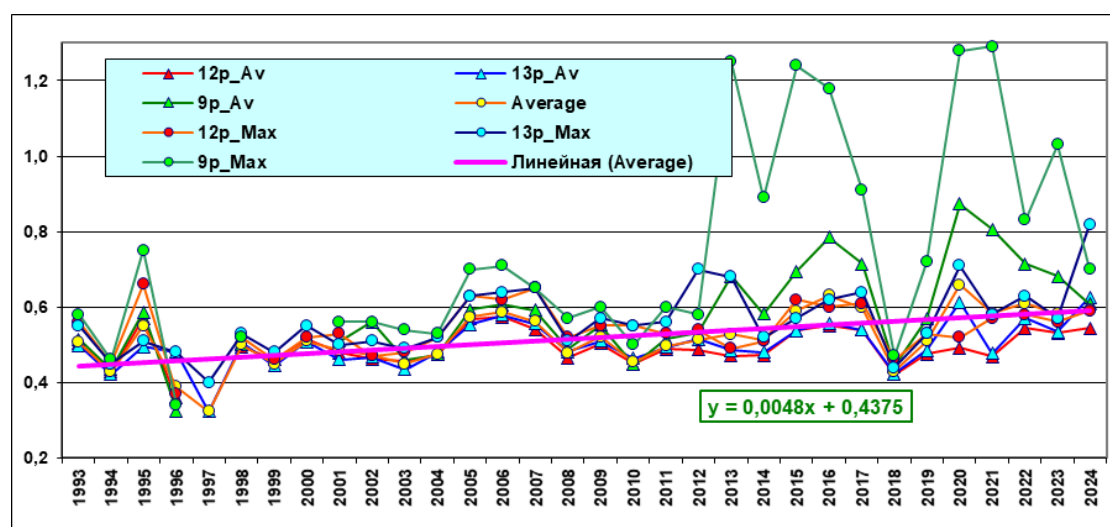


Рис. 3.56. Многолетняя динамика среднегодовой и максимальной солености (‰) в устьевых протоках р. Дон в период 1993-2024 гг. Av - средняя, Max - максимальная соленость, Trend Average S‰ - тренд средней солености.

По сравнению с предыдущим годом среднегодовое содержание нитратов ($194,4 \text{ мг/дм}^3$) увеличилось на 47%, нитритов ($26,75 \text{ мг/дм}^3$) - снизилось, аммонийного азота ($257,93 \text{ мг/дм}^3$) - значительно повысилось. Средняя концентрация растворенного кислорода в рукаве Мертвый Донец составила $9,40 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, в рукаве Переволока $8,92 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, в рукаве Песчаный $8,74 \text{ мгO}_2/\text{дм}^3$, ниже норматива значения не опускались.

Концентрация НУ варьировала в пределах 0,4-7,2 ПДК, среднегодовая составила 2,00 ПДК. Загрязнение стока нефтяными углеводородами устьевой области р. Дон, особенно рукава Мертвый Донец, носит систематический характер. СПАВ были выявлены в 40% отобранных проб, их концентрации не превышали 0,3 ПДК.

В воде всех рукавов дельты р. Дон была выявлена растворенная ртуть с максимальной концентрацией 4,80 ПДК, составив в среднем 2,26 ПДК. Хлорорганических пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ в отобранных пробах воды не было выявлено. В донных отложениях концентрация НУ в рукавах Дона изменялась от 250 мг/г до 540 мг/г , составив в среднем 348 мг/г (6,96 ДК). Максимум был зафиксирован в апреле в устье рукава Мертвый Донец.

Приоритетными загрязняющими веществами являлись ртуть, НУ и фосфаты. По ИЗВ (1,59) воды устья Дона классифицируются как «загрязненные», качество вод залива по сравнению с предыдущим годом улучшилось, ИЗВ снизился на 0,22 единицы.

В восточной части Таганрогского залива в 2024 г. соленость в заливе изменялась в диапазоне 0,45-12,11‰, составив в среднем 7,44‰, что в 2,65 раза больше среднего значения за предыдущие 10 лет (2,81‰). Максимальная концентрация аммонийного азота составила 716 мг/дм^3 , что в четыре раза больше средней за предыдущие 10 лет. Среднее содержание фосфора фосфатов составило $35,2 \text{ мг/дм}^3$ (на 30% больше средней за предыдущее десятилетие). Концентрация общего фосфора изменялась в интервале 18,0-183,0 мг/дм^3 ; среднегодовая 50,8 мг/дм^3 . Растворенный кислород находился в диапазоне 6,02-13,45 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$; среднегодовая концентрация 9,77 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$, что близко к средне многолетней за предыдущие 10 лет (9,51 $\text{мгO}_2/\text{дм}^3$).

Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах 0,32-3,20 ПДК, среднегодовая составила 0,059 мг/дм^3 (1,18 ПДК). Значительного тренда содержания нефтепродуктов в водах Таганрогского залива не

наблюдается (рис. 3.57). Содержание НУ в **донных отложениях** Таганрогского залива изменялось от 210 мкг/г до 490 мкг/г. Среднегодовое содержание составило 358 мкг/г (7,16 ДК), что почти в два раза больше среднего за последние 10 лет (1,56 ДК). Концентрация растворенной ртути изменялась в пределах 1,0-2,6 ПДК.

Расчет значения ИЗВ производился по приоритетным загрязняющим веществам: НУ, ртути, нитритов и растворенного в воде кислорода. По ИЗВ (1,22) воды Таганрогского залива в 2024 г. сохранились на уровне предыдущего года и классифицируются как «умеренно загрязненные».

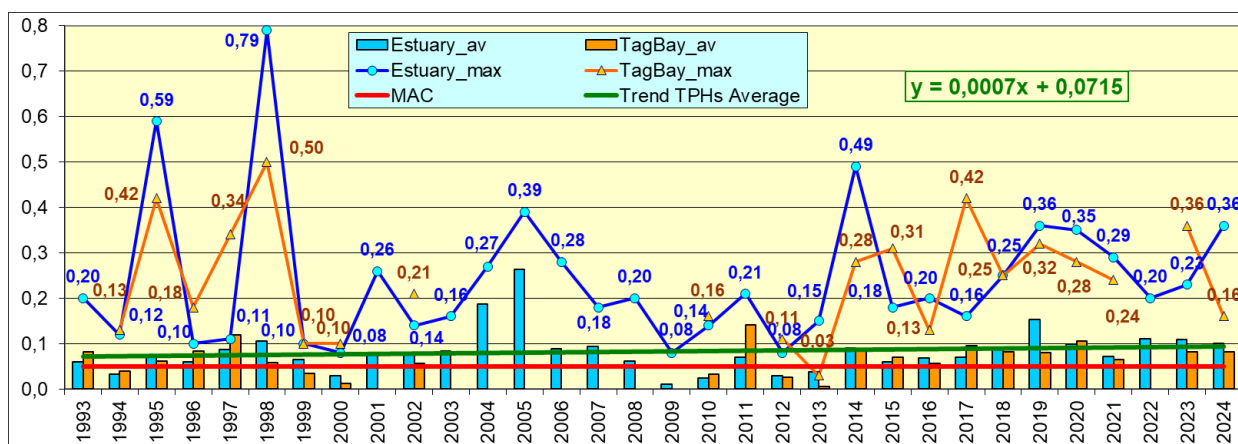


Рис. 3.57. Многолетняя динамика максимальной и средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах устьевых протоков р. Дон и восточной части Таганрогского залива в период 1993-2024 гг.
MAC - предельно допустимая концентрация (ПДК), Trend TPHs Average - тренд среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов.

Низовья дельты реки Кубань. В 2024 г. соленость в рукаве Протока и в Петрушином рукаве реки изменялась в пределах 0,28-0,35‰ (рис. 3.58). Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов составила 0,038 мг/дм³ (0,76 ПДК), что меньше предыдущего десятилетия на 21% (0,046 мг/дм³). Максимальная величина достигала в августе 1,02 ПДК. Хлороорганические пестициды α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, а также ДДТ и его метаболиты не были выявлены ни в одном из районов исследований в Темрюкском заливе. Приоритетными ЗВ были НУ, нитриты и фосфаты. По индексу загрязненности воды ИЗВ (1,03) воды низовья дельты р. Кубань в 2024 г., как и в предыдущем году, отнесены к «умеренно загрязненным».

Порт Темрюк. Соленость воды в канале порта изменялась в диапазоне 12,45-15,76‰. Среднегодовая величина составила 14,24‰, что больше предыдущего года (13,77‰) на 3% (рис. 3.58). Начиная с 2003 г., отмечается постепенное и неуклонное повышение среднегодовой солености. Концентрация НУ варьировала от предела определения применяемого метода до 1,52 ПДК (0,076 мг/дм³), что на 22% меньше прошлогоднего максимума 1,93 ПДК (0,093 мг/дм³). Среднегодовое значение НУ составило 0,035 мг/дм³ (0,70 ПДК) и было близким к прошлогодней величине. В отобранных в течение года пробах из поверхностного и придонного слоев сероводород не был выявлен. Концентрация растворенной ртути изменялась в диапазоне 0,003-0,011 мкг/дм³; среднегодовая составила 0,007 мкг/дм³ (0,07 ПДК). Концентрация биогенных веществ не превышала установленных норм. В отобранных в течение года пробах насыщение вод растворенным кислородом было удовлетворительным, за исключением шести случаев в июне-сентябре с минимальным значением 4,07 мгО₂/дм³ (55%). В 2024 г. воды в канале порта Темрюк по ИЗВ (0,68), рассчитанному по НУ, PO₄, NO₂ и растворенному кислороду, относились к «чистым», при этом значение ИЗВ по сравнению с предыдущим годом немного увеличилось.

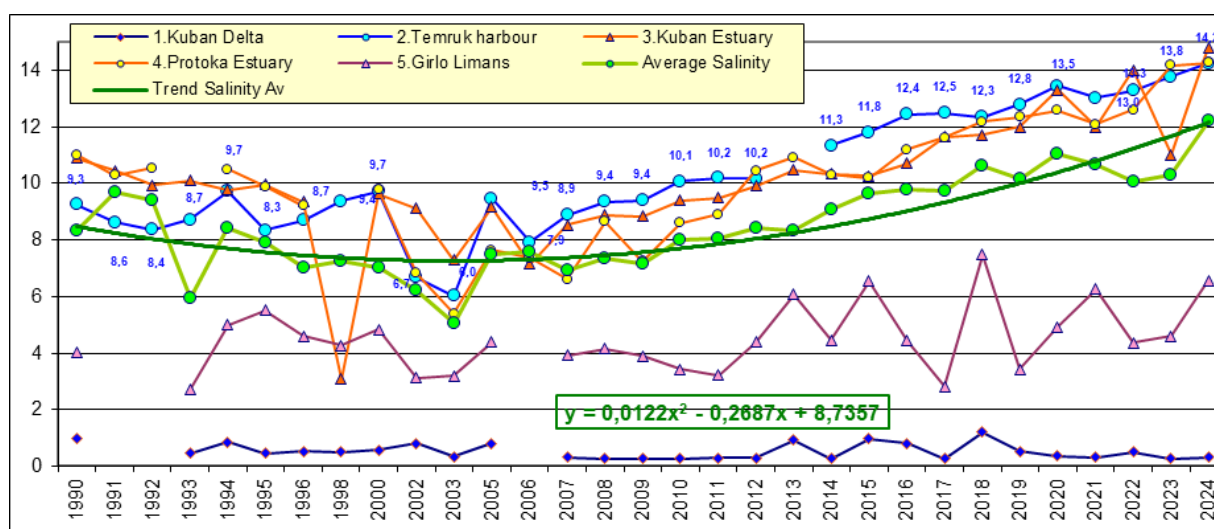


Рис. 3.58. Динамика среднегодовой солености (‰) в различных районах устьевой области р. Кубань и Темрюкском заливе в 1990-2023 гг. Average Salinity - тренд средней солености

Взморье реки Кубань. Соленость вод взморья изменялась в диапазоне 12,20-17,86‰, среднегодовая соленость составила 14,81‰. Концентрация НУ изменялась от аналитического нуля до 0,066 мг/дм³ (1,32 ПДК). Максимальное содержание было на 32% больше предыдущего года (0,050 мг/дм³), а среднегодовая величина 0,022 мг/дм³ (0,44 ПДК) меньше предыдущего года (0,036 мг/дм³, 0,72 ПДК) на 64%. Среднегодовая концентрация растворенной ртути составила 0,0065 мкг/дм³ при максимуме 0,010 мкг/дм³ (0,10 ПДК для морских вод). Среднегодовая концентрация нитритов составила 15,38 мкг/дм³, аммонийного азота 136,21 мкг/дм³ и незначительно отличалась от прошлых лет, нитратов 36,72 мкг/дм³ в 3,7 раза меньше прошлых лет (133,96 мкг/дм³), фосфатов 3,74 мкг/дм³ и общего фосфора 12,10 мкг/дм³ - немного ниже прошлых лет. Насыщение вод растворенным кислородом было удовлетворительным. Среднегодовая концентрация составила 8,96 мкг/дм³. По индексу загрязненности ИЗВ (0,52), рассчитанному по НУ, Нг, NH₄ и растворенному кислороду, воды взморья р. Кубань в 2024 г. по сравнению с предыдущим годом не изменились и относятся к «чистым».

Взморье рукава Протока. В 2024 г. соленость воды изменялась от 12,72‰ до 15,76‰, среднегодовая составила 14,27‰, что на 22% больше средней многолетней за предыдущие 10 лет (11,74‰). Средняя концентрация НУ составила 0,012 мг/м³ (0,24 ПДК), а максимальная 0,040 мг/м³ (0,80 ПДК). Концентрация растворенной ртути изменялась в пределах 0,003-0,010 мкг/дм³ (0,10 ПДК); среднегодовая составила 0,005 мкг/дм³. Хлорорганические пестициды (γ-ГХЦГ, α-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и сероводород не были выявлены. Концентрация биогенных элементов не превышала нормативов. Расчет ИЗВ выполнен по среднегодовой концентрации НУ, NH₄, NO₂ и растворенного кислорода. По ИЗВ (0,47) качество воды взморья рукава Протока по сравнению с предыдущим годом (ИЗВ=0,34) не изменилось и оценивалось как «чистые», при этом значение ИЗВ заметно увеличилось.

Устьевая область р. Кубань (гирла лиманов). Соленость вод устьевой области изменялась в широком диапазоне 0,27-14,87‰. Средняя за год соленость составила 6,56‰, что на 43% больше прошлой (4,59‰). Максимальная концентрация НУ составила 0,071 мкг/дм³ (1,42 ПДК); среднегодовая 0,036 мкг/дм³ (0,72 ПДК) меньше прошлой значения 0,042 мкг/дм³ (0,84 ПДК). Концентрация биогенных элементов (аммонийного азота, нитритов, нитратов и фосфатов) не превышала ПДК. Среднегодовая концентрация растворенного кислорода составила 8,37 мгО₂/дм³, среднее насыщение 98%. Содержание кислорода во всех пробах в прилегающих к устьям лиманов участкам было выше норматива, минимальное значение составило 6,25 мгО₂/дм³. Сероводород не был выявлен. Расчет ИЗВ выполнен по среднегодовой концентрации НУ, NH₄, NO₂ и растворенного кислорода. В 2024 г. по ИЗВ (0,64) воды гирл лиманов относятся к «чистым», что соответствует уровню предыдущего года.

Крым. Керченский пролив. В северной узости пролива на разрезе между портами Крым и Кавказ диапазон и средние значения температуры в водах пролива составили 16,2-27,6°C. Соленость изменялась в пределах 14,49-17,7‰, в среднем 16,3‰, что на 1,2‰ больше показателя предыдущего года, и на 0,1‰ больше значений 2022 г. (рис. 3.59). Это значение стало самым высоким за историю наблюдений, продолжив многолетний тренд на увеличение солености в водах пролива. Водородный показатель изменялся в пределах 7,93-8,32/8,16 ед.рН; щелочность - 2,602-2,940/2,794 мг-экв/дм³.

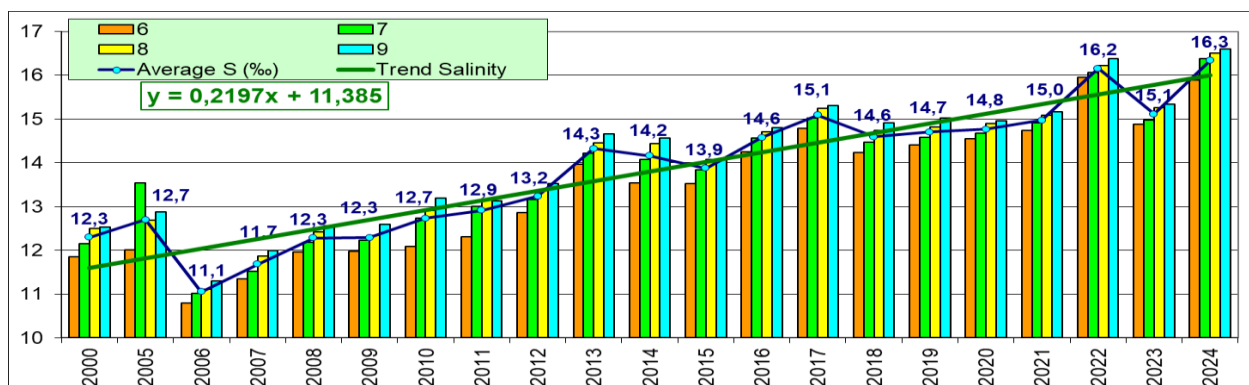


Рис. 3.59. Многолетняя динамика солености (‰) на станциях разреза Крым-Кавказ в 2000-2024 гг.

Значения концентрации биогенных элементов (мкг/дм³): фосфатный фосфор P-PO₄ 4,6-13,8/8,0; общий фосфор P_{total} 13-42/22,8; силикаты в пересчете на кремний Si-SiO₄ 140-580/320; аммонийный азот N-NH₄ 14-37/21,0; нитритный азот N-NO₂ 5,0-12,0/7,0 (0,3 ПДК); нитратный азот N-NO₃ 7-28/13,7 мкг/дм³. В целом содержание биогенных элементов в водах пролива было в пределах естественной межгодовой изменчивости.

Содержание нефтяных углеводородов, которые являются основным загрязнителем вод пролива, несколько снизилось по сравнению с предыдущим годом, однако сохранилось выше предыдущих лет (рис. 3.60). Средняя концентрация составила 0,062 мг/дм³ (1,2 ПДК), максимальная 0,380 мг/дм³ (7,6 ПДК). Значения концентрации выше предельно допустимой фиксировались в 69 пробах за весь период наблюдений (54%). В среднем содержание НУ в поверхностном слое было на 0,004 мг/дм³ меньше придонного. Сезонная динамика в 2024 г. повторила многолетние тенденции. Концентрация СПАВ варьировала в диапазоне 9-21 мкг/дм³, в среднем 17,2 мкг/дм³ (0,2 ПДК), что примерно соответствует показателю 2023 г. и почти вдвое превышает значения 2022 г. Содержание фенолов было ниже предела обнаружения во всех пробах. Хлорорганические пестициды (ДДТ, ДДД) были выявлены в четырех из 20 проанализированных проб. Средняя концентрация ДДД (нг/дм³) составила 0,14, максимальная 1,57 (0,1 ПДК). Альдрин был выявлен в шести пробах (0,53-1,47, до 0,2 ПДК). Изомеры линдана α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ, гептахлор и полициклические хлорированные бифенилы (ПХБ) не были выявлены. Концентрация растворенного в воде кислорода была во всех пробах выше установленного норматива минимально безопасного содержания и варьировала в пределах 6,12-9,47 мгО₂/дм³, в среднем 7,78 мгО₂/дм³. Индекс загрязненности вод пролива, рассчитанный по средней концентрации нефтяных углеводородов, нитритов, СПАВ и кислорода, составил 0,62, что позволяет отнести район,

как и в предыдущем году (ИЗВ=0,73), к «чистым». В целом по сравнению с предыдущим годом, состояние вод Керченского пролива несколько улучшилось.

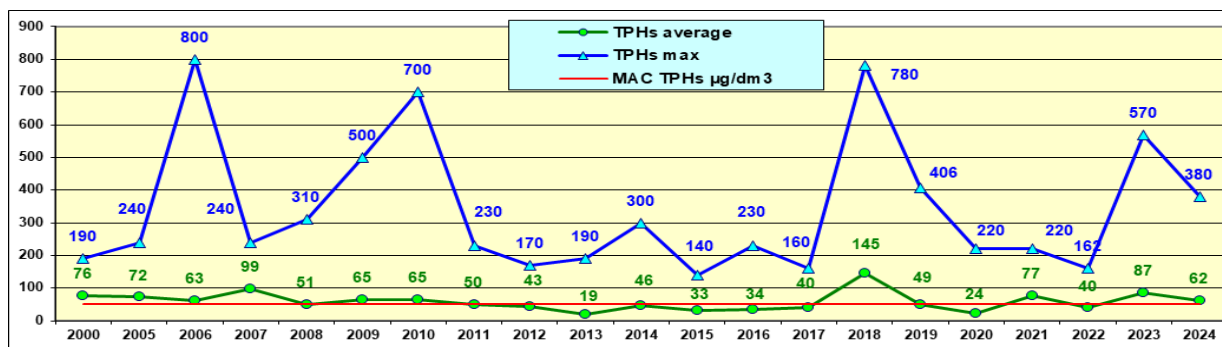


Рис. 3.60. Многолетняя изменчивость содержания нефтяных углеводородов (мкг/дм³) в водах Керченского пролива.

Черное море

Крым. Порт Ялта. В течение года в кутовой части порта Ялта с глубиной 6 м было отобрано 72 пробы морской воды из поверхностного и придонного слоев. Диапазон и средние значения стандартных гидрохимических параметров морских вод составили: температура 9,1-26,2°C; соленость 9,594-19,022‰, в среднем 17,192‰; два случая значительного (менее 12‰) распреснения вод в кутовой части порта вблизи устья реки Дерекойка пришлось на половодье в начале апреля (минимум) и в конце мая (11,287‰); хлорность 5,31-10,54/9,55‰; водородный показатель 7,73-8,34/8,11 ед.рН. На щелочность и разные формы биогенных элементов было проанализировано 24 пробы, диапазон концентрации и средние значения (мкг/дм³): щелочность 2,921-3,410/3,241 мг-экв/дм³; фосфаты P-PO₄ 3,0-91,0/17,8 (max 3,64 ПДК, зафиксирован на поверхности в середине сентября; средняя в 1,7 раза выше прошлогодней); общий фосфор 14-148/59,6 (на прошлогоднем уровне); силикаты 106-1777/564 (увеличение в 1,2 раза); аммонийный азот N-NH₄ 5-34/12,8 (уровень прошлогоднего); нитритный азот N-NO₂ 2,0-19,8/5,0 (увеличение в 1,4 раза, max 0,83 ПДК); нитратный азот N-NO₃ 22-885/233 мкг/дм³ (увеличение в 1,5 раза). Диапазон значений гидрологических параметров и концентрации биогенных элементов в целом соответствовал многолетним величинам без значительных колебаний, за исключением общего фосфора.

Содержание нефтяных углеводородов в водах акватории морского пассажирского порта изменялось от аналитического нуля до 0,59 мг/дм³ (значимые концентрации наблюдались с конца августа, max зафиксирован в конце декабря у дна). Средняя за год концентрация НУ составила 0,023 мг/дм³, что ниже прошлогоднего в 1,6 раза (рис. 3.61).

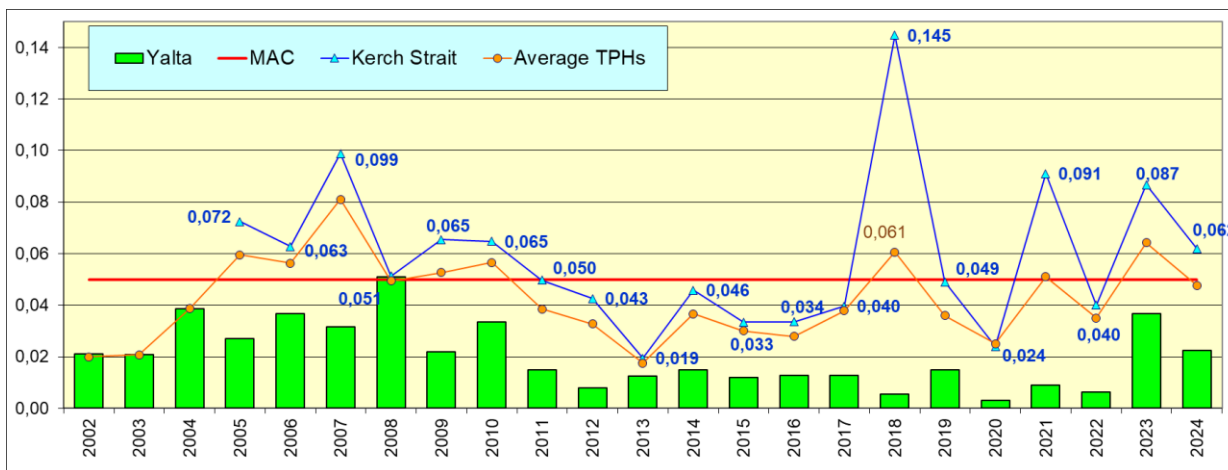


Рис. 3.61. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Крыма.

Средняя концентрация СПАВ в водах порта немного уменьшилась до 7,8 мкг/дм³; диапазон значений от аналитического нуля до 33 мкг/дм³ (0,3 ПДК). Фенолы не были выявлены. Из хлорорганических пестицидов ДДТ не был зафиксирован; его метаболит ДДЕ зафиксирован в 8 пробах из 24 и достигал 3,31, в среднем 0,47 нг/дм³ (уменьшение в 1,6 раза); ДДД выявлен в половине проб и его концентрация достигала 2,74 (0,31 ПДК, 17 сентября), в среднем (0,67 нг/дм³) в 3,2 раза ниже прошлогоднего. Пестициды группы ГХЦГ и альдрин не были выявлены. Содержание полихлорбифенилов в водах порта было ниже предела определения в 19 пробах, в остальных достигало 4,38 (0,44 ПДК), в среднем 0,61 нг/дм³. Содержание гептахлора было ниже предела обнаружения, а в остальных достигало 4,67 (0,5 ПДК), средняя 2,08 нг/дм³. Значения растворённого в воде кислорода были немного меньше среднеемноголетних и варьировали в широком диапазоне 5,87-10,02 мгО₂/дм³; средняя величина (8,04 мгО₂/дм³) на 1,5% меньше прошлогодней. Процент насыщения вод кислородом был практически на уровне прошлого года и варьировал в диапазоне 76-109%, в среднем 91,1% насыщения. Комплексный индекс загрязнённости вод (ИЗВ=0,44), рассчитанный по средней концентрации нефтяных углеводородов (0,45), гептахлора (0,21), фосфатов (0,36) и кислорода (0,75) по сравнению с 2023 г. немного снизился за счет НУ и позволяет оценить воды морского пассажирского порта Ялта как «чистые».

Район Анапа-Туапсе. В прибрежных водах в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе в 2024 г. диапазон и средние значения стандартных гидрохимических параметров и концентрации биогенных элементов (мкг/дм³) составили: температура 9,0-28,0/18,2°C; соленость 15,13-19,47/18,24‰; водородный показатель 7,93-8,78/8,50 ед.рН; щелочность 1,158-3,612/3,025 мг-экв/дм³; фосфора фосфатов P-PO₄ 0-88,2/5,9; силикаты 16,1-327,1/136,7; аммонийный азот N-NH₄ 0-159,0/95,9; нитритный азот N-NO₂ 0-24,0/3,3; нитраты не определялись. В отдельных районах побережья параметры отличались в целом незначительно (табл. 3.12).

Таблица 3.12. Средние и максимальные значения параметров в прибрежных районах Северного Кавказа в 2024 г.

Район	S, ‰	Щелочность, мг-экв/дм ³	O ₂ , мг/дм ³	pH	PO ₄ , мкг/дм ³	SiO ₂ , мкг/дм ³	NH ₄ , мкг/дм ³	NO ₂ , мкг/дм ³
Анапа	18,724	3,121	9,69	8,51	1,32	143,50	105,70	2,02
	19,350	3,346	7,36	8,63	7,00	207,00	132,00	5,80
Новороссийск	18,486	3,295	9,80	8,55	0,94	126,82	103,70	2,54
	19,350	3,49	9,26	8,67	6,70	218,00	141,00	5,80
Геленджик	18,546	3,280	9,54	8,52	1,86	135,22	109,91	2,81
	19,200	3,424	8,91	8,61	9,10	275,00	135,00	5,50
Туапсе	17,817	2,678	9,89	8,48	14,89	139,82	75,43	4,64
	19,470	3,612	7,51	8,78	88,20	327,10	159,00	24,00

* - Для растворенного кислорода приводятся средние и минимальные значения

В водах районов Северного Кавказа концентрация нефтяных углеводородов варьировала от значений ниже предела обнаружения (DL=0,02 мг/дм³) в 39 пробах из 149, а в остальных достигала 0,34 мг/дм³ (6,8 ПДК, 15 ноября на штормовой станции в порту Туапсе). Средняя величина составила 0,030 мг/дм³. Превышение ПДК установлено в 15% проб, основное количество которых относится к району Туапсе. В последние несколько лет средняя концентрация НУ стабилизировалась примерно на уровне 0,4 ПДК (рис. 3.62). Содержание СПАВ выше аналитического нуля (от 1,0 до 2,1 ПДК) было выявлено исключительно в пробах порта Туапсе: превышение норматива было отмечено в каждой второй пробе. Содержание хлорорганических пестицидов групп ДДТ и ГХЦГ было ниже предела обнаружения (DL=2 нг/дм³) во всех пробах. Определяемый на фоновых станциях показатель БПК₅ (всего 16 проб в 2024 г.) в среднем составил 1,50 мгО₂/дм³, максимум 1,72 мгО₂/дм³ (0,82 ПДК) был отмечен в трех пробах у Анапы, Новороссийска и Туапсе в июле. Растворенная в воде ртуть была выявлена в 28 пробах побережья, в которых средняя концентрация достигала 0,19 ПДК, а максимальная (0,49 ПДК) была отмечена 15 апреля на станции в порту Туапсе. Определяемое на фоновых станциях содержание железа в 16 пробах варьировало в диапазоне 20-47, в среднем составив 32 мкг/дм³ (0,64 ПДК). Значения растворенного в воде кислорода изменялось в пределах 7,36-14,87 мгО₂/дм³, что в среднем по акватории близко к значениям прошлых лет - 9,78 мгО₂/дм³.

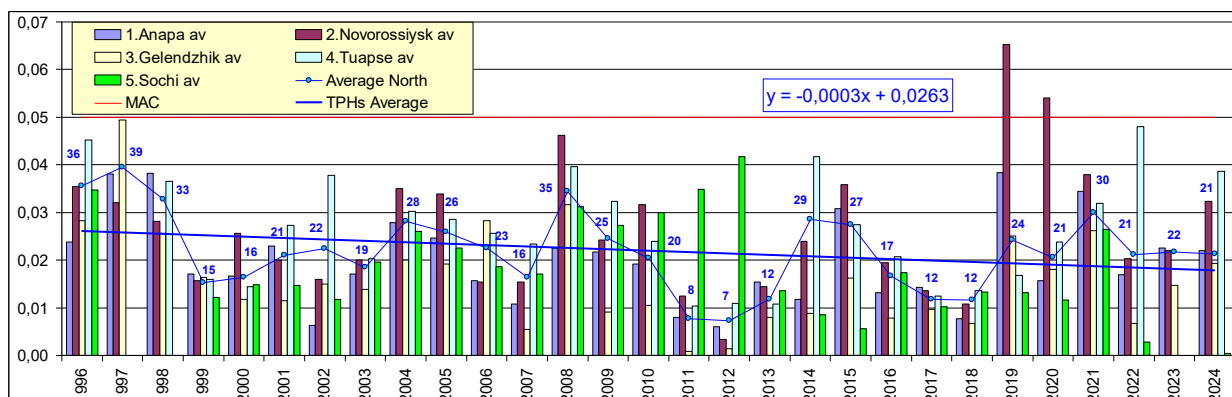


Рис. 3.62. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Кавказа в 1996-2024 гг. Район Туапсе в 2023 г. на графике исключен (значение 0,379 мг/дм³). Сокращения: Average North - средняя величина в северной части Кавказского побережья; ПДК - предельно допустимая концентрация (ПДК).

Индекс загрязненности вод побережья демонстрирует улучшение качества вод в районах Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе за последние несколько лет. Более высокое значение в районе порта Туапсе связано с повышенной средней концентрацией НУ и ртути (табл. 3.13).

Таблица 3.13. Качество вод по ИЗВ для районов Кавказского побережья в 2024 г.

Район	ИЗВ	класс	Приоритетные ЗВ
1. Анапа	0,30	II	НУ 0,44; NO ₂ 0,08; Hg 0,07; O ₂ 0,62
2. Новороссийск	0,38	II	НУ 0,65; NO ₂ 0,12; Hg 0,11; O ₂ 0,63
3. Геленджик	0,30	II	НУ 0,39; NO ₂ 0,11; Hg 0,09; O ₂ 0,61
4. Туапсе	0,49	II	НУ 0,77; PO ₄ 0,30; Hg 0,27; O ₂ 0,61

Район Сочи-Адлер. В прибрежных водах между устьями рек Мзымта и Сочи диапазон и средние значения стандартных гидрохимических параметров составили: температура 8,9-28,2/18,4°C; соленость 13,87-27,21/23,53‰; водородный показатель 7,0-8,9/8,3 ед.рН; щелочность 1,81-3,18/2,84 мг-экв/дм³. Пределы и среднее содержание

биогенных элементов (мкг/дм³): фосфор фосфатов P-PO₄ от значений ниже предела обнаружения 0,50 мкг/дм³ в 11 пробах из 64 до 40,50 мкг/дм³ / в среднем 4,5 мкг/дм³; фосфор общий 0-73,91/21,81 мкг/дм³; силикаты 0-1223/132 мкг/дм³; аммонийный азот N-NH₄ 0-46,55/4,43 мкг/дм³; нитритный азот N-NO₂ 0-11,83/1,84 мкг/дм³; нитратный азот N-NO₃ 0-283/17,6 мкг/дм³. Содержание фосфора фосфатов несколько возросло по сравнению с предыдущим годом, когда наблюдалось заметное снижение. Содержание аммонийного и нитратного азота немного снизилось, а нитритного возросло более чем в 2 раза.

Содержание СПАВ в водах района было ниже предела обнаружения (5 мкг/дм³) во всех пробах. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ варьировало в диапазоне 0,11-3,88 мг/дм³ (1,85 ПДК) при среднем значении 0,78 ПДК. Содержание взвешенных веществ находилось в пределах 0,0-2,05/0,1,19 мг/дм³, а максимальное значение по сравнению с предыдущим годом снизилось в 4 раза. 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 выше предела обнаружения (DL=0,02 мкг/дм³) была в 56 пробах из 64, при среднем содержании 1,77 мкг/дм³ (0,18 ПДК). Максимальное значение содержания свинца (4,50 мкг/дм³, 0,45 ПДК) уменьшилось более чем в три раза по сравнению с предыдущим годом (рис. 3.63). Железо было отмечено во всех пробах: диапазон 7,42-53,00 мкг/дм³ (1,06 ПДК) при средней концентрации 19,54 мкг/дм³ (0,39 ПДК), что примерно соответствует уровню предыдущего года. Значения растворённого в воде кислорода варьировали в пределах 7,23-13,68 мгО₂/дм³, составив в среднем 9,95 мгО₂/дм³.

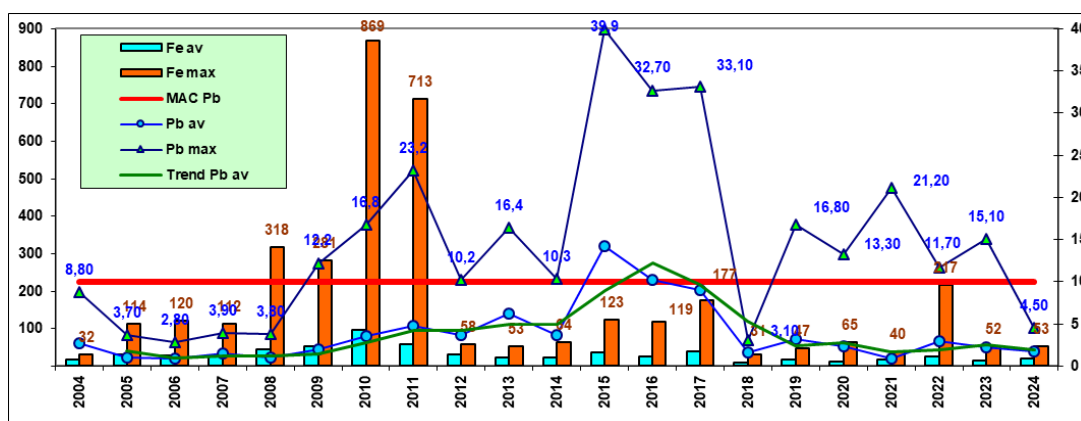


Рис. 3.63. Средняя и максимальная концентрация железа и свинца (мкг/дм³) в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2004-2024 гг. Сокращения: Fe av - средняя концентрация железа; Fe max - максимальная концентрация железа; MAC Pb - ПДК свинца; Pb av - средняя концентрация свинца; Pb max - максимальная концентрация свинца; Trend Pb av - тренд средней концентрации свинца.

По индексу загрязненности качество вод района Адлер-Сочи (ИЗВ=0,49) позволяет оценить как «чистые», в последние годы продолжилась тенденция к улучшению качества воды (рис. 3.64).

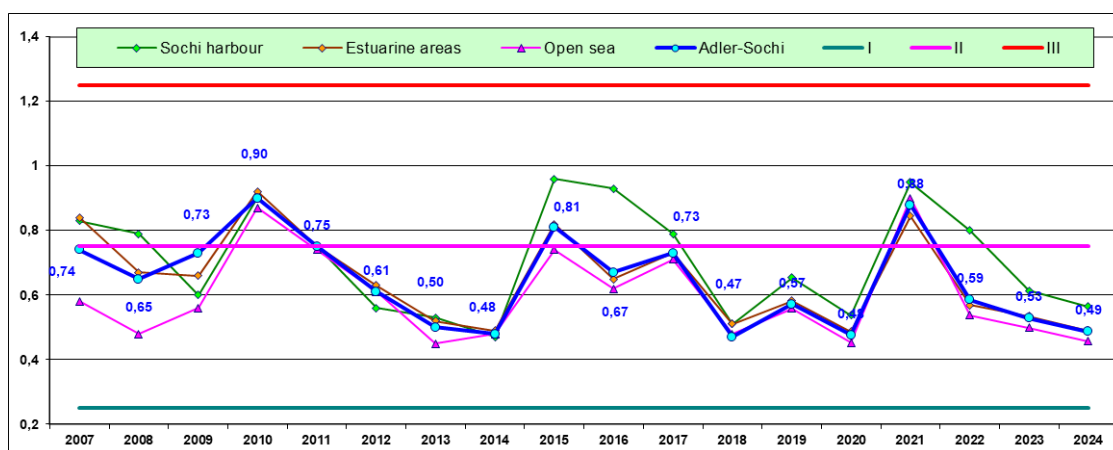


Рис. 3.64. Многолетняя динамика значений индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных водах района Адлер-Сочи в 2007-2024 гг. Sochi harbour - порт Сочи, Estuarine areas - эстуарные районы, Open sea - открытое море, Adler-Sochi - среднее по району Адлер-Сочи.

Балтийское море

Невская губа. Центральная часть губы. В 2024 г., как и в предыдущие годы, при оценке качества вод Невской губы были использованы значения ПДК для пресных вод. Стандартные гидрохимические параметры вод в целом находились на уровне прошлых годов. Кислородный режим был удовлетворительным (среднее содержание растворенного кислорода 9,50 мгО₂/дм³, насыщение вод 92,1%, значения ниже допустимого норматива 6,00 мгО₂/дм³ были отмечены в пяти пробах на поверхности и на глубине 4 м с июня по сентябрь на одной станции западнее точки сброса вод с Северной станции аэрации, минимальная величина 5,29 мгО₂/дм³). Диапазон концентрации биоогенных веществ (мкг/дм³) в слое поверхность-дно составил: азот аммонийный N-NH₄ 0-1023 (2,6 ПДК) / в среднем 82,1; азот нитритов N-NO₂ 0-93,3 (3,9 ПДК, максимальное значение с 2016 г.)/11,9; азот нитратов N-NO₃ 22-589/207,6

(минимальное значение с 2007 г.); фосфатный фосфор $P-PO_4$ 0-81,2 (1,6 ПДК)/6,7; общий фосфор 0-98,3/13,9. Среднее содержание органических веществ по БПК₅ 0-6 (2,9 ПДК)/1,43 и концентрация других биогенных и органических веществ в целом соответствуют среднемноголетним значениям. Во всей Невской губе нефтяные углеводороды были отмечены только в одной пробе с концентрацией 0,007 мг/дм³, фенолы и СПАВ не были выявлены.

Содержание металлов в водах района находилось в диапазоне (мкг/дм³): медь 2,7-27,8 (27,8 ПДК)/ средняя 9,4 (9,4 ПДК); цинк 0,7-99,4 (9,9 ПДК, максимальное значение с 2012 г.)/30,9 (3,09 ПДК); марганец 0-57 (5,7 ПДК)/9,9; железо 0-217 (2,17 ПДК)/66,6; алюминий 2,5-65,4 (1,6 ПДК)/22,5 (рис. 3.65). Содержание железа по сравнению с многолетним уровнем уменьшилось, основной вклад в загрязнение вод Центральной части Невской губы вносили медь, цинк и марганец. Расчет, выполненный по средним значениям этих металлов, позволяет оценить воды Центральной части губы как «очень грязные» (ИЗВ=3,54). Это худший показатель за все время исследования.

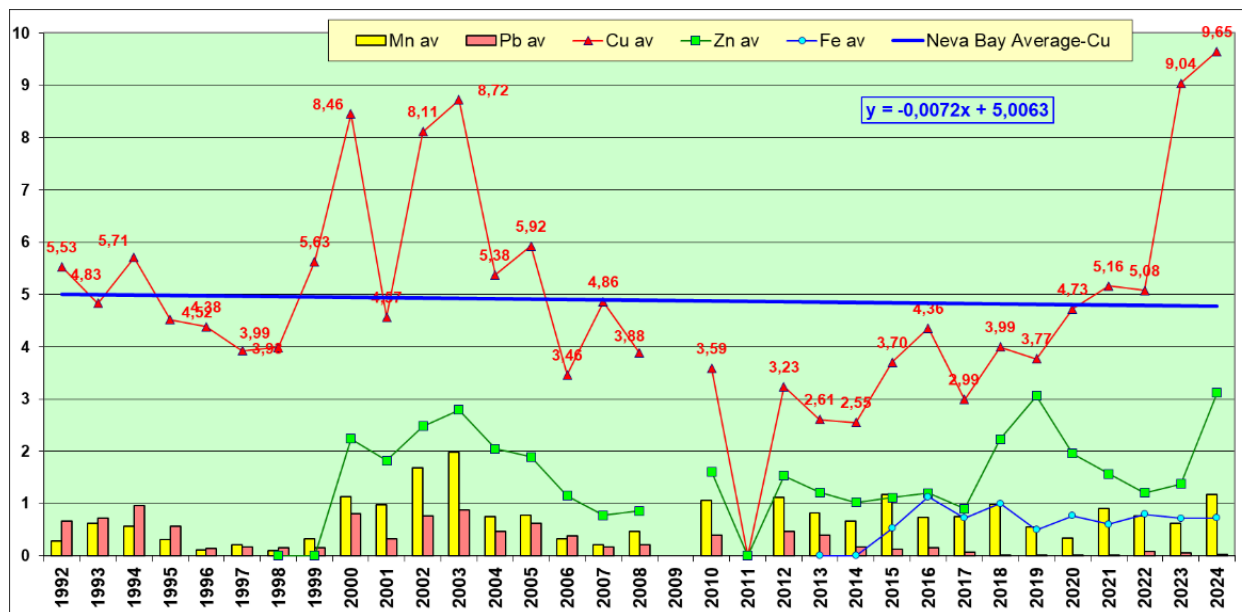


Рис. 3.65. Многолетняя динамика средней концентрации тяжелых металлов (в ПДК) в водах Невской губы в 1998-2024 гг.

Северный и Южный курортные районы. Стандартные гидрохимические параметры вод, кроме содержания кислорода, соответствовали многолетней динамике. Среднее содержание растворенного кислорода составило 9,80 мгО₂/дм³ и стало минимальным с 2006 г., что было обусловлено двумя значениями ниже норматива - 3,62 и 5,29 мгО₂/дм³ у Стрельны в июле и сентябре. Насыщение вод составило 102,5%, что немного меньше прошлогодних значений. Содержание биогенных веществ составило (мкг/дм³): азот аммонийный N-NH₄ 0-965 (2,5 ПДК, максимальное значение с 2008 г.), среднее содержание 104,3; азот нитритов N-NO₂ 4,6-96,1 (4 ПДК, максимальное значение с 2009 г.)/25,0; азот нитратов N-NO₃ 16-867 (максимальное значение с 2003 г.)/215,1; фосфатный фосфор P-PO₄ 0-261,8 (5,2 ПДК)/20,6 (максимальное значение стало наибольшим за весь период наблюдений). Концентрация легко окисляемых органических веществ по БПК₅ также превышала прошлогодние значения и варьировала от 1,8 до 11,3 (5,4 ПДК), при среднем 3,9 мгО₂/дм³ (1,9 ПДК). Содержание биогенных и органических веществ было на порядок выше средних многолетних значений. Концентрация нефтяных углеводородов, СПАВ и фенолов во всех пробах была ниже предела обнаружения использованной методики анализа.

Содержание металлов в водах района находилось в диапазоне (мкг/дм³): меди 6-26,6/ средняя 12,8 (12,8 ПДК); цинка 6,2-73,0/32,2 (3,2 ПДК); марганца 0-126/14,3 (1,4 ПДК); алюминия 11,1-47,5 (1,2 ПДК)/24,8 мкг/дм³. Основной вклад в загрязнение вод Северного и Южного курортного районов вносили медь, цинк, БПК₅ и все биогенные соединения. Индекс загрязнения вод ИЗВ (6,01) для Северного курортного района вырос за последние пять лет в 2,8 раз, а ИЗВ (4,16) для Южного курортного района вырос в 2 раза, что позволяет оценить воды районов как «очень грязные». Эти показатели худшие за последние годы наблюдений.

Морской торговый порт. Средняя температура воды (11,6°C) показала максимальное значение за весь период наблюдений. Остальные гидрохимические параметры вод находились на уровне прошлогодних значений. Кислородный режим вод был удовлетворительным, и случаев дефицита кислорода зафиксировано не было. Превышение ПДК для азота нитритов N-NO₂ было отмечено в трех пробах, диапазон концентрации составил 1,3-67,4 (2,8 ПДК), при среднем 15,1 мкг/дм³; для БПК₅ в одной пробе марта (1,2 ПДК). Остальные показатели по биогенным и органическим загрязняющим веществам были в пределах допустимых значений и соответствовали многолетнему уровню. Содержание нефтяных углеводородов, фенолов, СПАВ выявлено не было.

Содержание металлов в водах района находилось в диапазоне (мкг/дм³): медь 3,1-18,8 (18,8 ПДК)/средняя 10 (10 ПДК); цинк 16-61,2 (6,1 ПДК)/30,6; марганец 1-142 (14,2 ПДК)/16,6; железо 51-141 (1,41 ПДК)/85,7; алюминий 20,7-40,8/29,1 мкг/дм³. Содержание цинка и марганца в сравнении с многолетним уровнем увеличилось. Основной вклад в загрязнение вод Морского торгового порта вносили медь (8,96), цинк (3,06) и марганец (1,66). Индекс загрязнения вод ИЗВ (3,57) позволяет оценить воды этого района как «очень грязные». Этот показатель стал самым высоким за последние годы исследований.

Северная станция аэрации. Стандартные гидрохимические показатели вод Северной станции аэрации находились на уровне прошлогодних значений. Значение температуры (14,22°C) и щелочности (0,64 ммоль/дм³) немного

превысили средние показатели за последние пять лет. Отмечается понижение содержания растворенного кислорода (в среднем 7,49 мгО₂/дм³) и уровня насыщения вод (68,86%). Как и в предыдущие годы, на Северной станции аэрации отмечается сильное загрязнение биогенными элементами. Диапазон концентраций составил (мкг/дм³): азот аммонийный N-NH₄ 623 (1,6 ПДК)-1882 (4,8 ПДК)/993,6 (2,6 ПДК); азот нитритов N-NO₂ 14,6-610,8 (25,5 ПДК)/82,7 (3,4 ПДК); азот нитратов N-NO₃ 133-1059/334,9; фосфатный фосфор P-PO₄ - 18,8-129 (2,6 ПДК)/61,4 (1,2 ПДК); общий фосфор 37,7-140,4/79,8; органические вещества по БПК₅ 3,3 (1,6 ПДК)-7,7 (3,7 ПДК)/5,4 (2,6 ПДК). Среднее содержание органических веществ по БПК₅ стало максимальным за все время наблюдений. Нефтяные углеводороды были выявлены в незначительном количестве 7-9 мкг/дм³, фенолы и СПАВ не были выявлены.

Содержание металлов в водах района находилось в диапазоне (мкг/дм³): медь 4,3-14,8 (14,8 ПДК)/средняя 8,6; цинк 6,8-63,3 (6,33 ПДК)/33,2 (3,32 ПДК); марганец 1,2-83 (8,3 ПДК)/29,65 (3 ПДК); железо 27-227 (2,3 ПДК)/105; алюминий 12,1-40/20,9 мкг/дм³. Среднее содержание цинка, железа и марганца за последние пять лет увеличилось, что наравне с биогенными элементами вносит большой вклад в загрязнение вод Северной станции аэрации. Индекс загрязнения вод ИЗВ (4,04) позволяет оценить воды этого района как «очень грязные». За последние пять лет исследований этот показатель стал наибольшим.

В целом в 2024 г. отмечается тенденция к увеличению показателей загрязняющих веществ, что говорит об ухудшении экологического состояния и устойчивости вод Невской губы к загрязнению. Основным загрязняющим элементом стала медь, в среднем в 9,65 раз превышающая допустимые показатели, а также цинк (3,11), марганец (1,18), нитриты и органические вещества по БПК₅. Общий индекс загрязненности Невской губы (ИЗВ=3,64) позволяет оценить воды как «очень грязные».

Финский залив

Курортный район мелководной зоны. В 2024 г. в курортном районе мелководной зоны диапазон и средние значения стандартных гидрохимических показателей и биогенных элементов (мкг/дм³) составили: температура 8,9-22,7/17,35°C; соленость 0,1-0,94/0,47‰; концентрация растворенного кислорода 7,74-12,0/9,38 мгО₂/дм³; насыщение вод кислородом 88,4-106,2/96,63%; водородный показатель 6,73-7,86/7,28 ед.рН; щелочность 0,48-0,77/0,59 ммоль/дм³; биогенные элементы (мкг/дм³): азот аммонийный N-NH₄ 0-433/80,33; азот нитритов N-NO₂ 3,4-25,5/11,29; азот нитратов N-NO₃ 21-352/148,92; фосфатный фосфор P-PO₄ 0-8,1/2,43; общий фосфор 5,6-20,7/14,05 (рис. 3.66). Среднее содержание органических веществ по БПК₅ стало максимальным за все время наблюдений (1,95 ПДК). Содержание нефтяных углеводородов, фенолов и СПАВ было ниже предела обнаружения.

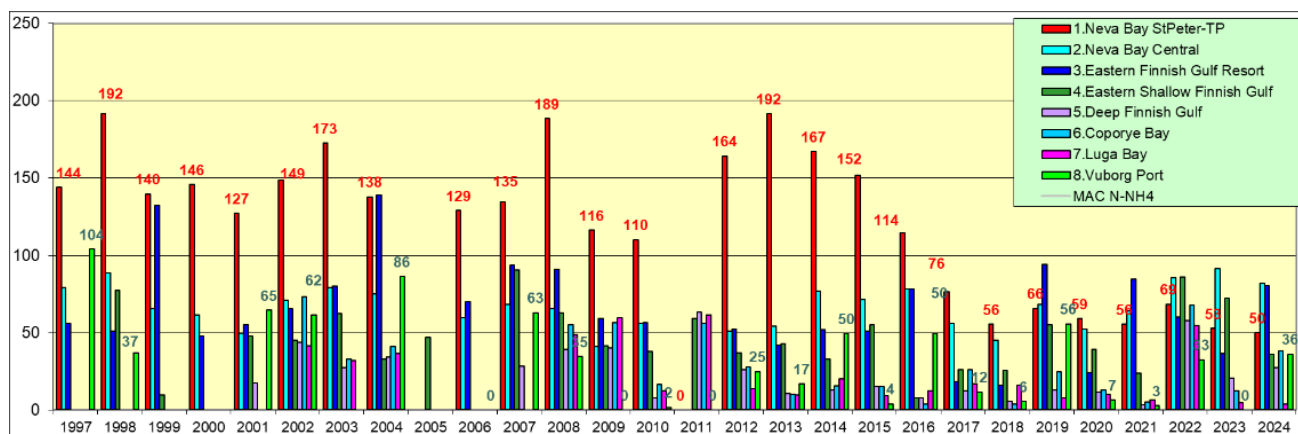


Рис. 3.66. Многолетняя динамика средней концентрации аммонийного азота N-NH₄ (мкг/дм³) в водах различных районов Невской губы и восточной части Финского залива.

Содержание металлов в водах района находилось в диапазоне/средняя (мкг/дм³): медь 6,2-16,2 (3,24 ПДК)/10,0; цинк 8,6-39,1/23,67; марганец 1-71,3 (1,4 ПДК)/19,65; железо 0-262 (5,24 ПДК)/60,33; алюминий 7,8-31/18,4 мкг/дм³. Содержание железа в сравнении с многолетним уровнем уменьшилось. Основной вклад в загрязнение вод курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива вносили медь, легкоокисляемые вещества по БПК₅ и железо. Индекс загрязнения вод ИЗВ (1,45) позволяет оценить воды этого района как «загрязненные». За последние пять лет исследований этот показатель стал наименьшим, что свидетельствует об улучшении состояния вод.

Мелководная и глубоководная зоны восточной части Финского залива. Стандартные гидрохимические параметры вод мелководной и глубоководной зон восточной части Финского залива находились на уровне прошлых лет. Кислородный режим был удовлетворительным и случаев дефицита кислорода зафиксировано не было. Средние значения водородного показателя (8,38 и 8,3 ед. рН для мелководной и глубоководной зон соответственно) немного превысили средние значения за последние десять лет.

Содержание биогенных веществ находилось в диапазоне/средняя (мкг/дм³): азот аммонийный N-NH₄ 0-111/30,86; азот нитритов N-NO₂ 1-94,7 (3,94 ПДК)/15,32; азот нитратов N-NO₃ 19-276/130,97; фосфатный фосфор P-PO₄ 0-97 (1,94 ПДК)/25,73. Металлы в водах района исследования в целом находились в пределах многолетней динамики и соответствовали следующим показателям (мкг/дм³): медь 5,4-13,4 (2,68 ПДК)/9,22 (1,84 ПДК); цинк 21,6-46,6/29,5; марганец 0-158,3 (3,2 ПДК)/44,28; алюминий 0-18,3/5,36 и свинец 0-4,7/1,02 (рис. 3.67). Содержание железа не было отмечено. Основной вклад в загрязнение вод мелководной и глубоководной зон восточной части Финского залива вносили медь, марганец, нитриты и фосфаты. Индекс загрязнения вод ИЗВ (1,14) позволяет оценить воды исследуемого района как «умеренно загрязненные», однако данное значение ИЗВ является худшим за последние годы исследований.

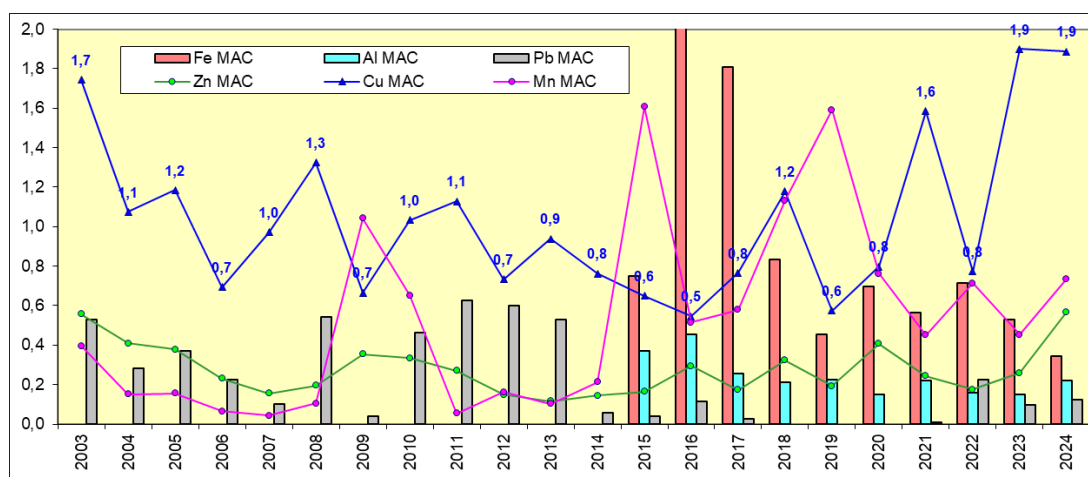


Рис. 3.67. Многолетняя динамика средней концентрации металлов (в ПДК) в водах восточной части Финского залива.

Копорская губа и Лужская губа. Стандартные гидрохимические параметры вод Копорской и Лужской губ находились на уровне прошлых лет. Кислородный режим был удовлетворительным, случаев дефицита кислорода не было зафиксировано. Превышение ПДК по биогенным и органическим загрязняющим веществам было зарегистрировано только для нитритов, где диапазон значений составил 2,4-72,8 мкг/дм³ (3,03 ПДК), а среднее 28,28 мкг/дм³ (1,18 ПДК), (рис. 3.68). В остальных случаях содержание биогенных элементов находилось на уровне прошлых лет, превышения ПДК не было выявлено. Содержание СПАВ, фенолов и нефтяных углеводородов было ниже предела определения.

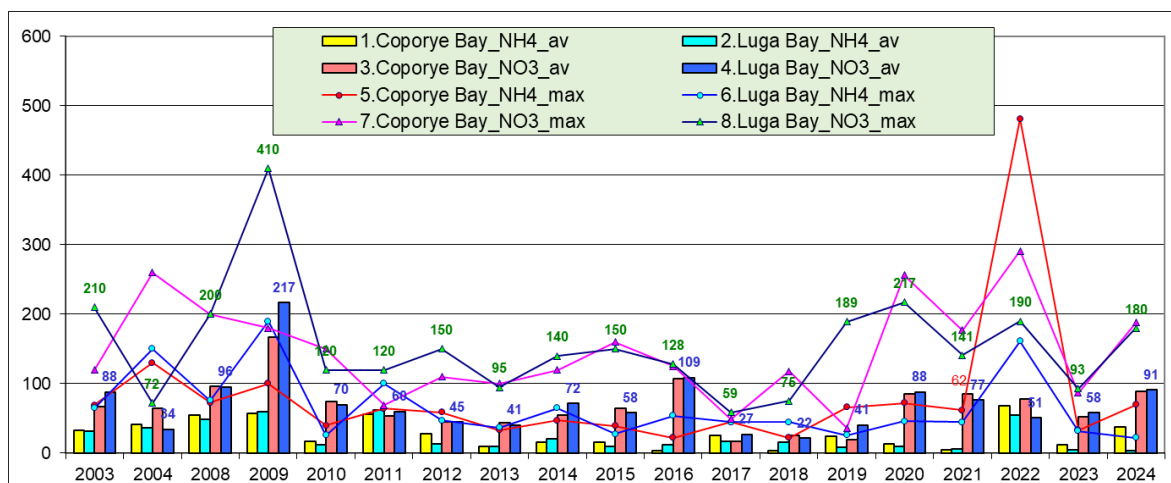


Рис. 3.68. Многолетняя динамика средней и максимальной концентрации аммонийного азота N-NH₄ и нитратов N-NO₃ (мкг/дм³) в водах Копорской и Лужской губ Финского залива.

Содержание металлов в водах района находилось в диапазоне/средняя (мкг/дм³): меди 6,6-15,5 (3,1 ПДК)/ 9,26 (1,85 ПДК); цинка 25,6-38,5/30,44; марганца 0-182,8 (3,64 ПДК)/44,66; алюминия 0-10/3,75. Содержание цинка было выше многолетних значений. Основной вклад в загрязнение вод Копорской и Лужской губ вносили медь, марганец, цинк и нитриты. Индекс загрязнения вод ИЗВ (1,13) для Копорской губы позволяет оценить воды как «умеренно загрязненные», а ИЗВ (1,30) для Лужской губы позволяет оценить воды как «загрязненные». Эти показатели худшие за последние годы наблюдений.

Белое море

Двинский залив. Значения температуры летом варьировали в диапазоне от -1,17,4°C до +19,83°C, соленость 4,89-28,28, средняя 23,7‰, значения pH 7,74-8,03/7,86. Прозрачность морских вод на гидрологических станциях составила 0,8-5,0 м. Содержание растворенного в воде кислорода в среднем составило 10,37 при диапазоне 8,35-12,27 мгО₂/дм³. Насыщение водных масс залива кислородом изменялось в пределах 90,0-100,0%. Минимальное значение (90,0%) было зарегистрировано в центре залива на поверхности. По сравнению с предыдущим годом среднегодовое насыщение водных масс залива кислородом как по глубине, так и по всей акватории моря несколько повысилось и составило 96%. Летом содержание форм азота и фосфора в воде Двинского залива было незначительным и не превышало установленных нормативов (мкг/дм³): нитриты 0,4-2,4/1,5, нитраты 5-69,97/31,53, аммонийный азот 1-98,6/15,34; фосфаты 1,56-12,04/6,3 (0,13 ПДК) и общий фосфор 5,62-29,48/17,2 мкг/дм³.

Содержание нефтяных углеводородов не превышало установленный норматив (0,05 мг/дм³) и изменялось от 0,003 до 0,012 мг/дм³. И среднее, и максимальное значение содержания НУ понизилось и стало минимальным за последние 6 лет (рис. 3.69).

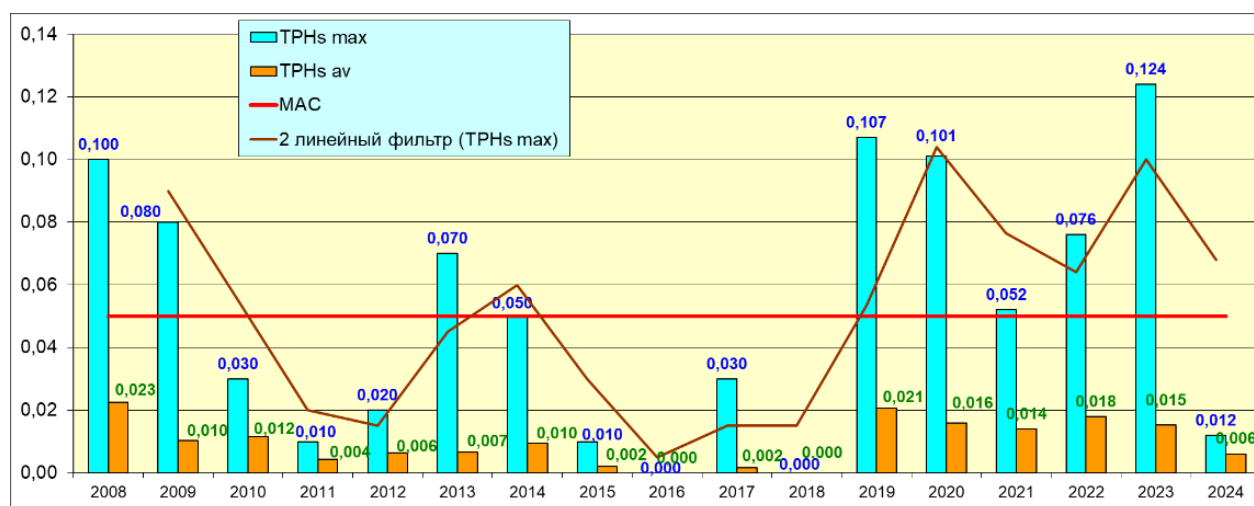


Рис. 3.69. Динамика средней и максимальной концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Двинского залива Белого моря в 2008-2024 гг.

Содержание АСПАВ в морской воде превышало установленный норматив (100 мкг/дм³) почти во всех пробах и изменялось в пределах 40-600 мкг/дм³, в среднем 280 мкг/дм³ (2,8 ПДК), что намного выше прошлогоднего значения (1,56 ПДК). С 2022 г. концентрация АСПАВ в среднем превышала норматив, а максимальные значения последние два года были на уровне 6 ПДК. Концентрация меди варьировала от аналитического нуля до 5,07 мкг/дм³ (5,1 ПДК). Среднее значение (1,01 мкг/дм³, 0,2 ПДК) стало выше прошлогоднего. В отличие от прошлого года свинец не был выявлен. Для расчета ИЗВ были использованы средние значения СПАВ (2,77), меди (0,2), фосфатов (0,13) и кислорода (0,56). Значение ИЗВ=0,92 соответствовало «умеренно загрязненным» водам.

Кандалакшский залив. В 2024 г. на водпосту на акватории Кандалакшского морского торгового порта значения температуры находились в диапазоне от -0,1°C в марте до 17,0 °C в июле; соленость 5,6-20,6‰. Водородный показатель варьировал в пределах 7,25-8,42 ед.рН, среднее значение 7,73 ед.рН. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось в диапазоне 7,03-15,24, составив в среднем 10,73 мгО₂/дм³ (2023 г. - 10,12 мгО₂/дм³) что свидетельствует об улучшении кислородного режима в порту по сравнению с 2022 г. (7,79 мгО₂/дм³). Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ изменялось от 0 до 18,9 (9,0 ПДК), максимум был зафиксирован в марте; в среднем 3,62 мгО₂/дм³ (1,72 ПДК). Значимая величина концентрации взвешенных частиц (5,3 мг/дм³) была отмечена только в середине июля.

Значения концентрации аммонийного азота находились либо на уровне аналитического нуля, либо в диапазоне 30-63 мкг/дм³, однако в марте превысили норматив для вод с соленостью <13‰ почти в 30 раз - 11664 мкг/дм³, из-за чего среднее составило 1965 мкг/дм³ (5,05 ПДК). Это больше прошлогоднего значения (4,7 ПДК). Очень высокая концентрация аммонийного азота также была отмечена в 2020, 2022 и 2023 гг.; средние за год составили 6,3, 2,26 и 4,7 ПДК соответственно. Нитриты находились в диапазоне 0,7-19,9 (0,83 ПДК)/4,6↓; нитраты 0-50/18,35 мкг/дм³ (на уровне 2023 г.); силикаты 359-3011/1332↑ (в 2023 г. - 746 мкг/дм³). Содержание фосфатов в марте многократно превысило установленную норму (1185 мкг/дм³, 23,5 ПДК), в мае снизилось до 59,3 (1,2 ПДК), а в остальных пробах варьировало в пределах 3,8-21,9 мкг/дм³. Среднее значение составило 215,4 мкг/дм³ (4,3 ПДК), что значительно превышает значение 2023 г. - 1,87 ПДК. Высокая концентрация фосфатов также была отмечена в 2020, 2022, 2023 гг.; средние за год составили 5,61, 1,87 и 1,85 ПДК соответственно.

Содержание НУ в водах порта изменялось в диапазоне 0,01-0,051 мг/дм³, максимум 1,02 ПДК был зафиксирован в марте. Средняя величина снизилась по сравнению с предыдущим годом и составила 0,019 мг/дм³ (0,37 ПДК). Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ не определялись, а содержание СПАВ было ниже предела обнаружения.

Концентрация растворенных форм тяжелых металлов (мкг/дм³) изменялась в пределах: медь 2,0-8,3, при среднем значении 4,0↓ (0,8 ПДК); железо 20-38/25,5↓ (0,51 ПДК); никель 0-2,1/0,4↓ (0,04 ПДК); марганец 7,6-20/7,5↓ (0,15 ПДК); цинк 13,7-48,3/28,1↑ (0,56 ПДК); содержание кадмия было ниже предела обнаружения, а в 2023 г. максимум составил 0,6 мкг/дм³; хром был выявлен в четырех пробах - максимум 3,6, средняя 1,7↓. Содержание свинца было выявлено в 1 пробе из 6, оно составило 3,5↑ (0,35 ПДК); ртути - в 2 пробах из 6, максимальная 0,012 мкг/дм³↑ (0,12 ПДК), в предыдущем году содержание свинца и ртути было ниже предела обнаружения. В целом, наблюдается уменьшение средней концентрации меди, железа, никеля, марганца, хрома, а цинка, свинца и ртути - повышение (рис. 3.70).

Несмотря на высокий фон содержания устойчиво приоритетных загрязняющих веществ - меди и железа, начиная с 2020 г. в качестве преобладающих загрязнителей выступают аммонийный азот и фосфаты. Это, скорее всего, является следствием бесконтрольного сброса загрязненных биогенными веществами вод на территорию Кандалакшского морского торгового порта, что резко ухудшает оценку качества вод. Для расчета индекса загрязненности вод использована средняя концентрация аммонийного азота (5,05), фосфатов (4,31), БПК₅ (1,72) и кислорода (0,59). Значение ИЗВ (2,91) позволяет характеризовать воды водпоста Кандалакша как «грязные».

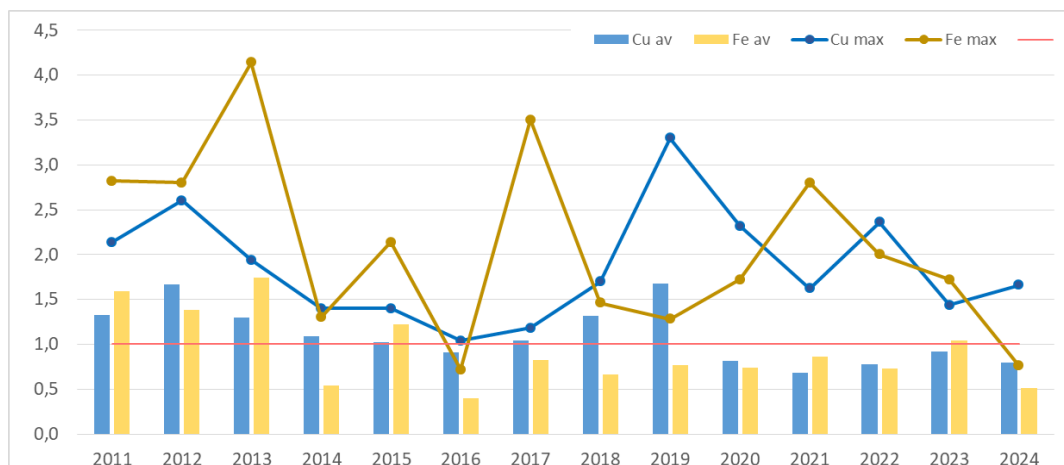


Рис. 3.70. Средняя и максимальная концентрация меди (Cu) и железа (Fe) в Кандалакшском заливе в 2011-2024 гг.

Баренцево море

Кольский залив. В 2024 г. на водпосту торгового порта г. Мурманска температура варьировала в пределах от -0,1°C до 17,0°C; соленость находилась в диапазоне 5,6-39,2‰, в среднем 14,9‰; значения водородного показателя 7,3-8,4 ед. pH; общая щелочность достигала 2,15 мг-экв/дм³ в марте. Среднее содержание взвешенных веществ в воде составило 0,9 мг/дм³, максимальное 5,3 мг/дм³ (0,5 ПДК). Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ сильно возросло в сравнении с прошлым годом, в марте значение достигло 18,9 мгО₂/дм³ (9 ПДК), при среднегодовом значении 3,6 мгО₂/дм³ (1,7 ПДК). Концентрация аммонийного азота также сильно возросла по сравнению с прошлым годом и изменялась в диапазоне 0-11664 мкг/дм³ (5,1 ПДК), максимум был отмечен в марте; нитритный азот изменялся в пределах 0,7-19,9/4,6 мкг/дм³, при этом концентрация нитратов в 2024 г. понизилась, диапазон значений находился в пределах 0-50,0 мкг/дм³, при среднем 18,4 мкг/дм³; силикаты составили 359-3011,3/1331,7 мкг/дм³. Содержание фосфатов в водах вблизи водпоста также возросло и изменялось в диапазоне 3,8-1185,0/215,4 мкг/дм³ (4,3 ПДК). Среднегодовая концентрация кислорода составила 11,3, пределы значений 9,10-15,15 мгО₂/дм³; насыщение вод кислородом варьировало в диапазоне 45,3-130,1%.

Концентрация нефтяных углеводородов (НУ) изменялась в диапазоне 0,007-0,160 мг/дм³; среднее за год - 0,062 мг/дм³ (1,25 ПДК). Содержание НУ, по сравнению с прошлым годом, немного повысилось, зафиксированная в 2020-2022 гг. тенденция снижения содержания НУ, начиная с 2023 г. нарушена (рис. 3.71). Синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ) в 2024 г. были ниже предела обнаружения методики анализа.

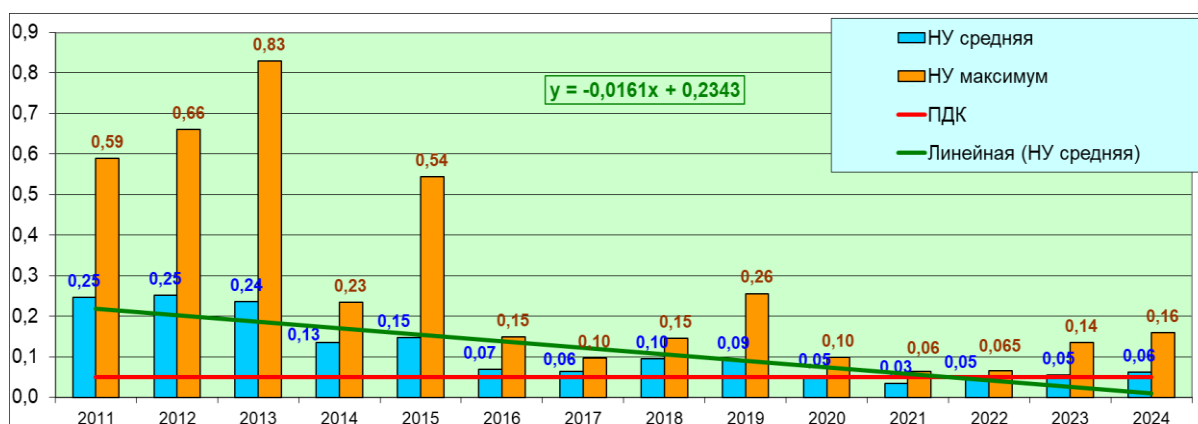


Рис. 3.71. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в торговом порту Мурманска в 2011-2023 гг.

Загрязнение тяжелыми металлами (мкг/дм³) по сравнению с предыдущим годом сохранилось примерно на том же уровне, значения для меди сохранились на уровне прошлого года - среднее значение составило 1,6 (0,32 ПДК), максимальное составило 3,0 (0,6 ПДК), против прошлогоднего значения 2,9; марганец 7,5/20,0 (0,4 ПДК, повышение в 2 раза); концентрация железа понизилась 25,4/37,6 (0,7 ПДК), никель 0,4/2,1 (0,21 ПДК) - немного ниже, в сравнении с прошлым годом, значения свинца составили 0,6/3,5 (0,35 ПДК). Возросло содержание цинка почти в 1,5 раза - 28,1/38,3 (0,76 ПДК). Концентрация кадмия и ртути, как и в прошлом году, была ниже предела обнаружения. Приоритетными загрязнителями в 2024 г. стали нефтяные углеводороды, цинк и фосфаты. По индексу загрязненности вод ИЗВ (0,74) качество морских вод в районе водпоста в торговом порту г. Мурманска по сравнению с предыдущим годом улучшилось и оценивается как «чистые» (в 2023 г. по ИЗВ =0,77 как «умеренно загрязненные»).

Гренландское море (Шпицберген)

В августе 2024 г. в восточной части акватории залива Гренфьорд у пос. Баренцбург и в заливе Биллефьорд у пос. Пирамида в морской воде определялись основные гидрохимические показатели содержания большого спектра

загрязняющих веществ. Концентрация фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), а также пестицидов группы ДДТ и их метаболитов ДДЭ и ДДД, гексахлорбензола, других хлорорганических пестицидов и полихлорированных бифенилов (ПХБ) в водах обследованных акваторий была ниже предела чувствительности используемых методов химического анализа. Максимальное содержание легко окисляемых органических веществ по БПК₅ в заливе Гренфьорд составило 8,04 мгО₂/дм³ (3,8 ПДК), в заливе Биллефьорд - 4,86 мгО₂/дм³ (2,3 ПДК), что существенно выше значений предыдущих лет (рис. 3.72). Концентрация растворённого кислорода в заливах в среднем составила 11,89 мгО₂/дм³, диапазон 10,69-13,05 мгО₂/дм³. Концентрация аммонийного азота в водах заливов, как и в прошлом году, была ниже предела определения использованной методики анализа. Содержание нитритного азота в водах залива понизилось и изменялось в пределах 0-0,67 мкг/дм³; фосфатов в водах залива Гренфьорд достигало 4,30 мкг/дм³, в заливе Биллефьорд было равным аналитическому нулю.

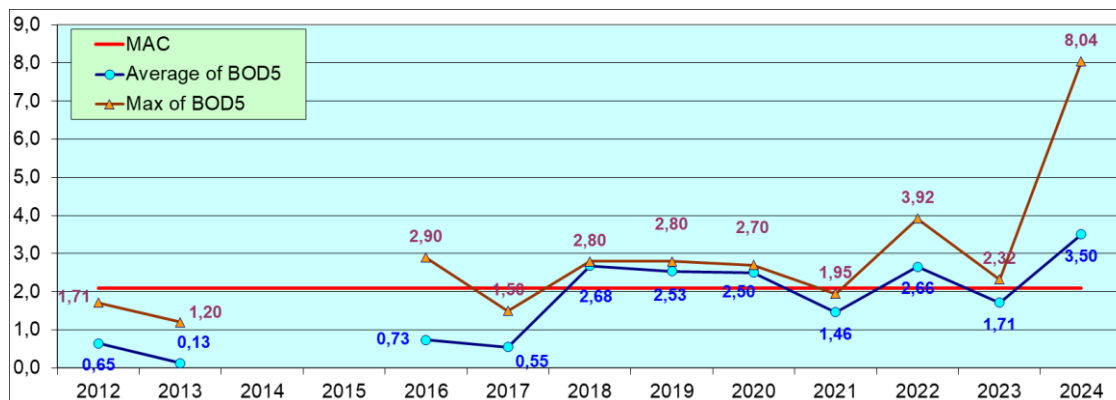


Рис. 3.72. Многолетняя динамика средней и максимальной концентрации органических веществ по БПК₅ в водах заливов Гренфьорд и Биллефьорд в 2012-2024 гг.

Содержание НУ в воде на большинстве станций было ниже предела обнаружения используемой методики анализа, за исключением двух станций в центральной (200 мкг/дм³, 4 ПДК) и северной части залива (15 мкг/дм³, 0,3 ПДК). Из 16 определяемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в водах залива Гренфьорд были выявлены все ПАУ, за исключением аценафтилена, аценафтена и индено (1,2,3cd) пирена. Суммарное содержание группы ПАУ в заливе Гренфьорд составило 4,89-31,01 нг/дм³, в заливе Биллефьорд - 19,92 нг/дм³. Полученные значения ПАУ сохранились на уровне предыдущих лет, за исключением низких прошлогодних значений.

В 2024 г. содержание большинства определяемых ТМ в пробах морской воды в 2024 г. снизилось; свинец, цинк и ртуть были ниже пределов обнаружения. По сравнению с прошлым годом в 1,6 раза повысилась только концентрация кобальта, среднее значение составило 1,13 мкг/дм³ против прошлогоднего 0,69 мкг/дм³. Максимальное содержание металлов в пробах морской воды заливов составило (мкг/дм³): марганца 11; меди 4,59 (0,92 ПДК); никеля 7,44 (0,74 ПДК); кадмия 0,35; хрома 0,53 и мышьяка 6,06 мкг/дм³. Для расчёта индекса загрязнённости вод использовались средние концентрации никеля (0,32), марганца (0,12), БПК₅ (1,67) и кислорода (0,50). Качество морских вод сохранилось на уровне прошлого года, а ИЗВ (0,65), за счёт снижения содержания тяжёлых металлов и содержания НУ в большинстве проб ниже предела обнаружения, позволяет характеризовать качество воды заливов как «чистые».

Тихий океан

Шельф полуострова Камчатка. Авачинская губа и прибрежная часть Авачинского залива (район Халактырского пляжа). Среднегодовая концентрация фосфатов в 2024 г. в целом по толще вод Авачинской губы и в прибрежной части Авачинского залива в районе Халактырского пляжа составила 33,04 мкг/дм³, максимальная - 98,79 мкг/дм³ (1,98 ПДК). Содержание нитритного азота составило 2,50 мкг/дм³, а максимум достигал 31,09 мкг/дм³ (1,30 ПДК) в июле в центральной части губы в придонном слое. Средняя концентрация аммонийного азота составила 33,41 мкг/дм³, а максимум (911,11 мкг/дм³) был отмечен в июле у дна в центре Авачинской губы.

В 2024 г. приоритетными загрязняющими веществами в водах Авачинской губы были нефтяные углеводороды и фенолы. Среднегодовое содержание НУ по сравнению с прошлым годом уменьшилось (0,001 мг/дм³, 0,02 ПДК), максимальное значение составило 0,089 мг/дм³ (1,77 ПДК), (рис. 3.73). Значения выше или равные ПДК были отмечены в 1,3% отобранных проб. Среднегодовое содержание фенолов в водах Авачинской губы и прибрежной части Авачинского залива по сравнению с прошлым годом увеличилось в 2,25 раз (1,35 мкг/дм³). Максимальное значение достигало 27,65 мкг/дм³ (27,65 ПДК) в сентябре в поверхностных водах Моховой бухты, что в 6 раз больше прошлогодних значений. Значения выше ПДК были отмечены в 40% проб. В 2024 г. детергенты (СПАВ) в морских водах этого района не были выявлены.

Среднегодовая концентрация растворенного кислорода в водной толще составила 11,03 мгО₂/дм³ при среднем значении уровня насыщения 107,6%. Концентрация растворенного кислорода ниже норматива (<6,0 мгО₂/дм³) была зарегистрирована в 14% проб. Минимум был отмечен в августе на придонном горизонте на входе в бухту Крашенинникова - 4,49 мгО₂/дм³ (62% насыщения). По результатам расчета ИЗВ (0,66) воды Авачинской губы классифицировались как «чистые». Для расчета индекса использовались среднегодовые значения фенолов (1,35), фосфатов (0,66), нитритов (0,1) и доля О₂ (0,54).

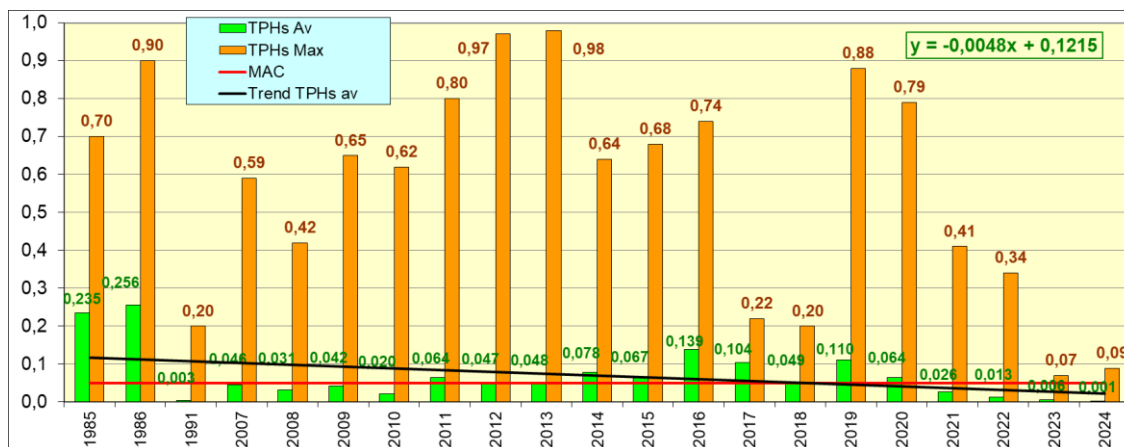


Рис. 3.73. Динамика среднегодового и максимального содержания нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Авачинской губы в 1985-2024 гг. MAC – предельно допустимая концентрация (ПДК), Trend TPHs Av – тренд средней концентрации нефтяных углеводородов.

Охотское море

Гидрохимические наблюдения проводились в трех прибрежных акваториях острова Сахалин, расположенных в окрестностях села Стародубское, у порта Пригородное и в районе порта Корсаков.

В районе села **Стародубское** значения большинства гидрохимических показателей находились в пределах среднесезонных значений. По сравнению с 2021-2023 гг. повысились средняя и максимальная концентрация меди (средняя 4,88 мкг/дм³; максимальная 11,7 мкг/дм³ (2,34 ПДК)). Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ превышало ПДК, как и в 2023 г.: среднее значение 3,5 мкг/дм³ (1,7 ПДК), максимальное 5,4 мкг/дм³ (2,6 ПДК). Средняя концентрация нефтяных углеводородов (НУ) снизилась и не превышала нормативных показателей (0,007 мкг/дм³, 0,14 ПДК), максимальная концентрация снизилась (0,021 мкг/дм³) и составила 0,4 ПДК, что в три раза ниже по сравнению с показателями 2023 г. Увеличилась концентрация синтетических поверхностно активных веществ (СПАВ) – среднегодовая составила 19,8 мкг/дм³, максимальная 69 мкг/дм³ (0,7 ПДК). Средняя и максимальная концентрация цинка (5,12/6,5 мкг/дм³), свинца (0,07/0,39 мкг/дм³) и кадмия (0,06/0,37 мкг/дм³) снизилась по сравнению с прошлогодним уровнем. Содержание фенолов было ниже предела обнаружения при фотометрическом методе измерений (2,0 мкг/дм³) во всех пробах. Показатели кислородного режима в период наблюдений были в пределах нормы. Среднее содержание растворенного кислорода составило 8,74 мгО₂/дм³, а минимальное – 6,93 мгО₂/дм³. Класс качества вод акватории у села Стародубское (ИЗВ=0,95) соответствовал «умеренно загрязненным» водам. В донных отложениях в районе села Стародубское средняя концентрация нефтяных углеводородов составила 34,3 мкг/г (0,7 ДК), а максимальное значение достигало 83 мкг/г (1,7 ДК). Содержание фенолов, цинка и свинца было ниже предела обнаружения, а кадмия и меди не превышало 0,1 ДК и 0,2 ДК.

В акватории порта **Пригородное** в заливе Анива уровень загрязнения морских вод легкоокисляемыми органическими веществами по БПК₅ сохранился на прежнем уровне, среднее значение 2,6 мкг/дм³ (1,3 ПДК), максимальное 8,6 мкг/дм³ (4,1 ПДК). Концентрация нефтяных углеводородов немного снизилась (средняя 0,025 мкг/дм³), а максимальная соответствовала уровню среднесезонных значений (0,074 мкг/дм³, 1,5 ПДК). Средняя и максимальная концентрация СПАВ составила 35,3 и 99 мкг/дм³. Показатели фосфатов увеличились, средняя и максимальная концентрация составила 27,38 мкг/дм³ (0,55 ПДК) и 198 мкг/дм³, 3,96 ПДК. Отмечено незначительное увеличение средней концентрации меди (4,5 мкг/дм³ 0,9 ПДК); максимальная составила 13,7 мкг/дм³ (2,7 ПДК). Средняя и максимальная концентрация кадмия не превышала 0,1 ПДК. Свинец не был выявлен. Кислородный режим был благоприятным. Среднее содержание растворенного кислорода составило 8,41 мгО₂/дм³, минимальное значение 5,80 мгО₂/дм³. В 2024 г. качество вод акватории порта Пригородное соответствовало «умеренно загрязненным» (ИЗВ 0,85). За период 2016-2021 гг. класс качества вод снизился от «чистых» до «загрязненных», после этого несколько улучшился до «умеренно загрязненных». В донных отложениях содержание нефтяных углеводородов соответствовало уровню прошлого года, среднее значение 13,5 (0,3 ДК); максимальное 52,1 мкг/г (1,0 ДК). Средние и максимальные значения содержания меди не превышали норматив для донных отложений и соответствовали уровню последних лет, максимальное значение составило 0,1 ДК. Максимальное содержание кадмия составило 0,01 ДК. Цинк и свинец не были выявлены.

В районе порта **Корсаков** было отмечено значительное снижение максимальной концентрации НУ (0,126 мкг/дм³, 2,5 ПДК), при этом среднее значение также снизилось до 0,036 мкг/дм³ (0,7 ПДК). В целом показатели НУ были сопоставимы со среднесезонными. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ сопоставимо с показателями 2023 г.: среднее значение составило 3,3 мкг/дм³ (1,6 ПДК), максимальное 7,5 мкг/дм³ (3,6 ПДК). Содержание меди несколько лет сохраняется на высоком уровне. В 2024 г. среднее значение 5,2 мкг/дм³ (1,0 ПДК), максимальное 10,1 мкг/дм³ (2,0 ПДК). Содержание фенолов в пробах воды не было выявлено. Средняя и максимальная концентрация кадмия, цинка, СПАВ, свинца и аммонийного азота, как и в предыдущие два года, не превышала 0,3 ПДК. Среднегодовое содержание кислорода составило 8,51 мгО₂/дм³, минимальное значение – 6,36 мгО₂/дм³. В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом класс качества вод залива Анива в районе города и порта Корсаков улучшился и соответствовал «умеренно загрязненным» водам (ИЗВ=1,01).

В донных отложениях отмечалось повышенное содержание нефтяных углеводородов (среднее значение 380 мкг/г, 7,6 ДК; максимальное 1438 мкг/г, 29 ДК). Концентрация НУ в донных отложениях порта Корсаков постоянно превышает норматив и значительно выше значений в других точках наблюдений на юго-восточном побережье о. Сахалин. Концентрации кадмия, меди и цинка сохранились на прошлогоднем уровне (среднее значение 0,04 мкг/г,

0,1 ДК; максимальное 0,05 мкг/г, 0,1 ДК; 7,9 мкг/г/0,2 ДК - 9,7 мкг/г/0,3 ДК и 106 мкг/г/0,8 ДК - 111 мкг/г/0,8 ДК соответственно. Концентрация свинца не превышала 0,1 ДК.

По результатам гидрохимического мониторинга вод Охотского моря в прибрежной акватории в южной и юго-восточной части о. Сахалин было отмечено улучшение качества вод в акватории порта Корсаков. В акватории порта Пригородное и в районе села Стародубское качество вод сохраняется на уровне среднемноголетних значений как «умеренно загрязненные».

Японское море

Залив Петра Великого

В 2024 г. почти во всех прибрежных районах залива среднегодовая концентрация НУ снизилась (мг/дм³): в бухте Золотой Рог в 2,52 раза с 0,053 до 0,021 мг/дм³, в бухте Диомид в 2,6 раза с 0,052 до 0,020 мг/дм³, в проливе Босфор Восточный в 3,75 раза с 0,060 до 0,016 мг/дм³, в Уссурийском заливе в 1,43 раза с 0,050 до 0,035 мг/дм³. В Амурском заливе уровень загрязненности морских вод НУ не изменился по сравнению с прошлым годом и составил 1,08 ПДК. В заливе Находка уровень содержания НУ повысился в 1,39 раза с 0,033 до 0,046 мг/дм³ (рис. 3.74). Максимальная концентрация НУ в морской воде в бухте Золотой Рог была отмечена в мае в вершине бухты (2,00 ПДК); в бухте Диомид (0,60 ПДК) и в проливе Босфор Восточный (0,80 ПДК), в Амурском (2,60 ПДК) на станции ближе к выходу из залива, в Уссурийском в мае в вершине залива (2,40 ПДК), а в заливе Находка в центральной части залива (6,40 ПДК).

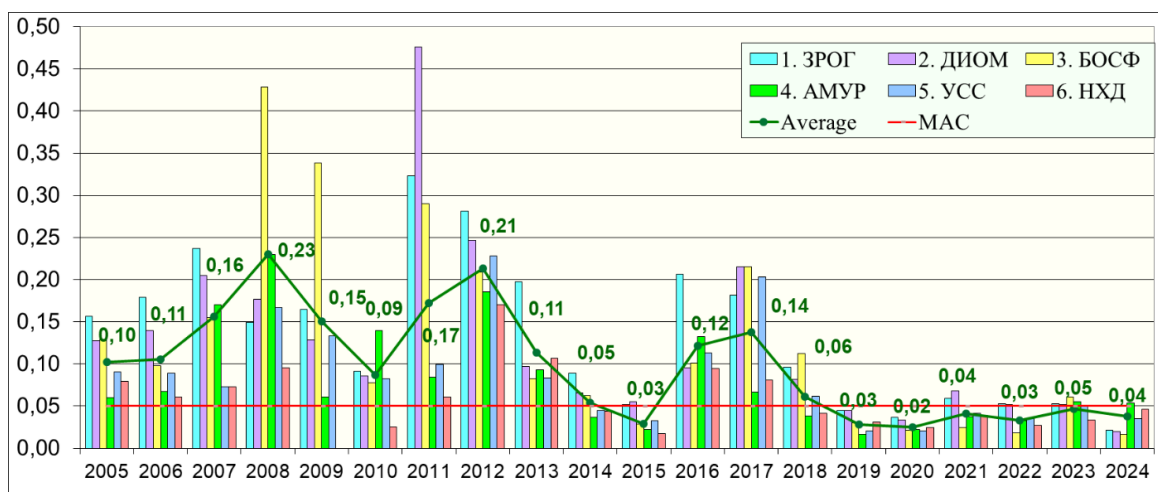


Рис. 3.74. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах различных районов залива Петра Великого Японского моря. 1 - бухта Золотой Рог, 2 - бухта Диомид, 3 - пролив Босфор Восточный, 4 - Амурский залив, 5 - Уссурийский залив, 6 - залив Находка.

По сравнению с 2023 г. уровень загрязненности прибрежных районов залива Петра Великого фенолами незначительно снизился: в бухте Золотой Рог в 1,16 раза (1,51 ПДК), в проливе Босфор Восточный в 1,15 раза (1,44 ПДК), в Амурском заливе в 1,49 раза (1,05 ПДК), в Уссурийском заливе в 1,12 раза (1,05 ПДК), в заливе Находка в 1,2 раза (1,71 ПДК); в бухте Диомид уровень загрязненности вод фенолами не изменился. Максимальное значение было отмечено в центральной части залива Находка (3,20 ПДК). В бухте Золотой Рог, проливе Босфор Восточный и Уссурийском заливе максимальная концентрация составила 2,00 ПДК, в Амурском заливе - 1,80 ПДК, в бухте Диомид - 1,50 ПДК.

Загрязненность морских вод АПАВ снизилась в 2024 г. во всех прибрежных районах. В бухте Золотой Рог она снизилась в 1,73 раза до 1,48 ПДК, в бухте Диомид в 1,53 раза до 1,02 ПДК, в проливе Босфор Восточный в 1,34 раза до 1,13 ПДК, в Амурском заливе в 1,84 раза до 0,67 ПДК, в Уссурийском заливе в 1,59 раза до 0,63 ПДК, в заливе Находка не изменилась и составила 1,3 ПДК. Максимум был зафиксирован в вершине бухты Золотой Рог в мае - 5,92 ПДК, а второй экстремум был отмечен в заливе Находка в октябре - 4,50 ПДК.

В прибрежных водах залива Петра Великого в 2024 г. среднегодовое содержание определяемых металлов (медь, железо, цинк, свинец, марганец и кадмий) было менее 1 ПДК. Превышение среднего содержания меди (в ПДК) было отмечено в бухте Золотой Рог (1,02) и в заливе Находка (1,38). В бухте Золотой Рог максимум цинка составил 3,01, ртути - 4,30. В проливе Босфор Восточный максимум ртути составил 1,50 ПДК, а в Амурском заливе - 1,40 ПДК. В заливе Находка было отмечено превышение норматива марганца (9,56 ПДК) и ртути (2,60 ПДК). Среднегодовое содержание ртути в морской воде в прибрежных районах повысилась, но не превышало норматива; оно изменялось в пределах 0,32-0,81 ПДК. Отдельные значения выше допустимого были отмечены в бухте Золотой Рог, проливе Босфор Восточный, Амурском заливе и заливе Находка.

Среднее значение БПК₅ в 2024 г. изменялось в диапазоне 0,84-1,46 ПДК, максимальное значение (3,81 ПДК) было зарегистрировано в заливе Находка в июне. Среднее содержание взвешенных веществ в морских водах во всех прибрежных районах изменялось в диапазоне 0,55-0,78 ПДК. Максимальные показатели (в ПДК) были зафиксированы во всех районах (кроме бухты Диомид): в бухте Золотой Рог 1,82, в проливе Босфор Восточный 1,80, в Амурском заливе 1,55, в Уссурийском заливе 2,95, а в заливе Находка в вершине залива 5,06 ПДК в октябре.

Кислородный режим ухудшился во всех прибрежных районах: среднегодовые показатели растворенного кислорода изменялись в диапазоне 7,65-8,86 мгО₂/дм³. Минимальные значения менее норматива наблюдались: бухта Золотой Рог 4,53 мгО₂/дм³ (0,76 ПДК), Амурский залив - 3,93 мгО₂/дм³ (0,66 ПДК), Уссурийский залив 4,02 мгО₂/дм³ (0,67 ПДК).

По результатам комплексной оценки (ИЗВ) в 2024 г. качество вод во всех районах улучшилось по сравнению с прошлым годом и приблизилось к уровню 2020-2022 гг. Во всех районах, кроме бухты Золотой Рог, воды характеризовались как «умеренно загрязненные», а в бухте Золотой Рог - «загрязненные». По сравнению с качеством вод этой бухты в 1990-2000 гг., 2006-2015 гг., отмечается тренд на улучшение качества вод к 2024 г. (рис. 3.75).

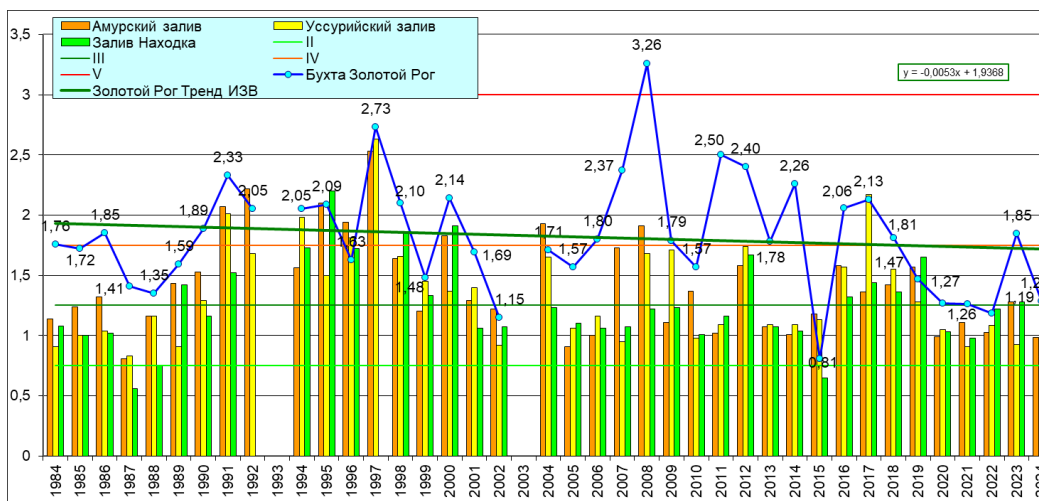


Рис. 3.75. Динамика индекса загрязненности вод (ИЗВ) в различных частях залива Петра Великого и бухте Золотой Рог в 1984-2024 гг.

Донные отложения. В 2024 г. среднегодовое содержание НУ в донных отложениях прибрежных районов залива Петра Великого изменялось в диапазоне 10-7940 мкг/г. По-прежнему в наибольшей степени загрязнен грунт бухты Золотой Рог, среднегодовое содержание НУ в котором составило 4151 мкг/г (83 ДК), а максимальная концентрация 7940 мкг/г (158,8 ДК). Однако по сравнению с 2018 г. содержание НУ здесь снизилось более чем в четыре раза, а по сравнению с 2022-2023 гг. - вдвое. В остальных районах акватории содержание НУ сохранилось примерно на уровне прошлых лет. В бухте Диомид содержание НУ в среднем составило 3460 мкг/г, в Босфоре Восточном 770 мкг/г, в других районах еще меньше (рис. 3.76). Тем не менее, лишь в половине всех проб грунта концентрация НУ была меньше условного допустимого уровня ДК (50 мкг/г), в остальных превышала в 10-100 раз.

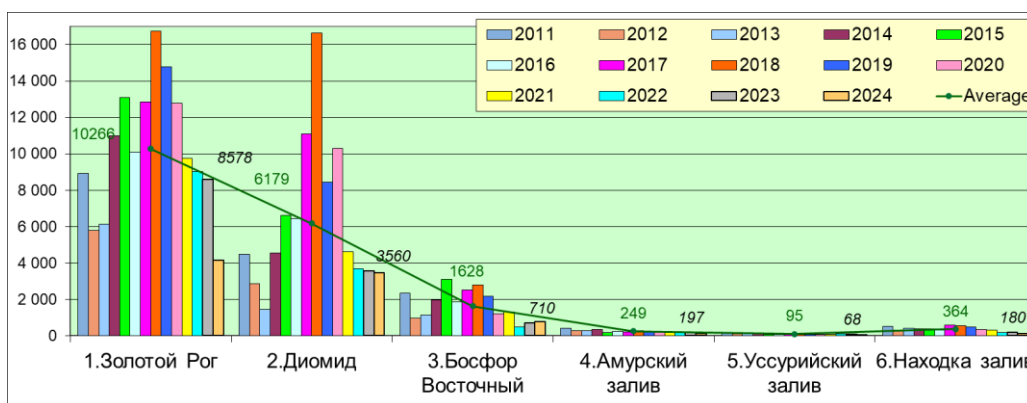


Рис. 3.76. Многолетние изменения средней концентрации нефтяных углеводородов (мкг/г) в донных отложениях отдельных районов акватории залива Петра Великого в 2011-2024 гг.

Среднегодовое содержание фенолов в донных отложениях залива Петра Великого варьировало в диапазоне 1,7-12,8 мкг/г. Почти во всех прибрежных районах продолжилось повышение уровня загрязненности донных отложений фенолами. Наибольшее увеличение было отмечено в бухте Диомид: средняя годовая концентрация увеличилась в 2,8 раза и составила 11,9 мкг/г при максимальной 12,8 мкг/г. Близкие к этому значения были в 2007 г., после чего уровень загрязнения в бухте Диомид снизился до скачка в 2024 г. В бухте Золотой Рог средняя концентрация фенолов 6,96 мкг/г, максимальная 11 мкг/г, в Босфоре Восточном 5,65/7,8 мкг/г, в Амурском заливе 5,5/12,6 мкг/г, в заливе Находка 3,54/6 мкг/г, в Уссурийском заливе 2,34/4,8 мкг/г, и эти значения находились в пределах многолетней изменчивости.

В донных отложениях всех прибрежных районов залива Петра Великого отмечалась высокая концентрация железа. Среднегодовая концентрация изменялась в диапазоне 8-41719 мкг/г. Наиболее высокие значения наблюдались в бухте Диомид, Амурский залив, в бухте Золотой Рог (40658, 25957, 22672 мкг/г соответственно). Средние показатели повысились во всех районах, за исключением залива Босфор Восточный, где они незначительно снизились. Концентрация меди находилась в диапазоне 2-771,4 мкг/г, ДК=35 мкг/г. Самая высокая концентрация меди наблюдалась в бухте Диомид - среднегодовая составила 720,25 мкг/г (20,58 ДК), для этого района это значение максимальное за последние 5 лет. В бухте Золотой Рог и проливе Босфор Восточный среднегодовые значения 4,21 ДК и 1,28 ДК, в остальных районах - не превышали 1,0 ДК. Средняя концентрация ртути превысила ДК=0,3 мкг/г в бухте Диомид - 3,47 ДК, в бухте Золотой Рог - 2,91 ДК, Босфор Восточный - 1,21 ДК. Превышения ДК цинка, кадмия и свинца были отмечены в бухте Диомид (8,02 ДК, 5,56 ДК и 2,89 ДК соответственно), бухте Золотой Рог (2,39 ДК, 2,39 ДК,

1,84 ДК). В бухте Диомид содержание цинка и кадмия возросло примерно в 4 раза по сравнению с 2023 г., свинца - в 2,2 раза. Содержание хрома в бухте Диомид составило 2,11 ДК, что в 7,5 раза больше прошлогоднего значения и близко к уровню 2019-2020 гг. По остальным районам среднегодовая концентрация металлов в донных отложениях не превышала допустимого уровня, сохраняясь в пределах межгодовой изменчивости.

Татарский пролив. В 2024 г. в районе порта г. Александровск-Сахалинский среднегодовое содержание в воде НУ составило 1,22 ПДК, максимальное значение 2,28 ПДК. Эти величины выше прошлогодних значений, но меньше 2022 г. СПАВ не были выявлены в период проведения наблюдений. Содержание аммонийного азота было значительно ниже норматива - максимум составил 0,03 ПДК, нитриты также были в малой концентрации (0,02 ПДК). Среднегодовая концентрация БПК₅ (0,70 ПДК) и максимальная (2,14 ПДК) снизились по сравнению с прошлым годом.

Среднегодовое содержание меди повысилось и составило 0,94 ПДК, максимум - 1,74 ПДК. Значения концентрации кадмия и свинца в период проведения наблюдений не превышали 0,03 ПДК; содержание цинка на уровне последних лет - среднее 0,14 ПДК, максимум 0,22 ПДК.

Кислородный режим в 2024 г. был в пределах нормы: среднее содержание растворенного кислорода составило 8,81 мгО₂/дм³, ниже 7,53 мгО₂/дм³ значения не опускалось.

Качество морских вод по ИЗВ в Татарском проливе в районе г. Александровск несколько ухудшилось по сравнению с 2023 г. в пределах одного класса «умеренно-загрязненные». Значение индекса ИЗВ повысилось с 0,79 до 0,88.

Загрязненность **донных отложений** прибрежной зоны района г. Александровск нефтяными углеводородами снизилась по отношению к 2023 г., в среднем концентрация составила 0,27 ДК; максимум - 0,63 ДК, что ближе к значениям 2022 г.

Среднегодовое содержание фенолов в донных отложениях снизилось почти до нуля. Среднее и максимальное содержание меди и цинка (мкг/г) незначительно повысилось: медь 4,26/5,5; цинк 61,7/84,0; кадмия - осталось на том же уровне 0,03/0,042; свинец не был выявлен. Среднегодовое содержание всех определяемых металлов в донных отложениях в районе Александровска было значительно ниже 1,0 ДК.

3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских вод

Гидробиологические наблюдения за состоянием прибрежных морских экосистем Российской Федерации в 2024 г. проводились по основным показателям экологических группировок: фитопланктон и фотосинтетические пигменты, мезозoopланктон и макрозообентос в Балтийском, Лаптевых и Белом 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 2024 г. наблюдения проводились в восточной части Финского залива. Содержание хлорофилла «а» в акватории восточной части Финского залива распределялось неоднородно по акватории и варьировало от 4,02 до 14,26 мкг/л. Минимальные значения были отмечены в августе в мористой части глубоководного района, максимальные - в акватории мелководного района. Воды восточной части Финского залива характеризовались как мезотрофные с чертами эвтрофных вод и соответствуют «загрязненным» водам.

В составе фитопланктона было отмечено 308 видов водорослей (в 2023 г. - 315), относящихся к 10 отделам. Наибольшее видовое разнообразие принадлежало диатомовым водорослям - 93, зеленым - 79 и цианобактериям - 55, золотистым - 22, пиридиновым - 20, эвгленовым - 14, харовым - 13, криптофитовым - 8, остальные группы были представлены единичными видами: гаптофитовые - 3 и желтозеленые - 2. Общее число видов в пробе варьировало от 27 до 65.

В 2024 г. по доле в биомассе фитопланктона доминировали цианобактерии, достигая 99,6% в мелководном районе Финского залива, в мористой части в районе Глубоководного района, Копорской и Лужской губ - их доля в биомассе достигала 63%. В Невской губе, подверженной интенсивному распреснению р. Нева, основу видового разнообразия, численности и биомассы до 69% формировали диатомовые водоросли, что характерно для большинства водных объектов России. Доля зеленых водорослей возросла по сравнению с 2019 г. В сезонной динамике выделялся один четко выраженный весенний пик, связанный с вегетацией диатомовых водорослей. Качество воды в период наблюдений соответствовало «слабо загрязненным» водам (рис. 3.77). По оценке поверхностного слоя вод, экосистема находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В составе мезозoopланктона восточной части Финского залива было выявлено 70 видов и вариететов (в 2023 г. - 88). Наибольшим числом видов были представлены ветвистоусые раки - 24 вида и коловратки - 30, качественный состав веслоногих раков сохранился на прежнем уровне и составлял 17 видов. Существенных изменений в качественном составе мезозoopланктона по сравнению с предшествующими периодами наблюдений не было отмечено. Полученные данные свидетельствуют о том, что уровень развития зоопланктона был довольно низким. Качество воды в период наблюдений соответствовало «условно чистым» водам (рис. 3.77). Экосистема поверхностного слоя находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В 2024 г. в составе макрозообентоса восточной части Финского залива было отмечено 62 вида (в 2023 г. - 59) донных беспозвоночных, относящихся к 13 таксономическим группам. Среди которых высоким видовым разнообразием характеризовались следующие: малощетинковые черви (18 видов), личинки комаров-звонцов (10), моллюски (16), из них двусторчатые - 10 и брюхоногие - 6 видов. Также были отмечены: пиявки - 4, многощетинковые черви - 3, ручейники - 2, ракообразные - 4, в том числе по 2 вида бокоплавов и равноногих раков, единичные виды личинок стрекоз, круглые черви, турбеллярии (ресничные черви) и водяные клопы. Основной вклад в формирование биомассы зообентоса, как и в предыдущие годы, вносили малощетинковые и многощетинковые черви, моллюски и личинки комаров-звонцов. 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

Восточной части Финского залива. В 2024 г. видовое разнообразие сохранилось неизменным по отношению к предыдущим годам наблюдений. Количественные показатели незначительно снизились по сравнению с прошлым годом.

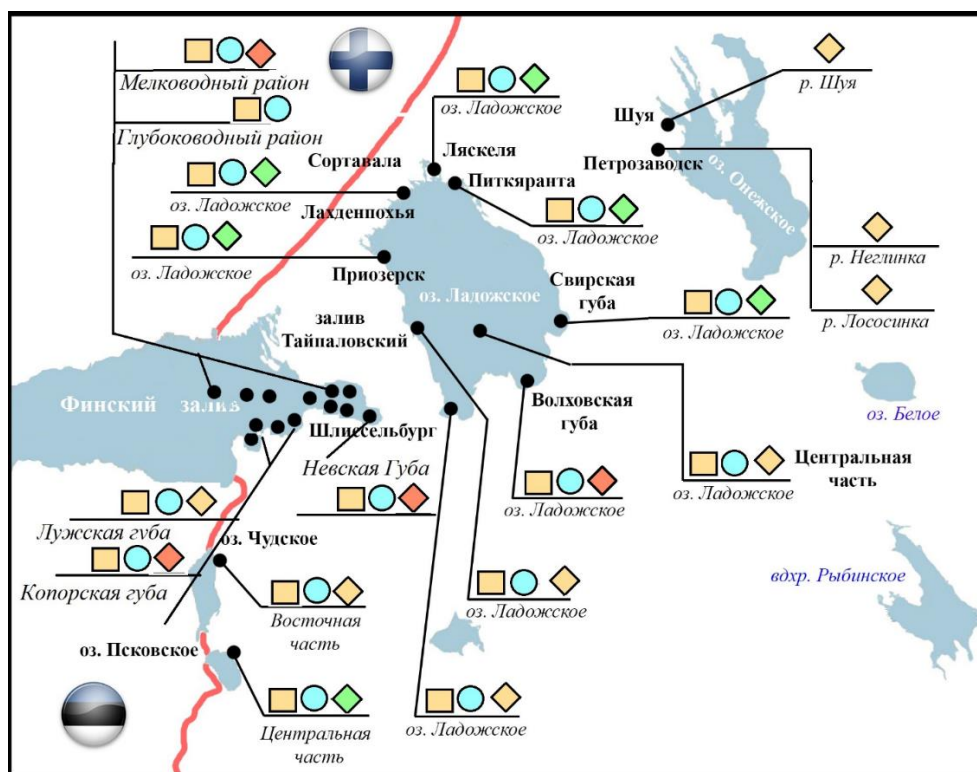


Рис. 3.77. Картограмма качества вод г. Санкт-Петербург и Ленинградской области по гидробиологическим показателям в 2024 г. Обозначения на картограммах характеризуют качество поверхностных вод по комплексным показателям. Цветом указан класс качества, формой значка - показатель биоразнообразия.



Полученные данные свидетельствуют о том, что уровень развития макрозообентоса был довольно низким. Качество воды в период наблюдений варьировало от «слабо загрязненных» до «грязных» (рис. 3.77). Экосистема придонного слоя находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Таким образом, наблюдения за состоянием и загрязнением Восточной части Финского залива в 2024 г. позволили сделать вывод, что по всем наблюдаемым гидробиологическим показателям экосистема водного объекта находится в состоянии антропогенного экологического напряжения, между тем качество вод поверхностного (фито- и зоопланктон, концентрация хлорофилла «а») и придонного слоя имеют значительные расхождения в пределах 1-2 классов. Тем не менее, качество воды и состояние экосистемы Восточной части Финского залива сохраняется неизменным на протяжении последних 10 лет.

Белое море. В 2024 г. наблюдения проводились в Двинском заливе (рис. 3.78).

В составе зоопланктона было выявлено 28 видов (в 2023 г. - 30 видов), из них наибольшего видового разнообразия достигали веслоногие раки - 10, меньшее видовое разнообразие принадлежало остальным выявленным здесь группам: ветвистоусым ракам, бокоплавам и гидромедузам, по 2 вида. Единичными видами были представлены: оболочники, двустворчатые моллюски, мшанки, щетинкочелюстные, усконогие раки, гребневики, десятиногие ракообразные, иглокожие, брюхоногие моллюски, многощетинковые черви и коловратки. По сравнению с 2023 г. произошли незначительные флуктуации видового разнообразия среди оболочников и гидромедуз, не были выявлены отдельные виды, число видов в основных группах веслоногих и ветвистоусых раков сохранилось неизменным. По численности на всех станциях доминировали виды веслоногие раки: *Oithona similis*, *Pseudocalanus minutus*, *Microsetella norvegica*. По биомассе доминировали до 80% представители ветвистоусых раков. Экосистема поверхностного слоя находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

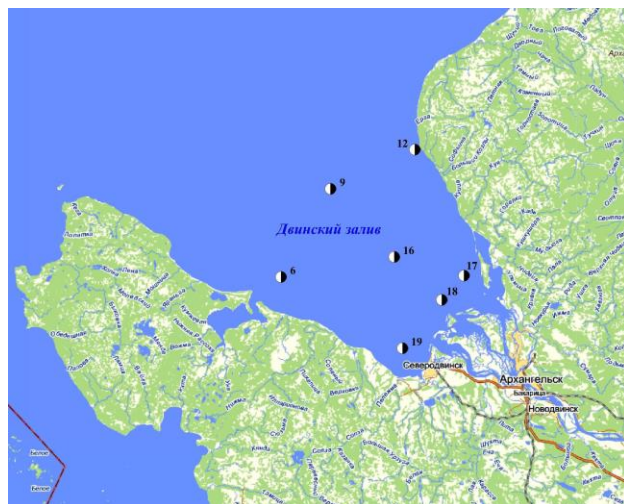


Рис. 3.78. Карта-схема расположений станции мониторинга в Двинском заливе Белого моря в 2024 г.

Море Лаптевых. В 2024 г. наблюдения проводились в заливе Неёлова и в дельте р. Лена в районе острова «столб Хабарова» (рис. 3.79). В составе фитопланктона р. Лена было выявлено 25 видов и вариететов, относящихся к 4 отделам. Основу видового разнообразия формировали диатомовые и зеленые водоросли, насчитывавшие 18 и 5 видов соответственно. Цианобактерии и золотистые водоросли были представлены единичными видами. Число видов в пробе варьировало от 2 до 13.

Качественный состав зообентоса реки представлен 10 видами (в 2023 г. - 14 видами) из 4 групп: малощетинковые черви - 5 видов, комары-звонцы, брюхоногие моллюски - по 2 вида, многощетинковые черви представлены одним видом. Число видов в пробе варьировало от 2 до 5. В связи с экстремальными условиями обитания и значительной глубиной промерзания водотока в зимний период (до 2 м), в прибрежном мелководье не формируются сообщества донных беспозвоночных, они представлены сезонными когортами, сформированными случайным набором видов. Спорадическая встречаемость здесь представителей зообентоса является ответной реакцией на изменение агрегатного состояния среды обитания и не отражает уровень антропогенной нагрузки на водный объект. Пространственное распределение видов зообентоса по наблюдаемой акватории крайне неоднородно. Прибрежная экосистема находится в состоянии экологического благополучия.

В 2024 г. фитопланктон залива Неёлова был представлен 9 пресноводными эвригалными видами, среди которых в качественном и количественном отношении доминировали диатомовые водоросли - 7 видов, зеленые водоросли были представлены 2 видами. В 2024 г. видовое разнообразие фитопланктона находилось в пределах среднемноголетних значений, существенных изменений не было выявлено. Значения индексов сапробности соответствуют «слабо загрязненным» водам.

В составе макрозообентоса залива Неёлова в 2024 г. было выявлено 26 видов беспозвоночных, распределённых по 9 таксономическим группам: наибольшее видовое разнообразие, традиционно принадлежало комарам-звонцам - 10 видов и малощетинковым червям - 4 вида. Бокоплавы - 4, двусторчатые моллюски - 3 вида, мизиды, типулиды, поденки, круглые черви и приапулиды были представлены единичными видами. Качество вод по показателям зообентоса соответствует «загрязненным».

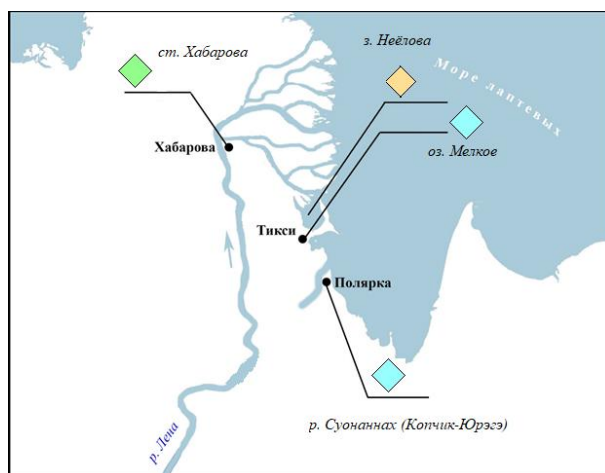


Рис. 3.79. Картограмма качества вод нижнего течения р. Лена и залива Неёлова моря Лаптевых в 2024 г. по гидробиологическим показателям. Обозначения как на рис. 3.77.

Наблюдения за состоянием и загрязнением воды в дельтах рек Нева, Северная Двина и Лена, а также в заливах: Финском, Двинском и Неёлова в 2024 г. позволили сделать вывод о том, что по всем наблюдаемым гидробиологическим показателям экосистемы указанных водных объектов кроме дельты р. Лена, находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения, а дельты р. Лена - в состоянии экологического благополучия.

4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных территорий

4.1. Московский регион

Граница Московского региона объединяет два субъекта федерации: Московскую область и г. Москву. Регион является наиболее урбанизированным регионом страны (75 городов и 74 поселка городского типа), при этом 78,3% населения Московской области относится к городскому населению. В регионе развита тяжелая, 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 и рост интенсивности использования дорожно-транспортной сети, что сопровождается сокращением лесопокрытых территорий, земель сельскохозяйственного назначения, увеличением негативной антропогенной нагрузки, и как следствие, ухудшением качеств атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвенного покрова.

Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды, осуществляемый в Московском регионе, включает:

- наблюдения за уровнями загрязнения атмосферы, почвенного покрова, поверхностных вод и за радиоактивной обстановкой на государственной наблюдательной сети;
- анализ и оценку уровней загрязнения окружающей среды и их изменений под влиянием хозяйственной деятельности и метеорологических условий;
- прогноз уровней загрязнения окружающей среды на базе анализа данных наблюдений.

4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в 2024 г. на территории деятельности ФГБУ «Центральное УГМС» в Московском регионе осуществлялся на станциях государственной сети наблюдения Росгидромета в городе Москве и в девяти городах Московской области.

Из анализа и оценки результатов наблюдений за 2024 г. следует, что степень загрязнения воздуха в городах:

- увеличилась до очень высокой в городе Серпухов;
- снизилась до низкой в Мытищах;
- сохранилась на прежнем уровне:
 - высокая - в Москве и Подольске;
 - повышенная - в Коломне и
 - низкая - в Воскресенске, Дзержинском, Клину, Щелкове и Электростали.

Средние за 2024 г. концентрации загрязняющих веществ выше 1,0 ПДК отмечались во всех городах Московского региона за исключением Воскресенска. Средние за год концентрации диоксида азота превышали ПДК в 5 городах из 10, взвешенных веществ - в 2 из 10, формальдегида - в 5 из 7, хлорида водорода - в 2 из 3.

В 2024 г. случаев высокого и экстремально высокого загрязнения воздуха в Москве и в городах Московской области не было зарегистрировано.

В городах на территории Московского региона основной вклад в загрязнение воздуха вносят выбросы автотранспорта, предприятий теплоэнергетики и нефтехимической промышленности.

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 девятью тяжелыми металлами (ТМ) почвенного покрова отдельных территорий Московской области. В период с 2009 по 2024 гг. ежегодно обследовалась одна из 16 территорий, приведенных в таблице 4.1, с протяженностью маршрута обследования от 20 до 130 км. Для каждого маршрута выбиралась своя фоновая точка, удаленная от основных источников загрязнения. Концентрации всех ТМ в большинстве точек отбора проб, в 2024 г. - 100%, по маршрутам обследования находились в

пределах установленных ПДК и ОДК, но в отдельных точках отбора проб, в 2024 г. - от 53% до 100% проб, были зарегистрированы повышенные по сравнению с фоновыми точками концентрации некоторых ТМ (Cd, Pb, Cr, Mn).

Таблица 4.1. Фоновое загрязнение почв ТМ вдоль автодорог 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 Автодороги Коломенского городского округа в районах: д. Непецино, вертодром Радужный, д. Молитвино, п. Новое Семибратское, д. Лукерьино, д. Ульяновка, д. Биорки, д. Малое Уварово, д. Туменское, д. Липитино, 80, 2024	10,7	30,3	0,6	8,9	7,6	11,4	13,9	567,3	5370
2 Трасса А-108 (МБК) от Горьковского шоссе (М7 «Волга») и д. Малая Дубна через города Орехово-Зуево и Ликино-Дулево до д. Коротково и д. Запрудино, 80, 2023	11,1	17,2	0,4	12,2	2,1	9,3	12,4	98,4	2977
3 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
4 Трасса Р110 (Фряновское шоссе) от 12 км Щелковского шоссе (А103, д.Б.Жеребцы) через гг. Щелково, Фрязино до п. Фряново с возвратом в п. Монино по территории городского округа Щёлково, 80, 2021	9,0	38,0	1,0	11,6	2,13	10,8	14,2	139,6	16720
5 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
6 Трасса М-4 от г. Ступино в сторону г. Москва, 100, 2019	8,3	25	1	6	2	11	14,4	385	9124
7 Дмитровское (от микрорайона 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
8 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
9 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
10 Горьковское, на В от МКАД; 65; 2015	9,5	21	0,6	8	3	7	20	200	6000
11 Ленинградское, на СЗ от г. Москва; 90; 2014	6,5	30	0,5	11	5	9	25	400	7000
12 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
13 Симферопольское, от пос. Стрелково; 36; 2012	14	26	0,3	14	10	10	40	600	8000
14 Горьковское, на В от д. Новая Купавна; 80; 2011	10	20	0,7	10	10	14	40	300	5000
15 шоссе Р-106, от г. Куровское; 40; 2010	7	20	0,3	10	9	13	25	300	5000
16 Киевское, от г. Москва; 60; 2009	8	40	0,5	11	8	16	30	400	10000

Таким образом, значительная часть территории Московского региона находится под воздействием токсикантов антропогенного происхождения. При этом концентрации комплекса загрязняющих веществ на этой территории устойчиво превышают концентрации в фоновых точках маршрутов обследования, но не выше двух ПДК/ОДК, что свидетельствует о недостижении опасного уровня загрязнения. Потенциальная опасность заключается в продолжающейся урбанизации Московского региона, что, в свою очередь, может привести к росту загрязнения почвенного покрова Московского региона.

При оценке уровня загрязнения почвы тяжелыми металлами необходимо учитывать, что экологические последствия этого антропогенного воздействия обычно проявляются позже, чем при загрязнении атмосферы и поверхностных вод, но они гораздо более устойчивы и сохраняются в течение длительного времени.

4.1.3. Загрязнение поверхностных вод

Основными источниками загрязнения крупных водотоков Московского региона сохраняются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды городов: Одинцово, Клина, Серпухова, Каширы, Коломны, Москвы, Воскресенска, Подольска, Наро-Фоминска, Щелково, Ногинска, Орехово-Зуево, и других, а также сельскохозяйственные стоки, поступающие непосредственно в речную сеть.

Характерными загрязняющими веществами являются соединения азота и фосфора, взвешенные и органические вещества, нефтепродукты, фенолы, анионные поверхностно-активные вещества (АПАВ) и тяжелые металлы.

Температура воды в реках в зависимости от сезона 2024 г. колебалась от минимального значения 0,1°С в феврале (р. Москва - с. Ильинское) до максимального - 23,9°С в июле (р. Воймега в районе г. Рошаль, р. Нерская ниже г. Куровское). Средняя величина температуры воды по региону составила 10,1°С, что соответствует уровню 2023 г.

Реакция среды (рН) была близка к нейтральной - 7,72 ед. рН. Относительно кислая среда - 6,07 ед. рН отмечалась в воде р. Нерская - д. Маришкино (июнь); более щелочная (8,57 ед. рН) - в воде Ивановского водохранилища - г. Дубна (август).

Кислородный режим на водных объектах был удовлетворительный, среднее содержание растворенного в воде кислорода составило 6,88 мг/л, процент насыщения воды кислородом в среднем составил 62, что на 2% ниже, чем

было зафиксировано в 2023 г. Дефицит растворенного в воде кислорода отмечался в феврале - 2,4 мг/л, в воде р. Воймега ниже г. Рошаль.

Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ в водотоках и водоемах г. Москвы и Московской области было невысоким и составило 2,0 ПДК, что соответствует уровню 2013-2023 гг. Наименьшие значения (0,5 ПДК) были отмечены в январе и феврале в воде р. Москва выше г. Звенигород и в апреле в районе д. Барсуки. Максимальные величины (18,0 ПДК) были зафиксированы в воде р. Воймега ниже г. Рошаль в октябре.

Количество органических веществ по ХПК изменялось от 0,3 ПДК в воде Иваньковского вдхр. - г. Дубна (январь и февраль) и в воде р. Москва выше г. Звенигород (февраль) до 10,8 ПДК в воде р. Воймега ниже г. Рошаль (февраль).

Содержание нитритного, аммонийного и нитратного азота в воде р. Москва - п. Ильинское, р. Лама - д. Егорье, р. Куныя ниже г. Краснозаводск, Можайское вдхр. - д. Красновидово, р. Осетр - д. Городня не превышало десятых долей ПДК. Наибольшая загрязненность нитритным азотом отмечалась в воде р. Москва ниже г. Воскресенск (32,8 ПДК, июль), аммонийным азотом - в воде р. Воймега ниже г. Рошаль (49,0 ПДК, июль); нитратным азотом - в р. Москва выше д. Нижнее Мячково (3,0 ПДК, декабрь). В среднем по Московскому региону содержание нитритного азота составило 4,8 ПДК; аммонийного азота - 3,3 ПДК; нитратного азота - 0,3 ПДК. Содержание фосфатов в среднем по региону было на уровне 1,7 ПДК, однако в воде р. Закса - д. Большое Сареево достигало 5,6 ПДК (октябрь).

Изменения среднегодовых концентраций примесей представлено на рис. 4.1.-4.3.

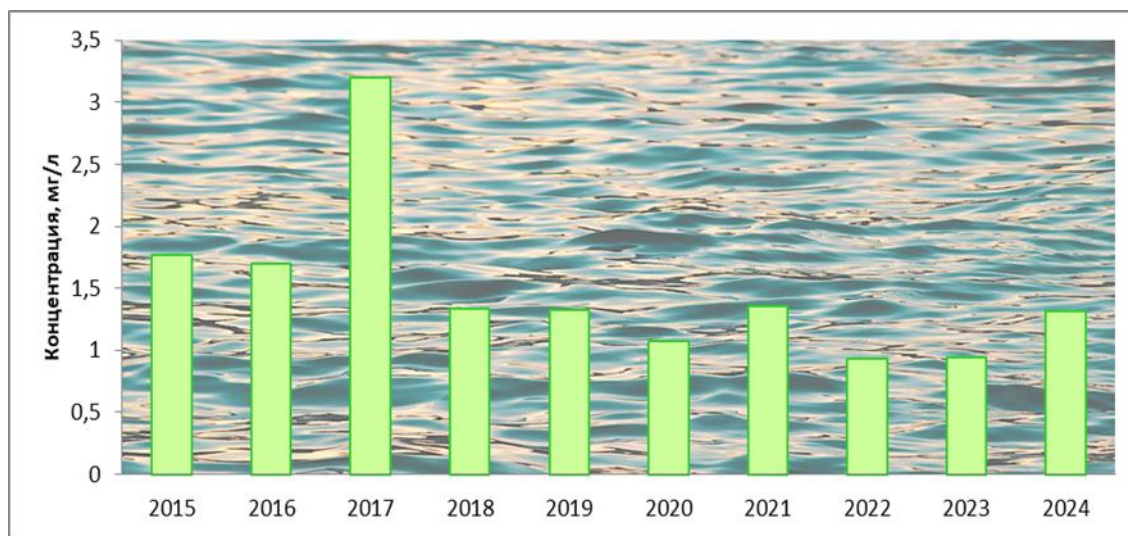


Рис. 4.1. Динамика среднегодовых концентраций аммонийного азота в воде водных объектов Московского региона

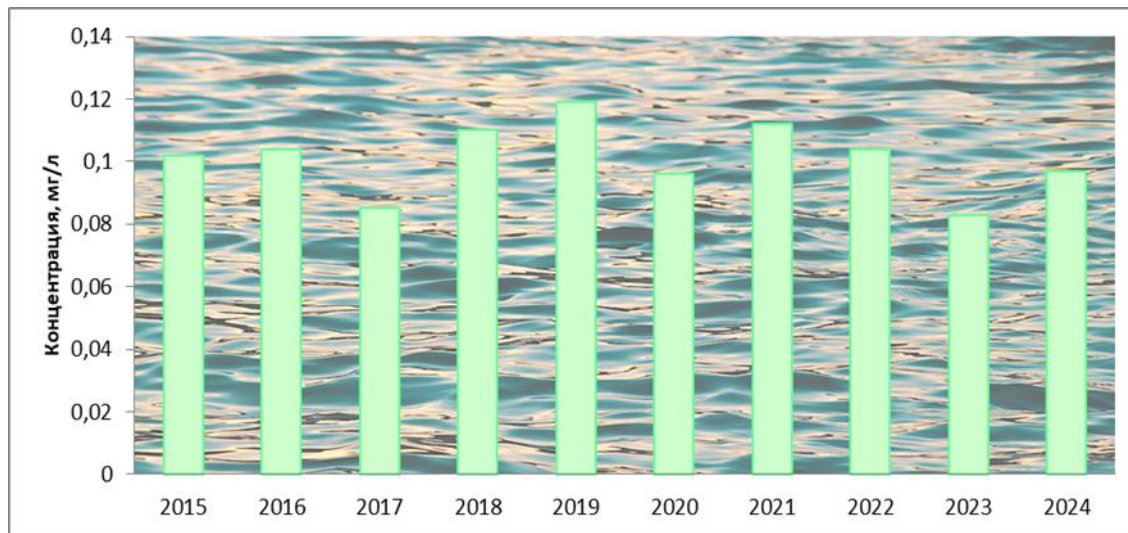


Рис. 4.2. Динамика среднегодовых концентраций нитритного азота в воде водных объектов Московского региона

Минерализация воды водотоков и водоемов Московского региона в среднем составила 425,3 мг/л, сохранившись примерно на уровне 2023 г. Наибольшая величина (1273,0 мг/л) отмечена в воде р. Яуза - г. Москва (февраль). Наименьшая минерализация (70,0 мг/л) — в воде р. Дубна выше п. Вербилки (март).

Характер воды во всех водных объектах гидрокарбонатно-кальциевый, жесткость воды была умеренная (4,74 мг- экв/л), что соответствует уровню 2023 г. Выщелачивающей агрессией вода не обладает.

Содержание хлоридов и сульфатов в среднем составило 0,2 ПДК и 0,4 ПДК, соответственно. Наибольшая концентрация - хлоридов (1,6 ПДК) отмечена в воде р. Яузы - г. Москва (февраль), - сульфатов (1,5 ПДК) в воде р. Нерская - д. Маришкино (ноябрь). Минимальное содержание хлоридов - 3,82 мг/л было зафиксировано в апреле в р. Воймега выше г. Рошаль, сульфатов - 4,22 мг/л, в ноябре в воде Рузского водохранилища - д. Солодово.

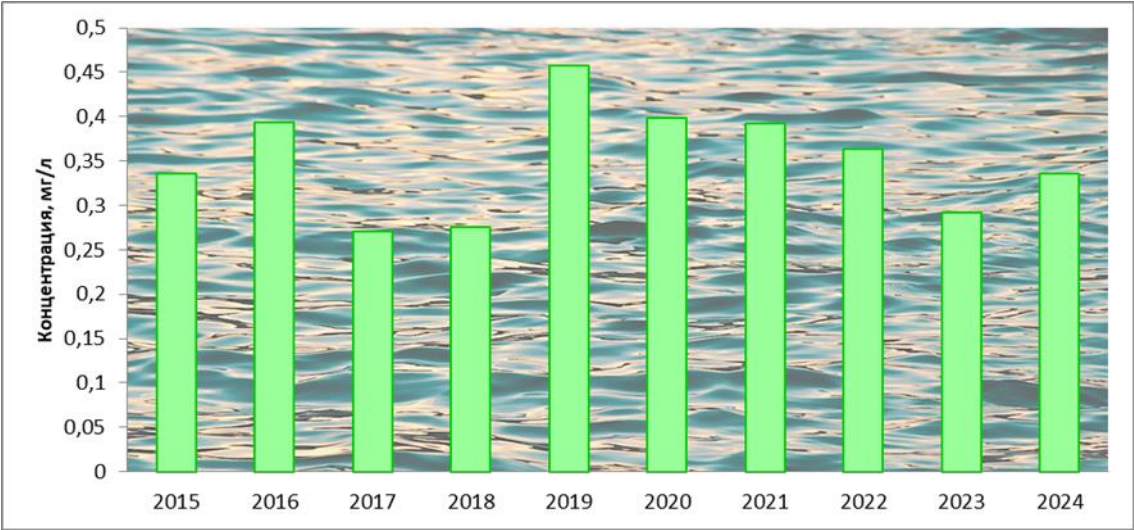


Рис. 4.3. Динамика среднегодовых концентраций фосфатов в воде водных объектов Московского региона

Загрязнение водных объектов тяжелыми металлами было несущественным. Осредненные концентрации составили: хрома шестивалентного - 0,1 ПДК; свинца - 0,2 ПДК; никеля - 0,3 ПДК; меди - 1,6 ПДК; цинка - 1,8 ПДК. Наибольшие концентрации наблюдались: цинка (10,9 ПДК) в январе в р. Рожая - д. Домодедово, меди (10,3 ПДК) в январе в воде р. Клязьма ниже г. Щелково, никеля (5,7 ПДК) в июне в р. Нерская выше г. Куровское, свинца (2,9 ПДК) в ноябре в воде Истринского вдхр. - д. Пятница. Осредненные величины растворенного в воде железа составили 1,8 ПДК, сохраняясь на уровне 2023 г., максимальное содержание составило 48,3 ПДК и регистрировалось в июне в воде р. Воймега ниже г. Рошаль.

Среднее содержание фенолов в поверхностных водах составило 2,0 ПДК; нефтепродуктов - 1,2 ПДК; АПАВ - 0,2 ПДК. Максимальная величина нефтепродуктов (33,4 ПДК) зафиксирована, как и в прошлом году, в воде р. Яуза - г. Москва в марте, фенолов (7,4 ПДК) в марте в р. Пахра - д. Нижнее Мячково и АПАВ (4,9 ПДК) в октябре - в воде р. Кунья выше г. Краснозаводск.

Осредненное содержание формальдегида во всех водных объектах было на уровне 0,3 ПДК, но в воде р. Нерская - д. Маришкино достигало в октябре 4,6 ПДК.

Оценка качества воды водотоков и водоемов по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ) показала, что качественный состав поверхностных вод водных объектов Московского региона в 2024 г. представлен классами качества: от второго - слабо загрязненные воды, до пятого - экстремально грязные воды в таблице 4.2.

Таблица 4.2. Характеристики качества воды водных объектов Московского региона

Классы качества воды	Водные объекты Московского региона
1	нет
2	Водохранилища: <i>Рузское, Можайское, Истринское</i> ;
3	Водохранилища: <i>Озернинское, Ивановское</i> ; Реки: <i>Ока</i> (г. Серпухов, г. Кашира, г. Коломна), <i>Протва, Осетр</i> ; <i>Москва</i> (д. Барсуки, г. Звенигород, п. Ильинское), <i>Истра</i> ;
4	Реки: <i>Лама, Дубна, Кунья</i> (ниже г. Краснозаводск), <i>Сестра</i> , <i>Ока</i> (ниже г. Коломна), <i>Нара</i> (в районе г. Наро-Фоминск и г. Серпухов), <i>Лопасня</i> ; <i>Москва</i> (г. Москва: «Бабьегородская плотина», Бесединский мост МКАД), д. Нижнее Мячково, г. Воскресенск, г. Коломна), <i>Яуза, Пахра</i> (г. Подольск и д. Нижнее Мячково), <i>Нерская, Медвенка, Закса, Рожая</i> ; <i>Клязьма</i> (на участке - от г. Щелково до г. Орехово-Зуево), <i>Воря, Воймега</i> выше г. Рошаль.
5	Река <i>Воймега</i> , ниже г. Рошаль

В 2024 г. на водных объектах Московского региона было зафиксировано 185 случаев высокого загрязнения (ВЗ) различными веществами, что на 17 случаев больше, чем в 2023 г. (рис. 4.4).

Из общего количества случаев ВЗ в 2024 г. отмечено:

- ✓ 1 случай формальдегидом (р. Нерская);
- ✓ 2 случая нефтепродуктами (р. Яуза);
- ✓ 3 случая органическими веществами по ХПК (р. Воймега);
- ✓ 3 случая цинком (рр. Рожая, Пахра, Москва);
- ✓ 7 случаев общим железом (рр. Воймега, Нерская);
- ✓ 28 случаев органическими веществами по БПК 5 (рр. Воймега, Закса, Медвенка, Пахра, Рожая, Москва, Воря, Протва, Кунья, Яуза);
- ✓ 43 случая аммонийным азотом (рр. Воймега, Рожая, Закса, Пахра, Кунья);
- ✓ 98 случаев нитритным азотом (рр. Москва, Воймега, Рожая, Закса, Нерская, Клязьма, Пахра, Медвенка, Воря).

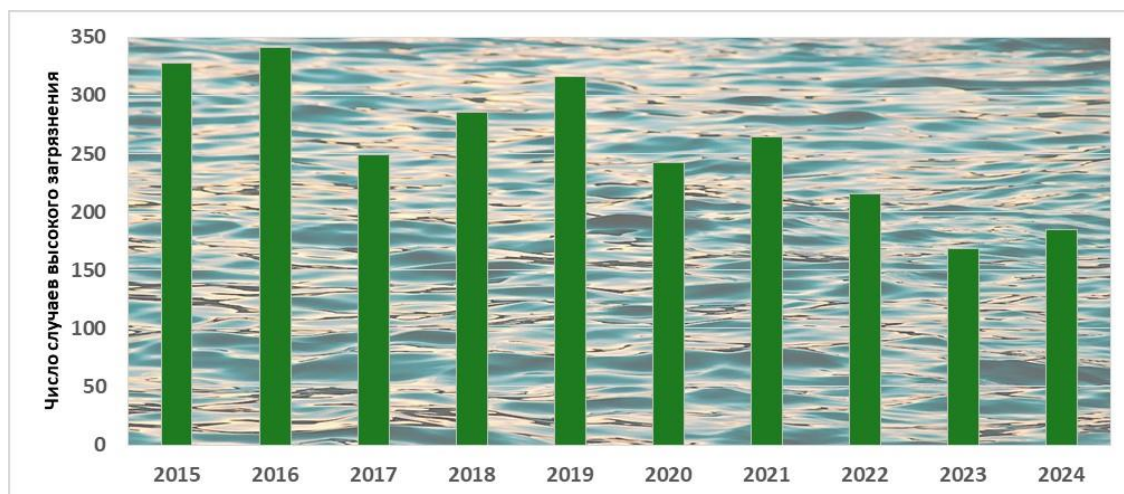


Рис. 4.4. Количество случаев высокого загрязнения воды водотоков Московского региона

На рис. 4.5. представлена диаграмма распределения количества «наибольших» случаев высокого загрязнения воды по водотокам Московского региона в период с 2020 по 2024 гг., в том числе в 2024 г.: 42 случая в р. Москва, 33 случая - в р. Пахра, 32 случая - в р. Воймега, 25 случаев - в р. Пахра, в рр. Зака и Рожая по 22 случая.

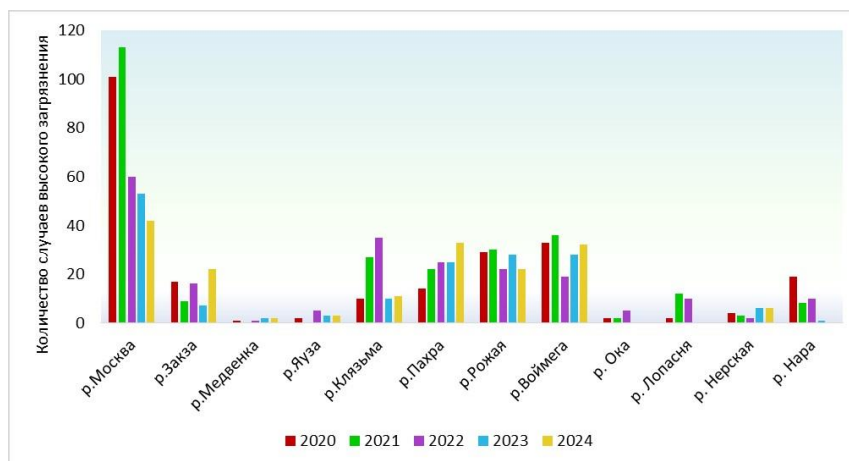


Рис. 4.5. Реки Московского региона с максимальным количеством случаев высокого загрязнения

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 $14,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Максимальное значение среднемесячной объемной суммарной бета-активности аэрозолей наблюдалось в сентябре на метеорологической станции М-II Москва (Тушино) и составило $74,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что не превысило расчетных уровней ВЗ (РД 52.18.826-2015). Среднемесячные значения объемной суммарной бета-активности аэрозолей в приземном слое атмосферы представлены на рис. 4.6.

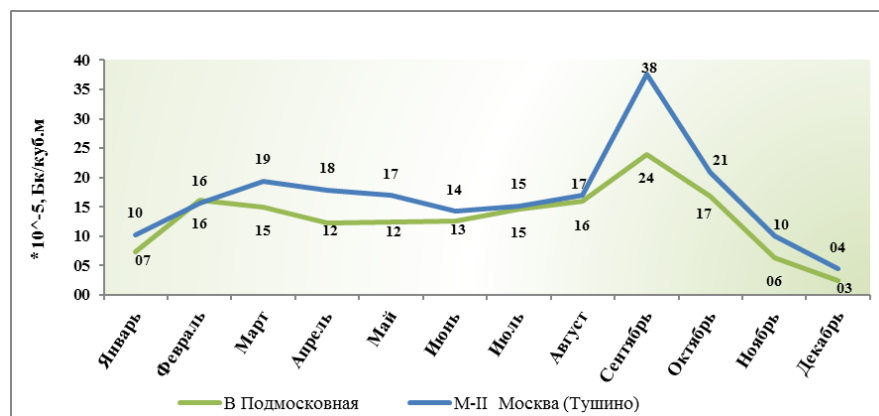


Рис. 4.6. Среднемесячная объемная суммарная бета-активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2024 г.

Радиоактивные выпадения на подстилающую поверхность контролировались в пяти пунктах, три из которых расположены на территории г. Москвы (Балчуг, ВДНХ и Тушино), остальные - на территории Московской области. Отбор проб радиоактивных выпадений производился с помощью марлевых планшетов с суточной экспозицией.

Среднегодовое значение суммарной бета-активности радиоактивных выпадений в 2024 г. составило 1,1 Бк/м² в сутки. Максимальные суточные выпадения были зарегистрированы в октябре на метеорологической станции М-II Ново-Иерусалим и составили 6,4 Бк/м² в сутки, что не превысило расчетных уровней ВЗ (РД 52.18.826-2015). Данные о суммарной бета-активности выпадений из атмосферы представлены на рис. 4.7.

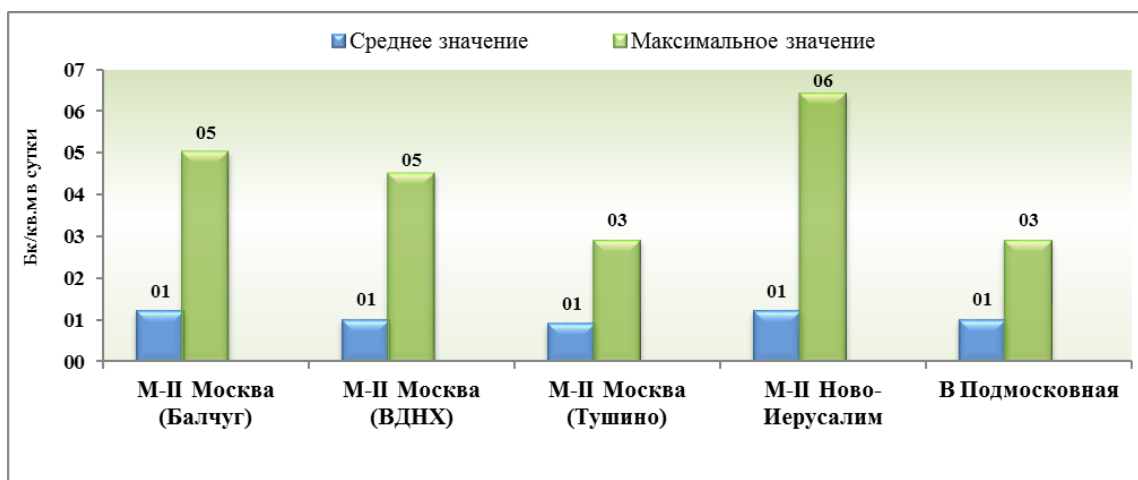


Рис. 4.7. Среднемесячные и максимальные суточные значения радиоактивных выпадений из атмосферы в 2024 г.

Мощность амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД ГИ) измерялась ежедневно на 17 станциях. Среднегодовая величина МАЭД ГИ на территории Московского региона в 2024 г. изменялась в диапазоне от 0,11 мкЗв/ч до 0,14 мкЗв/ч и находилась в пределах колебаний естественного гамма-фона. Максимальное значение наблюдалось в г. Москве в июле на метеорологической станции М-II Москва (Балчуг) и составило 0,18 мкЗв/ч, в Московской области: в апреле на метеорологической станции М-II Кашира; в июне на метеорологической станции М-II Павловский Посад и на Водобалансовой станции Подмосковная, и составило 0,19 мкЗв/ч, что не превысило расчетных уровней ВЗ (РД 52.18.826-2015). Среднее значение МАЭД ГИ по данным станции фоновой мониторинга (СФМ) составило 0,12 мкЗв/ч, а максимальное значение 0,18 мкЗв/ч было зарегистрировано в июне. В среднем радиационный фон по г. Москве и по Московской области не превысил 0,12 мкЗв/ч. Среднегодовые и максимальные значения мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения представлены на рис. 4.8.

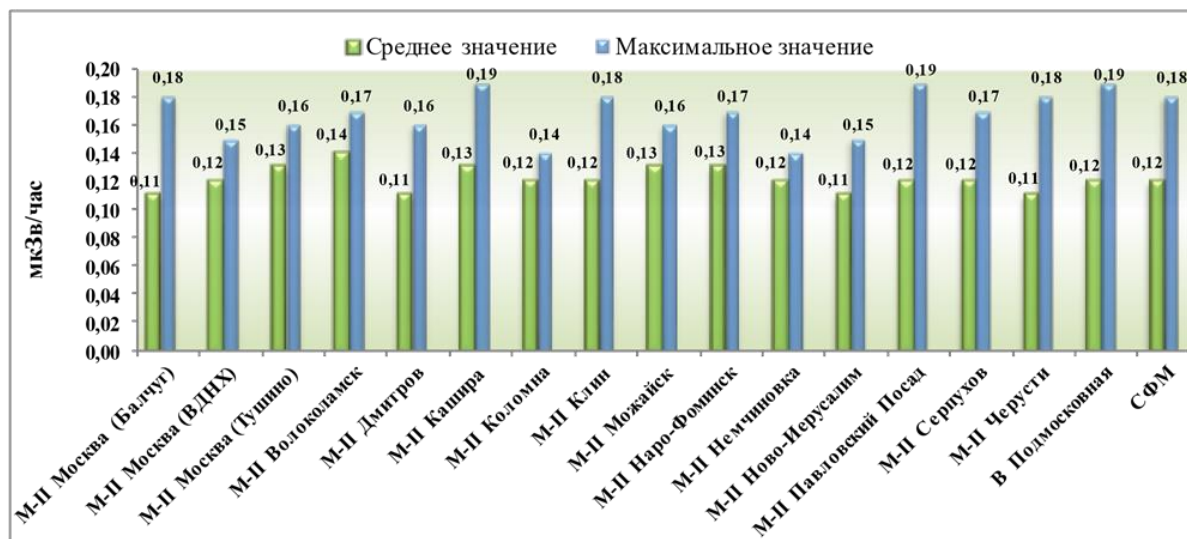


Рис. 4.8. Мощности амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД ГИ) в 2024 г.

В 2024 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 2024 г. комплексные гидрохимические, геохимические, гидробиологические и микробиологические наблюдения в бассейне озера Байкал проводились на станциях государственной наблюдательной сети в акватории озера (рис. 4.9).

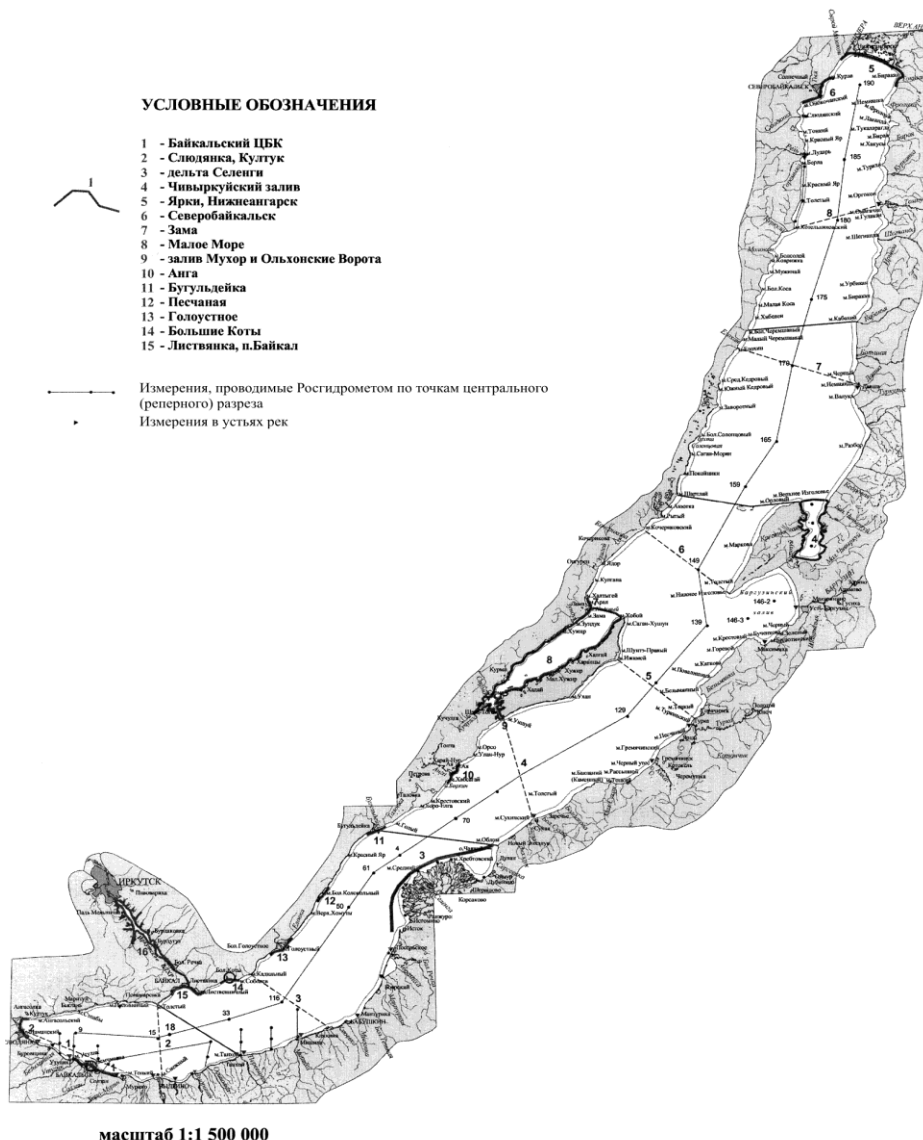


Рис. 4.9. Схема расположения станций государственной наблюдательной сети в акватории озера Байкал

4.2.1. 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 канализационных очистных стоков (КОС) г. Байкальска (250 км²), дельту реки Селенги (234 км²), район северной оконечности озера, прилегающий к трассе Байкало-Амурской магистрали (БАМ) (162 км²), район расположения портов Южного Байкала.

Район выпуска КОС г. Байкальска расположен между устьями рек Безымянная и Хара-Мурын и охватывает часть акватории озера протяженностью 40 км при максимальном удалении от берега до 15 км. Внутри этого участка более подробно анализируется район площадью 35 км² и контрольный створ, расположенный на расстоянии 100 м восточнее выпуска сточных вод.

По данным гидрохимических наблюдений в 2024 г. среднегодовая концентрация главных ионов в воде озера изменялась в интервале 99 - 107 мг/л (рис. 4.10). Изменение содержания главных ионов отмечалось локально - вблизи наиболее крупных притоков озера и в районах наиболее подверженных влиянию антропогенного фактора.

На рис. 4.10 представлена минерализация воды оз. Байкал в различных районах и в целом по озеру.

В районе контрольного 100-метрового створа в 2024 г. было проведено семь съёмок с февраля по октябрь, на пяти вертикалях с отбором проб воды через 10 м по глубине, всего в течение года было отобрано 147 проб воды.

Данные о нарушении качества воды оз. Байкал в исследуемом районе в 2024 г. по сравнению с 2023 г. приведены в таблице 4.3.

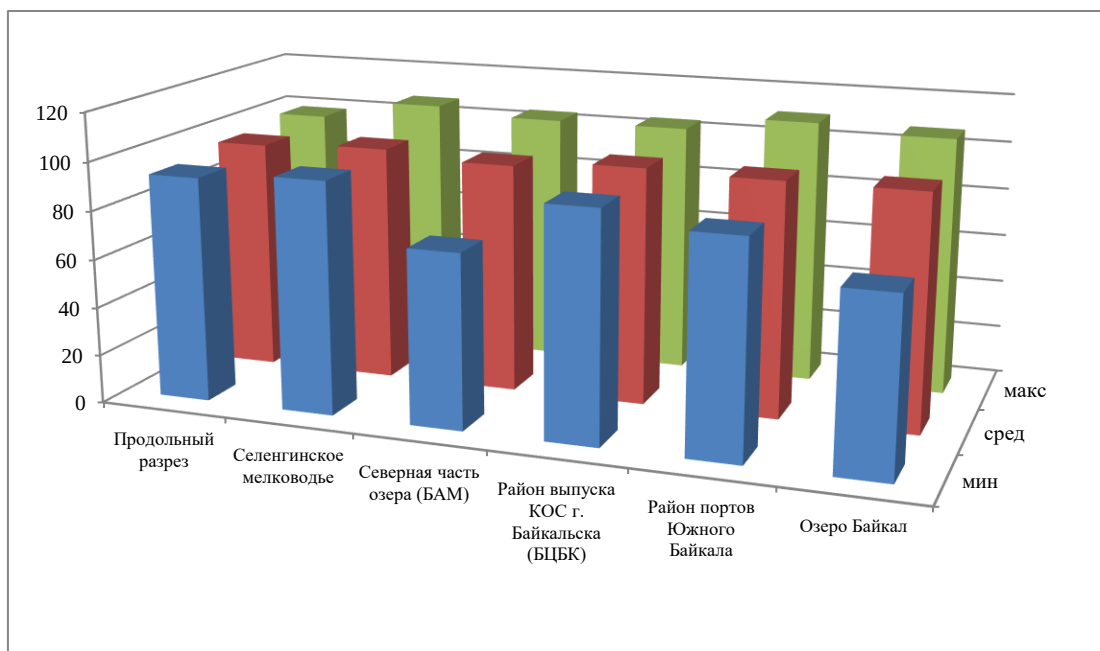


Рис. 4.10. Минерализация воды оз. Байкал в 2024 г., мг/л;

Таблица 4.3. Сведения о нарушениях качества воды озера Байкал в районе контрольного 100 метрового створа

Показатели	Пределы концентраций, мг/дм ³		Число наблюдений: общее - с нарушениями норм		Максимальное превышение норм	
	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.	2023 г.	2024 г.
Водородный показатель, ед. pH	7,2 - 8,4	7,6 - 8,2	7 - 0	7 - 0	-	-
Сумма минеральных соединений, мг/л	95 - 105	95 - 105	7 - 0	7 - 0	-	-
Сульфаты, мг/л	5,6 - 8,2	5,1 - 7,7	7 - 0	7 - 0	-	-
Хлориды, мг/л	0,6 - 0,9	0,6 - 1,4	7 - 0	7 - 0	-	-
Летучие фенолы, мг/л	0,0 - 0,002	0,0 - 0,002	7 - 7	7 - 7	2	2

В 2024 г. в районе 100-метрового контрольного створа, расположенного в месте глубоководного выпуска КОС г. Байкальска, содержание летучих фенолов превысило установленные нормы. Повышенные концентрации летучих фенолов наблюдались в каждой из семи съёмок.

В районе выпуска КОС г. Байкальска (ранее район БЦБК) в 2024 г. отбор проб проводился в марте, июне и августе с горизонтов 0,5 м, 25-50 м, 75-100 м, 200 м и в придонном слое. Водородный показатель среды находился в пределах нормы 6,9 - 8,3 единицы pH (7,3 - 8,2 pH в 2023 г.) с увеличением щелочной реакции.

Кислородный режим положительный - среднегодовая величина растворенного в воде кислорода составила 13,5 мг/л (13,9 мг/л в 2023 г.). Максимальные значения растворенного в воде кислорода наблюдались в марте в поверхностном слое и августе - на глубине 25-50 м. Насыщение воды кислородом составляло в среднем 120%.

В 2024 г. по сравнению с предшествующим периодом и с фоновым районом наблюдалось увеличение максимальных концентраций взвешенных веществ и нефтепродуктов - до 2,9 мг/л и 0,03 мг/л соответственно. По остальным наблюдаемым показателям превышений не наблюдалось.

В районе продольного разреза гидрохимические наблюдения проводились на всех контролируемых горизонтах (0,5, 25, 50, 100 м и придонном). Общая гидрохимическая характеристика воды озера (среднегодовые концентрации) в 2024 г. в сравнении с периодом 2018-2023 гг. приведена на рис. 4.11 - 4.13.

Наблюдения в исследуемый период проводились с июня по октябрь. Значения водородного показателя изменялись в пределах от 7,5 до 8,1 единицы pH (7,5-8,3 pH в 2023 г.), а содержание растворенного кислорода в пределах от 9,30 до 13,2 мг/л (8,90- 12,3 мг/л в 2023 г.). В 2024 г. минерализация воды озера в северной, средней и южной частях соответствовала среднемноголетним значениям (рис. 4.12).

В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом содержание сульфатных ионов в воде северной и средней котловины озера незначительно снизилось (рис. 4.13). В южной котловине озера концентрация сульфатов в воде составила 6,5 мг/л (6,1 мг/л в 2023 г.). Максимальное содержание сульфатов отмечалось также в южной части озера - 7,9 мг/л.

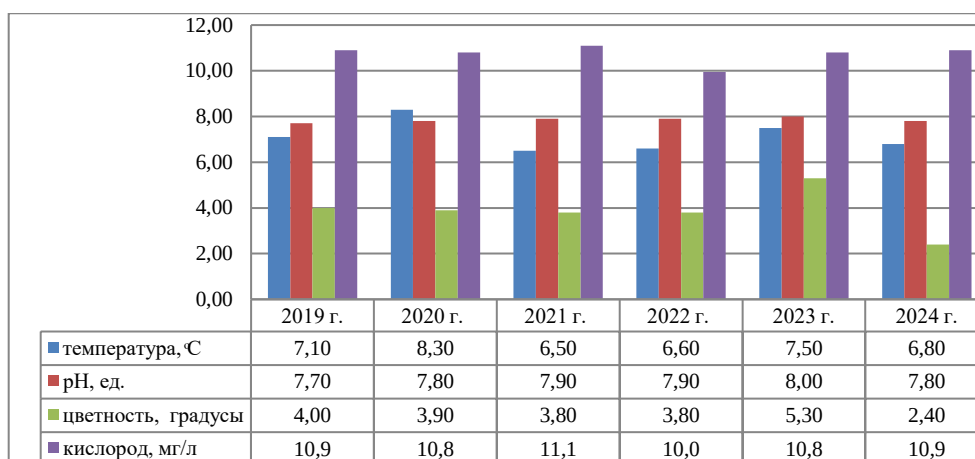


Рис. 4.11. Общая гидрохимическая характеристика воды в районе продольного разреза оз. Байкал

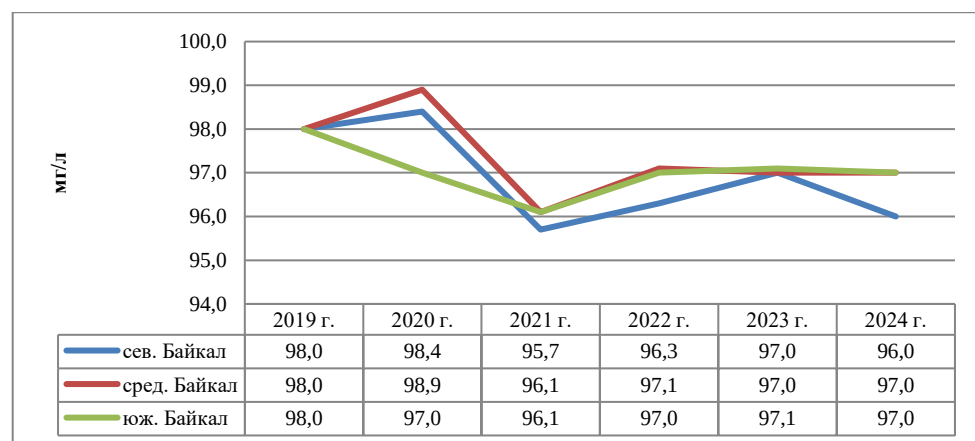


Рис. 4.12. Минерализация воды озера по котловинам продольного разреза

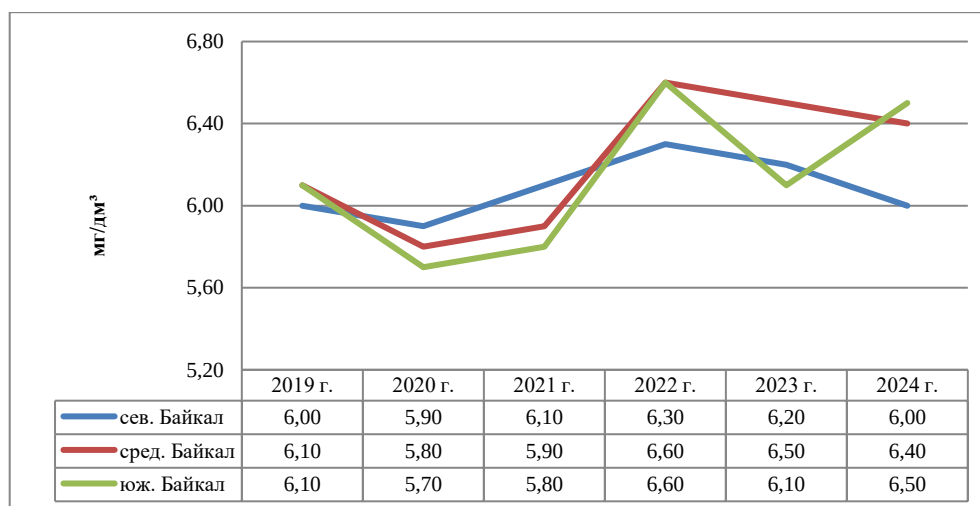


Рис. 4.13. Динамика сульфатных ионов по котловинам продольного разреза

В районе северной оконечности озера, прилегающей к трассе БАМ, водородный показатель среды изменялся в диапазоне 7,60 - 8,20 единицы рН, со средним значением 7,90 рН. Максимальное содержание растворенного в воде кислорода составило 12,1 мг/л (13,9 мг/л в 2023 г.) со средним значением 10,6 мг/л (11,6 мг/л в 2023 г.). В воде отмечалось увеличение максимальных концентраций взвешенных веществ - 2,9 мг/л (фон 2,0 мг/л), минеральных веществ - 104 мг/л (фон 97 мг/л), хлоридов - 1,3 мг/л (фон 1,0 мг/л). Среднегодовые концентрации данных показателей не превышали фоновых значений. Максимальные и среднегодовые концентрации остальных наблюдаемых показателей в данном районе сохранились на прежнем уровне и соответствовали фоновым значениям.

В районе Селенгинского мелководья в 2023 г. водородный показатель изменялся в пределах от 7,9 до 8,0 единиц рН. Максимальное содержание растворённого кислорода увеличилось и составило 9,6 мг/л (9,2 мг/л в 2023 г.). Незначительно повысились максимальные концентрации хлоридов - 1,2 мг/л (0,8 мг/л в 2023 г.) и кремния 2,8 мг/л (1,8 мг/л в 2023 г.). Снижение максимальных концентраций наблюдалось по содержанию общего азота - с 0,67 мг/л в 2023 г. до 0,28 мг/л 2024 г. и взвешенных веществ с 2,6 мг/л в 2023 г. до 1,6 мг/л в 2024 г. По остальным наблюдаемым показателям изменений не было выявлено.

В районах расположения портов Южного Байкала (п. Байкал, п. Байкальск, п. Выдрино, п. Култук, п. Большое Голоустное) по сравнению с 2022-2023 гг. и с фоновым районом наблюдались повышенные концентрации взвешенных веществ, хлоридов, летучих фенолов, азота общего, азота органического и нефтепродуктов в портах Култук и Байкал. Вода в районе этих портов является самой загрязненной в данном районе исследований, что связано с влиянием территориального хозяйственного комплекса населенных пунктов и активным судоходством.

4.2.2. Состояние донных отложений

Состояние донных отложений в районе выпуска канализационных очищенных стоков (КОС) г. Байкальска. В 2024 г. в районе выпуска КОС г. Байкальска были выполнены две запланированные геохимические съемки: в марте с отбором 28 проб и в августе с отбором 30 проб донных отложений и грунтовой воды.

Площадь контролируемого полигона в марте 2024 г. составила 14,2 км², в августе 15,2 км². Общее количество проб за две съемки составило по 58 проб донных отложений и грунтовой воды, которые были отобраны на глубинах 21-264 м и 15-680 м, соответственно. На фоновом участке полигона были отобраны по 3 пробы донных отложений и грунтовой воды на глубинах 46-190 м и 30-220 м, соответственно.

Полициклические ароматических углеводороды (ПАУ) и бенз(а)пирен (БП) в поверхностном слое донных отложений озера Байкал.

Следует отметить, что полигон в районе КОС г. Байкальска представляет собой глубинный маргинальный фильтр (геохимический барьер) в озере, где выходят трубы канализационной системы и происходит подпруживание потока, интенсивное перемешивание и осаждение разных по составу типов вод, включая взвешенный материал. При проведении наблюдений надо учитывать, что данный процесс представляет собой достаточно быстрое накопление осадочного материала на дне озера и как следствие значительного объема загрязняющих веществ, что может сказываться на геохимическом спектре донных отложений.

По литолого-геохимическим особенностям, а также с учетом морфологии котловины в пределах полигона, площадь последнего была разделена по глубинам отбора проб на две части. Первая - до 100 м, которая в основном представлена разнородными песками и крупноалевритовыми илами, в тексте обозначена, как пески и вторая - глубоководные отложения, представленные мелкоалевритовыми и глинистыми илами, в тексте - илы.

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 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 - соответственно более 5,0 нг/г с.о. и более 30 нг/г с.о.

Район КОС г. Байкальска. Наблюдения за содержанием полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) и индикаторного представителя этой группы полиаренов бенз(а)пирена (БП) в поверхностном слое донных отложений оз. Байкал является важным направлением в экологическом мониторинге. Концентрация суммы полиаренов ПАУ в донных отложениях водоемов в пределах до 100 нг/г с.о. считается слабым загрязнением. В таблицах 4.4 и 4.5 представлены данные о степени загрязненности ПАУ и БП донных отложений оз. Байкал в 2024 г.

Таблица 4.4. Степень загрязненности ПАУ донных отложений озера Байкал в 2024 г., нг/г с.о. (числитель - пределы значений, знаменатель - среднее значение)

Полигоны	Слабое загрязнение		Сильное загрязнение	
КОС г. Байкальска			<u>54,9-1319,8</u> 276,6 (март)	<u>14,2-594,0</u> 277,2 (сентябрь)
БАМ	<u>11,1-135,0</u> 50,1 (сентябрь) Участок - 58,8			
р. Селенга	<u>37,2-115,3</u> 77,6 (сентябрь), Протока 70,0			
Малое Море	<u>15,5-117,6</u> 53,5 (июнь)			

В марте 2024 г. в донных отложениях на глубинах менее 100 м, средняя концентрация БП составила 10,0 нг/г с.о. при диапазоне значений от 1,7 до 31,0 нг/г с.о., что больше, чем в 2023 г., соответственно, 6,3 нг/г с.о. диапазон 0,3 - 18,9 нг/г с.о. Фоновое значение на полигоне в марте 2024 г. составило 9,1 нг/г с.о. По шкале сравнительных оценок пески на полигоне в марте 2024 г. соответствовали сильно загрязненным донным отложениям.

В сентябре 2024 г. в донных отложениях - песках средняя концентрация БП составила 7,7 нг/г с.о., (фоновое содержание в песках 1,4 нг /г с.о.). По шкале сравнительных оценок пески на полигоне в марте и сентябре 2023 г. соответствовали сильно загрязненным донным отложениям.

Среднее содержание бенз(а)пирена в донных отложениях в марте 2024 г. на глубинах более 100 м (илистые отложения), составило 9,3 нг/г с.о. (диапазон значений 1,7 - 29,6 нг/г с.о.), фоновое значение 2,0 нг/г с.о. В сентябре 2024 г. содержание арена составило - 15,1 нг/г с.о. (фоновое значение - 0,4 нг/г с.о.). По шкале сравнительных оценок донных отложений внутриконтинентальных водоемов, содержание БП в 2024 г. в илах полигона соответствуют умеренно загрязненным донным отложениям (норматив шкалы 5,0-30 нг/г с.о.).

В целом в 2024 г. среднее содержание БП в донных отложениях на полигоне составило 10,5 нг/г с.о., т. е. незначительно увеличилось по сравнению с 2023 г. 10,3 нг/ г с.о. Среднее содержание бенз(а)пирена в 2024 г. в

фоновой части полигона составило, как и 2023 г. - 3,9 нг/г с.о. Динамика изменения среднего содержания БП в донных отложениях за 2020-2024 гг. представлена в таблице 4.5.

Максимальное загрязнение БП наблюдалось в песчаных отложениях полигона в районе выпуска КОС г. Байкальска (более 5,0 нг/г с.о.).

Таблица 4.5. Среднее содержание бенз (а) пирена в донных отложениях оз. Байкал, в районе выпуска КОС г. Байкальска в 2020-2024 гг., нг/г с.о. (числитель - пределы значений, знаменатель - среднее значение, в скобках среднее содержание на фоновом участке полигона)

Донные отложения (литотипы)	Годы наблюдений				
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
По всему полигону	<u>0,10-32,4</u> 10,6 (2,0)	<u>0,40-35,9</u> 8,60 (7,90)	<u>1,3-48,2</u> 11,8(1,5)	<u>0,3-25,9</u> 10,3(4,3)	<u>0,3-37,6</u> 10,5(3,2)
Пески	<u>0,10-31,6</u> 7,80 (2,40)	<u>0,40-19,4</u> 6,70(4,10)	<u>1,3-48,2</u> 9,4(0,4)	<u>0,3-18,9</u> 5,2((2,7)	<u>0,3-31,0</u> 8,8(5,2)
Илы	<u>1,80-32,4</u> 13,4 (1,60)	<u>0,70-35,9</u> 10,5(11,7)	<u>1,3-31,0</u> 14,2(2,6)	<u>1,3-25,9</u> 15,5(11,9)	<u>0,5-37,6</u> 12,2(1,2)

Состояние донных отложений в районе авандельты р. Селенга. В марте 2024 г. было отобрано 13 проб (из них 4 пробы в районе речных выносов основной протокой Харауз).

В таблицах 4.6 и 4.7 представлено среднее содержание ПАУ в районе авандельты р. Селенга. В сравнении с предыдущим годом произошло снижение содержания ПАУ, как в районе выноса протокой Харауз, так и во всем исследованном районе озера.

Таблица 4.6. Среднее содержание ПАУ в донных отложениях авандельты р. Селенга в 2020-2024 гг. нг/г с.о. (числитель - пределы значений, знаменатель среднее значение)

Полигон	ПАУ				
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Авандельта р. Селенга	<u>42,4-175,3</u> 96,9	<u>12,6-100,3</u> 40,4	<u>39,0-102,1</u> 83,1	<u>28,0-137,1</u> 85,1	<u>37,2-115,3</u> 77,6
Основная протока Харауз	<u>80,9-172,9</u> 104,2	<u>16,4-100,3</u> 52,1	<u>60,4-91,7</u> 78,4	<u>53,7-127,7</u> 92,3	<u>42,8-111,7</u> 70,0

Таблица 4.7. Среднее содержание бенз(а)пирена в донных отложениях авандельты р. Селенга в 2020-2024 гг., нг/г с.о. (числитель - пределы значений, знаменатель - среднее значение)

Полигоны	Годы наблюдений				
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Авандельта р. Селенга - весь полигон (содержание в илах)	<u>0,40-5,90</u> 2,10	<u>0,20-5,20</u> 1,70	<u>0,6-5,0</u> 2,6	<u>0,3-4,4</u> 2,2	<u>0,4-5,9</u> 2,5
Авандельта р. Селенга - протока Харауз (содержание в илах)	<u>1,50-5,90</u> 2,90	<u>0,40-5,20</u> 2,50	<u>0,6-4,4</u> 3,0	<u>1,1-3,7</u> 2,7	<u>1,3-5,9</u> 2,7

В 2024 г. в донных отложениях в 2024 г. в районе речных выносов протокой Харауз содержание БП сохранилось на уровне 2,7 нг/г с.о. (табл. 4.7). Наблюдается незначительный рост арена в авандельте р. Селенга до 2,5 нг/г с.о., в 2023 г. - 2,2 нг/г с.о. Таким образом, уровень загрязненности донных отложений БП на авандельте р. Селенга в 2024 г., как и в 2023 г. сохраняется на уровне фоновых значений (<5,0 нг/г с. о.).

В районе северной части озера, в зоне влияния трассы БАМ в сентябре 2024 г. было отобрано 18 проб. Подробное изучение ПАУ в донных отложениях полигона представлено в таблице 4.8. В 2024 г. содержание ПАУ в донных отложениях на полигоне оценивается, как слабое загрязнение: 50,1 нг/г с.о. и на Участке 58,8 г.с.о.

В сентябре 2024 г. по сравнению с 2023 г. отмечался незначительный рост среднего содержания бенз(а)пирена с 1,4 нг/г с.о. до 1,7 нг/г с.о., на Участке прослеживается некоторое снижение содержания арена с 2,2 нг/г с.о. в 2023 г. до 1,8 нг/г с.о. в 2024 г. Загрязненность донных отложений бенз(а)пиреном на полигоне и на Участке соответствовала фоновым значениям.

В районе Малого Моря в 2024 г. было отобрано 3 пробы. В июне 2024 г. содержание ПАУ в донных отложениях в Малом море составило 53,6 нг/г с.о. и оценивалось как слабое загрязнение.

Содержание бенз(а)пирена в донных отложениях Малого моря в июне 2024 г. изменялось от 0,2 до 1,7 нг/г с.о, при среднем значении 0,7 нг/г.со. (таблица 4.9). В 2024 г. концентрация арена согласно шкале сравнительных оценок загрязнения для глинистых илов водоемов находилась на фоновом уровне (менее 5,00 нг/г с.о.).

Таблица 4.8. Среднее содержание бенз(а)пирена в донных отложениях оз. Байкал в 2020-2024 гг. в северной части озера в зоне влияния трассы БАМ, нг/г с.о. (числитель - пределы значений, знаменатель - среднее значение)

Район	Годы наблюдений				
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Зона влияния трассы БАМ (весь полигон содержание в илах)	<u>0,10-6,90</u> 1,50	<u>0,10-16,4</u> 1,90	<u>0,20-29,3</u> 4,2	<u>0,1-4,0</u> 1,4	<u>0,2-4,5</u> 1,7
Зона влияния трассы БАМ (участок) (содержание в илах)	<u>0,50-6,90</u> 2,90	<u>1,70-3,90</u> 2,10	<u>0,20-29,3</u> 6,4	<u>1,1-4,0</u> 2,2	<u>0,6-3,6</u> 1,8

Таблица 4.9. Среднее содержание бенз(а)пирена в донных отложениях Малого моря, в 2020-2024 гг., нг/г с.о.(числитель - пределы значений, знаменатель - среднее значение)

Полигон	Годы наблюдений				
	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 г.
Малое море (содержание в илах)	<u>0,10-0,80</u> 0,30	<u>0,10-2,30</u> 1,10	<u>0,10-14,4</u> 5,50	<u>0,3-1,5</u> 0,8	<u>0,2-1,7</u> 0,7

4.2.3. Гидробиологические наблюдения на озере

В 2024 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. Дополнительно проводились наблюдения в мелководной зоне южной (район Култук - Слюдянка, районы портов Байкал, Большое Голоустное, Култук, Байкальск, Выдрино) и северной (от мыса Слюдянский до мыса Курла) частях озера.

Анализ гидробиологических характеристик в районе КОС г. Байкальска свидетельствует о влиянии антропогенной нагрузки на зоопланктон во все сезоны наблюдений. Площадь зоны влияния КОС на зоопланктон увеличилась в подледный сезон в 1,3 раза и осенний в 3,1 раза. В весенний сезон наблюдалось ее снижение в 1,8 раза. На фоновых станциях биомасса эпишуры была в 2,5 - 13 раз выше, чем в зоне загрязнения.

Площадь зон загрязнения в подледный сезон по бактерио- и фитопланктону уменьшилась в 26 и 4 раза, а в осенний сезон увеличилась в 1,6 и 2,1 раза соответственно. В весенний сезон наблюдалось уменьшение площади загрязнения в 2,1 раза по фитопланктону, по бактериопланктону - сохранилось на уровне предыдущего года наблюдений.

По результатам наблюдений в районе КОС в осенний сезон отмечалось увеличение средней численности бактериопланктона в 6 раз и фитопланктона в 2 раза, что соответствует среднесезонным изменениям.

В донных отложениях по бактериобентосу площадь зоны загрязнения в подледный сезон уменьшилась в 12 раз, в осенний - увеличилась в 3,6 раза. Численность гетеротрофной микрофлоры в зоне загрязнения в оба сезона наблюдений была выше фоновых характеристик в 6 - 7 раз соответственно.

По величине олигохетного индекса исследованный участок озера можно охарактеризовать как «загрязненный - слабо загрязненный» (63% проб) - «относительно чистый» (37% проб).

Развитие углеводородокисляющих бактерий отмечалось во все периоды наблюдений, с максимальной численностью 1 - 10 тыс. кл/мл в весенний и летний периоды. Наибольшая численность фенолоокисляющих бактерий была отмечена в весенний и осенний сезоны наблюдений, в основном в пробах, отобранных на станциях, расположенных в районе выпуска КОС г. Байкальска. Их численность на отдельных станциях изменялась от 36 до 495 кл/мл.

В пробах зоопланктона нитчатые водоросли рода *Spirogyra* Link были выявлены только в осенний сезон. Наиболее активно водоросли развивались на станциях, расположенных в центральной части полигона, в прибрежной полосе к западу от места выпуска КОС г. Байкальска и на участке между устьями рек Безымянная и Утулик с наибольшим удалением от берега до 4 км.

В марте в 53 % проб зообентоса спирогира была выявлена на глубинах от 25 до 130 м, преимущественно с западной стороны от выпуска КОС. На фоновом участке, расположенном в районе р. Безымянная, нити спирогиры были выявлены в донных отложениях на глубине 190 м.

Спирогира была выявлена в значительном количестве в воде пяти портов южного Байкала (Байкал, Большое Голоустное, Култук, Байкальск, Выдрино), в донных отложениях в портах Байкал, Култук, Выдрино.

В северной части озера анализ состояния донных сообществ свидетельствует о сохранении здесь антропогенной нагрузки. В весенний сезон наблюдений численность всех наблюдаемых групп гидробионтов была выше в западной прибрежной зоне, что свидетельствует о поступлении легкоокисляемых органических веществ в результате таяния снежного покрова и увеличения стока рек, впадающих в озеро в этом районе. В осенний сезон максимальное развитие бактериопланктона 1186 кл/мл наблюдалось в восточной прибрежной зоне, фитопланктона 462 тыс. кл/л и зоопланктона 48 тыс. экз./м³ в центральной (реперной) части озера. Численность бактериобентоса весной 196 тыс. кл/г и зообентоса 3,8 тыс. экз./м² была выше в западной части озера.

По численности бактериопланктона наиболее загрязненными в весенний сезон наблюдений были устьевые участки рек Кичера, Верхняя Ангара, Тья, в сентябре реки Томпуда, Тья, Рель. Весной численность бактериопланктона в реках изменялась от 587 до 3300 кл/мл, а осенью от 199 до 495 кл/мл. Численность углеводородокисляющих бактерий в воде всех рек в оба сезона была одинакова, составляя 1 тыс. кл/мл. Максимальная численность фенолоокисляющих бактерий наблюдалась весной в воде рек Кичера и Верхняя Ангара 16 и 37 кл/мл, осенью в реках Томпуда и Тья 40 и 47 кл/мл соответственно. Полученные данные свидетельствуют о поступлении в озеро загрязняющих веществ с водами этих рек.

Развитие водорослей рода *Spirogyra* Link. отмечалось как в 2023 г. в пробах зоопланктона и зообентоса, отобранных в оба сезона наблюдений в прибрежной полосе вдоль западного побережья от устья р. Рель до устья р. Верхняя Ангара,

вызывая здесь «цветение» воды. Спирогира была выявлена в половине проб зообентоса, отобранных вдоль западного побережья озера от мыса Котельниковский до порта Северобайкальск, преимущественно в 0,5 км от берега на глубинах от 27 до 160 м.

По среднему значению величины олигохетного индекса исследованный участок озера в целом можно характеризовать как «слабо загрязненный», однако прибрежная полоса озера от устья р. Рель до мыса Слюдянский характеризуется как «загрязненный».

По результатам проведенных наблюдений в Малом Море весной наиболее загрязненной по численности фитопланктона и зоопланктона являлись южная и средняя часть, по бактериобентосу - северная часть. Тогда как максимальное развитие зоопланктона и фитопланктона осенью отмечалось в средней и северной части, а бактериопланктона в южной части Малого моря. По величине олигохетного индекса исследованный район озера характеризуется как «слабо загрязненный».

В районе Малого Моря спирогира наблюдалась в пробах зоопланктона на всех трех станциях, отобранных в сентябре. В пробах донных отложений спирогира не была выявлена.

Комплексные исследования состояния гидробионтов водной толщи и донных отложений в районе Селенгинского мелководья, проведенные в сентябре, показали, что по сравнению с 2023 г. численность бактериопланктона возросла в 2,5 раза. По остальным наблюдаемым гидробионтам численность и биомасса сохранились на уровне прошлых годов значений или возросли незначительно. Максимальное загрязнение водной толщи по бактериопланктону было отмечено в южной и средней части, по зоопланктону в средней части, по фитопланктону и зообентосу в северной части мелководья. В донных отложениях развитие гетеротрофных бактерий было наиболее высоким в южной части мелководья.

Углекислородфиксирующие бактерии были отмечены повсеместно, в водной толще их численность составляла от 1 до 10 тыс. кл/мл, в донных отложениях от 100 тыс. до 1 млн. кл/г вл. ила, что свидетельствует о загрязнении всего исследованного района озера.

По величине олигохетного индекса участки дна на большей части станций характеризуются как «слабо загрязненные - загрязненные», достигая максимальных значений 73% в южной части мелководья.

В 69% отобранных проб зоопланктона и в 23% проб зообентоса было выявлено наличие нитей спирогиры в районе мелководья. Наибольшее ее скопление отмечалось напротив стокового выноса протоки Калинная на глубине 25 м в центральной части Селенгинского мелководья.

Наблюдения, проведенные на оз. Байкал, показали, что исследованные районы озера сохраняются под влиянием антропогенного загрязнения и требуют дальнейших наблюдений.

Особое опасение вызывает развитие водорослей рода *Spirogyra* Link., которые были выявлены в значительном количестве в зоопланктонных пробах во всех исследованных районах озера, а в пробах бентоса в районе КОС г. Байкальска, северного Байкала и Селенгинского мелководья. Также спирогира была выявлена в воде портов южного Байкала - Байкал, Большое Голоустное, Култук, Байкальск, Выдрино и в донных отложениях портов Култук и Выдрино вызывая здесь «цветение» воды.

В настоящее время развитие спирогиры наиболее часто наблюдается в местах повышенного содержания биогенных элементов в воде, главной причиной которого являются недостаточно очищенные сточные воды.

4.2.4. Характеристика поступления загрязняющих веществ с водным стоком основных притоков озера Байкал

Река Селенга. Поступления химических веществ через замыкающий створ р. Селенга в 2024 г. по сравнению с предыдущим годом и за период 2020-2022 гг. приведены в таблице 4.10.

Таблица 4.10. Сравнительные данные о поступлениях химических веществ через замыкающий створ р. Селенга - с. Кабанск в 2020-2022 гг. (средние) и 2023-2024 гг. (годовые)

Показатели	Годы наблюдений		
	2020-2022	2023	2024
Взвешенные вещества, тыс. т	906	1225	1369
Органические вещества, тыс. т	428	368	289
Легкоокисляемые органические вещества, тыс. т	74,6	80,0	65,1
Нефтяные углеводороды, тыс. т	1,52	1,53	1,64
Смолы+асфальтены, тыс. т	0,049	0,020	0,019
АСПАВ, тыс. т	0,265	0,285	0,428
Жиры, тыс. т	1,10	1,25	0,49
Летучие фенолы, т	49,3	82,0	89,0
Соединения меди, т	41,7	130	46,0
Соединения цинка, т	273	390	164
Соединения свинца, т	17,1	12,5	22,0
Соединения кадмия, т	не выявлены	не выявлены	1,85
Водный сток, км ³	37,9	43,3	32,9

В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом в замыкающем створе р. Селенга в 1,5 раза повысились значения средневзвешенных концентраций: взвешенных веществ до 41,6 мг/дм³, нефтяных углеводородов до 50 мкг/дм³, летучих фенолов до 2,7 мкг/дм³. Средневзвешенная концентрация АСПАВ возросла в 2 раза - до 13 мкг/дм³.

В 2024 г. водный сток р. Селенга снизился в 1,3 раза до 32,9 км³ (2023 г. - 43,3 км³). При снижении годового водного стока в замыкающем створе реки в 2024 г. по сравнению с 2023 г. отмечается увеличение выноса взвешенных веществ, нефтяных углеводородов и летучих фенолов - в 1,1 раза, АСПАВ - в 1,5 раза., соответственно повышению уровня их средневзвешенных концентраций.

Реки Баргузин, Турка, Верхняя Ангара и Тья. В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом в замыкающем створе р. Баргузин средневзвешенная концентрация взвешенных веществ возросла в 2,3 раза до 23,8 мг/дм³, в замыкающих створах рек Турка, Верхняя Ангара, Тья - находилась в пределах 4,50-5,70 мг/дм³. В замыкающих створах изученных притоков среднего и северного Байкала повысились уровни средневзвешенных концентраций: летучих фенолов - до 2-3 ПДК (1-1,8 ПДК в 2023 г.), АСПАВ - до 18-21 мкг/дм³ (4-6 мкг/дм³ в 2023 г.).

В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом в створе р. Тья, расположенном в 1 км ниже г. Северобайкальск, 1 км ниже ГОС, средневзвешенная концентрация нефтяных углеводородов возросла в 1,4 раза до 70 мкг/дм³ (2023 г. - 53 мкг/дм³).

Оценки выноса химических веществ с водным стоком изученных рек-притоков среднего и северного Байкала в 2023-2024 гг. представлены в таблице 4.11.

Таблица 4.11. Поступления химических веществ через замыкающие створы основных притоков среднего и северного Байкала в 2023 г. (верхняя строка) и в 2024 г. (нижняя строка)

Показатели	Притоки озера			
	Баргузин п. Баргузин	р. Турка с. Соболиха	р. В. Ангара с. В. Заимка	Тья - 1 км ниже г. Северобайкальск
Взвешенные вещества, тыс. т	<u>46,9</u> 60,5	<u>16,5</u> 6,50	<u>71,5</u> 47,5	<u>13,7</u> 5,50
Органические вещества, тыс. т	<u>36,9</u> 16,0	<u>17,8</u> 7,90	<u>70,0</u> 36,6	<u>11,4</u> 6,70
Легкоокисляемые органические вещества, тыс. т	<u>5,75</u> 2,98	<u>3,58</u> 2,62	<u>14,9</u> 10,4	<u>2,90</u> 1,63
Нефтяные углеводороды, тыс. т	<u>0,190</u> 0,094	<u>0,115</u> 0,061	<u>0,519</u> 0,335	<u>0,099</u> 0,085
Смолы+асфальтены, тыс. т	<u>0,001</u> 0,001	<u>0,002</u> 0,002	<u>0,009</u> 0,011	<u>0,002</u> 0,002
АСПАВ, тыс. т	<u>0,028</u> 0,046	<u>0,016</u> 0,025	<u>0,044</u> 0,165	<u>0,009</u> 0,025
Соединения меди, т	<u>13,5</u> 7,10	<u>6,0</u> 3,0	<u>39,7</u> 25,9	<u>8,0</u> 1,10
Соединения цинка, т	<u>48,0</u> 12,7	<u>30,0</u> 8,80	<u>116</u> 49,3	<u>15,0</u> 6,50
Соединения свинца, т	<u>0,62</u> 0,45	<u>0,20</u> 0,18	<u>3,87</u> 3,85	<u>0,80</u> 0,84
Летучие фенолы, т	<u>6,4</u> 5,1	<u>1,7</u> 3,3	<u>18,2</u> 22,5	<u>3,3</u> 3,8
Водный сток, км ³	<u>4,60</u> 2,54	<u>2,50</u> 1,42	<u>11,0</u> 8,36	<u>1,87</u> 1,21

Оценка поступления веществ с общим водным стоком рек. Динамика поступления загрязняющих веществ с общим водным стоком изученных рек-притоков по данным наблюдений 2017-2024 гг. представлена таблице 4.12.

В целом, в 2024 г. по сравнению с 2017-2019 гг. отмечается тенденция повышения выноса взвешенных веществ, легкоокисляемых органических веществ, нефтяных углеводородов, АСПАВ, летучих фенолов с общим водным стоком изученных рек.

В 2024 г. общий водный сток (далее водный сток) пяти рек-притоков Байкала снизился в 1,4 раза - до 46,4 м³ от 63,0 км³ (2023 г.).

В 2024 г. вынос через замыкающие створы изученных рек органических веществ снизился до 0,35 млн. т, легкоокисляемых органических веществ - до 82,7 тыс. т, что пропорционально снижению водного стока рек в 1,4 раза по сравнению с 2023 г.

В 2024 г. по сравнению с 2023 г. вынос нефтяных углеводородов снизился в 1,1 раза - до 2,22 тыс. т, что не пропорционально снижению водного стока рек. Вынос летучих фенолов повысился в 1,1 раза - до 124 т, АСПАВ - в 1,8 раза до 0,69 тыс. т. Выявленные особенности динамики выноса загрязняющих органических веществ объясняются повышением уровня их концентраций в речных потоках при снижении объемов водного стока в 2024 г. по сравнению с 2023 г.

В 2024 г. в замыкающих створах изученных пяти рек-притоков озера снизился уровень средневзвешенных концентраций соединений меди до 1-3 мкг/дм³ (2-4 мкг/дм³ в 2023 г.), цинка - до 5-6 мкг/дм³ (8-12 мкг/дм³ в 2023 г.). По сравнению с 2023 г. отмечается снижение поступлений с водным стоком рек соединений меди до 83 т, цинка - до 241 т, соответственно в 2,3 и 2,4 раза. Уровень средневзвешенных концентраций соединений свинца повысился до 0,13-0,69 мкг/дм³ от 0,08-0,45 мкг/дм³ (2023 г.), вынос возрос в 1,5 раза - до 27 т от 18 т, соответственно. В 2023 г. через замыкающие створы рек Селенга, Баргузин, Турка, Верхняя Ангара, Тья поступление соединений кадмия выявлено не было. В 2024 г. вынос кадмия с водным стоком рек составил 2,40 т, из которых 1,85 т пришлось на долю р. Селенга.

В 2024 г. доля р. Селенга в общем водном стоке изученных рек повысилась до 70,9% (68,3% в 2023 г.). В 2024 г. доля главного притока озера в поступления наблюдаемых веществ сохранилась приоритетной и достигала: 92,0% - взвешенные вещества, 81,2% - органические вещества, 78,7% - легкоокисляемые органические вещества, 73,9% -

нефтяные углеводороды, 71,8% - летучие фенолы, 62,1% - АСПАВ, 54,3% - смолистые компоненты, 55,4% - соединения меди, 68% - цинка, 77,0% - кадмия, 81% - свинца.

Таблица 4.12. Поступления химических веществ с водным стоком рек Селенга, Баргузин, Турка, Верхняя Ангара, Тья - средние в 2017-2019 гг., 2020-2022 гг., годовые в 2023 г. и 2024 г.

Показатели	Годы наблюдений			
	2017-2019	2020-2022	2023	2024
Взвешенные вещества, тыс.т	286	1033	1374	1489
Органические вещества, тыс.т	368	590	506	356
Легкоокисляемые органические вещества, тыс.т	61,8	100	107	82,7
Нефтяные углеводороды, тыс.т	1,35	2,32	2,45	2,22
Смолистые компоненты, тыс.т	0,10	0,08	0,03	0,04
АСПАВ, тыс.т	0,24	0,33	0,38	0,69
Летучие фенолы, т	43,0	71,0	110	124
Водный сток, км ³	39,3	56,6	63,3	46,4

4.2.5. Антропогенные токсиканты в окружающей среде центральной экологической зоны Байкальской природной территории

Побережье Южного Байкала в наибольшей степени подвержено антропогенному воздействию локальных и региональных источников загрязнения окружающей среды. Здесь сосредоточено основное население центральной экологической зоны, проходят Транссибирская железная дорога и автомагистраль, сосредоточены крупные города и посёлки, горнорудные предприятия и промышленная площадка закрытого в 2013 г. Байкальского целлюлозно-бумажного комбината (БЦБК), включенная в реестр объектов накопленного вреда. Особую опасность для экосистемы Байкала представляют стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ), включенные в список Стокгольмской конвенции о СОЗ, распространение которых в биосфере носит глобальный характер.

Атмосферный воздух

В 2024 г. был продолжен начатый в 2023 г. отбор проб атмосферного воздуха для измерения содержания СОЗ и ПАУ в атмосферном воздухе на трех станциях, расположенных в прибрежной зоне оз. Байкал: метеостанция (МС) Байкальск, МС Листвянка и аэрологической станции (АС) Усть-Баргузин, всего было отобрано по 20 проб воздуха большого объема.

Отобранные пробы были проанализированы на наличие химических соединений: полихлорированные бифенилы (55 конгенеров), пестициды (22 вещества), полибромированные дифениловые эфиры (25 изомеров ПБДЭ), полициклические ароматические углеводороды (20 веществ, включая бенз(а)пирен) и токсафены (3 соединения).

Обобщенные данные об уровнях содержания СОЗ и ПАУ в пробах атмосферного воздуха в 2024 г. представлены в таблице 4.13.

Таблица 4.13. Диапазоны, средние и медианные значения концентраций СОЗ и ПАУ в атмосферном воздухе в 2024 г.

Показатели	Диапазоны / среднее / медиана, пг/м ³ , *) нг/м ³		
	МС Байкальск	МС Листвянка	АС Усть-Баргузин
Σтри_ПХБ	(3,1-36,2) / 15,1 / 10,4	(4,1-17,3) / 8,3 / 7,5	(1,6-13,7) / 6,1 / 6
Σтетра_ПХБ	(11,3-304,9) / 78,6 / 38,9	(6,3-218,5) / 58,2 / 20	(12,7-80,6) / 39,4 / 40,4
Σпента_ПХБ	(23,8-663,2) / 161,7 / 109,5	(11,5-742,1) / 170,9 / 41,2	(19,7-936,4) / 243,1 / 92,4
Σгекса_ПХБ	(5,5-177,8) / 42,3 / 34,7	(2,9-321) / 65 / 11,4	(5,1-505) / 122,6 / 27,2
Σгепта_ПХБ	(0,2-11,1) / 3,3 / 1,7	(<0,1-22,9) / 4,5 / 0,5	(0,5-48) / 12,6 / 2,9
ΣПХБ ₆	(17,7-390,9) / 98,4 / 49,7	(6,3-78,4) / 23,5 / 19	(12,7-419) / 112,2 / 36,5
ΣПХБ	(61,5-1179,8) / 301,9 / 195,6	(31,6-1309,3) / 307,9 / 88,4	(48,5-1571,5) / 427,7 / 167,3
ГХБ	(2,8-22,1) / 9,9 / 9,2	(6,7-29,7) / 15,6 / 12,7	(4,5-50,9) / 22,9 / 19,4
ΣГХЦГ	(1,1-6,2) / 2,7 / 2,4	(1,7-6,8) / 4,2 / 4,6	(3-8,5) / 4,8 / 4,6
ΣДДЕ	(0,5-18,0) / 4,1 / 2,1	(0,2-4,1) / 1,6 / 1,4	(0,02-3,6) / 1,8 / 1,7
ΣДДД	(0,2-3,9) / 1,1 / 0,79	(0,1-5,5) / 1,6 / 1,2	(0,3-1,9) / 0,9 / 0,6
ΣДДТ	(0,5-15,3) / 3,2 / 1,5	(0,7-14,3) / 4,8 / 3,2	(0,6-4,2) / 2 / 1,6
Гептахлор	<0,01	(0,2-0,6) / 0,4 / 0,3	<0,01
Оксихлордан	(0,05-0,3) / 0,12 / 0,07	(0,1-1,2) / 0,7 / 0,9	(0,1-0,2) / 0,2 / 0,2
ΣТОХ	(0,03-0,7) / 0,2 / 0,1	(<0,01-0,4) / 0,2 / 0,1	(0,04-0,2) / 0,1 / 0,1
ΣПБДЭ	(0,05-1,0) / 0,3 / 0,2	(0,1-1,1) / 0,4 / 0,3	(0,02-3,9) / 0,8 / 0,2
Бенз(а)пирен*)	(0,03-1,5) / 0,4 / 0,2	(0,1-1,3) / 0,5 / 0,2	(0,1-16,2) / 6,9 / 5,3
ΣПАУ*)	(5,8-157,1) / 33,0 / 18,1	(12,4-43) / 26,2 / 25,5	(16,5-1083,9) / 318 / 125

На всех пунктах наблюдений концентрации CO_3 в атмосферном воздухе за наблюдаемый период варьировали в широком диапазоне (кроме гептахлора), а их изменение носило ярко выраженный сезонный характер. В теплый период года (с апреля по октябрь) концентрации CO_3 кратно возрастали по сравнению с холодным (рис. 4.14). Максимумы концентраций $\Sigma\text{ПХБ}$, $\Sigma\text{ГХЦГ}$, $\Sigma\text{ДДТ}$ наблюдались в июне-июле, в то время как минимальные значения были зафиксированы в феврале-марте. Объяснением такой зависимости является предположение в том, что в весенне-летний период с ростом температуры воздуха возрастает роль вторичных источников поступления CO_3 , связанных с их улетучиванием из почвы и водоемов в атмосферу. Несмотря на сезонные колебания наблюдаемые концентрации CO_3 в атмосферном воздухе являются типичными для незагрязненных районов Азии (десятки - сотни пг/м^3).

Для ПАУ, основными источниками которых являются выбросы пирогенных установок, наблюдается обратная зависимость. Максимальные концентрации были зарегистрированы в зимний (отопительный) период, а минимальные - летом.

Среднегодовые концентрации $\Sigma\text{ПХБ}$ в Байкальске ($301,9 \text{ пг/м}^3$) и Листвянке ($307,9 \text{ пг/м}^3$) сопоставимы друг с другом, в то время как в Усть-Баргузине концентрации существенно отличаются и составили $427,7 \text{ пг/м}^3$.

Основная доля конгенерного состава ПХБ приходилась на пентахлорированные бифенилы (рис. 4.15) и составляла для Байкальска, Листвянки и Усть-Баргузина около 54, 56 и 57% соответственно. В Листвянке суммарная доля более легких три- и тетра- хлорбифенилов была сопоставима с долей более тяжелых гекса- и гептахлорбифенилов и составляла 22 и 23% соответственно. В Байкальске и Усть-Баргузине наблюдаются различия в содержании легких и тяжелых фракций ПХБ. Так для Байкальска доля легких ПХБ в два раза больше, чем тяжелых (31 и 15 % соответственно), а в Усть-Баргузине наоборот - тяжелые ПХБ преобладают над легкими (32 и 11 % соответственно).

Средние уровни содержания бенз(а)пирена и ПАУ в атмосферном воздухе в п. Усть-Баргузин примерно на порядок отличаются от населенных пунктов Листвянка и Байкальск, особенно в зимний период времени. Эта особенность объясняется различием вида топлива, используемого для отопления в п. Усть-Баргузин с преобладанием частного сектора. Средняя концентрация бенз(а)пирена в пробах воздуха Усть-Баргузина за 2024 г. составила 6,9 ПДК, а максимальное содержание зафиксировано в январе - 16,2 ПДК (рис. 4.16). Превышение среднесуточного ПДК бенз(а)пирена в Листвянке наблюдалось в январе (1,3 ПДК) и феврале (1,1 ПДК), а в Байкальске только в январе 2024 г. (1,5 ПДК).

Содержание ПБДЭ в атмосферном воздухе на станциях отбора проб низкое и характерно для фоновых районов. Среднегодовая концентрация $\Sigma\text{ПБДЭ}$ (табл. 4.13) в воздухе в Усть-Баргузине ($0,8 \text{ пг/м}^3$) в 2,0 и 2,7 раза выше, чем в Листвянке ($0,4 \text{ пг/м}^3$) и Байкальске ($0,3 \text{ пг/м}^3$) соответственно. Из 25 определяемых индивидуальных соединений дифениловых эфиров только 7 веществ были выявлены выше предела определения в пробах воздуха Байкальска (ПБДЭ-47, -99, -100, -153, -154, -183 и 209). Помимо этого перечня отдельных ПБДЭ в единичной пробе воздуха Усть-Баргузина был количественно идентифицирован ПБДЭ-28. В Листвянке наряду с восемью уже упомянутыми веществами вклад в суммарную концентрацию ПБДЭ вносили ПБДЭ-155, -206 и -207.

Среднегодовые концентрации $\Sigma\text{ДДТ}$ составили $2,0 \text{ пг/м}^3$ в Усть-Баргузине, $4,8 \text{ пг/м}^3$ в Листвянке и $3,2 \text{ пг/м}^3$ в Байкальске. Суммарное содержание ДДТ и его метаболитов $\Sigma\text{ДДТ}+\text{ДДЕ}+\text{ДДД}$ в среднем за год в Байкальске и Листвянке сопоставимы между собой и составили $8,4$ и $8,0 \text{ пг/м}^3$ соответственно (рис. 4.17). В Усть-Баргузине концентрации заметно ниже - $4,7 \text{ пг/м}^3$. Соотношение концентраций $\Sigma\text{ДДТ}/\Sigma\text{ДДЕ}$ дает возможность оценки «возраста» ДДТ в окружающей среде. ДДТ официально не применяется уже более 30 лет, повышенное содержание ДДТ по сравнению с метаболитом ДДЕ свидетельствует о наличии нового поступления ДДТ в окружающую среду. В Листвянке наблюдавшаяся в 2024 г. концентрация в воздухе суммы изомеров ДДТ в три раза превысила концентрацию суммы изомеров ДДЕ, что может быть свидетельством «свежего» поступления этого пестицида.

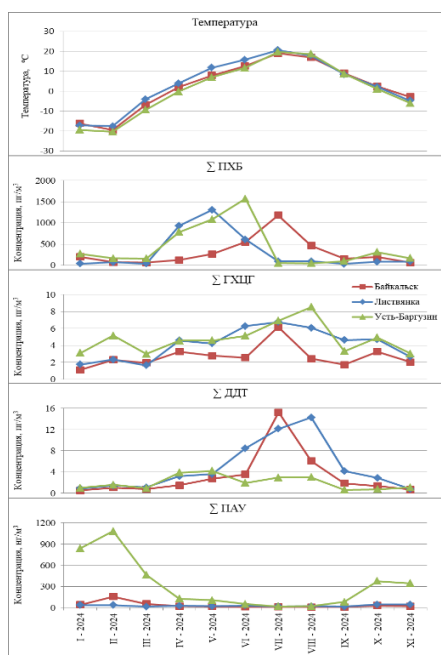


Рис. 4.14. Годовой ход температуры и приземных концентраций $\Sigma\text{ПХБ}$, $\Sigma\text{ГХЦГ}$, $\Sigma\text{ДДТ}$ (пг/м^3) и $\Sigma\text{ПАУ}$ (нг/м^3) в атмосферном воздухе в 2024 г.

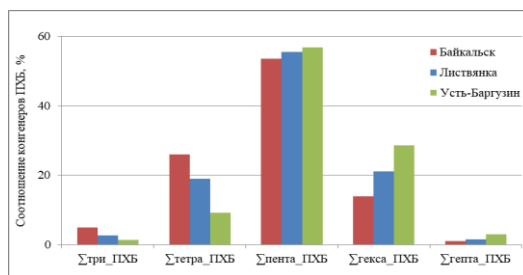


Рис. 4.15. Среднегодовое соотношение конгенов ПХБ в 2024 г.

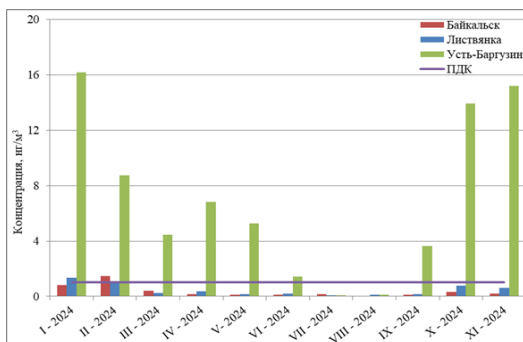


Рис. 4.16. Содержание бенз(а)пирена в атмосферном воздухе разных населенных пунктов

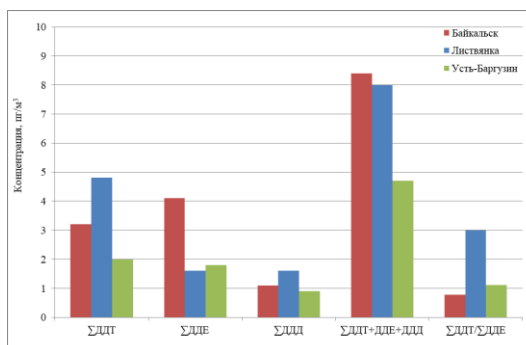


Рис. 4.17. Среднегодовые концентрации Σ ДДТ, Σ ДДЕ, и Σ ДДД в атмосферном воздухе разных населенных пунктов и их соотношение между собой

Вода озера Байкал

В 2024 г. продолжились исследования загрязнения поверхностной и глубинной воды оз. Байкал СОЗ. Для оценки загрязнения воды токсичными компонентами СОЗ проводилось зондирование с отбором проб по горизонтам на фиксированных глубинах - 0-0,5, 25, 50, 200 м и воды придонного слоя (в зависимости от глубины 800-1400 м). В течение четырех лет отбор проб проводился на одних и тех же фоновых станциях продольного (реперного) разреза в следующих районах (рис. 4.18):

- южная котловина (Листвянка, т.33)
- центральная часть (о. Ольхон, т.129),
- центральная часть (м. Святой Нос, Максимиха, т.139)
- северная котловина (м. Елохин, Баргузинский заповедник, т.170; Северобайкальск, т.189).

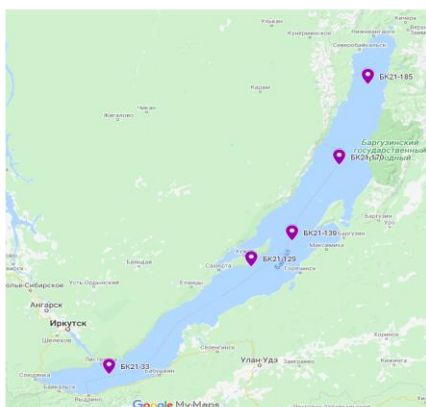


Рис. 4.18. Точки отбора проб воды на акватории оз. Байкал в 2024 г.

В таблице 4.14 и на рис. 4.19 представлены диапазоны варьирования, а также средние и медианные концентрации СОЗ (ПХБ, ДДТ и его метаболиты, изомеры ГХЦГ) в поверхностном слое от 0 до 100 м, на горизонте 250 м и в придонном горизонте (800-1400 м в зависимости от глубины озера) в пяти точках отбора по данным наблюдений 2021-2024 гг.

Количественно уровни содержания СОЗ характеризовали диапазонами варьирования концентраций (минимум-максимум, нижний и верхний квартиль), а также точечными значениями (среднее и медиана) концентраций.

Как следует из рис. 4.19, статистика четырехлетних наблюдений показывает, что изменение медианных концентраций СОЗ на всех глубинах по реперному разрезу оз. Байкал для разных групп СОЗ характеризуется минимумом в центральной зоне (т.129, о. Ольхон, т.139 м. Святой Нос, Максимиha). Если говорить о поверхностном слое 0-100 м, то для ГХБ медианные концентрации меняются слабо: в т.129 и т.139 они составляют 16 и 14 пг/л (таблица 4.14), в южной котловине (т.33) 19 пг/л, в северной (т.170 и т.185) примерно такие же - 18 и 21 пг/л. Похожее изменения можно отметить для изомеров суммы ГХЦГ: в т.129 и т. 133 медианные концентрации составили около 106 и 147 пг/л, в т.33 в южной котловине 164 пг/л, а в северной котловине в т.170 и т.185 составили, соответственно 171 и 157 пг/л (таблица 4.14). Приблизительно такая же вариабельность наблюдается для концентраций суммы ДДТ, которые по абсолютным величинам незначительно отличаются от ГХБ (таблица 4.14).

Таблица 4.14. Концентрации СОЗ в поверхностном, среднем и придонном слое воды оз. Байкал по данным наблюдений 2021-2024 гг.

Точка отбора	СОЗ	Концентрации (мин-макс)/средн/медиана, пг/л		
		Поверхностный слой (глубина 0-100 м)	Средний слой (глубина 250 м)	Придонный слой
Южная котловина, т.33	ГХБ	(6,3 - 501) / 84,8 / 19,1	(0 - 33,6) / 18,3 / 19,9	(23,7-192) / 79,7 / 51,6
	ΣГХЦГ	(88,4-1168) / 252,5 / 164,5	(142,7 - 192,2 / 167,5 / 167,5	(107,2-202,8) / 139,5 / 108,4
	Σ(ДДТ+ДДЕ+ДДД)	(5,7-55,2) / 31,8 / 31,7	(24,1- 82,6) / 53,4 / 53,4	(13,1-206,1) / 115,3 / 126,7
	ΣПХБ (x 0,1)	(7,3-1418) / 261,8 / 150,9	(41,5- 181,3) / 96,7 / 67,2	(47,8-1458,1) / 537,9 / 322,8
Ольхон, т.129	ГХБ	(5,6-49,3) / 22,0 / 16,0	(11,0-25,0) / 16,1 / 12,3	(14,4-52,3) / 27 / 20,7
	ΣГХЦГ	(82,6-204,7) / 129,4 / 106,2	(121,7-171,9) / 111,8 / 167,5	(89,2-160,0) / 129 / 133,3
	Σ(ДДТ+ДДЕ+ДДД)	(3,8-105,4) / 46,0 / 49,0	(0-12,9) / 6,8 / 2,8	(0-29) / 8,9 / 3,2
	ΣПХБ (x 0,1)	(2,5-2450) / 355 / 75,5	(24,3- 56,6) / 38,5 / 34,5	(11,1-158,5) / 71,5 / 58,3
Центр, т.139	ГХБ	(7,1-175) / 26,6 / 14,2	(12,3- 178,0) / 67,8 / 13,2	(5,4-48,3) / 18,3 / 9,7
	ΣГХЦГ	(95,2-221,8) / 148,4 / 146,7	(126,5-211,7) / 169,5 / 170,2	(114,9-191) / 142,7 / 132,5
	Σ(ДДТ+ДДЕ+ДДД)	(0-298,0) / 36,1 / 12,5	(13,3-263,3) / 97,0 / 14,3	(4,1-312) / 120 / 81,4
	ΣПХБ (x 0,1)	(4,3-1634) / 218,5 / 90,6	(58,7-268,9) / 151 / 125	(5,8-630) / 280,3 / 242,8
Север, т.170	ГХБ	(7,3-166) / 41,6 / 18,1	(15,5-262,0) / 78,6 / 18,5	(18,3-108,0) / 42,4 / 21,7
	ΣГХЦГ	(136,9-234,3) / 172,1 / 171,7	(147,8-168,5) / 156,7 / 153,7	(143,5-177,7) / 155,8 / 146,3
	Σ(ДДТ+ДДЕ+ДДД)	(0-321,7) / 83,6 / 47,4	(4,3- 53,7) / 30,0 / 30,9	(0-79,9) / 26,1 / 12,2
	ΣПХБ (x 0,1)	(37,4-6563) / 801 / 106,1	(33,1-266,9) / 153,2 / 156,5	(21,2-3541) / 1022 / 262,6
Северобайкальск, т.185	ГХБ	(7-618) / 69,6 / 21,2	(8,3 - 628,0) / 168,2 / 18,2	(9,8-768) / 203,9 / 18,8
	ΣГХЦГ	(112,5-416,3) / 186,7 / 150,3	(126,8-167,0) / 142,4 / 137,8	(111,6-227,3) / 152 / 134,7
	Σ(ДДТ+ДДЕ+ДДД)	(0-649) / 106,8 / 53,9	(18,2-65,6) / 38,3 / 31,2	(26,7-439,3) / 205,7 / 151,1
	ΣПХБ (x 0,1)	(16,3-2847) / 583,7 / 226,6	(19,3-707,7) / 247,5 / 131,5	(19,2-939) / 470,5 / 461,8

Что касается концентрации суммы ПХБ, то для этой группы СОЗ картина по реперному разрезу, следующая: минимальные медианные концентрации в слое 0-100 м наблюдаются в точках 129 и 139 (755 и 906 пг/л), в южной котловине (т.33 концентрация возрастает до величины 1509 пг/л (в 2 раза по сравнению с т.129). Также концентрации ПХБ по отношению к центральной части Байкала возрастают примерно в 1,5 раза в северной котловине и составили в 2024 г. в т.170 (1061 пг/л) и в т.185 (2266 пг/л).

Несмотря на значительную вариабельность, наблюдаемые уровни концентраций СОЗ в воде характерны для крупных водоемов, не подверженных локальным источникам загрязнения, например, Великих Озер (десятки-сотни пг/л).

Если говорить о длительных временных трендах изменения концентраций СОЗ в воде оз. Байкал, то на основе данных наблюдений 2021-2024 гг. проводить такие оценки преждевременно. Для концентрации ПХБ, являющихся приоритетной группой СОЗ на Байкале, с учетом литературных данных предыдущих лет можно сказать, что концентрации в поверхностном слое за период 1993-2024 гг. в разных точках находятся в диапазоне 200 - 4000 пг/л (рис. 4.20). Колебания концентраций в поверхностном слое воды могут быть связаны с многочисленными факторами, основными из которых являются метеосостояния на момент отбора (ветер, дождевых осадки и др.).

Профили концентраций СОЗ по глубине (на примере т.33) подтверждают значительную изменчивость в поверхностном слое (0-100 м) (рис. 4.21). Более высокое содержание СОЗ в верхних горизонтах и наибольшая

изменчивость концентраций может свидетельствовать о продолжающемся антропогенном влиянии. С глубиной наблюдается тенденция стабилизации концентраций СОЗ в воде, что соответствует результатам, полученным в предыдущие годы.

На основании полученных данных можно заключить, что минимальное содержание загрязняющих веществ характерно для центральной части акватории озера, подвергавшейся наименьшему антропогенному воздействию из местных локальных источников.

Дополнительные сведения об антропогенной нагрузке СОЗ на акваторию озера Байкал в 2024 г. были получены по данным измерений их концентраций в фитопланктоне. Фитопланктон является известным биоиндикатором для СОЗ, поскольку обладает способностью концентрировать гидрофобные хлорорганические токсиканты (факторы концентрирования составляют 10^5 - 10^7).

Отбор проб фитопланктона осуществлялся с помощью сети Джиды в слое глубиной 0-100 м на пяти станциях продольного (реперного) разреза, в которых проводился послойный отбор воды (рис. 4.18).

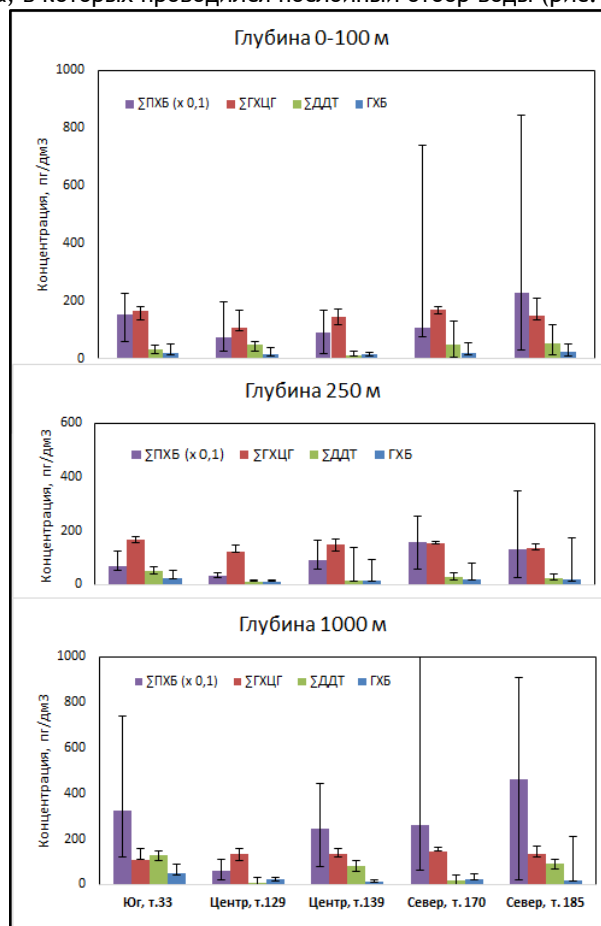


Рис. 4.19. Медианные концентрации СОЗ в поверхностном (0-100 м) (а), промежуточном (250 м) (б) и придонном (в) слое воды оз. Байкал по данным наблюдений 2021-2024 гг. Вертикальные отрезки - диапазоны варьирования концентраций (нижний и верхний квартили)

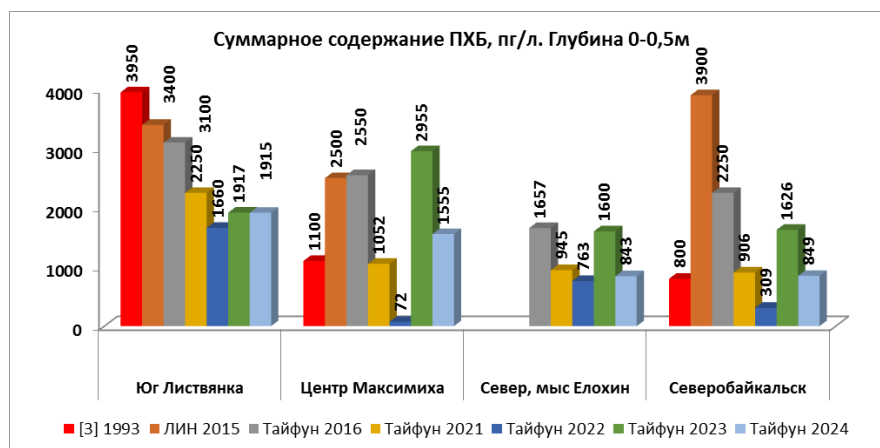


Рис. 4.20. Суммарное содержание ПХБ в поверхностном слое вод озера по данным разных лет, пг/л

Полученные данные показали, что концентрации СОЗ в фитопланктоне, в зависимости от точки отбора, варьируют в пределах: ГХБ от 1,7 до 7,0 нг/г, суммы ПХБ от 27 до 1545 нг/г, суммы ГХЦГ от 0,05 до 0,13 нг/г, суммы ДДТ и

метаболитов от 0,09 до 0,88 нг/г. При этом, как и в случае воды, минимальные концентрации СОЗ в фитопланктоне наблюдались в центральной части озера в т.129. Выявлены высокие корреляции между содержанием СОЗ в фитопланктоне с концентрациями в воде (средние в слое воды 0-100 м): для ГХБ ($r^2=0.80$) и суммы ПХБ ($r^2=0.78$) (рис. 4.22). Рассчитанные фактор биоконцентрирования (отношение концентрации в фитопланктоне по отношению к концентрации в воде) составили для ГХБ $(0,39-0,67) \times 10^5$, для суммы ПХБ $(0,8-19,0) \times 10^5$. Для суммы ГХЦГ и суммы ДДТ и его метаболитов факторы биоконцентрирования не оценивались ввиду большой неопределенности измерений низких концентраций этих токсикантов в воде. Исследования по изучению возможности использования фитопланктона для мониторинга СОЗ пелагиали озера Байкал следует продолжить.

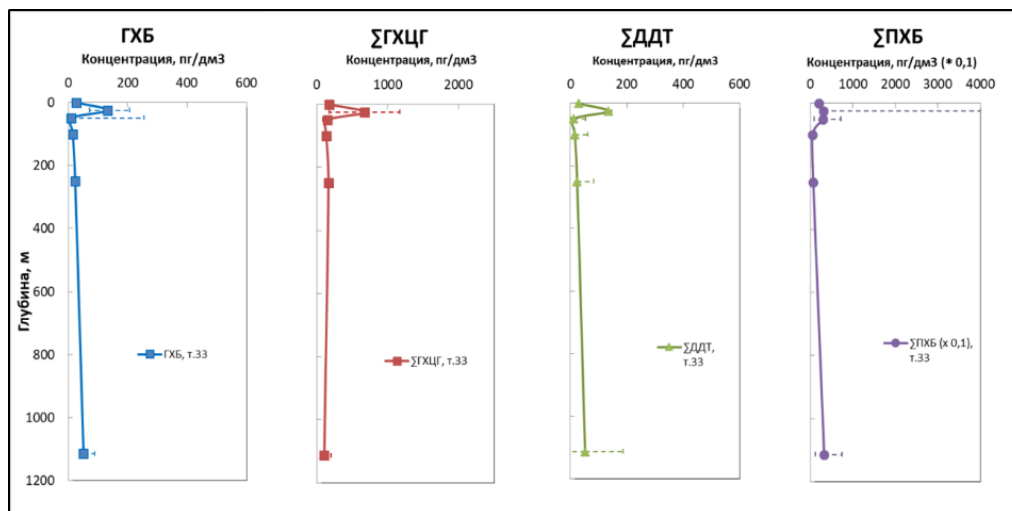


Рис. 4.21. Концентрации СОЗ в воде южной котловины оз. Байкал (т.33) в зависимости от глубины: точки - медианные концентрации за период 2021-2024 гг., пунктир - диапазоны варьирования концентраций (нижний и верхний квартили).

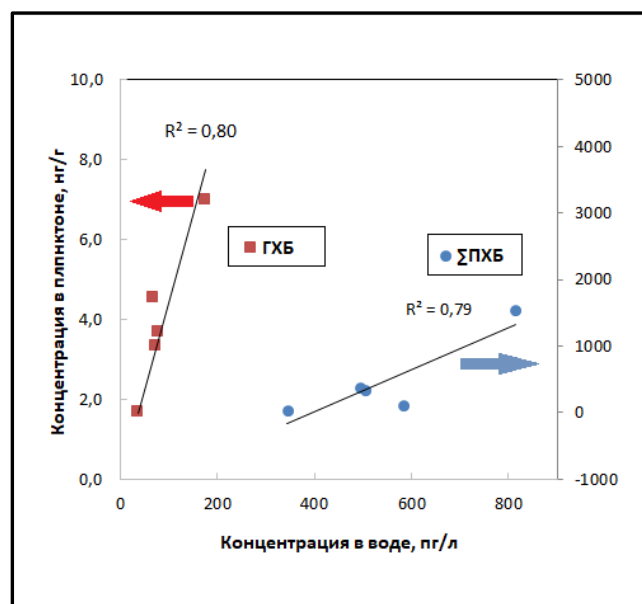


Рис 4.22. Корреляция концентраций ГХБ и ПХБ в фитопланктоне и воде (средних по глубине 0-100 м) на фоновых станциях продольного (реперного) разреза оз. Байкал по данным наблюдений 2024 г.

Район влияния сточных вод КОС г. Байкальска

Для оценки содержания СОЗ в пелагиали озера, прилегающей к ОАО «БЦБК», в августе 2024 г. в пяти станциях на различном удалении от точки сброса сточных вод проводились наблюдения за содержанием СОЗ в донных отложениях и в фитопланктоне (таблица 4.15). Как и в фоновом реперном створе оценивались концентрации ΣПХБ, ΣДДТ и его метаболитов, Σ ГХЦГ и ГХБ.

Как следует из данных таблицы 4.15, концентрация всех исследованных токсикантов в донных отложениях и в фитопланктоне непосредственно в точке сброса сточных вод КОС г. Байкальска заметно выше, чем в остальных точках. По абсолютной величине все измеренные значения невелики и изменялись в диапазоне (0,1-3) нг/г для суммы ДДТ; (<0.01-0,13) нг/г для суммы ГХЦГ; (<0.01-0,1) нг/г для ГХБ; (2,4-17,1) нг/г для суммы ПХБ. Подобные различия в уровнях концентраций вполне могут быть объяснены и естественными вариациями геохимического фона.

Таблица 4.15. Концентрации СОЗ (нг/г) в донных отложениях (ДО) и в фитопланктоне (Ф) в районе сброса сточных вод КОС г. Байкальска по данным экспедиционного обследования в сентябре 2024 г.

Номер станции	Глубина, м	Координаты	Расстояние от точки сброса	Объект	Концентрация, нг/г			
					Сумма ПХБ	Сумма ДДТ	Сумма ГХЦГ	ГХБ
0	65	51°30'5.3" 104°14'33.4"	Точка сброса	ДО	17,1	3,07	0,12	0,06
				Ф	94,3	1,6	0,07	<0,01
4	260	51°30'38.3" 104°15'8.2"	1,2 км на СВ	ДО	2,4	0,09	<0,01	0,02
				Ф	75,1	0,16	0,03	<0,01
6	360	51°31'1.9" 104°15'18.2"	1,8 км на СВ	ДО	4,54	0,77	<0,01	0,06
				Ф	21,7	0,16	<0,01	<0,01
8	420	51°31'20.6" 104°15'27.1"	2,5 км на СВ	ДО	5,13	1,58	<0,01	0,1
				Ф	15,4	0,18	0,04	<0,01
231	870	51°34'28.9" 104°16'17.3"	4 км на З	ДО	-	-	-	-
				Ф	19,9	0,28	0,13	<0,01
Данные 2024 г.								
Продольный (реперный) разрез				Ф	27- 1545	0,09 - 0,88	0,05 - 0,13	1,7 - 7,0

Если говорить о концентрациях СОЗ в фитопланктоне, то здесь ситуация также весьма изменчива, особенно учитывая сезонный характер развития фитопланктона в водоемах, в том числе и в оз. Байкал. Если сравнивать уровни содержания СОЗ в фитопланктоне в 2024 г. в районе БЦБК с данными реперного разреза (таблица 4.15, то можно сказать, что максимальные наблюдаемые концентрации, для суммы ПХБ (94,3 нг/г) находятся ближе к нижнему диапазону (27- 1545 нг/г), для суммы ДДТ (1,6 нг/г) практически соответствует диапазону (0,09 - 0,88 нг/г), для суммы ГХЦГ аналогично (0,05 - 0,13 нг/г) и для ГХБ ниже диапазона (<0,01 нг/г).

Обобщая результаты исследований содержания СОЗ в поверхностной и глубинной воде оз. Байкал в 2021-2024 гг. можно подтвердить вывод о том, что характер загрязнения поверхностных вод претерпевает заметные изменения. Эти изменения выражаются повышенной изменчивостью и появлением в отдельных пробах аномально высоких уровней содержания ПХБ в различных горизонтах вод. Для получения надежных трендов изменения концентраций СОЗ в воде оз. Байкал необходимо продолжать наблюдения с использованием высокочувствительных методов хромато-масс-спектрометрии с изотопным разбавлением. Удобным биоиндикатором оценки антропогенного воздействия СОЗ в пелагиали оз. Байкал является фитопланктон, как первичное звено пищевой цепи.

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. 4.23), 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, Аллаиховского, Анабарского (Долгано-Эвенкийского), Булунского, Верхнеколымского, Верхоянского, Жиганского, Момского, Нижнеколымского, Оленекского, Среднеколымского, Усть-Янского и Эвено-Бытантайского улусов (районов));
9. Чукотский АО;
10. Земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане, указанные в Постановлении Президиума Центрального Исполнительного Комитета СССР от 15 апреля 1926 г. «Об объявлении территорией Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане» и других актах СССР.

Рис. 4.23. 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» по состоянию на 01.01.2024 г.

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. 4.16).

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.

Таблица 4.16. 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. «Сеgezский 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 Учамы"	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%

Арктическая зона характеризуется низкими годовыми температурами, скудными осадками, длительной полярной ночью и сплошным распространением многолетней мерзлоты, а также прослеживается рост континентальности климата с запада на восток.

Основными источниками загрязнения окружающей среды АЗРФ являются предприятия газо- и нефтедобывающей промышленности, по добыче и переработке полезных ископаемых, крупнейшие предприятия черной и цветной металлургии, предприятия топливно-энергетического комплекса, химическая промышленность,

деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность, автомобильный, железнодорожный и морской транспорт. Источники загрязнения окружающей среды АЗ расположены локально на большом удалении друг от друга.

4.3.1. Особенности климатического режима года

Оценки региональных средних величин в настоящем разделе получены по данным архива Т3288 среднемесячной температуры на 3288 станциях Земного шара (расположение станций на территории Российской Арктики (РА) показано на рис. 4.24), для осадков - по данным архива R1383 (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.

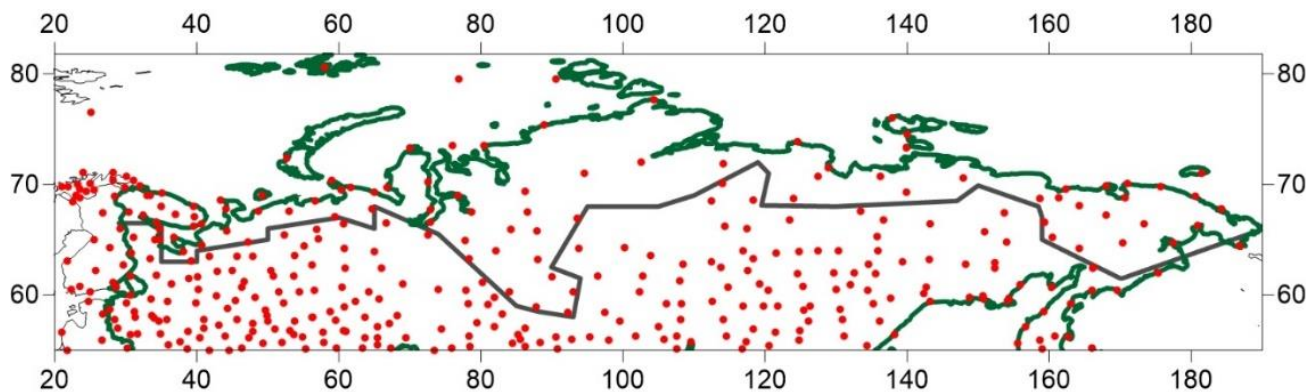


Рис. 4.24. Положение станций архива Т3288 (граница Российской Арктики показана жирной линией)

Температура воздуха

Данные о годовых и сезонных региональных аномалиях температуры воздуха в РА в 2024 г. представлены в таблице 4.17. Географическое распределение аномалий - на рис. 4.25.

Временные ряды региональных средних годовых аномалий для РА и ее секторов показаны на рис. 4.26, сезонных (для РА в целом) - на рис. 4.27.

Таблица 4.17. Характеристики годовых (январь-декабрь) и сезонных аномалий температуры воздуха в секторах Российской Арктики в 2024 г. Аномалии (VT, °C) рассчитаны относительно норм периода 1991-2020 гг., ранги приведены для рядов с 1936 г. Красной заливкой выделены значения, попавшие в число трех наибольших (ранг 1, 2 или 3), розовой - имеющие ранг 4 или 5.

	Год (январь-декабрь)		Зима		Весна		Лето		Осень	
	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг
Российская Арктика (РА)	1,24	7	1,24	17	-0,49	28	0,52	10	2,28	2
Европейский сектор РА	1,22	7	0,50	27	-1,15	51	1,16	10	3,13	1
Сибирский сектор РА	1,73	5	2,57	12	-0,93	36	0,89	8	2,61	5
Восточный сектор РА	0,69	10	0,33	33	0,50	18	-0,39	30	1,24	13

2024 г. в Российской Арктике был теплым, аномалия составила +1,24°C. Температуры выше нормы наблюдались всюду в РА, кроме небольшой прибрежной полосы в районе пролива Лонга. Осредненные аномалии температуры по Европейскому (1,22°C), Сибирскому (1,73°C) Восточному (0,69°C) секторам - седьмая, пятая и десятая величины в соответствующих рядах. Наиболее теплые условия (95%-е экстремумы) наблюдались на Кольском полуострове, вдоль побережья Белого моря, в бассейне реки Хатанга.

Зимой аномалия температуры, осредненная по Российской Арктике, составила 1,24°C. Температуры выше климатической нормы наблюдались на побережье Баренцева моря, особенно, всюду в Сибирском секторе (2,57°C), в нижнем течении рек Индигирка и Алазея, на Чукотском полуострове и в бассейне реки Анадырь.

Температуры ниже климатической нормы наблюдались на Кольском полуострове, на побережье Белого моря, в нижнем течении рек Лена и Яна, в бассейне реки Колыма.

Весной аномалия температуры, осредненная по Российской Арктике, составила -0,24°C. Температуры ниже климатической нормы наблюдались от Кольского полуострова до Среднесибирского плоскогорья, а также восточнее Чаунской губы. Осредненные аномалии по Европейскому (-1,15°C) и Сибирскому (-0,93°C) секторам были отрицательными.

Температуры выше климатической нормы наблюдались на востоке полуострова Таймыр и, далее на восток до Чаунской губы. Осредненная аномалия по Восточному сектору 0,50°C.

Летом аномалия температуры, осредненная по Российской Арктике, составила 0,52°C. На большей части РА температуры были выше климатической нормы (кроме прибрежных территорий от Печорской губы до дельты Енисея и восточнее течения Колымы). Наиболее теплые условия сложились в Сибирском (0,89°C) и Европейском секторе (1,16°C), на многих станциях Кольского полуострова и в нижнем течении р. Хатанга отмечались 85%-е экстремумы температуры.

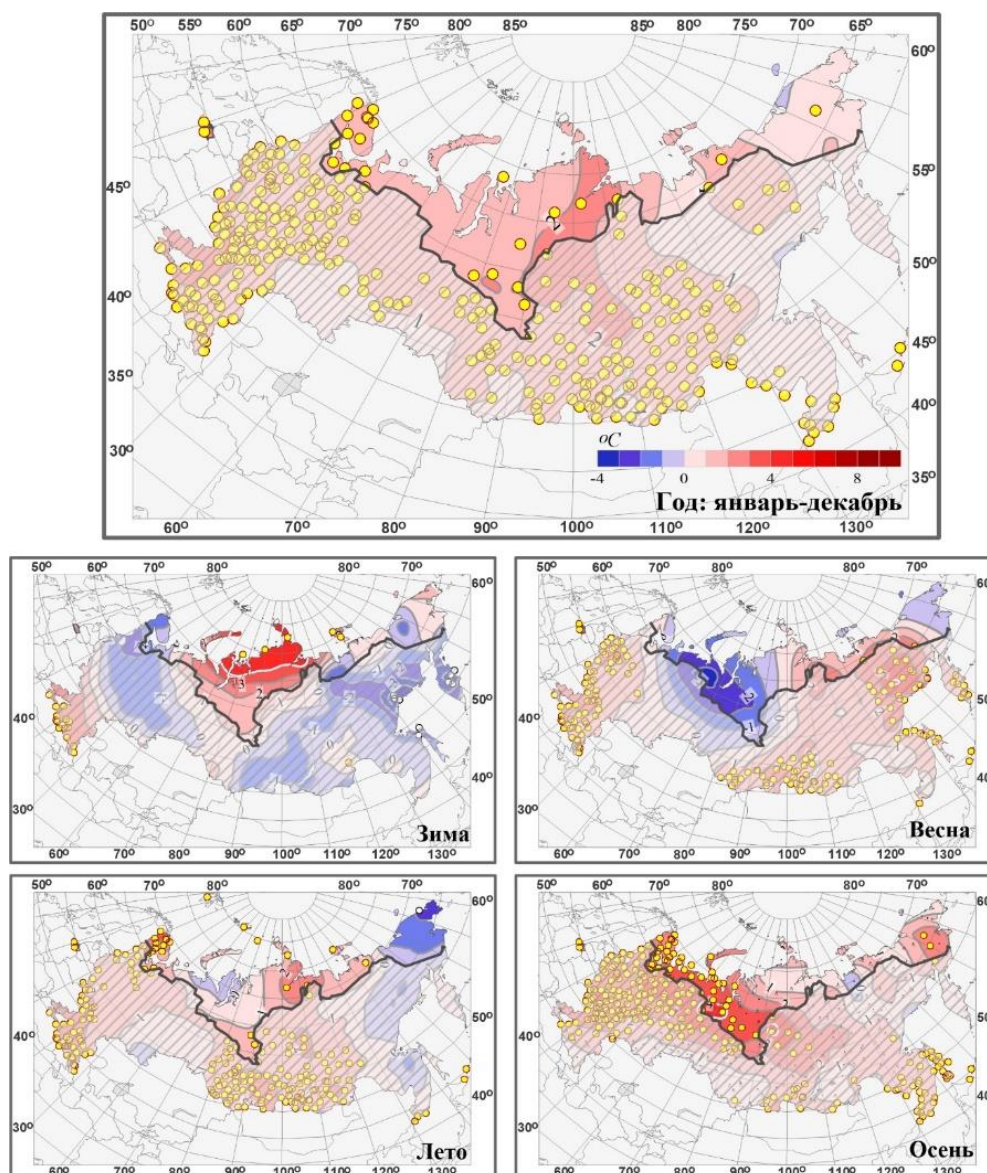


Рис. 4.25. Годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии температуры воздуха в Российской Арктике. Аномалии (°C) рассчитаны относительно норм периода 1991-2020 гг. Желтыми кружками показаны аномалии выше 95-го процентиля.

Температуры ниже климатической нормы наблюдались, в основном, в Восточном секторе восточнее течения р. Колыма, осредненная аномалия по Восточному сектору ($-0,39^{\circ}\text{C}$), аномалии на станциях до -1°C . Небольшие отрицательные аномалии наблюдались на побережье от Печерской губы до дельты Енисея (аномалии не ниже $-0,5^{\circ}\text{C}$).

Осенью осредненная по РА аномалия температуры составила $2,28^{\circ}\text{C}$. На всей территории РА температуры были выше климатической нормы (кроме нижнего течения р. Яна). Наиболее теплые условия (на многих станциях отмечались 95%-е экстремумы) сложились в Европейском секторе ($3,13^{\circ}\text{C}$) и на западе Сибирского сектора ($2,61^{\circ}\text{C}$) и в бассейне р. Анадырь.

Рост среднегодовой температуры наблюдается в РА и всех секторах с 1970-х гг. и резко ускоряется в 21 веке. Самое большое потепление за 1976-2024 гг. происходит в Сибирском секторе РА: $0,70^{\circ}\text{C}/10$ лет (и в целом по РА $0,70^{\circ}\text{C}/10$ лет) (рис. 4.26).

Из сезонов в целом по РА самое быстрое потепление отмечалось весной ($0,85^{\circ}\text{C}/10$ лет). Во все сезоны отмечается ускорение потепления в 21 веке. Осенью оно приостанавливалось между 2010-2018 гг. Все региональные тренды, годовые и сезонные, значимы на уровне 1%.

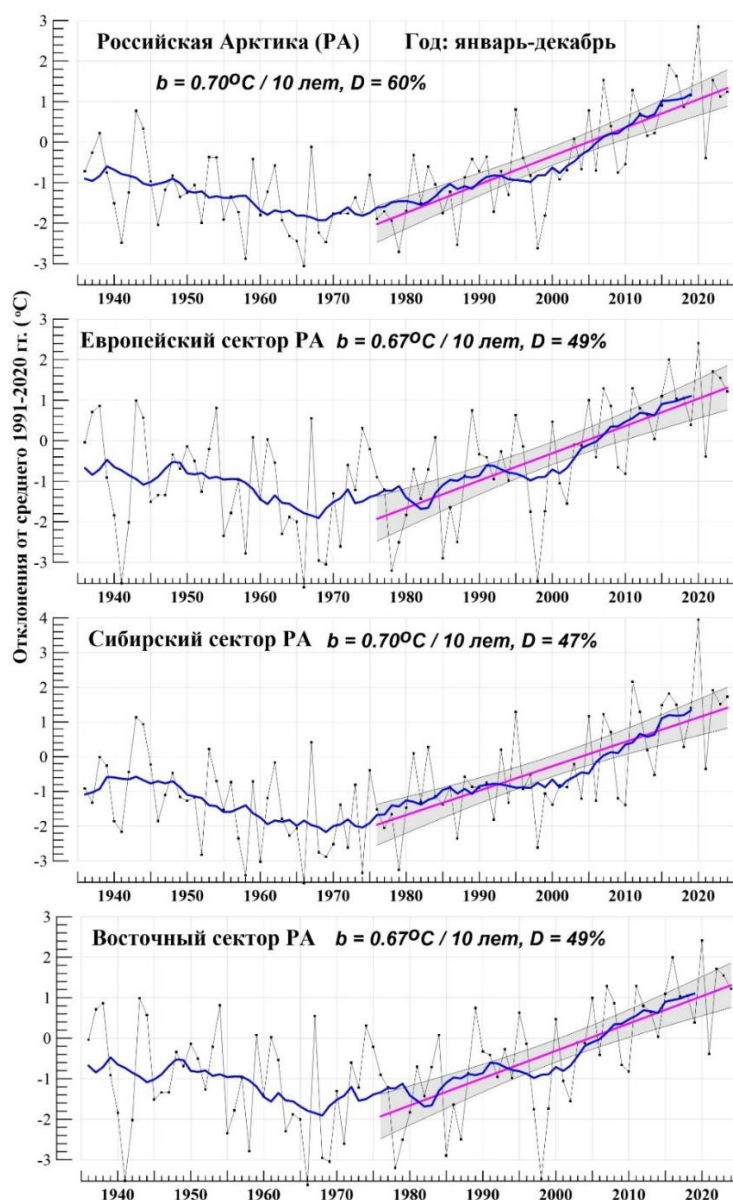


Рис. 4.26. Годовые (январь-декабрь) аномалии температуры воздуха в Российской Арктике и ее секторах в 1936-2024 гг. Жирная синяя кривая - 11-летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2024 гг.

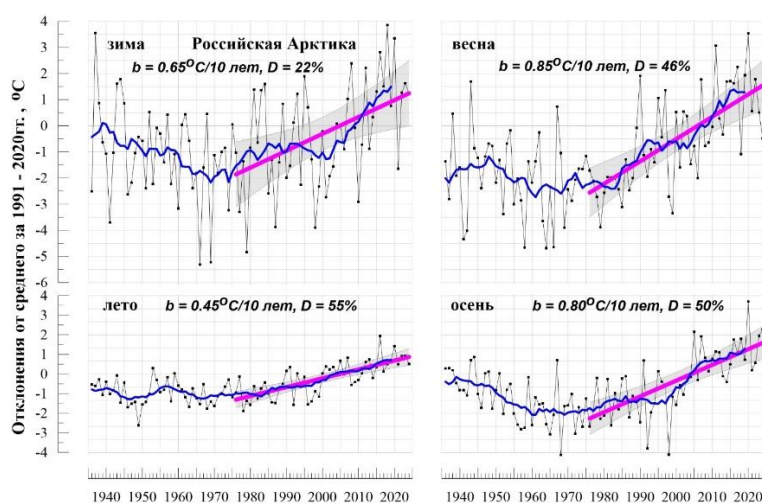


Рис. 4.27. Сезонные аномалии температуры воздуха в Российской Арктике в 1936-2024 гг. Жирная синяя кривая - 11-летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2024 гг.

Осадки

Данные о годовых и сезонных суммах осадков в секторах Российской Арктики в 2024 г. представлены в таблице 4.18, а географическое распределение осадков за год в целом и сезоны представлено на рис. 4.28.

В целом за 2024 г. по РА выпало 102% нормы осадков. В Сибирском секторе осадков выпало 107% нормы. Осредненные осадки по Европейскому и Восточному секторам составили 96% и 97% нормы.

Превышение осадков над нормой наблюдалось на Кольском полуострове западнее реки Тулома, на Северо-Сибирской низменности (здесь на ряде станций отмечались 95%-е экстремумы), в бассейне реки Колымы, на Чукотском полуострове. На остальной территории наблюдался дефицит осадков, наиболее значительный (менее 80% нормы) в нижнем течении р. Лена.

Таблица 4.18. Характеристики годовых (январь-декабрь) и сезонных осадков (% от нормы периода 1991-2020 гг.) в секторах Российской Арктики. Ранги приведены для рядов с 1936 г. Светло-коричневой заливкой выделены значения, попавшие в число трех наименьших (ранг 89, 88 или 87), а желтой - имеющие ранг 86 или 85 (четвертое или пятое значение среди наименьших)

	Год (январь-декабрь)		Зима		Весна		Лето		Осень	
	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг
Российская Арктика (РА)	102	33-37	80	74-75	109	12-13	83	87-88	118	6-7
Европейский сектор РА	96	48-51	77	77-71	116	11-14	69	85	110	25-26
Сибирский сектор РА	107	14-15	85	49	121	6-7	82	75-78	122	7
Восточный сектор РА	97	62-69	76	81	56	86	97	69-71	118	24

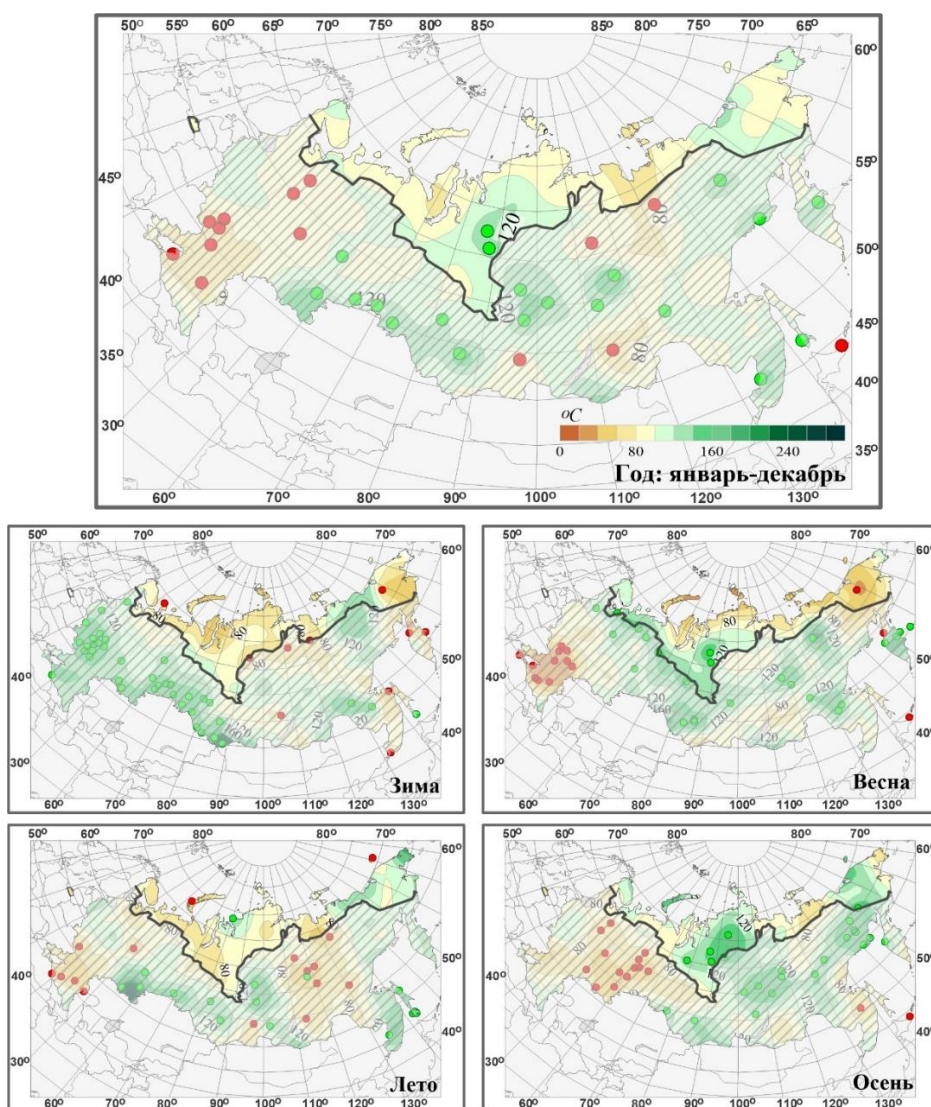


Рис. 4.28. Годовые (январь-декабрь) и сезонные суммы осадков в 2024 г. (% от нормы периода 1991-2020 гг.) в Российской Арктике. Зелеными кружками показаны станционные аномалии выше 95-го перцентиля, красными - ниже 5-го.

Зимой в целом за сезон по РА выпало 80% нормы осадков. В РА преобладал дефицит осадков, особенно сильный (менее 40% нормы) на Новой Земле, в районе Обской губы, на Анадырском плоскогорье. Превышение осадков наблюдалось лишь на Яно-Индигоирской низменности.

Весной, в целом за сезон по РА выпало 109% нормы осадков. Превышение осадков наблюдалось в Европейском секторе всюду (кроме Новой Земли) и в южных районах Сибирского сектора. Дефицит осадков наблюдался на Новой

Земле, на побережье Северного Ледовитого океана от полуострова Хой на восток. Сильный дефицит осадков наблюдался в Восточном секторе на Алданском плоскогорье, осредненные по Восточному сектору осадки составили 56% нормы.

Летом в целом по РА выпало 83% нормы. Дефицит осадков наблюдался всюду в Европейском секторе (выпало 69% нормы), в Сибирском секторе (82% нормы) (кроме дельты реки Енисей), а также в Восточном секторе в дельте р. Лена.

Превышение осадков наблюдалось лишь в Восточном секторе от Колымы до Чукотской губы и на Анадырском плоскогорье; в Сибирском секторе - в дельте реки Енисей.

Осенью в целом по РА выпало 118% нормы. Превышение осадков преобладало в РА. Значительное превышение на Северо-Сибирской низменности (на ряде станций отмечены 95%-е экстремумы, в целом по Сибирскому сектору выпало 122%) и на Алданском плоскогорье (в целом по Восточному сектору выпало 118% нормы). Дефицит осадков наблюдался на побережье Карского моря, в районе Обской губы, на Яно-Индигирской низменности.

За период с 1976 по 2024 гг. наблюдается значимый на 1%-м уровне рост среднегодовых осадков в целом по РА: 2,2% нормы за 10 лет (рис. 4.30). В Европейском секторе прослеживается монотонное увеличение с 1970-х, тренд значим на 5%-м уровне.

В Сибирском секторе тренд составляет в этот период 3,6% нормы за 10 лет, и он значим. В Восточном секторе наблюдался рост осадков с начала XX века до начала 1960-х и с середины 1990-х по 2010-е гг.

Поведение осадков в азиатских секторах РА похоже на долгопериодные колебания с периодом около 50-60 лет. Максимум около 1960 г. прослеживается также в Европейском секторе.

Рост весенних осадков в РА составляет 5,3% нормы за 10 лет и объясняет 31% общей дисперсии ряда, осенних осадков 3,6% нормы за 10 лет (объясняет 17% общей дисперсии), (рис. 4.29). Зимой и летом изменений в режиме выпадения осадков не было выявлено. Выражены междесятилетние колебания; во все сезоны проявляется крупный максимум в первой половине ряда: около 1950 г. летом и около 1960 г. в остальные сезоны.

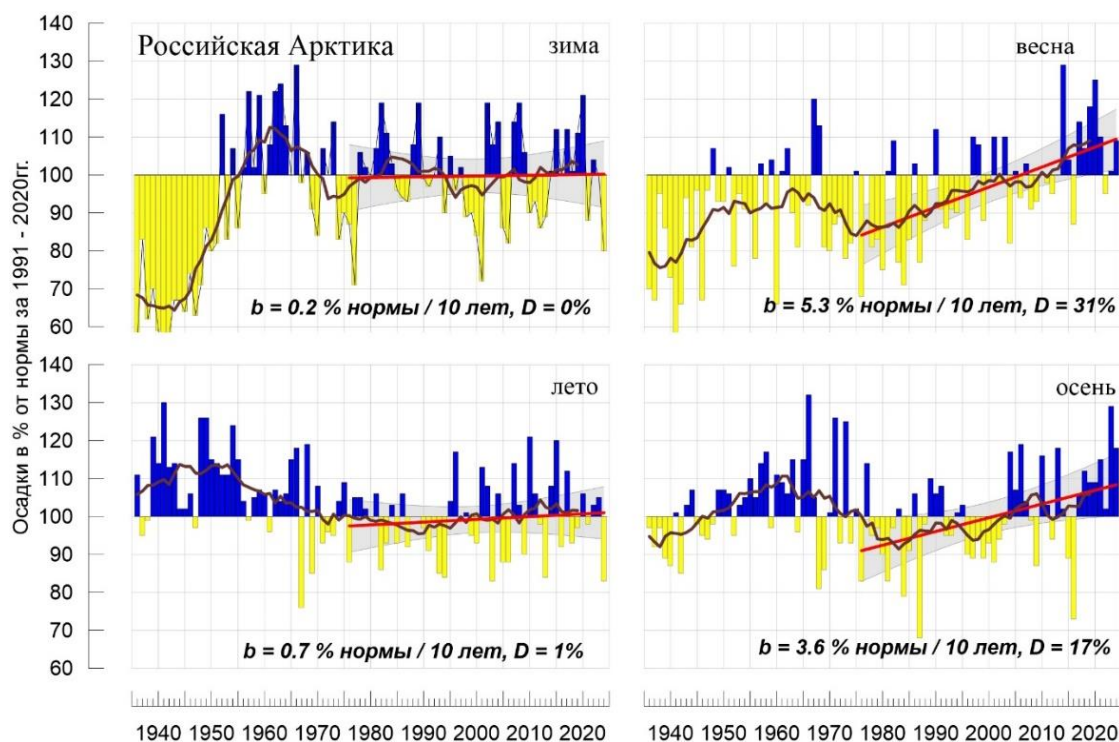


Рис. 4.29. Сезонные суммы осадков (% нормы) в Российской Арктике в 1936-2024 гг. Жирная темная кривая - 11 летнее скользящее среднее. Красная прямая - линейный тренд за 1976-2024 гг.

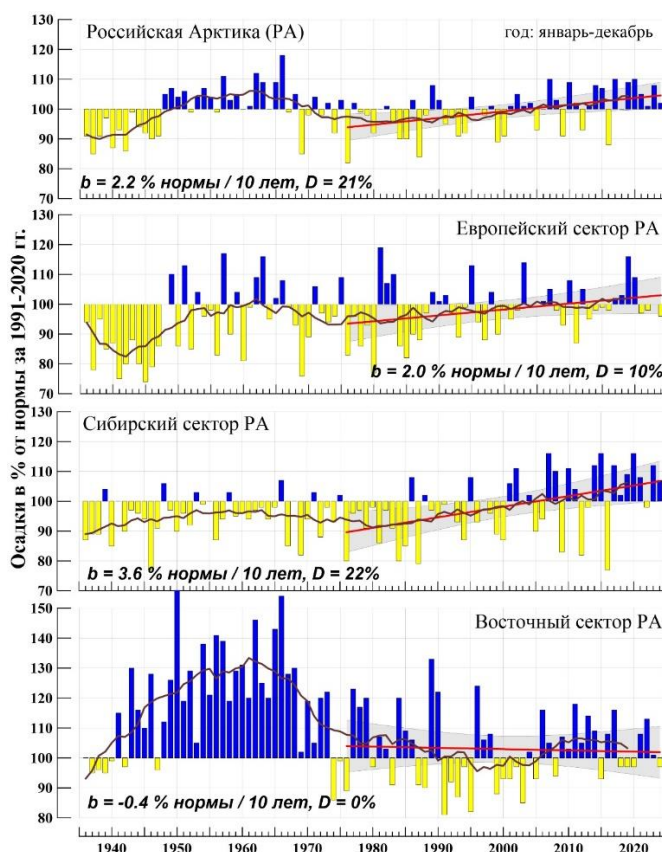


Рис. 4.30. Годовые (январь-декабрь) суммы осадков (% нормы) в Российской Арктике и ее секторах в 1936-2024 гг. Жирная темная кривая - 11-летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2024 гг.

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 2024 гг. в районе акватории арктических морей, по которым проходит трасса СМП (моря Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское) по данным 24 метеостанций, расположенных на побережье и островах, представлены на рис. 4.31.

На акватории Сибирских арктических морей (Карское-Чукотское моря), по которым проходит Северный морской путь, особенно заметно потеплело в 2010-е годы. Данные метеорологических станций на побережье и островах показывают здесь повышение зимней температуры воздуха с 1970-х гг. по 2018 г. на 6°C , а летней к 2020 г. почти на 3°C . В 2021-2023 гг. температура понизилась почти на 3°C , а летом на 1°C , но в 2024 г. начался рост.

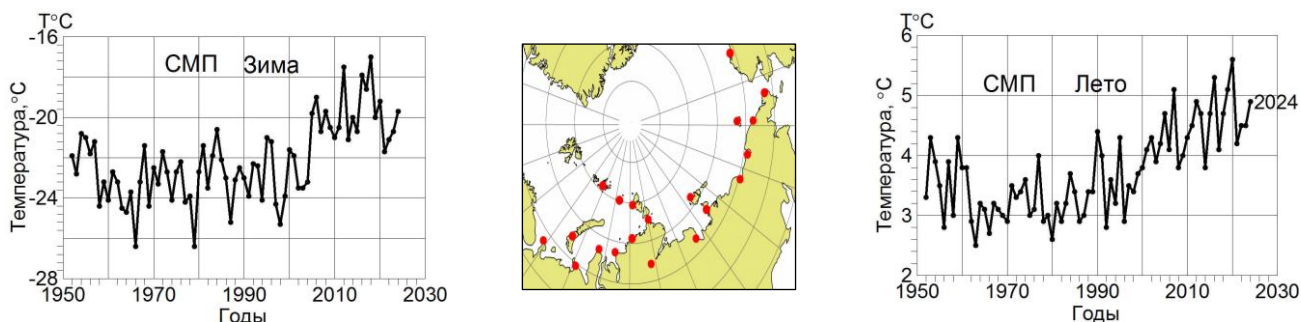


Рис. 4.31. Приповерхностная температура воздуха (ПТВ) зимой и летом на акватории морей СМП по данным 24 станций, расположенных на островах и берегах морей СМП

Сокращение морского ледяного покрова является наиболее обсуждаемым проявлением глобального потепления в Арктике. Современный период сокращения площади арктического морского льда хорошо документирован по данным измерений со спутников.

В Северном Ледовитом океане (СЛО) площадь, занятая льдом (ледовитость) на сезонном минимуме в сентябре, сократилась с 1980 г. до 2012 г. в 2,2 раза. При этом сокращение тесно связано с ростом летней температуры воздуха.

На акватории арктических морей, по которым пролегает Северный морской путь (СМП), ледовитость в сентябре сокращалась с 1996 г. вместе с ростом летней температуры воздуха и за десять лет уменьшилась в восемь раз, с 1892 тыс. км² до 234 тыс. км². В последующие годы площадь колебалась вблизи этого уровня с минимальным

значением 26,3 тыс. км² в 2020 г. Зимой сокращение морского ледяного покрова много меньше, чем летом. От максимума в марте 1982 г. до минимума в марте 2016 г. сокращение составило 9% в СЛО и около 1% в морях СМП (рис. 4.32).

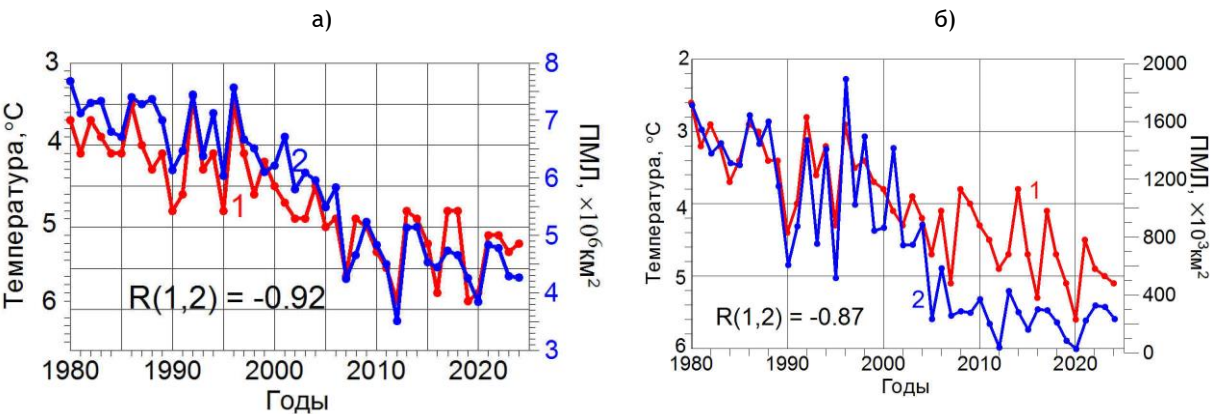


Рис. 4.32. Площадь, занятая морским льдом в сентябре (2), и летняя температура воздуха (1) на акватории Северного Ледовитого океана (а) и морей Северного морского пути (б) в 1980-2024 гг.
(Данные о ледовитости с сайта ААНИИ <http://wdc.aari.ru/datasets/ssmi/data/north/extent/>)

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 2024 г. на каждой станции Арктического региона приведены в таблице 4.19.

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. (таблица 4.20).

Таблица 4.19. Общее содержание озона на станциях Арктического региона в 2024 г.

Месяцы / Станции	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
Общее содержание озона в 2024 г., е.Д. *													
Баренцбург			510	438	391	391	336	298	279				377
Мурманск		323	413	436	394	394	318	294	282	287			349
Печора	326	343	438	431	440	440	332	322	282	292	310		359
Архангельск		330	392	407	395	395	325	304			385		367
о-ов Хейса			514	464	415	380	331						421
Тикси		459	518	467	406	365	332	310	292	321			386
Оленек		394	496	455	416	375	321	304	307	316	261		365
о-ов Котельный			513	484	412	368	324	312	294	330			380

Примечание:
* 1 е.Д. = 0.001 атм. · см;

Ежемесячные и среднегодовые значения ОСО за 2024 г. над восточной и западной частями Арктики, новые тридцатилетние нормы и средние квадратичные отклонения для этих частей Арктического региона, а также отклонения значений ОСО от нормы (в %) приведены в таблице 4.20 и на рис. 4.33. Данные с наземных станций в январе и декабре отсутствуют по причине наступления полярной ночи.

Результаты, приведенные в таблицах 4.19 и 4.20, а также на рис. 4.33, демонстрируют наличие всех особенностей поля ОСО, которые были отмечены при анализе вариаций поля озона для прилежащих регионов РФ, но все аномалии несколько отличаются по амплитуде и иногда смещены по времени.

Таблица 4.20. Общее содержание озона в Западной и Восточной Арктике в 2024 г., и нормы**

Месяцы / Регионы	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	Год
<i>Общее содержание озона в 2024 г., е.Д.*</i>													
Вост. Арктика	326	370	481	451	407	388	326	304	290	309	319		374
Зап. Арктика		426	509	469	411	369	326	309	298	322	261		381
<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.

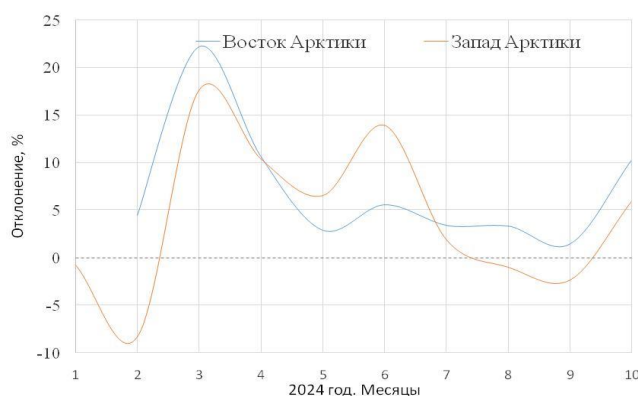


Рис. 4.33. Отклонения от нормы среднемесячных значений ОСО для Восточного и Западного секторов Арктики в 2024 г.

В начале года основной центр арктического антициклона (область с традиционно высокими значениями ОСО) располагался в канадском секторе, а над арктической зоной РФ находилась воздушная масса с низким содержанием озона. В феврале антициклон сместился на Дальний Восток РФ и Восточную Сибирь, что привело к устойчивому и явно выраженному зональному распределению в поле ОСО над Арктикой. Стабильно низкие значения наблюдались в Западной части Арктики (до -25% в дневных значениях) и высокие значения в Восточной части. Отклонение от нормы среднемесячного значения в феврале в Западной части Арктического региона было отрицательным (-8,3%). В Восточной части значение озона было выше нормы (+4,4%).

В марте высотный антициклон занимал практически всю полярную зону, а его центр постепенно смещался ближе к Западной части нашей Арктической зоны. Значения ОСО во второй половине марта достигли 600 е.Д., что выше нормы на 30-40%. Под влиянием этого образования Арктика находилась до середины апреля, а Западная часть - до мая. Отклонения от нормы в марте были значительными и на западе Арктики (+17,6%) и на востоке (+22,1%).

Повышенное содержание озона в Арктическом регионе сохранялось до июля, когда значения приблизились к норме, но если на востоке сохранялись положительные отклонения, то на западе в августе и сентябре отклонения приобрели отрицательные значения. На некоторых станциях дневные значения ОСО опускались до 230 е.Д.

Ближе к концу года, в ноябре и декабре, распределение снова приобретает зональный характер. В Западной части значения ОСО было значительно ниже, чем в Восточной части Арктики.

В 2024 г. в Западной части Арктического региона среднее за год значение составило 381 е.Д., что существенно выше нормы (+6,6%). Особенности в годовом ходе отклонений во многом повторяют особенности характерные для Севера ЕЧР и ЗС.

Среднее за год значение ОСО Восточной части Арктического региона также значительно превысило норму и составило 374 е.Д. (+9,7%).

Оптическая плотность и прозрачность атмосферы в Арктической зоне Российской Федерации

Для оценки общего замутнения атмосферы в Арктической зоне РФ в 2024 г. были использованы данные девяти арктических станций, приведенных в таблице 4.21. Все станции за исключением станции Архангельск, широта которой составляет 64,6° с.ш., расположены севернее Северного Полярного круга (-66,6° с.ш.) и перечислены в направлении с запада на восток по возрастанию восточной долготы.

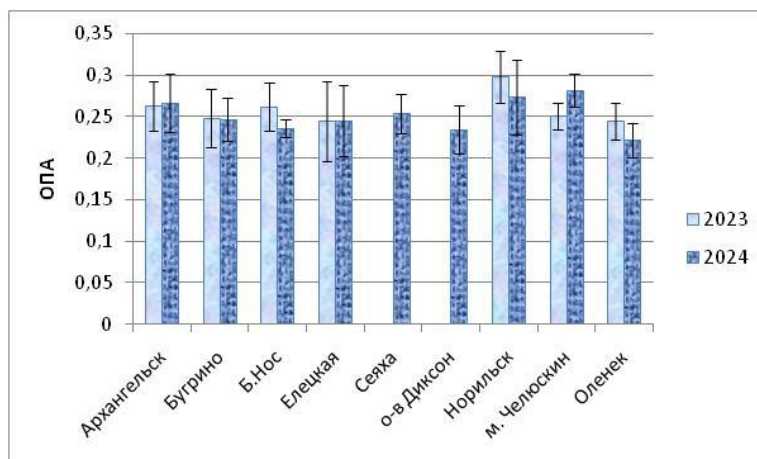
С учетом характера циркуляции и распределения основных метеорологических параметров в Арктике выделяются три основных климатических района - Западный, Центральный и Восточный, условные границы между ними проходят примерно по меридианам 80-82° в.д. и 160° в.д.

Первые 5 станций из таблицы 4.21 принадлежат к Западному арктическому району, о-в Диксон является пограничной станцией, последние три относятся к Центральному арктическому району. Для климата Западного района характерным является влияние североатлантических циклонов, повышенная облачность и аэрозольное загрязнение. В Центральном (Сибирском) арктическом районе основное воздействие оказывает сибирский антициклон.

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. 4.34 представлены средние значения ОПА и их стандартные отклонения ($\pm\sigma$) за 2024 г. и предыдущий год. Для станций Сеяха и о-в Диксон указаны значения ОПА за 2024 г., поскольку в 2023 г. наблюдения проводились только два месяца.

Таблица 4.21. Координаты арктических станций

Станции	Северная широта (° с.ш.)	Восточная долгота (° в.д.)
г. Архангельск	64,6	40,5
Бугрино	68,8	49,3
Белый Нос	69,6	60,2
Елецкая	67,1	64,1
Сеяха	70,2	72,6
о-в Диксон	73,5	80,4
г. Норильск	69,3	88,3
м. Челюскин	77,7	104,3
Оленёк	68,5	112,4

Рис. 4.34. Осредненные за наблюдательный период 2023 и 2024 гг. значения ОПА и их стандартные отклонения ($\pm\sigma$) на арктических станциях

На всех станциях (кроме станций Сеяха и о-ов Диксон, на которых представлены данные лишь за 2024 г.) ОПА либо изменилась незначительно, либо уменьшилась. Единственная станция, на которой среднее за 2024 г. значение ОПА возросло, была станция м. Челюскин (обс. им. Е.К.Федорова). На всех станциях за последние два года средний уровень оптического замутнения атмосферы не превышал значения ОПА равного 0,30.

На станциях Арктической зоны летом возможно как увеличение, так и уменьшение оптической плотности атмосферы. Все зависит от количества облачности и, соответственно, от соотношения вклада водяного пара и аэрозоля в ослабление солнечной радиации.

На рис. 4.35 приведены средние значения ОПА в марте и июле. В 2024 г. на всех станциях июльские значения оптической плотности атмосферы превышали мартовские, за исключением г. Норильска. На станции Белый Нос в июле наблюдения не проводились.

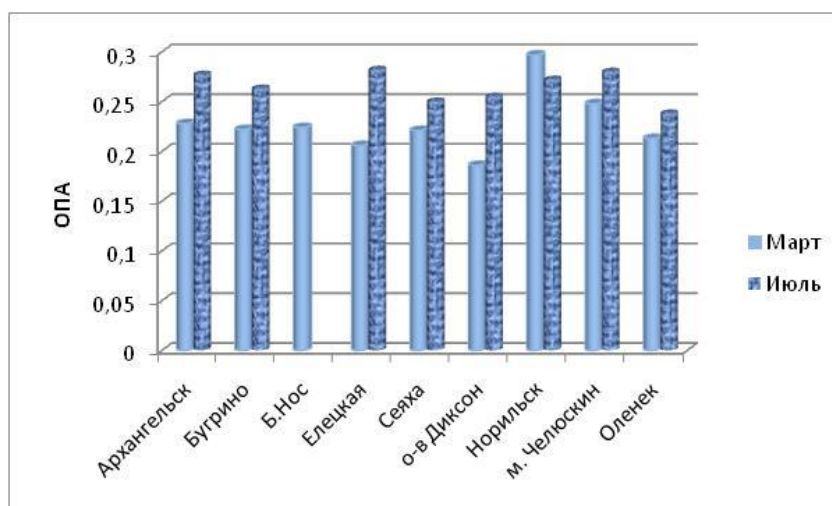


Рис. 4.35. Средние значения ОПА в марте и июле 2024 г. на арктических станциях

Различия между средними значениями ОПА за 2024 г. на рассматриваемых станциях и осредненными значениями ОПА за последнее десятилетие (2015-2024 гг.) иллюстрирует рис. 4.36. Эти различия невелики. Наибольшими они оказались на станциях Норильск и м. Челюскин (обс. им. Е.К.Федорова). В Норильске зарегистрировано снижение ОПА в 2024 г. на 16% относительно среднего значения ОПА за 10 лет, на чём остановимся ниже. На станции м. Челюскин, ОПА в 2024 г. превысила десятилетнее среднее на 18%. Причина такого явления на м. Челюскин пока не вполне понятна и её выяснение требует дальнейшей проработки.

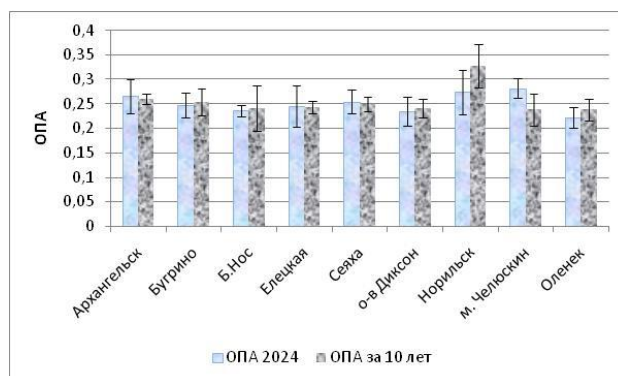


Рис. 4.36. Осредненные значения ОПА за наблюдательный период 2024 г. и за последнее десятилетие

За последнее десятилетие (2015-2024 гг.) уровень оптического замутнения по сравнению с последним 25-летним периодом (2000-2024 гг.) на арктических станциях изменился незначительно (рис. 4.37). Превышение уровня ОПА за оба рассматриваемых периода составило 0,25 только на городских станциях Архангельск и Норильск, причем в Норильске гораздо более существенно. В Архангельске это превышение проявилось лишь за 25-летний период, причем незначительно. На рис. 4.37 также заметно (за исключением городов) слабое снижение оптического замутнения атмосферы в направлении с запада на восток.

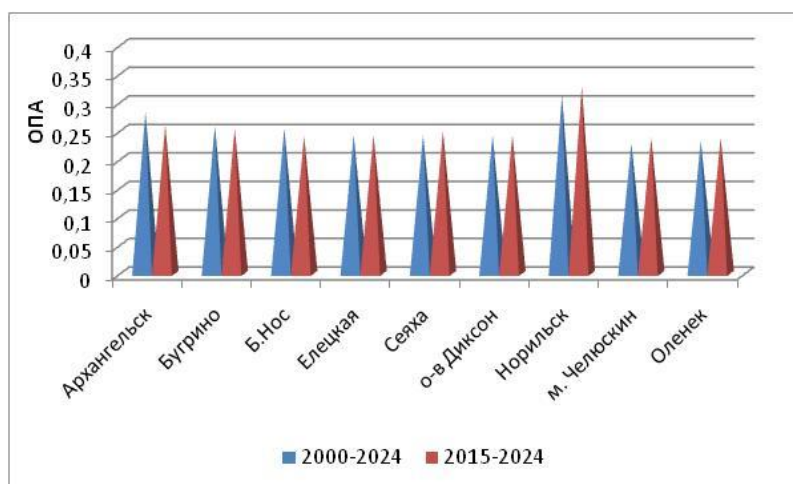


Рис. 4.37. Средние уровни оптического замутнения атмосферы на арктических станциях за период 2000-2024 гг. и 2015-2024 гг.

В Норильске в последние годы реализуется экологическая программа, направленная на сокращение выбросов диоксида серы, и уже в 2021 г. выбросы сернистого газа были снижены на 13,7%.

Как известно, диоксид серы является основой для образования сульфатного аэрозоля. Таким образом, можно утверждать, что параметр ОПА отчетливо выявил снижение аэрозольной нагрузки в районе Норильска. Если в 2018 г. в Норильске среднегодовое значение ОПА составляло 0,41, то в 2024 г. всего лишь 0,27 (рис. 4.38).

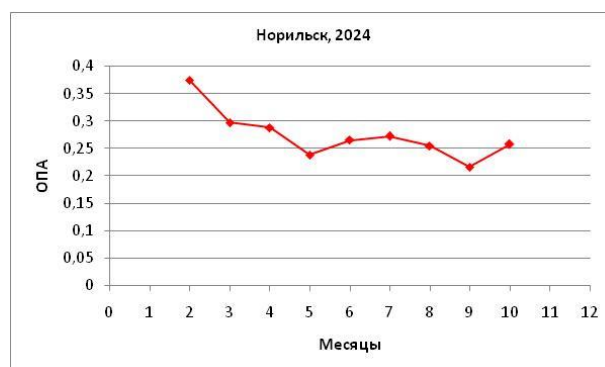


Рис. 4.38. Внутригодовая изменчивость ОПА в Норильске в 2024 г.

Сопоставление средних уровней степени оптического замутнения атмосферы по семи станциям Арктики (без городов) и шести среднелинотным региональным станциям РФ (также без парных городов) показало, что, как и в предшествующие годы, эти уровни близки между собой. В Арктике осредненное по указанным станциям значение ОПА за 2024 г. составило $0,25 \pm 0,02$. На среднелинотных фоновых станциях $ОПА = 0,24 \pm 0,04$.

Таким образом, оптическая плотность атмосферы на фоновых станциях средних широт, как и в предыдущие годы, незначительно отличается от таковой в Арктическом регионе. Это свидетельствует о том, что арктические станции

по-прежнему находятся под влиянием меридионального переноса загрязненных воздушных масс, поступающих с промышленно развитых регионов Евразийского континента.

Ионный состав и кислотность атмосферных осадков Арктической зоны Российской Федерации

На территории Арктической зоны РФ (АЗРФ) расположены 18 станций наблюдений за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков:

- Янискоски, Никель, Зареченск, Падун, Мурманск, Краснощелье (Мурманская обл.);
- Архангельск, Онега, Северодвинск, Мудьюг (Архангельская обл.);
- Нарьян-Мар (Ненецкий АО);
- Уренгой (Ямало-Ненецкий АО);
- Диксон, Туруханск и Норильск (Красноярский край);
- Тикси, Кюсюр и Депутатский (Республика Саха (Якутия)).

В пробах осадков анализировалось содержание основных ионов - гидрокарбонатов (HCO_3^-), хлоридов (Cl^-), сульфатов (SO_4^{2-}), нитратов (NO_3^-), ионов аммония (NH_4^+), калия (K^+), натрия (Na^+), магния (Mg^{2+}), кальция (Ca^{2+}), а также определялись показатели удельной электропроводности (проводимости) k и величины pH. Сумма основных ионов характеризует минерализацию осадков (M).

Химический состав и кислотность атмосферных осадков.

Арктический регион неравномерно испытывает антропогенную нагрузку, а химический состав осадков зависит от влияния как природных, так и антропогенных источников загрязнения (табл. 4.22).

Таблица 4.22. Минимальные (числитель) и максимальные (знаменатель) значения средневзвешенных концентраций основных ионов, минерализации (M), pH и удельной электрической проводимости (k) атмосферных осадков станций Арктической зоны РФ, 2024 г.

АЗРФ	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	M	pH	k, мкСм/см
	мг/л											
Европейская территория Арктики												
Мурманская обл.	0,88	0,61	0,15	<0,05	<0,05	0,29	0,17	0,28	<0,05	2,89	4,7	8
	2,57	2,11	0,59	1,48	0,14	1,41	0,57	1,06	0,20	8,42	6,1	25
Архангельская обл.	1,09	1,56	0,86	1,74	0,11	1,13	0,27	0,70	0,19	9,62	5,3	17
	2,51	3,32	2,24	3,89	0,81	2,10	0,62	1,12	0,26	16,20	6,2	39
Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	3,77	2,70	1,29	8,45	0,33	1,81	0,99	3,81	0,23	23,38	6,2	33
Азиатская территория Арктики												
Ямало-Ненецкий АО (Уренгой)	1,68	3,06	1,31	1,89	0,68	1,81	0,64	0,65	0,12	11,83	5,8	25
Красноярский край	2,44	1,25	0,53	4,58	0,24	0,79	0,41	1,82	0,53	14,24	5,8	29
	14,80	16,09	1,78	6,17	0,62	8,44	1,91	6,35	1,13	41,46	6,1	95
Республика Саха (Якутия)	1,33	1,54	0,29	2,98	0,22	0,98	0,71	0,45	0,14	9,00	5,9	14
	6,22	5,57	0,59	14,02	2,12	4,37	5,57	2,23	0,24	38,40	6,7	126
Наиболее загрязненные станции АЗРФ												
Кюсюр	6,22	5,57	0,59	14,02	2,12	4,37	3,05	2,23	0,23	38,40	6,7	126

Для осадков, выпадающих на Европейской территории Арктики, характерны более низкие значения основных ионов по сравнению с Азиатской территорией Арктики. Максимальное средневзвешенное значение минерализации на Европейской территории Арктики было зафиксировано в осадках станции Нарьян-Мар и в 2024 г. составило 23,4 мг/л.

На Кольском п-ове высокие значения суммы ионов, как и в предыдущие годы, наблюдались в осадках Мурманска и Никеля и в 2024 г. Высокая минерализация осадков этих станций определялась повышенным содержанием сульфатов и хлоридов. Минимальные средневзвешенные суммы ионов характерны для осадков Зареченска, Падунa, и Янискоски и в 2024 г. варьировали в диапазоне 2,9 - 4,9 мг/л.

В Мурманской обл. минерализация осадков в 2024 г. по сравнению с 2023 г. снизилась в среднем на 16% в Зареченске и увеличилась в Падуне, Янискоски и Краснощелье на 33, 9 и 54%. (рис. 4.39, а). В осадках Мурманска в 2024 г. минерализация продолжала снижаться, в основном, за счет снижения концентрации сульфатов и хлоридов и составила 7,48 мг/л, что на 38% ниже среднего значения за период.

Минерализация осадков Никеля по сравнению с в 2023 г. практически не изменилась. Однако, в сравнении с 2019 г. сумма ионов снизилась на 40%, что, возможно, связано с реализацией мер АО «Кольской ГМК» по снижению уровня выбросов.

В Архангельске, Северодвинске, Онеге и Нарьян-Маре минерализация осадков увеличилась по отношению к среднему значению за 2023 г. на 76, 11, 91 и 143% соответственно из-за роста концентраций сульфатов, хлоридов, гидрокарбонатов и кальция и снизилась на станции Мудьюг за счет снижения концентраций большинства компонентов (рис. 4.39, в).

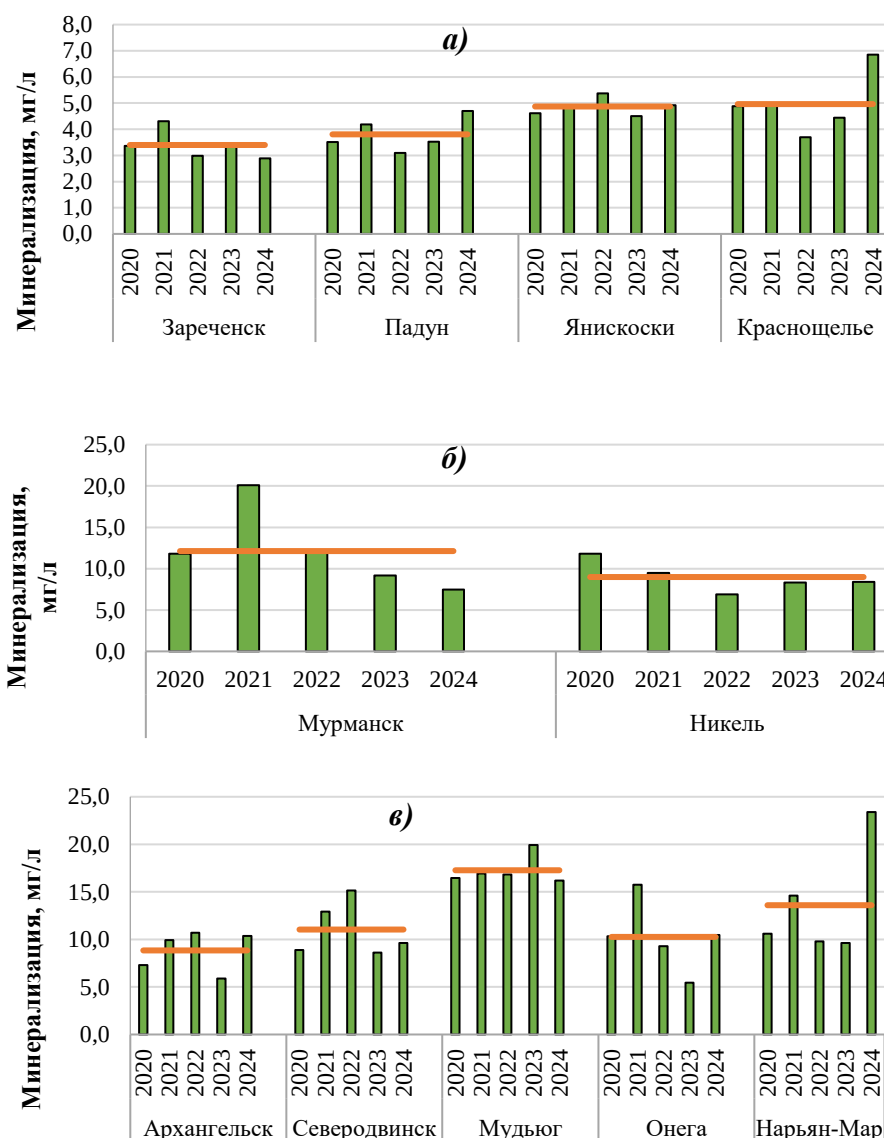


Рис. 4.39. Изменение средневзвешенной минерализации осадков на Европейской территории Арктики, 2020–2024 гг.
 а) Кольский п-ов, кроме станций Мурманск и Никель; б) Мурманск, Никель; в) Архангельская обл. и Ненецкий АО
 *красной линией показано среднее значение за 2020–2024 гг.

По-прежнему, наибольшее содержание нитратов характерно для осадков Архангельской обл. В 2024 г. концентрация нитратов варьировала от 0,86 до 2,24 мг/л (0,65 - 1,70 мг/л в 2023 г). Содержание аммония изменилось практически на всех станциях Архангельской обл. в среднем на $\pm 20\%$.

На Азиатской территории Арктики диапазон изменения средневзвешенной минерализации в 2024 г. составил 9,00 - 41,46 мг/л (7,66 - 53,61 мг/л в 2023 г). Максимальные средневзвешенные значения минерализации в этом регионе, как и в предыдущие годы, были характерны для осадков Красноярского края - в Норильске из-за высокого содержания сульфатов и кальция; в Диксоне - вследствие высоких концентраций хлоридов и натрия преимущественно морского происхождения, а также в Якутии на ст. Кюсюр - из-за высокого содержания сульфатов, гидрокарбонатов, хлоридов и натрия (рис. 4.40, 4.41).

Минерализации осадков Норильска в 2024 г. составила 33,5 г/л, что на 21% выше 2023 г. В 2024 г. содержание сульфатов в осадках, вносящих основной вклад в сумму ионов, уменьшилось по сравнению с 2023 г. еще на 6% и составило 14,8 мг/л, что является самым низким показателем в осадках Норильска за последние 5 лет, и увеличилось содержание гидрокарбонатов в 2,6 раза и кальция - в 1,4 раза.

Как правило, маломинерализованные осадки выпадают в районе фоновой станции Туруханск, Депутатский и в Уренгое, где минерализация осадков в 2024 г. и в целом за период 2020–2024 гг. не превышала значения регионального фона 15,0 мг/л (рис. 4.40).

Диапазон изменения средневзвешенной минерализации осадков в арктической зоне Республики Саха (Якутия) в 2024 г. составил 9,0 - 38,4 мг/л, а тенденция изменения по станциям показана на рис. 4.41.

В 2024 г. суммарное значение компонентов в осадках станции Кюсюр составило 38,40 мг/л, что ниже на 19% по сравнению с 2023 г. и определялось высокими концентрациями гидрокарбонатов и сульфатов, которые в химическом составе составили около 53% (рис. 4.41, а). В 2024 г. содержание сульфатов увеличилось с 4,50 до 6,22 мг/л. Средневзвешенная концентрация гидрокарбонатов в 2024 г. составила 14,02 мг/л, что ниже значения 2023 г. на 34%, но является самым высоким показателем содержания гидрокарбонатов в осадках арктических станций.

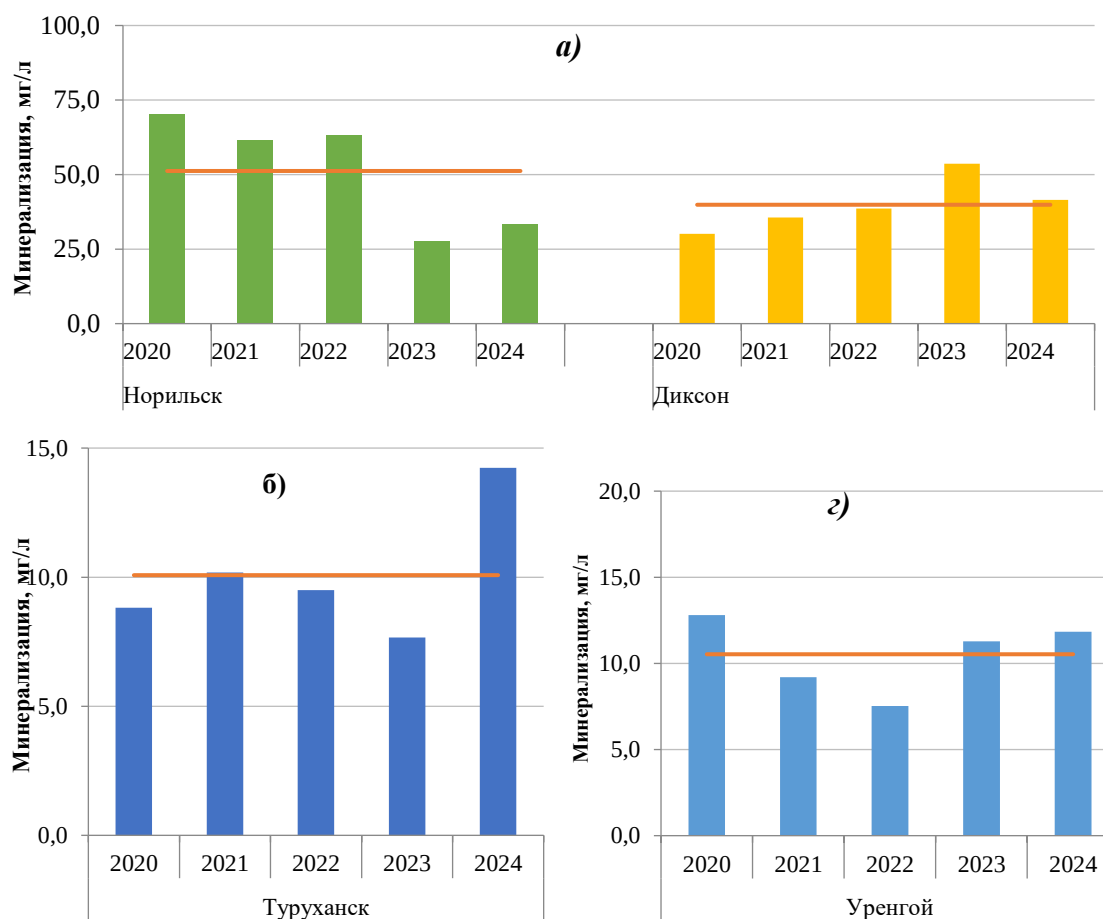


Рис. 4.40. Изменение средневзвешенной минерализации осадков на территории Красноярского края (а, б) и Ямало-Ненецкого АО (в), 2020-2024 гг.
*красной линией показано среднее значение за 2020-2024 гг.

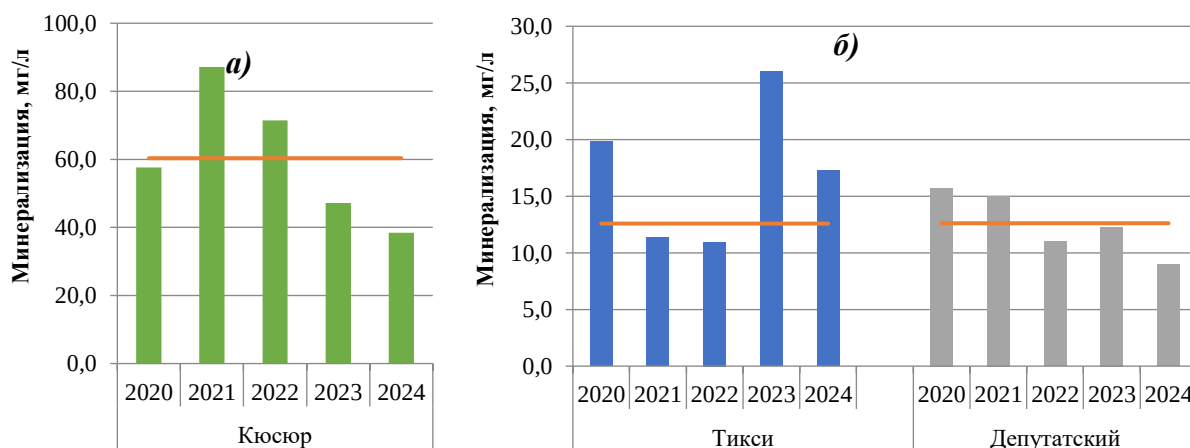


Рис. 4.41. Изменение средневзвешенной минерализации осадков на территории Якутии, 2020-2024 гг. *красной линией показано среднее значение за 2020-2024 гг.

По сравнению с 2023 г. сумма ионов в осадках Тикси снизилась на 33% в основном за счет снижения вклада морской составляющей и гидрокарбонатов (рис. 4.41, б). Концентрации хлорида и натрия в сумме составляют около 80% от общего состава. При этом доля сульфатов в 2024 г. в общей сумме ионов уменьшилась на 17%.

В целом, 2024 г. характеризуется снижением минерализации осадков на большей территории АЗРФ. Рост минерализации осадков на отдельных станциях может свидетельствовать о влиянии локальных источников загрязнения. Однако снижение минерализации осадков практически на всех станциях Кольского п-ова в 2024 г., возможно, является следствием изменения влияния на химический состав региональных факторов.

На рассматриваемой территории величина pH месячных проб осадков в 2024 г. изменялась от 4,3 (Мурманск) до 7,5 (Туруханск). Наметилась слабая тенденция к снижению кислотности осадков от западных к восточным районам (рис. 4.42).

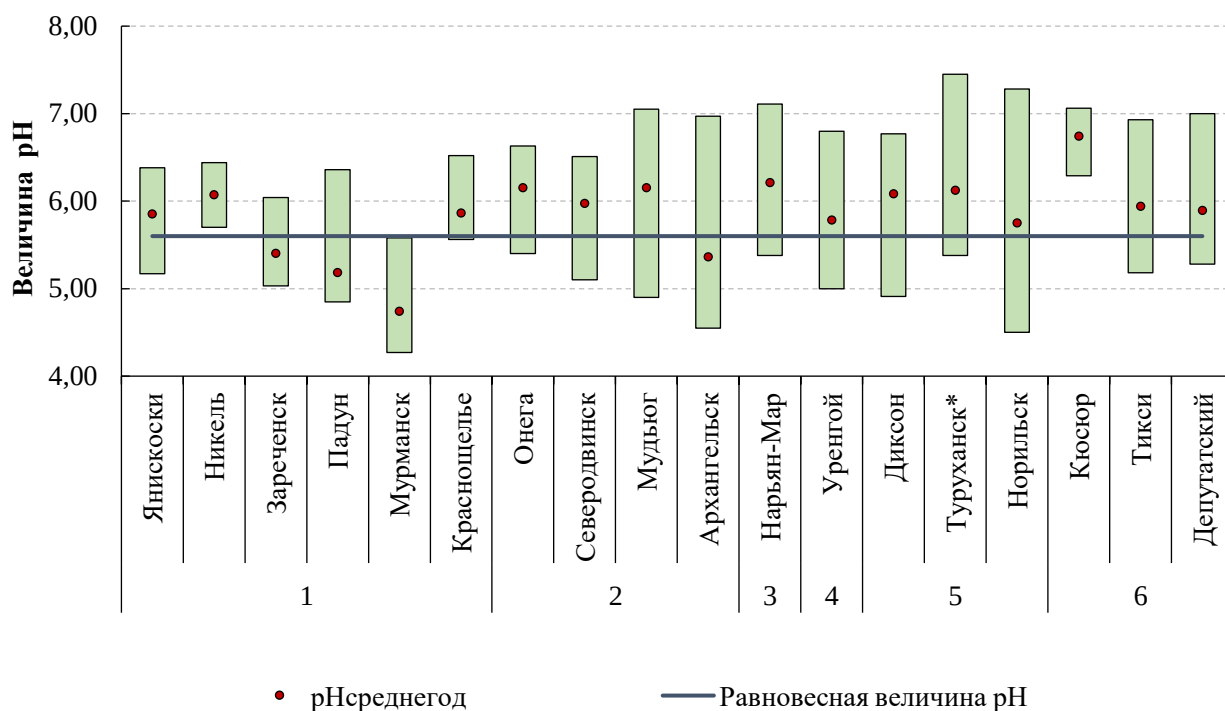


Рис. 4.42. Диапазон изменений значений pH суммарных ежемесячных проб осадков на арктических станциях в 2024 г. 1 - Мурманская обл.; 2 - Архангельская обл.; 3 - Ненецкий АО; 4 - Ямало-Ненецкий АО; 5 - Красноярский край; 6 - Республика Саха (Якутия) *для Туруханска представлены значения pH недельных проб осадков

На большинстве станций показатель pH осадков или снизился на 0,1 – 0,2 ед. pH или сохранился на уровне 2023 г. Наибольшие изменения произошли в Мурманске, где среднегодовое значение pH осадков снизилось на 0,7 ед. pH по сравнению с предыдущим годом, что, скорее всего, связано со снижением концентрации гидрокарбонатов, и составило 4,7. Для Кольского п-ова (кроме ст. Падун и Зареченск) среднегодовые значения pH в 2024 г. были близки к равновесному значению (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 её хозяйственной деятельности, поэтому в табл. 4.23 приведено как среднее значение суммарных выпадений и кислотообразующих веществ, так и диапазон выпадений по региону.

Таблица 4.23. Среднее значение (числитель) и диапазоны (знаменатель) выпадений серы, азота и суммы ионов с атмосферными осадками в Арктической зоне РФ в 2024 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/км ² ·год						
Европейская территория Арктики							
Мурманская обл.	$\frac{0,31}{0,20-0,52}$	$\frac{0,04}{0,02-0,09}$	$\frac{0,04}{0,00-0,07}$	$\frac{0,08}{0,02-0,13}$	$\frac{3,47}{1,47-4.54}$	$\frac{1,0}{0,0-1.5}$	$\frac{4,0}{2.2-13.0}$
Архангельская обл.	$\frac{0,31}{0,22-0,41}$	$\frac{0,21}{0,10-0,44}$	$\frac{0,15}{0,06-0,30}$	$\frac{0,35}{0,21-0,50}$	$\frac{6,55}{5,15-7.39}$	$\frac{0,71}{0,14-1,88}$	$\frac{0,89}{0,82-1.05}$
Ненецкий АО (Нарьян-Мар)	0,53	0,12	0,11	0,23	9,86	0,92	2,30
Азиатская территория Арктики							
Ямало-Ненецкий АО (Уренгой)	0,30	0,15	0,28	0,43	6,26	1,87	0,70
Красноярский край	$\frac{1,12}{0,33-2,33}$	$\frac{0,11}{0,10-0,13}$	$\frac{0,16}{0,16}$	$\frac{0,27}{0,26-0,29}$	$\frac{13,74}{12,20-15,80}$	$\frac{1,46}{1,23-1,60}$	$\frac{4,15}{1,14-8,96}$
Республика Саха (Якутия)	$\frac{0,24}{0.05-0.55}$	$\frac{0,02}{0.01-0.04}$	$\frac{0,18}{0.02-0.44}$	$\frac{0,20}{0.03-0.48}$	$\frac{4,57}{1.00-10.22}$	$\frac{9,17}{2.00-11.00}$	$\frac{1,34}{1.15-1.67}$

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 2024 г. наблюдались в районе ст. Мурманск и Никель и составили в среднем 4,5 т/км² (рис. 4.43, б). Более низкий уровень выпадений был зафиксирован на станции Зареченск 1,82 т/км².

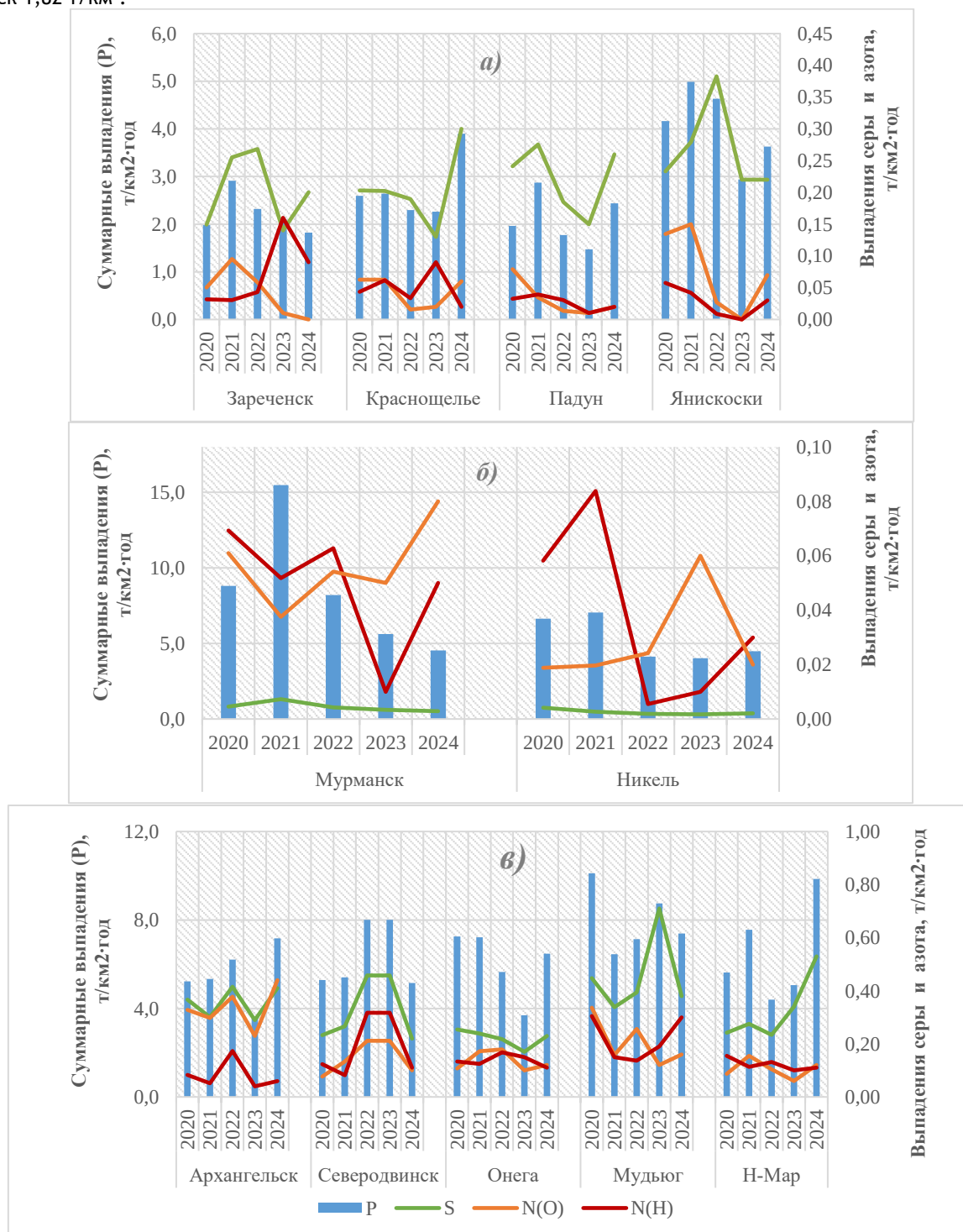


Рис. 4.43. Межгодовой ход суммарных влажных выпадений (P) и выпадений серы (S), нитратного (N(O)) и аммиачного (N(H)) азота на территории Мурманской обл. (а, б), Архангельской обл. и Ненецкого АО (в)

Суммарные влажные выпадения в Мурманске и Никеле определяются, в основном, содержанием сульфатов и хлоридов. Данная тенденция характерна и для ст. Падун. (рис. 4.43 а,б).

Следует также отметить повышение уровня выпадений серы на ст. Зареченск, Краснощелье и Падун, связанное с аналогичными изменениями содержания в химическом составе осадков. На остальных станциях Мурманской обл. влажные выпадения серы или сохранились на уровне 2023 г., или снизились. Суммарные влажные выпадения азота на территории Кольского п-ова в 2024 г. не превышали 0,13 т/км².

В Архангельской обл. в 2024 г. уровень суммарных выпадений находился в диапазоне от 5,15 (Северодвинск) до 7,39 т/км² (Мудьюг) (рис. 4.43, в). Снижение интенсивности суммарных выпадений в Северодвинске по сравнению с 2023 г. составило 36% от 8,01 до 5,15 т/км² и на станции Мудьюг - 16% от 8,75 до 7,39 т/км². Для Северодвинска

изменение уровня суммарных выпадений связано со снижением концентрации сульфатов, хлоридов и нитратов, для станции Мудьюг - со снижением концентрации сульфатов.

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 с суммарными значениями выпадений нитратов и аммония.

В Ненецком АО уровень суммарных выпадений вырос по сравнению с предыдущим годом практически в 2 раз вследствие значительного повышения концентрации гидрокарбонатов, сульфатов, хлоридов и аммония в осадках и в 2024 г. составил 9,86 т/км² (рис. 4.44, в).

В Красноярском крае суммарные выпадения варьировали от 12,2 т/км² на фоновой ст. Туруханск до 15,8 т/км² в Норильске. Для Туруханска повышение суммарных выпадений в 2024 г. в 2,1 раза коррелировало с ростом количества выпавших осадков и повышением в них концентраций сульфатов и гидрокарбонатов.

В Норильске уменьшение годовой суммы осадков на 53% способствовало снижению суммы влажных выпадений на 46% за счет понижения концентрации сульфатов и гидрокарбонатов в осадках, и соответственно сокращению выпадения сульфатной серы на 57%. Как и в предыдущие годы, в Норильске, несмотря на снижение, наблюдался наибольший уровень выпадений серы сульфатной не только на территории Арктики, но и в целом на территории РФ, составив 2,33 т/км² в 2024 г. (рис. 4.44, в).

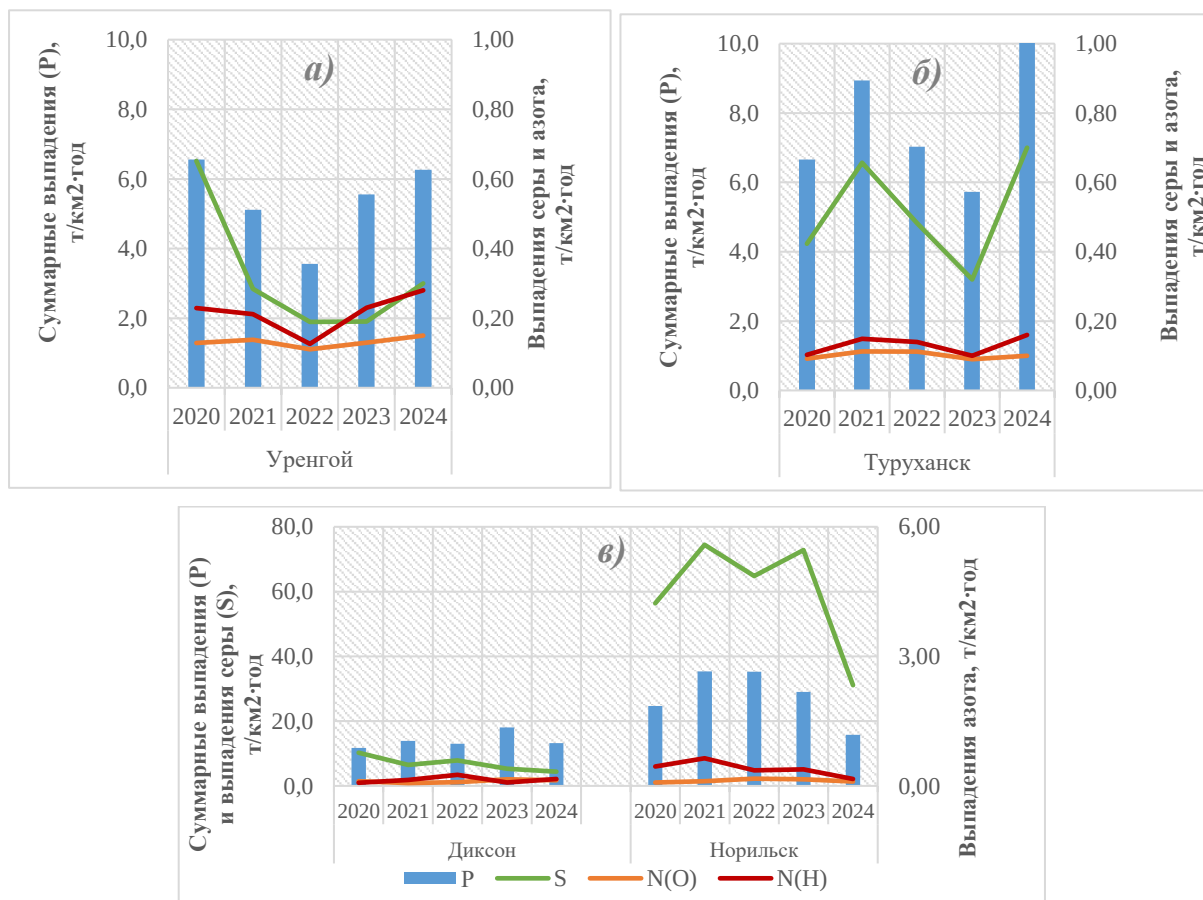


Рис. 4.44. Межгодовой ход суммарных влажных выпадений (P) и выпадений серы (S), нитратного (N(O)) и аммиачного (N(H)) азота на территории Ямало-Ненецкого АО (а) и Красноярского края (б, в)

На арктической территории Якутии на всех станциях наблюдалось снижение уровня суммарных выпадений. На фоновой станции Тикси уровень суммарных выпадений в 2024 г. составил 2,5 т/км²·год, что на 50% ниже уровня 2023 г., в основном, за счет хлоридов и натрия (рис. 4.45). Уровень выпадения серы сульфатной составил 0,12 т/км²·год, что в 1,5 раза ниже уровня 2023 г. В осадках Депутатского сумма влажных выпадений компонентов с атмосферными осадками составила 1,0 т/км²·год, что ниже уровня 2023 г. в 2,9 раза.

В 2024 г. по сравнению с предыдущим годом величина суммарных выпадений азота также снизилась на станциях Кюсюр и Депутатский, а на станции Тикси увеличилась в 2,5 раза.

В районе ст. Кюсюр значения суммарных выпадений могут быть выше фоновых значений в несколько раз, что связано с высокой концентрацией сульфатов, хлоридов и гидрокарбонатов. В 2024 г. уровень суммарных выпадений здесь составил 10,2 т/км², что ниже уровня 2023 г. на 40%.

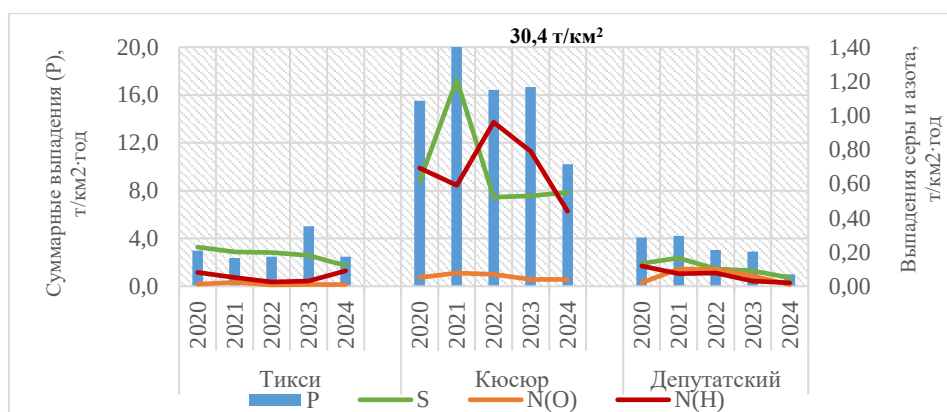


Рис. 4.45. Межгодовой ход суммарных влажных выпадений (P) и выпадений серы (S), нитратного (N(O)) и аммиачного (N(H)) азота в Республике Саха (Якутия)

Загрязнение и закисление снежного покрова в Арктической зоне Российской Федерации

Мониторинг химического состава снежного покрова (ХССП) в Арктической зоне (АЗ) РФ в 2024 г. осуществлялся по данным 81 пункта наблюдений (ПН), распределённых по 9 субъектам РФ на Европейской (ЕЧР) и Азиатской (АЧР) частях России. В снежном покрове определялись кислотность (водородный показатель pH) и концентрации основных ионов, из которых в Обзоре представлены сульфат-ион (SO_4^{2-}), нитрат-ион (NO_3^-) и ион аммония (NH_4^+).

В зимний период 2023-2024 гг. значения выпадения серы на снежный покров на ЕЧР находились в диапазоне от 6 до 18 кг/км²-мес. Минимальные значения отмечались на территории Республики Коми (6 кг/км²-мес.), в Республике Карелия (9 кг/км²-мес.) и в Архангельской области (9 кг/км²-мес.). В Ненецком автономном округе они достигали 13 кг/км²-мес. Интенсивность выпадения серы на снежный покров в промышленно развитой Мурманской области составила 18 кг/км²-мес. Значения выпадения серы на АЧР в зимний период 2023-2024 гг. – от 4 до 27 кг/км²-мес. На части территории Республики Саха (Якутия), входящей в состав АЗ РФ, выпадение серы составило 4 кг/км²-мес., в Ямало-Ненецком автономном округе – 6 кг/км²-мес., в Чукотском автономном округе – 11 кг/км²-мес. Максимальная интенсивность выпадения серы в снежном покрове на АЧР была отмечена на севере Красноярского края – 27 кг/км²-мес.

Показатели интенсивности выпадения азота на снежный покров были рассчитаны для суммы ионов нитрата и аммония и на территории АЗ РФ находились в пределах от 2 до 24 кг/км²-мес. На ЕЧР минимальные значения этого показателя пришлось на территории Республики Коми (10 кг/км²-мес.), Архангельской области (13 кг/км²-мес.), Ненецкого автономного округа (15 кг/км²-мес.). В Мурманской области и в Республике Карелия этот показатель составил 24 кг/км²-мес. На АЧР, за исключением Ямало-Ненецкого автономного округа (13 кг/км²-мес.), значение интенсивности выпадения азота составило менее 10 кг/км²-мес. На севере Красноярского края – 7 кг/км²-мес., в Чукотском автономном округе – 4 кг/км²-мес., а на части территории Республики Саха (Якутия), входящей в состав АЗ РФ – 2 кг/км²-мес.

Среднемесячные значения показателя pH снежного покрова по регионам в зимний период 2023-2024 гг. находились в пределах 5,5-6,5 единиц на большей части территории АЗ РФ. Минимальные значения были отмечены в Республике Карелия (5,5 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 6,7 ед.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах Арктической зоны Российской Федерации

В 2024 г. мониторинг загрязнения атмосферного воздуха в городах Арктической зоны РФ (АЗРФ) осуществлялся в 21 городе и поселке (таблица 4.24) на 34 пунктах государственной наблюдательной сети. Для анализа и оценки использованы также данные 5 пунктов Мурманской территориальной автоматизированной системы комплексного мониторинга атмосферного воздуха. В Тикси проводятся наблюдения за содержанием в воздухе загрязняющих веществ на региональном фоновом уровне, в зоне жилой застройки наблюдения отсутствуют. В целом проводятся наблюдения за концентрациями в атмосферном воздухе 27 загрязняющих веществ, включая газовые и аэрозольные примеси, в том числе тяжелые металлы.

За последние пять лет в ряде городов АЗРФ наблюдается рост уровня загрязнения атмосферного воздуха, отмечается увеличение концентраций формальдегида в 2-3 раза в Архангельске, Мончегорске, Мурманске, Новодвинске и Салехарде; в Мончегорске возросли концентрации взвешенных веществ. Изменение оценки качества воздуха также связано с введением в действие новых санитарных правил и норм СанПиН 1.2.3685-21 «Гигиенические нормативы и требования к обеспечению безопасности и (или) безвредности для человека факторов среды обитания».

По результатам анализа показателей качества воздуха в городах АЗРФ в 2024 г. 7 городов характеризуются оценкой загрязнения атмосферного воздуха соответствующей значению $\text{ИЗА} < 5$, Северодвинск – ИЗА от 5 до 6, 8 городов – ИЗА от 7 до 13 (таблица 4.24). Уровень загрязнения воздуха в 5 городах не определен из-за недостаточного объема данных наблюдений или количества измеряемых веществ.

Таблица 4.24. Оценка степени загрязнения атмосферы по ИЗА в населенных пунктах АЗРФ в 2020-2024 гг.

Населенный пункт	Степень загрязнения атмосферы по ИЗА				
	2020	2021	2022	2023	2024
г. Анадырь, Чукотский АО	н/о	н/о	н/о	н/о	<5
г. Апатиты, Мурманская обл.	<5	<5	<5	<5	<5
г. Архангельск, Архангельская обл.	5-6	5-6	5-6	7-13	7-13
г. Воркута, Республика Коми	<5	7-13	5-6	7-13	<5
г. Заполярный, Мурманская обл.	<5	<5	7-13	7-13	7-13
г. Кандалакша, Мурманская обл.	<5	<5	<5	<5	<5
г. Кировск, Мурманская обл.	н/о	<5	<5	<5	<5
г. Кола, Мурманская обл.	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
г. Мончегорск, Мурманская обл.	<5	5-6	7-13	7-13	7-13
г. Мурманск, Мурманская обл.	<5	5-6	7-13	7-13	7-13
г. Нарьян-Мар, Ненецкий АО	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
пгт. Никель, Мурманская обл.	<5	7-13	7-13	7-13	7-13
г. Новодвинск, Архангельская обл.	5-6	5-6	5-6	7-13	7-13
г. Новый Уренгой, Ямало-ненецкий АО	н/о	н/о	н/о	<5	н/о
г. Норильск МО, Красноярский край	≥14	≥14	≥14	7-13	7-13
г. Ноябрьск, Ямало-ненецкий АО	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
г. Оленегорск, Мурманская обл.	<5	<5	<5	<5	<5
г. Певек, Чукотский АО	н/о	н/о	н/о	н/о	<5
г. Салехард, Ямало-Ненецкий АО	<5	<5	<5	5-6	7-13
г. Северодвинск, Архангельская обл.	<5	5-6	7-13	5-6	5-6
пос. Тикси, республика Саха (Якутия)	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

*н/о – степень загрязнения атмосферы не определена.

Сравнительный анализ среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в городах России в целом и на территории АЗРФ за 2024 г. представлен на рис. 4.46.

В большинстве городов Арктической зоны РФ среднегодовые концентрации взвешенных веществ ниже ПДКс.г. Только в Норильске и Оленегорске средние за год концентрации превысили норматив в 1,4 и 1,1 раза, соответственно, средняя за год концентрация в Мончегорске составила 1 ПДКс.г. (рис. 4.46, а). Максимальные разовые концентрации взвешенных веществ достигали 1,4-1,8 ПДКм.р. в Норильске, Оленегорске и Северодвинске. В остальных городах Арктической зоны РФ сверхнормативного загрязнения воздуха взвешенными веществами не было отмечено.

В 8 городах на АЗРФ среднегодовые концентрации диоксида серы превысили среднее значение по стране, в Норильске была отмечена наибольшая среднегодовая концентрация – 1,4 ПДКс.с., в остальных городах – ниже ПДКс.с. (рис. 4.46, б). В Норильске максимальная разовая концентрация диоксида серы составила 22,8 ПДКм.р., за год было зафиксировано 10 случаев превышения 10 ПДКм.р. длительностью от 20 мин. до 1 часа 20 мин. В Мончегорске максимальная разовая концентрация диоксида серы достигала 3,3 ПДКм.р. Повышенные концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе в Мончегорске связаны с выбросами предприятий АО «Кольская ГМК», высокие концентрации в Норильске – с выбросами ЗФ ПАО «ГМК «Норильский Никель».

Во всех городах среднегодовые концентрации оксида углерода ниже норматива, среднегодовая концентрация вещества в Архангельске незначительно превысила среднюю по городам РФ (рис. 4.46, в). Максимальные разовые концентрации оксида углерода превысили ПДКм.р. в 7 городах, наибольшие значения были зафиксированы в Архангельске (8 ПДКм.р.) и Воркуте (5,4 ПДКм.р.).

Во всех городах АЗРФ среднегодовые концентрации формальдегида превысили норматив. В Новодвинске и Мончегорске среднегодовые концентрации формальдегида составили 6,0 ПДКс.г., в Заполярном – 5,3 ПДКс.г., в Никеле – 4,7 ПДКс.г., в Салехарде – 4,3 ПДКм.р., в Архангельске и Мурманске концентрации составили 3,3-3,7 ПДКс.г. В Воркуте и Северодвинске средние за год концентрации не превысили среднее значение по стране, но были выше ПДКс.г. в 1,3 и 2,3 раза, соответственно (рис. 4.46, г). В Норильске максимальная разовая концентрация формальдегида составила 1,5 ПДКм.р., в Архангельске, Мончегорске и Новодвинске – 1,0 ПДКм.р.

На рис. 4.47 отображен годовой ход концентрации формальдегида в некоторых городах АЗРФ. Формальдегид является вторичным веществом, образуется при фотоокислении разнообразных органических соединений под воздействием солнечной радиации. В августе и сентябре 2024 г. на территории Кольского полуострова наблюдалась экстремально теплая погода. В августе над российским сектором Арктики, особенно над Баренцевым и Карским морями, отмечалась необычайно интенсивная антициклональная деятельность, что привело к рекордно-высоким значениям прямой радиации на территории от Кольского до Таймырского полуостровов. В Северо-Западном федеральном округе сентябрь 2024 г. стал самым теплым месяцем за всю метеорологическую историю с 1891 г. В течение всего месяца фиксировались новые температурные рекорды, а аномалии температуры на севере региона достигали 5-8 °С. Это привело к значительному превышению среднемесячных концентраций формальдегида в августе и сентябре в городах АЗРФ как по отношению к нормативу (ПДКс.с.), так и к зимним значениям.

Во всех рассматриваемых городах среднегодовые концентрации диоксида и оксида азота ниже ПДКс.г., в Коле средняя концентрация оксида азота превысила среднее значение по РФ (рис. 4.46, д). Максимальные разовые концентрации диоксида азота превысили ПДКм.р. в 6 городах, с максимальным значением в Норильске (4,7 ПДКм.р.), оксида азота – также в 6 городах, с наибольшим значением в Ноябрьске (1,4 ПДКм.р.).

Во всех городах, где проводятся наблюдения, средние за год концентрации бенз(а)пирена ниже среднего значения по городам России и не превысили санитарно-гигиенический норматив (рис. 4.46, е). В 7 городах были отмечены среднемесячные концентрации выше нормы, наибольшая из них была зафиксирована в Норильске – 3,7 ПДКс.с.

Измерения концентраций сероводорода проводятся в 9 городах, только в Новодвинске средняя за год концентрация превысила норматив в 1,5 раза, в остальных городах – 1 ПДКс.г. и меньше. В большинстве городов АЗРФ максимальные разовые концентрации сероводорода превысили ПДКм.р., наибольшие значения, более

10 ПДКм.р., были отмечены в Норильске (39 ПДКм.р.); в Архангельске и Новодвинске они составили 5,3 и 7,3 ПДКм.р., соответственно.

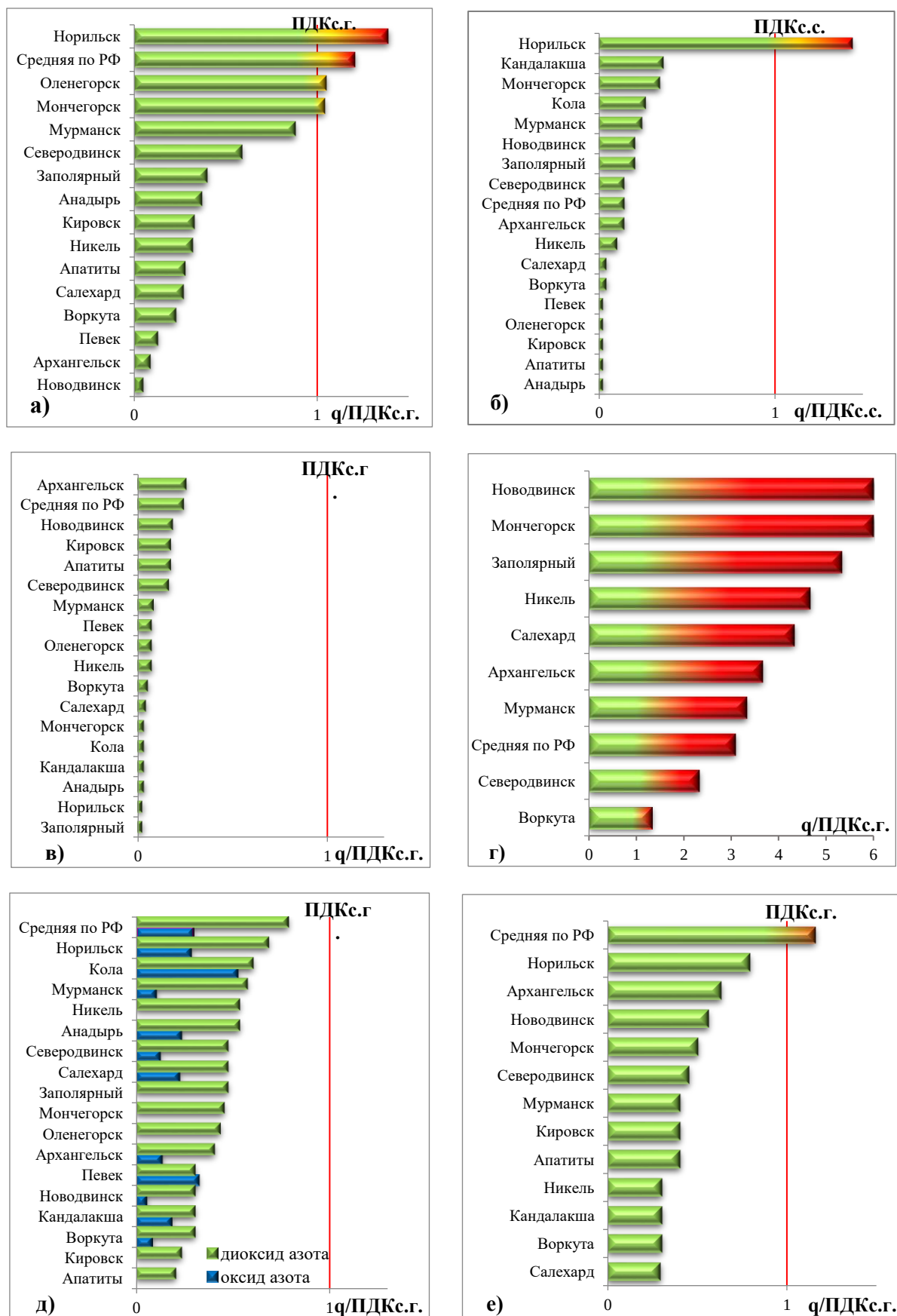


Рис. 4.46. Средние за год концентрации: взвешенных веществ (а), диоксида серы (б), оксида углерода (в), формальдегида (г), диоксида и оксида азота (д), бенз(а)пирена (е), q, ПДКс.г., в городах АЗРФ и в целом по России в 2024 г.

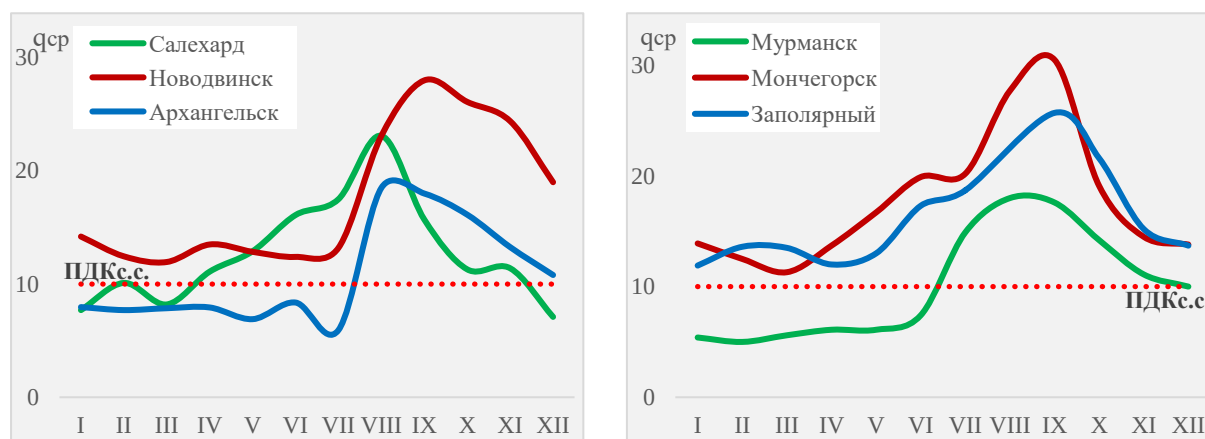


Рис. 4.47. Годовой ход концентраций формальдегида в городах АЗРФ в 2024 г., $q_{ср}$, мкг/м^3

В 9 городах АЗРФ проводятся наблюдения за концентрациями мелкодисперсных взвешенных частиц PM_{10} и $\text{PM}_{2.5}$, во всех городах средние за год концентрации норматив не превысили. В Норильске максимальная разовая концентрация PM_{10} составила 2,0 ПДКм.р., $\text{PM}_{2.5}$ – 1,7 ПДКм.р. В Новодвинске максимальная разовая концентрация PM_{10} была выше норматива в 1,3 раза, в Северодвинске концентрация $\text{PM}_{2.5}$ составила 1,1 ПДКм.р. В остальных городах концентрации PM_{10} и $\text{PM}_{2.5}$ – ниже нормативов.

В связи с влиянием выбросов Архангельского целлюлозно-бумажного комбината, расположенного в Новодвинске, в Архангельске и Новодвинске проводятся наблюдения за концентрациями метилмеркаптана. Превышений санитарно-гигиенических нормативов не было зафиксировано.

В Архангельске максимальная разовая концентрация бензола составила 1,3 ПДКм.р. В Норильске средняя за год концентрация озона достигла 1,4 ПДКс.г., максимальная разовая концентрация превысила санитарно-гигиенический норматив в 1,1 раза. В Анадыре и Певеке проводятся наблюдения за концентрациями углерода (сажи), среднегодовая концентрация в Анадыре составила 1,1 ПДКс.г., в Певеке – ниже норматива.

В районах МО город Норильск – Оганер и Кайеркан – осуществлялись наблюдения с помощью мобильной лаборатории в маршрутных точках, по результатам которых зафиксированные максимальные разовые концентрации превысили санитарно-гигиенический норматив: диоксида серы – в 6,2 раза, диоксида и оксида азота на уровне 3,0 ПДКм.р., этилбензола – в 7 раз, стирола и аммиака – в 3,0 раза, сероводорода – в 3,3 раза, толуола – в 1,5 раза, максимальная среднемесячная концентрация бенз(а)пирена превысила норматив в 2 раза.

В рамках государственного мониторинга в городах на АЗРФ проводятся наблюдения за концентрациями семи тяжелых металлов в атмосферном воздухе. Исследования охватывают 11 городов и населенных пунктов региона. Результаты анализа данных за 2024 г. показывают, что среднегодовые концентрации тяжелых металлов в воздухе не превысили установленных санитарно-гигиенических нормативов. Наибольшие значения были зафиксированы в г. Норильск и пгт. Никель, где среднегодовые концентрации никеля составили 0,9 ПДКс.г.

Состояние поверхностных вод водных объектов Арктической зоны Российской Федерации и их загрязнение по гидрохимическим и гидробиологическим показателям

Водные ресурсы бассейнов репрезентативных рек Арктической зоны Российской Федерации (наблюдённый годовой сток рек) в 2024 г. в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений, имевших место в 2023 г. (табл. 4.25).

Картина водности в бассейнах всех относительно крупных рек Кольского полуострова характеризовалась сохранением повышенной водности Поноя и Варзуги (восточный и южный склоны), хотя и с более низкими показателями, и резким снижением стока Туломы (северный склон) от значений, близких к норме. Для Туломы это означало продолжение фазы низкой водности, наметившейся в 2023 г. Отклонение от нормы для этих рек составило, соответственно, 7,7%, 2,6% и -19,3% против 14,3%, 13,4% и -1,1% в 2023 г.

Сток наиболее крупных водотоков Карелии, принадлежащих бассейну Белого моря – Ковды, Кеми и Беломорско-Балтийского канала – по-прежнему превышал норму. Если сток Ковды и Кеми изменился незначительно, то для Беломорско-Балтийского канала он существенно возрос по сравнению с 2023 г. Превышение нормы для этих водотоков составило, соответственно, 6,4%, 20,1% и 21,1% против 4,0%, 28,9% и 4,6% в 2023 г. Продолжительность фазы повышенной водности для Ковды достигла пяти лет, а для Кеми и Беломорско-Балтийского канала – 11 лет.

Бассейны крупнейших рек европейской части Арктической зоны Российской Федерации – Северной Двины, Мезени и Печоры – имели различный характер водности. В бассейнах Северной Двины и Мезени наблюдался значительный рост стока, что привело к завершению трёхлетнего периода низкой водности. Сток этих рек достиг нормы, что существенно выше показателей 2023 г., когда он был ниже нормы на 15,4% и 21,3%. Сток Печоры, напротив, снизился от значения 10,1% до 3,9%.

В бассейнах крупнейших рек азиатской части Арктической зоны Российской Федерации – Оби, Енисея, Лены, Хатанги, Анабара, Оленёка, Яны, Индигирки, Колымы и Анадыря – характер водности и её изменения был весьма разнообразным.

В бассейне одной из крупнейших рек Сибири - Оби - завершился трёхлетний низководный период. Сток реки резко возрос и превысил норму на 16,0% против 20,5% ниже нормы в 2023 г.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек - Енисея и Лены - сток был близким к норме. При этом по сравнению с 2023 г. сток Енисея не изменился, а для Лены имело место значительное снижение стока после четырёх многоводных лет.

Таблица 4.25. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км ³ /год	Водные ресурсы 2024 г., км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Тулома	21,5	7,11	5,74	-19,3
Поной	15,5	5,31	5,72	7,7
Варзуга	9,84	3,06	3,14	2,6
Ковда	26,1	8,65	9,20	6,4
Кемь	27,7	8,17	9,81	20,1
Беломорско-Балтийский канал	27,1	8,42	10,2	21,1
Северная Двина	357	101,0	101,0	0,0
Мезень	78,0	27,2	27,1	-0,4
Печора	322	129,0	134,0	3,9
Обь	2990	405,0	470,0	16,0
Енисей	2580	635,0	648,0	2,0
Хатанга	364	109,0	86,4	-20,7
Анабар	100	16,3	16,7	2,5
Оленёк	219	34,4	30,4	-11,6
Лена	2490	537,0	543,0	1,1
Яна	238	30,8	31,0	0,6
Инди́гирка	360	54,7	68,6	25,4
Колыма	647	131,0	152,0	16,0
Анадырь	191	59,7	67,4	12,9

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

В бассейнах крупных рек востока азиатской части Арктической зоны - Инди́гирки, Колымы и Анадыря - продолжилась фаза высокой водности, начавшаяся в 2022-2023 гг. При этом водность этих рек дополнительно повысилась по сравнению с 2023 г. Превышение нормы стока составило 25,4%, 16,0% и 12,9% соответственно. Водность в бассейне Яны практически не изменилась и сохранилась близкой к норме (0,6% при 1,3% в 2023 г.).

Бассейны Хатанги, Анабара и Оленёка, напротив, характеризовались весьма впечатляющим снижением водности. В бассейне Хатанги продолжилась начавшаяся в 2018 г. фаза низкой водности, прерванная высоководным 2022 г. Сток реки был ниже нормы на 20,7%, что примерно соответствует показателю 2021 г. -24,6%. Многоводная фаза, начавшаяся для Анабара и Оленёка в 2021 г., в бассейне Оленёка сменилась маловодной. Сток Оленёка, достигнувший наибольшего значения за весь многоводный период в 2022 г. с превышением нормы на 53,5%, в 2024 г. был ниже нормы на 11,6%. Для Анабара сохранилась повышенная водность, хотя и со значительным снижением от весьма высокого значения 2023 г. до значения, близкого к норме (2,5% против 31,9%).

Исследование водных ресурсов арктического региона России входит в число приоритетных государственных направлений, призванных обеспечить устойчивое развитие и экологическую безопасность в регионе.

В Арктической зоне РФ в 2024 г. наблюдениями за загрязнением поверхностных вод по гидрохимическим показателям были охвачены 87 водотоков (реки, ручьи) и 19 водоемов (озер, водохранилищ и заливов) в 144 пунктах (табл. 4.26). Наибольшей плотностью наблюдений характеризуется Европейский сектор АЗРФ, а наименьшей - Восточно-Сибирский.

Таблица 4.26. Распределение водных объектов и пунктов наблюдений за загрязненностью поверхностных вод суши в пределах АЗРФ (по состоянию на 01.01.2025 г.)

Сектор АЗРФ	Количество			
	рек (водотоков)	озер, водохранилищ и заливов	пунктов наблюдений	створов
Европейский	60	16	100	115
Западно-Сибирский	17	1	23	28
Восточно-Сибирский	10	2	21	24
Всего в АЗРФ	87	19	144	167

Большинство арктических рек расположено на территории единой географической зоны тундр и лесотундр, их водная среда имеет неодинаковый химический состав, сформировавшийся под воздействием природных условий и отражающий их меридиональную неоднородность от Кольского полуострова до Чукотки. Локальные отличия между компонентным составом воды водных объектов различных секторов Арктики обусловлены прямым и косвенным антропогенным влиянием. Пространственная изменчивость содержания приоритетных загрязняющих веществ (органических, биогенных и соединений металлов) рассмотрена по секторам арктического побережья: Европейскому, Западно- и Восточно-Сибирскому и представлена в таблицах 4.27 - 4.32.

Органические вещества. Результаты анализа показали для большинства рек АЗРФ превышение среднегодовых концентраций органических веществ (по ХПК) над ПДК в 1-3 раза, за исключением рр. Печенга, Лотта и Мудьюга в Европейском секторе АЗРФ, р. Норильская - в Западно-Сибирском и р. Колыма (г. Среднеколымск) - в Восточно-Сибирском секторах (табл. 4.27 - 4.29).

Согласно данным проведенного анализа большинство выявленных тенденций изменчивости содержания органических веществ (по ХПК) в речных водах за последнее десятилетие (2015-2024 гг.) - убывающие, за исключением р. Колос-Йоки в Европейском секторе АЗРФ и рр. Анабар и Лена (с. Кюсюр) в Восточно-Сибирском секторе АЗРФ, где выявлен рост концентраций данного компонента в речных водах за многолетний период.

Для легкоокисляемых органических веществ (ЛОВ) (по БПК₅) превышение среднегодовых концентраций ПДК было отмечено в разных частях АЗРФ: для рр. Колос-Йоки, Роста, Мудьюга и Мезень в Европейском секторе и рр. Ныда, Енисей, Щучья в Западно-Сибирском секторе АЗРФ. Для пунктов наблюдений в Восточно-Сибирском секторе превышений ПДК среднегодовыми концентрациями не было выявлено (табл. 4.27 - 4.29).

Результаты проведенного анализа свидетельствуют об увеличении концентраций ЛОВ (по БПК₅) за последнее десятилетие в воде рек Европейского сектора АЗРФ (тренд возрастающий). Исключение составили рр. Кереть и Печора. В Западно- и Восточно-Сибирском секторах Арктической зоны большинство статистических значимых тенденций изменчивости содержания ЛОВ (по БПК₅) - убывающие (табл. 4.27 - 4.29).

В арктических реках превышения ПДК среднегодовыми концентрациями нефтепродуктов были выявлены в Европейском секторе АЗРФ только для рр. Колос-Йоки, Роста, Онега, Мудьюга, Мезень и Печора. Уровень загрязненности воды данным компонентом для перечисленных рек (в соответствии с РД 52.24.643-2002) варьировал от низкого (рр. Колос-Йоки, Онега, Печора) до высокого (р. Роста). Для Западно-Сибирского сектора АЗРФ в воде большинства водотоков установлено превышение ПДК среднегодовыми концентрациями нефтепродуктов в диапазоне 1 - 11 раз (р. Пур, пос. Самбург), в Восточно-Сибирском - превышения в пределах 1-2 ПДК были выявлены только в воде р. Лена (с. Кюсюр, п.ст. Хабаров).

Согласно данным проведенного анализа для рек Европейского и Западно-Сибирского секторов за последнее десятилетие установлены статистически значимые разнонаправленные тенденции содержания нефтепродуктов в речных водах. Причем большинство выявленных трендов - возрастающие, за исключением рр. Роста, Северная Двина, Енисей (г. Игарка) и р. Норильская, где выявленные тренды свидетельствуют о снижении концентраций данного компонента. В Восточно-Сибирском секторе АЗРФ тенденции к снижению содержания нефтепродуктов наблюдались только в воде рр. Индигирка, Алазей и Колыма (г. Среднеколымск) (табл. 4.27 - 4.29).

Таблица 4.27. Содержание органических и биогенных веществ в воде отдельных участков рек Европейского сектора АЗРФ в 2024 г.

Река, пункт	Концентрации (в мг/дм ³)					
	ОВ (по ХПК)	ЛОВ (по БПК ₅)	НФПР*	N(NH ₄)	N(NO ₂)	P(PO ₄)
р. Колос-Йоки, пгт.Никель	27,3	5,78	0,067	2,446	0,010	0,163
р. Печенга, пос. Корзуново	11,7	1,53	0,018	0,024	0,002	0,011
р. Печенга, ст. Печенга	11,2	1,38	0,012	0,024	0,002	0,012
р. Роста, г. Мурманск	23,0	5,32	0,505	2,535	0,060	0,242
р. Кола, г. Кола	15,7	0,82	0,015	0,028	0,004	0,014
р. Лотта, устье	9,1	0,65	0,009	0,007	0,001	0,002
р. Вирма, с. Ловозеро	21,7	0,95	0,009	0,105	0,004	0,010
р. Поной, с. Краснощелье	18,3	0,57	0,011	0,009	0,004	0,006
р. Умба, рыболовный завод	15,4	0,80	0,014	0,015	0,003	0,003
р. Нива, г. Кандалакша	16,0	0,78	0,012	0,020	0,002	0,002
р. Кереть, автодорожный мост	21,3	0,50	0,013	0,043	0,000	0,001
р. Гридина, с. Гридино	23,3	-	0,025	0,023	0,003	0,002
р. Поньгома, с. Поньгома	36,8	-	0,015	0,033	0,003	0,002
р. Летняя, п. Летний	22,8	1,40	0,020	0,045	н.о.	0,001
р.Нюхча, с. Нюхча	36,0	1,08	0,020	0,048	0,004	0,004
р. Онега, с. Порог	25,3	0,86	0,089	0,087	н.о.	0,007
р. Северная Двина, г. Новодвинск	51,5	1,30	0,016	0,053	н.о.	0,011
р. Северная Двина, г. Архангельск	49,7	1,81	0,010	0,073	0,001	0,009
р. Мудьюга, д. Патракеевская	12,8	2,45	0,180	0,120	0,001	0,012
р. Мезень, д.Малонисогорская	20,8	2,48	0,221	0,146	н.о.	0,014
р. Мезень, с. Дорогорское	18,6	2,31	0,153	0,056	0,001	0,032
р. Печора, г. Нарьян-Мар	12,6	0,97	0,068	0,091	н.о.	0,026

* - нефтепродукты; ** - жирным шрифтом выделены значения концентраций, превышающие ПДК; *** - красным выделены выявленные тенденции к увеличению содержания, зеленым - к снижению содержания показателя в речных водах АЗРФ за период 2015-2024 гг.; **** - прочерк означает отсутствие данных по показателю

Таблица 4.28. Содержание органических и биогенных веществ в воде отдельных участков рек Западно-Сибирского сектора АЗ РФ в 2024 г.

Река, пункт	Концентрации (в мг/дм³)					
	ОВ (по ХПК)	ЛОВ (по БПК ₅)	НФПР*	N(NH ₄)	N(NO ₂)	P(PO ₄)
р. Обь, г. Салехард	22,0	1,26	0,036	0,458	0,007	0,067
р. Надым, г. Гадым	23,0	-	0,106	0,527	0,008	0,099
р. Мыда, пос. Мыда	24,3	3,50	0,105	0,458	0,002	0,061
р. Седэ-Яха, г. Новый Уренгой	17,5	-	0,168	0,367	0,006	0,028
р. Пур, пос. Уренгой	22,8	-	0,128	0,527	0,003	0,052
р. Пур, пос. Самбург	21,3	-	0,583	0,423	0,015	0,094
р. Таз, с. Красноселькуп	19,8	1,39	0,099	0,459	0,006	0,068
р. Таз, пгт. Тазовский	27,2	-	0,103	0,586	0,007	0,054
р. Енисей, г. Игарка	22,0	0,76	0,220	0,028	0,007	0,058
р. Енисей, г. Дудинка	17,1	2,01	0,043	0,022	0,004	0,007
р. Норильская, г. Норильск	15,0	1,62	0,064	0,015	0,004	0,007
р. Щучья, г. Норильск	20,8	2,02	0,083	0,043	0,074	0,006
р. Амбарная, ж/д ст. Алыкель	26,2	1,59	0,038	0,023	0,008	0,005

* - нефтепродукты; ** - жирным шрифтом выделены значения концентраций, превышающие ПДК; *** - красным выделены выявленные тенденции к увеличению содержания, зеленым - к снижению содержания показателя в речных водах АЗРФ за период 2015-2024 гг.; **** - прочерк означает отсутствие данных по показателю

Таблица 4.29. Содержание органических и биогенных веществ в воде отдельных участков рек Восточно-Сибирского сектора АЗ РФ в 2024 г.

Река, пункт	Концентрации (в мг/дм³)					
	ОВ (по ХПК)	ЛОВ (по БПК ₅)	НФПР*	N(NH ₄)	N(NO ₂)	P(PO ₄)
р. Анабар, с. Саскылах	31,7	0,50	0,016	0,119	0,019	0,007
р. Оленёк, п.ст. Тюмети	17,4	-	0,038	0,033	0,004	0,010
р. Лена, с. Кюсюр	23,6	-	0,075	0,075	0,004	0,007
р. Лена, п.ст. Хабаровова	17,4	1,72	0,097	0,065	0,006	0,011
р. Индигирка, п. Чокурдах	24,7	1,36	0,013	0,172	0,003	0,003
р. Алазея, п. Андрюшкино	38,5	0,71	0,013	0,109	0,005	0,017
р. Колыма, г. Среднеколымск	13,5	0,86	0,016	0,046	0,004	0,020
р. Колыма, с. Колымское	16,9	-	0,007	0,022	0,008	0,002

* - нефтепродукты; ** - жирным шрифтом выделены значения концентраций, превышающие ПДК; *** - красным выделены выявленные тенденции к увеличению содержания, зеленым - к снижению содержания показателя в речных водах АЗРФ за период 2015-2024 гг.; **** - прочерк означает отсутствие данных по показателю

Биогенные вещества. Результаты анализа данных о содержании биогенных веществ в арктических речных водах показали, что для большинства водотоков Европейского сектора АЗРФ среднегодовые концентрации аммонийного и нитритного азота, а также фосфора фосфатов не превышали ПДК, за исключением рр. Колос-Йоки и Роста. Среди водотоков Западно-Сибирского сектора АЗРФ незначительные превышения ПДК среднегодовыми концентрациями аммонийного азота были выявлены в воде рр. Обь, Надым, Мыда, Пур и Таз, а азоту нитритным - в воде р. Щучья (превышение ПДК в 3,7 раз). В Восточно-Сибирском секторе АЗРФ среднегодовые концентрации биогенных веществ в воде рек не превышали ПДК (табл. 4.27 - 4.29).

Вместе с тем, результаты анализа показали, что в Европейском секторе АЗРФ в речных водах Кольского полуострова за последнее десятилетие наблюдаются тенденции увеличения содержания биогенных веществ. Тенденции снижения содержания нитритного азота и фосфора фосфатов наблюдаются в воде ряда рек бассейна Белого моря, а также р. Печора. Изменчивость содержания биогенных веществ за последнее десятилетие в речных водах Западно-Сибирского сектора АЗРФ также показала разнонаправленные тенденции, большинство из них - убывающие. Тогда как в Восточно-Сибирском секторе АЗРФ большинство установленных тенденций - возрастающие.

Согласно полученным данным было выявлено, что за период с 2015 по 2024 гг. наблюдается увеличение содержания аммонийного азота в воде р. Таз, Анабар, Лена и Индигирка, а снижение - в рр. Енисей, Норильская, Щучья, Амбарная и Оленек. Увеличение содержания нитритного азота установлено в речных водах рр. Енисей, Норильская, Щучья, Амбарная и Колыма, а снижение - в рр. Обь, Надым, Мыда, Седэ-Яха, Пур (пос. Уренгой) и Таз (пгт. Тазовский). Увеличение содержания фосфора фосфатов установлено в воде рр. Обь и Енисей (г. Игарка), а снижение - р. Енисей (г. Дудинка), Норильская, Щучья. В воде рек Восточно-Сибирского сектора АЗРФ статистических значимых тенденций изменчивости концентраций фосфора фосфатов выявлено не было (табл. 4.27 - 4.29).

Соединения металлов. Для большинства изученных арктических рек характерно превышение ПДК среднегодовыми концентрациями соединений металлов. Так, кратность превышения ПДК среднегодовыми концентрациями соединений железа варьировала от 1,3 (р. Умба) до 11,8 ПДК (р. Вирма) в Европейском секторе; от 1 (р. Амбарная) до 22 ПДК (р. Пур) в Западно-Сибирском секторе и от 1 (р. Оленек) до 3,5 ПДК (р. Лена) в Восточно-Сибирском секторе АЗРФ. Среднегодовые концентрации соединений железа ниже ПДК в воде водотоков на территории Арктической зоны были выявлены для рр. Лотта, Нива, Индигирка и Колыма (табл. 4.30 - 4.32).

Превышение ПДК среднегодовыми концентрациями соединений меди в Европейском секторе изменялось от 1,1 (рр. Северная Двина и Мезень) до 11,7 ПДК (р. Колос-Йоки), в Западно-Сибирском секторе - от 1,2 (р. Таз) до 9,7 ПДК (р. Щучья) и в Восточно-Сибирском секторе АЗРФ - от 1,8 (р. Алазея) до 4,7 ПДК (р. Лена). Исключение составили большинство рек Карелии, а также реки Анабар и Колыма, где превышений ПДК среднегодовыми концентрациями меди выявлено не было.

Кратность превышения ПДК среднегодовыми концентрациями соединений цинка составила 1,1 (р. Лотта) - 3,2 раза (р. Роста) в Европейском секторе для рек Кольского полуострова, 1,5 (р. Енисей) - 11,7 раз (р. Седэ-Яха) в Западно-Сибирском секторе. Для рек Восточно-Сибирского сектора АЗРФ превышений ПДК среднегодовыми концентрациями

цинка выявлено не было (табл. 4.30 - 4.32). Аналогичная картина наблюдалась также и для большинства рек бассейна Белого моря (Европейский сектор АЗРФ).

При этом результаты анализа за период 2015-2024 гг. показали, что для исследованных арктических рек характерны тенденции к снижению содержания соединений железа (за исключением рр. Седэ-Яха и Пур в Западно-Сибирском и р. Лена в Восточно-Сибирском секторе АЗРФ).

Таблица 4.30. Содержание соединений металлов в воде отдельных участков рек Европейского сектора АЗ РФ в 2024 г.

Река, пункт	Концентрации соединений металлов (в *мг/дм ³ или в мкг/дм ³)		
	Fe _{общ} *	Cu	Zn
р. Колос-йоки, пгт.Никель	0,20**	11,7	23,1
р. Печенга, пос. Корзуново	0,16	8,2	14,3***
р. Печенга, ст. Печенга	0,16	7,1	15,2
р. Роста, г. Мурманск	0,84	3,4	31,6
р. Кола, г. Кола	0,18	2,8	12,7
р. Лотта, устье	0,10	2,0	11,5
р. Вирма, с. Ловозеро	1,18	4,3	12,4
р. Поной, с. Краснощелье	0,53	3,7	20,5
р. Умба, рыболовный завод	0,14	0,8	14,9
р. Нива, г. Кандалакша	0,08	3,4	15,4
р. Кереть, автодорожный мост	0,29	0,8	-
р. Гридина, с. Гридино	0,58	0,2	-
р. Поньгома, с. Поньгома	0,79	0,9	-
р. Летняя, п. Летний	0,47	0,6	-
р. Нюхча, с. Нюхча	0,87	н.о.	-
р. Онега, с. Порог	0,35	2,5	2,8
р. Северная Двина, г. Новодвинск	0,32	2,4	6,0
р. Северная Двина, г. Архангельск	0,39	1,1	3,9
р. Мудьюга, д. Патракеевская	0,48	н.о.	1,0
р. Мезень, д. Малонисогорская	0,46	0,2	8,0
р. Мезень, с. Дорогорское	1,07	1,1	5,4
р. Печора, г. Нарьян-Мар	0,39	н.о.	н.о.

* - концентрации соединений железа приведены в мг/дм³; ** - жирным шрифтом выделены значения среднегодовых концентраций, превышающие ПДК; *** - красным выделены выявленные тенденции к увеличению содержания, зеленым - к снижению содержания показателя в речных водах АЗРФ за период 2015-2024 гг.; **** - прочерк означает отсутствие данных по показателю

Для соединений меди в различных частях АЗРФ были выявлены разнонаправленные тенденции: снижение содержания - в Европейском (за исключением рр. Кереть, Поньгома и Летняя) и Восточно-Сибирском секторах АЗРФ (р. Анабар), и увеличение - в Западно-Сибирском секторе (рр. Обь, Пур, Таз).

Для соединений цинка тенденции к увеличению содержания были выявлены в Европейском секторе Арктики для рек Кольского полуострова и снижения - для рек бассейна Белого моря. Для Западно-Сибирского сектора тенденции увеличения концентраций наблюдаются в воде рр. Енисей, Норильская и Амбарная, а снижения - в воде р. Ныда. Помимо этого, тенденции снижения концентраций соединений цинка в воде выявлены только для р. Анабар в Восточно-Сибирском секторе АЗРФ. Для других водных объектов данной части Арктики статистически значимых изменений содержания выявлено не было (табл. 4.30 - 4.32).

Таким образом, неоднородность содержания химических веществ в арктических речных водах может быть обусловлена, в первую очередь, неравномерностью антропогенной нагрузки на водосборах рек и плотности размещения основных источников загрязнения речных вод. Отдельные локальные отличия в химическом составе воды рек различных секторов Арктики могут быть обусловлены также и природно-климатическими факторами. Помимо этого, неоднородность распределения и разнонаправленность тенденций содержания органических и биогенных веществ, соединений металлов в речных водах Арктики свидетельствует о сложном характере влияния совокупности природных и антропогенных факторов на компонентный состав воды рек АЗРФ.

Таблица 4.31. Содержание соединений металлов в воде отдельных участков рек Западно-Сибирского сектора АЗ РФ в 2024 г.

Река, пункт	Концентрации соединений металлов (в *мг/дм ³ или в мкг/дм ³)		
	Fe _{общ} *	Cu	Zn
р. Обь, г. Салехард	1,02**	3,8***	37,9
р. Надым, г. Гадым	2,04	3,1	62,3
р. Ныда, пос. Ныда	1,30	2,2	19,9
р. Седэ-Яха, г. Новый Уренгой	1,56	2,4	117,0
р. Пур, пос. Уренгой	2,04	1,5	45,7
р. Пур, пос. Самбург	2,20	2,0	46,4
р. Таз, с. Красноселькуп	0,90	1,2	43,2
р. Таз, пгт. Тазовский	0,90	3,1	35,9
р. Енисей, г. Игарка	0,37	3,4	14,8
р. Енисей, г. Дудинка	0,14	7,3	20,1
р. Норильская, г. Норильск	0,41	5,1	15,1
р. Щучья, г. Норильск	0,12	9,7	23,0
р. Амбарная, ж/д ст. Алыкель	0,10	1,4	17,0

* - концентрации соединений железа приведены в мг/дм³; ** - жирным шрифтом выделены значения среднегодовых концентраций, превышающие ПДК; *** - красным выделены выявленные тенденции к увеличению содержания, зеленым - к снижению содержания показателя в речных водах АЗРФ за период 2015-2024 гг.

Таблица 4.32. Содержание соединений металлов в воде отдельных участков рек Восточно-Сибирского сектора АЗ РФ в 2024 г.

Река, пункт	Концентрации соединений металлов (в *мг/дм³ или в мкг/дм³)		
	Fe _{общ} *	Cu	Zn
р. Анабар, с. Саскылах	0,30**	0,9	4,5
р. Оленёк, п.ст. Тюмети	0,18	2,8	4,8
р. Лена, с. Кюсюр	0,28***	4,7	7,3
р. Лена, п.ст. Хабарова	0,36	3,3	7,3
р. Индигирка, п. Чокурдах	0,06	2,5	8,7
р. Алазея, п. Андрюшкино	0,28	1,8	4,6
р. Колыма, г. Среднеколымск	0,06	0,9	4,6
р. Колыма, с. Колымское	0,08	0,5	3,5

* - концентрации соединений железа приведены в мг/дм³; ** - жирным шрифтом выделены значения среднегодовых концентраций, превышающие ПДК; *** - красным выделены выявленные тенденции к увеличению содержания, зеленым - к снижению содержания показателя в речных водах АЗРФ за период 2015-2024 гг.

Тенденции изменения химического состава поверхностных вод Арктической зоны РФ находят свое отражение в динамике качества воды (степени ее загрязненности) (рис. 4.48, 4.49).

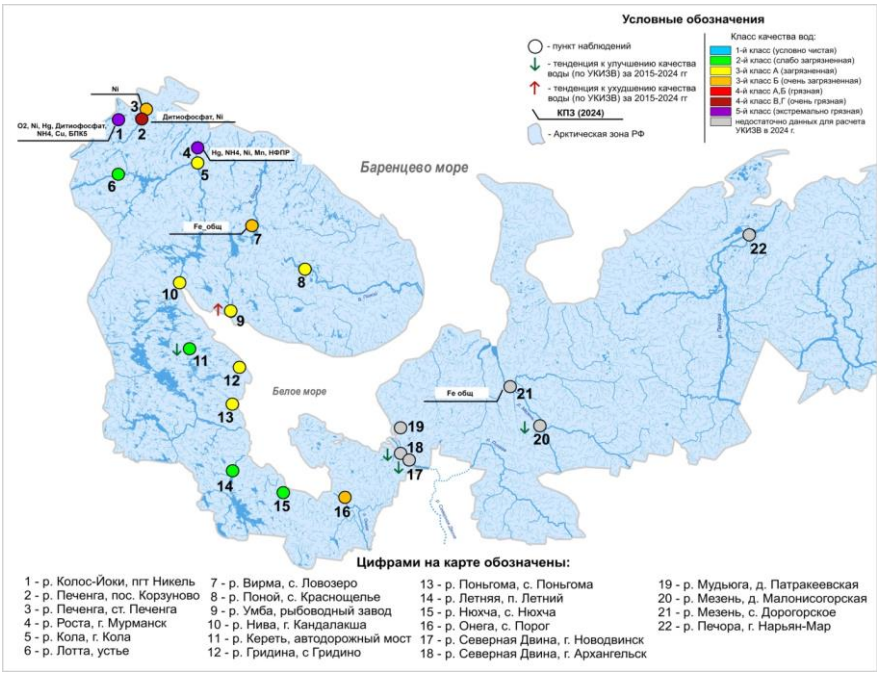


Рис. 4.48. Пространственная изменчивость качества вод рек Европейского сектора АЗРФ

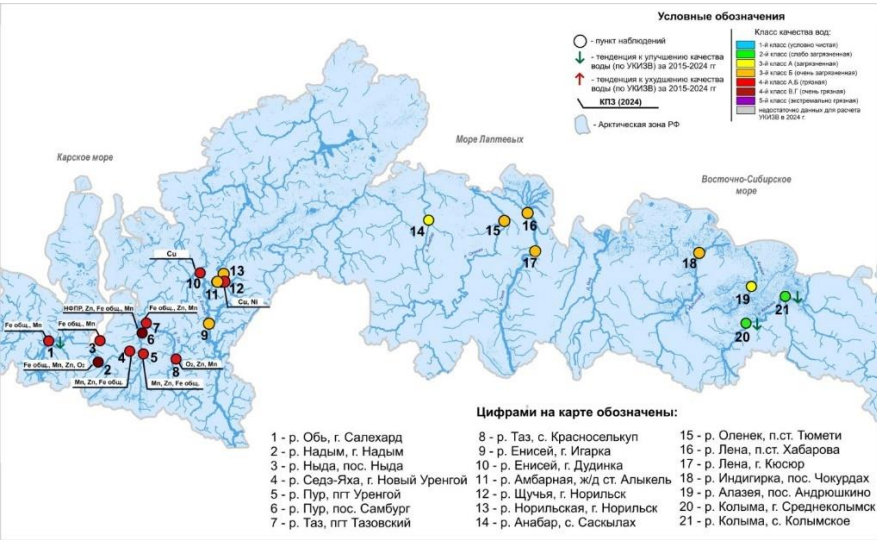


Рис. 4.49. Пространственная изменчивость качества вод рек Западно- и Восточно-Сибирского сектора АЗРФ

В 2024 г. качество воды рек Европейского сектора АЗРФ на территории Кольского полуострова изменялось от «слабо загрязненной» (р. Лотта) до «экстремально грязной» (р. Колос-Июки, Роста), для рек Карелии - от «слабо загрязненной» до «загрязненной». Вода рек Западно-Сибирского сектора АЗРФ оценивалась как «грязная». Исключение составили рр. Енисей (г. Игарка), Амбарная и Норильская, где качество воды оценивалось как «загрязненная».

Результаты анализа значений УКИЗВ за период с 2015 по 2024 гг. показали, что для большинства рек АЗРФ статистически значимых тенденций не выявлено. Вместе с тем установлено, что за последнее десятилетие на территории Европейского сектора АЗРФ наблюдается улучшение качества воды рек Кереть, Северная Двина и Мезень (в районе д. Малонисогорская), и ухудшение - в р. Умба. В Западно-Сибирском секторе АЗРФ выявлена тенденция к улучшению качества воды р. Обь в районе г. Салехард. Для водотоков Восточно-Сибирского сектора АЗРФ наблюдается улучшение качества воды в р. Колыма.

Высокие и экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод Арктической зоны РФ

В 2024 г. высокие уровни загрязнения (ВЗ⁶) поверхностных вод Арктической зоны Российской Федерации отмечались на 34 водных объектах в 189 случаях, экстремально высокие уровни загрязнения (ЭВЗ⁷) - на 18 водных объектах в 70 случаях (рис. 4.50).

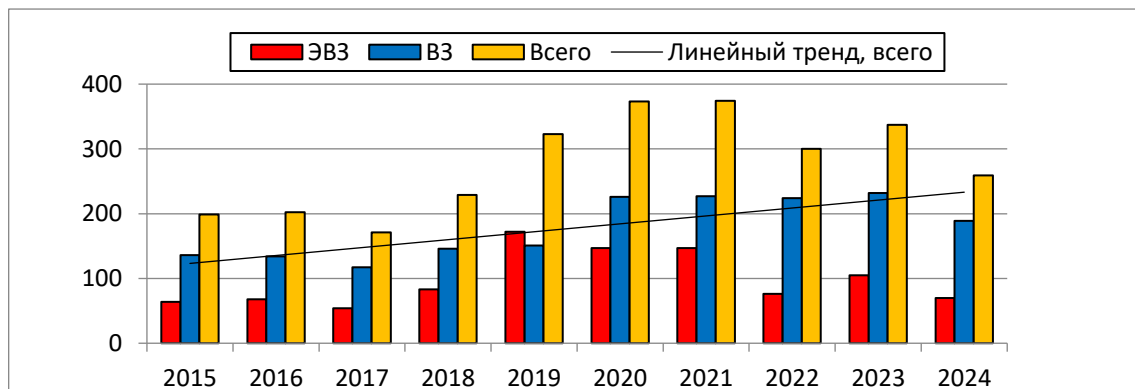


Рис. 4.50. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод Арктической зоны РФ

Поверхностные воды загрязнены, в основном, соединениями никеля, марганца, меди, алюминия, железа общ., молибдена, ртути и цинка (рис. 4.51).

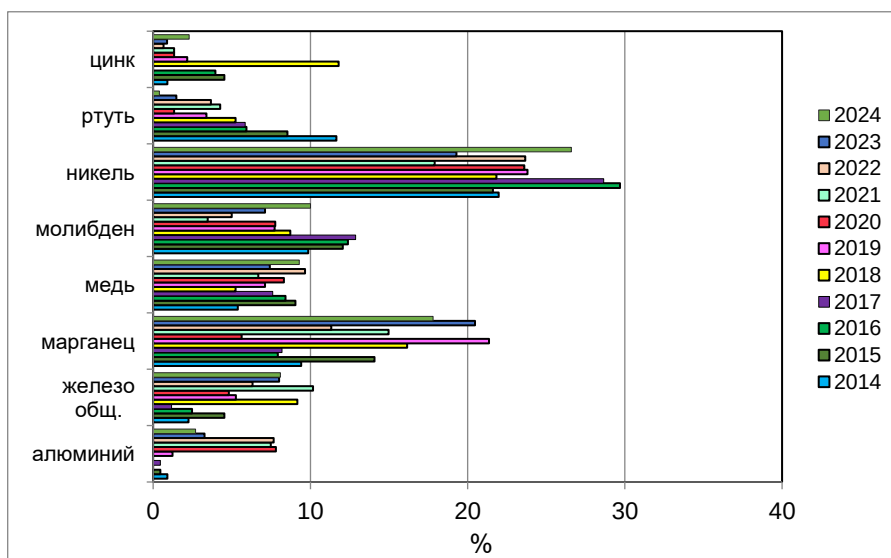


Рис. 4.51. Распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ по загрязняющим веществам (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ Арктической зоны РФ)

В 2024 г. по сравнению с периодом 2015-2023 гг. участились случаи загрязнения поверхностных вод соединениями тяжелых металлов, за исключением соединений ртути.

Следует отметить, что в 2024 г. не было зафиксировано ни одного случая ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод бенз(а)пиреном, для сравнения в 2020 г. было зафиксировано 35 случаев.

В 7 случаях наблюдалось снижение концентрации растворенного в воде кислорода, минимальное содержание которого составило 0,81 мг/л в январе в р. Полуй, г. Салехард (Ямало-Ненецкий АО). Увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) до 10 мг/л и выше было зарегистрировано 12 раз с максимальным значением 250 мг/л в сентябре 2024 г. в руч. Варничный, г. Мурманск.

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, а также содержание растворенного кислорода 2 мг/л и менее, величина биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше 40 мг/л

⁷ Высокое загрязнение поверхностных вод - уровень загрязнения, превышающий ПДК в 3-5 раз для веществ 1 и 2 классов опасности, в 10-50 раз для веществ 3 и 4 классов, в 30-50 раз для нефтепродуктов, фенолов, ионов марганца, меди и железа, а также содержание растворенного кислорода от 2 до 3 мг/л, величина биохимического потребления кислорода (БПК₅) от 10 до 40 мг/л

Более 60% всех случаев ВЗ и ЭВЗ в континентальной Арктической зоне РФ приходится на водные объекты Мурманской области. В 2024 г. в Мурманской области было зарегистрировано 128 случаев высокого и 42 случая экстремально высокого загрязнения по 18 загрязняющим веществам и показателям качества воды на 19 водных объектах (табл. 4.33).

Таблица 4.33. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам Арктической зоны РФ за период 2015-2024 гг.

Регион	2015 г.	2016 г.	2017 г.	2018 г.	2019 г.	2020 г.	2021 г.	2022 г.	2023 г.	2024 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	ЭВЗ+ВЗ всего
Мурман- ская обл.	<u>46+107</u> 153	<u>56+100</u> 156	<u>50+102</u> 152	<u>41+91</u> 132	<u>63+113</u> 176	<u>106+170</u> 276	<u>81+164</u> 245	<u>55+164</u> 219	<u>64+140</u> 204	<u>42+128</u> 170
Ямало- Ненецкий АО	<u>15+22</u> 37	<u>10+21</u> 31	<u>0+7</u> 7	<u>42+54</u> 96	<u>62+39</u> 101	<u>8+25</u> 33	<u>59+39</u> 98	<u>19+35</u> 54	<u>32+64</u> 96	<u>28+44</u> 72
Ненецкий АО	<u>3+2</u> 5	<u>1+2</u> 3	<u>4+1</u> 5	0	<u>5+1</u> 6	<u>22+3</u> 25	<u>4+10</u> 14	<u>0+1</u> 1	<u>0+5</u> 5	<u>0</u> 0
Республика Коми ¹	0	<u>0+1</u> 1	0	<u>0+1</u> 1	<u>11+1</u> 12	<u>0+1</u> 1	<u>2+13</u> 15	<u>0+1</u> 1	<u>8+14</u> 22	<u>0+6</u> 6
Архангель- ская обл. ²	<u>0+2</u> 2	<u>0+7</u> 7	<u>0+6</u> 6	0	<u>2+3</u> 5	<u>0+10</u> 10	0	<u>0+9</u> 9	<u>1+5</u> 6	<u>0+1</u> 1
Краснояр- ский край ³	<u>0+2</u> 2	<u>0+2</u> 2	<u>0+1</u> 1	0	<u>8+15</u> 23	<u>11+17</u> 28	<u>1+1</u> 2	<u>2+14</u> 16	<u>0+3</u> 3	<u>0+10</u> 10
Республика Саха (Якутия) ⁴	0	<u>0+1</u> 1	0	0	0	0	0	0	0	0
Чукотский АО	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Республика Карелия ⁵	0	0	0	0	0	0	0	0	<u>0+1</u> 1	<u>0</u> 0
Всего:	<u>64+135</u> 199	<u>68+134</u> 202	<u>54+117</u> 171	<u>83+146</u> 229	<u>151+172</u> 323	<u>147+226</u> 373	<u>147+227</u> 374	<u>76+224</u> 300	<u>105+232</u> 337	<u>70+189</u> 259

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, Сегежский муниципальные районы.

В Мурманской области примерно 60% всех случаев ВЗ и ЭВЗ связано с загрязнением поверхностных вод соединениями тяжелых металлов. В 2024 г. в поверхностных водах были зафиксированы максимальные концентрации соединений: меди (133 ПДК) в р. Травяная, г. Мончегорск; никеля (73 ПДК) р. Ньюдай, г. Мончегорск; железа общ. (79 ПДК) - в р. Роста, г. Мурманск; ртути (3,8 ПДК) - в р. Белая, г. Апатиты; марганца (34 ПДК) - в р. Бирма, с. Ловозеро; молибдена (21,5 ПДК) - в оз. Имандра, г. Апатиты.

В 2024 г. по сравнению с периодом 2015-2024 гг. в Мурманской обл. почти в 20 раз уменьшилось количество случаев загрязнения водных объектов соединениями ртути (рис. 4.52).

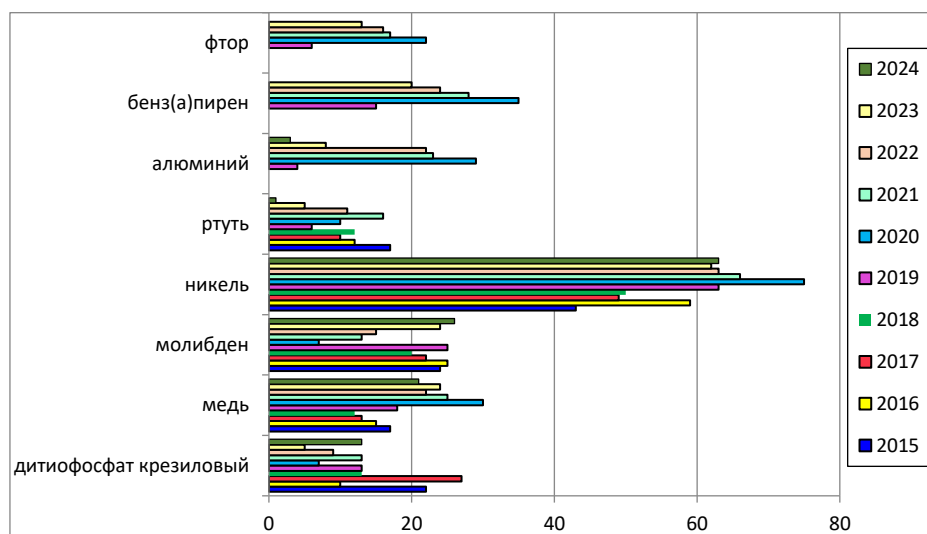


Рис. 4.52. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по основным загрязняющим веществам в Мурманской обл. за период 2015-2024 гг.

Как и в предыдущие годы, максимальную нагрузку от загрязнения испытывают реки: Нюдуай, Колос-йоки, Хаукилампи-йоки, а также ручей Варничный, г. Мурманск, на котором в 2024 г. наблюдалось максимальное число повторений случаев - 28 ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод в Мурманской обл. (рис. 4.53).

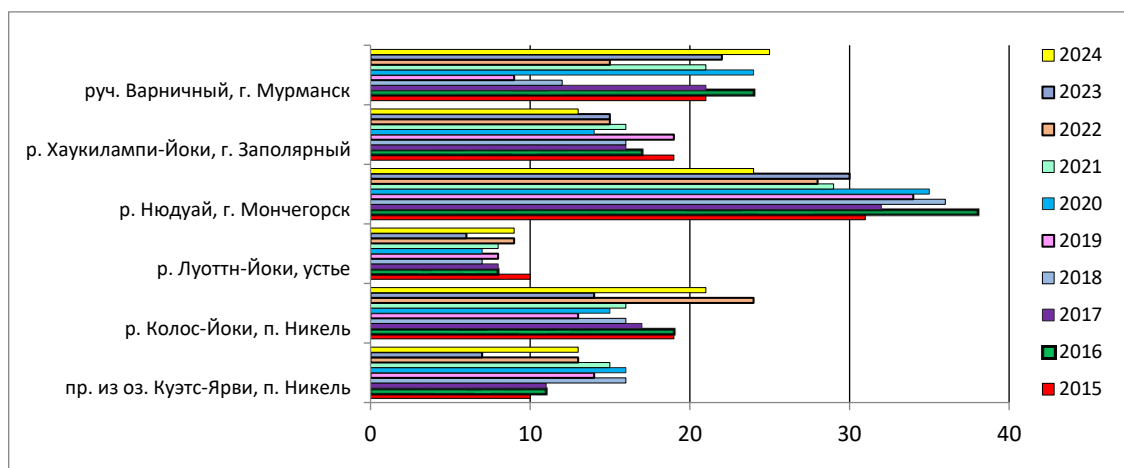


Рис. 4.53. Пункты наблюдений в Мурманской обл., в которых регистрировалось максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2015-2024 гг.

В Ямало-Ненецком автономном округе в 2024 г. было зарегистрировано 44 случая высокого загрязнения на 10 водных объектах и 28 случаев экстремально высокого загрязнения на 8 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. 4.54). В 2024 г. в поверхностных водах были зафиксированы максимальные концентрации соединений: марганца (103,8 ПДК) - в р. Полуй, г. Салехард, железа общ. (80,4 ПДК) - в районе губы Тазовская, п. Находка. Следует отметить, что в бассейне р. Правая Хетта, пгт. Пангоды было зарегистрировано максимальное количество случаев - 17 высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод (рис. 4.55).

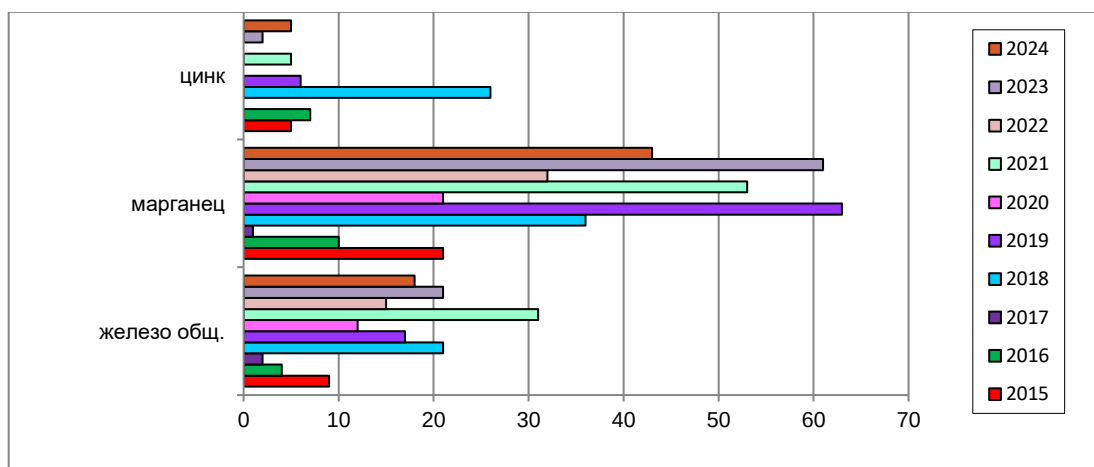


Рис. 4.54. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по основным загрязняющим веществам в Ямало-Ненецком АО за период 2015-2024 гг.

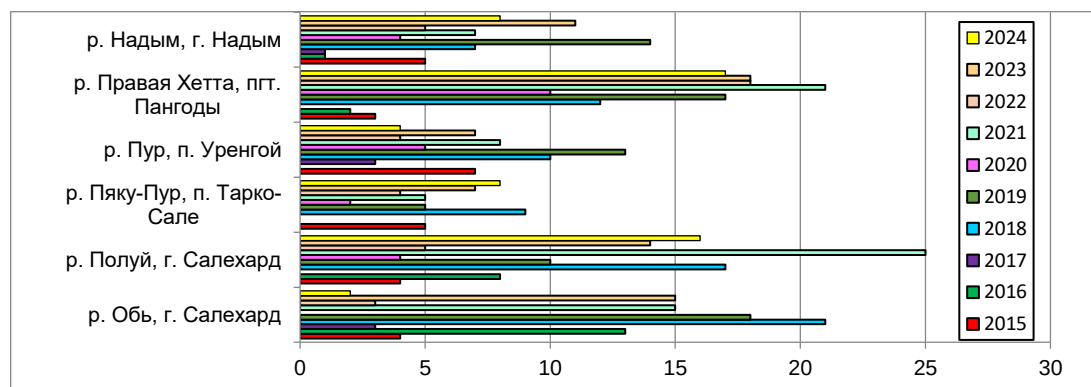


Рис. 4.55. Пункты наблюдений в Ямало-Ненецком АО, в которых регистрировалось максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2015-2024 гг.

Негативное влияние на состояние водных объектов Красноярского края оказывают сточные воды предприятий медно-никелевого производства. В 2024 г. в Красноярском крае было зарегистрировано 10 случаев ВЗ поверхностных вод с максимальным значением соединений никеля (44,7 ПДК), меди (39 ПДК) - в р. Щучья, г. Норильск; соединений цинка (30 ПДК) - в р. Чуня, п. Муторай (табл. 4.33).

Основными загрязнителями водных объектов Республики Коми являются предприятия теплоэнергетики, нефтегазоперерабатывающей, угледобывающей, нефтегазодобывающей, лесозаготовительной и деревообрабатывающей отраслей промышленности. В 2024 г. в Республике Коми было зарегистрировано 6 случаев ВЗ поверхностных вод с максимальными значениями загрязняющих веществ: марганца (47,1 ПДК) - в р. Колва, с. Колва, г/о Усинск; алюминия (12,9 ПДК) - в р. Уса, с. Усть-Уса, г/о Усинск. Увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) до 10,4 мг/л было зафиксировано в июне в руч. Параллельный, г. Воркута.

Для устьевой части р. Северная Двина (Архангельская область) характерна загрязненность воды металлами, а также лигнинными веществами и формальдегидом, в результате сброса сточных вод целлюлозно-бумажных предприятий, жилищно-коммунального хозяйства, а также судами речного и морского флота. В 2024 г. в Архангельской области был зарегистрирован 1 случай высокого загрязнения поверхностных вод ионами натрия (10,2 ПДК) - в прот. Кузнециха, г. Архангельск вследствие нагонных явлений, способствующих проникновению осолоненных вод в дельту Северной Двины.

В остальных субъектах Арктической зоны: Республиках: Саха (Якутия), Карелия, а также в Чукотском АО и Ненецком АО случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод в 2024 г. зарегистрировано не было.

В 2024 г. на поверхностных водах Арктической зоны РФ было зарегистрировано 2 аварии в бассейне р. Лена. В первом случае при подвижке льда на р. Лена в районе с. Жиганск из места зимнего отстоя вынесло 10 судов, из которых 2 буксира получили пробоины и затонули в 248 м от берега. На момент аварии количество топлива в затонувших судах было неизвестно. Еще один буксир выдавило льдами на берег, пробоин и следов утечки и разлива нефтепродуктов из данного буксира не было обнаружено. В целом, угроза загрязнения воды р. Лена отсутствовала.

В июне во время заправки баржи на Олекминской нефтебазе произошел разлив нефтепродуктов в р. Лена. Были оперативно проведены работы по откачке разлива нефтепродуктов, поставлены боновые заграждения для ограничения распространения загрязнения. Отмечался сильный запах нефтепродуктов от речной воды, содержание нефтепродуктов составляло от 2,5 до 5 ПДК, случаев высокого и экстремально высокого загрязнения нефтепродуктами выявлено не было.

Состояние водных экосистем в Арктической зоне

Гидробиологические наблюдения за состоянием поверхностных вод Арктической зоны России проводились по показателям основных экологических группировок: фитопланктон, зоопланктон и зообентос, каждая из которых наблюдалась по ряду параметров, позволяющих получать информацию о качественном составе экосистем водных объектов и их количественных характеристиках. Наблюдения водных объектов Арктической зоны в период 2014-2024 гг. проводились в Восточно-Сибирском и Баренцевском гидрографических районах.

Баренцевский гидрографический район. Гидробиологические наблюдения проводились в Мурманской области на 26 водных объектах, среди которых 14 водотоков и 8 водоемов, в 55 пунктах Арктической зоны Российской Федерации. На рис. 4.56 представлена картограмма качества вод Мурманской области в 2024 г., на рис. 4.57 - водные объекты беломорского бассейна.

В составе фитопланктона **р. Патсо-Йоки** в 2024 г. было выявлено 43 вида (в 2023 г. - 66 видов; в 2022 г. - 63; в 2020-2021 гг. по 69 видов), принадлежащих к 6 таксономическим группам. Наибольшее разнообразие в арктических водах формируют диатомовые водоросли (Bacillariophyta) - 18 видов. Также были выявлены цианобактерии (синезеленые водоросли) (Cyanophyta) - 7 и водоросли: золотистые (Chrysophyta) - 6, зеленые (Chlorophyta) - 5, пиропитовые (Cryptophyta) - 4, харовые (Charophyta) - 3. Видовое разнообразие в пробах варьировало от 18 до 22 видов. Качество вод по показателям фитопланктона соответствовало «условно чистым».

В составе зоопланктона **р. Патсо-Йоки** было выявлено 35 видов (в 2023 г. - 39, в 2022 г. - 35, в 2021 г. - 17, в 2020 г. - 39), из них: 22 - коловратки (Rotifera), 9 - ветвистоусые раки (Cladocera), 4 - веслоногие раки (Copepoda), из них по 2 вида циклопов (Cyclopoida) и каляноидов (Calanoida). Качество воды соответствовало «слабо загрязненным» водам.

В составе зообентоса было выявлено 12 видов (в 2023 г. - 17, в 2022 г. - 14, в 2021 г. - 13, в 2020 г. - 8), относящихся к 4 таксономическим группам. Максимального видового разнообразия достигали малощетинковые черви (Oligochaeta) - 5 видов, личинки комаров-звонцов (Chironomidae) - 3, ручейники (Trichoptera) и моллюски (Mollusca) были представлены по 2 вида. Воды поверхностного слоя соответствовали «условно чистым» и «слабо загрязненным». В придонном горизонте класс качества соответствовал «загрязненным» водам. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Фитопланктон **р. Нама-Йоки** представлен 17 видами, зоопланктон - 13, бентофауна - 12. Воды поверхностного и придонного слоев соответствовали «слабо загрязненным» водам.

Видовой состав фитопланктона **р. Лотта** сохранился в пределах диапазона среднемноголетних значений, в 2024 г. было выявлено 23 вида. Качество вод по показателям фитопланктона снизилось от «условно чистых» до «слабо загрязненных». Зоопланктон был представлен 22 видами. Качество вод соответствовало «условно чистым» водам. В составе зообентоса было выявлено 7 видов. В придонном горизонте класс качества соответствовал «грязным» водам.

В целом качество вод трансграничной **р. Патсо-Йоки** ниже пос. Никель, рек Нама-Йоки и Лотта на протяжении последних 10 лет не изменилось. Биоценозы рек находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Альгофлора **р. Печенга** была представлена 33 видами. Из них диатомовые водоросли были представлены 14 видами (в 2023 г. - 23), зеленые - 10, харовые - 4, цианобактерии - 3, золотистые и динофитовые водоросли - по 1 виду. В пробе наблюдалось от 13 до 18 видов. В составе зоопланктона было выявлено 20 видов. Качество вод поверхностного слоя **р. Печенга** сохранилось неизменным, воды соответствовали «условно чистым» и «слабо загрязненным». В составе зообентоса было выявлено 20 видов. Биоценозы реки находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

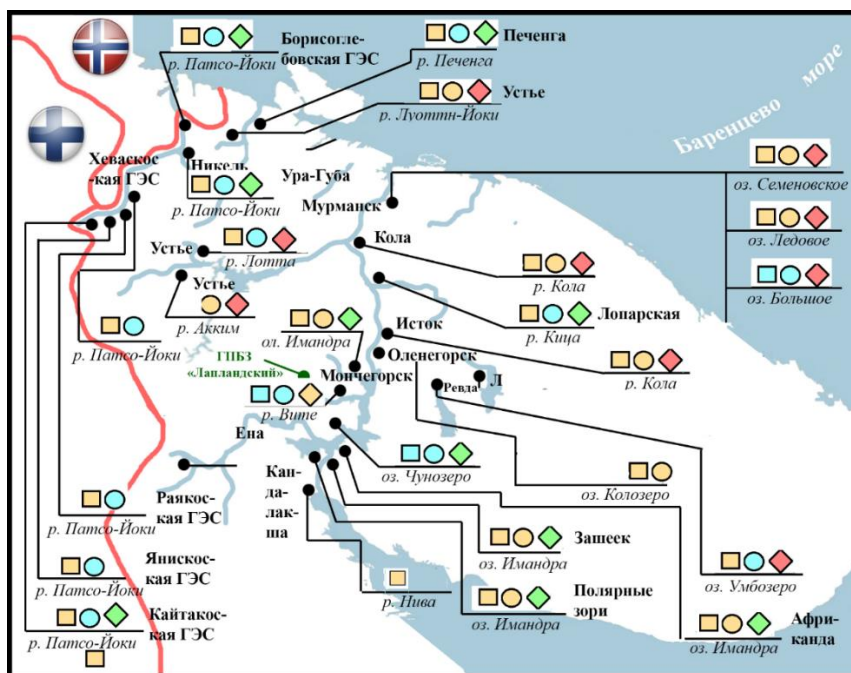


Рис. 4.56. Картограмма качества вод Мурманской области по гидробиологическим показателям в 2024 г. Обозначения на картограммах характеризуют качество поверхностных вод по комплексным показателям. Цветом указан класс качества, формой значка - показатель биотенноза. Стрелками показаны тенденции качества в сравнении с предыдущим годом:
 ↑ - улучшение; ↓ - ухудшение.

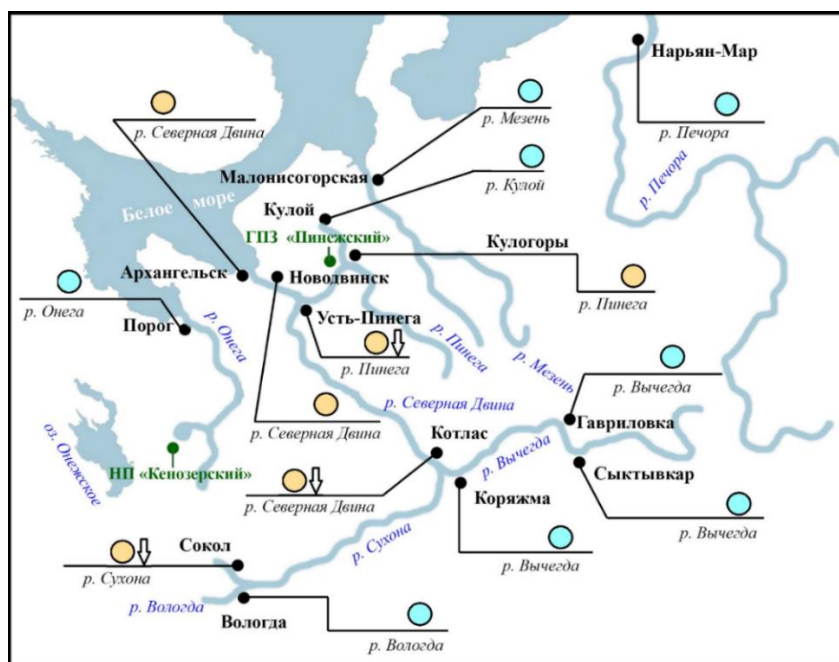
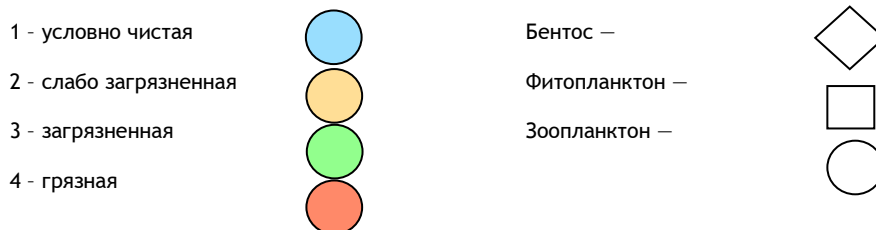


Рис. 4.57. Качество вод водотоков Севера Европейской части России по гидробиологическим показателям в 2024 г. Обозначения такие же, как на рис. 4.56

В фитопланктоне **р. Кола** было выявлено 42 вида, наибольшее видовое разнообразие из которых принадлежало отделу диатомовых водорослей - 21 вида, 8 видов принадлежали харовым и 6 видов - зеленым. Выявлено 3 вида цианобактерий и по 2 золотистых и динофитовых водорослей. В зоопланктоне было выявлено 13 видов. Качество вод поверхностного слоя сохранилось на прежнем уровне - «слабо загрязненные». В составе зообентоса было выявлено 9 видов.

Таким образом, качество вод **р. Кола** на протяжении последних 10 лет сохранилось неизменным. В целом биоценозы **р. Кола** находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В составе фитопланктона **р. Кица** в 2024 г. было выявлено 27 видов. В составе зоопланктона - 13 видов. Качество вод поверхностного горизонта соответствовало «слабо загрязненным» водам. В составе зообентоса реки было выявлено 25 видов донных беспозвоночных (в 2022 г. - 6, 2023 г. - 16), относящихся к 7 таксономическим группам, из них малощетинковых червей и личинок комаров звонцов - по 7 видов, поденки - 3 вида и ручейники - 4 вида, моллюски - 2, жесткокрылые насекомые (жуки) (Coleoptera) и комары-звонцы - по 1. По показателям зообентоса качество придонного горизонта реки улучшилось от «загрязненных» до «условно чистых» вод. Биоценозы реки находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В альгофлоре планктона **р. Вите** в 2024 г. было выявлено 46 видов. Наибольший вклад в общее разнообразие вносили диатомовые водоросли - 16 видов, харовые - 11 и зеленые водоросли - 9. Цианобактерии включали 4 таксона, по 3 вида принадлежали отделам динофитовых и золотистых водорослей. Зоопланктон был представлен 23 видами. Качество вод по показателям фито и зоопланктона соответствовало «условно чистым» водам. В составе бентофауны **р. Вите** было выявлено 22 вида. Качество вод по показателям зообентоса соответствовало «слабо загрязненным» водам. Состояние биоценозов реки сохраняется неизменным - на фоне экологического благополучия испытывают антропогенное экологическое напряжение.

Наибольшим видовым разнообразием отличается **оз. Имандра**, в отобранных пробах фитопланктона в 2024 г. было выявлено 92 вида. Наибольшее число видов у диатомовых - 32 вида и зеленых водорослей - 31, цианобактерий - 11, пироксифитовых - 7, золотистых - 5 видов, по 3 вида включали группы харовых и эвгленовых водорослей (Euglenozoa). Зоопланктон был представлен 65 видами, а в составе зообентоса озера было выявлено 19 видов. Качество вод в поверхностном слое **оз. Имандра** в последнее десятилетие сохраняется неизменным и соответствует «слабо загрязненным», а состояние биоценозов озера соответствует антропогенному экологическому напряжению.

Качество вод **оз. Чуозеро** в 2024 г. сохранилось неизменным. В составе фитопланктона было выявлено 48 видов, наибольшее видовое разнообразие из которых принадлежало отделу диатомовых водорослей - 18 видов и золотистые и динофитовые водоросли - по 7 видов. Харовые - 3, цианобактерии - 4 и зеленые - 6 видов. Зоопланктон был представлен 18 видами. Качество вод поверхностного слоя характеризуется как «условно чистые». В составе зообентоса озера было выявлено 10 видов. Биоценозы озера находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В фитопланктоне **оз. Умбозера** было выявлено 30 видов, в зоопланктоне - 28 видов, а в зообентосе - 10 видов. Качество поверхностного слоя воды в оз. Умбозере в последнее десятилетие так же не изменилось.

В **Верхнетуломском водохранилище** качество вод поверхностного слоя сохранилось неизменным. Состояние биоценозов озера соответствует антропогенному экологическому напряжению.

В целом состояние биоценозов большинства рек и озер Мурманской области сохраняется неизменным в пределах сложившегося состояния экологической системы от экологического благополучия до экологического напряжения.

В зоопланктоне **р. Северная Двина** было выявлено 33 вида планктонных беспозвоночных, включающих 19 видов веслоногих и 12 ветвистоусых раков, а также 2 вида коловраток. По численности в разные месяцы преобладали *Bosmina longirostris* (O.F.Muller, 1776), различные виды циклопов и дафния *Ceriodaphnia pulchella* (Sars, 1862). Воды реки соответствуют «слабо загрязненным». Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения. На рис. 4.57 показано, что до промышленного центра г. Котлас воды соответствуют «условно чистым», сообщества гидробионтов не нарушены, а ниже Котласа - «слабо загрязненным» водам.

В зоопланктоне **р. Онега** было выявлено 4 вида, представленных равным числом видов из ветвистоусых и веслоногих раков - по 2 вида. По численности и биомассе преобладали веслоногие раки - *Mesocyclops leukarti* (Claus, 1857), а также в отдельные периоды по численности преобладали ветвистоусые раки - *Bosmina longirostris* (O.F.Muller, 1776). Качество воды реки соответствует «условно чистым» водам. Экосистема реки находится в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения.

В зоопланктоне **р. Пинега** было выявлено 11 видов: ветвистоусые раки - 4 вида, веслоногие раки - 6 видов, коловратки - 1 вид. По численности в разные месяцы преобладали виды *Bosmina longirostris* и *Cyclops scutifer* (G.O.Sars, 1863). Качество воды соответствовало «условно чистым» водам. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В зоопланктоне **р. Кулой** было выявлено 7 видов: ветвистоусые раки - 2 вида, веслоногие раки - 4 вида, коловратки - 1 вид. По численности в разные месяцы преобладали копепоидные стадии веслоногих раков, *Mesocyclops leukarti* и *Cyclops strenuus*. Качество воды соответствовало «слабо загрязненным» водам. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В зоопланктоне **р. Мезень** было выявлено 7 видов: ветвистоусые раки - 4 вида, веслоногие раки - 2 вида, коловратки - 1 вид. По численности в разные месяцы преобладали веслоногие раки *Mesocyclops leukarti* и *Bosmina longirostris*. Качество воды соответствовало «условно чистым» водам. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В зоопланктоне **р. Печора** было выявлено 8 видов: ветвистоусые раки - 5 видов и веслоногие раки - 3 вида. По численности в разные месяцы преобладали личиночные и копепоидные стадии веслоногих раков вида *Alona affinis* (Leydig, 1860) и *Bosmina longirostris* (O.F.Muller, 1776). Качество воды соответствовало «условно чистым» водам. Экосистема реки находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Качество вод в большинстве водных объектов Баренцевского гидрографического района на протяжении 2014-2024 гг. сохраняется неизменным и варьирует от «условно чистых» в фоновых районах до «слабо загрязненных» вод на участках с промышленным загрязнением, с межгодовыми флуктуациями в пределах класса качества.

Восточно-Сибирский гидрографический район. В 2024 г. наблюдения проводились в низовье р. Лена и заливе Нёлова, данные о состоянии качества вод представлены на рис. 4.58.

В составе фитопланктона **р. Лена** было выявлено 25 видов, относящихся к 4 отделам. Основу видового разнообразия формировали диатомовые - 18 видов и зеленые водоросли - 5 видов, цианобактерии и золотистые водоросли были представлены единичными видами. Число видов в пробе варьировало от 2 до 13.

Качественный состав зообентоса реки был представлен 10 видами (в 2023 г. - 14 видами) из 4 групп: малощетинковые черви - 5 видов, личинки комаров-звонцов и брюхоногие моллюски (Gastropoda) - по 2 вида, многощетинковые черви (Polychaeta) представлены одним видом. Число видов в пробе варьировало от 2 до 5. В связи с экстремальными условиями обитания и значительной глубиной промерзания водотока в зимний период (до 2 м), в прибрежном мелководье не формируются сообщества донных беспозвоночных, они представлены сезонными когортами, сформированными случайным набором видов, принесенным и осевшим у береговой линии после схода льда. Спорадическая выявляемость здесь представителей зообентоса является ответной реакцией на изменение условий обитания, результатом случайного распределения организмов после зимнего промерзания и не отражает уровень антропогенной нагрузки на водный объект. Пространственное распределение видов зообентоса по наблюдаемой акватории крайне неоднородно. Экосистема реки находится в состоянии экологического благополучия.

В составе зообентоса оз. Мелкое было выявлено 9 видов донных беспозвоночных, относящихся к 4 группам: наибольшее видовое разнообразие принадлежало двустворчатым моллюскам и малощетинковым червям - по 3 вида, личинкам комаров-звонцов - 2 вида, бокоплавы (Amphipoda) были представлены единственным видом. Экосистема озера находится в состоянии экологического благополучия.

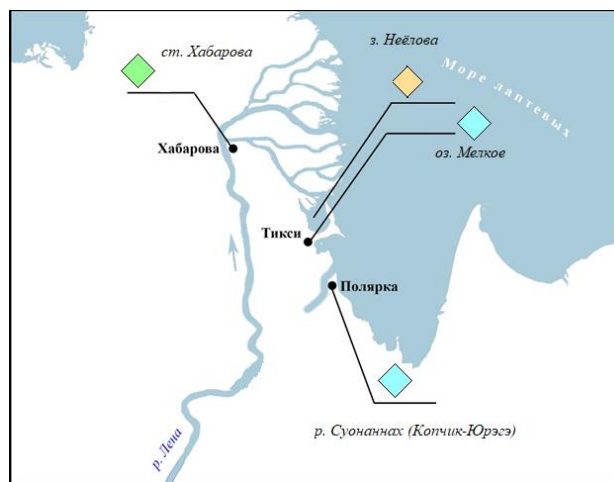


Рис. 4.58. Картограмма качества вод Республики Саха (Якутия) в 2024 г. по гидробиологическим показателям. Обозначения как на рис. 4.56

В составе зообентоса реки Суонаннах (Копчик-Юргэ) было выявлено 16 видов донных беспозвоночных (в 2023 г. - 17 видов; в 2022 г. - 7 видов), относящихся к 8 таксономическим группам, среди которых наибольшего видового разнообразия традиционно достигали личинки комаров-звонцов - 7, ручейников и малощетинковые черви - по 2 вида, веснянки, поленки, мошки (Simuliidae), жуки и атерициды (Athericida) - были представлены единичными видами. Количественные характеристики зообентоса по сравнению с 2014-2023 гг. не претерпели значительных изменений. Экосистема реки находится в состоянии экологического благополучия.

Прибрежные морские экосистемы моря Лаптевых обследованы в заливе Нёлова у пос. Тикси. В 2024 г. фитопланктон залива Нёлова был представлен 9 пресноводными эвригалинными видами, среди которых в качественном и количественном отношении доминировали диатомовые водоросли - 7 видов, зеленые водоросли были представлены 2 видами. В 2024 г. видовое разнообразие фитопланктона находилось в пределах среднемноголетних значений, существенных изменений не было выявлено. Экосистема залива находится в состоянии антропогенного экологического напряжения. В составе макрозообентоса залива Нёлова в 2024 г. было выявлено 15 видов беспозвоночных, распределённых по 9 таксономическим группам: наибольшим видовым разнообразием отличаются комары-звонцы - 10 видов, малощетинковые черви и бокоплавы - по 4 вида. Также были выявлены 3 вида двустворчатых моллюсков и по одному виду мизиды (Mysidacea), типулиды (Tipulidae), поленки, круглые черви (Nematoda) и приапулиды (Priapulidae). Экосистема залива находится в состоянии антропогенного экологического напряжения.

В 2024 г. были проведены рекогносцировочные исследования фауны зообентоса пойменных полигональных озёр в пределах государственного природного заповедника «Усть-Ленский» на о. Самойловский, а также в одном из рукавов дельтовой части р. Лена в протоке Оленёкская.

Фауна донных беспозвоночных в водных объектах заповедника «Усть-Ленский» на о. Самойловский не отличалась высоким разнообразием и насчитывала 23 вида и формы донных беспозвоночных, относящихся к 10 таксономическим группам, среди которых наибольшее видовое разнообразие принадлежало комарам-звонцам - 8 и малощетинковым червям - 6 видов, остальные группы - брюхоногие моллюски, ручейники, жуки, мокрецы (Ceratopogonidae), мизиды, равноногие раки (Isopoda), бокоплавы и кишечнополостные (Coelenterata) были представлены единичными видами. Качество воды в обследованных озерах соответствовало «слабо загрязненным» водам.

Фауна макрозообентоса в Арктической зоне сильно варьирует год от года, так как формируется ежегодно 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 по загрязненности.

В целом, пресноводные биоценозы в нижнем течении р. Лена соответствуют экологическому напряжению (оз. Мелкое) или экологическому благополучию (р. Суонаннах). На всех наблюдаемых водных объектах (оз. Мелкое, на двух створах низовий р. Лены и р. Суонаннах) регистрируются ежегодные флуктуации качества поверхностного слоя воды в пределах сложившихся классов, что говорит об относительной стабильности экологического статуса описанных водных объектов.

4.2. 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 98 пунктов наблюдения за мощностью амбиентного эквивалента дозы гамма-излучения (МАЭД), 44 пунктов наблюдений за радиоактивными атмосферными выпадениями и 10 пунктов наблюдений за радиоактивными аэрозолями воздуха, 5 пунктов наблюдений на Белом море и 1 пункта наблюдений на Баренцевом море за объемной активностью ^{90}Sr в прибрежных водах.

На стационарных пунктах проводятся наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха ^{137}Cs и ^{90}Sr . Регулярно выполняются экспедиционные исследования арктических морей.

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы полярных областей в настоящее время на семь-восемь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99/2009.

Объемная активность ^{137}Cs в воздухе сухопутных территорий Арктики в последние 16 лет (за исключением 2011 г.) значительно ниже средневзвешенного значения по территории РФ. В 2014-2024 гг. наименьшая объемная активность ^{137}Cs наблюдалась на Диксоне - $<1 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, а также в Туруханске, Салехарде и Ханты-Мансийске - $(< 1 - 2,8) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. За счет воздушного переноса промышленных выбросов, как с территории России, так и европейских стран, среднегодовая активность ^{137}Cs в воздухе повышалась на один-два порядка в Мурманске и Нарьян-Маре. Так, например, в Мурманске в 2016, 2017 и 2020 гг. его величина поднималась от $5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ до $11 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в Нарьян-Маре в 2015, 2023 гг. его величина превышала $4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. В 2024 г. наблюдалось увеличение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в Мурманске - $2,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Кандалакше - $1,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, Зашейке - $2,3 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

В Архангельске и Северодвинске объемная активность ^{137}Cs выше, чем на станциях Заполярного региона. В 2014-2024 гг. в Северодвинске объемная активность ^{137}Cs была выше, чем в Архангельске, по-видимому, за счет более близкого расположения РОО и колебалась в диапазоне $(<1 - 6,7) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $(< 1-2,3) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно.

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 в 2014-2024 гг. колебалась в пределах $(0,06 - 1,2) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что несколько ниже средневзвешенных по территории России - $(0,8-1,2) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

За период с 2000 по 2011 гг. наблюдалось уменьшение объемной активности ^{90}Sr в прибрежных водах Белого и Баренцева до 1,7 мБк/л и 2,6 мБк/л соответственно (рис. 4.59).

Некоторое увеличение объемной активности в обоих морях произошло в период с 2012 по 2014 гг. до значений 2,4 мБк/л и 4,4 мБк/л соответственно. С 2015 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 (4,0-5,0 мБк/л). При этом почти всегда концентрация в Белом море выше, чем в Баренцевом. В Белом и Баренцевом морях активность ^{90}Sr в 2022-2024 гг. колеблется в диапазонах (2,1-2,5) мБк/л и (1,6-2,1) мБк/л соответственно.

В Баренцевом море существенное влияние на содержание радионуклидов оказывал 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.

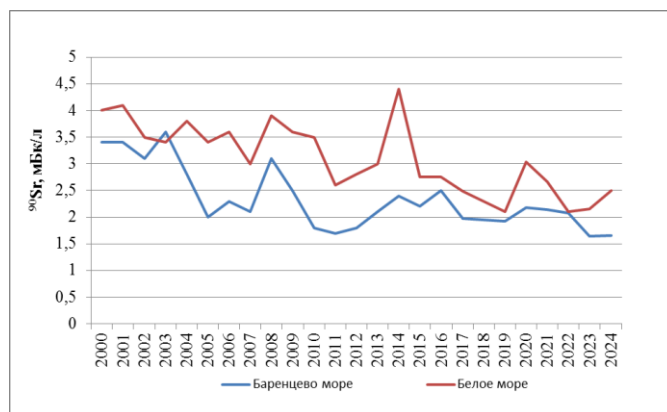


Рис. 4.59. Динамика среднегодовой объемной активности ^{90}Sr в поверхностных водах морей РФ

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 2024 г. находилось на низком уровне.

4.4. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в районе пос. Баренцбург и прилегающих территорий

В 2024 г. было выполнено обследование районов расположения поселков Баренцбург и Пирамида, прилегающих к ним территорий, акваторий и побережий заливов Гренфьорд и Биллефьорд.

Наблюдения проводились в зимне-весенний (март-апрель) и летний (июль-август) периоды за загрязнением атмосферного воздуха и атмосферного аэрозоля в п. Баренцбург, снежного покрова, почв, грунтовых вод и наземной растительности на территории поселков Баренцбург и Пирамида, их санитарно-защитных зон (локальный мониторинг) и в удаленных от поселков точках (фоновый мониторинг). Выполнялись также исследования морских вод, морских водных взвесей и донных отложений на акватории заливов Гренфьорд и Биллефьорд; поверхностных вод и донных отложений озер Биенда-Стемме, Голубое и Большое Гусиное, 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 полициклические ароматические углеводороды (ПАУ). Основными веществами, загрязняющими атмосферный воздух поселков Баренцбург и Пирамида являются пыль, диоксид серы, оксиды азота и углерода. Максимальные концентрации пыли (до 8,50 мкг/м³), оксида углерода (до 2700 мкг/м³), аммиака (до 2,12 мкг/м³) и диоксида азота (до 3,84 мкг/м³) были зафиксированы в атмосферном воздухе поселка Баренцбург. В воздухе поселка Пирамида были зафиксированы концентрации пыли (4,25 мкг/м³), железа (до 1,03 мкг/м³), и оксида углерода (7620 мкг/м³).

Содержание в атмосферном воздухе сероводорода, соединений ПАУ, тяжелых металлов, хлорорганических соединений (ХОС) и летучих органических соединений в оба периода наблюдений было ниже предела чувствительности используемого метода анализа, что не позволило их надежно идентифицировать.

По сравнению со средними уровнями за период 2017-2023 гг. загрязненность атмосферного воздуха в 2024 г. существенно не изменилась.

Полученные данные по уровням концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе района исследований в 2024 г. близки к данным норвежских исследователей, осуществляющих подобные наблюдения на ст. Цепелин в Нью-Олесунде (AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Oslo. 1998, 2008).

Снежный покров

В образцах снежного покрова, отобранных в районе расположения пос. Баренцбург и Пирамида в ходе весенних экспедиционных исследований 2024 г., проводилось определение содержания компонентов минерального состава (хлоридов, сульфатов, щелочных и щелочноземельных металлов (Na, K, Ca, Mg), соединений азота (нитритного азота, нитратов, аммония), нефтяных углеводородов, фенолов, ПАУ, ХОС, ПХБ и ТМ.

Водородный показатель (рН) снежного покрова в районе пос. Баренцбург варьировался в пределах от 5,11 до 5,80 ед. рН. Минимальные значения рН были отмечены в снежном покрове в районе устья р. Грендалсэльва.

В районе пос. Пирамида водородный показатель (рН) распределялся более однородно и находился в пределах от 5,71 до 6,26 ед. рН.

Концентрации главных ионов в снежном покрове обследованной территории п. Баренцбург изменялись в следующих пределах: хлориды - от 3,11 до 22,3 мг/л талой воды; сульфаты - от 0,33 до 13,4 мг/л; натрий - от 3,56 до 44,6 мг/л; калий - от <0,1 до 1,31 мг/л; кальций - от <0,3 до 2,72 мг/л. Концентрации минеральных форм азота в снежном покрове изменялись следующим образом: для нитратов - от 31 до 78 мкг/л при среднем содержании

45,7 мкг/л; для нитритов - от <0,5 до 2,73 мкг/л при среднем содержании 0,81 мкг/л; для азота общего - от <500 до 521 мкг/л при среднем значении <500 мкг/л.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега изменялось от 10 до 110 мкг/л талой воды, максимальная концентрация НУ была выявлена в пробах снега, отобранных в районе оз. Биенда-Стемме.

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 120,6 нг/л при максимальной концентрации 868,9 нг/л, зафиксированной в пробах снега, отобранных севернее пос. Баренцбург на складе стройматериалов.

Концентрации главных ионов в снежном покрове обследованной территории п. Пирамида изменялись в следующих пределах: хлориды - от 1,37 до 56,7 мг/л талой воды; сульфаты - от 0,53 до 6,39 мг/л; натрий - от 0,54 до 29,4 мг/л; калий - от 0,17 до 1,12 мг/л; кальций - от 0,76 до 1,64 мг/л; магний - от 0,66 до 3,88 мг/л. Концентрации минеральных форм азота в снежном покрове изменялись следующим образом: для аммония - <78 мкг/л; для нитратов - от 48 до 106 мкг/л при среднем содержании 65,8 мкг/л; для нитритов - <0,5 мкг/л; для азота общего - <500 мкг/л.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега в районе поселка Пирамида изменялось от 5,0 до 20 мкг/л талой воды. Концентрации фенолов, зарегистрированных в отобранных пробах, находились ниже предела обнаружения используемого аналитического метода (<0,5 мкг/л). Среднее суммарное содержание ПАУ в пробах снежного покрова составило 68,5 нг/л при максимальной концентрации 135,3 г/л, зафиксированной в пробах снега, отобранных в районе озера Большое Гусиное.

Из контролируемых **хлорорганических соединений (ХОС)** в пробах снежного покрова в районе Баренцбурга были выявлены соединения группы ПХБ, пентахлорбензола (до 1,74 нг/л), гексахлорбензола (до 0,36 нг/л), ГХЦГ (суммарно до 5,23 нг/л). В единичной пробе района оз. Биенда-Стемме был выявлен цис-изомер гептахлорэпоксида (0,26 нг/г). Концентрации ДДТ и соединений группы полихлорциклодиенов находились ниже пределов обнаружения. Из 15 контролируемых индивидуальных конгенов ПХБ в пробах талого снега с различной частотой обнаружения были отмечены конгенеры #52, #118, #128, #138, #156, #183. Максимальные концентрации отдельных конгенов ПХБ составляли: для #52 - 10,6 нг/л; для #118 - 16,3 нг/л; для #128 - 0,73 нг/л; для #138 - 1,4 нг/л; для #156 - 0,16 нг/л; для #183 - 0,67 нг/л. Среднее суммарное содержание полихлорбифенилов составило 9,75 нг/л, при максимальной концентрации 17,45 нг/л, зафиксированной в пробах талого снега, отобранных севернее поселка Баренцбург.

На территории расположения поселка Пирамида из 15 контролируемых индивидуальных конгенов ПХБ в пробах талого снега концентрации всех конгенов ПХБ находились ниже пределов обнаружения. Были отмечены значимые концентрации пентахлорбензола (среднее содержание - 1,51 нг/л, максимальное - 1,81 нг/л в западной части поселка); ГХЦГ (суммарно до 6,97 нг/л); 2,4 ДДЭ (до 1,05 нг/л).

Содержание контролируемых тяжелых металлов в пробах снега в районе пос. Баренцбург находилось в следующих пределах: марганца - от 1,4 до 11,3 мкг/л (в среднем 1,9 мкг/л талой воды); цинка - от 11,4 до 2,7 мкг/л, при среднем содержании 21,2 мкг/л; никеля - от 1,06 до 1,2 мкг/л, при среднем содержании 0,20 мкг/л; кобальта - от <1,0 до 1,89 мкг/л, при среднем содержании 1,0 мкг/л; железа - от 0,50 до 21,7 мкг/л, при среднем содержании 6,1 мкг/л; меди - от 0,30 до 1,44 мкг/л, при среднем содержании 6,1 мкг/л; свинца - до 1,84 мкг/л, при среднем содержании 0,26 мкг/л; кадмия - от 0,11 до 0,63 мкг/л, при среднем содержании 0,21 мкг/л; хрома - до 4,94 мкг/л, при среднем содержании 0,53 мкг/л; мышьяка - до 3,95 мкг/л, при среднем содержании 0,68 мкг/л. Концентрации ртути находились ниже пределов обнаружения. Максимальные уровни содержания железа и хрома были зафиксированы в пробах снега, отобранных в районе расположения консульства, меди - на восточном склоне г. Стурхеда, свинца - в районе оз. Биенда-Стемме, кадмия - в районе расположения отвалов горных пород и шлака от ТЭЦ, мышьяка - в районе м. Дрессельхус. В районе пос. Пирамида были отмечены следующие уровни содержания ТМ: марганца - от 0,082 до 2,59 мкг/л (в среднем 1,06 мкг/л талой воды); железа - от <1,0 до 1,84 мкг/л, при среднем содержании <1,0 мкг/л, меди - от 0,103 до 0,812 мкг/л при среднем содержании 0,48 мкг/л, свинца - от <0,5 до 0,244 мкг/л, при среднем содержании - <0,5 мкг/л, кадмия - от 0,156 до 0,414 мкг/л при среднем содержании 0,262 мкг/л. В единичной пробе с района отвалов п. Пирамида были выявлены значимые количества мышьяка (1,37 мкг/л). Концентрации цинка, хрома и никеля 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 некоторых тяжелых металлов по сравнению с фоновыми районами Российской и Канадской Арктики (Карское море и ледник Агассиз на о. Элсмир в Канадской Арктике). Загрязнение снежного покрова ПАУ, вероятно связано, в основном, с региональными и локальными источниками.

Морские воды

Отбор проб морских вод производился в летний период в восточной части акватории залива Гренфьорд, прилегающей к территории п. Баренцбург, а также в западной части акватории залива Биллефьорд, прилегающей к территории п. Пирамида. В пробах морских вод выполнялись определения основных гидрохимических характеристик - водородного показателя (рН), окислительно-восстановительного потенциала (Еh), растворенного кислорода, БПК₅, биогенных элементов (кремнекислоты, минеральных форм азота и фосфора и их общего количества) и концентрации взвеси, а также загрязняющих веществ - тяжелых металлов, ПАУ, НУ, НАУ, ЛАУ, индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), ХОС, включая ПХБ.

Концентрации фенолов, синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) в водах обследованных акваторий за периоды наблюдений были ниже предела чувствительности используемого метода анализа, что не позволяло их надежно идентифицировать. Из загрязняющих веществ в водах обследованных акваторий в 2024 г. были выявлены нефтяные углеводороды, полициклические ароматические углеводороды (ПАУ) и тяжелые металлы (ТМ).

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в водах обследованной акватории залива Гренфьорд находились в пределах от <5,0 до 200 мкг/л. Максимальное содержание НУ было зафиксировано в придонном и

поверхностных слоях морских вод в акватории залива Гренфьорд в районе водозабора. Суммарное содержание НУ в водах залива Биллефьорд находилось ниже предела обнаружения.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в морских водах залива Гренфьорд и залива Биллефьорд были выявлены 14 соединений. Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах восточной акватории залива Гренфьорд в летний период составило 0,62 нг/л, в водах залива Биллефьорд - 1,24 нг/л.

В пробах морской воды заливов Гренфьорд и Биллефьорд за летний период наблюдений 2024 г. значимых концентраций полихлорбензолов, полихлорированных бифенилов (ПХБ), ГХЦГ, и полихлорциклодиеновых соединений (группа ПХЦД) выявлено не было.

Максимальное содержание контролируемых ТМ в пробах морской воды залива Гренфьорд составляло: марганца - до 11,0 мкг/л, меди - до 4,59 мкг/л, никеля - до 4,89 мкг/л, кобальта - до 3,34 мкг/л, железа - до 5,11 мкг/л, кадмия - до 0,35 мкг/л, хрома - до 0,51 мкг/л; мышьяка - до 6,55 мкг/л, Массовая доля свинца, цинка и ртути в морской воде ниже пределов обнаружения методики выполнения измерений.

Максимальные концентрации контролируемых тяжелых металлов в пробах морской воды залива Биллефьорд составляли: марганца - 5,91 мкг/л, меди - 3,02 мкг/л, никеля - 7,44 мкг/л, цинка - до 0,53 мкг/л, кобальта - 3,40 мкг/л, хрома - до 0,53 мкг/л, мышьяка - до 2,73 мкг/л, кадмия - до 0,17 мкг/л, остальные контролируемые тяжелые металлы находились ниже уровня определения.

Концентрации большей части загрязняющих веществ в морских водах залива Гренфьорд имели значения, характерные для прибрежных районов Норвежского и Северного морей со средним или незначительным уровнем воздействия береговых источников загрязнения на морскую акваторию. Оценка качества морских вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать воды обследованной акватории залива Гренфьорд в летний период 2024 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, БПК₅.

В местах поступления неочищенных коммунально-бытовых сточных вод поселка наблюдается локальное загрязнение морских вод, что может оказывать влияние на качество вод залива Гренфьорд в целом.

Качество морских вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать воды залива Биллефьорд в районе пос. Пирамида как «умеренно загрязненные». За период наблюдений 2024 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 2024 г. существенно не изменилось по сравнению с наблюдениями за 2017-2023 гг., при этом следует отметить, что поступление загрязняющих веществ может быть связано с местными источниками загрязнения.

Поверхностные воды суши

Отбор проб поверхностных вод суши производился в весенний и летний периоды из оз. Биенда-Стемме, используемого для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения п. Баренцбург, озер Голубое и Большое Гусиное, а также р. Грендалсэльва 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 (кремнекислоты, 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 2024 г. были выявлены тяжелые металлы, соединения групп ПАУ и ХОС.

Концентрации неполярных алифатических углеводородов (НАУ), ЛАУ, СПАВ и индивидуальных фенолов в поверхностных водах реки и озер за периоды наблюдений были ниже пределов чувствительности методик анализа.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в поверхностных водах всех исследуемых объектов находилось ниже пределов обнаружения методики исследования.

Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах озера Голубое изменялось от <5,0 до 4,6 нг/л, Большого Гусино от <5,0 до 4,9 нг/л и воде реки Грендалсэльва от <5,0 до 5,87 нг/л.

В оз. Биенда-Стемме в весенний период наблюдений, значения суммы ПАУ составляли от <5,0 до 5,4 нг/л. В летний период уровни содержания ПАУ находились ниже пределов чувствительности применяемых техник анализа.

В воде р. Грендалсэльва хлорорганические соединения (ХОС) в 2024 г. не были выявлены.

В водах оз. Биенда-Стемме в весенний период наблюдений среднее суммарное содержание пестицидов группы ПХБ составляло от 0,05 до 5,57 нг/л. В летний период в водах этого озера наличие соединений группы ПХБ зафиксировано не было.

В районе пос. Пирамида в водах озер суммарное содержание ПХБ не превышало пределов обнаружения методики выполнения измерений.

Максимальные концентрации никеля, цинка, свинца, хрома, мышьяка и ртути в водах оз. Биенда-Стемме весной не превышали пределов чувствительности используемого метода анализа. Концентрация железа в весенний период составила 32,8 мкг/л, марганца - 0,48 мкг/л, кобальта - 1,15 мкг/л, кадмия - 0,04 мкг/л, меди - 1,98 мкг/л. Летом в озерных водах максимальные концентрации составили: кадмия - 0,10 мкг/л, железа - 2,43 мкг/л, марганца - 0,83 мкг/л, никеля - 0,18 мкг/л, меди - 1,26 мкг/л, кобальта - 1,52 мкг/л, содержание остальных ТМ находились ниже предела обнаружения.

В озере Большое Гусиное концентрации тяжелых металлов в весенний период составили: для железа - 6,97 мкг/л, для марганца - 3,81 мкг/л, для кобальта - 0,29 мкг/л, для кадмия - 0,25 мкг/л, для меди - 0,80 мкг/л, для мышьяка - 0,80 мкг/л. Концентрации остальных тяжелых металлов находились ниже пределов обнаружения. В летний период

концентрации составили: для железа – 5,16 мкг/л, для марганца – 1,71 мкг/л, для никеля – 1,1 мкг/л, для кобальта – 0,46 мкг/л, для кадмия – 0,11 мкг/л, для меди – 0,39 мкг/л, для мышьяка – 0,20 мкг/л. Прочие тяжелые металлы содержались в концентрациях ниже пределов обнаружения методик.

В водах озера Голубое среднее содержание тяжелых металлов составило: для меди – 0,67 мкг/л, кобальта – 0,63 мкг/л, марганца – 30,84 мкг/л, никеля – 1,90 мкг/л, железа – 8,54 мкг/л, кадмия – 0,20 мкг/л, мышьяка – 1,35 мкг/л. Концентрации свинца и ртути не достигали предела обнаружения используемого метода анализа.

Анализ проб речных вод выявил следующие максимальные содержания тяжелых металлов: марганца – 451 мкг/л (средняя концентрация 359 мкг/л), железа – 5,5 мкг/л (средняя концентрация 5,0 мкг/л), цинка – 9,0 мкг/л (средняя концентрация 8,2 мкг/л), никеля – 15,8 мкг/л (средняя концентрация 9,7 мкг/л), кобальта – 4,3 мкг/л (средняя концентрация 2,6 мкг/л), кадмия – 0,35 мкг/л (средняя концентрация 0,22 мкг/л), мышьяка – 4,2 мкг/л (средняя концентрация 2,1 мкг/л), меди – 1,7 мкг/л (средняя концентрация 1,3 мкг/л). Концентрации свинца, хрома и ртути находились ниже пределов обнаружения.

Сравнительная характеристика гидрохимических показателей и средних концентраций загрязняющих веществ в поверхностных водах суши в районе поселков Баренцбург и Пирамида представлена на рис. 4.60.

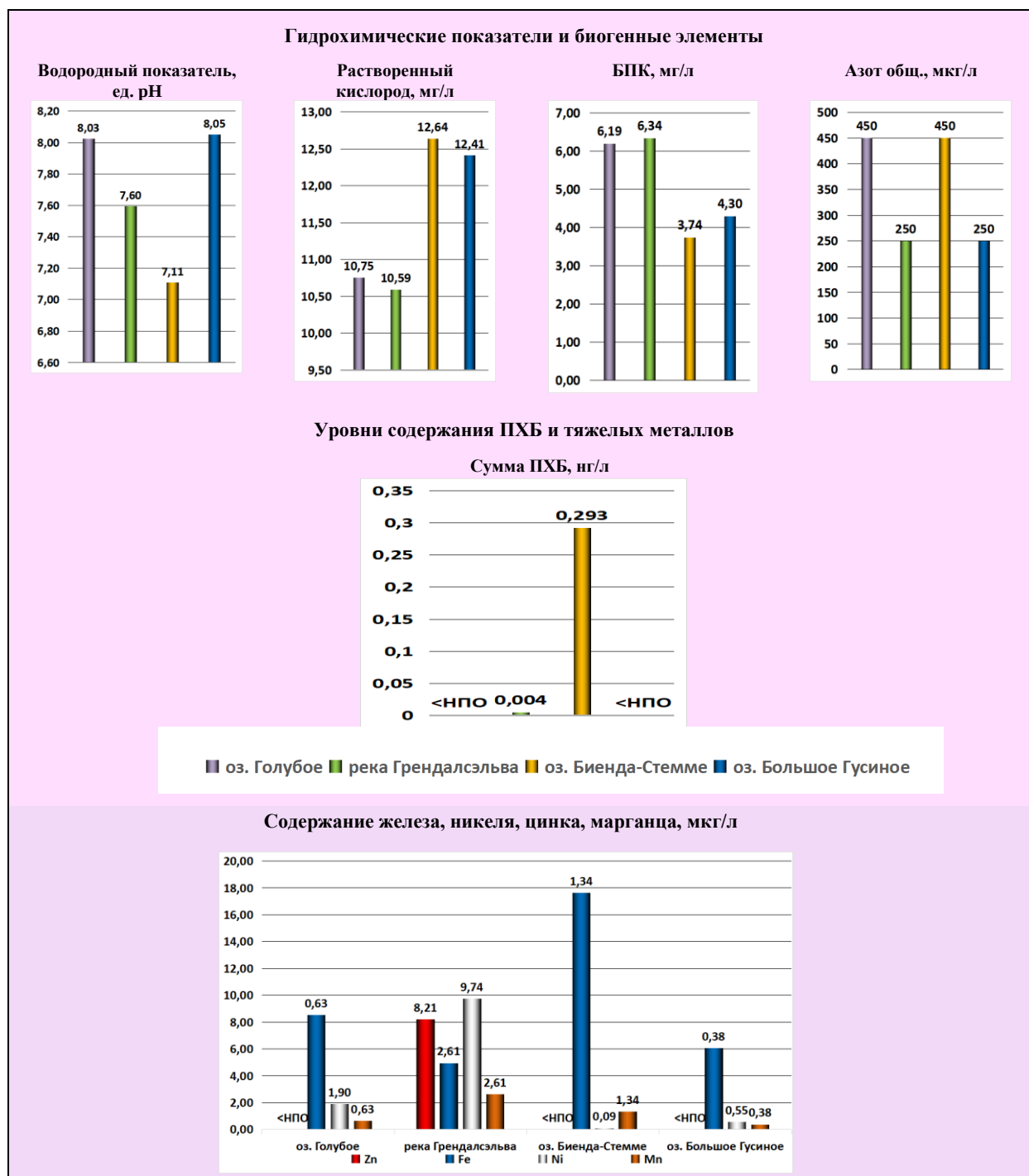


Рис. 4.60. Средние значения основных гидрохимических показателей и загрязняющих веществ поверхностных вод суши в летний период 2024 г.

В водах реки Грендалсэльва были отмечены превышения ПДК по марганцу (до 45 ПДК), никелю (до 1,6 ПДК) и меди (до 1,7 ПДК). В оз. Голубое также наблюдалось превышение ПДК по марганцу (до 6,1 ПДК). В водах оз. Биенда-Стемме отмечалась повышенная концентрация меди (до 2,0 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 Большое Гусиное в периоды наблюдений в 2024 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 2024 г. воды озер Биенда-Стемме, Голубое и Большое Гусиное могут использоваться для целей хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования без дополнительной подготовки.

В соответствии с принятой классификацией вод по индексу УКИЗВ воды озера Биенда-Стемме в весенний и летний периоды наблюдений 2024 г., а также воды оз. Большое Гусиное в летний период классифицировались как «условно чистые». Качество воды оз. Голубое в 2024 г. по сравнению с 2023 г. ухудшилось и перешло из «условно чистой» в «слабо загрязненную». Качество воды р. Грендалсэльва в 2024 г. классифицировалась как «загрязненная», что свидетельствует об улучшении качества воды в данном водоеме в сравнении с предыдущим годом, когда она классифицировалась как «грязная».

Донные отложения

В донных отложениях обследованных частей акваторий заливов Гренфьорд и Биллефьорд, а также и водоемов суши (озер Голубое, Большое Гусиное, Биенда-Стемме и р. Грендалсэльва) проводилось определение содержания загрязняющих веществ: нефтяных углеводородов, НАУ, ПАУ, фенолов, тяжелых металлов и ХОС.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов достигало 110 мкг/г при среднем значении 81 мкг/г для морских донных отложений залива Гренфьорд; в донных отложениях оз. Биенда-Стемме - 14 мкг/г, а также достигало 25 мкг/г для донных отложений озера Голубое и 19 мкг/г для оз. Большое Гусиное.

Концентрации неполярных алифатических углеводородов (НАУ) и фенолов в морских отложениях и донных отложениях суши находились ниже предела обнаружения применявшегося аналитического метода, что не позволяло их надежно идентифицировать.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в донных отложениях заливов Гренфьорд и Биллефьорд, а также и водоемов суши (озер Голубое, Большое Гусиное, Биенда-Стемме и р. Грендалсэльва) были выявлены все соединения с различной частотой обнаружения.

Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ достигало в донных отложениях оз. Биенда-Стемме 9,66 нг/г, оз. Голубое - 4,59 нг/г, в оз. Большое Гусиное - 15,8 нг/г, р. Грендалсэльва - 30,3 нг/г, в донных отложениях залива Гренфьорд - 60,9 нг/г, в донных отложениях залива Биллефьорд - 26,4 нг/г.

Максимальные концентрации ПХБ достигали: в донных отложениях залива Гренфьорд - 0,58 нг/г, в донных отложениях залива Биллефьорд - 0,41 нг/г, в донных отложениях р. Грендалсэльва - 0,17 нг/г, в донных отложениях оз. Биенда-Стемме - 21,6 нг/г, в донных отложениях оз. Голубое - 7,62 нг/г, в донных отложениях оз. Большое Гусиное - 5,19 нг/г. Содержание полихлорциклодиенов, соединений групп ГХЦГ, ДДТ и хлорбензолов в морских и пресноводных донных отложениях не превышало предела обнаружения (<0,05 нг/г), за исключением пробы с акватории залива Гренфьорд севернее п. Баренцбург, где были выявлены 4,4 ДДЭ (0,115 нг/г) и 4,4 ДДТ (0,176 нг/г), и пробы оз. Большое Гусиное, где был выявлен гексахлорбензол в количестве 0,15 нг/г.

В морских донных отложениях превышение ДК отмечено для никеля в оз. Биенда-Стемме (1,1 ДК) и р. Грендалсэльва (до 1,2 ДК), ПХБ #52 (2,5 ДК), #101 (1,5 ДК), #118 (1,9 ДК) и #138 (1,4 ДК) в оз. Биенда-Стемме и ПХБ #118 (до 1,3 ДК) в оз. Большое Гусиное. Остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК.

В целом, вклад техногенной составляющей в формирование уровней содержания загрязняющих веществ в донных отложениях водоемов суши существенен, так как отмечается значительное загрязнение отложений ПХБ, ПАУ и никелем.

В донных отложениях заливов Гренфьорд и Биллефьорд не выявлено значительных превышений допустимого уровня.

Во всех случаях ни один из определяемых параметров загрязнения донных отложений не достигал уровня вмешательства.

Речные, озерные и морские донные отложения характеризуются «умеренной» степенью загрязнения бенз/а/пиреном, бенз/а/антраценом, бенз/к/флуорантеном, индено/1,2,3-с,d/пиреном (менее 20-30), однако загрязнение нафталином, флуорантеном, фенантеном и хризеном достигает «высоких» значений, особенно в морских донных отложениях и отложениях р. Грендалсэльва. Источником загрязнения донных отложений, по-видимому, являются выходы на поверхность горных выработок и отвалы породы, содержащей примесь угля.

Почвы

В почвах территории поселков Баренцбург и Пирамида, а также их окрестностей проводилось определение содержания нефтяных углеводородов, неполярных алифатических углеводородов (НАУ), летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), тяжелых металлов и хлорорганических соединений (ХОС). Интервалы и средние значения содержания загрязняющих веществ приведены в табл. 4.34.

Проведенный анализ показал, что основной вклад в комплексное загрязнение почв исследуемых районов вносят хром, кобальт (превышение ПДК отмечено в 100% образцов в п. Баренцбург и в 83% в п. Пирамида), цинк (превышение ПДК отмечено в 64% образцов в п. Баренцбург и в 58% в п. Пирамида), мышьяк (превышение ПДК отмечено в 95% образцов в п. Баренцбург и в 33% в п. Пирамида), свинец (превышение ПДК отмечено в 50% образцов в п. Баренцбург и в 33% в п. Пирамида), нефтяные углеводороды (превышение ПДК отмечено в 25% образцов в п. Баренцбург и в 10% в п. Пирамида), бенз/а/пирен (превышения ПДК в 50% образцов в п. Баренцбург и в 25% образцов в п. Пирамида), суммарное содержание ПАУ (40% образцов в п. Баренцбург и 17% образцов в п. Пирамида), сумма ПХБ (в 39% и 75%

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, кадмия, никеля, марганца.

Таблица 4.34. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в пробах почвы в 2024 г.

Показатель	п. Баренцбург и окрестности				П. Пирамида и окрестности			
	Интервал			Среднее	Интервал			Среднее
Суммарные НУ, мкг/г	<5	-	4100	397	7,0	-	260	54,5
Сумма НАУ (C ₁₅ -C ₃₁), мкг/г	<0,1			-	<0,1			-
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нг/г								
Сумма ПАУ*	246	-	7733	1842	47	-	2005	632
Тяжелые металлы, мкг/г								
Железо, мг/г	10,1	-	60,1	24,8	5,6	-	26,2	13,5
Марганец	74,5	-	2220	399	<10 ⁻⁴	-	631	293
Цинк	20,8	-	127	64,4	<5,0	-	171	66,4
Медь	15,0	-	68,2	23,6	<0,1	-	33,4	17,6
Никель	14,9	-	42,9	23,7	<0,1	-	39,1	21,7
Кобальт	6,66	-	27,8	11,41	<0,1	-	15,9	7,4
Свинец	8,89	-	50,0	17,4	<0,1	-	30,3	13,7
Кадмий	<0,05	-	0,72	0,26	<0,05	-	0,57	0,18
Хром	16,2	-	47,9	26,3	<0,1	-	33,7	17,4
Ртуть	0,006	-	0,17	0,06	0,006	-	0,16	0,03
Мышьяк	2,22	-	123	13,23	<0,1	-	4,09	1,37
Хлорорганические соединения, нг/г								
Сумма ГХЦГ*	<0,05	-	2,68	0,32	<0,05	-	0,27	0,05
Сумма ДДТ*	<0,05	-	7,45	1,40	<0,05	-	4,21	0,63
Сумма ХБ*	<0,05	-	1,50	0,28	<0,05	-	0,20	0,05
Сумма ПХБ*	<0,05	-	587	66,8	<0,05	-	277	69,5

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 ХБ - сумма концентраций хлорбензолов,

Сумма ПХБ - сумма концентраций конгенеров #28, #31, #52, #99, #101, #105, #118, #128, #138, #153, #156, #170, #180, #183, #187.

Для отобранных проб почвы были рассчитаны суммарные показатели химического загрязнения Zс по тем загрязняющим веществам, концентрации которых превышали установленные ПДК. На основании комплексной оценки степени загрязненности почв по показателю Zс на территории поселков Баренцбург, Пирамида и их окрестностей выявлены районы с различным уровнем загрязнения:

- содержание загрязняющих веществ на территориях фоновых районов характеризуется - допустимым уровнем загрязнения почв по содержанию мышьяка, суммы ПАУ;
- окрестности пос. Баренцбург характеризуются - допустимым уровнем загрязнения почв по общему содержанию нефтяных углеводородов, суммарному содержанию ПАУ (в том числе бенз/а/пирена), гамма-ГХЦГ, свинца и мышьяка;
- территория расположения пос. Пирамида - умеренно опасным уровнем загрязнения почв по суммарному содержанию ПХБ, общему содержанию нефтяных углеводородов, бенз/а/пирена, суммарному содержанию ДДТ, мышьяка;
- территория расположения пос. Баренцбург - умеренно опасным уровнем загрязнения почв по суммарному содержанию ПХБ, суммы ПАУ; общему содержанию нефтяных углеводородов, суммарному содержанию ДДТ, мышьяка, марганца.

Сопоставление с характером многолетнего загрязнения почвенного покрова, наблюдаемого в 2016-2023 гг., показывает на то, что концентрации загрязняющих веществ почвы в пос. Баренцбург, по отдельным показателям, находятся на высоком уровне, при сохранении загрязненности почв на фоновых территориях на уровне прошлых лет (рис. 4.61).

Растительный покров

В растительном покрове территорий в районах расположения поселков Баренцбург и Пирамида, проводилось определение ПАУ, хлорорганических соединений (включая ПХБ) и тяжелых металлов. Учитывая, что наиболее представительными видами растительности, встречающимися на всех выбранных площадках, являются мхи и сосудистые растения, ниже приводятся сведения об уровнях содержания ЗВ, определенных для этих растений, ниже приводятся сведения об уровнях содержания ЗВ, определенных для этих растений (табл. 4.35 и табл. 4.36).

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.

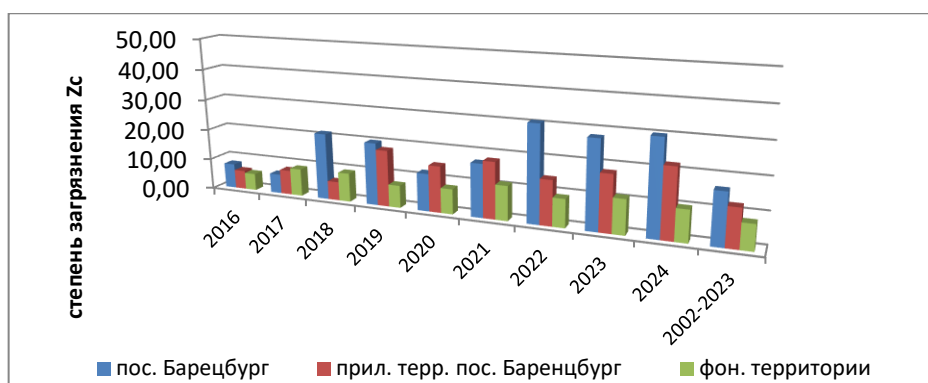


Рис. 4.61. Межгодовая изменчивость суммарного показателя химического загрязнения Z_c в районе поселка Баренцбург, его окрестностях и фоновых территориях и осредненные значения за 2002-2023 гг.

Максимальные значения суммарного содержания ПАУ для мхов в районе пос. Баренцбург было отмечено в образцах, отобранных в районе расположения свалки бытовых отходов и расположения вертолетной площадки, а для сосудистых растений - в образцах, отобранных в центральной части поселка Баренцбург. Максимальное суммарное содержание ПАУ в районе пос. Пирамида для мхов было отмечено в образцах, отобранных в районе порта, а для сосудистых растений - в образцах, отобранных на территории пос. Пирамида в центральной части.

В образцах растительности, как в образцах мха, так и в сосудистых растениях, отобранных в районах расположения поселков Баренцбург и Пирамида, были зафиксированы все контролируемые тяжелые металлы, кроме кобальта и кадмия, концентрации которых не превышали предела обнаружения ($<0,1$ мкг/г). Следует отметить, что относительно повышенные концентрации практически всех загрязняющих веществ были отмечены для мхов, более низкие - для сосудистых растений.

Таблица 4.35. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в растительности в районе поселка Баренцбург в 2024 г.

Показатель	Сосудистые растения				Мхи			
	Интервал		Среднее		Интервал		Среднее	
Полициклические ароматические углеводороды, нг/г								
Сумма ПАУ	69	-	421	210	106	-	2029	959
Тяжелые металлы, мкг/г								
Железо	84,5	-	538	267	2570	-	20500	7140
Марганец	5,4	-	369	91	38,8	-	415	128
Цинк	<0,5	-	46,2	14,3	<0,5	-	83,8	29,5
Медь	2,10	-	664	50,7	2,49	-	87,6	13,85
Никель	0,76	-	10,2	4,35	5,23	-	68,4	16,67
Кобальт	<0,5			<0,5	<0,5			<0,5
Свинец	<0,5	-	<0,5	<0,5	2,86	-	13,8	5,88
Кадмий	<0,5			<0,5	<0,5			<0,5
Хром	5,93	-	63,9	14,8	13,7	-	57,4	26,3
Ртуть	0,02	-	0,13	0,05	0,20	-	1,85	0,67
Мышьяк	<0,5	-	4,61	1,69	<0,5	-	25,1	4,64
Олово	<0,1			<0,1	<0,1			<0,1
Хлорорганические соединения (ХОС), нг/г								
Сумма ГХЦГ	<0,1			0,1	<0,1			-
Сумма ДДТ	<0,1	-	2,23	0,29	<0,1	-	23,56	3,27
Полихлорированные бифенилы (ПХБ), нг/г								
Сумма ПХБ	<0,1	-	22,22	5,68	<0,1	-	431	54,04

Наибольшие значения содержания суммы ПХБ и суммы пестицидов ДДТ во мхах и сосудистых растениях в районе пос. Баренцбург были отмечены для образцов, отобранных в районе расположения консульства. В районе пос. Пирамида наибольшие суммарные концентрации ПХБ и ДДТ для мхов и сосудистых растений были отмечены в образцах, отобранных в центральной части поселка.

Уровни содержания ХОС в растительности исследуемого района были выше, чем в растительности других фоновых арктических регионов. Так, средняя концентрация суммы ХОС во мхах превышала значения, характерные для Арктических тундр, в 3 раза, а в образцах сосудистых растений - в 2 раза. На участках фонового мониторинга среднее содержание суммарных ПХБ во мхах превышает фоновые значения в 4 раза, в образцах сосудистых растений - в 1,5 раза. Средние значения суммы ДДТ в образцах, отобранных на участках мониторинга, превышали фоновые 2 раза для сосудистых растений и для мхов.

Уровни содержания полициклических ароматических углеводородов, а также тяжелых металлов (ртути, свинца и кадмия) в образцах растительности обследованной территории были выше фоновых значений, характерных для других районов Арктики. В образцах мхов, отобранных на участках фонового мониторинга, среднее содержание суммарных ПАУ превышало фоновые значения в 3 раза, в образцах сосудистых растений - в 7 раз. На территории поселка Баренцбург и его окрестностей среднее содержание ПАУ во мхах превышало 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 комплекса зданий вертолетной площадки.

Таблица 4.36. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в растительности в районе поселка Пирамида в 2024 г.

Показатель	Сосудистые растения				Мхи			
	Интервал		Среднее		Интервал		Среднее	
Полициклические ароматические углеводороды, нг/г								
Сумма ПАУ	163	-	338	258	180	-	413	286
Тяжелые металлы, мкг/г								
Железо	149	-	285	207	1400	-	6930	3980
Марганец	8,6	-	74,4	24,3	92,5	-	391	232
Цинк	1,66	-	19,0	10,0	<0,5	-	25,2	18,4
Медь	2,10	-	5,07	3,33	3,09	-	13,7	8,59
Никель	<0,5	-	2,94	1,73	4,09	-	18,1	8,26
Кобальт	<0,5			-	<0,5			-
Свинец	<0,5			-	<0,5	-	1,66	0,5
Кадмий	<0,5			-	<0,5			-
Хром	5,98	-	9,93	7,86	13,2	-	25,5	20,62
Ртуть	0,012	-	0,107	0,04	0,014	-	0,247	0,175
Мышьяк	<0,5			-	<0,5	-	1,24	0,5
Олово	<0,1			-	<0,1			-
Хлорорганические соединения (ХОС), нг/г								
Сумма ГХЦГ	<0,1	—	0,9	0,305	<0,1			-
Сумма ДДТ	<0,1	-	0,14	0,1	<0,1	-	1,01	0,16
Полихлорированные бифенилы (ПХБ), нг/г								
Сумма ПХБ	2,51	-	10,6	6,22	<0,1	-	41,3	14,8

Среднее содержание свинца в пробах, отобранных на участках фонового мониторинга, превышало значения, характерные для фоновых районов Арктики, в 1,5 раза для мхов и в 5 раз для сосудистых растений. На территории пос. Баренцбург и его окрестностей среднее содержание ртути во мхах превышало фоновые в 1,2 раза.

Уровни содержания сумм ГХЦГ и ПХЦД в пробах растительности, отобранных в районе пос. Баренцбург, не превышали фоновые значения, характерные для арктических регионов.

Присутствие значимых концентраций бенз(а)пирена, превышающих уровень обнаружения, отмечено в 100% проб растительности. При концентрациях бенз(а)пирена в растительном покрове менее 10 нг/г степень загрязненности растительного покрова считается «умеренной», при концентрациях от 11 до 20 нг/г - «значительной», при концентрациях выше 20 нг/г - «высокой».

Степень загрязнения растительного покрова территории пос. Баренцбург и других опробованных участков характеризуется как «умеренная», за исключением участка в районе расположения консульства, склада горношахтного оборудования, района свалки бытовых отходов, района отвалов от ТЭЦ, а также района восточного склона г. Стурхеда и вертолетной площадки, где степень загрязнения растительного покрова бенз(а)пиреном расценивается как «высокая».

Загрязненность растительного покрова фоновых участков также можно оценить как «умеренную».

Таким образом, можно отметить, что доминирующими группами загрязняющих веществ в растительном покрове исследуемого района являются ПАУ и хлорорганические соединения. В отдельных районах отбора были отмечены и значительные превышения фоновых уровней и по содержанию тяжелых металлов.

Многолетние наблюдения за характером загрязненности растительного покрова, выполненные в период 2017-2023 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. 4.62. В 2024 г. было отмечено снижение среднего содержания конгенеров ПХБ в образцах растительности, отобранных в районе пос. Баренцбург и Пирамида, относительно предыдущего периода наблюдения с 2017 по 2023 гг.

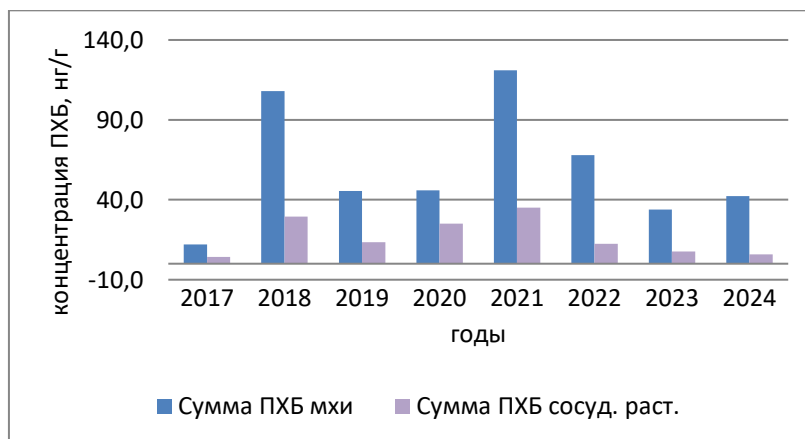


Рис. 4.62. Изменение средних концентраций ПХБ в растительности за период 2017-2024 гг.

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 является критическим.

В 2024 г. по сравнению с предыдущим этапом наблюдений (2017-2023 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, однако в некоторых компонентах природной среды были отмечены случаи идентификации высоких концентрации загрязняющих веществ, прежде всего в пробах почвенного покрова, растительности и донных отложений. В пос. Пирамида, также были выявлены районы с относительно повышенным содержанием загрязняющих веществ.

Заключение

Подразделениями Росгидромета в 2024 г. так же, как и на протяжении ряда десятилетий, проводились 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.

В глобальном масштабе в 2024 г. продолжался рост солнечной активности. Учитывая внимание Всемирной метеорологической организации (WMO) к поискам связи солнечной активности с климатом, наблюдения в аномальный по уровню активности период 24-го солнечного цикла и в начавшийся новый 25 солнечный цикл могут стать важными источниками пополнения базы данных для этих исследований.

2024 г. в России был в целом очень тёплым. Среднегодовые температуры воздуха в среднем по РФ, ЕЧР и АЧР были на 1,21°C, 1,36°C и 1,16°C выше нормы. Температуры выше климатической нормы наблюдались практически всюду на всей территории страны. Из сезонов в целом по России наибольшие превышения температуры над нормой были отмечены летом и осенью.

Осадки в 2024 г. в целом по России составили 101% нормы. Наблюдался контраст выпадения осадков: на ЕЧР преобладал дефицит осадков (93% нормы, особенно сильный дефицит наблюдался в ЮФО), а на АЧР преобладал избыток осадков (106% нормы, особенно значительный в СФО).

Первый снег зимой 2023-2024 гг. на большей части Европейской части России выпал раньше среднеклиматических сроков на 5-10 дней, за исключением Южного Урала, Республики Коми, отдельных районов Архангельской области и Северо-Кавказского ФО. На большей части Сибири и Дальневосточного ФО снежный покров установился позже обычного, что обусловлено очень теплой погодой на всей Азиатской территории в октябре 2023 г. На Таймыре, в Республике Тыва и на арктическом побережье Чукотки снег лег раньше обычного. Аномально теплая погода на ЕЧР и в Сибири обусловила сход снежного покрова на 15-25 дней раньше климатических сроков в южных районах ЕЧР, Сибири и дальневосточном юге. Несмотря на теплую погоду, снежный покров задержался дольше обычного в северо-западных и северных областях ЕЧР, на Верхней Волге, Урале и в автономных округах Тюменской области.

В 2024 г. на территории России было зарегистрировано рекордное количество опасных гидрометеорологических явлений, включая агрометеорологические и гидрологические явления - 1234, из которых 493 нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения. Наибольший ущерб был нанесен, в первую очередь, весенними и дождевыми паводками, а также очень сильными дождями и порывистым ветром. По сравнению с 2023 г. увеличилось на 6% число случаев опасных метеорологических явлений (ОЯ) и комплексов метеорологических явлений (КМЯ), сочетание которых образуют ОЯ, и составило 679 случаев. Самой высокой была повторяемость очень сильных осадков, очень сильного ветра, КМЯ и заморозков, суммарное количество которых составило 79% от всех опасных метеорологических явлений в 2024 г. Наибольший ущерб хозяйству страны нанесли также град, заморозки и пожары на фоне чрезвычайной пожарной опасности, сохранявшейся в ряде регионов на протяжении нескольких месяцев в период с апреля по октябрь.

Распределение выбросов парниковых газов (ПГ) по секторам экономики с 1990 г. не претерпело существенных изменений. Доминирующую роль продолжает играть энергетический сектор. Несколько возросла роль выбросов, связанных с промышленностью, уменьшился вклад сельского хозяйства. Почти в 3 раза возрос вклад в совокупный выброс ПГ сектора отходов.

Анализ всей совокупности данных наблюдений показал, что в последние годы радиационная обстановка на территории Российской Федерации была стабильной и в 2024 г. по сравнению с предыдущими годами (2018-2023 гг.) 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.

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 загрязнения атмосферного воздуха, осадков, почв, поверхностных вод можно отнести к чистым территориям.

Качество атмосферного воздуха городов Российской Федерации сохраняется неудовлетворительным.

С введением в действие СанПиН 1.2.3685-21, в котором для ряда загрязняющих веществ установлены более жесткие нормативы – предельно допустимые концентрации, обеспечивающие допустимые (приемлемые) уровни риска при хроническом (не менее 1 года) воздействии – среднегодовая (ПДКс.г.), оценка качества воздуха в 2022-2024 гг. существенно отличается от оценок за предыдущие годы.

В 116 городах (48% от количества городов, где определен уровень загрязнения) с населением 50,9 млн человек (47% городского населения России) качество атмосферного воздуха характеризуется ИЗА>7.

В 203 городах (80% городов, где проводятся наблюдения) с населением 73,7 млн человек средние за год концентрации какого-либо вещества превысили 1 ПДК, в т.ч. в 149 городах с населением 60 млн человек – формальдегида, в 105 городах с населением 37,6 млн человек – взвешенных веществ.

В 33 городах с населением 8,8 млн человек максимальные концентрации загрязняющих веществ превысили 10 ПДК, за год было отмечено 288 случаев превышения 10 ПДК различными загрязняющими веществами, длительность которых в городах с непрерывными наблюдениями составила от 20 минут до 5 часов 40 мин.

В 47 городах (19% городов, где проводятся наблюдения) с численностью населения 11,8 млн человек средние за год концентрации бенз(а)пирена - вещества первого класса опасности, поступающего в атмосферу при сгорании топлива, превысили 1 ПДК. В 41 городе с населением 11,2 млн человек максимальные из среднемесячных (среднесуточных) концентрации бенз(а)пирена превысили 5 ПДК, в 24 городах с населением 5,0 млн человек — 10 ПДК.

Список городов с $\text{ИЗА} \geq 14$ включает 38 городов с населением 9,3 млн человек. В большинстве городов списка основными источниками выбросов являются предприятия топливно-энергетического комплекса, в 13 городах из них имеются предприятия черной и цветной металлургии, алюминиевой промышленности, в 16 — химической и нефтехимической, в 10 — лесной и деревообрабатывающей, в 2 — угольной.

Тенденция изменения загрязнения воздуха показывает, что за пять лет в городах России концентрации взвешенных веществ, оксида углерода и бенз(а)пирена снизились; диоксида серы не изменились; оксидов азота и формальдегида увеличились.

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, которые накапливаются в условиях перманентного техногенного воздействия при поступлении загрязняющих веществ из атмосферы и другими путями.

В 2024 г. на содержание токсикантов промышленного происхождения (ТПП) были обследованы почвы территорий Дальневосточного, Приволжского, Сибирского, Уральского и Центрального федеральных округов (ФО). Результаты наблюдений показали, что отдельные участки обследованных почв на территории Дальневосточного ФО загрязнены кадмием, свинцом, цинком, медью; Сибирского ФО - водорастворимыми соединениями фтора, нефтепродуктами, кадмием, свинцом, цинком, никелем, мышьяком; Уральского ФО - кадмием, медью, никелем, свинцом, цинком; Приволжского ФО - нефтепродуктами, полихлорбифенилами (ПХБ), бенз(а)пиреном (БП). За период наблюдений 2015-2024 гг. почвы 3,1% населенных пунктов отнесены к опасной категории загрязнения, 10,1% - к умеренно опасной категории загрязнения. Почвы 86,8% населённых пунктов (в среднем) по показателю загрязнения Z_f относятся к допустимой категории загрязнения тяжелыми металлами (ТМ). Отдельные участки почв обследованных территорий могут иметь более высокую категорию загрязнения ТМ.

В целом в почвах обследованных в 2024 г. территорий населенных пунктов РФ наблюдается как увеличение или уменьшение, так и сохранение на прежнем уровне в пределах варьирования массовых долей ТПП по сравнению с результатами предыдущих наблюдений.

В 2024 г. на территориях 39 субъектов Российской Федерации были выборочно обследованы почвы сельскохозяйственного назначения и зоны отдыха на содержание в них остаточных количеств пестицидов. Загрязненные выше установленных гигиенических нормативов участки сельскохозяйственных угодий выявляются на территории Российской Федерации ежегодно. В 2024 г. загрязненные гербицидом 2,4-Д площади составили 2,1% от обследованной площади 8479 га, в 2023 г. - 2,3% от обследованной площади 7300 га, в 2022 г. - 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.

Выполненные в 2024 г. обследования почв вокруг 7 складов неликвидных пестицидов в 6 субъектах РФ показали, что, как и в предыдущие годы, распространение загрязнения от складов пестицидов, в основном, не происходит.

В 2024 г. в большинстве створов вода водных объектов оценивалась как «загрязненная», реже «грязная». В единичных случаях были отмечены створы с «экстремально грязной» водой (руч. Варничный и р. Роста Мурманской обл.; в 2-х створах (1,3%) - р. Гжать ниже г. Гагарин (Иваньковское водохранилище) и р. Падовая г. Самара в черте п. Стройкерамика (Саратовское водохранилище) бассейна р. Волга; 3,4% створов водных объектов бассейна р. Ока; р. Глубокая, ниже г. Миллерово и р. Средний Егорлык ниже г. Сальск бассейна р. Дон; р. Исеть ниже г. Екатеринбург и р. Пышма выше и ниже г. Березовский бассейна р. Иртыш).

В ряде бассейнов рек в 2024 г. отмечались створы, вода в которых оценивалась как «условно чистая» или «слабо загрязненная». Так, к «условно чистым» относились створы водных объектов 10 бассейнов, в том числе: 66,6% водных объектов Крыма (бассейн Черного моря); 20,0% бассейна р. Енисей; 18,2% водных объектов Крыма (бассейн Азовского моря); 14,9% бассейна р. Кубань; 13,0% водных объектов Карелии (бассейн Белого моря); 3,4% водных объектов полуострова Камчатка; 0,8% бассейна р. Нева.

К «слабо загрязненным» относились створы водных объектов 15 бассейнов, в том числе: 62,0% водных объектов Карелии (бассейн Белого моря); 62,1% водных объектов полуострова Камчатка; 45,5% рек Крыма (бассейн Азовского моря); 26,6% водных объектов Крыма (бассейн Черного моря); 21,2% бассейна р. Нева; 20,5% бассейна р. Лена; 19,0% водных объектов Кольского полуострова; 17,5% рек о. Сахалин; 16,0% бассейна р. Енисей; 10,6% бассейна р. Кубань; 7,7% бассейна р. Дон; 6,3% бассейна р. Волга; 6,0% бассейна р. Печора; 3,9% бассейна р. Обь.

В 2024 г. высокое (ВЗ) и экстремально высокое (ЭВЗ) загрязнение поверхностных пресных вод были зафиксированы в 56 субъектах Российской Федерации. Наибольшее суммарное количество случаев ВЗ и ЭВЗ (свыше 100) было отмечено на водных объектах в 8 регионах: Свердловской, Смоленской, Мурманской, Московской, Калининградской, Новосибирской и Ростовской областях, а также Красноярском крае, что в совокупности составило 67% случаев ВЗ и ЭВЗ в стране. Всего в 2024 г. было зарегистрировано 3095 случаев ЭВЗ и ВЗ по 30 загрязняющим веществам и 5 показателям качества воды (АСПАВ, БПК₅, растворенному в воде кислороду, ХПК, запаху).

Как и в предыдущие годы, наиболее распространенными загрязняющими веществами воды водных объектов на границах РФ являлись органические вещества и соединения металлов (медь, марганец, цинк, никель), а наиболее загрязненными сохранялись участки рек на границе с Норвегией, Казахстаном и Китаем.

Все морские районы наблюдений могут быть разделены в 2024 г. на следующие группы качества вод: «чистые» воды - Каспийское море: Северный Каспий (разрез III); Азовское море: Темрюк порт, Темрюк Протока, Темрюк Кубань (взморье), Темрюк лиманы, Керченский пролив; Черное море: Анапа, Геленджик, Новороссийск, Туапсе, порт Сочи, эстуарии Сочи, открытые воды Сочи, порт Ялта; Баренцево море: водпост порта Мурманск; Гренландское море: Шпицберген, Тихий океан: Авачинская губа. «Умеренно загрязненные» воды - Каспийское море: Северный Каспий

(разрез IV), Сулак, Каспийск, Лопатин, Избербаш; Азовское море: Таганрогский залив, низовья дельты реки Кубань; Охотское море: Сахалин: Пригородное, Александровск-Сахалинский, Стародубское, порт Корсаков; Японское море: Уссурийский залив, Амурский залив, залив Находка, пролив Босфор Восточный, бухта Диомид; Балтийское море: Финский залив (мелководная и глубоководная зоны восточной части, Копорская губа); Белое море: Двинский залив. «Загрязненные» воды - Каспийское море: устье Терека, устье Самура, Махачкала, Дербент, (высокое содержание ртути, нефтяных углеводородов, фосфатов); Азовское море: эстуарий Дона (высокое содержание фенолов, аммонийного азота, нефтяных углеводородов), Японское море: бухта Золотой Рог (высокое содержание фенолов, СПАВ, органических веществ по БПК₅); Балтийское море: Финский залив (курортный район мелководной зоны и Лужская губа). «Грязные» воды - Белое море: торговый порт Кандалакша (высокое содержание аммония и фосфатов). «Очень грязные» воды - Балтийское море: Невская губа (высокое содержание меди, цинка, марганца, нитратов, органических веществ по БПК₅).

В 2024 г. состояние биоценозов поверхностных вод суши и прибрежных морских акваторий РФ сохранялось на стабильном уровне, кардинальных изменений в таксономическом составе и структуре сообществ, а также градации состояния экосистем не было выявлено.

Выполненные в 2024 г. результаты оценки состояния бассейна озера Байкал - объекта всемирного природного наследия ЮНЕСКО свидетельствуют о сохранении негативного влияния на экосистему озера следующих источников загрязнения: вынос загрязняющих веществ в озеро с водным стоком р. Селенга, район выпуска КОС г. Байкальска, район выхода трассы БАМ на севере озера и район портов Южного Байкала.

Гидрохимические наблюдения за качеством воды озера Байкал в 2024 г. показали, что в районе контрольного 100-метрового створа, расположенного в месте глубоководного выпуска КОС г. Байкальска, в воде озера наблюдались повышенные концентрации летучих фенолов.

В районе северной оконечности озера отмечено увеличение, относительно фонового района озера, максимальных концентраций взвешенных веществ, минеральных веществ и хлоридов. В районе Селенгинского мелководья незначительно повысились максимальные концентрации хлоридов и кремния. Также повышенные концентрации загрязняющих веществ отмечались в порту Култук и порту Байкал.

В качественном составе донных отложений, по-прежнему, присутствует значительная доля полиаренов. Их наличие во всех контролируемых районах озера указывает на постоянный характер загрязнения донных отложений Байкала.

Техногенный поток ПАУ особенно сильно проявляется в районе выпуска КОС г. Байкальска, где загрязнение многократно превышает фоновый уровень. Следует отметить, что в донных отложениях соответственно увеличивается не только содержание бенз(а)пирена (БП), но и ряда канцерогенных ПАУ.

Результаты гидробиологических наблюдений свидетельствуют, что исследованные районы озера остаются под влиянием антропогенного загрязнения.

Особое опасение вызывает развитие водорослей рода *Spirogyra* Link., которые были выявлены в значительном количестве в зоопланктонных пробах во всех исследованных районах озера, а в пробах бентоса - в районе КОС г. Байкальска, северного Байкала и Селенгинского мелководья. Также спирогира была выявлена в воде портов южного Байкала - Байкал, Большое Голоустное, Култук, Байкальск, Выдрино и в донных отложениях портов Култук и Выдрино, вызывая здесь «цветение» воды.

В настоящее время развитие спирогиры наиболее часто наблюдается в местах повышенного содержания биогенных элементов в воде, главной причиной которого являются недостаточно очищенные сточные воды.

В 2024 г. доля главного притока озера - р. Селенга в поступление наблюдаемых веществ сохранилась приоритетной и достигала: 92,0% - взвешенные вещества, 81,2% - органические вещества, 78,7% - легкоокисляемые органические вещества, 73,9% - нефтяные углеводороды, 71,8% - летучие фенолы, 62,1% - АСПАВ, 54,3% - смолистые компоненты, 55,4% - соединения меди, 68% - цинка, 77,0% - кадмия, 81,0% - свинца.

Территория суши Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) составляет 4,01 млн км², где в настоящее время проживает около 2,5 млн. чел, что составляет менее 2% населения России.

За последние пять лет в ряде городов Арктической зоны РФ наблюдается рост уровня загрязнения атмосферного воздуха: отмечается увеличение в 2-3 раза концентраций формальдегида в Архангельске, Мончегорске, Мурманске, Новодвинске и Салехарде; в Мончегорске возросли концентрации взвешенных веществ.

По результатам анализа показателей качества воздуха в городах АЗРФ в 2024 г. 7 городов характеризуются оценкой загрязнения атмосферного воздуха, соответствующей значению ИЗА <5, Северодвинск - ИЗА от 5 до 6, 8 городов - ИЗА от 7 до 13.

На территории АЗРФ средние за год концентрации загрязняющих веществ в атмосферном воздухе превысили среднее значение в целом по России: диоксида серы - в 8 городах, взвешенных веществ - в Норильске, оксида азота - в Коле. Средние за год концентрации формальдегида во всех 9 городах, где проводятся измерения, достигли сверхнормативных значений, в 7 из них - превысили среднее значение по России. Среднегодовая концентрация озона в Норильске составила 1,4 ПДКс.г., сероводорода в Новодвинске - 1,5 ПДКс.г.

В г. Норильск максимальные разовые концентрации 11 загрязняющих веществ превысили гигиенические нормативы, а в районах города - Оганер и Кайеркан - 9-ти. Максимальная разовая концентрация сероводорода в Норильске составила 39,0 ПДКм.р., диоксида серы - 22,8 ПДКм.р., максимальная среднемесячная концентрация бенз(а)пирена - 3,7 ПДКс.с.

В 2024 г. качество воды рек Европейского сектора АЗРФ на территории Кольского полуострова изменялось от «слабо загрязненной» (р. Лотта) до «экстремально грязной» (рр. Колос-Йоки, Роста), для рек Карелии - от «слабо загрязненной» до «загрязненной». Вода рек Западно-Сибирского сектора АЗРФ оценивалась как «грязная». Исключение составили рр. Енисей (г. Игарка), Амбарная и Норильская, где качество воды оценивалось как «загрязненная».

В 2024 г. в поверхностных водах Арктической зоны РФ было зарегистрировано 259 случаев ЭВЗ и ВЗ по 15 загрязняющим веществам и показателям качества воды (АСПАВ, БПК₅, растворенному в воде кислороду, ХПК, запаху). Максимальное количество случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод АЗРФ ежегодно отмечается в Мурманской обл.

и Ямало-Ненецком АО. Поверхностные воды загрязнены, в основном, соединениями никеля, марганца, меди, алюминия, железа общ., молибдена, ртути и цинка.

Анализ данных, полученных в результате регулярных наблюдений за загрязнением окружающей среды Российской Федерации в 2024 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@gidrohim.com
2. Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод Российской Федерации по гидробиологическим показателям
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А.Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: an_roman(at)igce.ru
3. Ежегодник «Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации»
ФГБУ «НПО «Тайфун»
249038, Калужская обл.,
г. Обнинск, ул. Победы, 4
Факс: +7 (48439) 40-910
E-mail: post@typhoon.obninsk.ru
4. Ежегодник «Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения»
ФГБУ «НПО «Тайфун»
249038, Калужская обл.,
г. Обнинск, ул. Победы, 4
Факс: +7 (48439) 40-910
E-mail: post@typhoon.obninsk.ru
5. Обзор фоновое состояние окружающей природной среды на территории стран СНГ
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А.Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: an_roman(at)igce.ru
6. Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям
ФГБУ «Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова» (ФГБУ «ГОИН»)
119034, Москва, Кропоткинский пер., 6
Факс: +7 (495) 246-72-88
E-mail: adm@oceanography.ru
7. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории Российской Федерации
ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова» (ФГБУ «ГГО»)
194021, Санкт-Петербург, ул. Карбышева, 7
Факс: +7 (812) 297-86-61
E-mail: director@main.mgo.rssi.ru
8. Ежегодник «Радиационная обстановка по территории России и сопредельных государств»
ФГБУ «НПО «Тайфун»
249038, Калужская обл.,
г. Обнинск, ул. Победы, 4
Факс: +7 (48439) 40-910
E-mail: post@rpatyphoon.ru
9. Ежегодный сборник информационно-справочных материалов «Состояние загрязнения окружающей среды Московского региона»
ФГБУ «Центральное УГМС»
127055 г. Москва,
ул. Образцова, д. 6
Факс: +7 (495) 688-93-97
E-mail: moscgms-aup@mail.ru
10. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А.Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: an_roman(at)igce.ru
11. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии имени академика Ю.А.Израэля» (ФГБУ «ИГКЭ»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: an_roman(at)igce.ru

Список авторов

РАЗДЕЛ 1

1.1.	ФГБУ «ИПГ»	Денисова В.И., Лашина Г.А.
1.2.	ФГБУ «Гидрометцентр России»	Голубев А.Д., Сидоренков Н.С.
1.3.-1.4.	УГСН Росгидромета ФГБУ «ИГКЭ»	Жемчугова Т.Р. <u>Бардин М.Ю.</u> , Ранькова Э.Я., Платова Т.В., Самохина О.Ф., Антипина У.И., Свистунова К.С., Котова Д.С.
1.5.	ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» ФГБУ «Гидрометцентр России»	Коршунова Н.Н. Сидоренков Н.С.
1.6.	ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД» ФГБУ «ГГИ»	Коршунова Н.Н. Куприёнок Е.И.

РАЗДЕЛ 2

2.1.	УМЗА Росгидромета <u>НИУ Росгидромета:</u>	Пешков Ю.В., Котлякова М.Г., Красильникова Т.А.
2.2.1.	ФГБУ «ИГКЭ»	Романовская А.А., Нахутин А.И., Гинзбург В.А., Коротков В.Н., Грабар В.А., Зеленова М.С., Имшенник Е.В., Бакурова Э.Ю., Вертянкина В.Ю., Говор И.Л., Григурина Т.В., Зайнулин С.М., Иванова В.А., Литвинчук Г.Г., Лытов В.М., Пожидаева А.Е., Полумиева П.Д., Попов Н.В., Самохвалов Д.М., Сорокина Д.Д., Трунов А.А., Шерстнева Е.А.
2.2.2.	ФГБУ «ГГО»	Парамонова Н.Н., Ивахов В.М., Привалов В.И.
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»	Банкова Т.В., Варгин П.Н., Хаттатов В.У.
2.3.3.1.	ФГБУ «ГГО»	Соломатникова А.А., Павлова К.Г., Артамонова И.В.
2.3.4.	ФГБУ «ИГКЭ»	Парамонов С.Г., Иванов В.А., Мищенко К.И., Позднякова Е.А., Кручина Е.Б.
2.3.5.-2.3.6.	ФГБУ «ГГО»	Першина Н.А., Павлова М.Т.
2.3.6.1.	ФГБУ «ИГКЭ»	Манзон Д.А., Беспалов М.С.
2.3.7.		Парамонов С.Г., Бурцева Л.В., Пастухов Б.В., Алехина М.А., Конькова Е.С.
2.3.8.		Брускина И.М., Громов С.А., Конькова Е.С., Александрова М.С., Иванов В.А.
2.3.9.		Громов С.А., Жигачева Е.С., Галушин Д.А.
2.4.1.	ФГБУ «ИГКЭ»	Парамонова Т.А., Черногаева Г.М.
2.4.2.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Павлова Н.Н., Лукьянова Н.Н., Башилова Н.И.
2.5.	ФГБУ «ИГКЭ»	Парамонов С.Г., Бурцева Л.В., Пастухов Б.В., Жигачева Е.С.
2.6.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Каткова М.Н.
2.6.1.		Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Полянская О.Н., Богачева Е.Г.
2.6.2.		Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Зубачева А.А.
2.6.3.		Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Полянская О.Н., Зубачева А.А.

РАЗДЕЛ 3

3.1.	ФГБУ «ГГО»	Довольская М.Л., Загайнова М.С., Ивлева Т.П., Любушкина Т.Н., Смирнова И.В.
3.2.1.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Павлова Н.Н., Лукьянова Н.Н., Башилова Н.И.
3.2.2.		Башилова Н.И., Лукьянова Н.Н.
3.3.1.	ФГБУ «ГХИ»	Трофимчук М.М., Романюк О.Л., Ничипорова И.П., Лямперт Н.А., Хорошевская В.О., Первышева О.А., Лавренко Н.Ю., Рогозина Т.В., Федотова О.Л., Корягина Н.В., Голубкина М.А., Попова Е.М.
3.3.2.	ФГБУ «ИГКЭ»	Потютко О.М., Буйволов Ю.А., Лазарева Г.А., Чамкина А.В., Пастухова Ю.А.
3.3.3.		Жадановская Е.А.
3.3.4.	ФГБУ «ГХИ»	Даниленко А.О., Якунина О.В., Сазонов А.Д.
3.3.5.	ФГБУ «ГОИН»	Коршенко А.Н., Постнов А.А., Крутов А.Н., Кирьянов В.С., Пинигина Е.П., Спирина В.А., Жохова Н.В., Чекменева Н.А., Погожева М.П., Щербаков К.А., Матвейчук И.Г., Долгова А.О.
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»	Мельничук А.Ю., Плешакова Г.В., Стукалова Е.Г., Маркина О.Д., Крюков Д.С., Волкова Т.А., Иванова Н.К.
4.2.1.	ФГБУ «ГХИ»	Аджиев Р.А.
4.2.2.		Резников С.А.
4.2.3.		Якунина О.В.
4.2.4.		Тезикова Н.Б.
4.2.5.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Запевалов М.А., Самсонов Д.П., Лукьянова Н.Н., Левшин Д.Г.
4.3.	ФГБУ «ИГКЭ»	Черногаева Г.М., Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я., Самохина О.Ф., Платова Т.В., Свистунова К.С., Котова Д.С., Журавлева Л.Р., Малеванов Ю.А., Беспалов М.С., Манзон Д.А., Потютко О.М., Буйволов Ю.А.
	ФГБУ «АНИИ»	Алексеев Г.В., Иванов Н.Е., Смоляницкий В.М.
	ФГБУ «ГГИ»	Куприёнок Е.И.
	ФГБУ «ГГО»	Парамонова Н.Н., Ивахов В.М., Привалов В.И., Русина Е.Н., Боброва В.К., Соколенко Л.Г., Зайнетдинов Б.Г., Занюков В.В., Соломатникова А.А., Павлова К.Г., Артамонова И.В., Першина Н.А., Павлова М.Т., Довольская М.Л., Загайнова М.С., Ивлева Т.П., Любушкина Т.Н., Смирнова И.В.
	ФГБУ «ГХИ»	Косменко Л.С., Кондакова М.Ю., Коваленко А.А.
	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Полянская О.Н., Зубачева А.А.
4.4.	Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун»	Демешкин А.С., Пядушкин С.А.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФГБУ «ИГКЭ»	Черногаева Г.М.
-------------	-----------------