

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

О Б З О Р

**СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ЗА 2017 ГОД**

МОСКВА

2018

УДК 551.550.42

ISBN

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

Редакционная комиссия: Г.М. Черногаева, С.А. Громов, Е.А. Жадановская, 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 2017 год по информации, полученной от территориальных подразделений Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Материалы к Обзору по компонентам природной среды подготовлены институтами Росгидромета: ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова», ФГБУ «Гидрохимический институт», ФГБУ «Государственный океанографический институт им. Н.Н. Зубова», ФГБУ «НПО «Тайфун», ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН», ФГБУ «Государственный гидрологический институт», ФГБУ «Гидрометцентр России», ФГБУ «Центральная аэрологическая обсерватория», ФГБУ «Институт прикладной геофизики», ФГБУ «АРКТИЧЕСКИЙ И АНТАРКТИЧЕСКИЙ НАУЧНО-ИССЛЕДОВАТЕЛЬСКИЙ ИНСТИТУТ (ФГБУ "АНИИ")», Северо-Западным филиалом ФГБУ «НПО «Тайфун», а также ФГБУ «Центральное УГМС».

Обобщение материалов выполнено ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» и Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ Росгидромета.

Обзор предназначен для широкой общественности, ученых и практиков природоохранной сферы деятельности. С Обзором можно ознакомиться на сайте Росгидромета <http://www.meteorf.ru/> и на сайте ФГБУ «ИГКЭ» <http://downloads.igce.ru/publications/reviews/review2017.pdf>.

© Росгидромет, 2018 г.

© Перепечатка любых материалов из Обзора только со ссылкой на Росгидромет

Содержание

Предисловие	5
1. Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности года	6
1.1. Гелиогеофизическая обстановка	6
1.2. Опасные гидрометеорологические явления	9
1.3. Температура воздуха	11
1.4. Атмосферные осадки	14
1.5. Снежный покров	17
1.6. Водные ресурсы	19
2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему и состояние окружающей среды	26
2.1. Характеристика государственной сети наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды	26
2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему	27
2.2.1. Эмиссия парниковых газов	28
2.2.2. Содержание CO ₂ и CH ₄ в атмосфере	29
2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферы	31
2.3.1. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы	31
2.3.2. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы	34
2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями	36
2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ	38
2.3.4. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по данным сети СКФМ)	40
2.3.5. Ионный состав атмосферных осадков на российских станциях, входящих в систему Глобальной Службы Атмосферы ВМО	44
2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков	50
2.3.6.1. Загрязнение и закисление снежного покрова в регионах Российской Федерации ...	54
2.3.7. Фоновое загрязнение атмосферных осадков (по данным сети СКФМ)	57
2.3.8. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих веществ (ЕМЕП)	60
2.3.9. Региональное загрязнение воздуха и осадков по данным станций мониторинга ЕАНЕТ ..	62
2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности	64
2.4.1. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности (по данным сети СКФМ) ..	64
2.4.2. Фоновые массовые доли химических веществ в почвах в региональном аспекте	68
2.5. Фоновое загрязнение поверхностных вод (по данным сети СКФМ)	71
2.6. Радиационная обстановка на территории России	72
2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха	73
2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод	75
2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов	75
3. Загрязнение окружающей среды регионов России	79
3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов	79
3.1.1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха	79
3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха	80
3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах	82
3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации	86
3.2. Загрязнение почвенного покрова	88
3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения	88
3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов	93

3.3. Загрязнение поверхностных вод	99
3.3.1. Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации	99
3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов	118
3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации	121
3.3.4. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ	124
3.3.5. Загрязнение морских вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям	127
3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских вод	140
4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных территорий	143
4.1. Московский регион	143
4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха	144
4.1.2. Загрязнение почвенного покрова	146
4.1.3. Загрязнение поверхностных вод	148
4.1.4. Характеристика радиационной обстановки	151
4.2. Озеро Байкал	153
4.2.1. Гидрохимические наблюдения за качеством поверхностных вод	153
4.2.2. Донные отложения	154
4.2.3. Гидробиологическая оценка воды	155
4.2.4. Состояние загрязненности воды р. Селенга	156
4.3. Арктическая зона Российской Федерации	158
4.3.1. Особенности климатического режима года	160
4.3.2. Комплексная оценка состояния и загрязнения окружающей среды в Арктической зоне Российской Федерации	167
4.4. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в районе пос. Баренцбург и прилегающих территорий	190
Заключение	199
Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета	204
Список авторов	205

Предисловие

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

Результаты выполненного анализа данных наблюдений и выводы о сохранении высоких уровней загрязнения атмосферного воздуха в городах страны и поверхностных вод многих водных объектов (с оценкой приоритетности существующих проблем) являются важным элементом информационной поддержки реализации задач государственного надзора за источниками выбросов (сбросов) вредных веществ в окружающую среду.

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

Руководитель Росгидромета

М.Е. Яковенко

1. Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности года

1.1. Гелиогеофизическая обстановка

По характеру изменения основных индексов солнечной активности 2017 год относится к ветви спада солнечной активности текущего 24-го (с условного начала отсчета в 1775 г.) 11-летнего солнечного цикла. Максимум 24-го солнечного цикла, как и несколько предыдущих циклов, показанных на рисунке 1.1. имеет двухвершинную структуру.

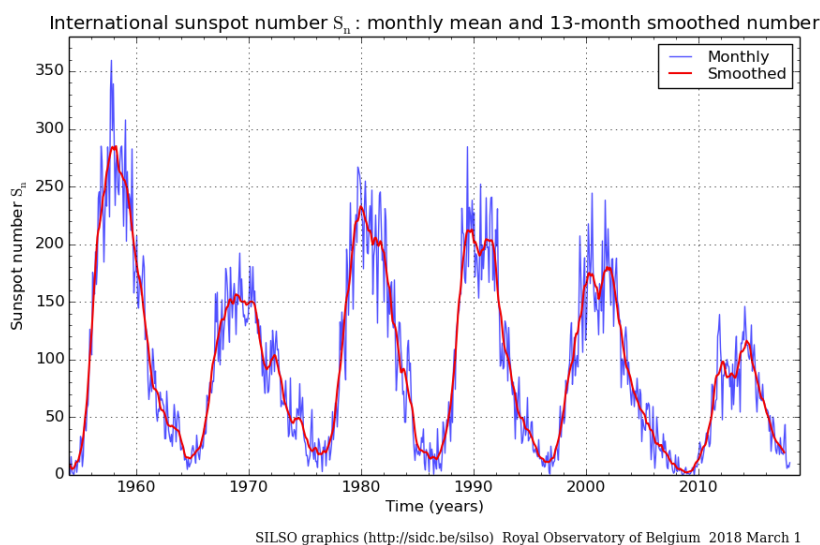


Рис. 1.1. Изменение сглаженных чисел Вольфа по данным Международного центра солнечных индексов (Брюссель, Бельгийская королевская обсерватория)

Первая вершина наблюдалась в 2012 году, вторая в 2014 году. Это иллюстрирует рисунок 1.2, где приведены более подробные данные (среднемесячные значения чисел Вольфа) за последние 13 лет (с 2005 года по 2017 год) и прогноз на 2018-2019 годы.

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

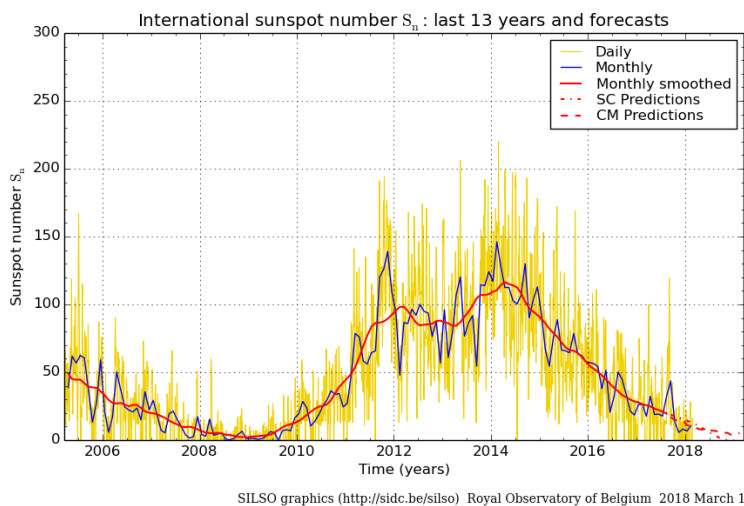


Рис. 1.2. График изменения среднемесячных значений чисел Вольфа

Текущий цикл существенно уступает предыдущему не только по числу Вольфа, но и другим проявлениям солнечной активности.

Среднегодовое значение чисел Вольфа, характеризующих солнечную активность по сравнению с 2016 годом, уменьшилось почти в два раза, а по сравнению с 2015 годом почти в четыре раза. Среднегодовое значение потока радиоизлучения Солнца по сравнению с 2016 годом уменьшилось на 10-15%, а по сравнению с 2015 годом уменьшилось на 35%.

Радиационная обстановка в околоземном космическом пространстве изменялась от слабо возмущенной до умеренно возмущенной.

Радиационная обстановка в околоземном космическом пространстве и на трассах полетов пилотируемых космических аппаратов оценивалась как:

- невозмущенная 14 и 24 июля, 4 и 6 сентября;
- слабо возмущенная 7 и 8 сентября;
- от слабо возмущенной до умеренно возмущенной с 10 сентября до 13 сентября.

Суммарная продолжительность умеренно возмущенного состояния радиационной обстановки в ОКП и на трассах полетов пилотируемых космических аппаратов составила 1,7 суток, слабо возмущенного - 3,5 суток, в остальное время радиационная обстановка оценивалась как невозмущенная.

Для сравнения в 2016 году радиационная обстановка в околоземном космическом пространстве и на трассах полетов пилотируемых космических аппаратов оценивалась как невозмущенная в течение всего года, а в течение года было зарегистрировано четыре вторжения солнечных космических лучей (СКЛ).

Состояние магнитного поля Земли

По данным среднеширотных станций Российской Федерации геомагнитное поле было сильно возмущенное в течение одних суток (8 сентября), умеренно возмущенное в течение шести суток (27 марта, 22 апреля, 16 июля, 28 сентября, 13 октября и 8 ноября), в течение 26 суток - слабо возмущенное, в течение 31 суток - неустойчивое, в остальное время геомагнитное поле менялось от спокойного до очень спокойного (оценка по ApMos). Суммарное возмущение геомагнитного поля в 2017 году несколько больше и сильнее, чем в 2016 году.

Основным источником магнитных бурь (32 бури) в 2017 году были корональные дыры, некоторые из них существовали на диске Солнца ни один оборот. На рисунке 1.3 представлены фрагменты прохождения корональных дыр по диску Солнца, которые существовали на диске ни один оборот.

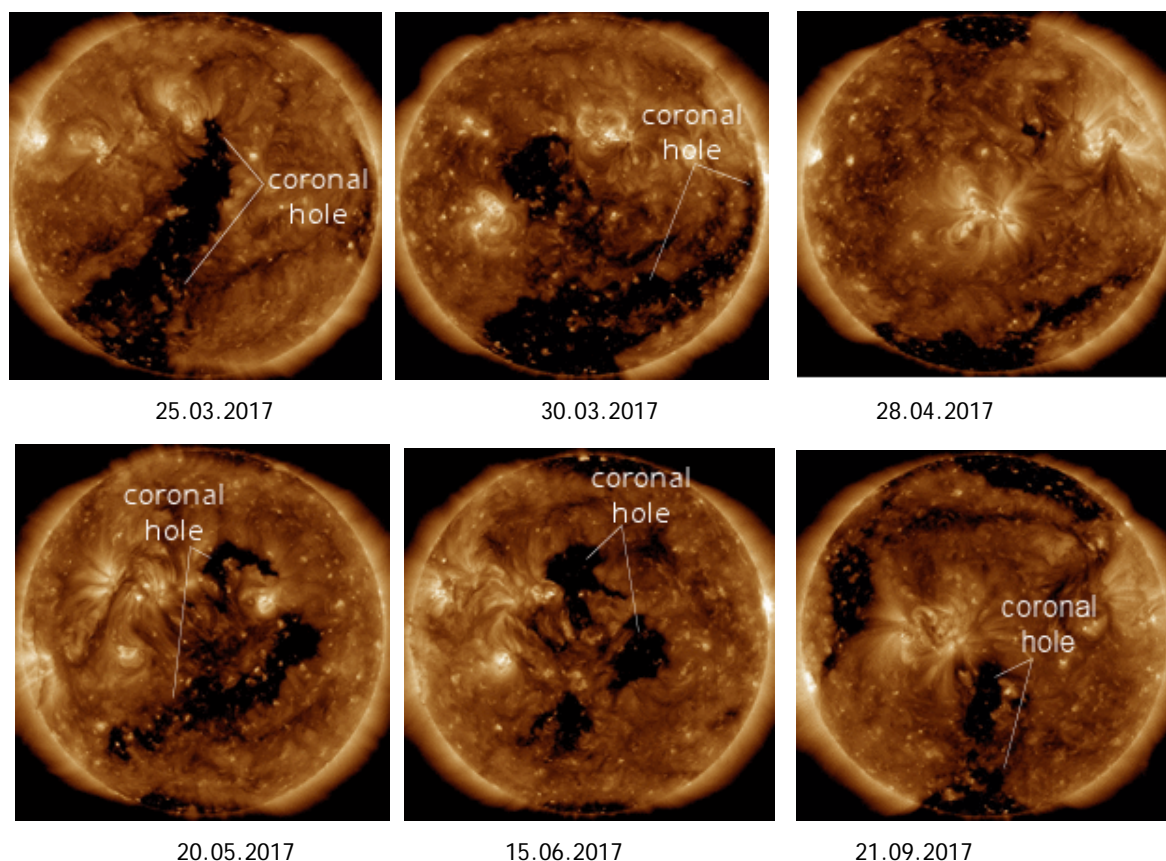


Рис. 1.3. Корональные дыры. Корона, наблюдения на длине волны 193 Å. Источник данных: <http://www.spaceweather.com/archive.php/>

В конце суток 7 сентября 2017 года, рядом наземных магнитных станций: Новосибирск, Санкт-Петербург, Мурманск, Амдерма - 8 сентября, Баренцбург — 8 сентября и магнитометром (прибор ФМ), установленным на российском геостационарном гидрометеорологическом космическом аппарате «Электро-Л» №2 (рис. 1.4) было зарегистрировано начало сильной геомагнитной бури с постепенным началом, которая была самой большой в 2017 году.

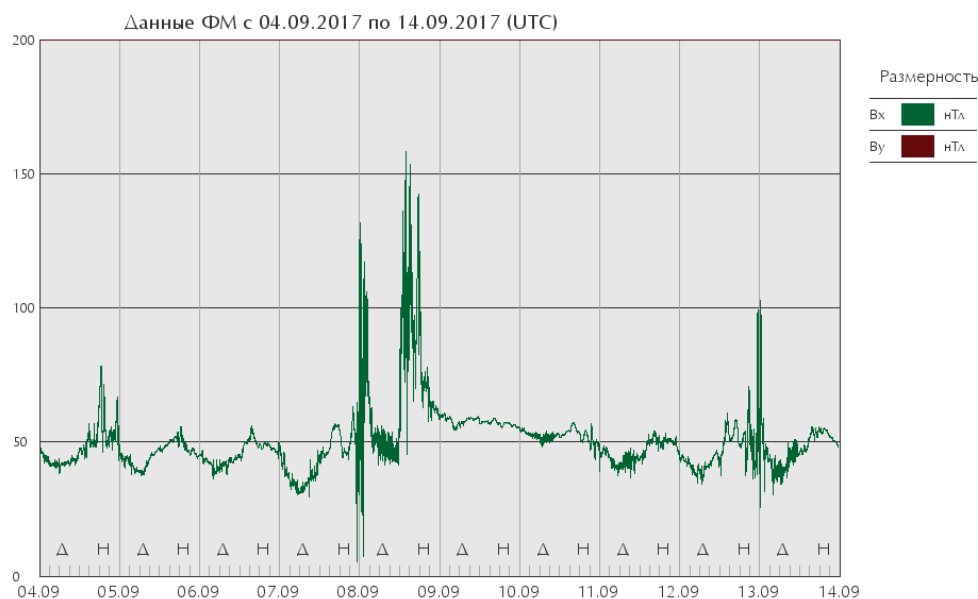


Рис. 1.4. Регистрация магнитной бури прибором ФМ. Источник данных: КА "Электро-Л" №2

Сильное возмущение магнитного поля наблюдалось на большей части станций авроральной зоны от 25 до 64 суток, умеренное возмущение - от 33 до 84 суток, в остальное время состояние магнитного поля было от слабо возмущенного до очень спокойного. Количество возмущенных дней по станциям авроральной зоны в 2017 году представлено в таблице 1.1.

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

Станция	Мурманск	Амдерма	Диксон	Тикси	Певек
Магнитное поле	сутки	сутки	сутки	сутки	сутки
Сильно возмущенное	26	64	57	43	25
Умеренно возмущенное	54	56	84	75	33

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

Повышение магнитной активности, связанное с магнитной бурей привело к нарушению радиосвязи, проявлению полярных сияний не только в авроральной зоне, но и на средних и более низких широтах. В высоких широтах наблюдались полярные сияния, некоторые из которых приведены на рисунке 1.5.



а)



б)



в)

Рис. 1.5. Примеры наблюдения полярных сияний в разных регионах арктической зоны 8 сентября
Источник данных: <http://www.spaceweather.com/archive.php>

Усредненное значение интенсивности геомагнитной бури за 8 сентября оценивалось как сильно возмущенное на всех широтах.

По сведениям, полученным от постоянных потребителей радиопрогнозов Мурманского региона в 2017 году, практическое ухудшение условий радиосвязи в КВ-диапазоне из-за магнитных возмущений отмечено в течение

165 суток (45% времени), из них более всего в январе, марте и сентябре. Для сравнения в 2016 году ухудшение условий радиосвязи отмечено в течение 171 суток, из них более всего в мае-июне и сентябре-октябре.

Гелиогеофизическая служба в 2017 году выпустила 48 предупреждений о неблагоприятных гелиогеофизических условиях (PRESTO), из них:

- 26 предупреждений о возмущениях магнитного поля Земли;
- 10 предупреждений о регистрации мощных вспышек на видимом диске Солнца;
- 12 предупреждения о вторжении потоков протонов солнечных космических лучей в околоземное космическое пространство.

Из данных, приведенных в этом разделе обзора, видно, что по различным характеристикам солнечной активности, весь период с 2007 года по настоящее время можно рассматривать как аномальный, включая как рекордно глубокий минимум в начале этого периода, так и один из самых низких среди наблюдавшихся максимумов 11-летних солнечных циклов.

Учитывая продолжающийся рост внимания Всемирной метеорологической организации (WMO) к поискам связи солнечной активности с климатом, аномальный по уровню активности период 24 солнечного цикла может стать важным источником пополнения базы данных для этих исследований.

1.2. Опасные гидрометеорологические явления

По данным Росгидромета в 2017 году в целом на территории РФ было отмечено 907 опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), включая агрометеорологические и гидрологические. Это на 81 явление меньше, чем в 2016 году, когда их было 988. Из всех ОЯ в 2017 г. 378 явлений нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

На рис. 1.6 приведены данные Росгидромета о динамике количества гидрометеорологических ОЯ за 1996–2017 гг., относящиеся лишь к опасным явлениям и комплексам гидрометеорологических явлений (включая гидрологические и агрометеорологические явления), которые нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения (общее число и количество непредусмотренных ОЯ). Прошедший год стал девятым по количеству ОЯ, нанесших ущерб. Число непредусмотренных ОЯ в 2017 г. составило 22.

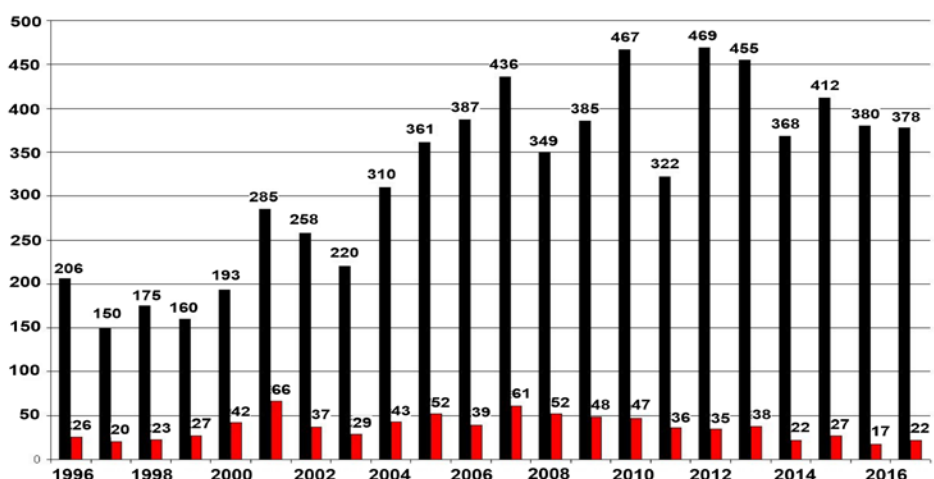


Рис. 1.6. Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (черный) и количество непредусмотренных ОЯ (красный)

Из наиболее значительных по нанесенному ущербу были:

- аномально холодная погода, отмечавшаяся в январе в ряде регионов:
 - в период со 2 по 10 января в Республике Коми, Ненецком автономном округе, Архангельской и Вологодской областях температура была на 15–24 °С (в отдельные дни на 25–30 °С) ниже нормы;
 - 8 января произошла авария на линиях электропередач в городе Вологда, пожар вывел из строя 4 крупных трансформатора (без света и тепла остались 86 тысяч человек); в общей сложности аварийное отключение затронуло 150 тысяч человек населения, 1862 дома, 12 промышленных предприятий и 5 социально значимых объектов;
 - 5–10 января в Нижегородской, Кировской областях, Республике Марий Эл, Удмуртской Республике, Чувашской Республике температура была на 7–27 °С ниже нормы (в ряде регионов морозы достигали -40...-45 °); в ряде районов Кировской области в результате промерзания водопроводов и замерзания воды в водонапорных башнях без холодного и горячего водоснабжения оставались частные дома и социально-значимые объекты (в целом пострадал 1131 человек); с 5 по 10 января на территории области были зарегистрированы 45 пожаров, ущерб составил 3768,5 тыс. рублей), были травмированы 5 человек, 4 человека погибли;
- очень сильный ветер в Свердловской, Челябинской и Курганской областях 3 июня; в Свердловской области были повреждены крыши жилых домов и административных зданий, автомобили, линии электропередач, повалены деревья, местами отключалась электроэнергия, пострадал 11 человек (1 – погиб); повреждены сельхозкультуры; нанесен огромный ущерб экономике и имуществу граждан;

- крупный град в Алтайском крае 17 июля; на полях хозяйства ООО «Восход» пострадали посевы сельхозкультур на общей площади 1765 га (ущерб – 16,8 млн. рублей); на полях ООО «Нектар», «Сана» и «Предгорное» пострадали посевы гречихи, яровой пшеницы, овса и подсолнечника на общей площади 2381 га (ущерб – 19 млн. рублей);

- очень сильный дождь в Приморском крае 7-8 августа; были затоплены речные поймы, обширные площади сельхозугодий, населенные пункты, отмечались переливы, затопление и разрушение участков автомобильных дорог и мостов, в ряде населенных пунктов отсутствовала связь и электроснабжение; на участках Транссибирской железной дороги Кипарисово – Раздольное произошли размывы железнодорожного полотна, которые привели к сходу с рельс железнодорожного состава, остановке транспортного сообщения, задержке пассажирских и грузовых поездов и электричек.

На рис. 1.7 представлена информация о гидрометеорологических ОЯ в 2017 году детализированная по месяцам. Наибольшая активность возникновения опасных явлений на территории Российской Федерации наблюдалась в период с апреля по сентябрь. В таблицах 1.2 и 1.3 показано распределение метеорологических ОЯ и КМЯ по месяцам и федеральным округам. Учитывались все опасные явления погоды, имевшие место на территории РФ, о которых были получены донесения, независимо от наличия информации об ущербе. Следует отметить, что суммарное количество метеорологических ОЯ в таблицах 1.2 и 1.3 может не совпадать, т.к. ОЯ часто охватывают большие территории и одновременно наблюдаются в 2-х и более округах.

По сравнению с 2016 г. количество зарегистрированных метеорологических ОЯ в 2017 г. уменьшилось на 37 случаев и составило 553 случая.

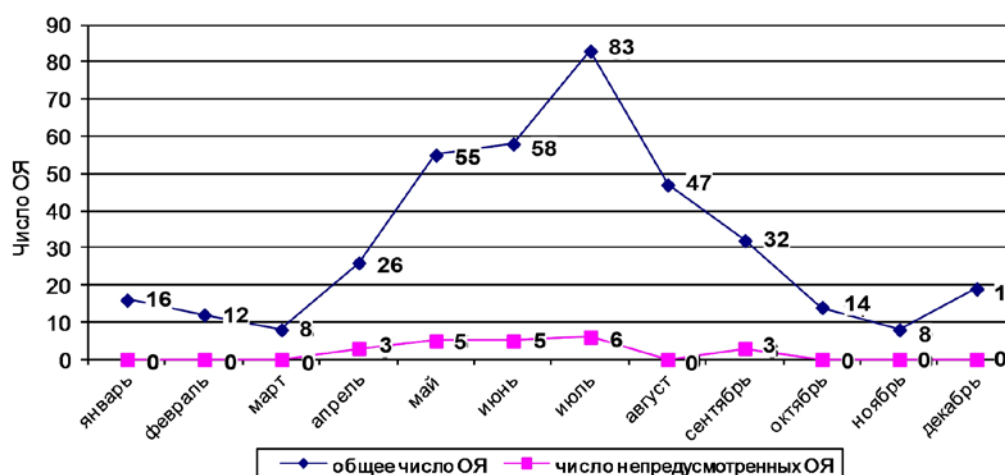


Рис. 1.7. Распределение гидрометеорологических ОЯ, нанесших ущерб, по месяцам в 2017 году

Высокой была повторяемость сильных осадков, сильного ветра, КМЯ и заморозков (118, 108, 98 и 81 случаев соответственно). Это составляет 73% от всех опасных метеорологических явлений. КМЯ по своим параметрам не достигали критериев ОЯ, но в значительной степени затрудняли хозяйственную деятельность регионов. Все эти явления, как правило, наносили наиболее значительный ущерб секторам экономики и частному сектору.

Таблица 1.2. Распределение метеорологических ОЯ по месяцам за 2017 год

Явления	Месяцы												2017	2016
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12		
Сильный ветер	11	5	5	13	17	9	15	5	5	6	7	10	108	99
Сильные осадки	-	-	-	1	12	26	39	24	8	4	3	1	118	154
Метель и снег	11	5	2	5	-	-	-	-	1	1	-	7	32	17
Смешанные осадки	1	-	-	-	-	-	-	-	-	3	2	-	6	3
Смерч	-	-	-	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1	1
Сильный мороз	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-	11	9
Аномально холодная погода	8	3	-	-	-	-	-	-	-	-	-	4	15	22
Сильная жара	-	-	-	-	-	3	12	5	-	-	-	-	20	22
Аномально жаркая погода	-	-	-	-	-	2	2	5	-	-	-	-	9	18
Град	-	-	-	-	3	7	12	2	1	-	-	-	25	21
Гололедно-изморозные отложения	5	1	3	2	1	-	-	-	1	-	4	5	22	31
Заморозки	-	-	-	10	27	12	-	8	20	4	-	-	81	67
Туман	-	-	-	-	-	-	1	1	-	2	2	1	7	2
КМЯ	5	5	2	4	9	17	23	13	4	10	2	4	98	103
Итого	49	22	12	35	69	77	104	63	40	30	20	32	553	590

Наибольшую повторяемость метеорологические ОЯ и КМЯ имели в теплый период года (с мая по август) – 313 случаев (57%). Это связано с тем, что в этот период возрастает число ОЯ, обусловленных активной конвекцией, которая наблюдается по всей территории России.

Периоды сильных морозов и аномально холодной погоды в 2017 г. отмечались в 26 случаях, то есть на 16% меньше, чем в 2016 году. Периодов с сильной жарой и аномально жаркой погодой в 2017 г. было 29, что на 27%

меньше, чем в 2016 году. Жаркие периоды отмечались только с июня по август. В вегетационный период в 2017 году наблюдался 81 случай заморозков, что на 21% больше, чем в 2016 г.

Таблица 1.3. Распределение метеорологических ОЯ в 2017 году по территории федеральных округов

Явления	Федеральные округа								Всего
	СЗФО	ЦФО	ПФО	ЮФО	СКФО	УФО	СФО	ДФО	
Сильный ветер	8	3	9	3	7	8	53	17	108
Сильные осадки	5	7	16	28	14	7	19	22	118
Метель и снег	3	-	3	7	-	-	-	20	33
Смешанные осадки	-	-	-	2	1	-	-	3	6
Смерч	-	-	1	-	-	-	-	-	1
Сильный мороз	1	1	2	3	-	2	2	-	11
Аномально холодная погода	1	1	4	1	-	3	4	1	15
Сильная жара	-	3	2	3	4	-	6	2	20
Аномально жаркая погода	-	1	1	1	-	1	5	-	9
Град	1	1	1	6	8	1	7	-	25
Гололедные явления	-	2	7	6	1	-	4	1	21
Заморозки	8	14	10	12	4	12	12	9	81
Туман	-	-	3	-	-	2	1	1	7
КМЯ	3	5	8	19	11	6	33	13	98
Всего - 2017	30	38	67	91	50	42	146	89	553
Всего - 2016	37	46	88	134	58	45	112	70	590

Из таблицы 1.3 следует, что на территории Сибирского, Южного и Дальневосточного федеральных округов зарегистрировано 326 случаев (59%) всех ОЯ и КМЯ. Это связано с тем, что территория этих округов обладает наибольшими размерами и характеризуется очень активными атмосферными процессами. По сравнению с 2016 г. в 2017 г. количество ОЯ и КМЯ в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах увеличилось почти на 30%, а в остальных федеральных округах уменьшилось на 7-32%.

Динамика количества всех зарегистрированных метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2017 годы приведена с месячной дискретностью в таблице 1.4.

Таблица 1.4. Динамика количества всех метеорологических ОЯ за период с 1998 по 2017 годы

Годы	Месяцы												Всего
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1998	19	15	12	12	14	17	28	16	19	19	20	15	206
1999	20	10	9	9	14	10	15	15	16	8	14	12	152
2000	9	2	6	10	15	17	18	17	20	7	8	12	141
2001	12	12	4	5	27	30	30	25	17	14	16	19	211
2002	16	15	17	11	24	27	41	35	28	17	16	29	276
2003	21	17	13	14	16	35	41	36	27	17	18	17	272
2004	23	29	27	21	23	54	49	61	26	20	28	28	389
2005	19	19	49	31	28	52	48	38	21	24	14	21	364
2006	27	20	29	21	39	64	49	56	26	22	30	24	407
2007	39	40	21	9	56	61	56	52	38	25	28	20	445
2008	29	25	18	19	28	47	83	45	27	12	30	41	404
2009	26	30	24	24	31	64	57	42	26	22	16	28	390
2010	39	23	33	28	31	68	73	64	35	16	35	66	511
2011	28	53	23	29	33	39	71	46	23	16	23	17	401
2012	24	14	18	22	53	71	82	89	32	37	28	66	536
2013	47	36	63	23	51	71	61	56	43	38	33	23	545
2014	46	44	35	33	70	75	69	64	29	37	23	44	569
2015	55	47	39	33	46	79	69	63	42	42	25	31	571
2016	46	14	36	34	64	84	80	104	34	17	28	49	590
2017	49	22	12	35	69	77	104	63	40	30	20	32	553

1.3. Температура воздуха

2017 год стал четвертым среди самых теплых с 1936 г. (далее везде начало ряда 1936 г.): осредненная по территории России среднегодовая аномалия температуры воздуха (отклонение от среднего за 1961-1990 гг.) составила +2.02°C. Доля площади, занятая положительными экстремумами (больше двух стандартных отклонений) составила 14.3%. Экстремально тепло было в азиатской территории России (АТР); восточнее Енисея повсеместно отмечались 95%-е экстремумы; в целом по региону АТР 2017 год, а также весенний сезон, были рекордно теплыми (аномалии +2.27°C и +3.69°C - исторические максимумы).

Ход средних годовых и сезонных аномалий температуры, осредненных по территории России, приведен на рис. 1.8. Географические распределения средних годовых и сезонных аномалий температуры 2017 года представлены на рис. 1.9.

Зима 2016-2017 гг. Средняя по России аномалия +2.05°C. Очень тепло (аномалии +3-5°C) в южных и центральных районах АТР: средняя по региону Приамурье и Приморье аномалия: 3.49°C, ранг 3, а также на Чукотке.

Холодно (аномалии до -2°C) в Западной Сибири, в Северо-Сибирской низменности, а также на юге европейской территории России (ЕТР). Декабрь 2016 г. был холодным на юге ЕТР, Урале, в Западной и на севере Средней Сибири (аномалии севернее плато Путорана достигали -10°C); очень тепло (аномалии до $+8^{\circ}\text{C}$) на северо-востоке страны, тепло на юге Сибирского ФО и на северо-западе страны. В январе отрицательные аномалии наблюдались лишь в отдельных областях: значительные, до -6°C , в Магаданской и Камчатской области, и небольшие (около -1°C) в центре Западной Сибири, на юге Читинской области, в Крыму и на юге СКФО. Очень тепло (аномалии выше 4°C) на Таймыре, в Якутии, в Приамурье и в Приморье (4.87°C – ранг 3). Самым теплым месяцем зимы был февраль – средняя по РФ аномалия: $+3.65^{\circ}\text{C}$ – ранг 8. Температуры выше нормы отмечены практически всюду, особенно в центре и на юге Сибирского ФО и Дальневосточного ФО (аномалии до $+7^{\circ}\text{C}$); экстремально тепло, как и в январе, в Приамурье-Приморье (аномалия $+4.95^{\circ}\text{C}$ – ранг 3). Лишь на юге СКФО наблюдались небольшие отрицательные аномалии.

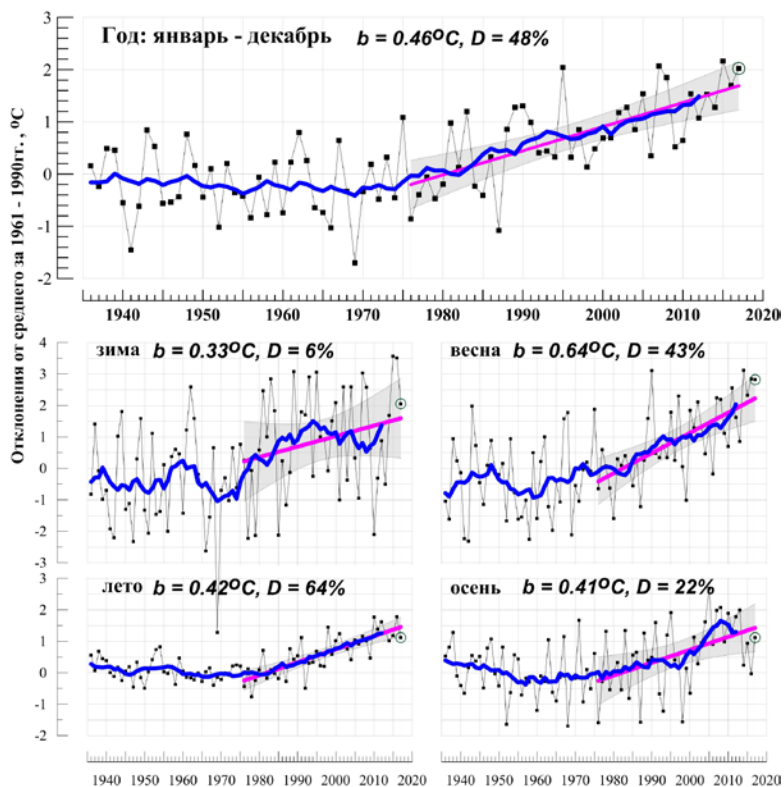


Рис. 1.8. Средние годовые (вверху) и сезонные аномалии температуры приземного воздуха ($^{\circ}\text{C}$), осредненные по территории РФ, 1936-2017 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2017 гг. с 95%-й доверительной полосой; b – коэффициент тренда ($^{\circ}\text{C}/10$ лет), D – вклад в суммарную дисперсию (%)

Весна. Осредненная по территории России сезонная аномалия $+2.82^{\circ}\text{C}$ – ранг 4, рекордно тепло было в АТР ($+3.69^{\circ}\text{C}$ – ранг 1), особенно в ДВФО ($+4.09^{\circ}\text{C}$ – ранг 1) и СФО ($+3.55^{\circ}\text{C}$ – ранг 3). В ЕТР весна оказалась умеренно теплой (аномалия $+0.65^{\circ}\text{C}$) лишь за счет марта, в то время как апрель был прохладным, а май – холодным. Март был исключительно теплым: средняя по РФ аномалия: $+6.03^{\circ}\text{C}$ – ранг 1; рекордным он был также и для АТР ($+6.79^{\circ}\text{C}$), а в ЕТР – 3-м ($+4.14^{\circ}\text{C}$). Положительные аномалии наблюдались всюду, причем на всех станциях АТР севернее 60° с.ш. отмечены 95%-е экстремумы. Северные районы ЕТР и Сибири в течение всего месяца находились под влиянием североатлантических циклонов. В результате сформировался мощный очаг тепла с аномалиями среднемесячной температуры до $12-13^{\circ}\text{C}$. На многих станциях среднемесячные температуры стали рекордными за весь период наблюдений. В апреле очень тепло было в АТР, особенно в Восточной Сибири (4.79°C – ранг 1, повсеместно отмечались 95%-е экстремумы). В ЕТР апрель был незначительно холоднее нормы (аномалия -0.3°C) – с 2010 г. это был самый холодный апрель, отрицательные аномалии наблюдались во всех федеральных округах европейской России. Необычным для последних десятилетий был май. В целом по РФ температура была близка к климатической норме 1961-1990 гг., аномалия составила 0.12°C : однако, это самый холодный май в 21-м веке. В ЕТР и на западе Западной Сибири, а также на большей части Якутии температуры были ниже климатической нормы (аномалии до -3°C). В ЕТР (аномалия -1.89°C) это 9-й самый холодный май с 1936 г. и самый холодный с 2000 года. А на большей части СФО и в восточных районах ДВФО тепло, на ряде станций отмечались 95%-е экстремумы.

Лето в целом по РФ умеренно теплое: аномалия $+1.11^{\circ}\text{C}$ (ранг 11). Тепло было на юге АТР: в Прибайкалье, на юге Якутии на многих станциях отмечены 95%-е сезонные экстремумы. В СФО сезонная аномалия $+1.53^{\circ}\text{C}$ – ранг 5. На северо-западе и в центре ЕТР температуры были ниже климатической нормы: сезонные аномалии до -1°C за счет холодного июня в ЕТР (-1.44°C – 8-я минимальная величина в ряду) и холодного июля в ЦФО и ПФО. В июне тепло в СФО ($+3.2^{\circ}\text{C}$ – ранг 2, аномалии на станциях более $+4^{\circ}\text{C}$; 95%-е экстремумы отмечены на многих станциях центральных и южных районов), в июле – в Приамурье и Приморье (1.65°C – ранг 5). В августе средняя по РФ аномалия $+1.81^{\circ}\text{C}$ – ранг 4, особенно тепло в ДВФО (2.16°C – ранг 2) и в ЮФО (3.23°C – ранг 5).

Осенью средняя по России аномалия 1.12°C . Температуры выше нормы всюду, кроме верхнего течения Лены и Приамурья и Приморья. Экстремальные условия (95%-е экстремумы отмечены повсеместно) наблюдались на северо-

востоке страны. В сентябре экстремально тепло (повсеместно отмечались 95%-е экстремумы) вдоль побережья Охотского моря (осредненная аномалия температуры по региону Восточная Сибирь: 1.81°C – ранг 4), а также на юге ЕТР; холодно (аномалии около -2°C) на северо-востоке ЕТР и, далее, до течения Лены. В октябре было тепло всюду (аномалии в районе Обской губы выше 3°C), кроме отдельных областей на западе страны и южных районов АТР. В ноябре экстремально тепло на северо-востоке страны (аномалии до 12°C): на многих станциях севера Якутии и на Чукотке ноябрьские температуры 2017 года стали рекордными для всего периода наблюдений; особенно выделялась аномально теплая первая декада месяца, когда во многих населенных пунктах Чукотки фиксировались суточные рекорды максимальной температуры воздуха, тепло (аномалии до 6°C) также в восточных районах ЕТР и в Западной Сибири.

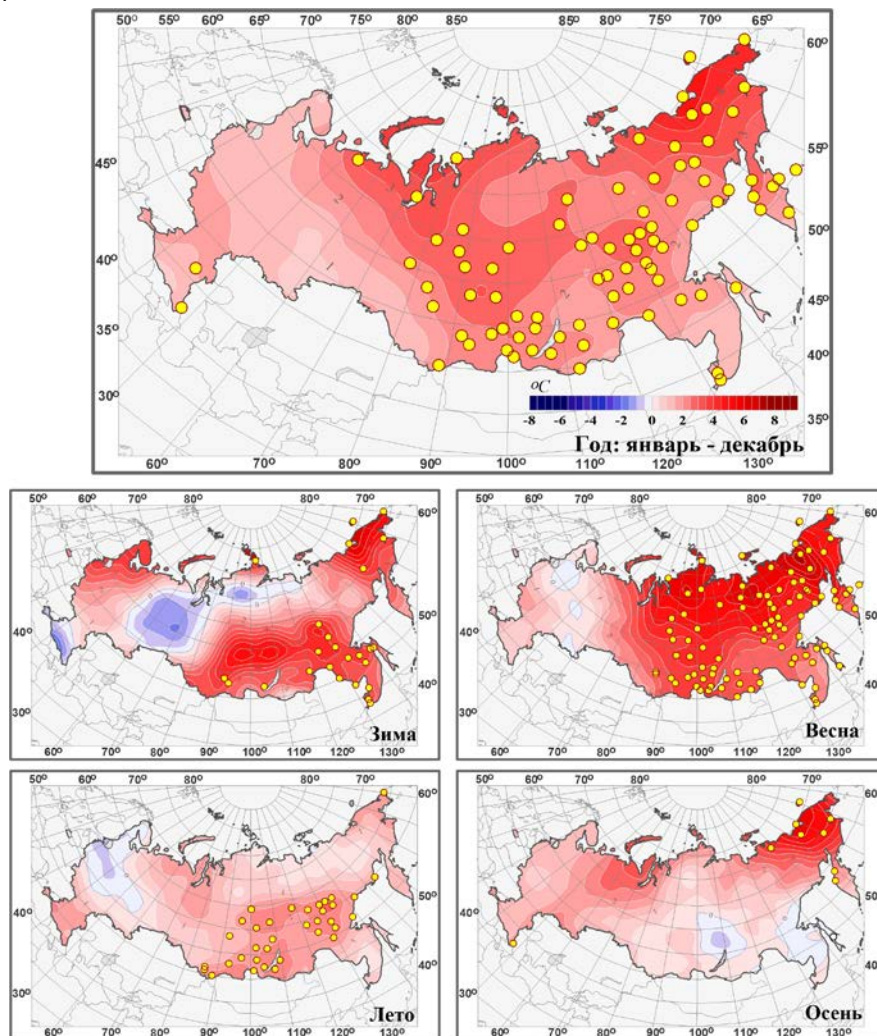


Рис. 1.9. Аномалии средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории России в 2017 г. (отклонения от средних за 1961–1990 гг.) с указанием локализации экстремальных аномалий. Кругами белого и желтого цвета показаны станции, на которых наблюденная температура оказалась ниже 5-го или выше 95-го процентиля.

Декабрь 2017 года. Осредненная по территории РФ аномалия температуры 3.05°C . В течение всего месяца оставалось устойчивым положение Сибирского антициклона, что способствовало выносу по его западной периферии теплого субтропического воздуха и формированию значительных положительных аномалий температуры на ЕТР и в Западной Сибири (более 10°C в Ямало-Ненецком АО). Экстремально тепло и на северо-востоке страны (четвертый месяц подряд); в Уэлене аномально теплая погода продержалась в течение всего месяца, минимальная температура даже превышала климатическую норму максимальной температуры, за исключением трех последних дней месяца. Холодно (аномалии до -3°C) в течении Лены и ее притоков, в Приморье.

На рис. 1.10 представлено географическое распределение коэффициентов линейных трендов температуры воздуха на территории России за 1976–2017 гг. Оценки получены по станционным временным рядам средних годовых и сезонных аномалий температуры методом наименьших квадратов и выражены в градусах за десятилетие ($^{\circ}\text{C}/10$ лет). Коэффициент тренда является характеристикой средней скорости изменения температуры на рассматриваемом отрезке времени. 1976 год выбран в качестве условного начала современного потепления.

Рост осредненной по России среднегодовой температуры (линейный тренд) составил $0.46^{\circ}\text{C}/10$ лет (вклад в общую изменчивость 48%). Наиболее быстрый рост наблюдается весной ($0.64^{\circ}\text{C}/10$ лет), но на фоне межгодовых колебаний тренд больше всего выделяется летом ($0.42^{\circ}\text{C}/10$ лет: описывает 64% суммарной дисперсии). Среднегодовые температуры растут во всех физико-географических регионах и федеральных округах.

Наибольшая скорость роста среднегодовой температуры отмечается на побережье Северного Ледовитого океана, особенно в АЧР (более $+0.9^{\circ}\text{C}/10$ лет на Таймыре). Весной и осенью максимум потепления – на побережье Восточно-Сибирского моря, а зимой – на северо-западе ЕТР. Летом самое быстрое потепление происходит в ЕТР

южнее 55°с.ш. Кроме того необходимо отметить следующие особенности. Весной интенсивное потепление наблюдается в Западной (+0.74°С/10 лет) и Средней Сибири (+0.83°С/10 лет), а также в Восточной Сибири весной (+0.80°С/10 лет) и осенью +0.73°С/10 лет; летом в ЮФО и ЦФО (+0.74°С/10 лет и +0.64°С/10 лет). Минимум потепления в среднем за год - на юге Западной Сибири. Летом и осенью потепление наблюдается на всей территории России, однако в Сибири (на юге летом и в центре осенью) имеются области, где потепление существенно слабее.

Для зимы, в целом по РФ, тренд за 1976-2017 гг. положительный (0.33°С/10 лет). Однако и в целом по России, и для всех регионов (кроме Приамурья и Приморья) зимние тренды температуры незначимы (на 5% уровне). Осенью незначимые тренды отмечаются в Западной и Средней Сибири, в Прибайкалье и Забайкалье.

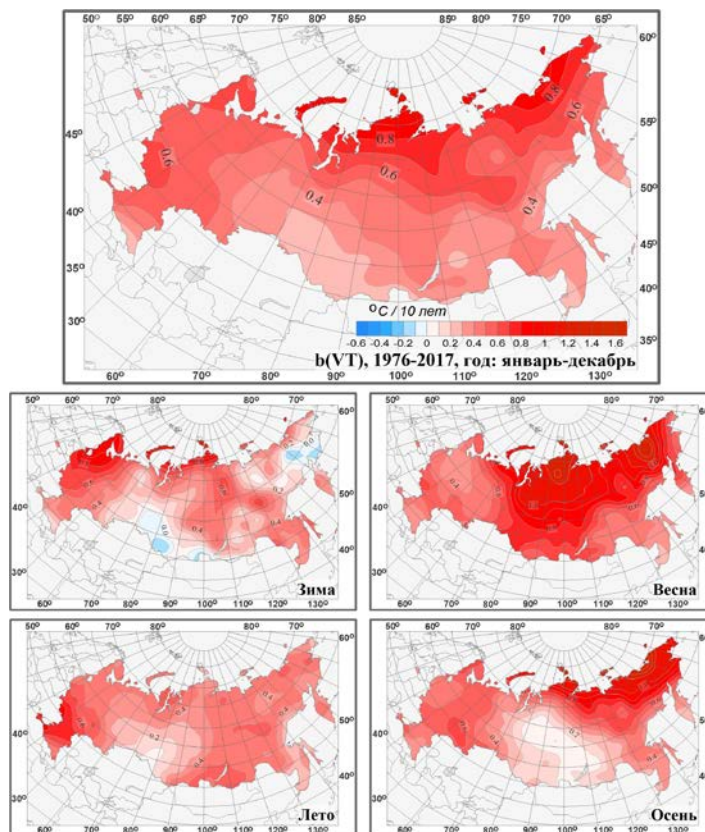


Рис. 1.10. Распределение коэффициентов линейного тренда среднегодовой и средних сезонных значений температуры приземного воздуха на территории России за период 1976-2017 гг. (в °С/10 лет)

В Сибири зимой наблюдается область похолодания, впервые проявившаяся в период 1976-2010 гг. и достигшая максимума в период 1976-2014 гг., когда похолодание охватывало большую часть Западной и юг Средней Сибири и достигало в центре -0.54°С/10 лет; в настоящее время похолодание менее выражено (-0.2°С/10 лет на юге Западной Сибири). Рост зимней температуры для России в целом прекратился в середине 1990-х гг., после чего наблюдалось ее убывание, в последние пять-шесть лет наметилась тенденция к росту. По-видимому, это связано с наблюдавшимися в то время изменениями в основных циркуляционных системах Северного полушария. До середины 1990-х гг. почти вся территория России, в особенности запад ЕТР, испытывала избыточное потепление из-за переноса теплого воздуха из Северной Атлантики. Потепление зим за период 1994-2014 гг. наблюдалось в основном в арктической зоне России. На остальной территории зимние температуры убывали, слабо на ЕТР (до -0.2°С/10 лет) и значительно в АЧР, до -2°С/10 лет на юге Сибири. Возможно, тенденция похолодания прекратилась после 2010 г. вместе с новым ростом Североатлантического колебания (САК) (рис. 1.8; отметим экстремально теплые зимы 2014-2015 гг. и 2015-2016 гг.). Оцененный за период 1976-2014 гг. зимний тренд по РФ был +0.15°С/10 лет, а для 1976-2017 гг. увеличился до +0.33°С/10 лет. В последние годы для РФ в целом наметилась тенденция к убыванию осенней температуры.

1.4. Атмосферные осадки

Ход средних годовых и сезонных аномалий осадков, осредненных по территории России, приведен на рис. 1.11. На всех временных рядах показаны: 11-летнее скользящее среднее, линейный тренд за 1976-2012 гг. с 95%-й доверительной полосой.

В 2017 году средняя по России годовая сумма осадков составила 111% нормы - вторая величина после рекордного 2013 г. (112%). В ЕТР выпало 115% нормы осадков (также ранг 2). На многих станциях центра и севера ЕТР, в АТР - в бассейне Енисея, в Якутии отмечались 95%-е годовые экстремумы: в целом по Средней Сибири выпало 116% (ранг 3). На азиатском побережье Северного Ледовитого океана во все сезоны, кроме осени, осадки были ниже нормы (в среднем за год менее 80% нормы).

Географические распределения годовых и сезонных аномалий осадков в 2017 г. представлены на рис. 1.12 в процентах от соответствующих норм, на фоне сезонных и годовых аномалий показано местоположение станций с 5%- и 95%-экстремумами - значения осадков на этих станциях попали в 5%-ые хвосты соответствующих распределений (ниже 5-го или выше 95-го процентилей), рассчитанных по периоду 1936-2016 гг.

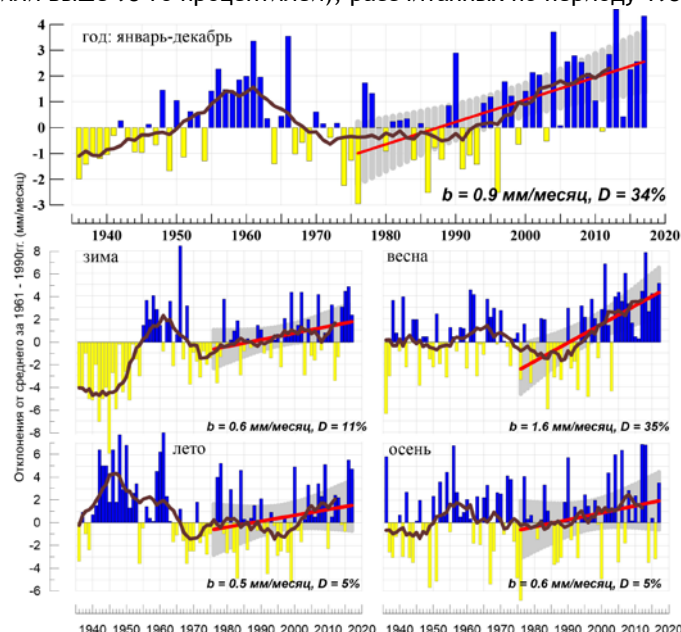


Рис. 1.11. Средние годовые и сезонные аномалии осадков (мм/месяц), осредненные по территории РФ, 1936-2017 гг. Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего за 1961-1990 гг. Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением. Линейный тренд проведен по данным за 1976-2017 гг.; b - коэффициент тренда (мм/мес/10 лет), D - вклад в суммарную дисперсию (%)

Зима 2016-2017 гг. В целом по РФ выпало 110% нормы. Экстремальное количество осадков выпало на юге Западной Сибири в истоках Оби и Енисея: на станциях отмечались 95%-е экстремумы, значительный избыток осадков наблюдался во все месяцы сезона. Много осадков выпало на севере и востоке ЕТР (в основном за счет февраля, когда избыток осадков наблюдался почти на всей ЕТР). В январе экстремальные осадки наблюдались на востоке АТР: в низовьях Амура и на побережье Шантарского моря (более 200% месячной нормы), в центре Якутии.

Дефицит осадков (менее 80% нормы) наблюдался на побережье моря Лаптевых весь сезон, особенно в декабре 2016 г., в январе - на Чукотке и в Забайкалье.

Весной преобладал избыток осадков: в целом по РФ выпало 119% нормы - ранг 4, доля площади с избытком осадков (выше 80-го процентиля) составила 31% площади страны - ранг 6. Почти всюду на юге, востоке ЕТР, в центральных районах АТР выпало более полутора норм осадков. Особенно много осадков было в Средней Сибири: 137% - исторический максимум. Сильный дефицит осадков наблюдался на Чукотке: менее 40%, на станциях отмечались 5%-е экстремумы. Во все месяцы сезона наблюдались крупные области значительного избытка осадков. В марте - на севере Западной Сибири. В апреле избыток осадков наблюдался почти всюду, кроме ДВФО; экстремальные осадки выше 200% нормы отмечены в северной половине УФО (на большинстве станций - 95%-е экстремумы), в ПФО, в Средней Сибири. В мае средние по РФ осадки были 123% нормы - ранг 5; избыток осадков выше 200% нормы, отмечен на юге ЕЧР (в СКФО выпало 183% нормы: исторический максимум) и западе ДФО; много осадков выпало в Западной Сибири. Сильный дефицит осадков в марте наблюдался на юге СФО, в Амурской области, на Чукотке; в апреле - в ДФО; в мае - вдоль азиатского побережья Северного Ледовитого океана и в СЗФО (90% нормы).

Летом в целом по России выпало 107% сезонной нормы (ранг 13-15). Значительный избыток осадков (на ряде станций более полутора норм) наблюдался в центре и на севере ЕТР (в СЗФО выпало 136% нормы осадков - ранг 3) и в Западной Сибири, а также на северном побережье Охотского моря (залив Шелихова). Наиболее значительное количество осадков в ЕТР наблюдался в июне (135% - ранг 2) и июле (129% - ранг 2); влажно преимущественно в СЗФО и ПФО. В июне также очень много осадков выпало в УФО (143% нормы, на многих станциях 95%-е экстремумы).

Сезонный дефицит осадков наблюдался на севере страны восточнее п-ова Канин. Сильный дефицит наблюдался в июле на севере Урала, вокруг Обской и Тазовской губы: выпало менее 20% нормы, на многих станциях отмечались 5%-е экстремумы. В июне сильный дефицит отмечен в центральных районах ДФО и в районе Байкала, в августе - в ЕТР (82% нормы), особенно на юге (в ЮФО выпало 37% нормы - август среди трех самых «сухих»).

Осенью в целом по РФ осадки составили 108% нормы. Основная область избыточных осадков расположена в центральных и северных районах ДФО (в Восточной Сибири выпало 134% нормы - ранг 3, на многих станциях отмечались 95%-е экстремумы). Избыток осадков наблюдался также на юге СФО, на большей части ЕТР.

В сентябре значительный избыток осадков наблюдался на большей части АТР (в среднем выпало 118%); в октябре - в центре и юге ЕТР, на северо-востоке страны; в ноябре - в Восточной Сибири (186% нормы - ранг 5). В Чукотском АО, Магаданской области, северо-западных районах Якутии и Камчатском крае месячная норма осадков была превышена в 3-4 раза, на многих станциях ноябрьские суммы осадков стали рекордными за всю историю наблюдений.

Дефицит осадков осенью наблюдался на юге ЕТР и на юге Западной Сибири; вдоль побережья Северного Ледовитого океана от Новой Земли до дельты Лены; а также в Саянах, в Забайкалье, в Приамурье и в Приморье. Из месяцев выделяется сентябрь в СКФО (48% нормы - сентябрь здесь в числе трех самых «сухих»), а также на севере АТР; октябрь на юге АТР, особенно (менее 60% нормы) на Алтае, в Прибайкалье и Забайкалье (68% нормы); ноябрь - на юге ДВФО, особенно в Хабаровском крае (до 30% нормы).

Декабрь 2017 г. Осредненные по РФ осадки: 124% нормы - ранг 3. Экстремальные осадки (на многих станциях 95%-е экстремумы) наблюдались в ЕТР (128% - ранг 2) - особенно на северо-западе, западе и в центре, в районе Байкала (в Прибайкалье и Забайкалье выпало 159% нормы - ранг 2), в Якутии, на Чукотке, на Камчатке, в Приморье. Много осадков выпало в СФО; в Средней Сибири осадки составили 126% нормы - ранг 5. Дефицит осадков (40-80%) наблюдался в восточных и центральных районах ДФО, в УФО (83% нормы), на Алтае.

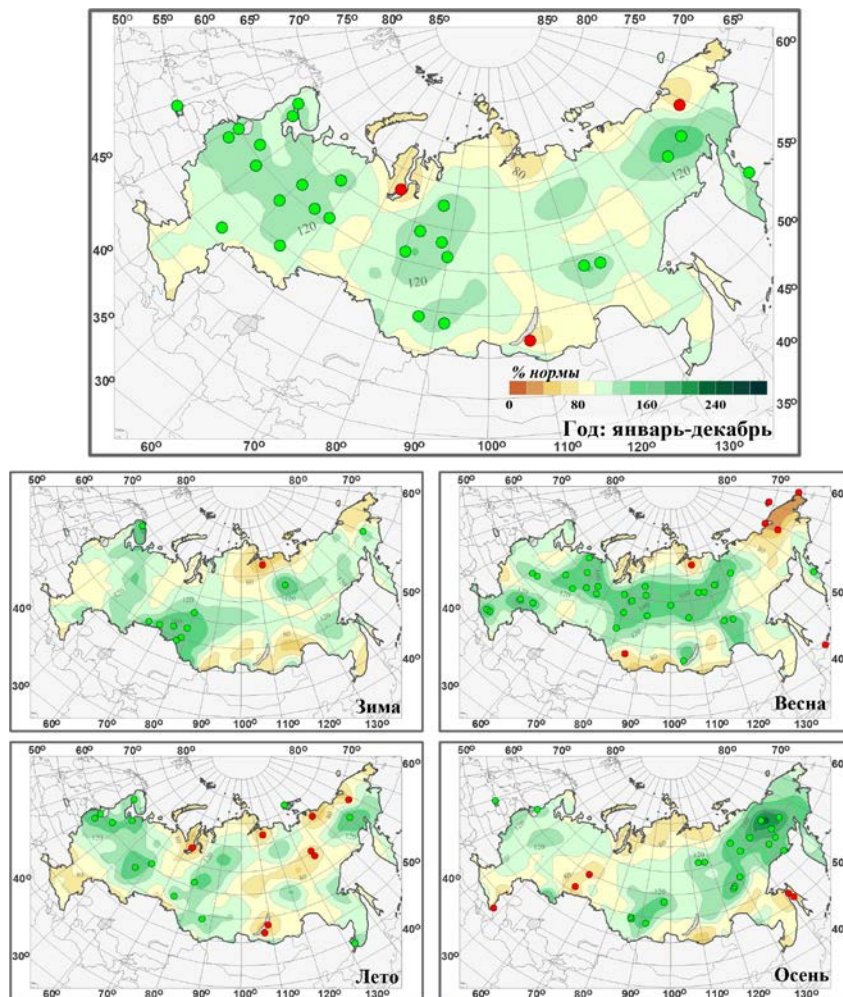


Рис. 1.12. Аномалии годовых и сезонных сумм осадков на территории России в 2017 г. (% от нормы 1961-1990 гг.). Кружками красного и зеленого цвета показаны станции, на которых осадки оказались соответственно ниже 5-го или выше 95-го процентиля

На рис. 1.13 представлено пространственное распределение коэффициентов линейных трендов атмосферных осадков на территории России для 2017 года в целом и для сезонов года. Оценки получены по станционным временным рядам годовых и сезонных аномалий осадков за 1976-2017 гг. в точках расположения станций.

На территории России в целом преобладает тенденция к росту годовых сумм осадков. Скорость роста превышает 5%/10 лет лишь в ряде областей Сибири и Дальнего Востока и в СКФО. Убывают осадки на севере Чукотского АО. Незначительное убывание наблюдается в центральных районах ЕТР. Тренд годовых осадков по территории России в целом, составляет 2.2% /10 лет, вклад в дисперсию 35%, т.е. тренд значим на уровне 1%.

Выраженный рост годовых осадков наблюдается со второй половины 1980-х гг. Наиболее значительные тренды наблюдаются в регионах Средняя Сибирь (3.3%/10 лет, вклад в дисперсию 27%), Восточная Сибирь (3.7%/10 лет; 19%), а также СФО (2.2%/10 лет, 23%) и ДФО (3.1%/10 лет, 24%). Отрицательный, очень малый и незначимый тренд колебаний с периодом в несколько десятилетий, так что нельзя с уверенностью утверждать наличие тренда, а лишь наличие определенной фазы таких колебаний.

Наиболее значительный рост сезонных сумм осадков в целом по территории России наблюдается весной (6.0%/10 лет, вклад в дисперсию 35%): увеличение осадков происходит практически всюду, особенно в ДФО (до 15-20%/10 лет).

Статистически значимый на 5%-ном уровне положительный тренд отмечается во всех субъектах РФ (кроме ЦФО). Зимой рост осадков происходит в основном на севере и юге страны. Летом и осенью рост осадков наблюдается в АТР. Зимой осадки уменьшаются на севере ДФО и в центральных районах Сибири. Летом осадки убывают на ЕТР

(кроме севера): отрицательные тренды наблюдаются как для ЕТР в целом, так и для всех ФО, кроме СЗФО; а также на арктическом побережье от Ямала до Чукотки и на Камчатке.

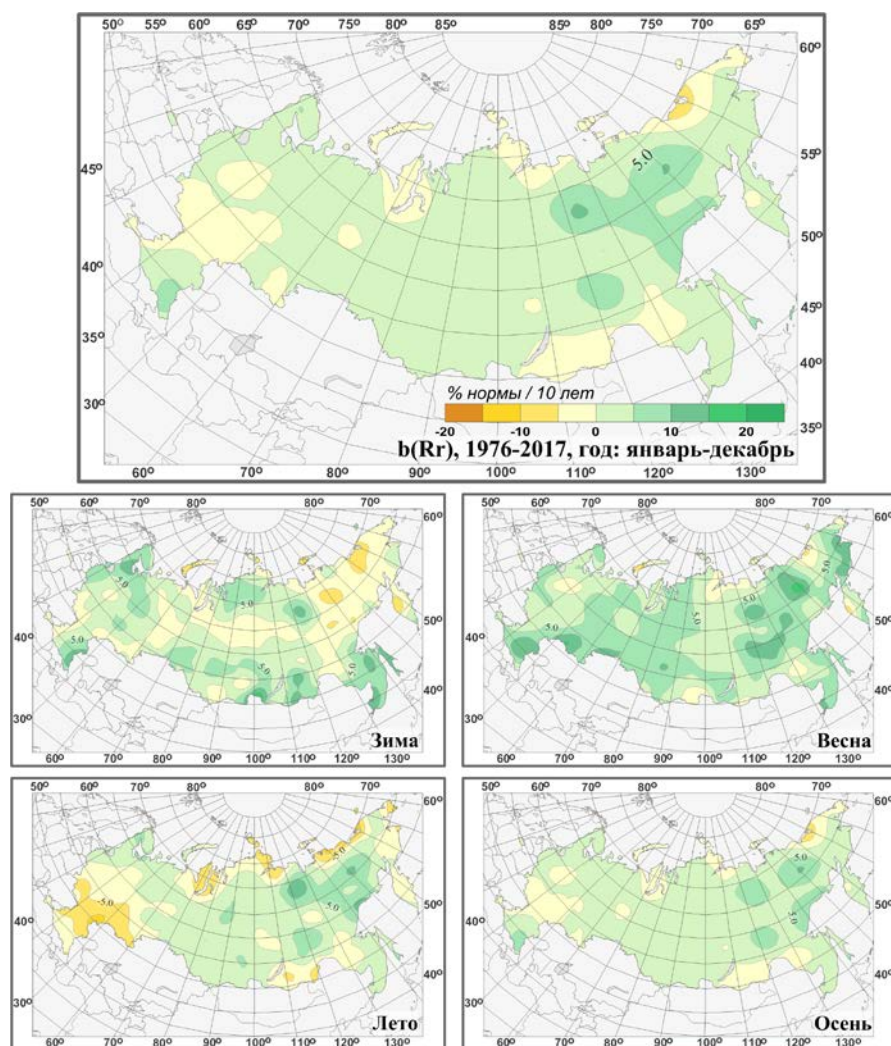


Рис. 1.13. Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда годовых и сезонных сумм атмосферных осадков за 1976-2017 гг. на территории России (% от нормы за 10 лет)

1.5. Снежный покров

На Европейской территории России зима 2016-2017 года началась и окончилась на месяц раньше обычных сроков. В большинстве регионов она была многоснежной и без продолжительных оттепелей. Но снег начал интенсивно таять на месяц раньше обычных сроков.

Первый снег зимой 2016-2017 гг. на ЕТР выпал позже среднеклиматических сроков на 10-20 дней в северных областях, на Верхней Волге и Среднем Урале, а в западных и южных областях - на 10-20 дней раньше. На АТР раньше обычных сроков снег появился на юге Сибири, Якутии, на северном побережье Охотского моря, тихоокеанском побережье Чукотки, северных районах Камчатского края, в Приморье и на юге Сахалина. В Тыве и южных районах Красноярского края временное установление снежного покрова наблюдалось уже в первых числах октября. В северных и северо-восточных районах АТР из-за теплого октября первый снег выпал позже климатических сроков. Более позднее появление первого снега отмечалось также в Таймырском и Эвенкийском муниципальных районах Красноярского края, в Республике Алтай, бассейне Колымы и южных районах Хабаровского края. Сошел снег на севере ЕТР и Сибири позже средних многолетних сроков из-за очень снежных, хотя и очень теплых, февраля и марта. В Тюменской области, в центральных и западных районах Якутии, на Чукотке и дальневосточном юге на фоне повышенных температур и дефицита весенних осадков снежный покров сошел раньше климатических сроков.

К началу марта 2017 г. в целом в бассейне р. Волги запас воды в снежном покрове составил 136 мм (123% нормы и 117% от прошлогоднего значения). В большинстве частных бассейнов запасы воды в снежном покрове превышали обычные значения на 15-35% и лишь в бассейнах рек Москвы и Камы, а также Волгоградского водохранилища они

были близки к норме. Почти на всем бассейне р. Волги снеготзапасы оказались выше прошлых годов на 17-49 мм, а в бассейнах р. Камы, Саратовского и Волгоградского водохранилищ – близкими к ним.

В бассейне р. Дон выше Цимлянского водохранилища запасы воды в снеге составили 145% нормы и были на 56 мм выше прошлых годов. В бассейнах его восточных притоков – рек Хопра и Медведицы – снеготзапасы составили 135 и 80% нормы соответственно.

В бассейнах рек Северной Двины, Сухоны, Ваги, Юга, Пинеги, Вычегды и Мезени запас воды в снежном покрове составил 132-141% нормы. Почти на всех бассейнах рек севера европейской части страны снеготзапасы оказались выше прошлых годов на 7-53 мм, и лишь в бассейне р. Вычегды – на 28 мм меньше.

На северо-западе снеготзапасы в бассейнах рек Нарвы и Волхова составили 31% и 113% нормы соответственно.

В бассейнах рек и водохранилищ Сибири запасы воды в снеге на конец февраля преимущественно составили 85-161% нормы. Наибольшие запасы воды в снеге (150-160% нормы) наблюдались на Верхней Оби и в бассейне р. Тобол. В бассейне Верхнего Енисея снеготзапасы превышали обычные значения на 30-45%, а в бассейне р. Ангара и озера Байкал они были близки к норме. По сравнению с прошлым годом запасы воды в бассейнах рек и водохранилищ Сибири были меньше на 5-20%.

В бассейне р. Лена запасы воды в снеге почти повсеместно были близки к средним значениям. Выше обычных (в 1,3-2,0 раза) были запасы воды в снеге в бассейне р. Колымы.

В бассейне р. Амур накопленные к началу марта запасы воды в снеге были преимущественно меньше нормы или близки к ней, лишь в бассейне р. Усури местами превышали её на 20-30%.

В сводной таблице 1.5 приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ (в европейской части России по состоянию на 28 февраля, а в азиатской территории – на 31 марта 2017 года). Такие даты выбраны, чтобы отразить максимальные запасы воды в снеге, достигнутые к весне 2017 г. Для сравнения в той же таблице приведены значения норм и данные о запасах воды соответственно либо на 28 февраля 2016 г., либо на 31 марта 2016 г.

Таблица 1.5. Сведения о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ европейской территории РФ по состоянию на 28 февраля 2017 г. (в сравнении с нормой и с запасами 2016 г.): *w2016*, *w2017* – запасы воды в снеге в 2016 и 2017 гг. По АТР сведения приведены по состоянию на 10 апреля 2017 г.

№ п/п	Бассейны рек	Запасы воды в снеге на 28 февраля 2017 г.				
		норма	w2016	w2017		
		мм	мм	мм	% от нормы	% от w2016
1	р. Волга, в т.ч.	111	116	136	123	117
2	до Рыбинского водохр.	96	67	116	121	173
3	р. Кострома и Унжа	117	131	155	132	118
4	р. Москва	89	56	86	97	154
5	р. Ока, включая бассейн р. Москвы	79	76	95	120	125
6	р. Сура	97	78	112	115	144
7	р. Ветлуга	126	144	168	133	117
8	Чебоксарское водохранилище	88	86	108	123	126
9	р. Вятка	134	157	174	130	111
10	Куйбышевское водохранилище	123	133	155	126	117
11	Саратовское водохранилище	94	104	109	116	105
12	Волгоградское водохранилище	67	67	62	93	93
13	р. Кама	172	190	193	112	102
14	р. Белая	128	140	160	125	114
15	р. Дон в т.ч.	50	16	72	145	450
16	р. Хопер	59	с/н	80	135	-
17	р. Медведица	53	47	42	80	89
Реки севера						
18	р. Северная Двина	110	148	155	141	105
19	р. Сухона	115	128	154	134	120
20	р. Вага	110	93	146	133	157
21	р. Юг	105	151	158	151	105
22	р. Пинега	96	127	134	140	106
23	р. Вычегда	126	195	167	132	86
24	р. Мезень	125	150	169	135	113
25	р. Нарва	54	36	17	31	47
26	р. Волхов	63	35	71	113	203
Реки и водохранилища Сибири весной 2017 г.						
27	р. Верхняя Обь (на 28 февраля)	80	86	129	161	150
28	р. Тобол (на 28 февраля)	60	97	90	150	93
29	Енисей (Саяно-Шушенское водохранилище) (на 31 марта)	111	172	159	144	92
30	Енисей (Красноярское водохранилище) (на 31 марта)	132	181	157	119	87
31	Ангара (оз. Байкал) (на 31 марта)	82	91	88	107	97
32	Ангара (Братское водохранилище) (на 31 марта)	71	88	70	99	80
33	Ангара (Усть-Илимское водохранилище) (на 31 марта)	120	119	101	84	85

1.6. Водные ресурсы

Водные ресурсы Российской Федерации в 2017 году составили 4681,5 км³, превысив среднее многолетнее значение на 9,9%. Большая часть этого объёма – 4468,5 км³ – сформировалась в пределах России, и 213,0 км³ воды поступило с территорий сопредельных государств.

На реках Северо-Западного, Центрального, Приволжского, Южного, Уральского и Дальневосточного федеральных округов (табл. 1.6) наблюдалась повышенная водность, в Северо-Кавказском и Сибирском федеральных округах – близкая к норме.

Таблица 1.6. Ресурсы речного стока по федеральным округам

Федеральные округа	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов*, км ³ /год	Водные ресурсы 2017 года, км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северо-Западный	1687,0	607,4	758,1	24,8
Центральный	650,2	126,0	143,1	13,6
Приволжский	1037,0	271,3	348,9	28,6
Южный	447,9	289,9	340,6	17,5
Северо-Кавказский	170,4	28,0	28,4	1,4
Уральский	1818,5	597,3	677,1	13,4
Сибирский	5145,0	1321,1	1334,7	1,0
Дальневосточный	6169,3	1848,1	1971,8	6,7
Российская Федерация в целом	17125,3	4260,3	4681,5	9,9

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

Водные ресурсы бассейнов крупнейших рек России (наблюдённый годовой сток рек) в 2017 году в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений, имевших место в 2016 году (табл. 1.7).

Таблица 1.7. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км ³ /год	Водные ресурсы 2017 года, км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северная Двина	357	101,0	139,0	37,6
Печора	322	129,0	159,0	23,3
Волга	1360	238,0	287,0	20,6
Дон	422	25,5	16,0	-37,3
Кубань	57,9	13,9	13,2	-5,0
Терек	43,2	10,5	10,2	-2,9
Обь	2990	405,0	454,0	12,1
Енисей	2580	635,0	609,0	-4,1
Лена	2490	537,0	581,0	8,2
Колыма	647	131,0	206,0	57,3
Амур	1855	378,0	365,0	-3,4

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

В бассейнах крупнейших рек Севера Европы – Северной Двины и Печоры – характер водности и её изменения в 2017 году не имел существенных различий. В бассейне Северной Двины водность впервые после 2012 года превысила норму. При этом по сравнению с 2016 годом имел место резкий рост стока с превышением нормы 37,6% против - 3,6%. В бассейне Печоры, где сток превышал норму с 2014 года, в 2017 году также наблюдался резкий рост водности (23,3%), но относительно значения, близкого к норме в 2016 году (0,7%).

В бассейне Волги продолжился быстрый рост водности, начавшийся в 2016 году, когда превышение нормы составило 11,2% после весьма низкого уровня - 16,8%, отмеченного в 2015 году. В 2017 году превышение нормы составило 20,6%.

В бассейнах Дона и Кубани продолжалась фаза низкой водности, начавшаяся ещё в 2007 году. При этом в 2017 году, как и годом раньше, имел место рост стока обеих рек. Тем не менее, сток Дона и Кубани оставался ниже нормы, соответственно, на 37,3% и 5,0%. Значения этих показателей в 2016 году составили 45,7% и 7,2%, а в 2015 году – 52,5% и 29,2%.

Водность в бассейне Терека, едва превысившая норму на 1,0% в 2016 году после плавного её снижения с 2010 года, в 2017 году осталась близкой к норме, хотя и несколько снизилась. Её отклонение от нормы в меньшую сторону составило 2,9%.

В бассейне одной из крупнейших рек Сибири – Оби – продолжилась фаза повышенной водности, начавшаяся в 2014 году. При этом водность почти не изменилась по сравнению с 2016 годом. В 2017 году сток Оби превышал норму на 12,1% против 13,7% в 2016 году.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек – Енисея и Лены – продолжались противоположно направленные изменения водности – соответственно, снижение и рост в период с 2014 по 2016 год, сменившиеся ростом и снижением в 2017 году. При этом характер водности в этих бассейнах в 2017 году не изменился: сток Енисея был ниже нормы на 4,1%, а сток Лены выше нормы на 8,2% (против, соответственно, 15,7% и 19,6% в 2016 году).

В бассейне Колымы в 2017 году сток достиг аномально высоких значений, превысив норму на 57,3%, что ставит этот год в один ряд с аномальным 2014 годом. При этом в 2016 году превышение нормы составляло всего 3,7%, а в 2015 году наблюдалось интенсивное снижение стока после длительной фазы высокой водности до значения ниже нормы на 10,8%.

В бассейне крупнейшей реки Дальнего Востока – Амура – после интенсивного повышения водности, имевшего место в 2015 и 2016 годах (с превышением нормы, соответственно, на 9,0% и 12,6%), в 2017 году водность резко снизилась до значения ниже нормы на 3,4%.

Водные ресурсы субъектов Российской Федерации в 2017 году (табл. 1.8) также в большинстве случаев существенно отличались от средних многолетних значений и от значений, имевших место в 2016 году.

Таблица 1.8. Ресурсы речного стока по субъектам Российской Федерации

Субъекты федерации	Площадь территории, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км ³ /год	Водные ресурсы 2017 года, км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
<i>Северо-Западный федеральный округ</i>				
Республики:				
Карелия	180,5	56,0	69,9	24,8
Коми	416,8	164,8	206,1	25,1
Области:				
Архангельская, в том числе	589,9	387,2	472,9	22,1
Ненецкий АО	176,8	212,1	243,8	14,9
Вологодская	144,5	47,7	70,7	48,2
Калининградская	15,1	22,7	30,5	34,4
Ленинградская	83,9	89,2	112,0	25,6
Мурманская	144,9	65,7	81,9	24,7
Новгородская	54,5	21,4	36,0	68,2
Псковская	55,4	12,0	19,2	60,0
<i>Центральный федеральный округ</i>				
Области:				
Белгородская	27,1	2,7	2,3	-14,8
Брянская	34,9	7,3	4,5	-38,4
Владимирская	29,1	35,2	39,1	11,1
Воронежская	52,2	13,7	10,7	-21,9
Ивановская	21,4	57,3	76,3	33,2
Калужская	29,8	11,3	10,2	-9,7
Костромская	60,2	53,4	71,1	33,1
Курская	30,0	3,8	2,4	-36,8
Липецкая	24,0	6,3	5,3	-15,9
Московская	45,8	18,0	21,6	20,0
Орловская	24,7	4,1	3,0	-26,8
Рязанская	39,6	25,7	27,1	5,4
Смоленская	49,8	13,7	16,1	17,5
Тамбовская	34,5	4,1	3,6	-12,2
Тверская	84,2	25,2	38,5	52,8
Тульская	25,7	10,6	9,0	-15,1
Ярославская	36,2	35,8	53,7	50,0

Приволжский федеральный округ				
Республики:				
Башкортостан	142,9	34,2	42,7	24,9
Марий Эл	23,4	110,4	137,9	24,9
Мордовия	26,1	4,9	5,0	2,0
Татарстан	67,8	229,6	266,3	16,0
Удмуртская	42,1	63,3	83,3	31,6
Чувашская	18,3	119,0	116,8	-1,8
Края:				
Пермский	160,2	56,0	73,0	30,4
Области:				
Кировская	120,4	40,0	64,0	60,0
Нижегородская	76,6	105,8	132,3	25,0
Оренбургская	123,7	12,7	12,4	-2,4
Пензенская	43,4	5,6	6,6	17,9
Самарская	53,6	236,8	288,7	21,9
Саратовская	101,2	241,5	292,4	21,1
Ульяновская	37,2	231,2	283,0	22,4
Южный федеральный округ				
Республики:				
Адыгея	7,8	14,1	12,3	-12,8
Калмыкия	74,7	1,1	4,4	300,0
Крым	27,0	1,0	1,2	20,0
Края:				
Краснодарский	75,5	23,0	24,6	7,0
Области:				
Астраханская	49,0	237,7	287,3	20,9
Волгоградская	112,9	258,6	303,9	17,5
Ростовская	101,0	26,1	15,4	-41,0
Северо-Кавказский федеральный округ				
Республики:				
Дагестан	50,3	20,7	20,3	-1,9
Ингушетия	3,6	1,7	1,7	0,0
Кабардино-Балкарская	12,5	7,5	7,4	-1,3
Карачаево-Черкесская	14,3	6,1	6,8	11,5
Северная Осетия – Алания	8,0	8,0	7,5	-6,3
Чеченская	15,6	11,6	11,7	0,9
Края:				
Ставропольский	66,2	6,0	6,4	6,7
Уральский федеральный округ				
Области:				
Курганская	71,5	3,5	3,6	2,9
Свердловская	194,3	30,2	41,3	36,8
Тюменская, в том числе	1464,2	583,7	664,1	13,8
Ханты-Мансийский АО	534,8	380,8	426,9	12,1
Ямало-Ненецкий АО	769,3	581,3	657,1	13,0
Челябинская	88,5	7,4	7,3	-1,4
Сибирский федеральный округ				
Республики:				
Алтай	92,9	34,0	37,5	10,3
Бурятия	351,3	97,1	71,5	-26,4
Тыва	168,6	45,5	56,8	24,8
Хакасия	61,6	97,7	100,7	3,1
Края:				
Алтайский	168,0	55,1	59,7	8,3

Забайкальский	431,9	75,6	73,5	-2,8
Красноярский	2366,8	930,2	941,3	1,2
Области:				
Иркутская	774,8	309,5	279,2	-9,8
Кемеровская	95,7	43,2	44,7	3,5
Новосибирская	177,8	64,3	65,0	1,1
Омская	141,1	41,3	49,1	18,9
Томская	314,4	182,3	178,6	-2,0
Дальневосточный федеральный округ				
Республики:				
Саха (Якутия)	3083,5	881,1	1031,2	17,0
Края:				
Камчатский	464,3	275,2	264,9	-3,7
Приморский	164,7	46,3	43,0	-7,1
Хабаровский	787,6	491,2	477,2	-2,9
Области:				
Амурская	361,9	170,6	160,1	-6,2
Магаданская	462,5	124,9	149,8	19,9
Сахалинская	87,1	57,3	56,2	-1,9
Автономные области:				
Еврейская	36,3	217,7	187,6	-13,8
Автономные округа:				
Чукотский АО	721,5	194,6	210,3	8,1

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

В 2017 году во всех субъектах федерации Северо-Западного федерального округа водность рек резко возросла по сравнению с 2016 годом и значительно превысила норму. Наименьшее превышение 14,9% имело место в Ненецком автономном округе, входящем в состав Архангельской области. В остальных субъектах федерации норма была превышена более чем на 22%. В этом ряду выделяются области, расположенные в южной и юго-западной частях федерального округа – Калининградская, Псковская, Новгородская и Вологодская, где были отмечены наиболее высокие показатели водности рек вплоть до 60,0% в Псковской и 68,2% в Новгородской области.

Повышенная по сравнению с 2016 годом водность обусловлена резким ростом стока всех основных рек, протекающих по территории федерального округа. Сток Северной Двины, Вычегды, Мезени, Великой, Плюссы, Луги, Волхова, Мологи и Шексны, а также Поноя, Варзуги и Кемы в 2017 году значительно приблизился к многолетним максимумам, а сток Преголи, Сухоны и Онеги их превысил.

Запасы воды в Ладожском озере увеличились в 2017 году на 11,60 км³, а в Онежском – на 2,52 км³ (табл. 1.9).

В целом водность рек округа превысила норму на 24,8% против -0,6% в 2016 году и превзошла многолетний максимум 709,7 км³/год, наблюдавшийся в 1958 году.

Таблица 1.9. Изменение запасов воды крупнейших озёр Российской Федерации

Озёра	Средний многолетний запас воды, км ³	Средний многолетний уровень воды, м	Запасы воды, км ³		
			на 01.01.17	на 01.01.18	годовое изменение
Ладожское	911,00	5,10	900,60	912,20	11,60
Онежское	292,00	33,00	293,62	296,14	2,52
Байкал [*]	23000,00	455,00			-5,05
Ханка	18,30	68,90	22,18	20,02	-2,16

* 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 наблюдалась более разнообразная картина водности рек. На территории округа, кроме её южной части, то есть в областях Владимирской, Ивановской, Костромской, Московской, Рязанской, Смоленской, Тверской и Ярославской имела место повышенная водность. Если в самой южной из них Рязанской области превышение нормы было незначительным и составило всего 5,4%, то в остальных областях оно было более существенным. Весьма высокая водность рек (более чем на 33% выше нормы) наблюдалась в Ивановской и Костромской областях, а в Тверской и Ярославской, граничащих с зоной наиболее высокой водности Северо-Западного федерального округа, она превышала норму более чем на 50%.

В южной части Центрального федерального округа, то есть в областях Белгородской, Брянской, Воронежской, Калужской, Курской, Липецкой, Орловской, Тамбовской и Тульской водность была ниже нормы. Отклонение от нормы в меньшую сторону составило от 9,7% в Калужской, до 36,8% в Курской и 38,4% в Брянской области.

Описанная ситуация определилась значительным ростом стока в большей части бассейна Волги и в бассейне Западной Двины, а также его снижением в бассейнах Дона и Днепра в пределах территории округа. Исключением

для бассейна Волги стал бассейн Оки (в верхнем течении) и, в частности, реки Цны, в которых сток снизился до значений ниже нормы, что в значительной мере определило низкую водность Орловской, Тульской, Калужской и Тамбовской областей.

Контрастную картину водности на территории округа сформировал неравномерный рост стока рек в течение двух лет от значений намного ниже нормы, наблюдавшихся в 2015 году во всех областях округа. В 2016 году вследствие резкого роста стока в северной и центральной частях округа образовалась зона высокой водности, а в южной части водность приблизилась к норме, но оставалась ниже её. В 2017 году рост водности продолжился, не затронув южные области, в которых, напротив, произошло её снижение.

В целом по округу водность рек была выше нормы на 13,6%, что мало отличается от 12,1% в 2016 году.

Запасы воды в волжских водохранилищах округа – Ивановском, Угличском и Рыбинском – увеличились в 2017 году на 4,28 км³, в основном за счёт Рыбинского водохранилища, где они повысились на 4,12 км³, а уровень повысился на 0,99 м.

В подавляющем большинстве субъектов федерации Приволжского федерального округа – в республиках Башкортостан, Марий Эл, Татарстан, Удмуртской, в Пермском крае, в Кировской, Нижегородской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областях – наблюдался рост водности, результатом которого было значительное превышение показателей 2016 года, а в Кировской области – повторение многолетнего максимума, отмеченного в 1990 году. Превышение нормы составило от 16,0% в Республике Татарстан до 30 – 60% в северной части округа – в Пермском крае, Удмуртской Республике и Кировской области. Рост водности от значения намного ниже нормы до близкого к норме наблюдался в Оренбургской области. В Пензенской области сохранилась высокая водность, несмотря на некоторое её снижение по сравнению с 2016 годом. На остальной части территории округа – в республиках Мордовии и Чувашской – снижение водности приблизило её к норме. Отклонение от нормы составило для Мордовии 2,0%, а для Чувашии -1,8%.

По округу в целом водность рек в 2017 году была выше нормы на 28,6%, то есть была наибольшей за последние 23 года.

Распределение водных ресурсов по субъектам федерации Приволжского федерального округа и направление его изменения определились действием четырёх факторов. Первый из них – рост водности в бассейне Волги, наиболее сильно проявившийся в бассейне Камы, самого мощного её притока. В результате сток Камы и, в особенности её притока Вятки, значительно приблизился к многолетнему максимуму. Второй фактор, внесший дополнительный вклад в водность Кировской области, – значительный рост стока рек бассейна Северной Двины на её территории. Третий, оказавший заметное влияние на водность Пензенской области и Республики Мордовии, – снижение стока рек бассейна Дона на территории округа и притока Оки Мокши до значений ниже нормы. Наконец, четвёртым фактором был рост водности в бассейне Урала в пределах Оренбургской области с превышением нормы в сочетании с масштабным использованием воды.

Снижение водности рек Чувашской Республики, повышенной в 2016 году, до значения, близкого к норме и даже несколько ниже её при значительно возросшем стоке Волги было связано с увеличением запасов воды в Чебоксарском водохранилище.

Запасы воды в водохранилищах Волжско-Камского каскада (Ивановском, Угличском, Рыбинском, Горьковском, Чебоксарском, Куйбышевском, Камском, Воткинском, Саратовском, Волгоградском), расположенных в трёх федеральных округах, увеличились в 2017 году на 22,24 км³. Запасы воды в Ириклинском водохранилище на реке Урал в 2017 году увеличились на 0,06 км³, а его уровень повысился на 0,26 м.

В Южном федеральном округе низкая водность рек наблюдалась в Республике Адыгее (ниже нормы на 12,8%) и весьма низкая (ниже нормы на 41,0%) в Ростовской области. В остальных субъектах федерации она превышала норму. Если в Краснодарском крае превышение было небольшим (7,0%), то в Республике Крым, Астраханской и Волгоградской областях оно было значительным (от 17,5% до 20,9%), а в республике Калмыкии – близким к многолетнему максимуму (300,0%). При этом в Республике Адыгее водность практически не изменилась, а во всех остальных субъектах федерации, включая Ростовскую область, возросла по сравнению с 2016 годом. Наиболее значительный рост водности, изменивший её характер, наблюдался в Республике Крым, где норма была превышена на 20,0% против -10,0% в 2016 году.

Сложившаяся картина водности приволжских областей округа была обусловлена продолжением роста стока Волги, превысившего в итоге норму на 20,6%. В Ростовской области она определялась продолжением роста стока Дона от весьма низких значений, наблюдавшихся в 2015 году, оставившим сток Дона далёким от нормы. В Краснодарском крае слабый рост стока Кубани, недостаточный для превышения нормы, компенсировался значительным ростом стока многих других рек края. Ситуацию в Республике Адыгее обусловило продолжение низководной фазы местных рек, начавшееся в 2015 году. Сохранение весьма высокой водности в Республике Калмыкии при некотором её росте по сравнению с 2016 годом, как и прежде, определялось ростом стока рек Калауса и Кумы, вызванным не только естественными факторами, но и ростом объёмов переброски стока в эти реки. Наконец, рост стока подавляющего большинства рек Крымского полуострова с превышением нормы для многих из них стал причиной резкого изменения характера водности в Республике Крым по сравнению с 2016 годом.

В целом по округу отклонение водных ресурсов от среднего многолетнего значения составило 17,5% против 9,5% в 2016 году.

Запасы воды в Краснодарском водохранилище увеличились на 0,09 км³, что привело к повышению уровня этого водоёма на 0,26 м. В Цимлянском водохранилище запасы воды в 2017 году увеличились на 0,94 км³, а его уровень повысился на 0,42 м.

В большинстве субъектов федерации Северо-Кавказского федерального округа – в республиках Дагестан, Ингушетии, Кабардино-Балкарии и Чеченской водность рек была близкой к норме или, как это было в Ингушетии, равнялась ей. Существенно повышенная водность наблюдалась только в Карачаево-Черкесской Республике (11,5%) и Ставропольском крае (6,7%), а существенно пониженная (-6,3%) – только в Республике Северной Осетии – Алании. При этом во всех субъектах федерации в составе округа отмечалось снижение водности по сравнению с 2016 годом. Наиболее значительное снижение, от 11,1% до -1,9% наблюдалось в Республике Дагестан, наименее значительное,

от 13,1% до 11,5% - в Карачаево-Черкесской Республике. Эта картина водности значительно отличается от ситуации предыдущего года, когда водность рек всех субъектов федерации в составе округа, кроме Республики Северной Осетии - Алании, превышала норму, а в Северной Осетии - Алании была близка к норме.

В целом по округу имело место резкое снижение водности рек от значения 13,2% в 2016 году до значения, близкого к норме 1,4%.

Картину водности рек Северо-Кавказского федерального округа сформировали несколько факторов. Первый фактор - сток Кубани и Терека в верхнем течении, а также Сулака, несколько снизившийся по сравнению с 2016 годом, но по-прежнему превышавший норму. Второй фактор - продолжившийся рост стока притоков этих рек, а также Кумы и Калауса от значений выше нормы, наблюдавшихся в 2015 году. Наконец, третий фактор - снижение стока Самура до значения ниже нормы и продолжение снижения стока других рек, стекающих с восточного склона Кавказских гор. При этом, как и прежде, естественная картина распределения водных ресурсов в немалой степени нарушалась масштабной межбассейновой и внутрибассейновой переброской стока.

В Уральском федеральном округе водность рек всех субъектов федерации, кроме Челябинской области, превышала норму. Наиболее значительное превышение 36,8% имело место в Свердловской области, а также в Тюменской области с её автономными округами (13,8%). На этих территориях продолжилась фаза высокой водности, начавшаяся в 2014 году, хотя в Тюменской области было отмечено некоторое снижение по сравнению с 2016 годом. На крайнем юге округа, в Курганской и Челябинской областях, где отклонения от нормы были незначительными и составили 2,9% и -1,4%, снижение водности было намного более резким: в 2016 году норма водности в этих областях была превышена на 102,9% и 24,3%.

Решающую роль в формировании описанной ситуации в Тюменской области и автономных округах сыграл сток главной реки области и всего федерального округа - Оби с её главным притоком Иртышом и других рек бассейна Обской губы, сохранившийся на достаточно высоком уровне, несмотря на небольшое снижение. В остальных областях округа, где по разным рекам наблюдалось большое разнообразие в соотношении стока и нормы при различии направлений изменения стока, решающую роль также сыграл сток главных рек этих областей. В Свердловской области ситуация определилась резким ростом стока реки Тавды, притока Тобола, а в южных областях - Челябинской и Курганской - значительным снижением стока Урала и Тобола в их верхнем течении, причём стока Урала - до значений ниже нормы.

В целом по округу сохранилось весьма существенное превышение водности над нормой, составившее 13,4%, что несколько меньше, чем в 2016 году, когда оно составило 15,2%.

Картина водности Сибирского федерального округа характеризовалась наибольшим различием субъектов федерации по водности и направлению её изменения. Если в республиках Алтай и Тыва, в Алтайском крае и в Омской области водность существенно превышала норму (от 8,3% в Алтайском крае до 24,8% в Республике Тыва), то в Республике Бурятии и Иркутской области она была значительно ниже нормы, отличаясь от неё, соответственно на 26,4% и 9,8%. На остальной территории округа - в Республике Хакасии, Красноярском и Забайкальском краях, Кемеровской, Новосибирской и Томской областях водность была близкой к норме.

Рост водности от весьма высокого показателя 2016 года 19,8% отмечался в Республике Тыва, а от значений ниже нормы - в Красноярском крае, в Иркутской, Кемеровской и Томской областях. В остальных субъектах федерации в составе округа имело место снижение водности с сохранением её повышенного характера в Республиках Алтай и Хакасии, Алтайском крае, Новосибирской, Омской областях и с его изменением в Забайкальском крае. В Республике Бурятии водность дополнительно снизилась от низкого показателя 2016 года, составившего -10,7%.

В целом по округу водность рек в 2017 году превысила норму на 1,0% после пониженной водности, наблюдавшейся в 2016 году (-5,2%).

Распределение водных ресурсов Сибирского федерального округа по субъектам федерации определилось водностью в бассейнах Оби в верхнем и среднем течении, Иртыша в среднем течении, Енисея, Хатанги, а также Лены и Амура в верхнем течении. В бассейне Оби высокая водность, отмеченная в верхнем течении, снижалась в направлении границы территории округа до значений, близких к норме. В бассейне Иртыша в пределах округа водность повсеместно, особенно в бассейне главного притока Ишима, значительно превышала норму. При этом водность Оби в верхнем течении и водность Иртыша были несколько ниже показателей 2016 года. В бассейне Енисея водность, превысившая норму в верхнем течении (в пределах территории Республики Тыва) была несколько ниже нормы в остальной части бассейна. Причиной этого был низкий сток основных притоков выше Красноярской ГЭС и особо низкий сток крупнейшего из притоков - Ангара (ниже нормы на 26,0%), сохранившийся с 2012 года и обусловленный продолжающейся недостаточностью притока в озеро Байкал. Значительное приближение водности в бассейне Енисея к норме по сравнению с 2016 годом, наблюдавшееся в 2017 году, было обусловлено резким ростом стока притоков ниже устья Ангара - Подкаменной Тунгуски, Нижней Тунгуски, Турухана и Курейки от весьма низких значений в 2016 году до значений выше нормы.

Сток Хатанги был значительно выше нормы и существенно выше значения, наблюдавшегося в 2016 году, что означало продолжение фазы высокой водности в бассейне этой реки, начавшейся в 2014 году. В бассейне Лены в пределах территории округа сток при некотором росте оставался ниже нормы везде, кроме бассейнов Олёкмы и Чары, где сохранилась особо высокая водность. В бассейне Амура в пределах территории округа наблюдалось продолжение фазы низкой водности, начавшейся в 2014 году. Сток реки в пределах округа был ниже нормы на -9,4%, то есть почти не изменился по сравнению с 2016 годом, когда отклонение от нормы составило -10,0%.

Годовое уменьшение запасов воды в Новосибирском водохранилище составило 0,84 км³. Запасы воды в озере Байкал понизились на 5,05 км³. Суммарное уменьшение запасов воды в водохранилищах Ангара-Енисейского каскада составило 6,84 км³, в основном за счёт Братского водохранилища, запасы которого понизились на 4,80 км³, что вызвало понижение уровня в этом водохранилище на 0,96 м. Запасы Красноярского водохранилища понизились на 0,37 км³, а уровень - на 0,21 м. Запасы Саяно-Шушенского водохранилища при этом, наоборот, повысились на 0,10 км³, что вызвало повышение уровня на 0,26 м.

В Дальневосточном федеральном округе превышение нормы водности, причём довольно значительное, наблюдалось в Республике Саха (Якутии), Магаданской области и Чукотском автономном округе. В Магаданской

области оно составило почти 20,0%. В остальных субъектах федерации, расположенных в бассейне Амура, в Приморье, на острове Сахалин и на полуострове Камчатка, водность рек была ниже среднеемноголетнего значения. Если в Хабаровском и Камчатском краях, а также в Сахалинской области её отличие от нормы не превышало 3,7%, то в Амурской области, Еврейской автономной области и Приморском крае оно было более существенным (от 6,2% в Амурской области до 13,8% в Еврейской автономной области).

Во всех субъектах федерации, расположенных в Приморье и в Приамурье: в Приморском и Хабаровском краях, в Амурской области и в Еврейской автономной области произошло резкое снижение водности от весьма высоких значений, отмеченных в 2016 году (до 83,6% над нормой в Приморском крае). Менее впечатляющим, от 8,0% до -1,9% было снижение водности в Сахалинской области. Наиболее мощный рост водности, от -23,4% до -3,7%, не изменивший, тем не менее, её характера, произошёл в Камчатском крае. В остальных субъектах федерации в составе округа – в Республике Саха (Якутии), Магаданской области и Чукотском автономном округе – рост водности происходил от значений выше нормы на 14,7%, 3,8% и 1,5%.

В целом по округу водность рек превысила норму на 6,7%, что несколько ниже показателя предыдущего года 8,2%.

Распределение водности в Дальневосточном федеральном округе и его годовое изменение складывались под влиянием нескольких главных факторов. Первый из них – начавшееся снижение стока Лены с сохранением его повышенного характера благодаря притокам в среднем течении. Второй фактор – рост стока Колымы и Алазеи до аномально высоких значений и более умеренный рост стока рек, протекающих в пределах Чукотского автономного округа, до значений, существенно превышающих норму. Третий фактор – прекращение снижения стока рек полуострова Камчатка, продолжавшегося в течение трёх лет и приведшего к весьма низким значениям в 2016 году, и начало его роста, пока недостаточного для превышения нормы. Четвёртый фактор – резкое снижение стока Амура и основных его притоков, а также рек бассейна Японского моря большей частью до значений ниже нормы. Наконец, пятый фактор – продолжение снижения стока большинства рек острова Сахалин от весьма высоких значений 2015 года.

Запасы воды в озере Ханка понизились на 2,16 км³, а в Зейском водохранилище – на 3,13 км³. Уровень воды в этом водохранилище понизился на 1,37 м.

В 2017 году водность рек на территории Российской Федерации, превысив норму на 9,9%, продолжила свой рост, начавшийся в 2013 г. с превышения 8,3% и прерванный в 2016 году, когда этот показатель снизился до 4,2%. По сравнению с 2016 годом она повысилась на 240,5 км³.

Количество субъектов федерации с повышенной водностью рек составило 54 единицы против 51 единицы в 2016 году. Общая площадь территории этих субъектов федерации увеличилась и составила приблизительно 14,1 млн. км² против 12,5 млн. км² в 2016 году.

Низкая водность сохранилась, дополнительно снизилась или пришла на смену высокой водности в юго-западной части Европейской территории России, в некоторых горных и предгорных районах Северного Кавказа, на крайнем юге Урала, в бассейне Енисея, кроме его правобережной части ниже устья Ангары и участка выше Красноярской ГЭС, в междуречье Хатанги и Лены, в бассейнах Лены в верхнем течении и Индигирки, в Приамурье, Приморье и на полуострове Камчатка.

На остальных территориях России наблюдалась высокая или средняя водность, сохранившаяся или пришедшая на смену низкой водности, наблюдавшейся в 2016 году.

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

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

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

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

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

- комплексность и систематичность наблюдений;
- согласованность сроков их проведения с характерными гидрологическими ситуациями и изменением метеорологических условий;
- определение показателей едиными методиками на всей территории страны.



- обеспечения органов государственного управления, хозяйственных организаций и населения систематической и экстренной информацией об изменениях уровней загрязнения (в том числе и радиоактивного) атмосферного воздуха, почв, водных объектов под влиянием хозяйственной деятельности и гидрометеорологических условий, прогнозами и предупреждениями о возможных изменениях уровней загрязненности;
- обеспечения заинтересованных организаций материалами для составления рекомендаций в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, составления планов развития хозяйства с учетом состояния окружающей среды и других вопросов развития экономики.

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

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ НАБЛЮДЕНИЙ

- за загрязнением атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах;
- за загрязнением почв пестицидами и тяжелыми металлами;
- за загрязнением поверхностных вод суши и морей;
- за трансграничным переносом веществ, загрязняющих атмосферу;
- комплексные наблюдения за загрязнением природной среды в биосферных заповедниках;
- за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков и снежного покрова;
- за фоновым загрязнением атмосферы;
- за радиоактивным загрязнением окружающей среды.

В 2017 г. количественный состав государственной сети наблюдений следующий:

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха проводились в 244 городах Российской Федерации, на 672 станциях, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 221 городе на 613 станциях. Измеряются концентрации до 54 загрязняющих веществ.

Наблюдениями за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям охвачены 1 193 водных объекта, (из них 1 039 водотоков и 154 водоема), на которых находится 1 827 пунктов, 2 498 створов, 2821 вертикаль, 3239 горизонтов). Измеряются 129 показателей качества воды.

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям проводились в семи гидрографических районах Балтийском, Каспийском, Восточно-Сибирском, Карском, Тихоокеанском, Баренцевском и Азовском на 133 водном объекте России на 254 гидробиологических пунктах и 368 створах. Программа наблюдений включает от 2 до 6 показателей.

Наблюдения за загрязнением морской среды в 2017 году проводились на 275 станциях в шельфовых районах морей, омывающих территорию Российской Федерации.

Сеть станций наблюдения атмосферного трансграничного переноса

веществ включает 4 станции на Европейской территории России (программа ЕМЕП) и 4 станции на Азиатской территории (программа ЕАНЕТ). По программе ЕМЕП производится отбор и анализ проб атмосферных аэрозолей, газов (диоксидов азота и серы) и атмосферных осадков. По программе ЕАНЕТ производится отбор проб атмосферного воздуха и осадков и анализ основных кислотообразующих веществ.

Пунктами сети наблюдений за загрязнением почв пестицидами являются сельскохозяйственные угодья (поля), отдельные лесные массивы, зоны отдыха (парки, пионерлагеря, санатории, дома отдыха), прибрежные зоны, а также территории вблизи объектов хранения (склады) и места захоронения неликвидных пестицидов (полигоны). Отбор почв производится два раза в год (весной и осенью) на территориях 39 субъектов РФ в 496 пункте. В отобранных пробах определяется 20 наименований пестицидов и их метаболитов.

Для оценки загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения один раз в 5 лет проводится отбор проб в 101 городе; в 2017 году проведён отбор проб в районах 33 населенных пунктов (810 проб). В отобранных пробах определяется до 25 ингредиентов промышленного происхождения.

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

Посты наблюдения организованы: вокруг крупных промышленных предприятий, где отмечаются серьезные повреждения лесов на достаточно больших площадях; в ценных лесах, отнесенных к памятникам природы; в районах ввода в действие новых крупных промышленных предприятий, выбросы которых в ближайшее время могут привести к ослаблению и повреждению лесонасаждений. Наблюдения проводятся на постоянных пробных площадях.

Сеть станций, осуществляющих наблюдения за химическим составом и кислотностью осадков, состоит из 221 станции. В пробах определяется до 12 компонентов.

Наблюдения за загрязнением снежного покрова на территории России в 2017 году осуществлялись на 534 пунктах. В пробах определяются от 6 основных ионов и значения pH.

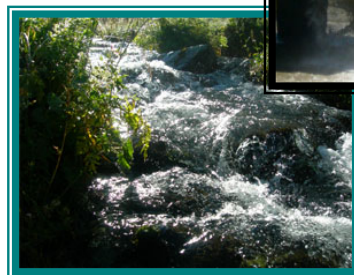
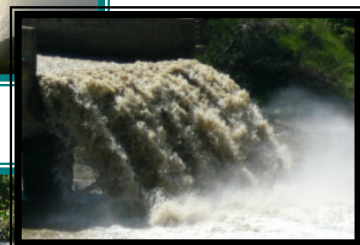
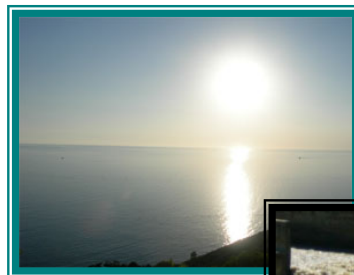
Система фоновой мониторинга ориентирована на получение информации о состоянии окружающей среды на территории Российской Федерации, на основании которой проводятся оценки и прогноз изменения этого состояния под влиянием антропогенных факторов.

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

Наблюдения за радиационной обстановкой окружающей среды на стационарной сети осуществлялись на 1 275 пунктах.

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

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



2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему

2.2.1. Эмиссия парниковых газов

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

Методической основой выполнения оценок служили руководящие документы Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) по проведению национальных инвентаризаций выбросов и поглощения парниковых газов, одобренные Совещанием Сторон Рамочной Конвенции ООН об изменении климата (РКИК ООН). В основу подхода МГЭИК положен расчетный метод оценки выбросов и поглощения, базирующийся на использовании количественных данных о годовых физических объемах конкретных видов деятельности, приводящих к выбросам или абсорбции ПГ. Основной объем исходной информации для выполнения расчетов был получен из материалов экономической, земельной, лесной и других видов статистики. В настоящий Обзор включены впервые полученные оценки за 2016 г.; впервые, а также ранее выполненные оценки за период 2011–2015 гг., которые были подвергнуты частичному пересмотру и уточнению согласно требованиям РКИК ООН и МГЭИК. Практику ретроспективного пересмотра всего ряда оценок планируется продолжать и в дальнейшем.

Выбросы и поглощение парниковых газов по секторам МГЭИК¹ представлены в табл. 2.1 (значения в таблице приводятся с округлением). Основными драйверами изменения выбросов в Российской Федерации являются общие тенденции развития национальной экономики, интегральным показателем которых является динамика ВВП, изменения общей эффективности экономики и, главным образом, ее энергоэффективности, изменения в структуре ВВП и в структуре топливного баланса. Определенный вклад в изменение выбросов вносят общий тренд и межгодовые колебания температуры воздуха на территории РФ и связанные с этими факторами изменения потребления топливно-энергетических ресурсов. По сравнению с 1990 годом – базовым годом РКИК ООН, совокупные выбросы значительно снизились (на 48,4% с учетом сектора землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ), и на 29,2% – без учета этого сектора).

В 2016 г. совокупный выброс без учета сектора ЗИЗЛХ сохранился практически неизменным по отношению к предыдущему году (увеличился на 0,5% на фоне сокращения ВВП в Российской Федерации на 0,2%). Сектор ЗИЗЛХ, в котором поглощение парниковых газов из атмосферы (происходящее в форме поглощения CO₂ растениями) превалирует над выбросами, оставался значительным нетто-поглотителем парниковых газов, компенсируя около 24% выбросов, происходящих в остальных секторах.

Таблица 2.1. Выбросы парниковых газов по секторам МГЭИК

Секторы	Выбросы, млн. т CO ₂ экв.				
	2012	2013	2014	2015	2016
Энергетика	2213,9	2153,0	2152,6	2162,1	2175,4
Промышленные процессы и использование продукции	216,4	220,6	220,8	218,8	218,5
Сельское хозяйство	140,3	134,8	136,1	135,8	134,2
ЗИЗЛХ*	-614,9	-610,9	-652,9	-603,0	-634,5
Отходы	103,7	106,5	110,5	113,3	115,8
Всего, без учета ЗИЗЛХ	2674,2	2614,9	2620,0	2629,9	2643,8
Всего, с учетом ЗИЗЛХ	2059,4	2004,0	1967,1	2026,8	2009,4

* 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 2012 г. не претерпело существенных изменений. Доминирующую роль продолжает играть энергетический сектор. Практически не изменились вклады промышленности и сельского хозяйства. Выбросы, связанные с обращением с отходами производства и потребления, демонстрируют непрерывный рост, вследствие чего доля сектора «Отходы» в совокупном выбросе заметно увеличилась.

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

Годы	Всего	По секторам			
		Энергетика	Промышленные процессы и использование продукции	Сельское хозяйство	Отходы
2012	100,0	82,8	8,1	5,2	3,9
2016	100,0	82,3	8,2	5,1	4,4

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

2.2.2. Содержание CO₂ и CH₄ в атмосфере

Анализ изменчивости концентрации парниковых газов в приземном слое атмосферы выполнен на основе результатов измерений, проводимых на четырех станциях наблюдений за содержанием парниковых газов. Характеристики станций приведены в табл. 2.3. Станция Териберка (Кольский полуостров, побережье Баренцева моря) и станция Тикси (Арктическое побережье, море Лаптевых, залив Сого) расположены в условиях, близких к фоновым. Станция Новый Порт (полуостров Ямал, берег Обской губы) и Воейково (пригород Санкт-Петербурга) находятся в районах крупномасштабных антропогенных источников парниковых газов. Для сравнения привлечены данные станции Барроу, расположенной в том же широтном поясе (71,32° с.ш., 156,6° з.д.). В Мировой центр данных ВМО по парниковым газам (WDCGG) данные этой станции представляет Национальная Администрация по Океану и Атмосфере США (NOAA ESRL GMD).

Данные станций Териберка и Тикси передаются ГГО в мировой центр данных (МЦД) по парниковым газам (WDCGG) в Японию, где используются при проведении глобального анализа полей концентраций указанных газов.

Таблица 2.3. Станции наблюдений за парниковыми газами ГГО

Станция	Широта	Долгота	Высота над у.м.	Период наблюдений	Программа наблюдений
Териберка	69°12' с.ш.	35°06' в.д.	40	с 1988 г.	CO ₂ , CH ₄ с 1996 г.
Новый Порт	67°41' с.ш.	72°53' в.д.	11	с 2002 г.	CO ₂ , CH ₄
Воейково	59°57' с.ш.	30°42' в.д.	72	с 1996 г.	CH ₄
Тикси	71°35' с.ш.	128°55' в.д.	15	с 2011 г.	CO ₂ , CH ₄

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

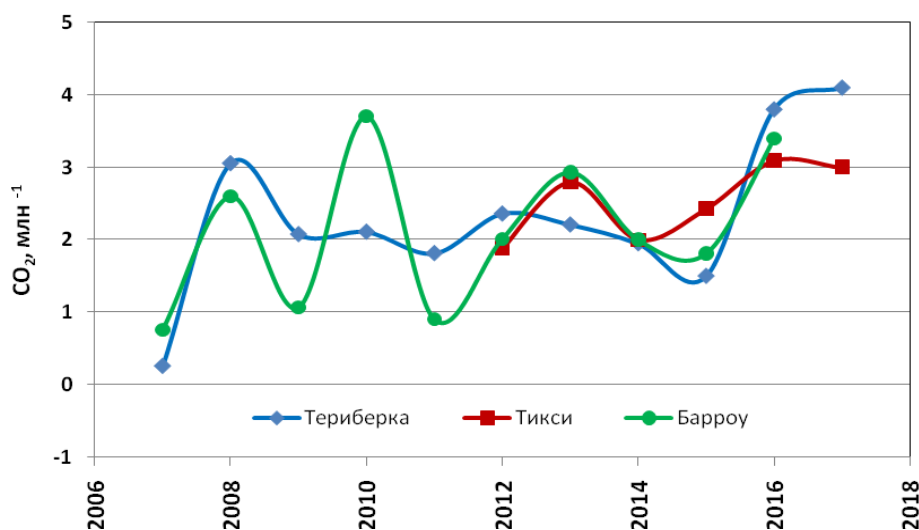
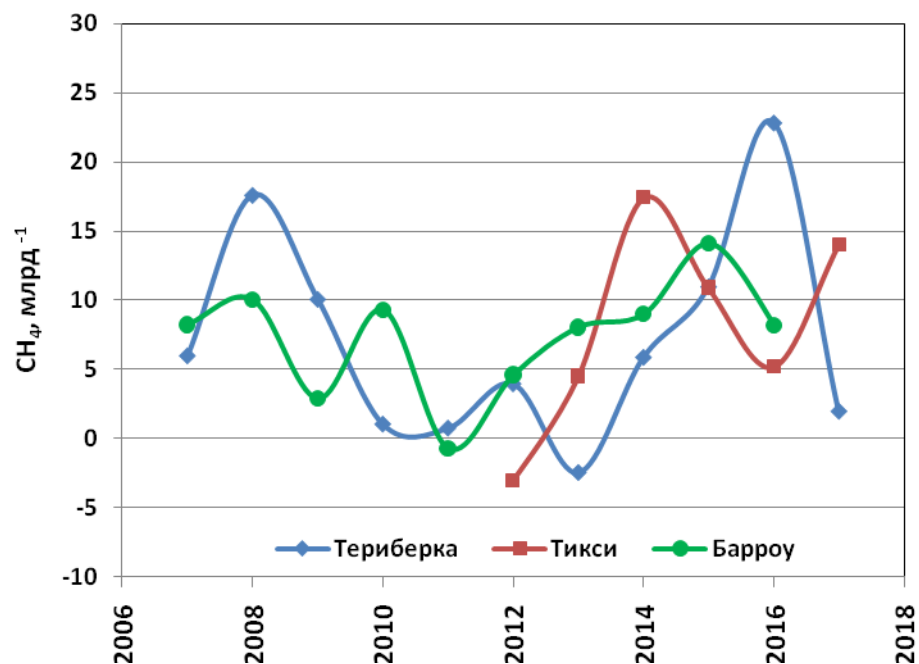
Рост концентрации CO₂ в атмосфере продолжается. В 2017 г. среднегодовое значение CO₂ на арктических фоновых станциях РФ превысило 408 млн⁻¹, а среднемесячные значения в период сезонного максимума были более 414 млн⁻¹. Среднегодовые концентрации CO₂ на двух рассматриваемых станциях близки, их небольшие расхождения, вероятно, связаны с особенностями, как естественных, так и антропогенных источников, определяющих региональные эмиссии/стоки диоксида углерода. Основными естественными стоками CO₂ являются растительность в период вегетации и свободная ото льда акватория Баренцева моря. Более того, содержание CO₂ в атмосфере в районе станции Териберка подвержено влиянию промышленных районов Европы за счет переноса воздушных масс.

Характеристики долговременной изменчивости (тренд и сезонный ход), оцененные по данным станции Териберка, имеющей самый длинный ряд наблюдений (29 лет), изменились мало. За период с 2007 по 2017 гг. концентрация CO₂ увеличилась на 6% (24,6 млн⁻¹).

Таблица 2.4. Среднегодовые значения и межгодовые изменения (Δ) концентраций CH₄ и CO₂

Годы	CH ₄ , млрд ⁻¹	ΔCH ₄ , млрд ⁻¹	CO ₂ , млн ⁻¹	ΔCO ₂ , млн ⁻¹
Териберка				
2007	1877,3	6,0	385,0	0,3
2008	1894,9	17,6	388,1	3,1
2009	1905,0	10,1	390,1	2,1
2010	1906,1	1,1	392,3	2,1
2011	1906,8	0,8	394,1	1,8
2012	1910,8	4,0	396,4	2,4
2013	1908,4	-2,4	398,6	2,2
2014	1914,1	5,7	400,4	1,7
2015	1925,0	10,9	401,8	1,4
2016	1948,4	23,4	405,5	3,7
2017	1950,3	1,9	409,6	4,1
Тикси				
2011	1913,2	-	394,2	-
2012	1910,2	-3,0	396,0	1,8
2013	1915,7	5,5	399,1	3,0
2014	1931,4	15,7	400,6	1,5
2015	1940,7	9,3	403,0	2,4
2016	1945,9	5,2	406,1	3,1
2017	1957,1	11,2	408,5	2,4

В 2017 г. продолжился рост концентрации метана. На станции Териберка было зафиксировано увеличение концентрации CH_4 на 1,9 млрд⁻¹, что существенно меньше в сравнении с 2016 годом (23,4 млрд⁻¹). Наблюдения показали, что на севере Восточной Сибири (станция Тикси) концентрация CH_4 увеличилась на 11,2 млрд⁻¹, что более, чем в два раза превысило прирост за предыдущий год. За период с 2007 по 2017 гг. атмосферная концентрация CH_4 на побережье Баренцева моря в Териберке возросла на 3,7% (73 млрд⁻¹). В 2006-2016 гг., согласно данным МЦД ВМО (данные за 2017 год не опубликованы), среднеглобальное значение концентрации метана увеличилось на 3,6% при среднем глобальном темпе роста в 6 млрд⁻¹.

Рис. 2.1. Межгодовые изменения концентрации CO₂Рис. 2.2. Межгодовые изменения концентрации CH₄

Рассмотрение влияния источников парниковых газов, действующих в районах расположения станций, на основе определения превышения концентрации над фоновым уровнем, представлено для станций Новый Порт, Воейково и Санкт-Петербург на рис. 2.3 и в табл. 2.5. При определении превышения в качестве фонового уровня использованы данные (средние за месяц) станции Териберка.

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 отражают влияние техногенных выбросов ПГ на месторождения природного газа и нефти в Западной Сибири и приводят к существенному превышению концентрации метана над фоновым уровнем, а также к повышенному относительно фоновых значений содержанию CO₂. Максимальные значения превышения CO₂, достигающие 10 млн⁻¹, наблюдаются в зимний период в основном за счет снижения высоты слоя перемешивания атмосферы и увеличения антропогенных выбросов. Для метана аналогичный показатель достигает 150 млрд⁻¹.

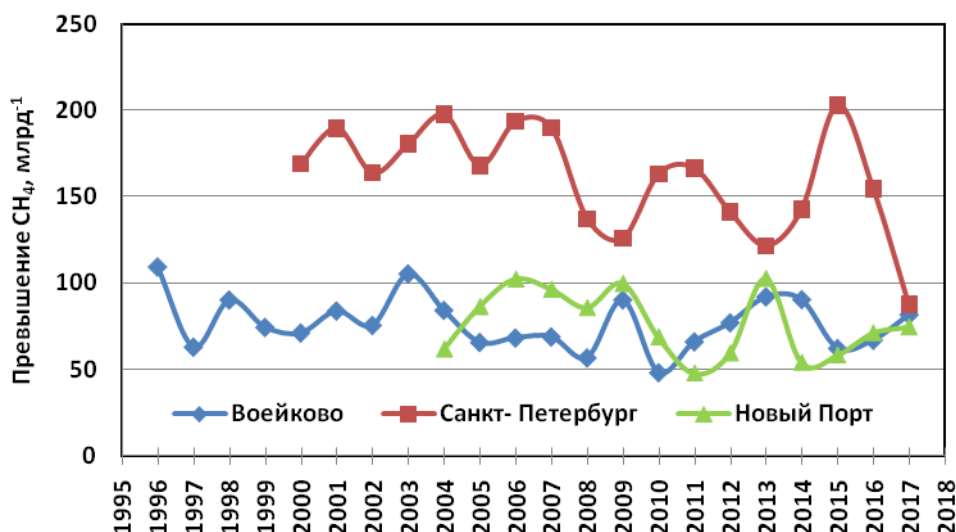
Рис. 2.3. Среднегодовые превышения концентраций CH₄ над фоновым уровнем

Таблица 2.5. Превышения концентраций парниковых газов над фоновым уровнем

Станции мониторинга	Превышения концентраций по периодам осреднения				
Новый Порт	CO ₂	млн ⁻¹	%	млн ⁻¹	%
		2004-2017 гг.		2017 г.	
		4,5	1,1	4,4	1,1
	CH ₄	млрд ⁻¹	%	млрд ⁻¹	%
		2004-2017 гг.		2017 г.	
76,3		4,1	74,5	3,7	
1996-2017 гг.		2017 г.			
76,8		4,1	81,6	4,2	
2000-2017 гг.		2017 г.			
160,9		6,8	87,6	4,5	
Воейково					
Санкт-Петербург					

Как видно из представленных данных, превышения концентраций парниковых газов над фоновым уровнем в 2017 г. на станциях Новый Порт и Воейково не выходят за пределы наблюдаемых за многолетний период вариаций. Превышение концентрации CH₄ в Санкт-Петербурге уменьшилось почти в два раза по сравнению со средним за 18 лет значением.

2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферы

2.3.1. Оптическая плотность и прозрачность атмосферы

Интегральная оптическая плотность (синонимы – толщина, толща) атмосферы (ОПА) связана с интегральной прозрачностью атмосферы соотношением

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

Здесь $S_{p,30}$ – 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°). ОПА дает возможность получить косвенную оценку аэрозольного ослабления в атмосфере, поскольку, в указанном диапазоне λ вариации ОПА определяются главным образом содержанием в атмосфере аэрозоля и водяного пара. Именно поэтому в теплое время года из-за увеличения влагосодержания и турбулентного обмена в атмосфере значения ОПА выше, чем в холодный период.

В таблице 2.6 представлены районы расположения и координаты станций фонового мониторинга, на которых проводятся наблюдения за ОПА и прозрачностью атмосферы.

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

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

Примечания к табл. 2.6, 2.7

* Городские станции, являющиеся парными фоновым, указанным на строку выше

** станция Диксон начала присылать свою информацию с 2014 г.

Средние за 2017 год значения P_2 и ОПА для региональных станций фонового мониторинга и трех парных им городов в сравнении со значениями 2016 года приводятся в таблице 2.7.

Таблица 2.7. Среднегодовые значения ОПА и P_2 , их стандартные отклонения ($\pm\sigma$) средних месячных значений от среднего за год на станциях фонового мониторинга в 2017 и 2016 гг.

Станция	ОПА $\pm\sigma$ 2017 г.	ОПА $\pm\sigma$ 2016 г.	$P_2\pm\sigma$ 2017 г.	$P_2\pm\sigma$ 2016 г.
Туруханск	0,216 \pm 0,015	0,217 \pm 0,011	0,806 \pm 0,012	0,805 \pm 0,009
Усть-Вымь	0,256 \pm 0,046	0,272 \pm 0,050	0,775 \pm 0,034	0,764 \pm 0,037
Сыктывкар*	-	0,271 \pm 0,057	-	0,762 \pm 0,043
Воейково	0,245 \pm 0,040	0,245 \pm 0,036	0,783 \pm 0,031	0,784 \pm 0,028
Памятное	0,247 \pm 0,023	0,264 \pm 0,039	0,782 \pm 0,018	0,769 \pm 0,030
Курган*	0,274 \pm 0,035	0,276 \pm 0,045	0,761 \pm 0,026	0,760 \pm 0,034
Хужир	0,224 \pm 0,035	0,215 \pm 0,030	0,800 \pm 0,028	0,807 \pm 0,024
Иркутск*	0,241 \pm 0,043	0,233 \pm 0,028	0,787 \pm 0,034	0,794 \pm 0,022
Шаджатмаз	0,177 \pm 0,035	0,169 \pm 0,030	0,838 \pm 0,029	0,845 \pm 0,025
о-в Диксон**	0,316 \pm 0,024	0,267 \pm 0,067	0,718 \pm 0,017	0,768 \pm 0,053

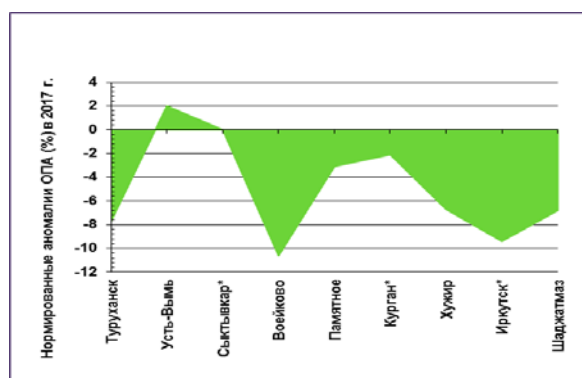
Поскольку ОПА более чувствительна к изменению прозрачности атмосферы (см. формулу 1) по сравнению с P_2 , то для получения наиболее наглядного представления о произошедших изменениях в состоянии замутнения атмосферы в дальнейшем будет рассматриваться именно параметр ОПА.

В 2017 году горная станция Шаджатмаз (Северный Кавказ, 2070 м над уровнем моря) по-прежнему является наиболее чистой (ОПА=0,177). Из равнинных региональных станций наименьшая замутненность атмосферы характерна для станции Туруханск (Красноярский край), где средняя за наблюдательный период 2017 г. ОПА = 0,216. На станциях Воейково и Памятное получены близкие среднегодовые значения ОПА (0,245 и 0,247 соответственно), хотя уровень загрязнения на первой станции в основном определяется близостью к г. Санкт-Петербургу (12 км от границы города), а на второй станции - ее степным расположением. Наиболее высокие значения оптической плотности атмосферы наблюдались в этом году на арктической станции Диксон (0,316).

В 2017 году по сравнению с 2016 годом изменения ОПА находились в интервале от -6,4 (Памятное) до +4,7% (Шаджатмаз). На станции Воейково, Туруханск и городской станции Курган* степень замутнения атмосферы в среднем не изменилась, а на станциях Хужир и Иркутск* среднегодовые значения ОПА увеличились менее, чем на 5%. Единственной станцией, на которой ОПА выросла существенно (+18,4%), это арктическая станция Диксон.

Сравнение осредненных за 2017 год значений ОПА с 30-летней нормой ОПА приведены на рис. 2.4.

За нормы ОПА принимались средние значения ОПА за период с 1979 по 2012 год. Из этого периода были изъяты 1983-1984 и 1992-1993 годы, 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.

**Рис. 2.4.** Нормированные аномалии ОПА в 2017 г. относительно многолетней нормы

Как видно из рис. 2.4, средние годовые значения ОПА в 2017 г. по сравнению с 30-летней нормой были понижены на большинстве станций. Максимальное снижение зафиксировано на станции Воейково (-10,6%). Незначительное превышение нормы ОПА (на 2%) зарегистрировано лишь на одной станции, Усть-Вымь (Республика Коми). Наименее отличается от нормы степень замутнения на станциях Южного Зауралья, Памятное и Курган*.

На рис. 2.5 показаны внутригодовые изменения среднемесячных значений ОПА в 2017 году на станциях фоновых мониторинга.

Максимально высокое замутнение атмосферы и, соответственно, наименьшая прозрачность наблюдается в летние месяцы, что обусловлено усилением турбулентного перемешивания и открытой подстилающей поверхностью.

Как правило, на городских станциях степень замутнения выше, чем на парных им фоновых региональных станциях, что отчетливо видно из рис. 2.5 (б) на примере станций Памятное и Курган*.

Однако в 2017 г. на городской станции Иркутск* в осенне-зимние месяцы имело место аномальное увеличение прозрачности, т.е. снижение ОПА, в результате чего обычно сохраняемое в течение года превышение ОПА в городе по сравнению с фоновой станцией Хужир, расположенной на о-ве Ольхон (оз. Байкал), было нарушено. В январе и феврале среднемесячные значения ОПА на станции Хужир даже превосходили таковые в Иркутске, а в октябре и ноябре находились на одном уровне.

О многолетней изменчивости оптической плотности атмосферы на станциях фоновых мониторинга позволяет судить рис. 2.6. На нём показано изменение в процентах нормированных аномалий ОПА на всех фоновых станциях с начала 1970-х годов и по 2017 г. включительно.

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

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

Минимальные значения нормированных аномалий (до - 20%) пришлось на конец 1990-х - начало 2000-х годов. На большинстве станций к середине первого десятилетия XXI-ого века прозрачность атмосферы вновь начала уменьшаться и ОПА, соответственно, расти и приближаться к норме.

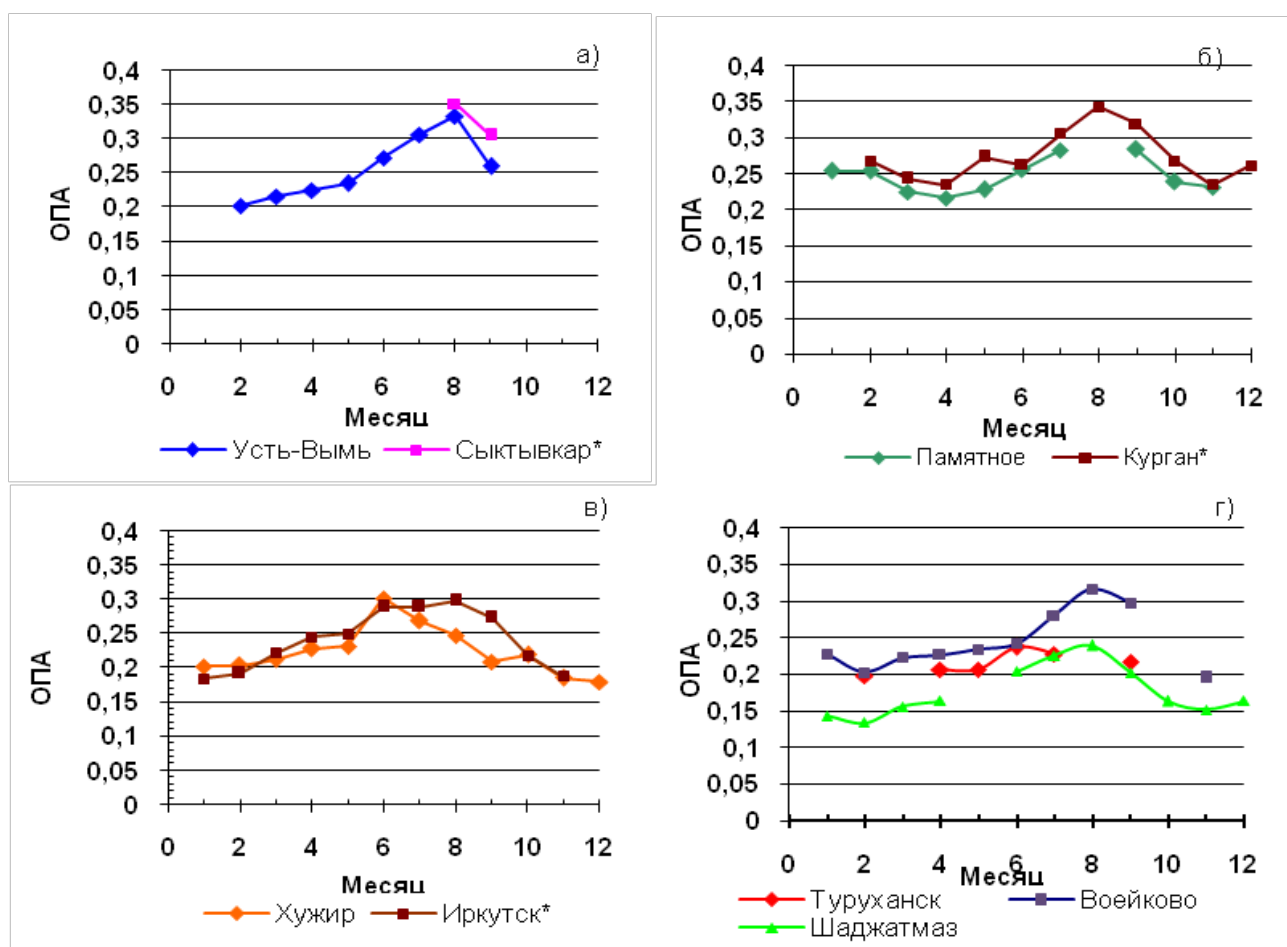


Рис. 2.5. Годовой ход ОПА на станциях фоновых мониторинга в 2017 г.

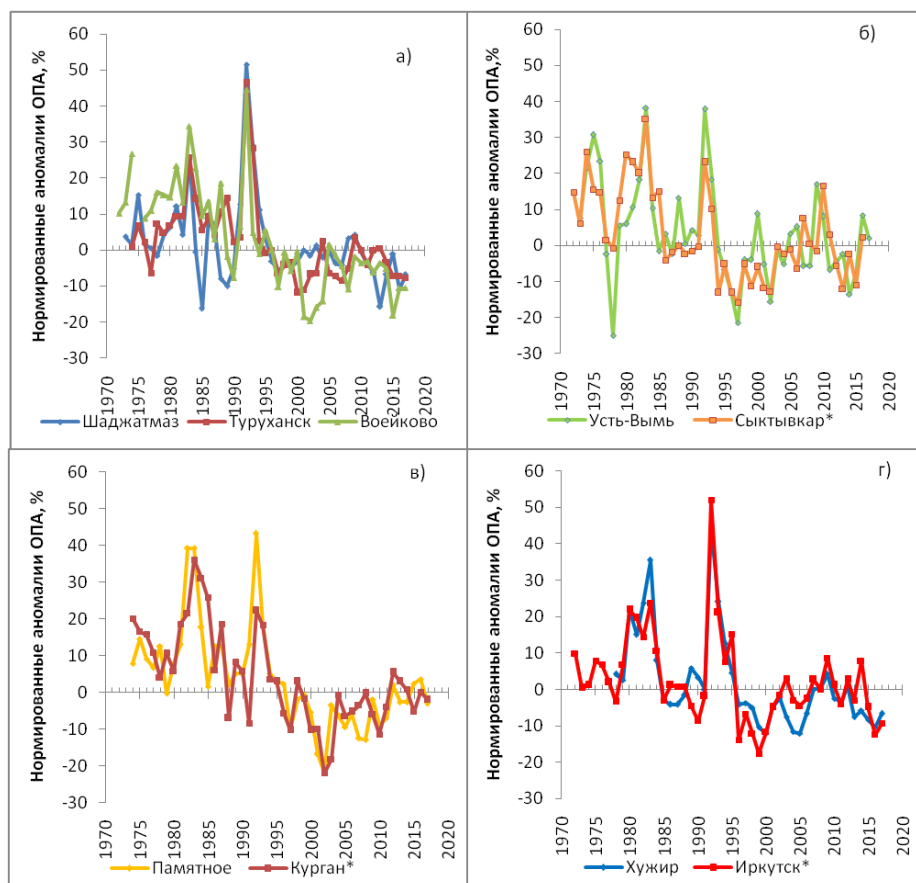


Рис. 2.6. Межгодовая изменчивость нормированных аномалий ОПА (%) на станциях фонового мониторинга атмосферы

2.3.2. Электрические характеристики приземного слоя атмосферы

Рассмотрены данные совместных измерений градиента потенциала электрического поля атмосферы V' и удельных полярных электрических проводимостей воздуха L_+ и L_- , выполненных на станции Воейково (В), в ОГМС Иркутск (И). Также представлены данные измерений V' в ОГМС Верхнее Дуброво (ВД) в окрестностях Екатеринбурга и на аэрологической станции в Южно-Сахалинске (ЮС). Общая продолжительность измерений в Воейково составила 68 лет, в Иркутске – 58 лет, в Верхнем Дуброво – 60 лет, в Южно-Сахалинске – 49 лет. Датчики измерителей V' , L_+ и L_- установлены в пределах одного-трех метров от земли. Наблюдения в Воейково, Иркутске и Верхнем Дуброво включены в программу комплексного фонового мониторинга атмосферы с 1980 г.

В 2017 г. измерения V' , L_+ и L_- проводились на всех станциях. Обобщенные по сезонам результаты измерений V' за 2010–2017 гг. приведены в таблице 2.8. В таблице 2.9 приведены обобщенные по сезонам результаты измерений удельной суммарной электрической проводимости воздуха L_s на станциях Воейково и Иркутск за 2010–2017 гг., на станциях Верхнее Дуброво и Южно-Сахалинск за 2015–2017 гг. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год. Средние за сезон значения, полученные по данным за 2 месяца, отмечены буквой «Н» (неполные), средние значения за год, вычисленные по данным трех сезонов отмечены символом «С».

Из представленных в таблице 2.8 данных наблюдений следует, что существенных изменений V' в 2017 г. по сравнению с периодом (2010–2016 гг.) не произошло, хотя на станции Южно-Сахалинск отмечается некоторое снижение сезонных (весна и лето) и годовых значений V' в 2017 году, а в Иркутске некоторое увеличение в летний период. Как следует из таблицы 2.9, в 2017 году отмечается незначительное увеличение L_s в Иркутске и также незначительное уменьшение L_s в Верхнем Дуброво и Южно-Сахалинске.

На рис. 2.7 представлен годовой ход V' по всем станциям сети за 2017 г. на фоне осредненного годового хода V' за предшествующий период (2008–2016 гг.). На рис. 2.8 в такой же форме показан годовой ход L_s по станциям Воейково и Иркутск.

Из рис. 2.7 следует, что на станциях Воейково, Верхнее Дуброво и Южно-Сахалинск в 2017 году сезонный ход V' практически совпадает с аналогичными средними значениями за 2008–2016 гг. На станции Иркутск существенное увеличение V' в 2017 г. отмечено с мая по август относительно средних значений за 2008–2016 гг.

На станции Воейково в 2017 г. все среднемесячные значения L_s (за исключением июня) были ниже по сравнению с соответствующими значениями для осредненного годового хода этого параметра за предшествующий период. При этом в марте, августе и ноябре снижение L_s было наиболее заметным. В Иркутске наблюдалось незначительное превышение L_s относительно соответствующих средних значений за предшествующий период.

Таблица 2.8. Сезонные (V_c), среднегодовые (V_r) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения V' (даВ/м) за 2010–2017 гг. на станциях Верхнее Дуброво (ВД), Воейково (В), Иркутск (И), Южно-Сахалинск (ЮС)

Станция	Год	$V_c, (V')$				$V_r, (V')$
		Зима	Весна	Лето	Осень	
ВД	2017	16 (14, 17)	13 (9, 18)	11 (10, 12)	12 (11, 13)	13 (9, 18)
	2016	16 (14, 19)	12 (9, 18)	9 (7, 10)	11 (10, 12)	12 (7, 19)
	2015	17 (16, 17)	15 (13, 18)	9 (9, 10)	11 (5, 17)	13 (5, 18)
	2014	14 (12, 16)	15 (10, 22)	10 (7, 13)	13 (12, 14)	13 (7, 22)
	2013	14 (13, 16)	12 (11, 14)	10 (10, 10)	12 (8, 17)	12 (8, 17)
	2012	18 (16, 21)	12 (12, 12)	12 (12, 12)	13 (10, 15) Н	14 (10, 21)
	2011	23 (21, 26)	13 (8, 18)	10 (9, 11)	14 (11, 19)	15 (8, 26)
	2010	24 (23, 25)	17 (14, 20)	14 (12, 15)	21 (16, 29)	18 (12, 29)
В	2017	12 (10, 14)	13 (11, 15)	11 (8, 12)	10 (10, 10)	11 (8, 15)
	2016	12 (10, 17)	9 (8, 12)	9 (9, 10)	6 (5, 10)	10 (5, 17)
	2015	12 (11, 12)	10 (8, 10)	9 (8, 10)	11 (9, 13)	10 (8, 13)
	2014	10 (7, 13)	10 (6, 14)	11 (9, 12)	14 (13, 15)	11 (6, 15)
	2013	9 (9, 9)	11 (9, 15)	8 (7, 10)	8 (6, 10)	9 (6, 15)
	2012	9 (6, 13)	11 (10, 13)	8 (7, 9)	8 (7, 10)	10 (6, 13)
	2011	14 (12, 17)	10 (6, 13)	8 (7, 8) Н	10 (8, 12) Н	10 (6, 17)
	2010	12 (12, 14)	10 (9, 12)	9 (4, 12)	10 (7, 15)	10 (4, 15)
И	2017	11 (10, 12)	10 (8, 12)	9 (7, 11)	9 (9, 10)	10 (7, 12)
	2016	9 (8, 10)	9 (8, 10)	7 (6, 9)	9 (9, 10)	9 (6, 10)
	2015	10 (9, 11)	8 (6, 10)	6 (6, 6)	8 (5, 10)	8 (5, 11)
	2014	11 (10, 12)	9 (8, 11)	7 (6, 8)	9 (7, 10)	9 (6, 12)
	2013	12 (10, 13)	9 (7, 10)	6 (5, 6)	8 (6, 10)	9 (6, 13)
	2012	10 (7, 12)	10 (9, 12)	6 (6, 7)	9 (7, 11)	9 (6, 12)
	2011	14 (13, 15)	11 (8, 13)	6 (5, 7)	9 (8, 10)	10 (5, 15)
	2010	16 (15, 17)	11 (7, 15)	6 (5, 6)	10 (9, 12)	11 (5, 17)
ЮС	2017	30 (27, 34)	14 (7, 21)	7 (5, 10)	19 (14, 22)	18 (5, 34)
	2016	31 (27, 33)	20 (11, 29)	11 (9, 12)	17 (14, 21)	21 (9, 33)
	2015	38 (34, 42)	17 (9, 24)	9 (7, 10)	12 (9, 15)	19 (7, 42)
	2014	36 (33, 38)	20 (11, 28)	9 (8, 11)	17 (15, 20)	21 (8, 38)
	2013	34 (32, 35)	23 (19, 27)	13 (12, 14)	17 (14, 19)	22 (12, 35)
	2012	34 (24, 40)	22 (14, 30) Н	11 (10, 12) Н	18 (14, 25)	21 (10, 40)
	2011	24 (21, 26)	18 (20, 15)	12 (11, 13)	20 (14, 26)	18 (11, 26)
	2010	33 (28, 41)	18 (10, 25)	8 (7, 8)	16 (12, 20)	19 (7, 41)

Таблица 2.9. Сезонные (L_c) и среднегодовые (L_r) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха (фСм/м), минимальные и максимальные среднемесячные значения суммарной электрической проводимости L_s (в скобках) на станциях Воейково (В), Иркутск (И) (2010–2017 гг.), Верхнее Дуброво (ВД) (2015–2017 гг.) и Южно-Сахалинск (ЮС) (2016–2017 гг.)

Станция	Год	$L_c, (L_s)$				$L_r, (L_s)$
		Зима	Весна	Лето	Осень	
В	2017	16 (16, 17)	18 (15, 21)	19 (16, 21)	18 (16, 20)	18 (15, 21)
	2016	14 (11, 18)	17 (15, 19)	16 (14, 18)	18 (17, 20)	16 (11, 20)
	2015	16 (12, 18)	18 (16, 20)	18 (16, 20)	20 (18, 20)	18 (12, 20)
	2014	20 (19, 21)	22 (22, 23)	24 (22, 26)	19 (16, 22)	21 (16, 26)
	2013	18 (18, 19)	20 (19, 21)	24 (22, 26)	22 (20, 24)	21 (18, 26)
	2012	21 (17, 23)	21 (19, 23)	22 (19, 25)	21 (20, 22)	21 (17, 25)
	2011	18 (14, 23)	20 (15, 24)	24 (23, 24) Н	23 (22, 23) Н	21 (14, 24)
	2010	18 (16, 22)	18 (15, 22)	21 (20, 21) Н	25 (22, 28)	21 (15, 28)
И	2017	20 (19, 21)	23 (23, 24)	22 (20, 23)	25 (23, 27)	23 (19, 27)
	2016	15 (13, 17)	20 (19, 22)	18 (17, 21)	19 (19, 21)	18 (13, 22)
	2015	25 (22, 27)	24 (22, 27)	16 (14, 19)	22 (18, 26)	22 (14, 27)
	2014	17 (15, 20)	18 (18, 19)	26 (26, 27)	23 (21, 26)	21 (15, 27)
	2013	16 (14, 18)	19 (18, 22)	21 (20, 21)	23 (23, 24)	20 (14, 24)
	2012	14 (14, 14)	16 (14, 17)	17 (15, 20)	18 (16, 20)	16 (14, 20)
	2011	16 (16, 17)	17 (15, 19)	18 (13, 24)	19 (17, 21)	18 (13, 24)
	2010	20 (15, 23)	18 (15, 20)	23 (22, 24)	22 (21, 23)	21 (15, 24)
ВД	2017	13 (13, 14)	13 (12, 15)	14 (14, 15)	17 (16, 17)	14 (12, 17)
	2016	19 (Н)	17 (Н)	16 (16, 16)	18 (14, 19)	17 (14, 19)
	2015	17 (17, 17)	16 (15, 17)	17 (16, 18)	17 (14, 19)	17 (14, 19)
ЮС	2017	7 (6, 9)	8 (6, 10) Н	8 (8, 9)	8 (7, 9)	8 (6, 10)
	2016	11 (Н)	9 (9, 10)	10 (9, 12)	-	10 (9, 12) С
	2015	7 (7, 8)	9 (7, 12)	14 (12, 16)	15 (12, 17)	11 (7, 17)

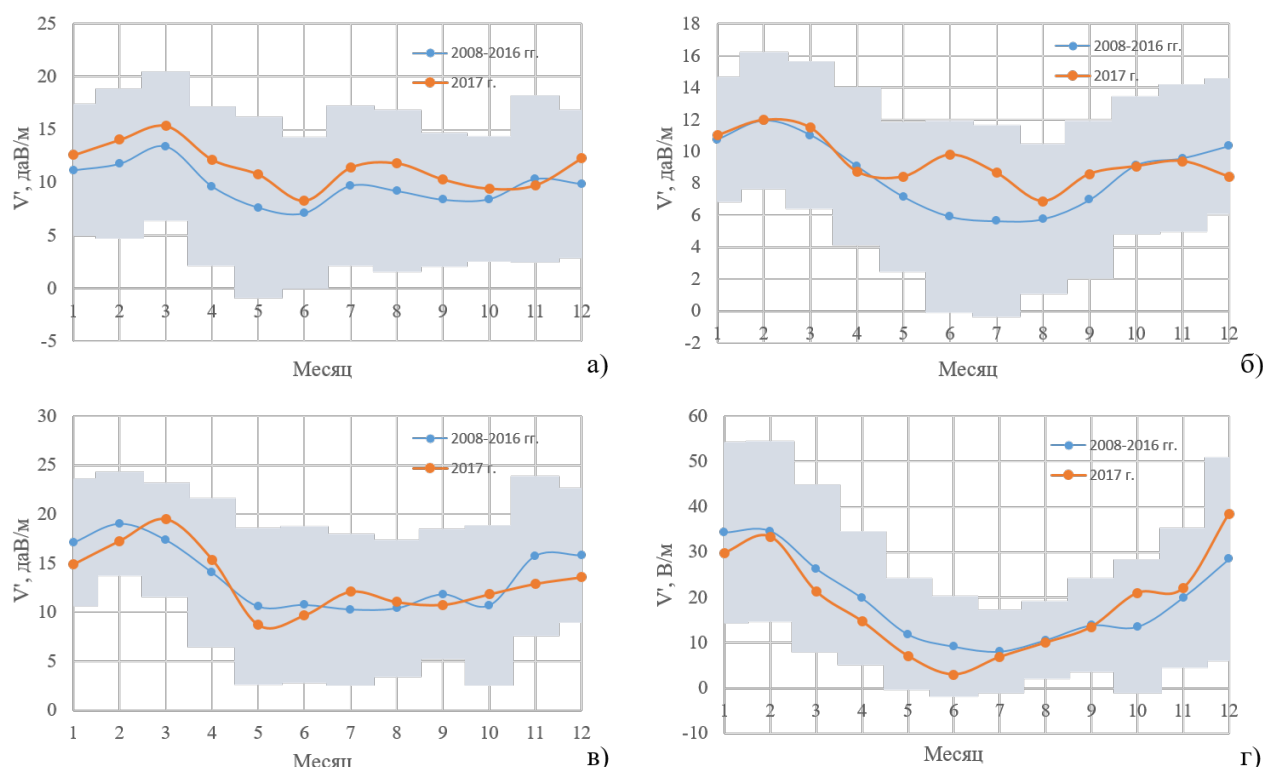


Рис. 2.7. Годовой ход V' по станциям атмосферно-электрической сети (а) Воейково, (б) Иркутск, (в) Верхнее Дуброво и (г) Южно-Сахалинск в 2017 г. на фоне осредненного годового хода V' за период 2008-2016 гг. Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения $\pm\sigma$ от среднего значения за 2008-2016 гг.

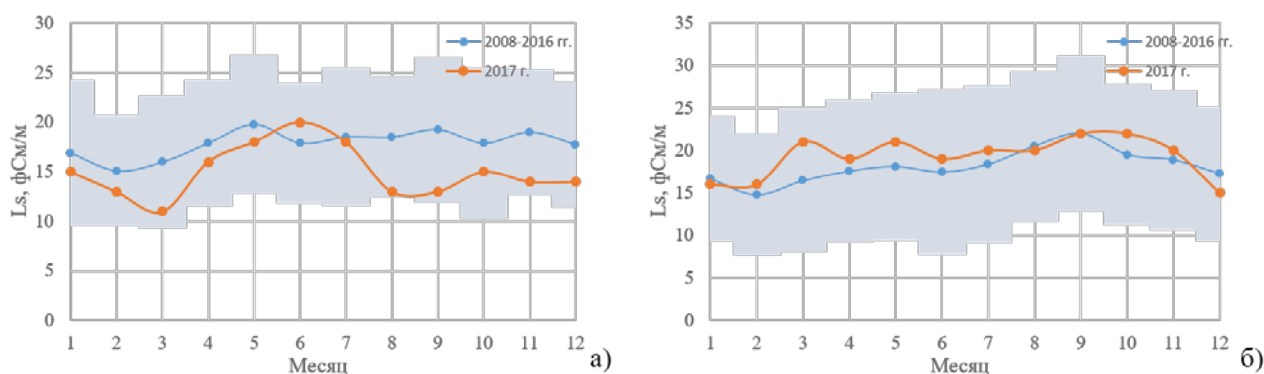


Рис. 2.8. Годовой ход L_s по станциям (а) Воейково и (б) Иркутск в 2017 г. на фоне осредненного годового хода L_s за период 2008-2016 гг. Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения $\pm\sigma$ от среднего значения за 2008-2016 гг.

2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями

Анализ общего содержания озона (ОСО) выполнен по данным отечественной сети фильтровых озонметров М-124 с привлечением данных, поступающих в Мировой центр данных ВМО по озону и ультрафиолетовой радиации (WOUDC) в Канаде, а также данных спутниковой аппаратуры OMI (США).

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

Поле отклонений среднегодовых значений ОСО от нормы (рис. 2.9) в 2017 г. достаточно ровное. Как и в 2016 г., на большинстве озонметрических станций среднегодовые значения ОСО ниже средних многолетних значений за 1974-1984 гг. Долговременную эволюцию ОСО над регионами России иллюстрирует ход среднегодовых значений

ОСО над различными станциями (рис. 2.10). Особенностью 2017 г. являются низкие среднемесячные значения ОСО в декабре и, как следствие, низкие средние за четвёртый квартал значения ОСО над северными регионами России (рис. 2.11 и 2.12).

Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы для всех анализируемых станций находятся в интервале от -7 до +1%. Наибольший дефицит среднегодового значения ОСО (-7%) был зарегистрирован на станциях Тура и Оленек на севере Центральной Сибири. Максимальное превышение среднегодового значения ОСО над нормой (+1%) было зарегистрировано на станции Караганда на северо-востоке Казахстана.

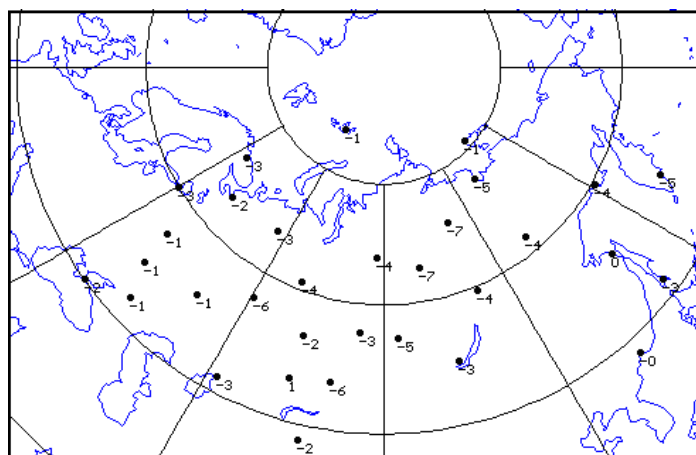


Рис. 2.9. Поле отклонений (%) общего содержания озона в 2017 г. от средних многолетних значений по данным озонометрической сети СНГ

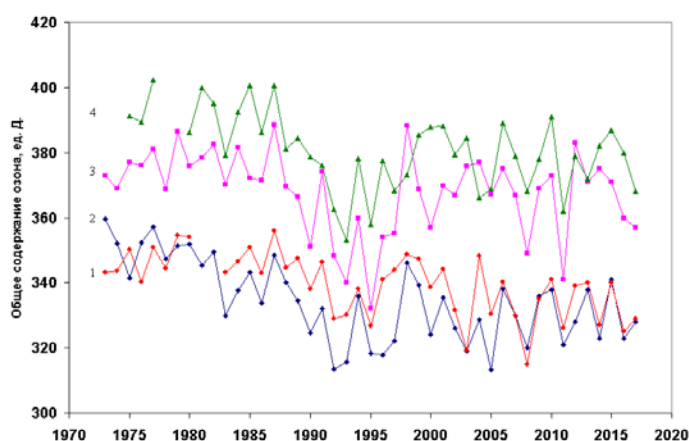


Рис. 2.10. Межгодовой ход среднегодовых значений ОСО в пунктах наблюдений: 1 - Екатеринбург (57° N, 61° E), 2 - Санкт-Петербург (60° N, 30° E), 3 - Якутск (62° N, 130° E), 4 - Нагаево (60° N, 151° E).

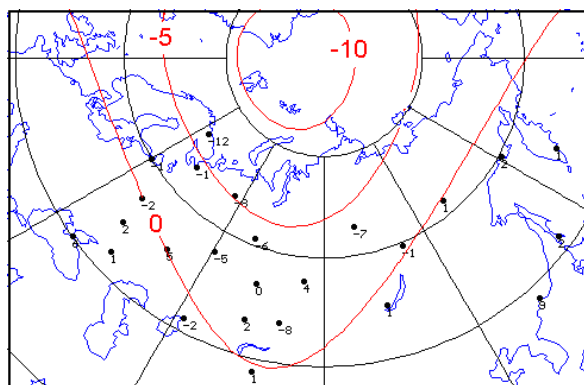


Рис. 2.11. Поле отклонений (%) общего содержания озона от средних многолетних значений по данным озонометрической сети СНГ в четвёртом квартале 2017 г.

В течение 2017 года отдельные существенные отклонения ежедневных значений ОСО от нормы отмечались в марте и ноябре:

- с 17 по 31 марта пониженные на 24-44% среднесуточные значения ОСО над северными районами Сибири и Якутией (252 - 361 ед. Д.);
- с 19 по 21 ноября повышенные на 26-44% среднесуточные значения ОСО над Санкт-Петербургом, Карелией, западными и центральными районами Европейской части территории России (369 - 401 ед. Д.).

Ход ОСО в целом над станциями наблюдений в России удовлетворительно согласуется со среднезональным ходом ОСО в средних широтах Северного полушария (35 – 65°с.ш.).

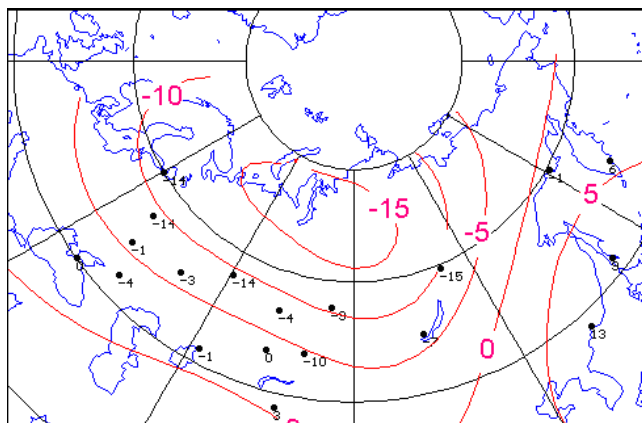


Рис. 2.12. Поле отклонений (%) общего содержания озона от средних многолетних значений по данным озонметрической сети СНГ в декабре 2017 г.

2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ

Анализ полученных результатов измерений ОСО на озонметрических станциях России в 2017 году, так же, как и в предыдущие годы, был произведен на основе разделения поля ОСО над территорией РФ на регионы со сравнительно однородным содержанием озона: Север Европейской территории России (Север ЕТР), Юг Европейской территории России (Юг ЕТР), Западная Сибирь (ЗС), Восточная Сибирь (ВС) и Дальний Восток (ДВ).

Использование на сети фильтровых озонметров М-124 с единой методикой измерений, постоянный контроль и отбор достоверной информации позволяют получать данные ОСО с высокой степенью надежности. ГСА ВМО признала данные сети фильтровых озонметров, наряду с данными спектральных озонных спектрофотометров Добсона и Бруера, пригодными для оценки трендов и тенденций состояния озонового слоя над Северным полушарием. При сравнении наземных измерений ОСО с результатами спутниковых измерений стандартное отклонение ежемесячных значений на 90% станций сети, оснащенной приборами Добсона и Бруера, составило 0,6-2,6%, на 90% станций сети с приборами М-124 составило 1,5-3,5%.

В настоящем обзоре использованы данные озонметрических станций, которые соответствуют нормам качества, удовлетворяющим требованиям ВМО. Продолжительность наблюдений ОСО, выполненных по одной методике, составляет 44 года. Многолетние ряды наблюдений отчетливо проявили существенные и преимущественно меридиональные различия сезонного хода ОСО на протяженной территории РФ. Полученные ряды наблюдений позволили рассчитать климатические нормы, за которые приняты средние многолетние значения ОСО за 1973-2002 гг. для регионов РФ (табл. 2.10).

Таблица 2.10. Общее содержание озона в различных регионах России в 2017 г., норма** и отклонения от нормы (%)

Регионы	Месяцы												Год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
Общее содержание озона в 2017 г., е. Д. *													
Север ЕТР	334	333	385	395	386	357	327	309	285	280	291	275	330
Юг ЕТР	366	370	362	370	361	347	330	304	291	303	314	291	334
ЗС	370	395	359	388	377	337	331	311	291	289	298	291	336
ВС	408	423	380	417	389	339	320	300	304	306	334	329	354
ДВ	440	428	413	425	393	360	325	304	304	330	371	424	376
Отклонения ОСО в 2017 г. от нормы, %													
Север ЕТР	-1	-12	-1,4	-0,9	1,8	1,6	-1,5	-2,1	-5,2	-3,3	1,4	-12	-2,9
Юг ЕТР	5,7	-0,4	-4,7	-2,1	-1,4	-0,9	-0,8	-5,2	-5,6	2,0	4,5	-8,9	-1,5
ЗС	2,7	3,2	-9	-1,0	-1,1	-4,6	-0,8	-3,1	-5,9	-2,9	-0,7	-9,8	-2,7
ВС	5	2	-11	-2,6	-3,2	-5,2	-2,1	-5,0	-3,2	-2,4	3,4	-3,4	-2,3
ДВ	3	-4	-9	-1	-1	0,1	-1,6	-2,5	-4,1	-0,3	2,2	7,8	-0,9
Норма, е.Д. и среднеквадратические отклонения, %													
Север ЕТР	339	379	391	398	379	352	332	315	301	289	287	312	339
	8.0	8.7	7.6	6.3	3.7	3.4	3.3	3.5	3.3	3.5	6.3	7.1	4.1
Юг ЕТР	346	372	380	378	366	350	333	321	308	297	300	319	339
	5.5	5.9	5.5	52.13	3.8	3.4	3.0	3.1	2.9	3.4	3.7	4.7	2.9
ЗС	360	383	393	392	381	354	334	321	309	298	300	323	346
	5.3	6.3	7.3	6.6	4.2	3.1	3.0	3.1	3.2	4.4	4.7	5.4	3.2
ВС	388	415	429	428	402	358	327	316	314	313	323	340	363
	6.1	7.0	7.9	5.1	5.5	3.6	3.4	3.2	3.5	5.1	5.0	7.4	4.1
ДВ	428	447	453	431	398	360	330	312	317	331	363	393	380
	4.4	4.5	5.1	5.1	6.7	3.3	3.3	3.5	4.4	4.8	6.1	5.4	2.8

Примечание:

* 1 е.Д. = 0.001 атм.-см;

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

Многолетние вариации ОСО над территорией РФ

Наличие норм позволяет объективно оценить долговременные изменения толщины защитного озонового слоя, тренды и тенденции в содержании озона за 44-летний период.

Среднегодовые значения ОСО над территорией РФ в целом за период 1973-2017 гг. представлены на рис. 2.13. Весь 44-летний ряд значений ОСО может быть разделен на четыре периода, для которых тренд межгодовых изменений ОСО был различен:

- 1973-1993 гг. – значительное уменьшение ОСО (- 1,4 е.Д./год);

- 1992-1995 гг. – минимальная толщина озонового слоя;

- 1993-1999 гг. – значительный рост ОСО (3,0 е.Д./год);

- 1996-2017 гг. – значительные межгодовые колебания, средний уровень содержания озона (347 е.Д.) несколько ниже нормы, падение ОСО (- 0,4 е.Д./год).

В течение 1973-2017 гг. толщина озонового слоя ниже нормы (353 е.Д.) более чем на 5% наблюдалась в 1992 г. (-5,4%), в 1993 г. (-7,1%), 1995 г. (-5,9%), 2008 г. (-5,4%), 2011 г. (-5,8%). В течение 44 лет наблюдений ОСО над РФ совершенно отчетливо проявилось чередование максимумов и минимумов среднегодовых значений ОСО с периодом 2,4 года с «квазидвухлетней» цикличностью.

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

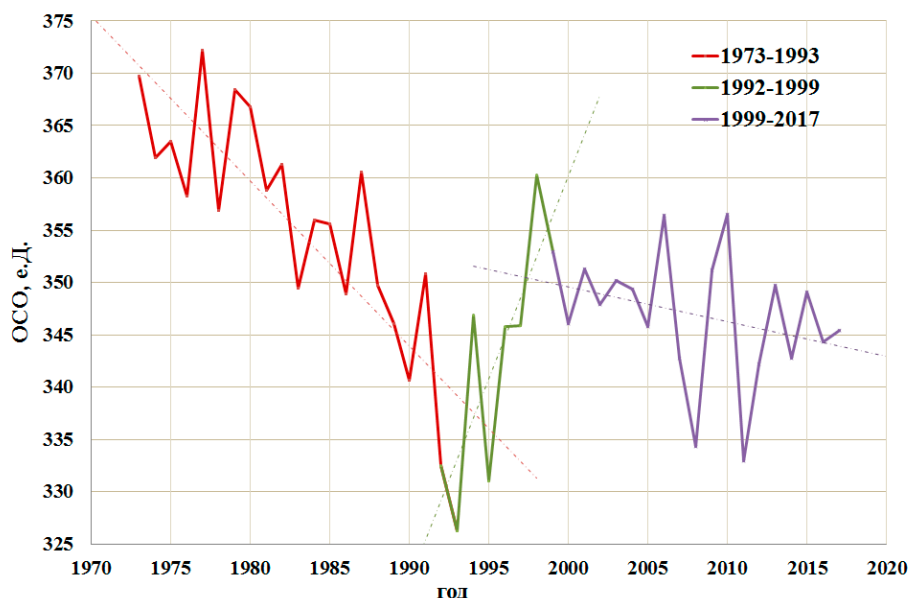


Рис. 2.13. Среднегодовые значения ОСО над территорией РФ в период 1973-2017 гг.

Вариации поля ОСО над регионами РФ в 2017 г.

Результаты расчета среднемесячных значений ОСО над регионами РФ в 2017 г. и их отклонения от нормы приведены в табл. 2.10 и представлены на рис. 2.14. Отметим, что, различия между регионами в течение года были небольшими, но в декабре наблюдалась значительная разница значений ОСО над Дальним Востоком и остальными регионами.

На Севере ЕТР среднегодовой уровень ОСО в 2017 г. был ниже нормы (-2,9%). В феврале и декабре наблюдалось аномально низкое содержание озона – на 12% ниже нормы. Как в начале, так и в конце года отмечены резкие колебания ОСО.

На Юге ЕТР среднегодовой уровень ОСО был несколько ближе к норме (-1,5%). Низкие для региона значения ОСО сохранялись в течение всего года, однако, в январе содержание озона значительно превышало норму, на 5,7%, а в декабре наблюдалась наиболее низкая толщина озонового слоя (-8,9%).

Над Западной Сибирью в течение 2017 г. среднегодовой уровень ОСО был также ниже нормы (-2,7%). Максимальное превышение нормы наблюдалось в феврале (+3,2%), наиболее низкие значения ОСО отмечены в марте (-9%) и в декабре (-9,8%).

Над Восточной Сибирью среднее за год содержание озона было довольно низким (-2,3%). Наиболее низкими относительно нормы значения ОСО были в марте (-11%). Наиболее высокие значения ОСО наблюдались в январе (+5%).

На Дальнем Востоке в течение 2017 г. вариации поля озона не сильно отличались от вариаций в других регионах. Только в декабре наблюдалось повышенное количество озона (+7,8%), в то время как в остальных регионах значения ОСО были заметно ниже нормы.

В среднем за год отклонение значения ОСО от нормы для Дальнего Востока составило - 0,9%.

Таким образом, во всех пяти регионах РФ содержание озона было ниже нормы.

Над всей территорией РФ в 2017 г. средняя за год толщина озонового слоя составила 346 е.Д. и оказалась ниже нормы (353 е.Д.) на 2%.

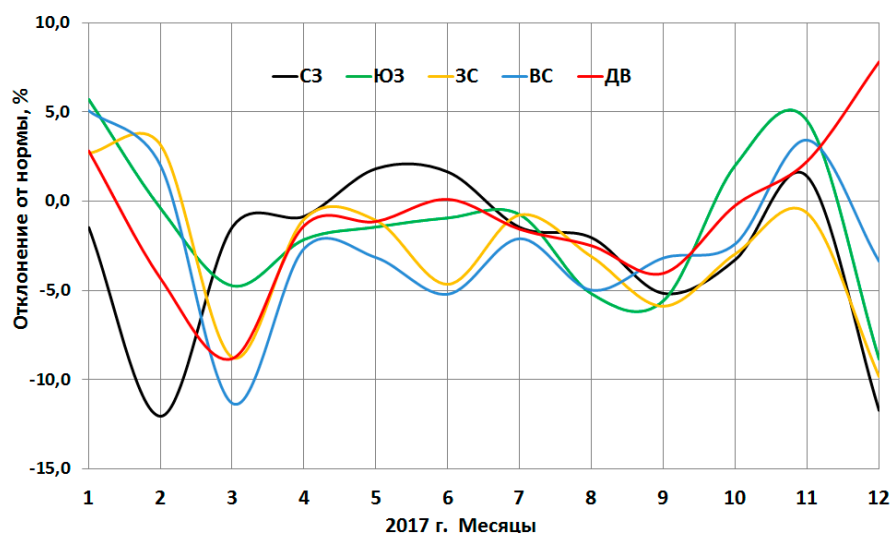


Рис. 2.14. Отклонения среднемесячных значений ОСО от нормы в регионах РФ в 2017 г. (СЗ – Север Европейской территории России, ЮЗ – Юг Европейской территории России, ЗС – Западная Сибирь, ВС – Восточная Сибирь, ДВ – Дальний восток)

Поле ОСО и особенности циркуляции 2017 г.

Как правило, все аномалии, наблюдаемые в поле озона Северного полушария, связаны с особенностями общей циркуляции в нижней стратосфере и верхней тропосфере, характерными для рассматриваемого периода. В зимнее полугодие глубокий циркумполярный вихрь с очень низким содержанием озона и низкой температурой располагается в околополярной зоне и обычно смещен к Северной Атлантике. В тоже время в течение зимы над Сибирью, Дальним Востоком и Востоком Канады устанавливается высотный антициклон с высоким содержанием озона и высокой температурой.

В 2017 г. в поле озона над РФ можно отметить низкое содержание озона над всеми регионами РФ.

По результатам комплексного анализа аномалии связаны с состоянием циркумполярного вихря в нижней стратосфере. В начале 2017 года он устойчиво наблюдался над Европейской территорией России. В конце года возникла «блокирующая ситуация» после мощного затoka с Атлантики. Примерно в это же время область с повышенным содержанием озона распространилась от Канады на Дальний Восток.

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

Оценка фоновое загрязнения атмосферного воздуха и осадков выполнена по данным сети станций комплексного фоновое мониторинга (СКФМ) и специализированных станций Глобальной службы атмосферы (ГСА ВМО). В 2017 г. наблюдения за фоновым загрязнением атмосферного воздуха проводились на четырех СКФМ, обеспечивая необходимый объем информации только для характеристики регионального фоновое загрязнения атмосферы в Центральных районах Европейской территории России (ЕТР).

Анализ загрязнения атмосферного воздуха подготовлен с использованием осредненных значений концентраций, измеряемых на СКФМ веществ в воздухе за месяцы, сезоны и год, рассчитанных из рядов годового цикла наблюдений с октября 2016 г. по сентябрь 2017 г.

Тяжелые металлы. Среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 1,5–5,1 нг/м³. Значимых изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий по сравнению с 2016 г. не произошло (рис. 2.15). Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР сохранились на уровне, наблюдавшемся в последние годы, и не превышали 0,3 нг/м³. На юге ЕТР, в Астраханском БЗ продолжают регистрироваться повышенные уровни кадмия, характерные для наблюдений во всех средах на протяжении десятилетия.

При отсутствии выраженных сезонных изменений содержания в воздухе свинца и кадмия в отдельные дни измерялись максимальные среднесуточные концентрации на уровнях, существенно выше среднегодовых – до 125–220 нг/м³ для свинца и 18–28 кадмия, соответственно.

Фоновое содержание ртути в атмосферном воздухе, определяемое только в центральном районе ЕТР, сохраняется стабильно низким: в 2017 г. среднегодовая концентрация составила 3,4 нг/м³ (табл. 2.11).

Хлорорганические пестициды. В 2017 г. на ЕТР среднегодовые значения фоновых концентраций сумм изомеров ГХЦГ и ДДТ в воздухе сохранились низкими, на уровне, близком к пределу обнаружения аналитическими методами (как и прошлые годы измерения от 30 до 50% проб были ниже предела обнаружения). В целом в 2017 г. содержание пестицидов в воздухе находилось в пределах изменений уровней их концентраций за последние 10 лет.

Взвешенные частицы. В 2017 г. среднегодовые концентрации взвешенных частиц в воздухе на ЕТР изменялись в пределах 16–32 мкг/м³, что на уровне значений последних 10 лет (табл. 2.11, рис. 2.15). Эпизодическое повышение

концентраций взвешенных частиц наблюдалось в теплый период года: отдельные максимальные среднесуточные концентрации превышали 400 и 500 мкг/м³ (Астраханский и Приокско-Тerrasный БЗ, соответственно) (табл. 2.11). Сезонные изменения содержания взвешенных частиц в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в летний период, что обусловлено влиянием природных факторов.

Диоксид серы. В 2017 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на станциях ЕТР сохранились на низком уровне – около 0,05-0,3 мкг/м³ (рис. 2.16). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы, увеличиваясь в отдельные сутки до 2,5-4 мкг/м³ (табл. 2.11). В долгосрочной динамике можно отметить стабилизацию уровней концентраций после отмечавшегося их уменьшения в течение 10 предыдущих лет. Сезонные изменения содержания диоксида серы имеют ярко выраженный максимум в холодный период года, что связано с отопительным сезоном.

Диоксид азота. В 2017 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на европейской территории сохранились на уровне прошлых лет, изменяясь от 0,6 до 4,2 мкг/м³ (рис. 2.16). Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный период в центре ЕТР наблюдаются максимальные значения и повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций (табл. 2.11).

Сульфаты. В 2017 г. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕТР составляли менее 0,6 мкг/м³, при этом значения меньше 3 мкг/м³ были зарегистрированы в 95% измерений. В южных районах ЕТР среднегодовые концентрации составляли около 3,1 мкг/м³ (рис. 2.16). В целом, относительно повышенные концентрации сульфатов в центре ЕТР характерны для холодного периода года, в южных районах – для теплого периода.

Значительные межгодовые колебания средних концентраций не позволяют однозначно охарактеризовать тренды изменений, хотя можно проследить стабилизацию уровней содержания сульфатов в центре ЕТР за последние 10 лет после их уменьшения в предыдущие годы.

Полиароматические углеводороды. Как и в предыдущие годы, в 2017 г. содержание бенз(а)пирена и бензперилена в атмосфере фоновых районов ЕТР в среднем составляло 0,01-0,08 и 0,006-0,03 нг/м³ соответственно (рис. 2.15, табл. 2.11). Сезонные изменения концентраций подобны вариациям других продуктов сгорания топлива – диоксидов серы и азота – с летним минимумом и зимним максимумом значений.

Метан. По данным измерений на СКФМ в Приокско-Тerrasном биосферном заповеднике наиболее высокие концентрации метана были зарегистрированы в зимние месяцы года, с 2014 г. среднее значение в зимний период стабильно превышало 2050 млрд⁻¹. Изменения средних зимних (декабрь-февраль) и средних летних (июнь-август) концентраций метана представлены на рис. 2.17. Несмотря на значительные межгодовые вариации, среднегодовые уровни CH₄ возросли примерно на 30 млрд⁻¹ за весь период наблюдений.

Таблица 2.11. Результаты наблюдений за загрязнением атмосферного воздуха на станциях комплексного фонового мониторинга в 2017 г. (числитель – среднегодовое значение, знаменатель – интервал изменений суточных концентраций)

Загрязняющие вещества	Приокско-Тerrasный БЗ	Воронежский БЗ	Астраханский БЗ	Кавказский БЗ
Pb, нг/м ³	<u>2,53</u> 0,20-29,0	<u>5,12</u> 0,10-125,0	<u>2,81</u> 0,20-222,0	<u>1,51</u> 0,04-131,8
Cd, нг/м ³	<u>0,095</u> 0,004-0,93	<u>0,222</u> 0,036-28,0	<u>1,621</u> 0,010-18,0	<u>0,056</u> 0,005-0,64
Hg, нг/м ³	<u>3,41</u> 0,37-60,3	-	-	-
SO ₂ , мкг/м ³	<u>0,293</u> 0,050-4,10	<u>0,254</u> 0,010-2,53	<u>0,066</u> 0,010-0,45	<u>0,048</u> 0,010-0,62
NO ₂ , мкг/м ³	<u>4,20</u> 1,10-27,3	<u>3,20</u> 0,80-12,6	<u>0,61</u> 0,05-3,21	-
SO ₄ , мкг/м ³	<u>0,55</u> 0,03-3,03	-	<u>3,07</u> 0,01-26,1	-
Взвешенные частицы, мкг/м ³	<u>31,9</u> 3,0-530	<u>18,6</u> 8,0-32,0	<u>31,2</u> 3,2-422	<u>15,8</u> 3,6-77,4
BP, нг/м ³	<u>0,0797</u> 0,004-1,72	<u>0,0583</u> 0,0008-0,379	<u>0,0109</u> 0,0011-0,129	<u>0,0083</u> 0,0004-0,325
BPL, нг/м ³	<u>0,0299</u> 0,0020-0,869	<u>0,0210</u> 0,0009-0,097	<u>0,0061</u> 0,0012-0,084	<u>0,0055</u> 0,0004-0,143

* – Измерения в 2017 г. не проводились.

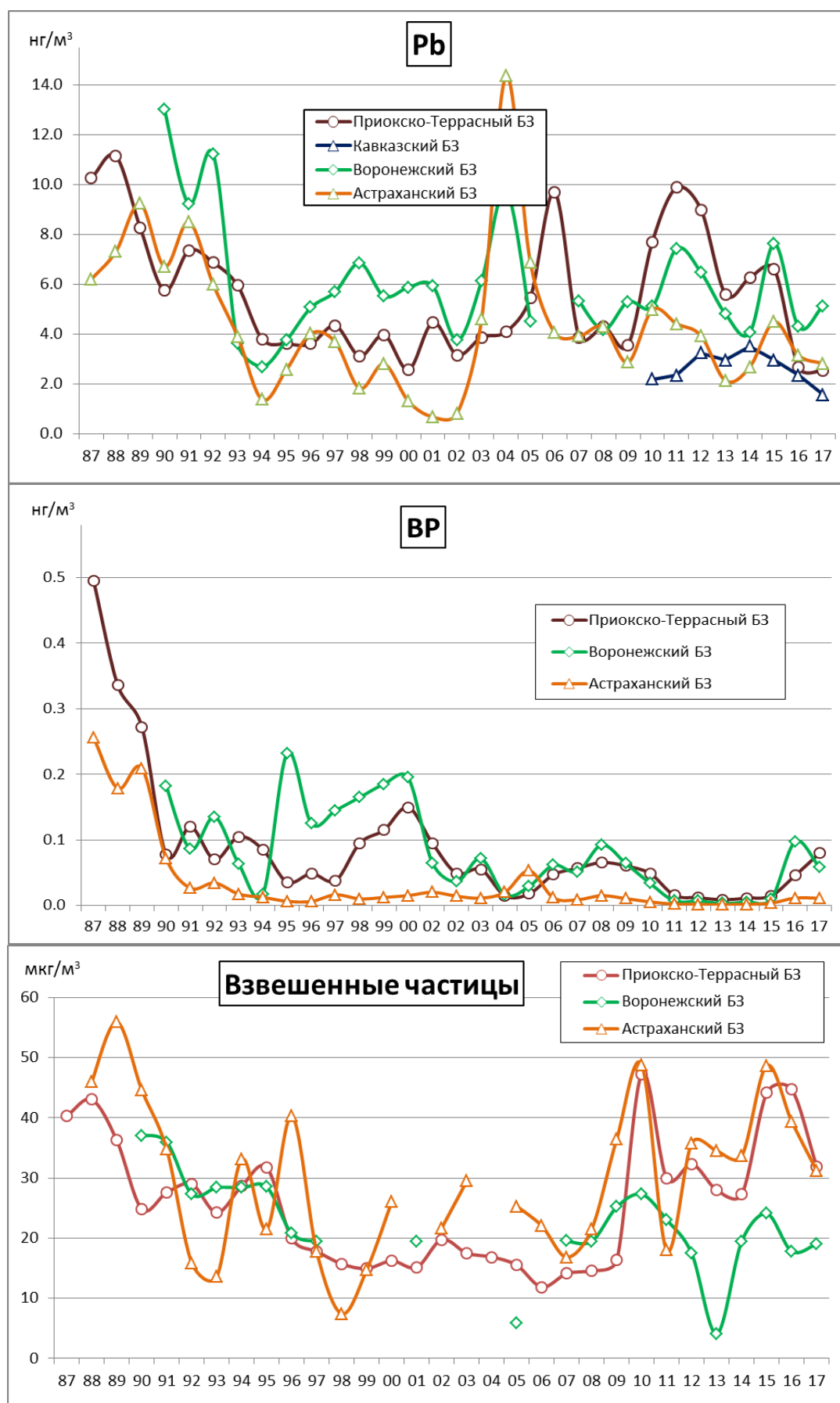


Рис. 2.15. Изменение среднегодового содержания свинца, 3,4-бензпирена (нг/м³) и взвешенных частиц (мкг/м³) в атмосферном воздухе фоновых районов

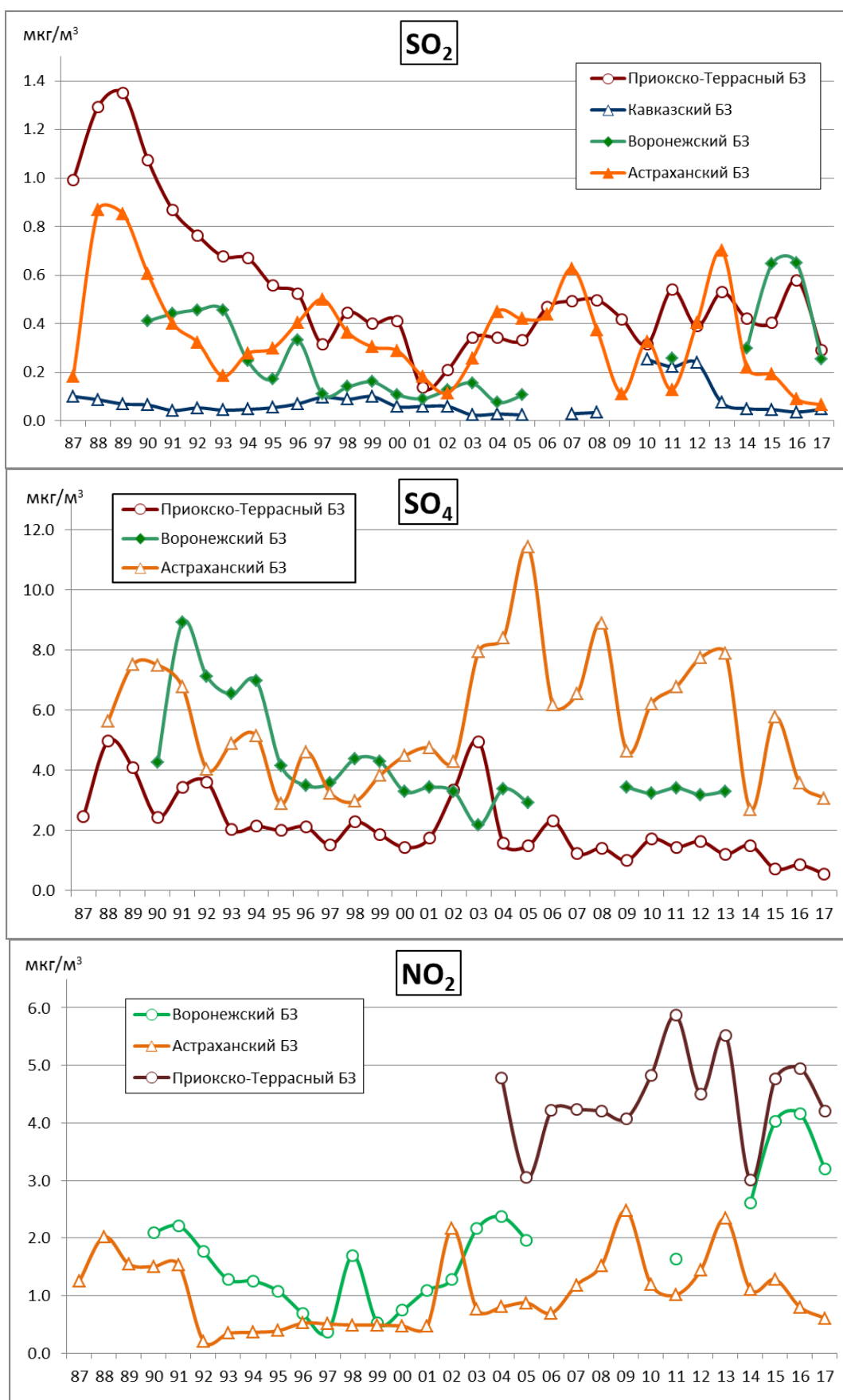


Рис. 2.16. Изменение фоновое содержания диоксида серы, сульфатов и диоксида азота в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3)

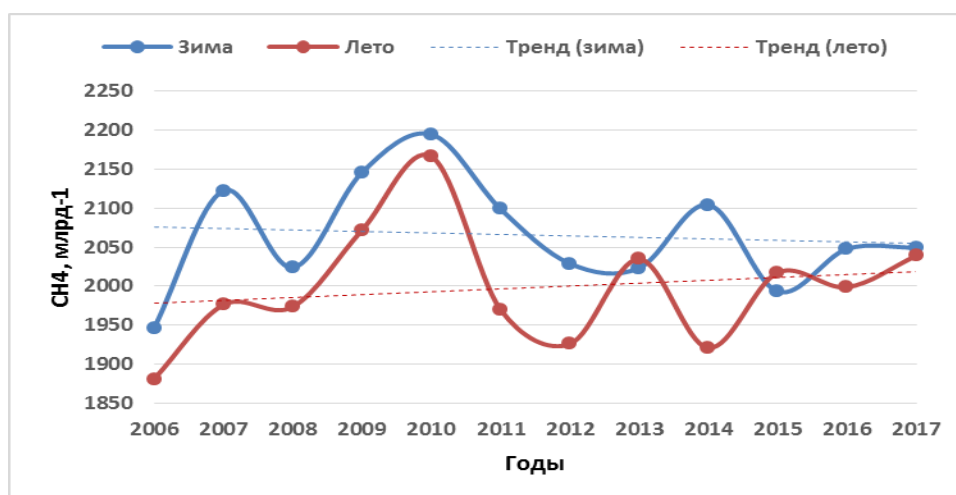


Рис. 2.17. Многолетние изменения средних сезонных концентраций CH_4 в приземном слое атмосферы на СКФМ в Приокско-Террасном биосферном заповеднике

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

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

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

Таблица 2.12. Средневзвешенные концентрации ионов и величины pH и удельной электропроводности (k) в осадках на станциях фонового мониторинга, 2017 г.

Станция	SO_4^{2-}	Cl ⁻	NO_3^-	HCO_3^-	NH_4^+	Na^+	K^+	Ca^{2+}	Mg^{2+}	M	pH		k, мкСм/см
	мг/л										мин.	сред.	
Усть-Вымь	1,0	0,4	0,8	4,8	0,5	0,4	0,2	1,2	0,1	9,4	5,0	5,8	15,0
Приокско-Террасный БЗ	0,9	0,5	1,1	0,3	0,4	0,2	0,1	0,3	0,1	3,9	4,6	5,2	11,8
Воронежский БЗ	2,0	0,8	1,7	0,4	0,4	0,5	0,3	0,5	0,1	6,7	4,4	5,2	18,5
Кавказский БЗ	1,5	0,7	0,9	2,6	0,3	0,3	0,1	1,1	0,1	7,6	4,6	5,7	15,1
Шаджатмаз	1,4	0,5	1,5	3,1	0,7	0,2	0,2	1,0	0,2	8,8	5,4	6,2	17,2
Памятная	2,5	1,3	1,2	2,1	0,5	0,9	0,5	0,8	0,2	10,0	4,7	5,8	25,3
Туруханск	1,6	0,7	0,6	1,2	0,2	0,5	0,3	0,4	0,2	5,7	4,3	5,8	14,6
Хужир	2,2	0,5	0,4	1,3	0,2	0,3	0,2	0,3	0,2	5,6	5,5	5,9	13,3
Приморская	4,2	1,7	2,4	1,4	1,2	0,9	0,6	1,2	0,4	14,0	5,0	6,0	34,0
Терней	1,7	1,1	2,3	0,1	0,3	0,6	0,2	0,7	0,2	7,2	4,3	5,3	16,4
Тикси	3,0	1,3	0,5	4,8	0,5	2,7	1,0	0,9	0,5	17,2	4,9	6,2	34,4

За период 2013-2017 гг. абсолютные минимальные значения минерализации за месяц наблюдались в осадках ст. Туруханск и Приокско-Террасный БЗ и составили соответственно 2,5 мг/л (2017 г.) и 2,6 мг/л (2013 и 2014 гг.). Минимальные за месяц значения минерализации (3-4 мг/л) были характерны также для осадков Кавказского БЗ. Максимальные значения минерализации (20-30 мг/л) были определены в осадках станций Усть-Вымь, Шаджатмаз и Памятная. Абсолютный максимум минерализации был определен в осадках Усть-Выми и составил 30,8 мг/л (июнь, 2017 г.).

Средневзвешенная за 2017 г. величина суммы ионов в сравнении с периодом 2013-2017 гг. снизилась в осадках Приокско-Террасного БЗ на 20% и ст. Шаджатмаз на 34% и увеличилась в осадках станций Тикси и Приморская

соответственно на 50 и 30%. Осадки остальных станций характеризуются практически неизменной величиной суммы ионов в пределах 10-15% (табл. 2.13).

Таблица 2.13. Средневзвешенные концентрации ионов и величины pH и удельной электропроводности (k) в осадках на станциях фонового мониторинга, 2013-2017 гг.

Станция	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	M	pH		k, мкСм/см
	мг/л										мин.	сред.	
Усть-Вымь	1,4	0,6	1,1	4,0	0,7	0,5	0,2	0,9	0,2	9,6	5,3	6,1	17,8
Приокско-Террасный БЗ	1,0	0,5	1,1	1,0	0,3	0,2	0,1	0,6	0,1	4,9	4,6	5,7	12,2
Воронежский БЗ	1,9	0,8	1,5	1,2	0,3	0,5	0,3	0,7	0,2	7,4	4,7	5,6	18,4
Кавказский БЗ	1,2	0,6	0,7	2,6	0,3	0,3	0,1	1,1	0,2	7,1	5,1	6,1	16,0
Шаджатмаз	1,6	0,7	1,8	5,8	0,7	0,4	0,3	1,6	0,4	13,3	5,7	6,4	23,4
Памятная	2,4	1,1	1,4	2,0	0,5	0,7	0,4	0,9	0,3	9,7	4,8	5,8	22,2
Туруханск	1,7	0,8	0,6	1,7	0,2	0,6	0,3	0,4	0,3	6,6	4,7	5,9	15,0
Хужир	1,8	0,4	0,5	2,3	0,3	0,3	0,3	0,5	0,2	6,6	5,7	6,1	13,6
Приморская	3,6	1,4	1,5	1,2	0,7	0,8	0,4	1,0	0,2	10,8	4,2	5,8	27,5
Терней	2,1	1,4	1,1	0,2	0,4	0,8	0,2	0,6	0,1	6,9	4,4	5,4	17,2
Тикси*	2,3	1,4	0,4	3,4	0,4	1,7	0,7	0,8	0,4	13,3	4,9	6,2	31,1

*Примечание: данные по Тикси рассчитаны за 2016-2017 гг.

На рис. 2.18 представлен вклад ионов (%) в суммарную минерализацию осадков. В среднем минерализация, удельная электропроводность, содержание основных ионов выше в осадках АТР, чем на ЕТР.

В осадках практически всех станций за исключением Усть-Выми и Шаджатмаза наибольший вклад в минерализацию вносили сульфат-ионы, процентное содержание которых варьировало от 18 (Терней) до 24% (Хужир). Для осадков ЕТР, в том числе для горных станций, характерно повышенное содержание азотсодержащих соединений (NO₃⁻+NH₄⁺). В химическом составе осадков АТР и прибрежных станций отмечается более высокое содержание сульфатов и хлоридов.

В осадках ЕТР и горных станций среди катионов преобладают аммоний и кальций, суммарное содержание которых варьировало от 27 (Воронежский БЗ) до 38% (Шаджатмаз). Для осадков АТР и прибрежных станций характерно повышенное содержание магния. Содержание калия не превышало 7%.

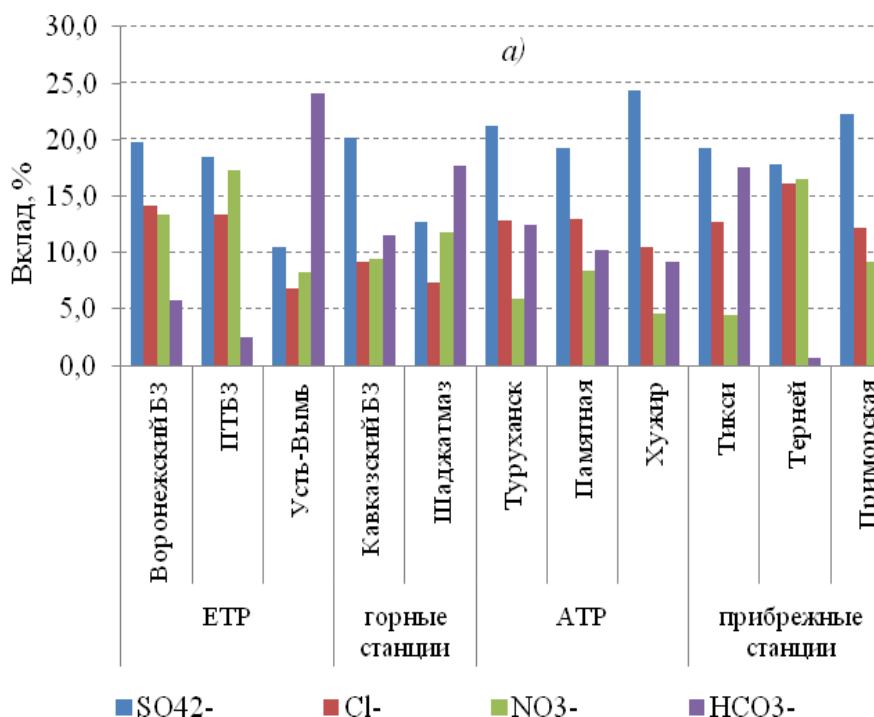


Рис. 2.18 (начало). Вклад (%) ионов в химический состав атмосферных осадков фоновых станций, 2017 г.

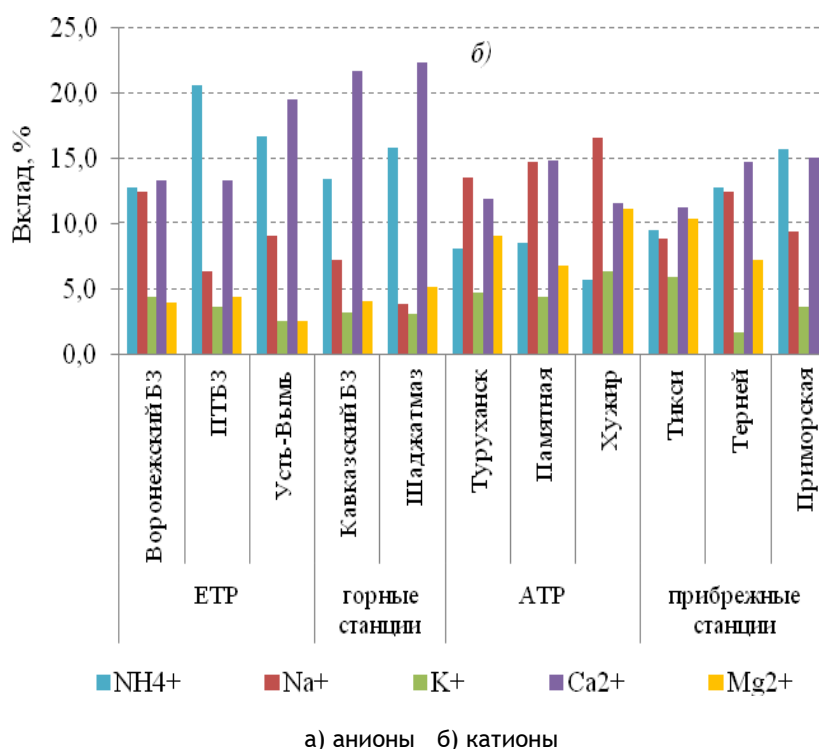


Рис. 2.18 (окончание). Вклад (%) ионов в химический состав атмосферных осадков фоновых станций, 2017 г.

Диапазон изменения кислотности (рН) осадков фоновых станций в 2017 г. составил: 4,4-7,0 (ЕТР), 4,3-7,1 (АТР), 4,3-6,9 (прибрежные станции), 4,6-7,2 ед. рН (горные станции). Повторяемость выпадения осадков с рН < 5,0 была наибольшей на ЕТР и составила около 25% (рис. 2.19).

В типично горном ландшафте в условиях естественного процесса геохимического выветривания горных пород (станции Кавказский БЗ и Шаджатмаз), а также в условиях влияния морских аэрозолей (станции Терней, Приморская и Тикси) кислотность осадков редко бывает меньше 5,0 ед. рН.

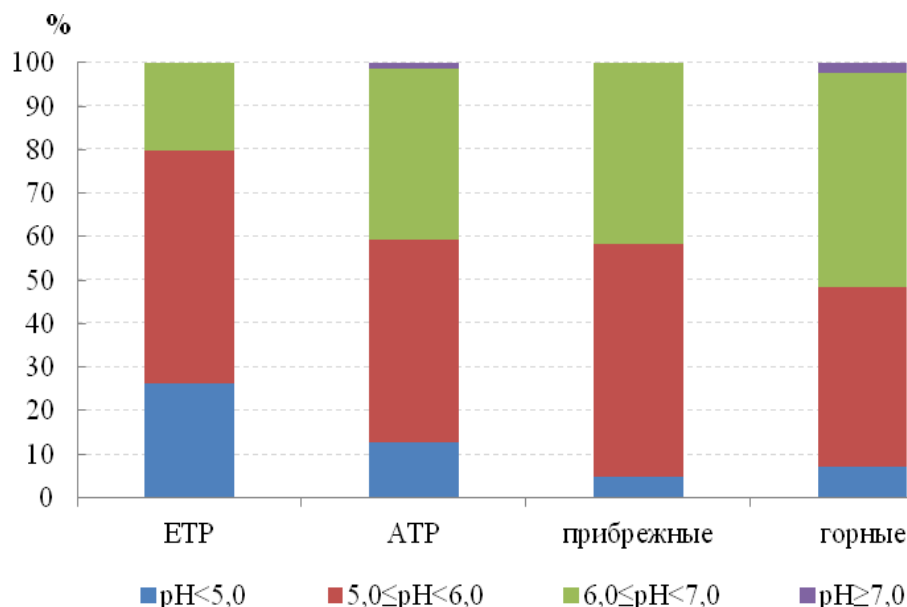


Рис. 2.19. Повторяемость (%) pH атмосферных осадков 2017 г.

Основные характеристики кислотности в 2017 г. и за период 2013-2017 гг. представлены на рис. 2.20.

Во внутригодовом ходе наиболее низкие значения концентраций ионов (SO_4^{2-} , NO_3^- , NH_4^+) в осадках ЕТР и АТР приходятся на теплый период, что согласуется с минимальной минерализацией в этот период и максимальным количеством выпадающих осадков (рис. 2.21).

На территории Кавказского БЗ усиление циклонической деятельности в холодное время года обуславливает зимний максимум осадков и минимальные концентрации ионов. Нарушение закономерности годового изменения химического состава от распределения осадков отмечается только на ст. Шаджатмаз (рис. 2.21).

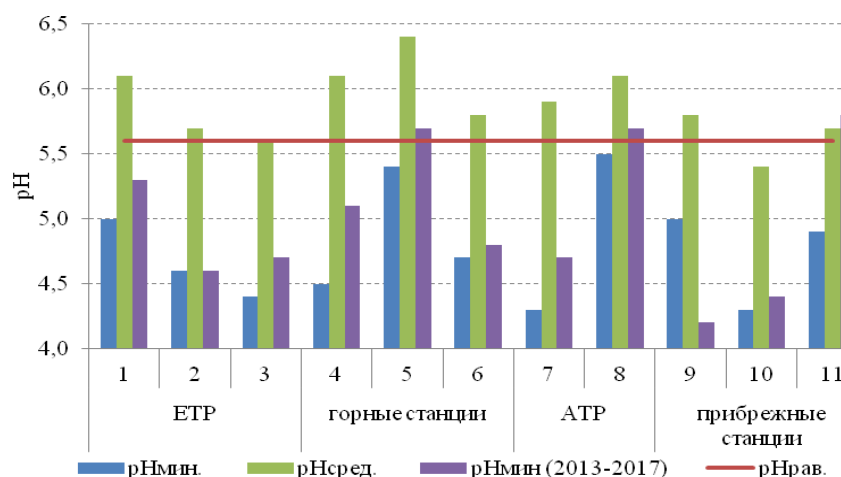


Рис. 2.20. Основные характеристики кислотности (pH) осадков фоновых станций в 2017 г. и за период 2013-2017 гг. (pH_{мин} - абсолютно минимальная величина pH в 2017 г.; pH_{сред.} - среднее значение pH за 2017 г. pH_{мин} (2013-2017 гг.) - средняя минимальная величина pH за 2013-2017 гг. pH_{равн.} - равновесное величина pH=5,6)

1 - Усть-Вымь; 2 - Приокско-Террасный БЗ; 3 - Воронежский БЗ; 4 - Кавказский БЗ; 5 - Шаджатмаз; 6 - Памятная; 7 - Туруханск; 8 - Хужир; 9 - Приморская; 10 - Терней; 11 - Тикси*

*Примечание: данные по Тикси указаны за период 2016-2017 гг.

Несмотря на неполные данные для прибрежных станций в годовом ходе основных кислотообразующих соединений за 2017 г. прослеживается обратная закономерность изменения концентрации ионов от суммы выпадающих осадков (рис. 2.22). Исключение составляет только годовое распределение сульфатов в осадках Тикси, что может объясняться локальными источниками загрязнения.

Выпадение веществ с осадками. Значения выпадений основных кислотообразующих соединений (серы и азота) и суммарные влажные выпадения за 2017 г., а также средние за период 2013-2017 гг. значения выпадений этих веществ с атмосферными осадками представлены в таблицах 2.14 и 2.15.

Величина суммарных влажных выпадений загрязняющих компонентов на большинстве станций в значительной степени определялась суммой осадков. По сравнению со средним значением за 5 лет (2013-2017 гг.) годовая сумма осадков в 2017 г. увеличилась на ЕТР в Усть-Выми (20%) и Воронежском БЗ (11%), где также увеличилась величина суммарных влажных выпадений. Снижение годовой суммы осадков произошло в Тикси (25%), на станциях Приморская (13%) и Туруханск (10%), а также в Приокско-Террасном БЗ (7%) и на станциях Памятная (20%) и Терней (45%). Это повлекло снижение величины суммарных влажных выпадений на 15-50%. На остальных станциях (Кавказский БЗ, Шаджатмаз, Хужир) не отмечается существенного изменения годовой суммы осадков за 2017 г. по сравнению с периодом 2013-2017 гг., а уменьшение величины суммарных влажных выпадений в этих районах в 2017 г. связано со снижением содержания в осадках гидрокарбонат-ионов.

Основной вклад в массу влажных выпадений вносили гидрокарбонаты и сульфаты, на долю которых приходится от 30 (прибрежные станции) до 50% (АТР).

Таблица 2.14. Выпадение серы, азота и суммы ионов с осадками, 2017 г.

Станция	q, мм	S(SO ₄)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	ΣN	P	N(H)/N(O)	S / Σ N
	т/км ² /год							
Усть-Вымь	681,5	0,23	0,12	0,27	0,39	6,25	2,15	0,59
Приокско-Террасный БЗ	592,3	0,18	0,15	0,18	0,33	2,31	1,25	0,54
Воронежский БЗ	660,2	0,44	0,25	0,21	0,46	4,43	0,81	0,96
Кавказский БЗ	2028,2	1,02	0,41	0,47	0,88	10,3	1,15	1,15
Шаджатмаз	659,2	0,31	0,22	0,36	0,58	5,56	1,61	0,53
Памятная	342,9	0,26	0,09	0,12	0,21	3,14	1,43	1,26
Туруханск	717,3	0,38	0,10	0,11	0,21	4,01	1,15	1,84
Хужир	146,2	0,11	0,01	0,02	0,04	0,82	1,72	2,99
Приморская	636,8	0,89	0,35	0,59	0,94	8,85	1,72	0,95
Терней	508,0	0,24	0,22	0,10	0,32	3,10	0,45	0,75
Тикси	286,4	0,28	0,07	0,07	0,14	3,87	1,00	2,00

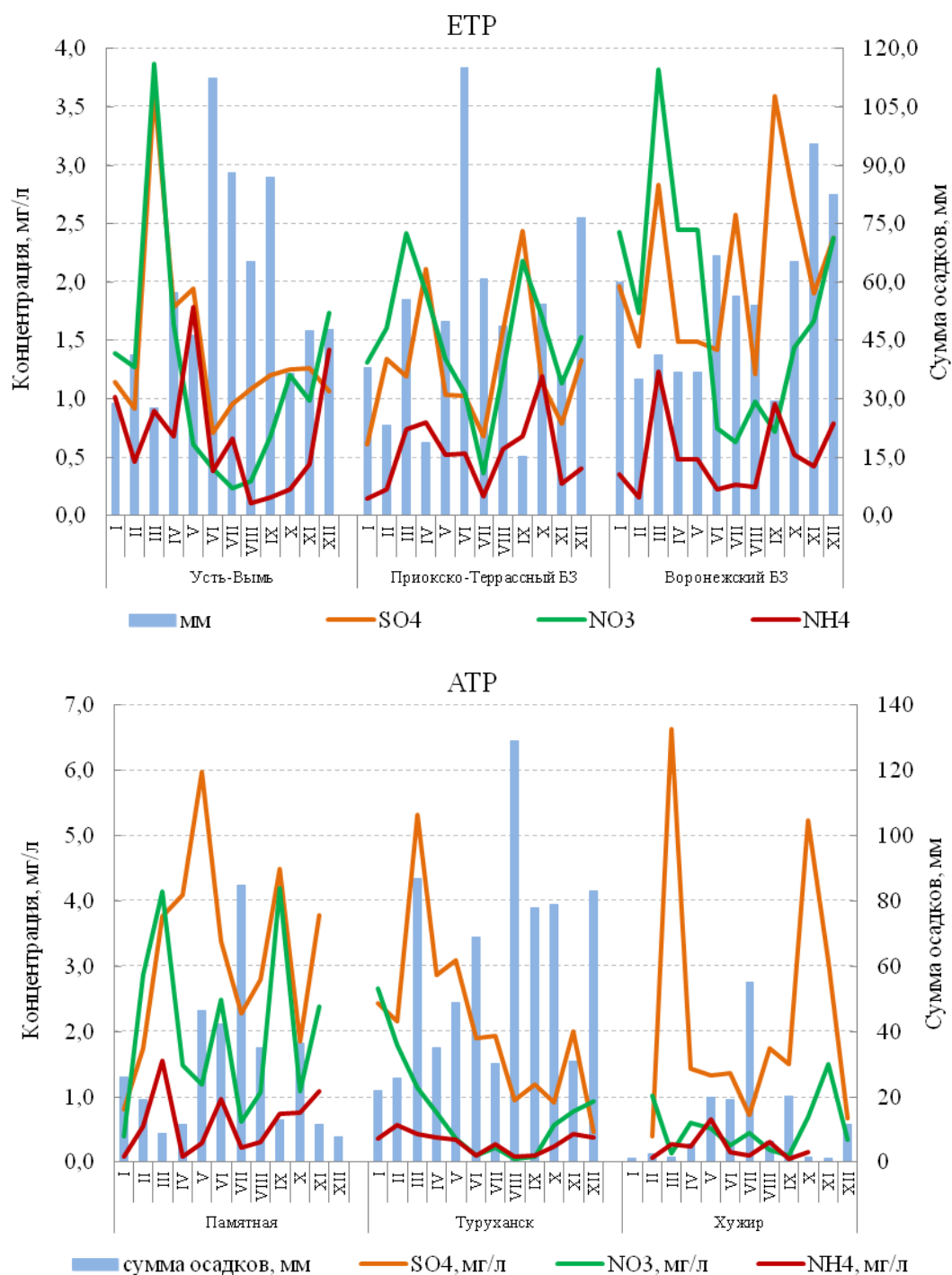


Рис. 2.21 (начало). Годовой ход содержания в атмосферных осадках сульфатов, нитратов и аммония, 2017 г.

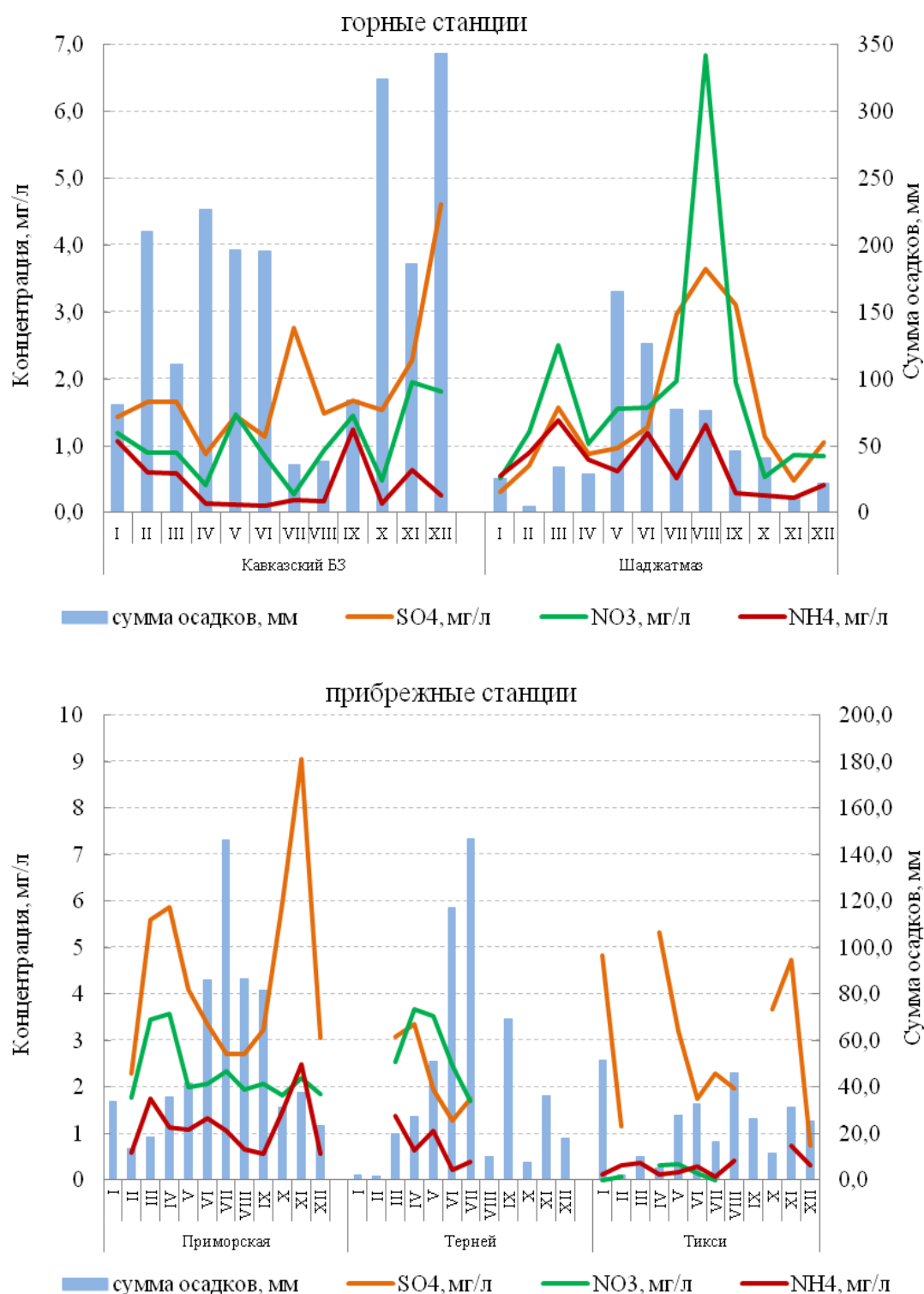


Рис. 2.21 (окончание). Годовой ход содержания в атмосферных осадках сульфатов, нитратов и аммония, 2017 г.

Вклад серы и азота в общую структуру суммарных влажных выпадений показан на рис. 2.22. Следует отметить, что поступление веществ на единицу площади отличается от распределения концентрации этих веществ в осадках. Вклад суммарного азота в общую массу выпадений был минимальным на АТР.

Величина суммарных выпадений кислотообразующих соединений в 2017 г. варьировала от 0,14 т/км² (Хужир) до 1,90 т/км² (Кавказский БЗ). В целом за последние 5 лет (2013-2017 гг.) на ЕТР (за исключением Кавказского и Воронежского БЗ) потоки суммарного азота были выше выпадения серы. На АТР осадки характеризовались преобладанием выпадения серы над суммарным азотом.

Таблица 2.15. Среднее выпадение за период серы, азота и суммы ионов с осадками, 2013-2017 гг.

Станция	q, мм	S(SO ₄)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	ΣN	P	N(H)/N(O)	S / Σ N
		т/км ² /год						
Усть-Вымь	569,1	0,27	0,14	0,31	0,45	5,46	2,19	0,59
Приокско-Террасный БЗ	635,4	0,21	0,16	0,15	0,31	3,24	0,94	0,69
Воронежский БЗ	593,7	0,38	0,20	0,14	0,34	4,45	0,69	1,11
Кавказский БЗ	2015,1	0,81	0,32	0,47	0,79	14,3	1,48	1,02
Шаджатмаз	681,0	0,36	0,28	0,37	0,65	8,92	1,34	0,56
Памятная	412,4	0,33	0,13	0,16	0,29	3,96	1,23	1,14
Туруханск	634,3	0,36	0,09	0,10	0,18	4,19	1,15	1,95
Хужир	146,9	0,09	0,02	0,03	0,05	0,97	2,07	1,74
Приморская	818,4	0,98	0,28	0,45	0,72	9,00	1,61	1,36
Терней	930,2	0,65	0,23	0,29	0,52	6,23	1,25	1,25
Тикси*	249,7	0,20	0,02	0,08	0,10	3,40	4,00	1,84

* Данные по Тикси представлены за 2016-2017 гг.

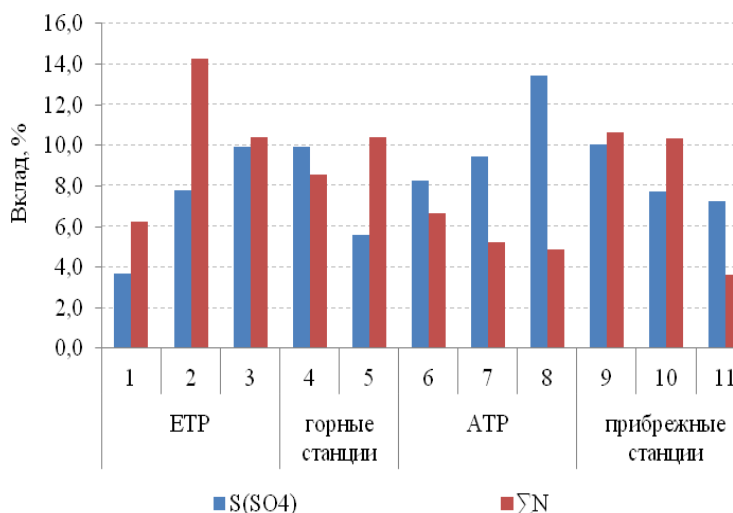


Рис. 2.22. Вклад серы и азота в структуру суммарных влажных выпадений, 2017 г.

1 - Усть-Вымь, 2 - Приокско-Террасный БЗ, 3 - Воронежский БЗ, 4 - Кавказский БЗ, 5 - Шаджатмаз, 6 - Памятная, 7 - Туруханск, 8 - Хужир, 9 - Приморская, 10 - Терней, 11 - Тикси

2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков

Минерализация, химический состав и кислотность осадков. Сумма ионов и средневзвешенная концентрация компонентов по ФО в 2017 г. представлены в таблице 2.16, а средние величины за предыдущее пятилетие (2013-2017 гг.) — в таблице 2.17.

Из сравнения данных таблиц следует, что уменьшились крайние значения минерализации с 14,7 до 13,3 мг/л (СЗФО) — нижний предел и с 32,0 до 28,2 мг/л (ЦФО) — верхние значения. В осадках этих округов произошло снижение концентрации в основном сульфатов и гидрокарбонатов. Похожая тенденция коснулась осадков ПФО и в меньшей степени СКФО.

В осадках остальных округов повысились значения минерализации и концентрации ионов. В осадках сибирских ФО произошло повсеместно повышение суммы ионов: от незначительного 3-5% в УФО и СФО (из-за преобладания сульфатов и гидрокарбонатов) до 15% в ДВФО (при увеличении хлоридов). Особенно сильно эта тенденция проявилась в осадках Южного федерального округа - в 1,3 раза за счёт увеличения концентрации сульфатов и хлоридов.

Таблица 2.16. Средневзвешенные концентрации ионов в осадках по федеральным округам, 2017 г.

ФО	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	М	pH	k, мкСм\см
	мг/л											
СЗФО	2,3	2,1	0,9	4,0	0,4	1,2	0,8	1,1	0,2	13,3	5,9	25,8
ЦФО	3,5	1,9	2,6	13,9	0,6	1,0	0,7	2,9	1,1	28,2	6,2	45,5
ПФО	4,7	2,1	2,5	8,4	0,8	1,8	0,7	3,5	0,6	27,4	6,4	42,9
ЮФО	3,6	4,5	2,6	4,0	0,7	1,4	2,3	2,0	0,3	21,8	5,7	42,1
СКФО	1,9	0,7	1,6	3,3	0,6	0,3	0,3	1,2	0,2	10,1	6,0	15,8
УФО	3,4	1,1	1,9	5,5	0,5	1,5	0,5	1,9	0,4	16,7	6,0	32,5
СФО	8,2	2,6	2,0	6,7	0,7	1,6	0,9	2,1	1,6	26,2	6,2	48,6
ДВФО	4,7	4,3	1,7	4,5	0,7	2,6	0,6	1,4	0,9	21,3	5,8	40,0

Таблица 2.17. Средние за период 2013-2017 гг. концентрации ионов в осадках по федеральным округам

ФО	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	М	pH	k, мкСм\см
	мг/л											
СЗФО	2,6	2,2	1,2	4,3	0,4	1,3	0,7	1,4	0,4	14,7	6,0	30,8
ЦФО	3,6	2,2	2,4	15,6	0,6	1,2	0,9	3,9	1,3	32,0	6,3	50,8
ПФО	5,3	2,1	3,2	9,5	0,9	1,5	0,9	3,5	0,7	29,4	6,3	49,9
ЮФО	3,7	2,3	2,8	2,9	0,6	1,1	0,9	1,5	0,3	16,3	5,9	37,4
СКФО	1,6	0,7	1,4	4,6	0,5	0,4	0,2	1,5	0,3	11,2	6,2	21,0
УФО	3,7	1,1	1,9	4,9	0,6	1,0	0,6	1,6	0,6	15,9	6,0	31,7
СФО	8,2	2,1	1,7	6,7	0,6	1,3	0,8	1,9	1,6	25,3	6,2	50,6
ДВФО	4,2	2,9	1,2	4,9	0,6	1,8	0,5	1,3	0,8	18,3	5,9	36,0

Ход изменения повторяемости (%) осадков по интервалам минерализации (М) за период 2013-2017 гг. приводится на рис. 2.23.

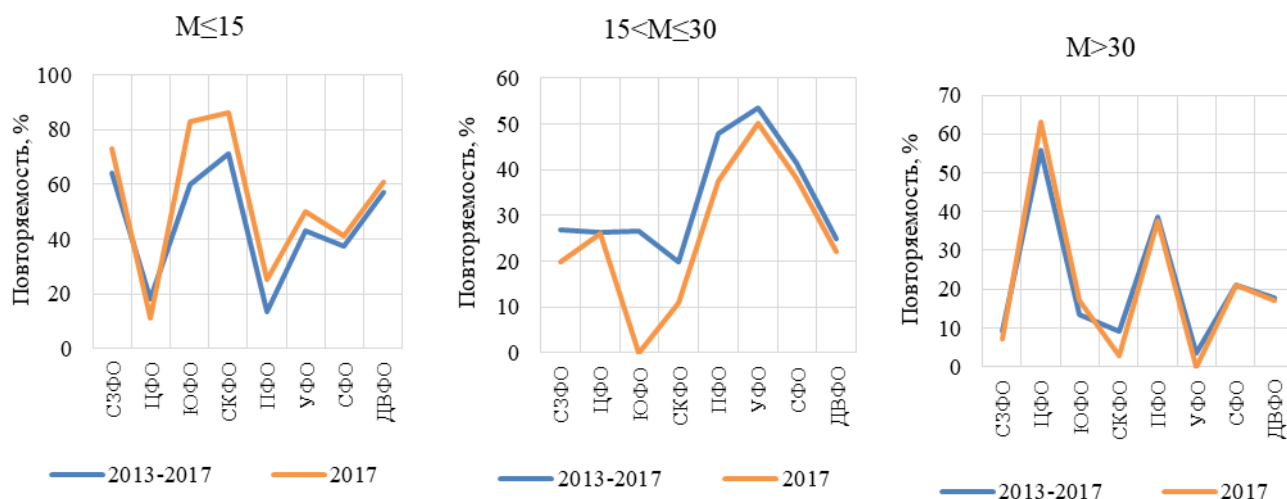


Рис. 2.23. Повторяемость (%) минерализации осадков (М, мг/л) по диапазонам в период с 2013 по 2017 гг.

В 2017 г. по сравнению с периодом 2013-2017 гг. доля осадков с минерализацией меньше или равной 15 мг/л (региональный фон) увеличилась во всех округах кроме ЦФО, что связано с уменьшением повторяемости месячных проб осадков с минерализацией 15 < M ≤ 30 мг/л. Повторяемость сильнозагрязненных осадков (M > 30 мг/л) в 2017 г. выросла в ЮФО и ЦФО примерно на 4-7%, снизилась - в СКФО (на 6%), а в остальных округах осталась практически неизменной.

Изменение концентрации основных ионов (сульфатов, гидрокарбонатов, хлоридов и нитратов) за период 2013-2017 гг. представлено на рис. 2.24. Наибольшим колебаниям подвержены концентрации сульфатов и гидрокарбонатов. Максимальные значения гидрокарбонатов характерны для осадков ЦФО, где наблюдается преобладание их концентрации над содержанием сульфатов. Преобладание содержания гидрокарбонатов над содержанием сульфатов сохраняется и в осадках ПФО и СКФО, а также наблюдалось в отдельные годы в СЗФО, ПФО и ДВФО.

Преобладание примерно на 30% максимальных концентраций сульфатов над гидрокарбонатами отмечается только в осадках ЮФО и СФО.

Типичный интервал концентрации хлоридов в осадках (за исключением осадков СКФО) составляет 1,5-2,5 мг/л. Средняя их концентрация за год на прибрежных станциях может превышать 5,0 мг/л.

Катионная часть осадков составляет около 30%. В большинстве случаев в химическом составе осадков преобладает кальций, далее в порядке убывания концентрации следуют натрий или магний и калий.

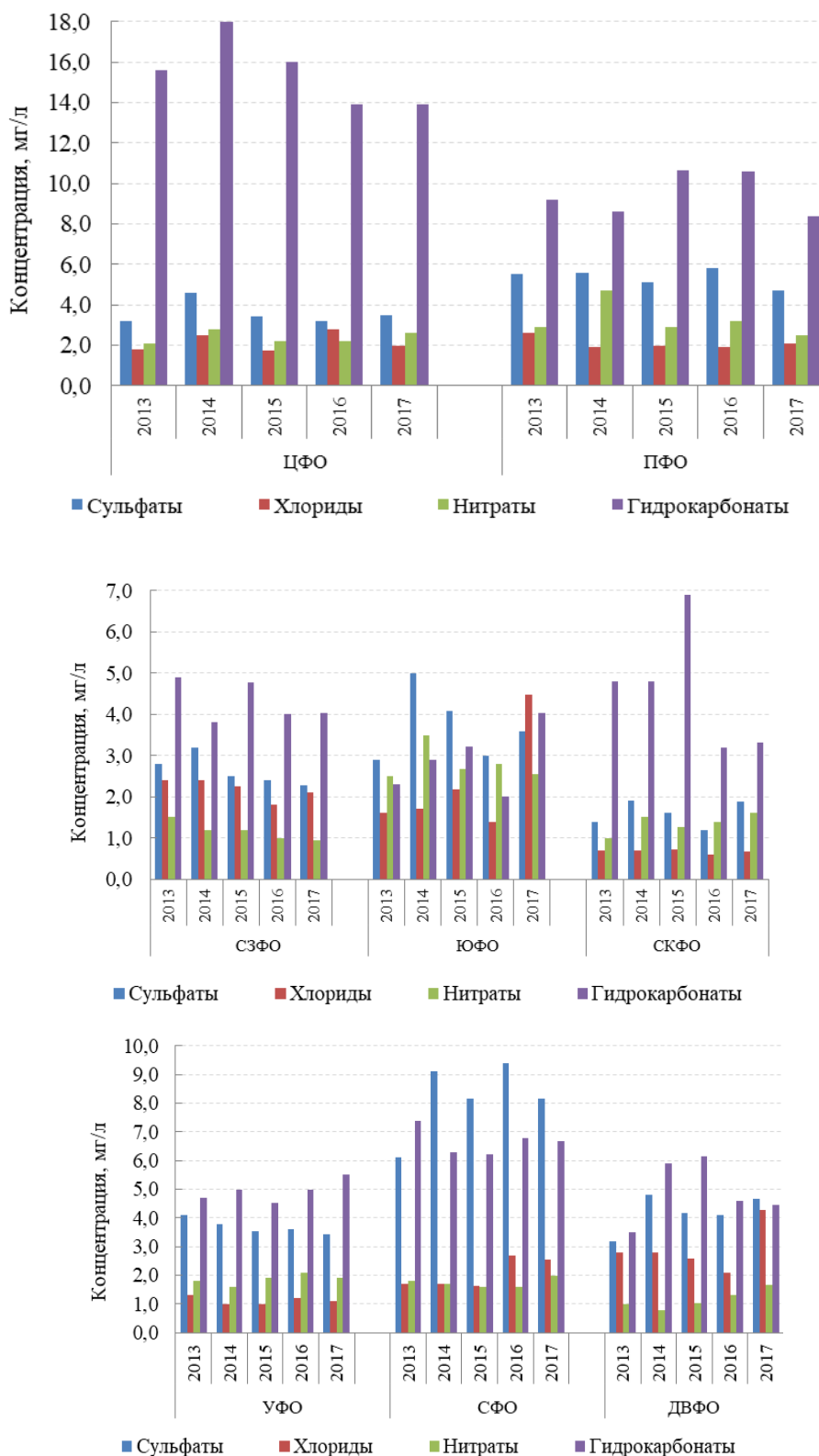


Рис. 2.24. Изменения средневзвешенной концентрации ионов в осадках по федеральным округам, 2013-2017 гг.

Осреднённые по площадям данные практически всегда сглаживают детали химического состава осадков, характерные для отдельных пунктов. В табл. 2.18 представлены результаты измерения ХСО на станциях, где средняя за год минерализация осадков равна или превышает 50 мг/л, а проводимость близка или выше 100 мкСм/см. Второй критерий — выпадение серы равно или больше 2 т/км². Общее число таких станций осталось неизменным за 5 лет, но стало больше чем в 2016 г. На всех станциях (табл. 2.18) гидрокарбонаты являются либо

основным загрязнителем, либо вторым по величине, уступая сульфатам (Никель и Норильск) или хлоридам (Диксон).

В осадках отдельных станциях в 2017 г максимальная доля гидрокарбонатов достигала 60-70% (Старый Оскол и Калуга), сульфатов 57% (Норильск). По количеству и преобладанию сульфатов в осадках абсолютный приоритет в РФ принадлежит Норильску (70 мг/л). Преобладание хлоридов до 50% (Диксон) было связано с регулярным выносом морских солей.

Таблица 2.18. Средние за год значения компонентов в наиболее загрязнённых по ионному составу осадках населённых пунктах РФ, 2017 г.

Станция	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	M	pH	k, мкСм\см	Выпадение серы, т/км ² год
	мг/л												
СЗФО													
Никель	11,0	6,9	0,1	1,1	0,6	1,9	5,6	2,7	0,8	30,6	5,6	65	2,0
ЦФО													
Белгород (аэропорт)	7,3	2,5	2,1	32,0	0,8	2,8	1,0	6,7	3,1	58,2	6,8	88	1,3
Калуга	6,5	5,5	1,5	40,8	0,3	0,4	0,1	1,6	0,1	56,6	6,2	87	1,5
Ст. Оскол	6,4	2,0	2,4	38,9	0,9	2,5	1,1	7,4	3,9	65,5	7,0	101	1,0
ПФО													
Вязовые	13,1	2,0	3,5	16,4	0,5	1,3	0,4	7,8	2,5	47,5	6,3	76	2,8
Пенза	6,3	5,0	3,0	30,2	0,7	7,1	0,9	7,3	0,7	61,2	6,9	89	1,1
ЮФО													
Нижегородский	5,7	14,8	2,5	12,9	1,3	2,5	10,1	4,6	0,6	56,6	6,3	106	0,4
СФО													
Диксон	7,9	36,9	0,6	19,9	1,3	20,2	2,6	4,5	2,3	96,3	6,7	177	1,0
Ермаковское	10,2	2,1	3,1	20,9	1,3	1,2	1,4	3,3	4,2	47,7	6,7	75	2,0
Искитим	10,8	6,3	3,7	14,0	1,1	3,2	1,8	4,1	3,0	48,1	6,5	84	2,0
Мариинск	7,1	1,6	3,5	5,3	0,7	1,6	0,9	1,5	1,5	23,8	6,3	41	2,0
Могоча	19,4	2,2	3,4	13,2	0,9	1,3	1,5	5,8	1,6	49,1	6,5	112	3,0
Норильск	70,0	4,6	1,0	17,3	1,1	1,6	2,4	10,6	14,2	122,9	6,5	236	10,0
ДВФО													
Южно-Сахалинск	8,9	4,2	1,2	14,5	1,6	4,5	0,3	3,5	1,3	40,0	6,7	63	2,5

Из-за указанного выше преобладания гидрокарбонатов, все значения pH осадков, осреднённые по округам, располагаются в интервале от 5,7 (ЮФО) до 6,4 ед. pH, составляя 60% в ЦФО и ПФО, а в СКФО и СФО около 20%. Для всех ФО (кроме ПФО) характерно снижение величины pH влажных выпадений, то есть возрастает кислотность атмосферных осадков. Это явление, вероятно, находится в связи с уменьшением доли гидрокарбонатов в осадках.

Влажные выпадения серы, азота и суммы ионов. Выпадения серы, азота и суммы ионов с осадками в 2017 г., а также средние характеристики за период 2013-2017 гг. представлены в табл. 2.19 и 2.20.

Таблица 2.19. Средние за год выпадения серы, азота и суммы ионов, 2017 г.

ФО	q, мм	S(SO ₄)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	Σ N	P	N(H)/N(O)	S/Σ N
		т/км ² год						
СЗФО	748,2	0,57	0,15	0,23	0,39	9,95	1,53	1,49
ЦФО	635,4	0,74	0,37	0,30	0,67	17,92	0,79	1,11
ПФО	568,2	0,89	0,32	0,35	0,67	15,57	1,10	1,32
ЮФО	426,3	0,51	0,25	0,23	0,48	9,29	0,93	1,06
СКФО	1345,9	0,85	0,49	0,63	1,11	13,59	1,29	0,77
УФО	503,6	0,57	0,22	0,20	0,41	8,41	0,91	1,39
СФО	479,8	1,31	0,22	0,26	0,48	12,57	1,20	2,75
ДВФО	566,8	0,89	0,22	0,31	0,53	12,07	1,42	1,69

В 2017 г. годовая сумма осадков (q, мм) по сравнению с пятилетней средней возросла только в СЗФО на 16%, а максимально уменьшилась в ДВФО на 9,5%. В других округах изменения суммы осадков происходили в пределах 8%. Рост выпадений серы до 17,4% произошёл только в СКФО. В других ФО колебания выпадения серы составило менее 10%.

Общее содержание азота повысилось на 12% в СКФО и примерно на 20% в СФО и ДВФО, причём, общее выпадение ионов (Р) понизилось на 10% только в СКФО.

Наибольшее количество веществ в 2017 г. выпало в ЦФО — 17,9 т/км², что меньше среднего пятилетнего значения на 7,6%. Затем следуют ПФО (15,6 т/км²) и СКФО (13,6 т/км²).

Таблица 2.20. Средние за период выпадения серы, азота и суммы ионов с осадками по федеральным округам, 2013-2017 гг.

ФО	q, мм	S(SO ₄)	N(NO ₃)	N(NH ₄)	Σ N	P	N(H)/N(O)	S/Σ N
		т/км ² год						
СЗФО	645,8	0,56	0,17	0,19	0,36	9,39	1,15	1,56
ЦФО	617,3	0,72	0,33	0,31	0,64	19,39	0,96	1,14
ПФО	531,1	0,94	0,38	0,36	0,75	15,41	0,96	1,27
ЮФО	468,1	0,56	0,30	0,20	0,50	7,47	0,68	1,14
СКФО	1376,1	0,73	0,42	0,58	1,00	15,10	1,38	0,75
УФО	494,2	0,61	0,21	0,22	0,43	7,84	1,09	1,40
СФО	476,9	1,29	0,19	0,21	0,40	12,04	1,12	3,29
ДВФО	626,3	0,87	0,16	0,28	0,44	11,35	1,85	2,01

Заметное возрастание Р на 24,4% произошло только в ЮФО, вероятно, как следствие увеличения количества станций за счёт Крымского п-ова.

Наибольшее количество серы выпадало в Приволжском, Сибирском и Дальневосточном федеральных округах (от 0,9 до 1,3 т/км²), для которых характерно наибольшее превышение выпадения серы над азотом.

За весь рассматриваемый период суммарного азота выпадало больше, чем серы только в СКФО (рис. 2.25).

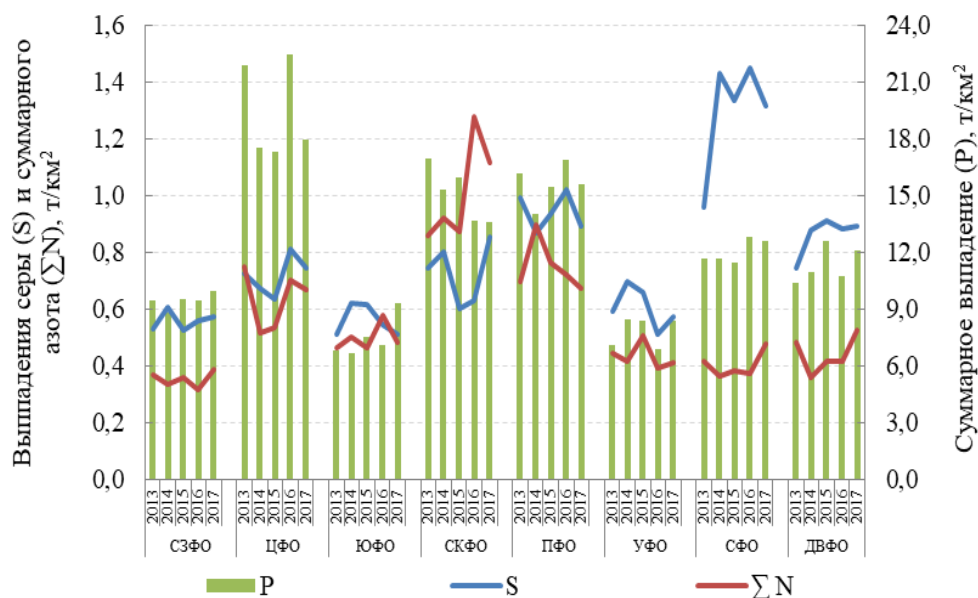


Рис. 2.25. Временной ход средних за год выпадений с осадками серы (S), азота (ΣN) и суммы ионов (P) по федеральным округам, 2013-2017 гг.

Наиболее высокие выпадения суммарного азота, при близком к среднему уровню концентрации азотсодержащих соединений, происходят в СКФО и связаны с большим и переменным количеством выпадающих осадков. Особенности формирования интенсивности выпадений на подстилающую поверхность в ПФО и ЦФО выражаются в отчетливом проявлении содержания ионов. Суммарные за год влажные выпадения в большинстве ФО сохраняются на уровне значений в 10-15 т/км², возрастая до 20 т/км² в ЦФО и понижаясь примерно до 7 т/км² в ЮФО и УФО.

2.3.6.1. Загрязнение и закисление снежного покрова в регионах 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 (SO₄²⁻), нитрат-ион (NO₃⁻) и ион аммония (NH₄⁺).

Распределение pH снежного покрова в 2016-2017 гг. по территории РФ.

На рис. 2.26 показана карта-схема распределения показателя pH снежного покрова на всей территории страны, построенная по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 2017 г.

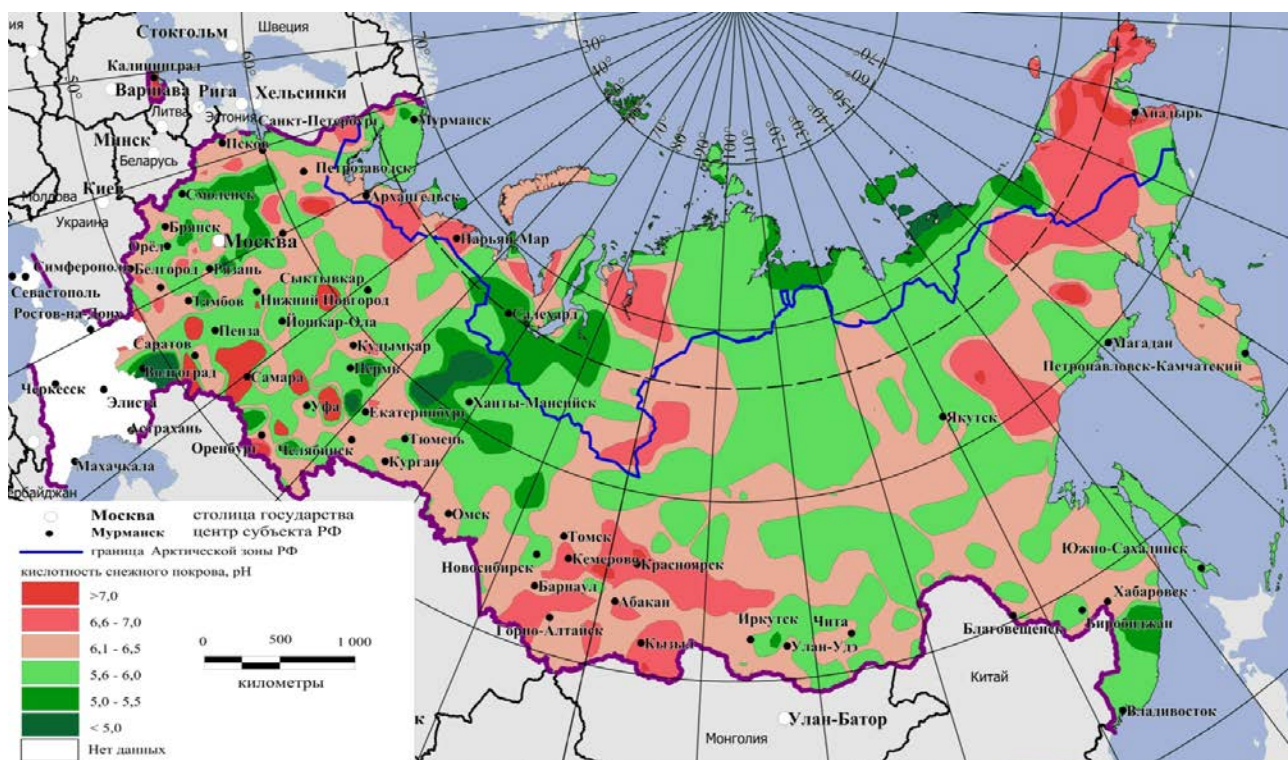


Рис. 2.26. Карта-схема распределения pH снежного покрова на территории России по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 2017 г.

При условной классификации кислотности атмосферных осадков (кислые при $\text{pH} < 4$, слабокислые - $4 \leq \text{pH} < 5$, нейтральные - $5 \leq \text{pH} \leq 6$, слабощелочные - $\text{pH} > 6$), карта-схема на рис. 2.26 показывает, что практически на всей территории России кислотность снежного покрова была в пределах $5,0 < \text{pH} < 6,5$, т.е. нейтральная либо слабощелочная. При этом лишь на небольших участках территории pH снежного покрова в конце зимнего периода 2016-2017 гг. выходил за эти пределы. Это свидетельствует об отсутствии масштабных процессов как закисления, так и защелачивания атмосферных осадков на территории страны в зимний период 2016-2017 гг. относительно их нейтрального уровня кислотности. Аномалии в общей картине распределения pH на рис. 2.26 (отдельные пятна защелачивания с $\text{pH} > 7,0$ или закисления с $\text{pH} < 5,0$) могут быть связаны с загрязнением атмосферного воздуха выбросами из близких промышленных или местных источников.

Динамика кислотности (pH) снежного покрова за зимние периоды 2008-2017 гг.

В табл. 2.21 приведены данные наблюдений за ХССП, полученные за период 2008-2017 гг. (годы отбора проб снежного покрова) на территориях условно «фоновых» и промышленных регионов страны - по одному на ЕТР и АТР. В последних колонках табл. 2.21 показаны характеристики линейных трендов изменения во времени показателя pH снежного покрова - наклон линии регрессии a (ед. $\text{pH}/\text{год}$) и уровень значимости наклона a ($1-\alpha$).

Таблица 2.21. Динамика изменения pH снежного покрова за период 2008-2017 гг. в условно фоновых (Республика Коми и Республика Саха) и промышленных (Мурманская и Кемеровская обл.) регионах на ЕТР и АТР.

Регион	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	2017	a ед. $\text{pH}/\text{год}$	$1-\alpha$
Мурманская обл.	4,9	5,8	-	4,9	5,2	4,7	5,4	5,6	5,7	5,8	+ 0,07	0,83
Респ. Коми	6,3	6,5	6,1	5,4	6,1	5,7	5,9	6,1	5,9	6	- 0,04	0,74
Кемеровская обл.	6,4	6,5	5,9	6,3	6,2	5,7	6,1	5,4	5,8	6,3	- 0,06	0,88
Респ. Саха	5,2	5,6	5,6	5,1	5,5	5,8	5,6	5,4	5,7	5,7	+ 0,03	0,8

В качестве «фонового» региона на ЕТР была выбрана Республика Коми, промышленного - Мурманская область. Как видно из табл. 2.21, в «фоновом» и промышленном регионах наблюдаются различные характеристики динамики pH за исследуемый период при довольно близких показателях вариабельности pH за 10 лет - в пределах (4,7-5,8) для промышленного региона, (5,4-6,5) для «фонового». При этом виден значительный тренд к росту pH (защелачиванию) - $a = +0,07$ (ед. $\text{pH}/\text{год}$) - для Мурманской области и снижению pH (закислению) в Республике Коми - $a = -0,04$ (ед. $\text{pH}/\text{год}$) - при высоком уровне значимости обоих трендов - ($1 - \alpha \approx 0,83$ и $0,74$ соответственно).

Условно «фоновый» регион на АТР - Республика Саха (Якутия), промышленный - Кемеровская область. Динамика средних значений pH снежного покрова на площади Кемеровской области за 10 лет (табл. 2.21) показывает отрицательный тренд - $a = -0,06$, при среднем значении $\text{pH} = 6,1$. В фоновом регионе (Респ. Саха) отмечается

снижение кислотности снежного покрова ($\alpha = +0,03$) при среднем уровне pH - 5,5. Показатели уровня значимости наклона тренда α в обоих случаях достаточно высоки: $(1 - \alpha) = 0,88$ для Кемеровской области и 0,8 для Республики Саха (Якутия).

Распределение интенсивности выпадения серы в зимний период 2016-2017 гг. по территории РФ.

На рис. 2.27 показана карта-схема распределения интенсивности выпадения серы I_S ($\text{кг}/\text{км}^2 \cdot \text{мес.}$), построенная по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 2017 г. в виде изолиний на всей площади страны.

Карта строилась по значениям I_S , рассчитанным для каждого ПН с использованием программы Mapinfo Vertical Mapper.

В зимний период 2016-2017 гг. основная площадь территории страны была подвержена воздействию фоновых и близких к фоновым потоков серы с атмосферными осадками - $I_S < 21 \text{ кг}/\text{км}^2 \cdot \text{мес.}$ Максимальные значения $I_S > 80 \text{ кг}/\text{км}^2 \cdot \text{мес.}$ в эти зимние периоды наблюдались на относительно небольших участках территории юга и северо-запада ЕТР и на южном Урале.

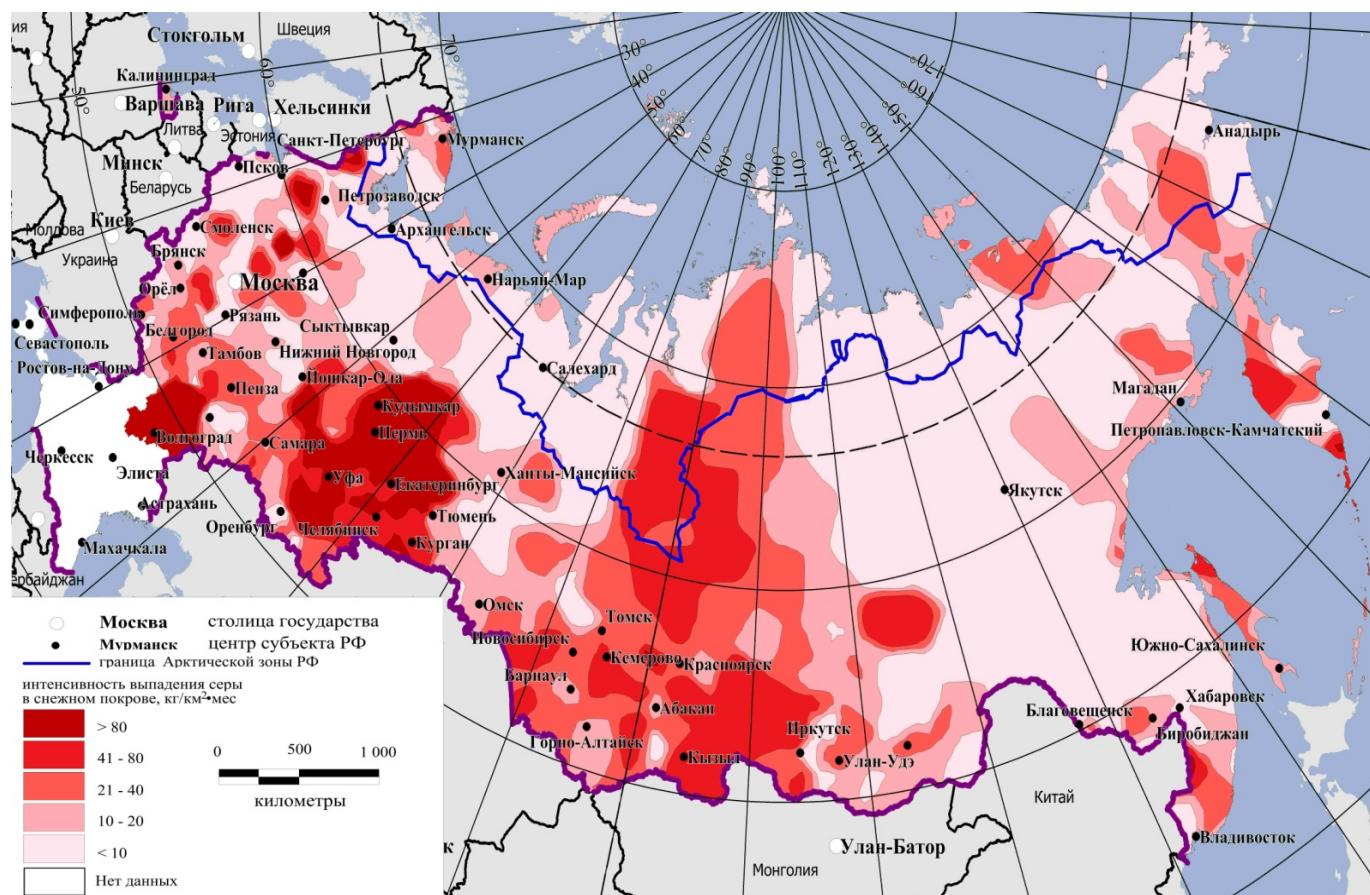


Рис. 2.27. Распределение интенсивности выпадения серы I_S ($\text{кг}/\text{км}^2 \cdot \text{мес.}$) на территории России по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 2017 г.

Распределение интенсивности выпадения азота в зимний период 2016-2017 гг. по территории РФ

На рис. 2.28 показана карта-схема распределения интенсивности выпадения азота I_N ($\text{кг}/\text{км}^2 \cdot \text{мес.}$), построенная по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 2017 г. в виде изолиний на всей площади страны. Карта строилась по значениям I_N , рассчитанным для каждого ПН по содержанию ионов NO_3^- и NH_4^+ в снежном покрове аналогично с I_S .

Как видно из рис. 2.28, практически вся азиатская территория РФ в зимний период 2016-2017 гг. была подвержена воздействию фоновых и близких к фоновым потоков азота с атмосферными осадками - $I_N < 15 \text{ кг}/\text{км}^2 \cdot \text{мес.}$ Области с максимальными уровнями $I_N > 28 \text{ кг}/\text{км}^2 \cdot \text{мес.}$ занимают значительную часть площади ЕТР и небольшие участки на АТР, приуроченные, в основном, к промышленным зонам.

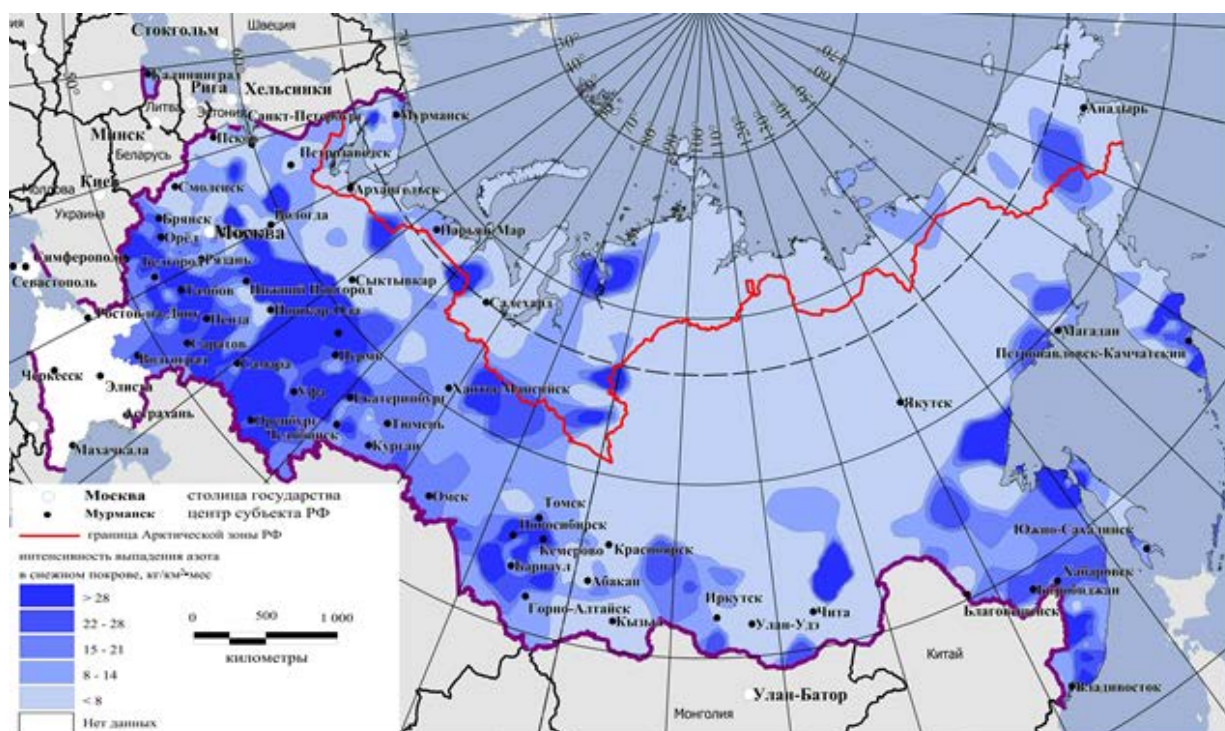


Рис. 2.28. Распределение интенсивности выпадения азота I_N (кг/км²·мес.) на территории России по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 2017 г.

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

Тяжелые металлы

Для оценки характеристик загрязнения осадков сезонов, представленных в виде непрерывных периодов, были использованы ряды наблюдений с октября 2016 г. по сентябрь 2017 г. Средневзвешенные годовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках составили: на территории Кавказского БЗ – 1,0 мкг/л, Приокско-Тerrasного БЗ – 3,0 мкг/л, Астраханского БЗ – 1,2 мкг/л, Воронежского БЗ – 0,6 мкг/л, Алтайский БЗ (Яйлю) – 4,9 мкг/л. Средневзвешенная годовая фоновая концентрация свинца в атмосферных осадках на территории Кавказского БЗ в 2017 году была на уровне 2014 г. и выше чем в два предыдущих года. На территории Приокско-Тerrasного и Астраханского заповедников концентрации свинца были близки к средним многолетним значениям. На территории Воронежского заповедника в последние годы произошло снижение среднего содержания свинца в атмосферных осадках (табл. 2.22, рис. 2.29).

Среднемесячные концентрации свинца в осадках на территории Воронежского заповедника мало изменялись в течение года и, как правило, были ниже 1 мкг/л. В осадках на территории Приокско-Тerrasного заповедника среднемесячные концентрации свинца наблюдались в широком диапазоне – от 0,7 до 6,8 мкг/л. На территории Алтайского заповедника в один из месяцев была зафиксирована максимальная концентрация свинца 13 мкг/л. На территории Астраханского заповедника среднемесячное содержание свинца в атмосферных осадках наблюдалось от значений ниже или около предела обнаружения до 3 мкг/л, а в Кавказском заповеднике – до значений немного ниже 2 мкг/л.

На территории Кавказского и Приокско-Тerrasного БЗ влажные выпадения свинца в 2017 году составили менее 2 мг/м² (1,76 и 1,95 соответственно), в Алтайском БЗ – около 4 мг/м², в Воронежском БЗ – около 0,3 мг/м². На территории Астраханского БЗ влажные выпадения свинца были самыми низкими – около 0,13 мг/м² за 10 месяцев. При этом количество осадков в Астраханском заповеднике также самое низкое, выпавших осадков в августе и сентябре даже было недостаточно для измерений.

В 2017 году средневзвешенные годовые фоновые концентрации кадмия в атмосферных осадках составили на территориях: Кавказского БЗ – 0,04 мкг/л, Приокско-Тerrasного БЗ – 0,17 мкг/л, Воронежского БЗ – 0,12 мкг/л, Алтайский БЗ – 0,05 мкг/л. Среднегодовые фоновые концентрации кадмия в атмосферных осадках на территориях большинства заповедников (за исключением Алтайского заповедника) в 2017 году были близки к среднегодовым концентрациям предыдущего года (табл. 2.22, рис. 2.29).

Среднемесячные концентрации кадмия в осадках на территории Кавказского БЗ были менее 0,05 мкг/л, за исключением марта и августа 2017 г. (зафиксированные концентрации были выше 0,1 мкг/л). Среднемесячные концентрации кадмия на территории Приокско-Тerrasного БЗ значительно отличались в разные месяцы: от

минимальной 0,02 мкг/л в январе (что аналогично зафиксированному в предыдущий отчетный период) до максимальной 0,6 мкг/л в марте. Среднемесячные концентрации кадмия в осадках на территории Алтайского БЗ в рассматриваемый период изменялись в широком диапазоне, более чем на порядок, от 0,01 до 0,6 мкг/л, что не характерно для данной территории. Среднемесячные концентрации кадмия в Воронежском БЗ, в основном, не превышали 0,15 мкг/л, за исключением одного случая высоких концентраций (0,46 мкг/л) в августе 2017 г., в январе, апреле и мае 2017 г. концентрации кадмия были минимальными и находились на уровне 0,05 мкг/л.

На территориях Приокско-Террасного, Воронежского и Кавказского БЗ влажные выпадения кадмия в 2017 составили менее 0,1 мг/м². На территориях Астраханского и Алтайского БЗ влажные выпадения кадмия были аномально высокими.

В рассматриваемый период средневзвешенные годовые фоновые концентрации ртути в атмосферных осадках составили на территориях: Кавказского БЗ - 1,65 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ - 0,13 мкг/л, Воронежского БЗ - 0,07 мкг/л, Алтайский БЗ - 0,16 мкг/л, Астраханского БЗ - 5,37 мкг/л. Средневзвешенная годовая фоновая концентрация ртути в атмосферных осадках на территории Кавказского БЗ в 2017 году была значительно выше концентраций, зафиксированных в предыдущие годы. На территориях Приокско-Террасного и Воронежского БЗ концентрации ртути соответствовали средним уровням предыдущих лет (табл. 2.22, рис. 2.29).

Среднемесячные концентрации ртути в осадках на территории Кавказского БЗ были выше, чем в предыдущие годы. Почти все зафиксированные значения содержания ртути превышали 0,5 мкг/л, а в июле 2017 - выше 10 мкг/л. Среднемесячные концентрации ртути на территории Приокско-Террасного БЗ были ниже, чем в предыдущие рассматриваемые периоды: в большей части случаев они были на уровне 0,1 мкг/л или ниже, однако в течение трех месяцев их значения составляли от 0,25 до 0,30 мкг/л. Среднемесячные концентрации ртути в осадках на территории Алтайского БЗ в 2017 году были выше обычных уровней и изменялись в широком диапазоне - от 0,04 до 0,6 мкг/л. Среднемесячные концентрации ртути на территории Воронежского БЗ были на низком уровне, характерном для последних лет, почти все концентрации были ниже 0,1 мкг/л, только в сентябре 2017 года концентрация составила 0,18 мкг/л. В Астраханском БЗ среднемесячные концентрации ртути различались более чем на порядок, а, если учитывать экстремально высокую концентрацию в апреле 2017 г. (около 34 мкг/л), то различия достигали двух порядков. Минимальные концентрации находились на уровне 0,4 мкг/л, высокие - от 1,5 до почти 6 мкг/л.

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения ртути за год составили около 0,07 мг/м², на территории Воронежского заповедника - около 0,035 мг/м², Кавказского БЗ - около 3 мг/м² (половина выпадений была отмечена в июле 2017 г.), Алтайского заповедника - около 0,1 мг/м² (треть выпадений была отмечена в октябре 2016 г.), Астраханского БЗ - около 0,5 мг/м².

В 2017 году средневзвешенные годовые фоновые концентрации меди в атмосферных осадках составили на территориях: Кавказского БЗ - 4,9 мкг/л, Приокско-Террасного БЗ - 9,1 мкг/л, Воронежского БЗ - 8,6 мкг/л, Алтайского БЗ - 8,4 мкг/л, Астраханского БЗ - 3,6 мкг/л. Средневзвешенные годовые фоновые концентрации меди в атмосферных осадках на территориях Кавказского и Приокско-Террасного БЗ были заметно выше предыдущих лет, а в Воронежском и Астраханском БЗ соответствовали уровню предыдущих лет (рис. 2.29).

Среднемесячные концентрации меди в осадках на территории Кавказского БЗ в рассматриваемый период варьировали от 0,6 мкг/л до 26 мкг/л. На территории Приокско-Террасного БЗ большая часть значений варьировала в диапазоне от 3 до 11 мкг/л, но в двух месяцах были зафиксированы концентрации более 20 мкг/л. В Алтайском и Астраханском БЗ концентрации изменялись от 1,5 до 9 мкг/л (за исключением октября 2016 г. (15 мкг/л) и мая 2017 г. (37 мкг/л) в Алтайском заповеднике). Среднемесячные концентрации меди на территории Воронежского БЗ различались примерно в 5 раз: от 3,4 до 16,7 мкг/л.

На территории Приокско-Террасного БЗ влажные выпадения меди в рассматриваемый период составили более 5 мг/м², на территории Воронежского заповедника - около 4 мг/м², Кавказского БЗ - более 9 мг/м² (более половины выпадений было отмечено в мае 2017 г.), Алтайского заповедника - около 6 мг/м², Астраханского БЗ - менее 0,5 мг/м².

Полиароматические углеводороды

В 2017 году среднегодовые фоновые концентрации бенз(а)пирена в атмосферных осадках составили на территориях: Приокско-Террасного БЗ - 1,47 нг/л, Воронежского БЗ - 1,28 нг/л, Астраханского БЗ - 1,08 нг/л, Кавказского БЗ - 1,12 нг/л, концентрации бензперилена - 0,92 нг/л, 1,06 нг/л, 1,12 нг/л и 1,03 нг/л соответственно. По сравнению с 2016 годом, когда среднегодовые концентрации выросли почти в два раза, средняя концентрация полиароматических углеводородов сохранилась на прежнем уровне, дальнейший рост содержания ПАУ не наблюдается (табл. 2.22, рис. 2.30).

Хлорорганические пестициды

В 2017 году отмечается увеличение среднегодовых значений содержания сумм изомеров ГХЦГ в атмосферных осадках практически на всех фоновых станциях ЕТР (в Воронежском БЗ наблюдается незначительное снижение концентрации) (табл. 2.22, рис. 2.30).

Концентрация ДДТ и его метаболитов в 2017 году снизилась во всех заповедниках, кроме Воронежского БЗ, где отмечалось значительное превышение средних многолетних значений пестицидов как в атмосферных осадках (концентрация около 3000 нг/л, табл. 2.22), так и в поверхностных водах. Повышенное содержание ДДТ в атмосферных осадках, выпадающих в Воронежском БЗ, наблюдается в течение последних 3 лет. Наиболее высокое содержание ДДТ в суммарных месячных пробах атмосферных осадков были зарегистрированы в период с июля по ноябрь 2016 года, до 71748 нг/л. При этом концентрации его изомеров (ДДД и ДДЕ) оставались низкими, что свидетельствует о том, что источник ДДТ должен быть расположен поблизости. Поскольку в этот же период наблюдалось сильное загрязнение воды реки Усмань, протекающей в районе главной усадьбы заповедника, интенсивность источника оценивается как весьма значительная. Наиболее вероятно, что резкий рост загрязнения

атмосферных осадков и поверхностных вод может быть обусловлен несанкционированным использованием ДДТ против вредителей садов, занимающих значительные площади вокруг территории Воронежского БЗ.

Таблица 2.22. Уровни содержания загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов по результатам наблюдений СКФМ и среднегодовые концентрации за 2017 г.

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2017 г	Диапазон	2017 г	Диапазон	2017 г
Кавказский БЗ	1982-2017	0,19 - 69,0	1,0	0,020-49,0	0,04	0,001-22,4	1,65
Приокско-Террасный БЗ	1983-2017	0,2 - 696,0	3,0	0,009-20,0	0,17	0,01 - 80,0	0,13
Астраханский БЗ	1987-2017	0,05 - 91,0	1,2			0,02-376,0	5,37
Воронежский БЗ	1989-2017	0,18 - 44,2	0,6	0,025-19,0	0,12	0,001-311,0	0,07
Яйлю	1998-2017	0,25 - 48,0	4,9	0,011-12,5	0,05	0,001-0,97	0,16

Заповедник	Период наблюдений	Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		γ-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2017 г	Диапазон	2017 г	Диапазон	2017 г
Кавказский БЗ	1982-2017	0,05-61,0	1,12	1,01 - 1811	48,6	0,25 - 190	64,0
Приокско-Террасный БЗ	1983-2017	0,05-28,0	1,47	1,5 - 1729	91,8	0,25 - 12960	2,9
Астраханский БЗ	1987-2017	0,05-22,72	1,08	1,5 - 994	26,4	0,3 - 1397	104,4
Воронежский БЗ	1989-2017	0,05-10,4	1,28	1,0 - 71748	2903,15	0,23 - 40,7	23,4
Яйлю	1998-2017	0,1-14,0	1,05	0,4-350	176,48	0,1 - 398	36,12

нп - значение ниже предела обнаружения.

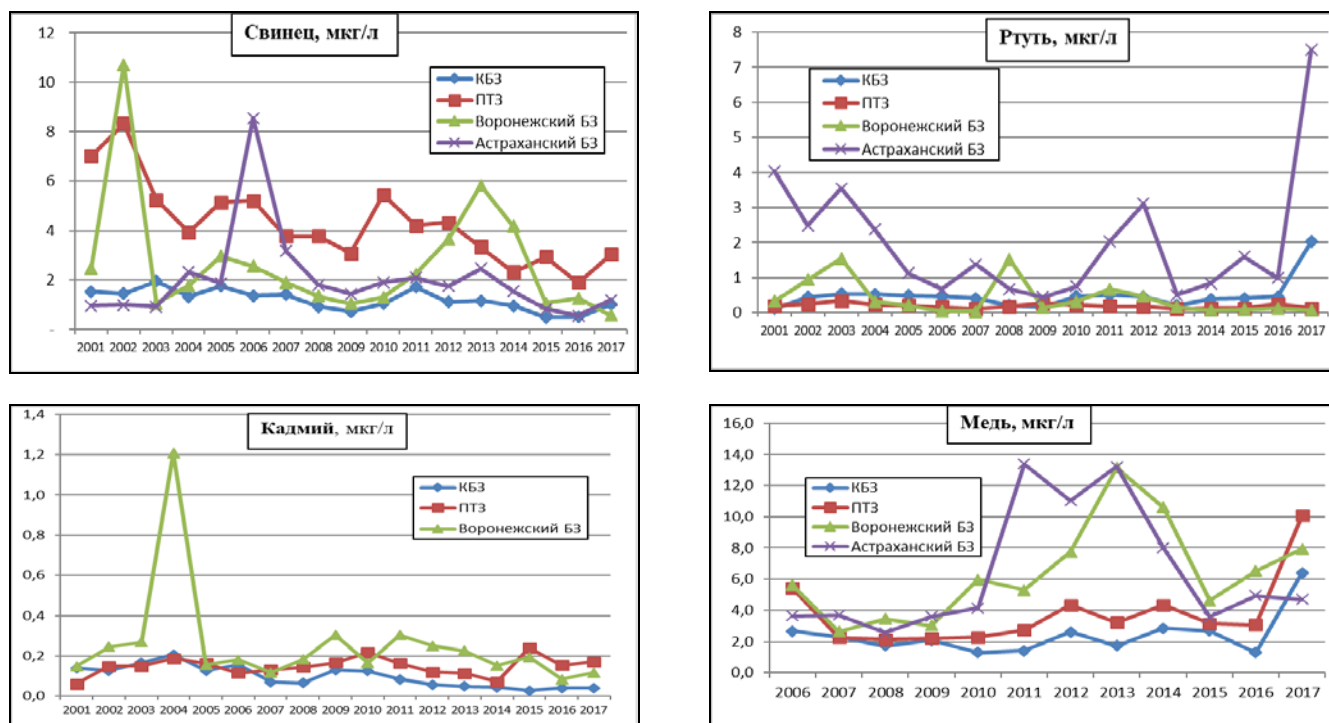


Рис. 2.29. Изменение среднего содержания тяжелых металлов в атмосферных осадках фоновых районов в 2006-2017 гг.

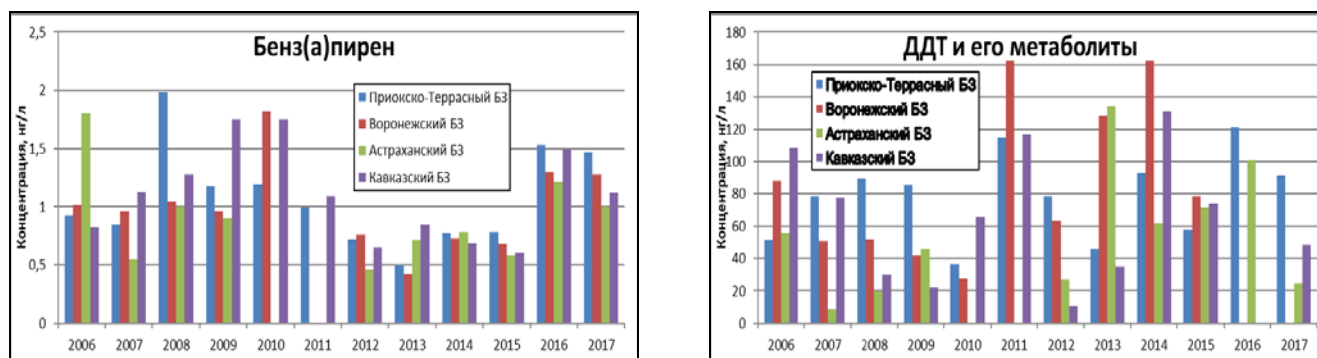


Рис. 2.30 (начало). Изменение среднего содержания органических загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов в 2006-2017 гг.

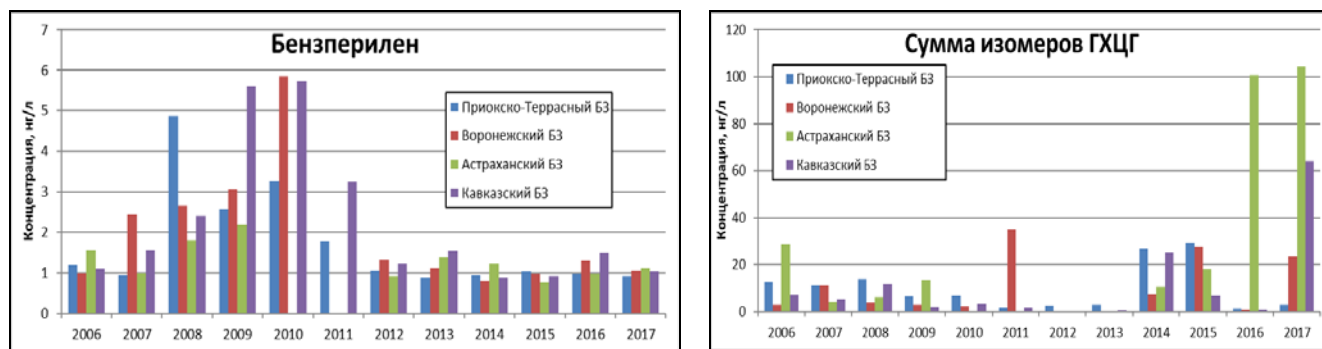


Рис. 2.30 (окончание). Изменение среднего содержания органических загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов в 2006-2017 гг.

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

Главную роль в формировании трансграничного загрязнения воздуха и осадков играют выбросы кислотообразующих соединений в атмосферу, главным образом, газообразных оксидов серы и азота. В период их пребывания в атмосфере происходит химическая трансформация до кислотных ионов, и реализуются возможности дальнего, в том числе трансграничного, переноса загрязняющих веществ. В рамках выполнения международной «Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе» (ЕМЕП – Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe) в 2017 г. проводились наблюдения на четырех станциях ЕМЕП, расположенных в северо-западном регионе России (Янискоски, Пинега) и в центральной части Европейской России: на станциях Данки (юг Московской области), Лесной заповедник (Тверская область). Основные измерения по программе ЕМЕП представляют собой регулярный анализ содержания в атмосфере и атмосферных осадках основных химических соединений, определяющих кислотно-щелочной баланс. По результатам обработки годовых массивов, полученных данных оценены реальные величины атмосферных выпадений (нагрузок) серы и азота, образующих приоритетные кислотообразующие соединения, в районах размещения станций.

При использовании традиционного анализа степени закисления атмосферных осадков по величине pH, показателю концентрации свободных ионов водорода, необходимо учитывать, что он также характеризует соотношение анионов закисляющих соединений и щелочных нейтрализующих катионов, образующихся и абсорбируемых в облачных слоях в ходе переноса. На это соотношение влияют как природные, так и антропогенные факторы. Для различных районов земного шара и в разные сезоны pH атмосферных осадков варьирует в весьма широких пределах, внутри которых осадки условно можно подразделить на: кислые (при $pH < 4$), слабокислые ($4 < pH < 5$), природно-нейтральные ($5 < pH < 7$) и слабощелочные ($pH > 7$). Распределение повторяемости наблюдавшихся значений pH суточных осадков в различных диапазонах характера кислотности представлено в табл. 2.23, из которой видно, что кислые осадки ($pH < 4$) в 2017 г. не наблюдались. В северо-западной части ЕТР атмосферные выпадения в целом нейтральные, с наибольшей вероятностью значений pH от 6 до 7, в то время как в Центральной части ЕТР около 80% осадков имеет значения pH от 5 до 6.

Таблица 2.23. Распределение измеренных значений показателя кислотности (ед. pH) по диапазонам характера закисления атмосферных осадков в районах расположения российских станций ЕМЕП в 2017 г.

Станция (широта, гр. с.ш.)	pH, среднее	Доля проб в диапазоне pH, %				
		< 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	> 7
Янискоски, 69	5,41	0	6	36	56	2
Пинега, 65	5,67	0	0	47	53	1
Лесной, 56	5,24	0	15	73	12	0
Данки, 55	5,37	0	7	66	26	0

Величина выпадений соединений серы и азота на подстилающую поверхность дает возможность оценить степень опасности воздействия загрязнения атмосферы на состояние окружающей среды, в частности, в долгосрочной перспективе избыточное поступление этих веществ может привести к закислению почвенных растворов и ухудшению свойств почвы. Поток загрязняющих веществ из атмосферы осуществляется с атмосферными осадками (влажные выпадения) и при осаждении (поглощении) веществ в виде газов и аэрозольных частиц на подстилающей поверхности (сухие выпадения). Поток влажных выпадений серы и азота (нитратного и аммонийного) на подстилающую поверхность определяется их содержанием в осадках и количеством последних. При этом колебания концентраций основных ионов в атмосферных осадках могут быть меньше, чем изменчивость сумм выпадающих осадков, особенно для межгодовых вариаций сезонных и годовых значений.

Среди составляющих ионного баланса атмосферных осадков сульфат-ион является доминирующим кислотным анионом для всех станций ЕМЕП, его вклад составляет 17-31%, однако вклады нитрат-иона и ионов аммония также довольно существенны – 7-15% и 10-22%, соответственно. Среднегодовая концентрация сульфатной серы в осадках в 2017 г. составляла 0,49 мг S /л на станции Янискоски, 0,60 мг S/л на станции Пинега, 0,58 мг S/л на станции Лесной заповедник, 0,73 мг S/л на станции Данки (в районе Приокско-Террасного биосферного заповедника). Характер пространственного распределения содержания нитратов в осадках практически совпадал с наблюдающимся в 2017 г. для сульфатов: наименьшее значение среднегодовой концентрации составило 0,08 мг N/л на станции Янискоски (Мурманская обл.), на территориях более низких широт вдали от промышленных районов и крупных городов (станции Пинега и Лесной заповедник) 0,13 – 0,26 мг N/л, на станции Данки – 0,29 мг N/л. Для ионов аммония были характерны практически одинаковые значения среднегодовых концентраций, 0,25 – 0,34 мг N/л. Во внутригодовом ходе максимальные концентрации сульфатов в районах станций ЕМЕП наблюдались в весенний и осенний периоды, при более чем трехкратном превышении значений в холодный период по сравнению с теплым. Наиболее высокая концентрация нитратов и ионов аммония в осадках также наблюдается в холодный период года, отражая важную роль переноса от антропогенных источников при формировании уровней содержания азотсодержащих соединений в осадках.

Рассчитанные по средневзвешенным концентрациям и месячным суммам выпавших осадков величины влажных выпадений для районов станций составляли в 2017 г.: серы 0,35 – 0,55 г/м² в год и азота 0,16 – 0,48 г/м² в год. Для всех станций ЕМЕП количество влажных выпадений серы и азота в зимний период существенно ниже, чем в летний. Доля аммонийного азота составила около 60% от суммарного влажного выпадения азота. Многолетние вариации выпадений связаны с межгодовой изменчивостью сумм осадков (вариации месячных и годовых величин могут составить десятки процентов от среднеемноголетних значений), а также с динамикой выбросов загрязняющих веществ в атмосферу в странах Европы. Идентификация роли последнего фактора является важной задачей ЕМЕП, так как одной из целей программы является мониторинг, и подтверждение эффективности согласованных принятых природоохранных мер в странах-участницах и в Европе в целом для улучшения качества окружающей среды. Изменение значений годовых выпадений серы из атмосферы с осадками на российских станциях ЕМЕП представлено на рис. 2.31. При относительно большой вариации годовых значений можно отметить практически отсутствие направленного уменьшения сумм влажных выпадений за период действия Гетеборгского протокола (подписан в 1999 г.) с незначительными характеристиками линейного тренда. По результатам расчета многолетних выпадений с осадками суммы нитратного и аммонийного азота, представленным на рис. 2.32, отмечается, что в целом на некоторых российских станциях ЕМЕП можно отметить рост выпадений азота. Темпы этого роста различны от станции к станции, что может быть связано с высокой межгодовой вариабельностью значений.

Среднее содержание оксидов серы и азота (газы и аэрозоли) в атмосферном воздухе, оценивающееся по результатам определения среднесуточных концентраций газов и аэрозолей на станциях ЕМЕП, в целом закономерно возрастает с севера ЕТР к центральному району России. Уровни концентраций значительно ниже, чем принятые границы допустимых значений для самых чувствительных видов наземной растительности, указанные в научной литературе. Внутригодовая изменчивость концентраций окислов серы имеет явную сезонную зависимость: наибольшие концентрации сернистого газа на станции Данки в 2017 г. наблюдались в январе-марте (до 2,51 мкг/м³), аэрозольного сульфата также в январе-марте (до 2,28 мкг S/м³).

Для характеристики степени экологической опасности, вызываемой поступлением избыточного содержания кислотообразующих веществ из атмосферы, в программах Конвенции (включая ЕМЕП) используется сравнение с уровнями критических нагрузок, рассчитанных с учетом чувствительности почв в части изменения их свойств в долгосрочной перспективе при условии, что экосистемы могут выдерживать воздействие количества подкисляющих выпадений без какого-либо ущерба. Величины критических нагрузок оценены для разных географических районов с использованием методических рекомендаций ЕЭК ООН, однако для азота они являются ориентировочными. Поступление из атмосферы рассчитывается в виде суммы сухих и влажных выпадений всех химических соединений серы и азота, при этом согласно ранее выполненным оценкам для российских станций ЕМЕП вклад сухих выпадений составляет около 40% от суммарных для серы и около 10% для азота. Последнее можно считать несколько заниженной оценкой, поскольку программа мониторинга на российских станциях ЕМЕП не включает измерения газообразной азотной кислоты, аммиака и оксидов азота.

Сравнение годовых влажных выпадений серы и суммарного азота с осадками в 2017 г. и значений критических нагрузок по этим элементам для районов расположения станций, представленных в табл. 2.24, позволяют сделать вывод, что выпадения серы существенно ниже критических нагрузок. Для азота суммарные выпадения близки к критическим значениям, что является тревожным сигналом с учетом существующих тенденций изменения выпадений азота с осадками к росту год от года.

Таблица 2.24. Сравнение суммарных влажных выпадений в 2017 г. и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП

Станция	Суммарные выпадения и критические нагрузки для серы, гS/м ² /год		Суммарные выпадения и критические нагрузки для азота, гN/м ² /год	
	Выпадения	Нагрузки	Выпадения	Нагрузки
Янискоски	0,43	0,32-0,64	0,25	<0,28
Пинега	0,35	0,32-0,64	0,16	<0,28
Лесной	0,55	1,6-2,4	0,48	0,56-0,98
Данки	0,41	1,6-2,4	0,32	0,56-0,98

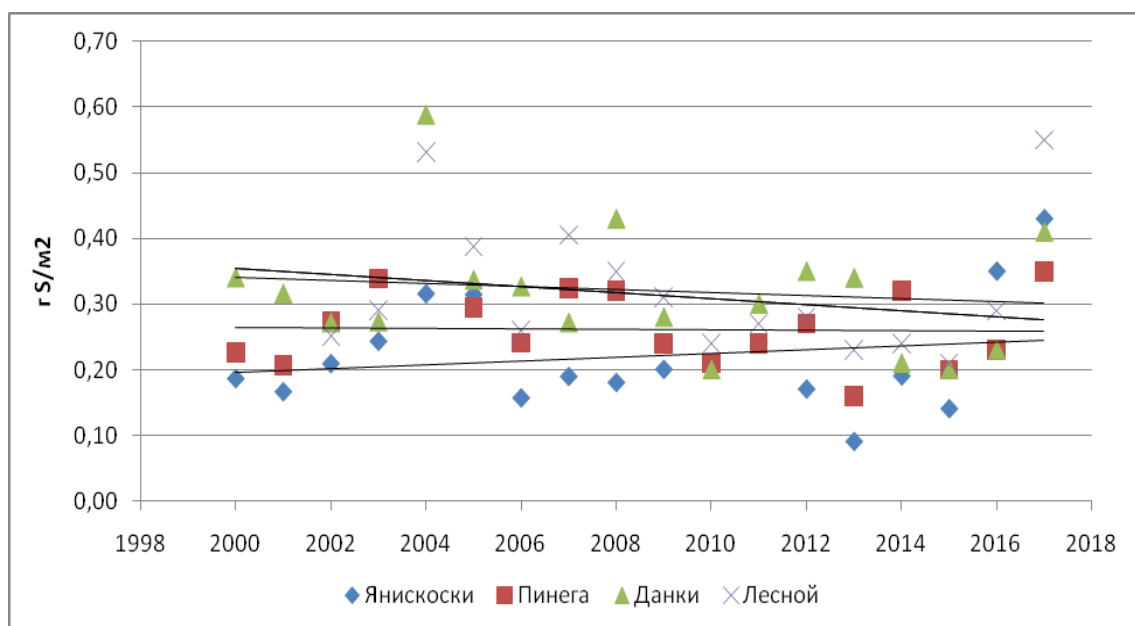


Рис. 2.31. Многолетние выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г S/м²/год)

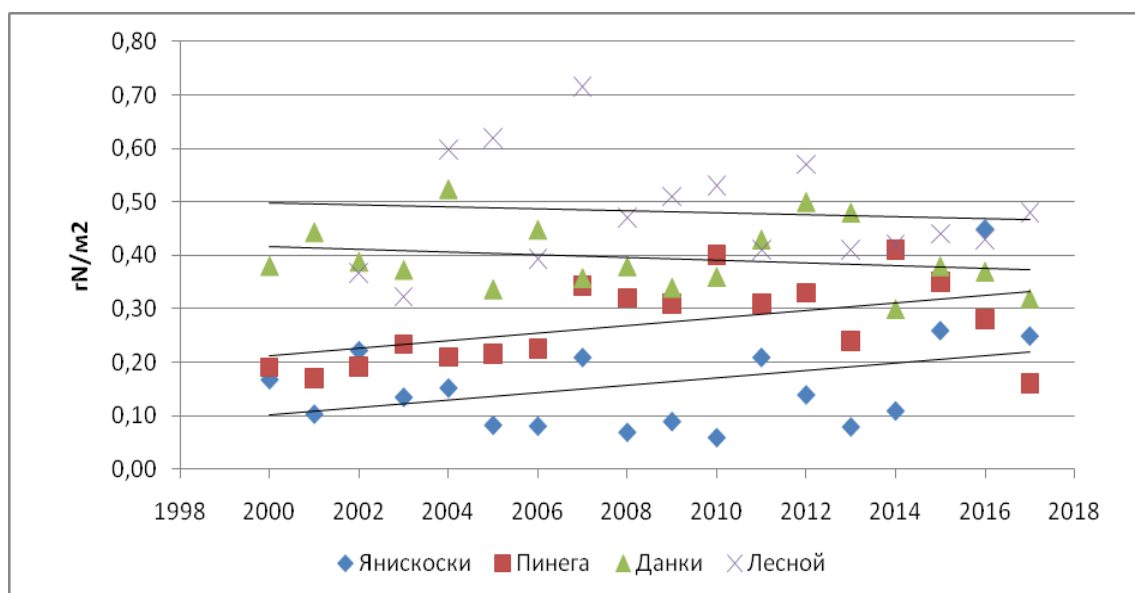


Рис. 2.32. Многолетние выпадения суммарного азота (нитратного и аммонийного) из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП (г N/м²/год)

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

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

По данным измерений в 2017 г. низкое содержание газовых примесей в воздухе наблюдалось на станциях Приморская и Монды, при этом уровни концентрации практически всех изменяемых газов на дальневосточной станции были одинаковы в среднем за год. Средние концентрации SO_2 на станции в районе озера Байкал продолжают расти, значения в теплый период превышают зимние в 3-5 раз; на фоновом уровне (ст. Монды) в 2017 г. изменения значений регистрировались в интервале 0,09-1,8 мкг/м³. На станции Приморская в последние годы наблюдается значительное снижение содержания азот- и серосодержащих веществ. За весь период наблюдения на всех станциях ЕАНЕТ наибольшие концентрации в составе взвешенных частиц в характерны для сульфатов - от 40 до 60% состава атмосферных аэрозолей по массе, при этом наиболее высокие значения практически всех ионов характерны для измерений в Приморском крае (рис. 2.33). В Байкальском регионе за семнадцать лет наблюдений содержание практически всех основных ионов в аэрозолях воздуха уменьшилось вдвое. При этом наблюдаемое

загрязнение атмосферы на ст. Листвянка в 5 и более раз превышает фоновые уровни загрязнения на ст. Монды. Концентрации сульфатов и аммония в аэрозолях в Приморском крае продолжает оставаться заметно выше, чем в регионе Байкала.

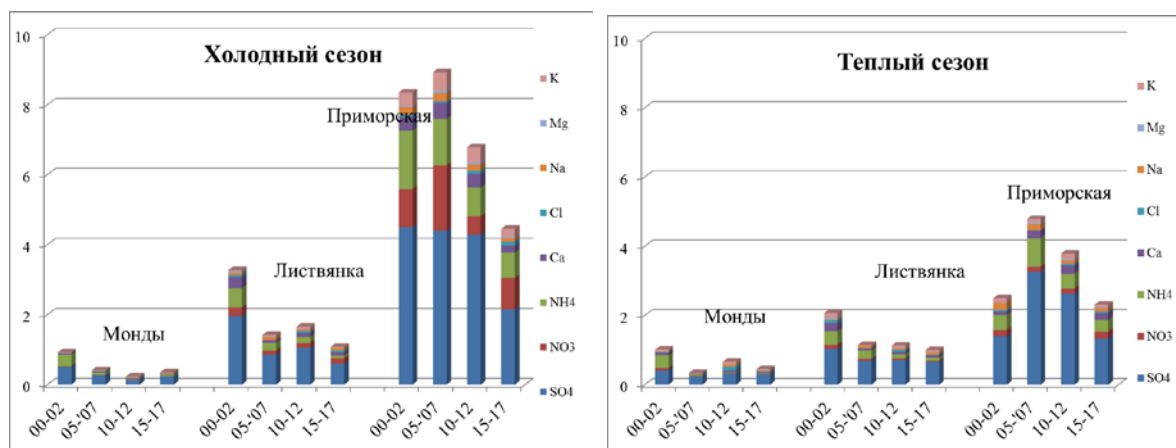


Рис. 2.33. Изменение среднего химического состава аэрозолей (мкг/м³) на станциях ЕАНЕТ в холодный (слева) и теплый (справа) периоды по наблюдениям в 2000-2017 г.

В годовом ходе аэрозолей сульфатов и нитратов на региональных станциях хорошо прослеживается максимум в зимний период. В целом, в 2017 г. среднесезонные концентрации в районе оз. Байкал были на уровне многолетних характерных значений или чуть ниже, а в Приморье продолжали снижаться после 2007-2010 годов, став ниже уровней начала периода многолетних измерений.

В многолетнем ходе средних концентраций серо- и азотсодержащих веществ в воздухе отмечаются более низкие среднегодовые значения на станциях в регионе оз. Байкал по сравнению с 2010-2012 гг. (рис. 2.34). В Приморском крае в 2017 г. содержание в атмосфере аэрозолей серо- и азотсодержащих веществ значительно понизилось в сравнении с 2013 годом.

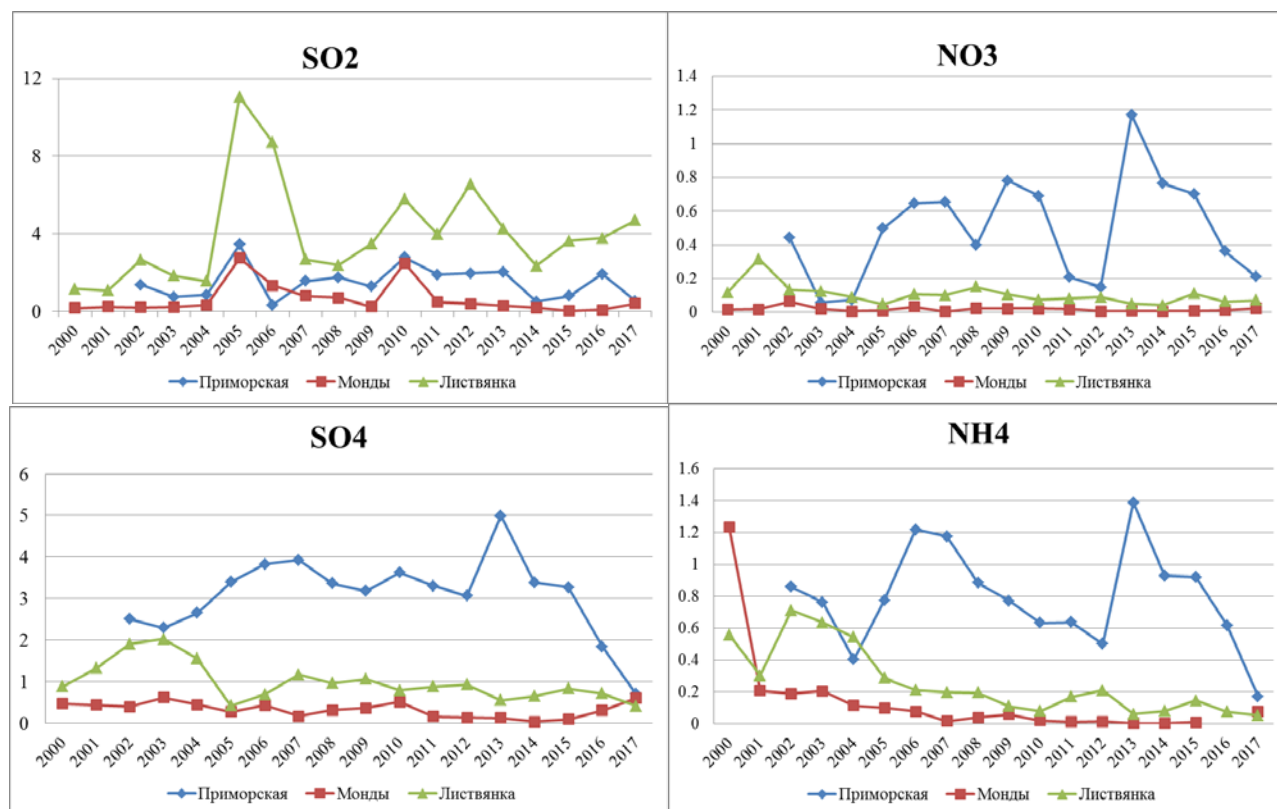


Рис. 2.34. Изменения средних годовых концентрации соединений серы (слева) и азота (справа) в воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг/м³)

По наблюдениям за загрязнением осадков на региональном уровне для Дальнего Востока характерно в целом более высокое содержание сульфатов в осадках в течение всего года, однако в теплые месяцы 2017 г. концентрации нитратов имели сравнимые значения. Сезонные изменения выпадений веществ определяются в основном годовым ходом осадков, поэтому максимальные потоки этих двух ионов в 2017 г. отмечены в Приморье в июне-июле (около 0,3 г/м² и 0,18-0,32 г/м² в месяц, соответственно), а за все месяцы холодного периода их влажные выпадения в целом не превысили 0,38-0,49 г/м², несмотря на то, что среднемесячные концентрации их в

осадках близки к среднегодовым (рис. 2.35). В регионе Байкала внутригодовой ход выпадений целом соответствует картине прошлых лет наблюдений с максимумами в конце весны-лета практически для всех соединений (кроме нитратов) при наибольших суммах осадков.

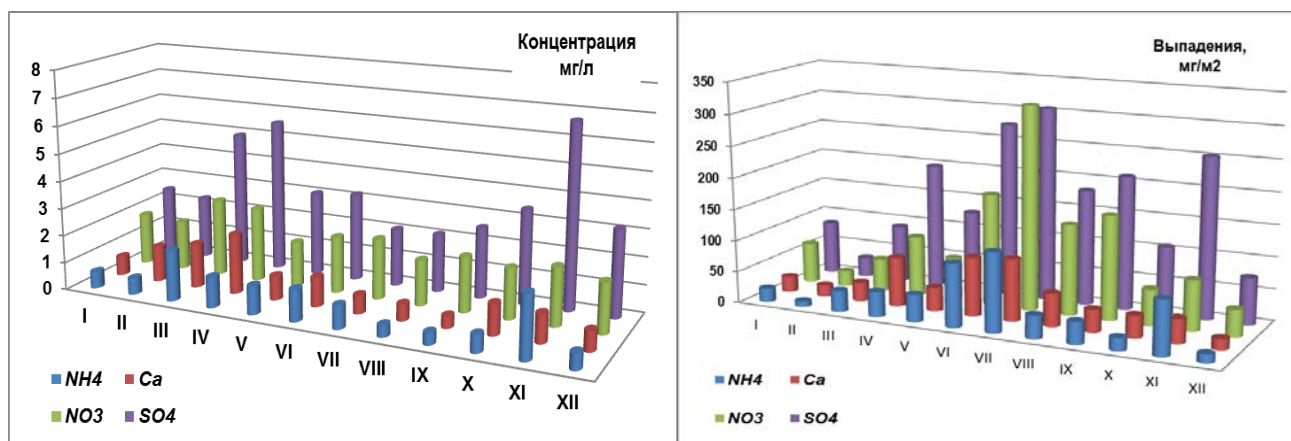


Рис. 2.35. Годовой ход концентраций (слева) и выпадений (справа) основных кислотообразующих ионов с осадками на Дальнем Востоке (ст. Приморская) в 2017 году

Вследствие региональных особенностей поступления осадков, при сравнимых уровнях концентраций кислотных соединений в осадках величина их влажных выпадений значительно выше в Приморском регионе, чем в Байкальском регионе (табл. 2.25). При этом уровни потоков серы и азота с осадками (без учета сухих выпадений) в Прибайкалье все еще ниже значений критических нагрузок, предлагаемых в Европе для оценки величины выпадений. Тем не менее, для некоторых районов Приморья общие выпадения азота могут приближаться к указанным критическим значениям.

Таблица 2.25. Сравнение суммарных выпадений серы и азота с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2008-2017 г. и критических нагрузок, используемых в ЕМЕП, г/м²/год

Станция	Влажные выпадения (в единицах элемента) (в скобках – среднее за 9 лет)			Критические нагрузки (ЕМЕП)	
	S (SO ₄)	N (NO ₃)	N (NH ₄)	S _{CL}	N _{CL}
Листвянка	0,09-0,34 (0,22)	0,032-0,10 (0,073)	0,034-0,16 (0,095)	1,6-2,4	0,56-0,98
Монды	<0,01-0,051 (0,031)	<0,001-0,022(0,015)	<0,001-0,04 (0,020)	0,32-0,64	< 0,28
Приморская	0,44-0,91 (0,62)	0,087-0,41 (0,24)	0,31-0,58 (0,39)	1,6-2,4	0,56-0,98

2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности

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

Станции комплексного фоновое мониторинга (СКФМ) организованы в пределах особо охраняемых природных территорий федерального значения – в биосферных заповедниках и национальных парках, которые приурочены к основным биоклиматическим зонам европейской и азиатской части России, а также к областям высотной поясности (рис. 2.36.). Все эти территории, за исключением Алтайского БЗ (Яйлю), включены во Всемирную сеть биосферных резерватов ЮНЕСКО. Удаленность от источников загрязнения, ограничение антропогенной нагрузки, максимальная сохраняемость наземных и водных экосистем в их естественном состоянии позволяют считать поступление загрязняющих веществ на подобных территориях фоновым и оценивать на этой основе параметры глобального рассеивания поллютантов в биосфере.

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

Отбор проб компонентов системы «почва-растение» на СКФМ осуществляется по унифицированной схеме. Смешанные образцы почв отбираются методом конверта: в травянистых экосистемах с площади 100 м² из верхнего минерального слоя профиля на глубину 10 см, а в лесных экосистемах – с площади 2500 м² из горизонта лесной подстилки и из нижележащих минеральных горизонтов на глубину 10 см. Средние пробы растительности отбираются из их фотосинтезирующих частей по фракциям: листва и хвоя древостоев, надземная часть разнотравья, гаметофиты мохового яруса.

В 2017 году, объявленным в РФ Годом экологии, плановые обследования проводились в Приокско-Террасном БЗ, Воронежском БЗ, Кавказском БЗ, Астраханском БЗ и Волжско-Камском БЗ.

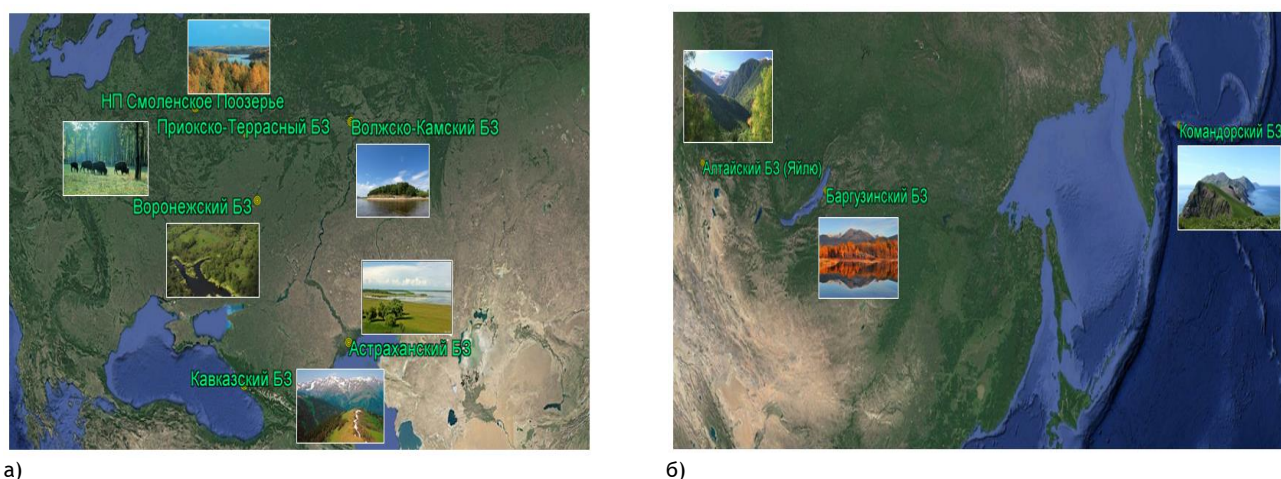


Рис. 2.36. Местоположение опорных площадок пробоотбора почв и растительности на СКФМ, расположенных в Европейской (А) и Азиатской (Б) территории России

Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах

Фиксируемый в последние сроки мониторинговых наблюдений уровень содержания в почвах СКФМ валовых форм соединений свинца, кадмия и меди хорошо согласуется со значениями их мировых кларков и не превышает величин, установленных А.П.Виноградовым и Д.П.Малюгой во второй половине XX века (табл. 2.26). Исключение составляют характеристики содержания соединений свинца в горных бурых лесных Кавказского БЗ и горно-луговых почвах Алтайского БЗ, где коэффициенты концентрации (отношение измеренного показателя к кларку почв) составляют 1,9 и 1,1 соответственно. Однако в случае размещения станций мониторинга в гористых ландшафтах можно предположить естественную литогенную природу обогащенности почв тяжелыми металлами, которая определяется наличием на территориях массивных интрузий магматических пород, содержащих халькофильные элементы.

Таблица 2.26. Средние величины содержания тяжелых металлов в почвах СКФМ за период 2013-2017 гг. и диапазоны значений показателей за период 2007-2017 гг.

СКФМ	Опробованные почвы	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг	
		Диапазон за декаду	2013 г. / 2017 г.	Диапазон за декаду	2013 г. / 2016 г.	Диапазон за декаду	2013 г. / 2016 г.
Центральный федеральный округ							
НП Смоленское Поозерье	Дерново-подзолистые супесчаные	3,7-10,0	8,8	0,12-0,35	0,35	2,2-16,0	11,9
Приокско-Тerrasный БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	1,4-19,0	4,6	0,02-0,66	0,64	0,53-58,0	2,6
Воронежский БЗ	Дерново-подзолистые песчаные	1,30-31,0	2,8	0,03-0,50	0,09	2,9-7,5	4,8
Южный федеральный округ							
Кавказский БЗ	Горные бурые лесные	6,3-25,0	19,3	0,05-0,32	0,18	7,8-27,6	18,0
Астраханский БЗ	Аллювиальные луговые и лугово-болотные	1,5-6,6	2,1	0,07-0,30	0,14	9,7-14,0	9,4
Приволжский федеральный округ							
Волжско-Камский БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	2,9-12,0	8,5	0,05-0,56	0,16	7,6-20,4	18,0
Сибирский федеральный округ							
Алтайский БЗ (Яйлю)	Горно-луговые	3,7-12,5	10,8	0,05-0,80	0,22	6,10-57,0	8,5
Баргузинский БЗ	Горные мерзлотно-таежные	2,4-8,2	4,9	0,04-2,80	0,23	3,1-12,0	6,1
Дальневосточный федеральный округ							
Командорский БР	Подзолы	5,2	5,2	0,17	0,17	10,4	10,4
ОДК _{вал}		32 / 65 / 130		0,5 / 1 / 2		33 / 66 / 132	
Кларк почв ^{***}		10		0,5		20	

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

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

Диапазоны варьирования содержания тяжелых металлов в почвах СКФМ, установленные в период наблюдений 2007-2017 гг., отличаются от данных последних лет несколько более широким размахом контролируемых показателей с максимальными величинами коэффициентов концентрации до 2,5-3. Подобные превышения находятся в пределах допустимых величин естественного варьирования содержания тяжелых металлов в почвах.

В санитарно-гигиеническом отношении в почвах СКФМ за весь период наблюдений не отмечалось превышения содержания контролируемых тяжелых металлов сверх установленных нормативных величин предельно/ориентировочно допустимых концентраций (ПДК/ОДК). Вместе с тем, концентрации загрязнителей, численно превышающие величину 0,5 ОДК, спорадически регистрировались в последнее десятилетие в дерново-подзолистых почвах Приокско-Террасного БЗ (валовые формы соединений свинца, кадмия и меди) и Воронежского БЗ (соединения свинца), а также в горных бурых лесных почвах Кавказского БЗ (соединения свинца) и горно-луговых почвах Алтайского БЗ (соединения кадмия). В целом же, в почвах СКФМ, расположенных в Европейской части России, по сравнению с почвами станций фоновоего мониторинга, приуроченных к Азиатской части России, отмечается тренд к относительному повышению коэффициентов концентрации тяжелых металлов в поверхностных горизонтах почв по отношению к кларкам литосферы (рис. 2.37). Полученные данные свидетельствуют о наличии значимого антропогенного прессинга, прежде всего, на природные экосистемы Центрального федерального округа – промышленно развитого региона с повышенной плотностью населения.

Содержание в почвах СКФМ приоритетных органических загрязнителей характеризует их экологическое состояние в основном как благополучное. Как правило, обнаруживаются лишь следовые количества поллютантов органической природы, поступивших в наземные экосистемы заповедников и национальных парков вследствие глобального рассеяния в атмосфере (табл. 2.27). Так, содержание в почвах СКФМ наиболее значимого химического канцерогена органической природы – бенз(а)пирена – как правило, на один-два порядка меньше, чем величина его ПДК. Лишь единично за 10-летний период наблюдений в дерново-подзолистых почвах Воронежского БЗ было отмечено содержание бенз(а)пирена на уровне 0,9 ПДК, однако согласно последнему сроку опробования почв концентрация поллютанта близка к пределу обнаружения.

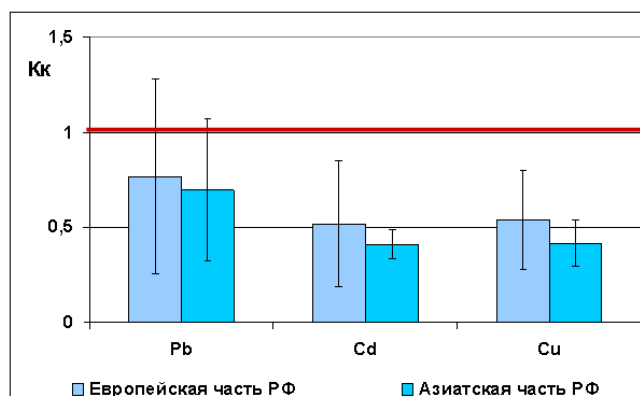


Рис. 2.37. Коэффициенты концентрации тяжелых металлов в почвах Европейской и Азиатской частей РФ за период наблюдений на СКФМ 2013-2017 гг.

Таблица 2.27. Средние величины содержания органических загрязняющих веществ в почвах СКФМ за период 2013-2017 гг. и диапазоны значений показателей за период 2007-2017 гг.

СКФМ	Опробованные почвы	Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		γ-ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон за декаду	2013 г./2017 г.	Диапазон за декаду	2013 г./2017 г.	Диапазон за декаду	2013 г./2017 г.
Центральный федеральный округ							
НП Смоленское Поозерье	Дерново-подзолистые супесчаные	0,2-1,2	0,2	≤0,2-10,0	≤0,2	≤0,2-0,7	≤0,2
Приокско-Террасный БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	0,1-0,9	0,6	0,5-70,8	4,5	≤0,05-6,0	0,3
Воронежский БЗ	Дерново-подзолистые песчаные	0,1-18,1	0,9	0,5-77,9	21,7	≤0,05-10,2	10,2
Южный федеральный округ							
Кавказский БЗ	Горные бурые лесные	0,08-1,4	0,2	0,5-41,1	18,5	≤0,05-5,6	0,7
Астраханский БЗ	Аллювиальные луговые и лугово-болотные	0,08-0,45	0,1	0,3-25,1	2,9	≤0,05-13,2	1,3
Приволжский федеральный округ							
Волжско-Камский БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	0,1-0,3	0,2	0,5-71,4	35,6	≤0,2-4,5	1,0
Сибирский федеральный округ							
Алтайский БЗ (Яйлю)	Горно-луговые	0,1-3,7	0,5	0,5-52,6	4,8	≤0,05-2,2	0,25
Баргузинский БЗ	Горные мерзлотно-таежные	0,3-1,6	0,5	0,5-98,6	15,5	≤0,05-3,4	1,7
Дальневосточный федеральный округ							
Командорский БР	Подзолы	0,3/ -	0,3	36,0	36,0	1,1	1,1
ПДК		20		100		100	

- нет данных

В отношении стойкого в природной среде пестицида ДДТ и его метаболитов в почвах СКФМ в последние годы регистрируются концентрации, которые обычно в 3-5 раз ниже установленного ПДК. Однако в ряде почв станций фоновоего мониторинга с суглинистым составом отмечаются достаточно высокие остаточные концентрации пестицида, поступившего ранее из атмосферы и накопленного на сорбционных геохимических барьерах почв.

Так, суммарное содержание ДДТ и его метаболитов, численно превышающее величину 0,5 ПДК, зарегистрировано в дерново-подзолистых почвах Приокско-Террасного БЗ, Воронежского БЗ и Волжско-Камского БЗ, а также в горных мерзлотно-таежных почвах Баргузинского БЗ.

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

Фоновое содержание загрязняющих веществ в растительности

Считается, что соблюдение уровней содержания ПДК/ОДК загрязняющих веществ в почвах обеспечивает нормальное функционирование растений. Действительно, состояние растительности в районах размещения СКФМ по данным последнего срока опробования, а также за период наблюдений 2007-2017 гг. не выявляло видимых признаков нарушений роста и развития фитоценозов, обусловленных загрязнением окружающей среды. При этом содержание контролируемых тяжелых металлов и органических загрязнителей в зеленых частях доминантных видов растений древесного и травянистого ярусов в целом находилось в пределах колебаний характеристик природного фона, а в отношении соединений свинца и меди в основном было ниже среднемировых кларковых величин, установленных для растений суши (табл. 2.28 и табл. 2.29). Существенное превышение на всех СКФМ измеренных величин содержания кадмия в растениях над его кларковым значением, установленным Д.П.Малюга в 60-е годы XX века, может свидетельствовать о расширении техногенного геохимического потока элемента, произошедшего за прошедшее время.

Таблица 2.28. Средние концентрации тяжелых металлов в растительности СКФМ в 2013-2017 гг. и диапазоны значений показателей за период 2007-2017 гг.

Станция КФМ	Проба	Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Медь, мг/кг	
		Диапазон за декаду	2013 г. / 2017 г.	Диапазон за декаду	2013 г. / 2017 г.	Диапазон за декаду	2013 г. / 2017 г.
Центральный федеральный округ							
НП Смоленское Поозерье	Осина, листва	0,3-7,3	1,2	0,18-0,96	0,90	-	5,3
	Липа, листва		3,4		0,39		9,2
	Черника		0,3		0,22		8,0
	Мох		4,0		0,90		4,3
Приокско-Террасный БЗ	Береза, листва	0,05-7,3	7,3	0,15-3,50	0,46	0,7-20,0	2,8
	Разнотравье	0,51-1,5	1,0	0,16-0,71	0,32	1,9-9,0	5,0
Воронежский БЗ	Хвоя сосны	0,5-1,9	1,6	0,17-0,60	0,50	-	-
	Разнотравье	0,1-1,7	1,4	0,10-0,62	0,39		
	Мох	3,1-10,3	10,3	0,40-0,90	0,90		
	Южный федеральный округ						
Астраханский БЗ	Ясень, листва	0,5-7,4	0,9	0,30-5,30	1,10	9,5-107,0	3,2
	Ветла, листва		2,7		3,50		5,6
	Тростник		3,3		0,81		4,1
	Ежевика		2,1		17,90		5,5
Кавказский БЗ	Разнотравье	0,54-2,3	2,3	0,10-0,65	0,38	2,8-7,6	2,8
Приволжский федеральный округ							
Волжско-Камский БЗ	Сосна, хвоя	1,3-2,9	2,5	0,25-0,50	0,40	3,7-18,0	4,2
	Разнотравье	1,4-3,9	3,0	0,28-2,70	1,50	3,5-9,8	3,5
	Мох	4,0-42,0	37,0	0,70-1,40	0,80	4,2-11,0	5,0
	Сибирский федеральный округ						
Баргузинский БЗ	Листва деревьев	0,36-0,53	0,5	0,33-0,88	0,60	0,5-4,0	2,3
	Хвоя кедр	0,44-1,3	0,7	0,20-0,48	0,30	1,1-2,5	1,9
	Разнотравье	0,29-1,4	0,7	0,06-0,27	0,15	0,8-3,2	1,9
	Мох	1,0-3,5	2,2	0,30-1,30	0,60	2,3-3,2	2,7
Алтайский БЗ (Яйлю)	Разнотравье	1,0-2,6	1,4	0,19-0,66	0,19	2,4-7,2	6,1
Дальневосточный федеральный округ							
Командорский БР	Рододендрон	-	0,5	-	0,10	-	4,0
Кларки растений		10		0,01		20	

- нет данных

** Кларки элементов в золе растений по Д.П.Малюга (1963)

Обращает на себя внимание, что в последний срок мониторинговых наблюдений на СКФМ в отношении ряда контролируемых параметров были отмечены максимальные значения за прошедшую декаду. В частности в Приокско-Террасном БЗ в листве березы наблюдались наивысшие для многолетней динамики показатели содержания соединений свинца, а в разнотравье напочвенного покрова – как бенз(а)пирена, так и суммы метаболитов ДДТ; в Астраханском БЗ были отмечены максимумы содержания соединений кадмия, бенз(а)пирена и суммы метаболитов ДДТ в листьях и стеблях тростника и ежевики; в Воронежском БЗ – свинца в моховом покрове, а также суммы ДДТ и его метаболитов в хвое сосны. Поскольку применение хлорсодержащих органических инсектицидов групп ДДТ и ГХЦГ для борьбы с насекомыми было в основном прекращено после 1990-х гг., то повышение их остаточных количеств в растительности фоновых территорий может определяться спецификой биоклиматических особенностей вегетации в годы наблюдений, а также пространственной неоднородностью распределения поллютантов в растительном покрове.

Среди отдельных ярусов фитоценозов моховый покров лесных экосистем Воронежского БЗ и Волжско-Камского БЗ характеризовался стабильно высокими значениями содержания свинца (а в Волжско-Камском БЗ еще и

существенно повышенными значениями концентрации группы суммации ДДТ и его метаболитов), в то время как на других СКФМ подобный феномен не выявлялся. Поскольку отдел мохообразных более других групп растений способен к накоплению выпадений из атмосферы, то отмеченные аномальные повышения показателей могут свидетельствовать о значительной аэрогенной нагрузке на экосистемы регионов.

Таблица 2.29. Средние концентрации органических загрязняющих веществ в растительности СКФМ в 2013-2017 гг. и диапазоны значений показателей за период 2007-2017 гг.

Станция КФМ	Проба	Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		γ-ГХГЦ, мкг/кг	
		Диапазон за декаду	2013 г./ 2017 г.	Диапазон за декаду	2013 г./ 2017 г.	Диапазон за декаду	2013 г./ 2017 г.
Центральный федеральный округ							
НП Смоленское Поозерье*	Осина, листва Липа, листва Черника Мох	0,03-1,10	0,03	≤0,5-21,0	1,1	≤0,05-2,0	≤0,05
			0,03		-		-
			0,13		11,0		1,0
			0,14		7,1		1,7
Приокско-Террасный БЗ	Береза, листва Разнотравье	0,05-0,19	0,36	0,5-58,7	3,7	≤0,05-3,2	1,7
		0,16-0,58	0,58	0,5-54,4	54,4	≤0,05-3,8	2,4
Воронежский БЗ	Хвоя сосны	0,40	0,40	2,0-37,3	37,3	0,05-2,4	2,4
Южный федеральный округ							
Астраханский БЗ	Ясень, листва Ветла, листва Тростник Ежевика	0,12-0,30	0,20	0,77-78,7 ≤0,2-18,0 ≤0,5-28,2	118,3	0,3-2,6 нпо-0,3 нпо-4,5	0,7
		0,18-0,37	0,18		4,4		0,5
		0,37	18,0		нпо		
		0,12-0,27	0,19		28,2		нпо
Кавказский БЗ	Разнотравье	0,15-0,54	0,54	≤0,5-44,2	24,8	≤0,05-4,2	0,3
Приволжский федеральный округ							
Волжско-Камский БЗ*	Сосна, хвоя Разнотравье Мох	0,21-0,28	0,25	1,0-23,0	12,0	2,7-5,4	4,0
		0,07	0,07	3,0	3,0	2,0	2,0
		0,07-0,14	0,10	46,0-220,0	122,0	0,5-5,0	2,5
Сибирский федеральный округ							
Баргузинский БЗ*	Листва деревьев Хвоя кедра Мох	0,02-0,60	0,25	3,4	3,4	1,5	1,5
		0,24-0,60	0,35	13,0	13,0	3,4	3,4
		0,24-0,60	0,33	-	-	-	-

* - нет данных

В целом, для отдельных показателей фоновое загрязнение компонентов растительного покрова СКФМ веществами глобального рассеяния, согласно результатам последнего опробования, максимальные уровни содержания соединений свинца (37,0 мкг/кг) отмечаются в моховом покрове Волжско-Камского БЗ; кадмия (17,9 мкг/кг) - в травостое ежевики Астраханского БЗ; меди (59,5 мкг/кг) в листве липы НП Смоленское Поозерье; бенз(а)пирена (0,5-0,6 мкг/кг) - в разнотравье напочвенного покрова Приокско-Террасный БЗ и Кавказского БЗ; остаточных количеств ДДТ и его метаболитов (122 мкг/кг) - в растительности мохового яруса Волжско-Камского БЗ; а остаточных количеств γ-ГХГЦ (4,0 мкг/кг) - в хвое сосны Волжско-Камского БЗ.

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

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

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

В табл. 2.30 представлены значения массовых долей нитратов и водорастворимого фтора в почвах фоновых районов Западной Сибири, Иркутской, Самарской и Свердловской областей.

Таблица 2.30. Массовые доли нитратов и водорастворимого фтора, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Нитраты	Фтор
Западная Сибирь Новосибирск с. Прокудское	Подзолистые	1998-2017	2,0-36,5	но -3,5
Кемерово, д. Калинкино ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Выщелоченный чернозём	1995-2017	6,2-88	но-3,5
г. Новокузнецк, пос. Сарбала ЮЮВ 32 км от ГРЭС	Подзолистые	1995-2017	3,8-25	но-9,5

г. Томск, с. Ярское Ю 43 км от ГРЭС-2		2001-2017	1,5-49	но-3,8
Иркутская область п. Култук 3 50 км, СВ 50 км	Серые лесные	2005, 2013, 2017	-	0,2-1,8
Самарская область Волжский район НПП «Самарская Лука» 3 30 км от г. Самара	Чернозёмы	2006-2017	1-47	но-6
Волжский район АГМС п. Агрос ЮЗ 20 км от г. Самара		2006-2017	3-36	но-8
Свердловская область п. Мариинск ЮЗ 54 км от г. Екатеринбург	Подзолистые	1999-2017	0,2-13	<0,2-28

* но - не обнаружено

В 2017 году содержание нитратов в подзолистой почве на расстоянии 12 км в западном направлении от г. Екатеринбург (фон для г. Верхняя Пышма) составило - 0,7 мг/кг, на расстоянии 79 км в юго-западном направлении от областного центра (фон для г. Каменск-Уральский) - 32 мг/кг.

Результаты многолетних наблюдений за фоновыми валовыми и/или кислоторастворимыми (сравнимыми с валовыми) формами массовых долей кобальта, марганца, никеля, ртути в почвах отдельных регионов РФ приведены в табл. 2.31.

Таблица 2.31. Массовые доли кобальта, марганца, никеля и ртути, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Co	Mn	Ni	Hg
Иркутская область п. Култук 3 50 км, СВ 50 км	Серые лесные	2005, 2013, 2017	0,8-36	205-1150	5-180	0,041-0,197
Приморский край г. Арсеньев СЗ 47 км	Бурые лесные	2017	12 (1988 г.)	812	21	0,042
п. Кавалерово ЮВ 30 км				871	21	0,048
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км	Дерново-подзолистые	2008-2017	2-8	250-600	2-36	0,012-0,039
г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ, Национальный парк «Нижняя Кама»			5-9	223-390	12-60	0,012-0,046
Свердловская область от г. Екатеринбург п. Мариинск ЮЗ 54 км	Подзолистые	1999-2017	4-44	77-3110	10-181	0,01-0,20
3 12 км		2017	12	529	24	0,01
ЮЗ 79 км			11	591	18	0,02

В 2017 году для участков чернозёмной почвы, расположенных в 25 км на юго-запад от г. Салават и в 15 км на северо-восток от г. Ишимбай Республики Башкортостан установлены (соответственно) фоновые значения массовых долей кислоторастворимых форм меди (18 и 15 мг/кг), цинка (47 и 54 мг/кг), никеля (63 и 65 мг/кг), свинца (6 и 5 мг/кг), кадмия (0,3 и 0,1 мг/кг).

Фоновые массовые доли металлов, НП и сульфатов в чернозёмных почвах Волжского района Самарской области, установленные в 2006-2017 годах, представлены в табл. 2.32.

Таблица 2.32. Массовые доли металлов, НП и сульфатов, мг/кг, в почвах Волжского района Самарской области

Место наблюдений	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Cd	Al	НП	Сульфаты
НПП «Самарская Лука» 3 30 км от г. Самара	8-88	43-515	11-87	35-219	7-118	0,2-2,8	920-3706	9-175	но-456
АГМС п. Агрос ЮЗ 20 км от г. Самара	1-21	175-778	9-103	31-271	8-55	0,1-2,5	1020-7307	2,4-98	но-192

Фоновые значения массовых долей кислоторастворимых форм никеля в подзолистых почвах для городов Новосибирск и Томск, исследованных в 1995-2017 гг., изменялись соответственно от 5,5 до 32 мг/кг и от 0,45 до 25 мг/кг. В почвах этих городов в 2017 году фоновые значения содержания марганца составили соответственно 656 и 700 мг/кг.

В фоновых пробах почв, отобранных в 2017 году в 12 км на запад и в 79 км на юго-запад от Екатеринбурга, массовые доли кислоторастворимых форм хрома составили соответственно 19 и 27 мг/кг.

Фоновые массовые доли обменных сульфатов в бурых лесных почвах Приморского края находились в интервале от 6,9 (фон для пгт. Кавалерово) до 8,5 мг/кг (для г. Арсеньев). В серых лесных почвах Иркутской области по результатам наблюдений 2017 года значения массовой доли сульфатов на расстоянии 50 км на запад и на расстоянии 50 км на северо-восток от п. Култук соответствовали соответственно 316 и 313 мг/кг.

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

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

Место наблюдений	Тип почв	Год наблюдений	Cd	Cu	Pb	Zn	НП (БП)
Западная Сибирь г. Новосибирск с. Прокудское	Подзолистые	1998-2017	но-3,0	3-30	1,6-40	5-47	9-264
г. Кемерово д. Калинкино ЮЮЗ 55 км от ГРЭС	Серые лесные	1995-2017	но-6,3	4-41	5-31	18-169	6-110
г. Новокузнецк пос. Сарбала ЮЮВ 32 км от ГРЭС	Подзолистые	1995-2017	<0,1-1,3	<0,1-27	но-25	<0,1-133	но-510
г. Томск, с. Ярское Ю 43 км от ГРЭС-2	Подзолистые	2001-2017	но-0,43	2-20	4,1-27	22-200	20-296
Иркутская область п. Култук 3 50 км СВ 50 км	Серые лесные	2005, 2013, 2017	0,07- -0,23	16-22	8-38	34-440	40-550 по области
Приморский край г. Арсеньев СЗ 47 км п. Кавалерово ЮВ 30 км	Бурые лесные	2017	<0,3 1,31	13 19	13 12	58 78	(<0,005)
Республика Татарстан г. Казань СЗ 20 км	Дерново- подзолистые	2008-2017	но-0,5	2,5-11	4-18	10-180	50-96
г. Нижнекамск г. Набережные Челны СВ Национальный парк «Нижняя Кама»		2008-2017	но-0,96	5-28	4-22	17-70	36-150
Свердловская область от г. Екатеринбург п. Мариинск ЮЗ 54 км	Подзолистые	1999-2017	0,5-2,2	13-368	7,0-137	44-201	-
З 12 км		2017	1,1	65	21	53	
ЮЗ 79 км			1,0	72	15	72	

В Саратовской области, в черноземной почве г. Балаково массовая доля НП соответствовала - 87 мг/кг, сульфатов - 51 мг/кг, нитратов - 11 мг/кг, водорастворимого фтора - 0,2 мг/кг, кислоторастворимых форм алюминия - 9439 мг/кг, кадмия - 0,85 мг/кг, марганца - 229 мг/кг, меди - 31 мг/кг, никеля - 61 мг/кг, свинца - 14 мг/кг, цинка - 100 мг/кг.

В 2017 г. на территории Верхнего Поволжья проводились измерения фоновое содержание ТМ в дерново-подзолистых почвах Кировской и Нижегородской областей, в выщелоченных чернозёмах окрестностей г. Саранск Республики Мордовия.

Супесчаные почвы Мордовского заповедника характеризуется низким содержанием (ниже предела обнаружения) меди (< 5 мг/кг), кобальта (< 8 мг/кг), никеля (< 10 мг/кг), свинца (< 10 мг/кг), кадмия (< 0,5 мг/кг), хрома (< 10 мг/кг), магния (< 60 мг/кг). Массовые доли цинка в почве соответствовали - 4 мг/кг, железа - 21 мг/кг, марганца - 363 мг/кг, НП - 46 мг/кг. Содержание подвижных форм ТМ в пробе почвы находились ниже предела обнаружения. В качестве фоновых для г. Саранск приняты средние значения содержания ТМ и НП в пробах почв, отобранных в южном направлении на расстоянии от 20 до 24 км.

Массовые доли валовых (в числителе) и подвижных (в знаменателе) форм ТМ, а также НП в почвах фоновых районов Верхнего Поволжья представлены в табл. 2.34.

Таблица 2.34. Массовые доли металлов и НП, мг/кг, в почвах фоновых районов Верхнего Поволжья

Место наблюдений	Cu	Co	Ni	Pb	Zn	Mn	Cd	Cr	НП
Кировская область	<u>5-33</u> 0,1-0,5	<u><8-11</u> но	<u>7-63</u> ≤1,0	<u><10</u> <0,4-0,8	<u>18-62</u> 1,0-2,1	<u>391-1138</u> но	<u><0,5-0,8</u> <0,1-0,3	<u>11-62</u> но	46-114
Нижегородская область Дальнеконстантиновский район	<u>12-18</u> 0,1-0,4	<u><8</u> но	<u>15-25</u> <1,0	<u><10</u> <0,4	<u>21-38</u> 2,0-4,0	<u>203-783</u> но	<u><0,5-0,6</u> <0,1	<u>11-25</u> но	25-65
Балахнинский район	<u><5-6</u> <0,1-0,2	<u><8</u> но	<u><10</u> <1,0	<u><10</u> <0,4	<u>5-7</u> <1,0	<u>88-148</u> но	<u><0,5</u> <0,1	<u><10-11</u> но	65-86
Республика Мордовия г. Саранск Ю от 20 до 24 км	<u>23-32</u> <0,1-0,1	<u>8</u> но	<u>31-42</u> <1,0-1	<u>11-56</u> <0,4-3,1	<u>54-93</u> <1,0-54	<u>411-691</u> но	<u><0,5</u> <0,1-1	<u>36-46</u> но	60-368

На территории Верхнего Поволжья массовые доли валовых форм железа, магния и ртути изменялись соответственно в почвах Кировской области от 245 до 10506 мг/кг, от 96 до 3490 мг/кг, от 0,03 до 0,09 мг/кг; в почвах Дальнеконстантиновского района Нижегородской области от 5573 до 9853 мг/кг, от 1531 до 3872 мг/кг, от 0,02 до 0,04 мг/кг; в почвах Балахнинского района Нижегородской области от 6242 до 21660 мг/кг, от 220 до 3250 мг/кг, от < 0,02 до 0,03 мг/кг, в почвах окрестностей г. Саранск от 1495 до 7574 мг/кг, от 154 до 923 мг/кг, от

0,02 до 0,09 мг/кг. Массовые доли подвижных форм перечисленных металлов в почвах территории Верхнего Поволжья не были обнаружены.

Результаты наблюдений, проведенные с 1999 по 2017 год в районе п. Мариинск Свердловской области, показали, что в подзолистых почвах фоновые массовые доли подвижных форм хрома изменялись от 0,5 до 1,9 мг/кг, свинца – от 1,0 до 19 мг/кг, марганца – от 30 до 485 мг/кг, никеля – от 0,2 до 5,0 мг/кг, цинка – от 1,6 до 57 мг/кг, меди – от 0,5 до 25 мг/кг, кобальта – от < 0,01 до 2,5 мг/кг, кадмия – от < 0,01 до 1,12 мг/кг, содержание кислоторастворимых форм хрома – от 18 до 110 мг/кг.

На расстоянии 12 км в западном направлении и на расстоянии 79 км в юго-западном направлении от г. Екатеринбург содержание подвижных форм свинца в подзолистых почвах составило соответственно 9,6 и 2,1 мг/кг, хрома – 1,5 и 0,8 мг/кг, марганца – 120 и 76 мг/кг, никеля – 2,4 и 1,9 мг/кг, цинка – 8,2 и 2,5 мг/кг, меди – 10 и 0,2 мг/кг, кобальта – 2,0 и 0,7 мг/кг, кадмия – 1,0 и 0,3 мг/кг.

В Приморском крае фоновые значения содержания подвижных форм цинка и марганца в бурой лесной почве в 30 км на юго-восток от пгт. Кавалерово составляли соответственно 7,42 и 162,7 мг/кг, в 47 км на северо-запад от г. Арсеньев – 1,96 и 68,9 мг/кг. Массовые доли водорастворимых форм ТМ не были обнаружены, кроме марганца (0,86 мг/кг) в фоновой пробе почвы, отобранной в районе г. Арсеньев.

В большинстве регионов значения массовых долей ТПП в почвах варьируют в определенных пределах, зависящих от природной неоднородности почв, оставаясь в среднем за период наблюдений примерно на одном уровне. Отдельные высокие значения фоновых массовых долей химических веществ в почвах встречаются редко. За многолетний период наблюдений превышение предельно допустимых и ориентировочно допустимых концентраций химических веществ в почвах наблюдается в единичных случаях, которые не связаны с промышленным загрязнением.

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

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

Тяжелые металлы

В 2017 году фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства фоновых районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы, и составило для ртути 0,01–2,05 мкг/л, свинца 0,25–3,1 мкг/л, кадмия 0,02–0,7 мкг/л. На Азиатской территории России фоновые концентрации тяжелых металлов, как правило, ниже, чем на ЕТР (табл. 2.35).

Пестициды и ПАУ

В 2017 году концентрации суммы изомеров ДДТ в поверхностных водах большинства фоновых территорий (за исключением Воронежского БЗ), на которых проводятся регулярные измерения колебались внутри диапазона измерений прошлых лет и не превышали 300 нг/л. В поверхностных водах р. Усмань (Воронежский БЗ) на протяжении трех последних лет наблюдаются концентрации ДДТ, превышающие 3000 нг/л. Анализ возможных причин резкого возрастания концентраций, позволяет предположить, что возможно несанкционированное использование ДДТ в борьбе с вредителями садов, занимающих значительные площади вокруг территории Воронежского БЗ. Концентрации γ-ГХЦГ в большей части проб не превысили предела обнаружения.

Содержание бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах заповедников, как и в прошлые годы, составило от 0,45 до 1,43 нг/л (табл. 2.35).

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

Таблица 2.35. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети КФМ

Заповедник	Период наблюдений	Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л	
		Диапазон	2017 г	Диапазон	2017 г	Диапазон	2017 г
Кавказский БЗ	1982-2017	0,2-16,0	3,111	0,01-2,5	0,020	0,03-1,4	0,473
Приокско-Террасный БЗ	1987-2017	нпо-39,4	1,936	0,03-3,5	0,204	0,03-8,7	2,049
Баргузинский БЗ	1982-2008	0,2-7,4	1,7*	0,01-1,5	0,09*	0,01-9,7	1,03*
Астраханский БЗ	1988-2017	0,16-128,0	1,359	0,1-5,5	0,691	0,022-74	0,474
Воронежский БЗ	1990-2017	0,34-50	0,578	0,01-4,6	0,036	0,003-1,0	0,064
Яйлю	2002-2017	0,01-3,6	1,124	0,01-0,7	0,027	0,01-0,097	0,037
Смоленское поозерье	2009-2016	0,15-6,0	2,058	0,03-0,67	0,054	0,01-3,5	0,208
Байкальский БЗ	2011-2014	0,45-0,8*	0,61*	0,21-0,46*	0,294*	0,036-89*	17,88*
Волжско-Камский БЗ	2012-2015	0,18-0,33	0,255	0,036-0,21	0,123	0,005-0,008*	0,007
Центрально-лесной БЗ	1988-2011	0,2-66,6	0,8*	0,03-5,7	0,5*	0,03-0,5	0,2*

Заповедник	Период наблюдений	Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		γ-ГХГЦ, нг/л	
		Диапазон	2017 г	Диапазон	2017 г	Диапазон	2017 г
Кавказский БЗ	1982-2017	0,05-8,9	1,255	нпо-370	262,55	нпо-188,4	нпо
Приокско-Террасный БЗ	1987-2017	0,05-12,9	0,844	нпо-215,2	148,8	нпо-129,3	нпо
Баргузинский БЗ	1982-2008	0,05-16,3	1,0*	1,6-112,5	17,57*	нпо-86,6	38,74*
Астраханский БЗ	1988-2017	нпо-11,7	1,031	нпо-328	209,37	нпо-92	нпо
Воронежский БЗ	1990-2017	0,05-5,6	1,239	нпо-14830	3951	нпо-151,6	нпо
Яйлю	2002-2017	0,2-3,6	1,250	нпо-311,24	243,02	нпо-258,8	нпо
Смоленское поозерье	2009-2016	0,16-0,88	0,49	нпо-288	60,43	нпо-29,1	9
Байкальский БЗ	2011-2014	0,05-1,64	1,06	1,6-112,5	17,57*	нпо-86,6	38,74*
Волжско-Камский БЗ	2012-2015	нпо-0,5	0,45	0,8-151,7	150,30		нпо*
Центрально-лесной БЗ	1988-2011	0,05-22,0	1,3*			нпо-15	нпо*

нпо - ниже предела обнаружения

* - последнее измерение

2.6. Радиационная обстановка на территории России

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

Дополнительное радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды на некоторых территориях РФ произошло вследствие радиационных аварий: в 1986 году - на Чернобыльской АЭС, в 1957 году - на ПО «Маяк», расположенном в Челябинской области. В 1967 году из-за ветрового выноса радионуклидов с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда сливались жидкие радиоактивные отходы ПО «Маяк», образовался Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). Кроме того, источниками локального радиоактивного загрязнения окружающей среды являются некоторые предприятия ядерно-топливного цикла, такие как Сибирский химический комбинат в Томской области (СХК), Горно-химический комбинат (ГХК) в Красноярском крае и некоторые другие.

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

Наблюдения за радиоактивным загрязнением компонентов природной среды на территории России осуществляются радиометрической сетью Росгидромета. В 2017 году наблюдения за мощностью экспозиционной дозы гамма-излучения проводились на 1 275 пунктах и дополнительно измерения выполнялись на 30 постах в крупных городах. Величина экспозиционной дозы указывается в величинах амбиентного эквивалента мощности экспозиционной дозы гамма-излучения (МАЭД).

Наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями проводились на 356 пунктах, за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы - на 53 пунктах, за объемной активностью трития в атмосферных осадках - на 32 пунктах и в водах рек - на 15 пунктах, за объемной активностью ^{90}Sr в водах рек и озер - на 43 пунктах и в морях - на 10 станциях и в 10 пунктах - за содержанием гамма-излучающих радионуклидов в морском грунте.

Результаты мониторинга радиоактивного загрязнения компонентов природной среды техногенными радионуклидами в 2016-2017 годах на территории России за пределами отдельных территорий, загрязненных в результате аварийных ситуаций, приведены в таблице 2.36.

Анализ всей совокупности данных наблюдений показал, что в последние 10 лет радиационная обстановка на территории Российской Федерации была спокойной и в 2017 году по сравнению с 2016 годом существенно не изменилась.

В 2017 году увеличилась по сравнению с 2016 годом среднемесячная объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в воздухе, измеряемая в г. Обнинске Калужской обл., - $9,45 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ (в 2016 году - $8,22 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³).

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.

Таблица 2.36. Радиоактивность компонентов природной среды на территории России в 2016-2017 годах

Радионуклид, параметр	Единицы измерений	Диапазон среднемесячных значений (минимальное – максимальное)		Допустимые уровни
		2016 г.	2017 г.	
Воздух				ДОО _{НАС} , Бк/м ³
Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере				
ΣВ	10 ⁻⁵ Бк/м ³	12,37 – 19,92	12,84 – 22,15	-
¹³⁷ Cs	10 ⁻⁷ Бк/м ³	1,52 – 3,51	1,21 – 1,72	27
⁹⁰ Sr	10 ⁻⁷ Бк/м ³	1,07 – 1,30*	0,10 – 9,10	2,7
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu (Обнинск)	10 ⁻⁹ Бк/м ³	4,2 – 14,5	1,4 – 23,7	2,5·10 ⁻³
Радиоактивные атмосферные выпадения				
ΣВ	Бк/м ² ·сутки	0,15 – 8,02	0,10 – 6,68	-
¹³⁷ Cs	Бк/м ² ·квартал	0,025 – 0,048	0,018 – 0,027	-
³ H	Бк/м ² ·мес.	40 – 160	38 – 155	-
Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках				
³ H	Бк/л	1,20 – 2,17	0,80 – 2,82	-
Вода				УВ, Бк/л
Объемная активность радионуклидов в речной воде				
⁹⁰ Sr	мБк/л	1,95 – 8,39	1,4 – 13,4	4,9
³ H	Бк/л	1,1 – 2,2*	1,1 – 2,2	7 600
Объемная активность радионуклидов в морской воде				
⁹⁰ Sr	мБк/л	1,5 – 6,1**	1,6 – 3,9**	-

Примечания

ДОО_{НАС} - допустимая объемная активность радионуклида в воздухе для населения по НРБ-99/2009

УВ - уровень вмешательства для населения (допустимая объемная активность питьевой воды) по НРБ-99/2009

* - с учётом результатов дополнительно выполненных измерений в 2016 г.

** - без Таганрогского залива Азовского моря

2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха

Загрязнение атмосферы техногенными радионуклидами на территории РФ в настоящее время, в основном, обусловлено вторичным поступлением радионуклидов с загрязненных в предыдущие годы территорий и выбросами предприятий ядерного топливного цикла.

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

В 2017 году наблюдалось значительное увеличение среднегодовых значений объемной $\Sigma\text{В}$ в приземном слое атмосферы в пос. Новогорный (Челябинская обл.) до $93,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2016 году - $12,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), на юге ЕТР до $28,14 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2016 году - $7,31 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и на юге Восточной Сибири - до $37,10 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2016 году - $28,66 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Однако в среднем по России увеличение было незначительным - до $16,71 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2016 г. - $15,03 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). Наиболее значительное снижение произошло в центре ЕТР - до $14,56 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в 2016 году - $21,11 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³). В Заполярье и загрязненной зоне (Брянск, Курск) изменение было незначительным (рис. 2.38).

По данным наблюдений за радиоактивным загрязнением атмосферы в 2017 году на территории России было зафиксировано 60 случаев кратковременного превышения над фоновыми уровнями объемной $\Sigma\text{В}$ радионуклидов в аэрозолях (в 2016 году - 72 случая). Большинство их было зафиксировано в пунктах наблюдения южного Урала и южной части ЕТР в сентябре и октябре по пути распространения рутения-106.

В сентябре 2017 года наблюдались высокие значения объемной $\Sigma\text{В}$ в пунктах Аргаяш ($7612,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, при среднемесячном $1276,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Новогорный ($5231,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, при среднемесячном $885,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³), Волгоград ($2146,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, при среднемесячном $362,0 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³) и Цимлянск ($1478,3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, при среднемесячном $251,9 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³).

Кратковременное превышение над фоновыми значениями объемной $\Sigma\text{В}$ в 2017 году наблюдалось: г. Сыктывкар (Республика Коми) - 17 случаев, г. Вологда - 11 случаев, с. Сухобузимское (Красноярский край) - 8 случаев, г. Ухта (Республика Коми), пос. Большая Мурта (Красноярский край), г. Нарьян-Мар (Ненецкий АО) - по 4 случая, г. Северодвинск (Архангельская обл.) - 3 случая, г. Кызыл (Республика Тыва) - 2 случая, с. Туруханск (Красноярский край), г. Красноярск (опытное поле), г. Хабаровск и г. Цимлянск (Ростовская обл.) - по одному случаю.

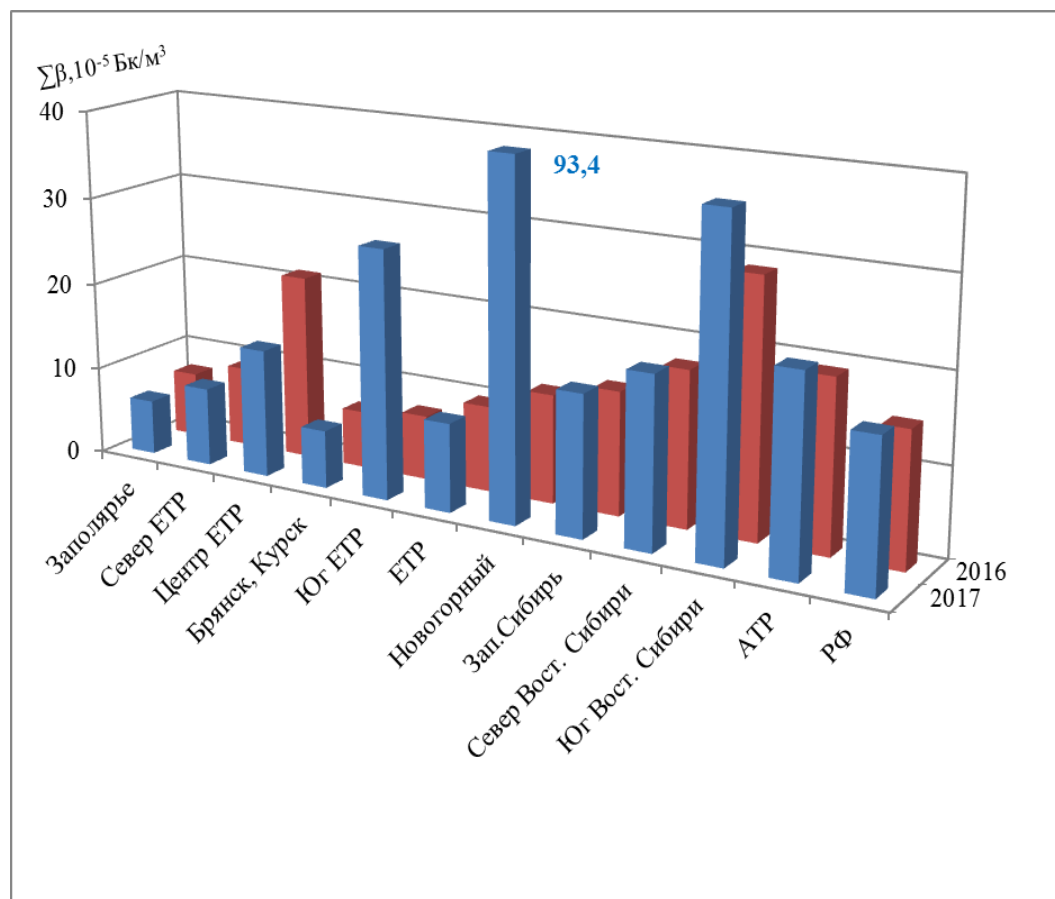


Рис. 2.38. Средние значения объемной ΣB в приземном слое атмосферы на территории РФ в 2016–2017 годах, 10^{-5} Бк/м³

Повышенные среднемесячные величины объемной ΣB в 2017 году были зафиксированы также в пунктах наблюдения в городах Благовещенске (Амурская обл.) – $209,1 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в декабре), Якутске – $81,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в феврале), Хабаровске – $80,8 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в декабре), Томске – $77,7 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³ (в январе).

В 2017 году на территории России было зафиксировано 37 случаев высоких значений ΣB атмосферных выпадений (в 2016 г. – 2 случая). Повышенные среднемесячные величины ΣB атмосферных выпадений наблюдались в пунктах: г. Сыктывкар, г. Онега (Архангельская обл.) – по 4 случая, пос. Новогорный, г. Вологда, с. Усть-Цильма (Республика Коми) – по 3 случая, пгт. Курагино (Красноярский край), г. Бугульма (Республика Татарстан), с. Аргаяш (Челябинская обл.) – по 2 случая и еще в 18 пунктах по одному случаю.

Среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная активность ^{137}Cs в воздухе в 2017 году по сравнению с 2016 годом ($2,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) уменьшилась в 1,5 раза – до $1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Максимальная среднемесячная активность ^{137}Cs в воздухе вне загрязненных зон наблюдалась в октябре в г. Мурманск – $46 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Повышенные относительно фоновых значения наблюдались в г. Курчатове (Курская обл.) – $29 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в июне, пос. Зашеек (Мурманская обл.) – $24 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в октябре, г. Нововоронеж – $16,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ в мае.

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 (ДОН_{НАС.}) по НРБ-99/2009.

Объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в приземном слое атмосферы, ежемесячно определяемая в г. Обнинске, в 2017 году изменялась от $1,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в январе до $23,7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ и $22,8 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ в апреле и ноябре соответственно. Средняя объемная активность этих изотопов в воздухе г. Обнинска составила $9,4 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³, что на шесть порядков ниже допустимой объемной активности во вдыхаемом воздухе для населения по НРБ-99/2009 ($2,5 \cdot 10^{-3}$ Бк/м³).

Средневзвешенная по РФ плотность выпадения ^{137}Cs из атмосферы на подстилающую поверхность в 2017 году составила $0,08$ Бк/м²·год (в 2016 году – $0,14$ Бк/м²).

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

Среднемесячное содержание трития (^3H) в атмосферных осадках и месячные выпадения его из атмосферы с осадками в 2017 году в разных пунктах наблюдения изменялись в диапазоне ($0,24 - 5,0$) Бк/л и ($1,7 - 489,0$) Бк/м²·месяц соответственно. Среднее содержание трития в осадках по РФ в 2017 году практически не изменилось относительно 2016 года ($1,7$ Бк/л) и составило $1,8$ Бк/л. Выпадение трития с осадками в 2017 году сохранилось на уровне 2016 года ($0,87$ кБк/м²).

На загрязненных в результате Чернобыльской аварии территориях Европейской части России (Брянск, Курск) вследствие вторичного ветрового подъема до сих пор наблюдается повышенное содержание радионуклидов в воздухе. Основным дозообразующим радионуклидом на загрязненных территориях является ^{137}Cs . В 2017 году его объемная активность в воздухе составила $5,45 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. (в 2016 году – $5,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

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 ($27 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) наблюдалась в январе 2017 года, а среднемесячная за 2017 год составила $16,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в 2016 году - $29,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), что на шесть-семь порядков ниже ДОО_{НАС} по НРБ-99/2009.

Выпадения ^{137}Cs в загрязненной зоне уменьшаются, однако до сих пор превышают фоновые уровни, характерные для незагрязненных зон. В 2017 году выпадения ^{137}Cs в загрязненной после аварии на ЧАЭС зоне, усредненные по 10 пунктам составили 0,69 Бк/м²·год (в 2016 году - 1,18 Бк/м²·год).

В отдельных населенных пунктах загрязненных территорий выпадения ^{137}Cs были выше. Максимальные выпадения ^{137}Cs в 2017 году наблюдались в п. Красная Гора Брянской области - 5,2 Бк/м²·год (в 2016 году - 6,9 Бк/м²·год). В п. Новогорный (ПО «Маяк») годовые выпадения ^{137}Cs в 2017 году увеличились - 16,3 Бк/м²·год (в 2016 году - 13,1 Бк/м²·год), однако эти уровни были ниже уровней вмешательства для населения.

2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод

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

В 2017 г. по сравнению с 2016 г. в воде рек России средняя объемная активность ^{90}Sr незначительно выросла и составила 5,3 мБк/л (2016 г. - 4,8 мБк/л), что на три порядка ниже уровня вмешательства для населения (4,9 Бк/л). В 2017 году в осреднение по РФ не включались результаты измерений ^{90}Sr в воде рек Колва (п. Чердын), Вишера (п. Рябинино), Кама (п. Тюлькино) Пермского края, расположенных в районе взрыва трех ядерных зарядов (мощностью 15 кТ каждый), проведенного в мирных целях по проекту «Канал» в марте 1971 года на глубине 128 м. Повышенная активность ^{90}Sr в воде р. Невы (п. Новосаратовка Ленинградской обл.), которая в 2014-2016 годах в теплый период года составила 9,6 мБк/л, 8,8 мБк/л и 8,7 мБк/л соответственно, в 2017 году составила 4,4 мБк/л и не превышает среднее значение для рек РФ (5,3 мБк/л).

Объемная активность трития в водах рек в 2017 году, осредненная по всем пунктам наблюдения на реках, составила, как и в 2016 году, в среднем 1,7 Бк/л. Средняя удельная активность ^3H в обследованных реках РФ в 2017 году колебалась в пределах 1,1 - 2,2 Бк/л. Меньшее из этих значений было зафиксировано в Волге (с. Брейтово Ярославской обл.), а большее - в двух пунктах на Амуре (города Благовещенск и Хабаровск).

Среднегодовое значение объемной активности трития в атмосферных осадках в 2017 году составило 1,75 Бк/л (в 2016 году - 1,74 Бк/л).

На АТР наиболее загрязненной остается р. Теча. Хотя прямые сбросы с ПО «Маяк» в реку не производятся, радионуклиды поступают с подземными водами от водоемов-хранилищ радиоактивных отходов и из ранее загрязненных Аксановских болот. Поэтому загрязнение реки радионуклидами, в основном ^{90}Sr , до сих пор сохраняется достаточно высоким. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслюмово Челябинской обл.) в 2017 году по сравнению с 2016 годом (4,40 Бк/л) не изменилась и составила 4,35 Бк/л. Следует отметить, что у п. Першинское Курганской обл. в р. Теча среднегодовая объемная активность ^{90}Sr по сравнению с 2016 годом (5,81 Бк/л) уменьшилась в 1,3 раза и составила 4,51 Бк/л. Приведенные значения уровня загрязнения ^{90}Sr реки Теча находятся ниже уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009.

В воде р. Исети (пункты Мехонское, Шадринск, Красноисетское Курганской обл.), после впадения в нее рек Течи и Миасса, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в 2017 году составляла 0,31 Бк/л, 0,51 Бк/л и 1,15 Бк/л, что в 4,3-16 раз ниже УВ (4,9 Бк/л).

Уровни загрязнения морской воды ^{90}Sr практически мало изменяются от года к году. Среднегодовые объемные активности этого радионуклида в 2017 году в поверхностных водах Белого, Баренцева, Каспийского, Охотского и Японского морей, а также в водах Тихого океана у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) колебались в пределах от 1,60 мБк/л в Японском море и 1,78 мБк/л в Авачинской губе до 2,49 мБк/л в Белом море. Объемная активность ^{90}Sr в Каспийском море заметно снизилась и составила в среднем 3,88 мБк/л (в 2016 году 6,14 мБк/л).

Максимальное содержание ^{90}Sr в 2017 году, также как и в 2016 году, было зафиксировано в Азовском море (Таганрогский залив) - 5,6 мБк/л, что в 2,2 раза меньше, чем в 2016 году (12,2 мБк/л).

2.6.3. Радиационная обстановка на территории федеральных округов

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

Повышенные значения МАЭД были зафиксированы на территории СФО. Наибольшие среднесуточные значения МАЭД наблюдались в Иркутске и Чите (0,13 - 0,24 мкЗв/ч), повышенные значения наблюдались в ЦФО - в диапазоне 0,10 - 0,18 мкЗв/ч. и в ЮФО - в диапазоне 0,13 - 0,18 мкЗв/ч. На загрязненных территориях ЦФО значения МАЭД не превышают фоновых уровней.

Даже в районах расположения радиоактивных объектов (РОО) среднегодовое значение МАЭД в 2017 году не выходило за пределы колебания фонового уровня, например, в 100-км зоне Ленинградской АЭС изменялось от 0,11 до 0,16 мкЗв/ч, Кольской АЭС - от 0,12 до 0,19 мкЗв/ч. На территории субъектов федерации СЗФО средние величины МАЭД изменялись от 0,10 до 0,17 мкЗв/ч, а в целом по СЗФО среднегодовое значение МАЭД составило 0,12 мкЗв/ч.

В 2017 году на ЕТР наиболее высокое значение среднегодовой объемной активности ^{137}Cs в приземном слое атмосферы наблюдалось в Мурманске - $5,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Наименьшее среднегодовое значение объемной активности ^{137}Cs отмечалось в Казани - $0,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Таблица 2.37. Радиационная обстановка на территории федеральных округов РФ в 2017 году

Федеральный округ	МАЭД, мкЗв/ч	Объемная активность в воздухе		Выпадения из атмосферы	
		^{137}Cs , 10^{-7} Бк/м ³	^{90}Sr , 10^{-7} Бк/м ³	^{137}Cs , Бк/м ² ·год	^3H , Бк/м ² ·год
Дальневосточный	0,11 (0,01-0,17)*	6,4 (0,4-14,5)	2,5 (0,6-8,9)	< 0,02	710,8 (364,8-1436,6)
Приволжский	0,11 (0,08-0,18)	1,6 (0,2-3,3)	0,8 (0,15-2,85)	0,47 (0,10-2,4)	1167,3 (958,0-1715,6)
Северо-Западный	0,12 (0,1-0,17)	2,9 (0,5-5,4)	0,7 (0,1-1,7)	0,18 (0,04-0,23)	831,0 (619,7-1078,5)
Сибирский	0,12 (0,04-0,24)	1,5 (0,7-3,4)	1,9 (0,3-5,9)	0,06	995,0 (655,7-1240,9)
Уральский	0,11 (0,10-0,12)	6,3 (2,4-13,0)	2,2 (0,7-5,3)	2,4	917,0
Центральный	0,12 (0,10-0,18)	2,2 (1,4-3,7)	0,7 (0,3-1,1)	0,40 (0,16-0,70)	977,0 (734,0-1220,0)
Южный	0,14 (0,13-0,18)	2,8 (1,6-3,7)	0,9 (0,6-1,5)	0,15	484,1 (303,3-665,0)

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

После зарегистрированного в 2013 году роста среднегодового значения объемной активности ^{137}Cs в СЗФО до $5,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, обусловленного радиационным инцидентом в г. Электросталь Московской обл., в 2016-2017 годах ее значение снизилось до характерных для округа значений - $3,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $2,9 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно. В ряде пунктов СЗФО наблюдается значительное снижение объемной активности ^{137}Cs (рис. 2.39). На порядок уменьшилась активность в Сыктывкаре (с $5,0 \cdot 10^{-7}$ до $0,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), в 2-2,5 раза в Мурманске (с $10,7 \cdot 10^{-7}$ до $5,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), Ухте (с $5,7 \cdot 10^{-7}$ до $2,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и Северодвинске (с $5,8 \cdot 10^{-7}$ до $2,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Значительное увеличение активности произошло в Вологде (с $1,2 \cdot 10^{-7}$ до $4,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³), Зашееке (с $1,4 \cdot 10^{-7}$ до $2,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³) и Петрозаводске (с $3,2 \cdot 10^{-7}$ до $5,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³).

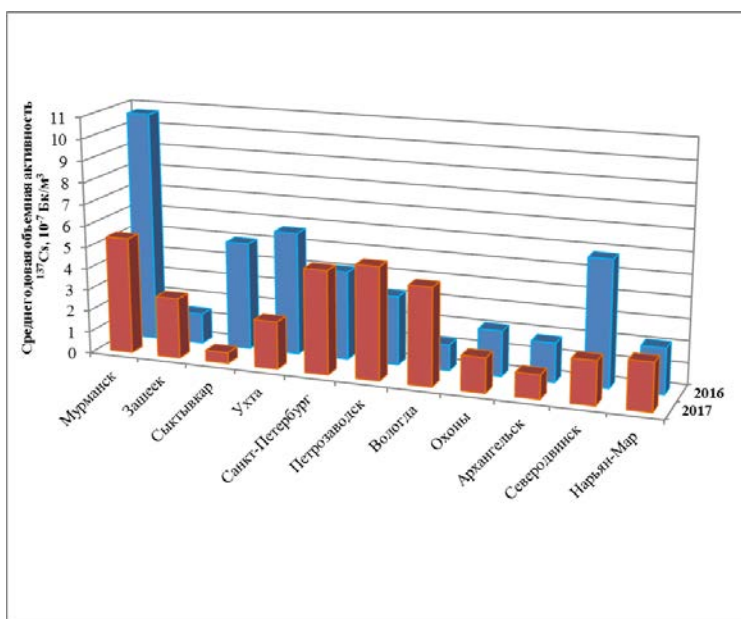


Рис. 2.39. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в населенных пунктах СЗФО в 2016-2017 годах, 10^{-7} Бк/м³

Среднегодовое значение объемной активности ^{137}Cs в ПФО составило $1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в 2016 году - $2,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). За исключением 2011 года (авария на АЭС "Фукусима-1"), значения среднегодовых объемных активностей ^{137}Cs по ПФО за предшествующие 10 лет находились в пределах $(2,5-5,0) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

Для АТР характерна большая неравномерность распределения среднегодовой объемной активности ^{137}Cs по населенным пунктам. При этом следует учесть, что многие из пунктов СФО - Б. Мурта, Сухобузимское, Уяр (Красноярский край), Огурцово (г. Новосибирск), Колпашево (Томская обл.) - находятся вблизи РОО (рис. 2.40). Тем не менее, среднее по округу значение объемной активности ^{137}Cs составило $1,5 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (в 2016 году - $1,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³). Средневзвешенное значение по РФ в 2017 году составило $1,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что ниже значения 2016 года - $1,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³.

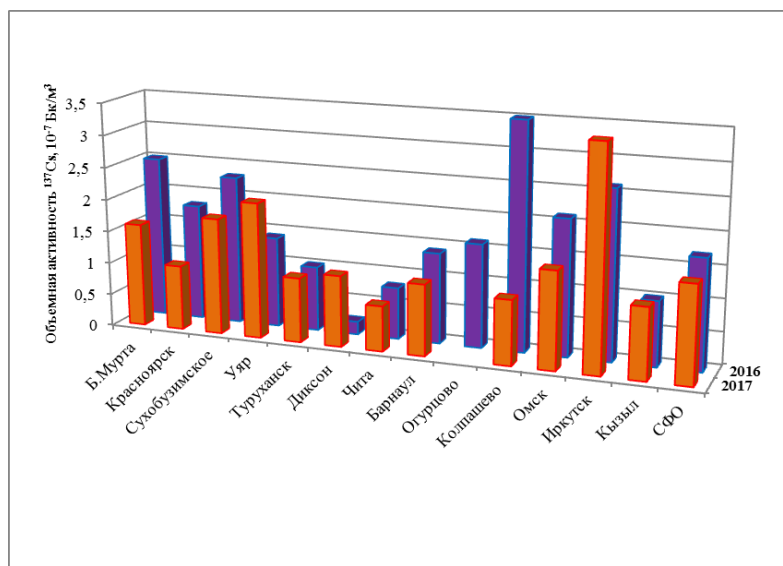


Рис. 2.40. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в населенных пунктах СФО в 2016-2017 годах, 10^{-7} Бк/м^3

Среднегодовые значения объемной активности ^{137}Cs по субъектам федерации в 2017 году находились в пределах $(1,4 - 12,0) \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$.

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

Средняя объемная активность ^{90}Sr в приземной атмосфере в 2017 году увеличилась и составила $1,23 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$ (в 2016 году - $1,19 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$), а по федеральным округам колеблется в пределах $(0,7 - 2,5) \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$.

Наименьшие значения (без учета районов расположения радиохимических предприятий) были зафиксированы в ЦФО и СЗФО, наибольшие - в ДВФО и УФО (табл. 2.37). Необходимо отметить, что в отдельных населенных пунктах округа среднегодовые значения объемной активности ^{90}Sr могут существенно отличаться от среднего значения по округу (рис. 2.41).

В некоторых городах ДВФО в 2017 году объемная активность ^{90}Sr увеличилась по сравнению с 2016 годом (рис. 2.41). Особенно заметное увеличение произошло в Благовещенске (с $7,1 \cdot 10^{-7}$ до $8,9 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$) и Владивостоке (с $2,20 \cdot 10^{-7}$ до $2,65 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$). Средняя объемная активность ^{90}Sr по ДВФО составила в 2017 году $2,5 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$ (в 2016 году - $2,1 \cdot 10^{-7} \text{ Бк/м}^3$).

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

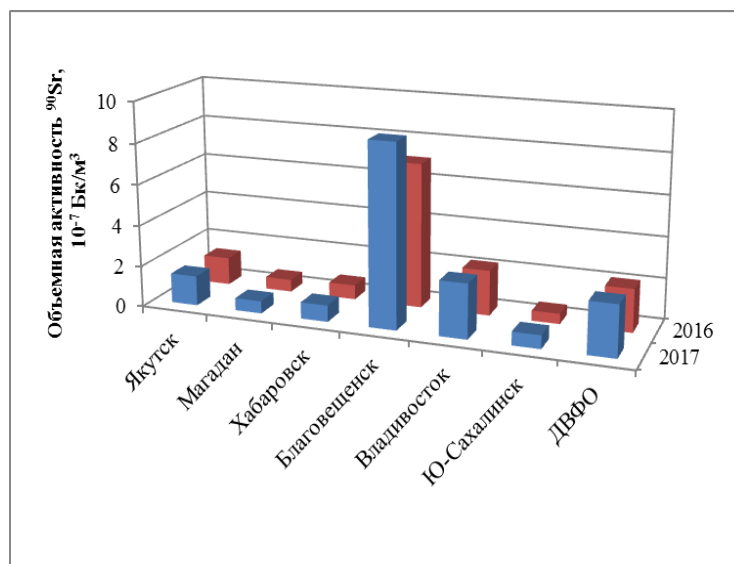


Рис. 2.41. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в населенных пунктах ДВФО в 2016-2017 годах, 10^{-7} Бк/м^3

Атмосферные выпадения ^{90}Sr на подстилающую поверхность на территории большинства федеральных округов в 2017 году были, как и в предыдущие годы, ниже предела обнаружения ($<0,2 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$). Диапазон средних величин плотности атмосферных выпадений ^{137}Cs по федеральным округам в 2017 году достаточно большой (табл. 2.37). Наименьшая плотность выпадений ^{137}Cs отмечалась в СФО - $0,06 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$, наибольшая в УФО - $2,4 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$. В других округах она не превышала $0,47 \text{ Бк/м}^2 \cdot \text{год}$.

Высокие годовые выпадения ^{137}Cs регистрировались, как и ранее, на загрязненных территориях ЦФО: п. Красная Гора Брянской обл. – 5,2 Бк/м²-год (в 2016 году – 6,9 Бк/м²), г. Плавск Тульской обл. – 2,0 Бк/м² (в 2016 году – 2,6 Бк/м²). Самые высокие годовые выпадения ^{137}Cs наблюдались в районе расположения ПО «Маяк» в п. Новогорном 16,3 Бк/м²-год.

На рис. 2.42 приведены среднегодовые объемные активности трития в атмосферных осадках на территории федеральных округов в 2016-2017 годах, кроме Северо-Кавказского федерального округа, где данные наблюдения не проводятся.

Наименьшие значения объемной активности трития в атмосферных осадках в 2017 году, составившие 1,23 Бк/л, отмечались в СЗФО (в 2016 году было 0,98 Бк/л соответственно), наибольшее – в СФО, составившее 2,2 Бк/л (в 2016 г. – 1,6 Бк/л). Диапазон значений по отдельным пунктам наблюдения незначительно расширяется – от 0,8 Бк/л в Петропавловске-Камчатском до 2,8 Бк/л в Сквородино и 2,6 Бк/л в Якутске. Среднегодовая активность трития в осадках для всей территории РФ в 2017 году составила 1,8 Бк/л (в 2016 году – 1,3 Бк/л).

Содержание трития в речных водах хорошо согласуется с его содержанием в атмосферных осадках соответствующего региона и в среднем по территории РФ по 11 рекам (15 пунктов наблюдения) в 2017 году составило 1,7 Бк/л (в 2016 г. – 1,04 Бк/л).

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

В ПФО проводятся наблюдения за содержанием ^{90}Sr в воде рек Вишера, Кама и Колва. В последние годы объемная активность ^{90}Sr в водах трех последних рек постоянно уменьшалась и в 2014 году приблизилась к средним по ЕТР значениям. В 2016 году содержание ^{90}Sr в воде этих рек существенно увеличилось, а в 2017 году вновь наметилось снижение – в Каме (п. Тюлькино) составило 12,5 мБк/л (в 2016 году – 14,0 мБк/л), в Колве (п. Чердын) и Вишере (п. Рябино) по 6,3 мБк/л (в 2016 году – 9,0 и 8,5 мБк/л соответственно).

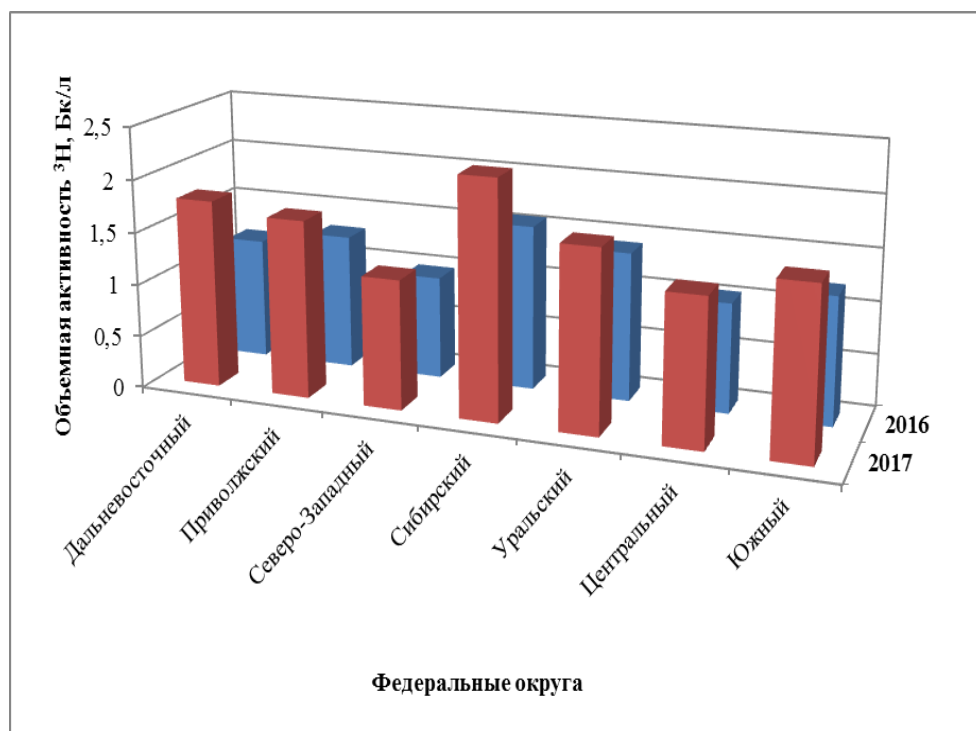


Рис. 2.42. Среднегодовая объемная активность ^3H в атмосферных осадках на территории федеральных округов РФ в 2016-2017 годах, Бк/л

В поверхностных водах СЗФО в 2017 году среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Нева (Новосаратовка) вновь уменьшилась и составила 4,4 мБк/л (в 2016 году – 6,2 мБк/л). В воде Онежского озера (Петрозаводская губа) объемная активность ^{90}Sr составила 3,3 мБк/л (в 2016 году – 3,4 мБк/л), а в оз. Имандра – 1,7 мБк/л (в 2016 году – 2,6 мБк/л).

В ЮФО объемная активность ^{90}Sr в воде рек Кубань, Волга и Дон составляла 3,5 мБк/л, 7,4 мБк/л и 4,3 мБк/л соответственно (в 2016 году – 2,0 мБк/л, 6,8 мБк/л и 5,2 мБк/л).

В УФО в 2017 году содержание ^{90}Sr в водах рек Обь (г. Салехард) и Пур (г. Уренгой) за пределами загрязненных территорий было выше среднего значения для рек АТР (6,9 мБк/л против 5,3 мБк/л в 2016 году) и составило 9,5 мБк/л и 8,0 мБк/л соответственно (в 2016 году – 5,5 мБк/л и 5,3 мБк/л).

Объемная активность ^{90}Sr в водах рек СФО изменялась от 11,0 мБк/л в р. Ангаре (Иркутск) (в 2016 году – 5,1 мБк/л) до 4,2 мБк/л в р. Селенга (в 2016 году – 3,9 мБк/л) при среднем значении по округу 8,6 мБк/л (в 2016 году – 4,5 мБк/л), что несколько ниже среднего значения по рекам РФ (5,2 мБк/л).

В 2017 году средняя объемная активность ^{90}Sr в водах рек и озер ДВФО составила, как и в 2016 году – 4,7 мБк/л. Повышенное содержание ^{90}Sr было зарегистрировано в р. Оленек (Якутия) – 9,2 мБк/л (в 2016 году – 8,4 мБк/л).

Содержание ^{90}Sr в оз. Ханка Приморского края, загрязненном во время проведения ядерных взрывов в Китае, в 2017 году составило 7,2 мБк/л (в 2016 году – 7,3 мБк/л; в 2015 году – 11,8 мБк/л).

3. Загрязнение окружающей среды регионов России

3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов

3.1.1. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в России проводились в 244 городах на 672 станциях, из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 221 городе на 613 станциях.

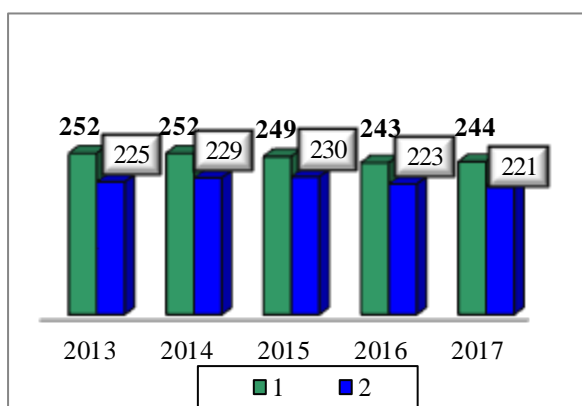


Рис. 3.1. Количество городов с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

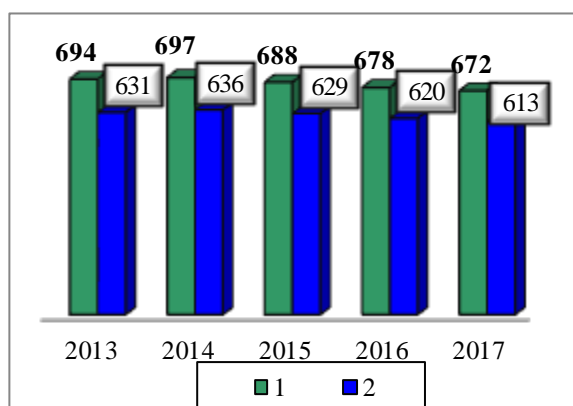


Рис. 3.2. Количество станций в городах с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)

Для определения уровня загрязнения атмосферы используются следующие характеристики:

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

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

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

Средние концентрации сравниваются с ПДК среднесуточными (ПДКс.с.) и годовыми (ПДКгод), максимальные из разовых концентраций — с ПДК максимальными разовыми (ПДКм.р.).

Используются показатели качества воздуха:

ИЗА — комплексный индекс загрязнения атмосферы, учитывающий несколько примесей. Величина ИЗА рассчитывается по значениям среднегодовых концентраций. Показатель характеризует уровень хронического, длительного загрязнения воздуха.

СИ — стандартный индекс — наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДКм.р. Определяется из данных наблюдений на станции за одной примесью, или на всех станциях рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год. В тексте приведено количество городов, в которых СИ > 5 или СИ > 10.

НП — наибольшая повторяемость, %, превышения ПДКм.р. одной из примесей по данным наблюдений на всех станциях города за год.

В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения атмосферного воздуха считается повышенным при ИЗА от 5 до 6, СИ < 5, НП < 20%, высоким при ИЗА от 7 до 13, СИ от 5 до 10, НП от 20 до 50% и очень высоким при ИЗА равном или больше 14, СИ > 10, НП > 50%.

3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха

По данным регулярных наблюдений за период 2013–2017 гг. средние за год концентрации формальдегида не изменились, диоксида серы, бенз(а)пирена, диоксида азота, оксида азота, и оксида углерода снизились на 7–17%, взвешенных веществ увеличились на 6% (табл. 3.1, рис. 3.9–3.14).

Таблица 3.1. Тенденция изменений средних за год концентраций примесей в городах РФ за период 2013–2017 гг.

Примесь	Количество городов	Тенденция изменений средних за год концентраций, %
Взвешенные вещества	214	+6
Диоксид азота	226	–17
Оксид азота	128	–12
Диоксид серы	228	–7
Оксид углерода	118	–15
Бенз(а)пирен	171	–10
Формальдегид	156	0

За пять лет количество городов, где средние за год концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, снизилось на 65 (рис. 3.3), что обусловлено повышением в 2014 году по сравнению с прежним значением ПДКс.с. формальдегида более чем в 3 раза. Если учитывать прежние ПДК формальдегида, то количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, в 2017 году составило бы 189 вместо 139, т.е. уменьшилось только на 15 городов за последние пять лет (рис. 3.3).

Количество городов, в которых максимальные концентрации превышают 10 ПДК, за пять лет и по сравнению с 2016 годом не изменилось (рис. 3.3).

Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю ИЗА) как высокий и очень высокий, за пять лет снизилось на 79 городов (рис. 3.4). Резкое уменьшение количества городов не связано с улучшением состояния загрязнения атмосферного воздуха в этих городах, а явилось результатом изменения ПДКс.с. формальдегида, что приводит к занижению оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом и, соответственно, комплексного ИЗА. При использовании для оценки прежней ПДК количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю ИЗА) как высокий и очень высокий, составило бы 98 городов. Количество городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения воздуха в 2017 году по сравнению с 2016 годом не изменилось.

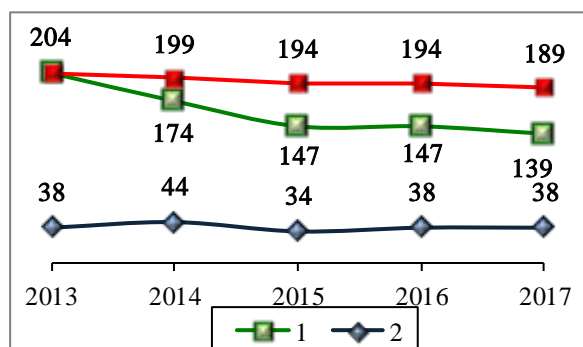


Рис. 3.3. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации одного или нескольких веществ превышали 1 ПДК (1), с учетом прежней и новой ПДК формальдегида, отмечались значения СИ больше 10 (2)

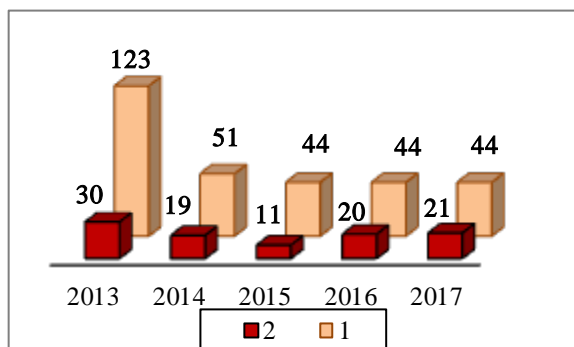


Рис. 3.4. Количество городов, в которых уровень загрязнения высокий и очень высокий (ИЗА > 7) (1), в том числе городов в Приоритетном списке (2)

В список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в России в 2017 году (Приоритетный список) включен 21 город (рис. 3.4, табл. 3.4). С учетом прежней ПДКс.с. формальдегида в Приоритетный список в 2017 году были бы включены 33 города. За пять лет количество городов в Приоритетном списке уменьшилось на 9, а с учетом прежней ПДКс.с. формальдегида — увеличилось бы на 3 города.

Тенденция изменений загрязнения атмосферного воздуха отдельными веществами

Количество городов, где средние за год концентрации *взвешенных веществ* превышали 1 ПДК, за 5 лет увеличилось на 1 город, диоксида азота — уменьшилось на 40 городов, бенз(а)пирена — уменьшилось на 89 городов (рис. 3.5–3.7).

Количество городов, где максимальные разовые концентрации взвешенных веществ превышали 10 ПДК, за пять лет снизилось на 2 города, бенз(а)пирена — увеличилось на 8 городов, в основном, за счет городов Азиатской части России (рис. 3.5, 3.7). Максимальные разовые концентрации диоксида азота, превышающие 10 ПДК, в течение последних трех лет не регистрируются (рис. 3.6).

Количество городов, где среднегодовые концентрации формальдегида превышают 1 ПДК, за пять лет снизилось со 138 до 46, что обусловлено изменением ПДКс.с. (рис. 3.8). Если учитывать прежние ПДКс.с., то количество

городов, где среднегодовые концентрации формальдегида превышают 1 ПДК, в 2017 году составило бы 145, то есть увеличилось за пять лет на 7 городов, а если учитывать новую ПДК — снизилось на 2 города (рис. 3.8).

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

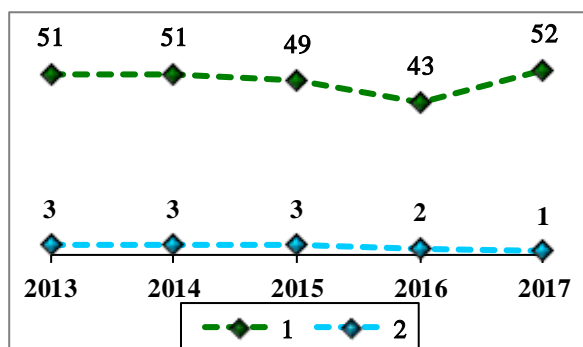


Рис. 3.5. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации взвешенных веществ превышали 1 ПДК (1), СИ взвешенных веществ больше 10 (2)

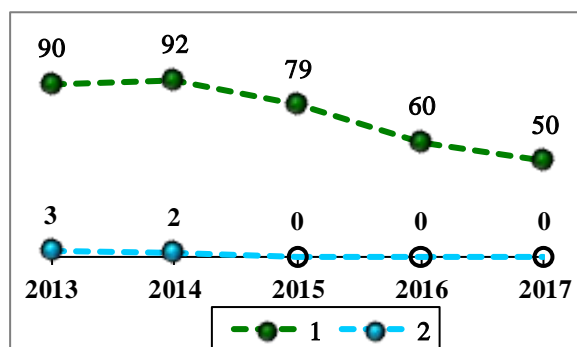


Рис. 3.6. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации диоксида азота превышали 1 ПДК (1), СИ диоксида азота больше 10 (2)

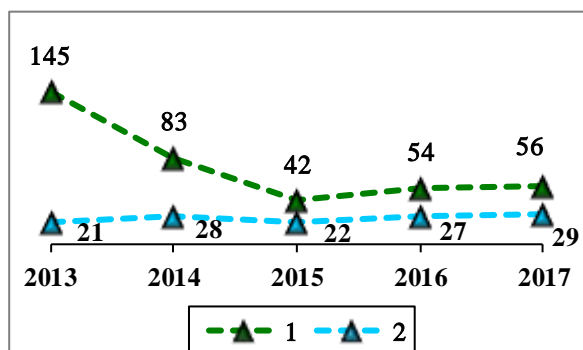


Рис. 3.7. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации бенз(а)пирена превышали 1 ПДК (1), СИ бенз(а)пирена больше 10 (2)

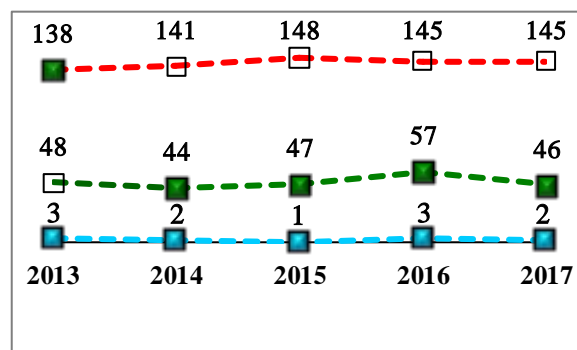


Рис. 3.8. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации формальдегида превышали 1 ПДК, с учетом прежней (верхний ряд значений) и новой ПДК (средний ряд), СИ формальдегида больше 10 (нижний ряд)

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

За период 2013-2017 гг. среднегодовые концентрации взвешенных веществ увеличились на 6%, выбросы от стационарных источников твердых веществ снизились на 15% (рис. 3.9).

Среднегодовые концентрации диоксида серы за последние пять лет снизились на 7%, суммарные выбросы от стационарных и передвижных источников снизились — на 12% (рис. 3.10).

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

Средние концентрации диоксида азота снизились на 17%, оксида азота — на 12%. Суммарные выбросы от стационарных и передвижных источников существенно не изменились (рис. 3.12).

Средние концентрации бенз(а)пирена снизились на 10%. Выбросы от стационарных источников снизились на 6% (рис. 3.13).

Среднегодовые концентрации формальдегида за пятилетний период изменились незначительно. Однако при сохранении уровня загрязнения формальдегидом в целом в городах России, все значения среднегодовых концентраций оказались ниже вновь установленного ПДКс.с, при этом количество выбросов формальдегида от стационарных источников за последние 5 лет увеличилось почти на 50% (рис. 3.14).

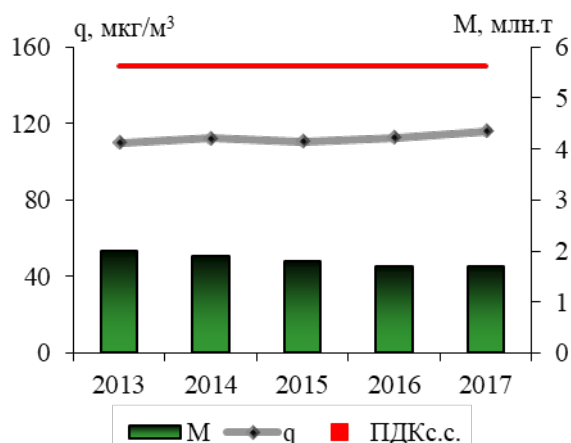


Рис. 3.9. Среднегодовые концентрации (q , мкг/м³) взвешенных веществ и выбросы от стационарных источников (M , млн. т) твердых веществ

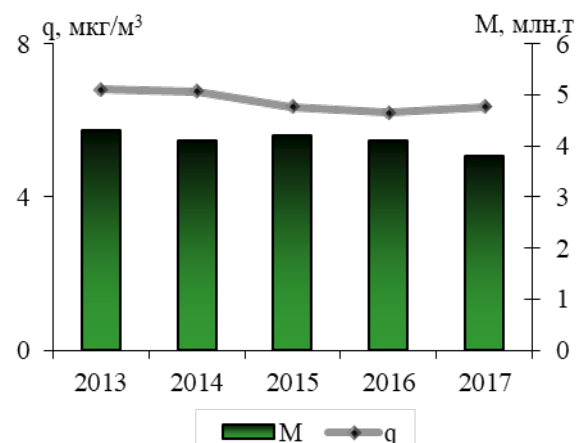


Рис. 3.10. Среднегодовые концентрации (q , мкг/м³) и суммарные выбросы (M , млн. т) диоксида серы

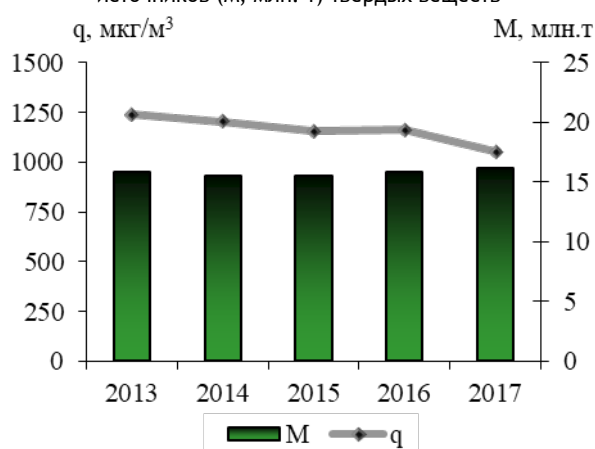


Рис. 3.11. Среднегодовые концентрации (q , мкг/м³) и суммарные выбросы (M , млн. т) оксида углерода

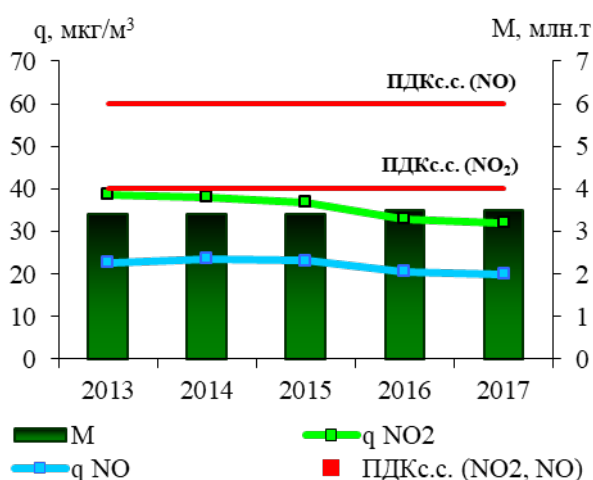


Рис. 3.12. Среднегодовые концентрации диоксида азота (q_{NO_2} , мкг/м³) и оксида азота (q_{NO} , мкг/м³) и суммарные выбросы (M , млн. т) NO_x (в пересчете на NO_2)

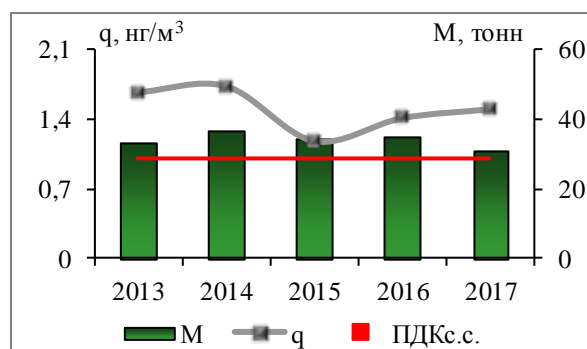


Рис. 3.13. Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена (q , нг/м³) и выбросы от стационарных источников (M , тонн)

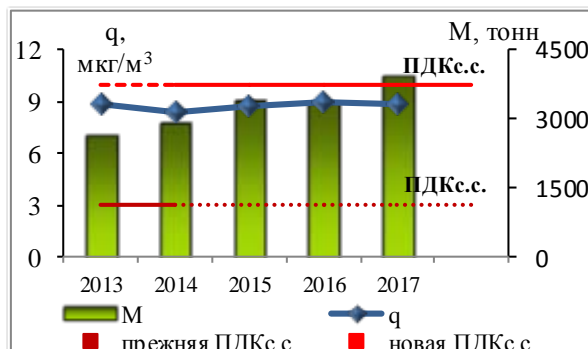


Рис. 3.14. Среднегодовые концентрации формальдегида (q , мкг/м³), величины санитарно-гигиенического норматива, ПДКс.с., мг/м³, выбросы от стационарных источников (M , тонн)

3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах

Средние за год (q_{cp}) и средние из максимальных концентрации (q_m) основных загрязняющих веществ, а также бенз(а)пирена и формальдегида, полученные по данным регулярных наблюдений в 2017 году в городах России, представлены в табл. 3.2.

Таблица 3.2. Средние концентрации примесей в атмосферном воздухе городов России по данным регулярных наблюдений в 2017 году

Примесь	Число городов	Средние концентрации (мкг/м³)	
		q _{ср}	q _м
Взвешенные вещества	220	116	869
Диоксид азота	237	32	238
Оксид азота	164	18	207
Диоксид серы	234	7	166
Оксид углерода	224	991	6791
Бенз(а)пирен (нг/м³)	180	1,5	6,3
Формальдегид	160	9	88

В 44 городах (21% городов) уровень загрязнения воздуха оценивается как очень высокий и высокий (рис. 3.15), в 58% городов — как низкий.

В городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферного воздуха проживает 13,5 млн. человек, что составляет 12% городского населения России (рис. 3.16, табл. 3.5).

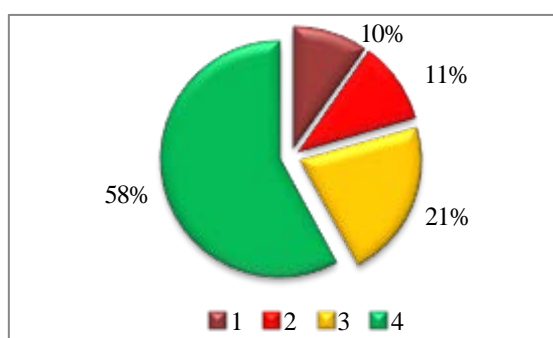


Рис. 3.15. Количество городов (%), где ИЗА ≥ 14 (1), 7-13 (2), 5-6 (3), ≤ 5 (4)

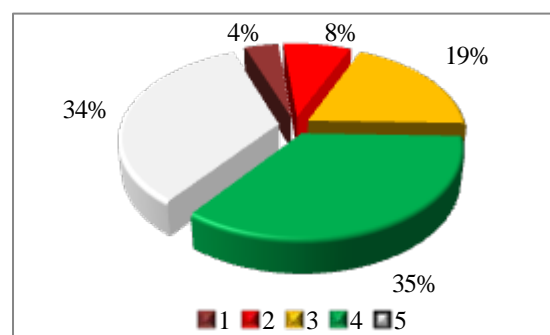


Рис. 3.16. Численность населения (%) в городах, где ИЗА ≥ 14 (1), 7-13 (2), 5-6 (3), ≤ 5 (4), ИЗА не рассчитывался из-за отсутствия наблюдений или их недостаточного количества (5)

На рис. 3.17 показаны средние концентрации наиболее распространённых примесей в целом по городам России. Средняя за год концентрация сероуглерода выше ПДК в 1,2 раза, бенз(а)пирена — в 1,5 раза, концентрации других веществ не превышают 1 ПДК. Средняя концентрация формальдегида в 2017 году составила 0,9 ПДКс.с, что в пересчете на прежний норматив составляет 3,0 ПДКс.с. Средняя концентрация фенола в 2017 году составила 0,3 ПДКс.с., что с учетом прежнего норматива составляет 0,7 ПДКс.с. (постановлением Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 12 января 2015 г. № 3 г. Москва «О внесении изменения в ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» установлен новый гигиенический норматив среднесуточной концентрации фенола) Несмотря на снижение содержания в воздухе формальдегида и фенола, реальных изменений уровня загрязнения воздуха указанными загрязняющими веществами не происходит.

В целом по городам России средние из максимальных концентраций всех рассматриваемых примесей, кроме диоксида серы и оксида азота, превышают 1 ПДК. Средние из максимальных концентраций аммиака, диоксида азота, оксида углерода, фенола, взвешенных веществ, сероуглерода, формальдегида и фторида водорода составили 1,2-1,9 ПДК, сероводорода и хлорида водорода — 2-2,5 ПДК, этилбензола — в 4,2 ПДК и бенз(а)пирена — 6,3 ПДК (рис. 3.18).

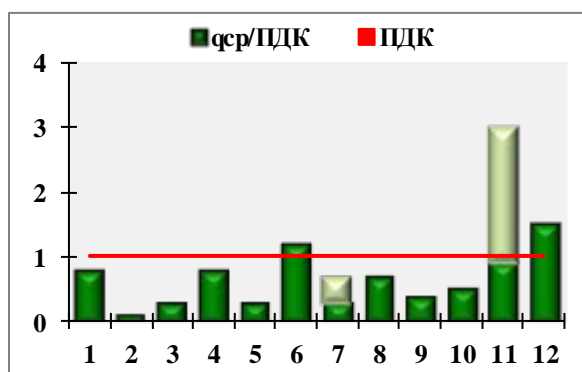


Рис. 3.17. Средние концентрации примесей в городах России
1 - взвешенные вещества (220), 2 - диоксид серы (234), 3 - оксид углерода (224), 4 - диоксид азота (237), 5 - оксид азота (164), 6 - сероуглерод (5), 7 - фенол с учетом прежней и новой ПДКс.с. (98), 8 - фторид водорода (31), 9 - хлорид водорода (32), 10 - аммиак (78), 11 - формальдегид с учетом прежней и новой ПДКс.с. (160), 12 - бенз(а)пирен (180). Цифры в скобках указывают количество городов, в которых проводились регулярные наблюдения за данной примесью.

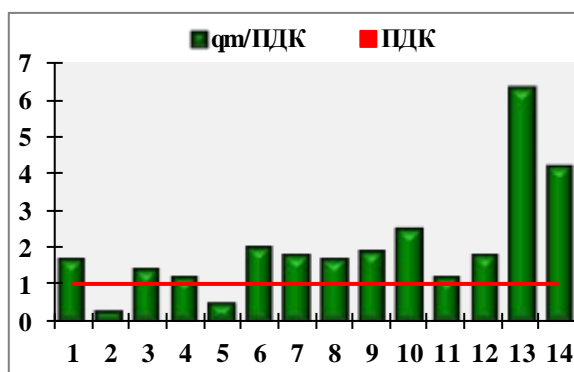


Рис. 3.18. Средние из максимальных концентраций примесей в городах России
1 - взвешенные вещества, 2 - диоксид серы, 3 - оксид углерода, 4 - диоксид азота, 5 - оксид азота, 6 - сероводород, 7 - сероуглерод, 8 - фенол, 9 - фторид водорода, 10 - хлорид водорода, 11 - аммиак, 12 - формальдегид, 13 - бенз(а)пирен,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

В 139 городах (57% городов, где проводятся наблюдения) средние за год концентрации какого-либо вещества превышают 1 ПДК. В этих городах проживает 52,9 млн. чел. (рис. 3.19).

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

С учетом новых ПДКс.с. сверхнормативному загрязнению воздуха формальдегидом подвержено 17,7 млн. чел. в 46 городах, с учетом прежних ПДКс.с. — 63,3 млн. чел. в 145 городах (рис. 3.19).

Максимальные концентрации загрязняющих веществ превышают 10 ПДК в 38 городах (табл. 3.3). В них проживает 13,1 млн. чел. (рис. 3.20). Концентрации бенз(а)пирена превышают 10 ПДК в 29 городах с населением 9,5 млн. чел., 5 ПДК — в 54 городах с населением 17,4 млн. чел. Максимальные концентрации превышают 10 ПДК сероводорода в 4 городах, формальдегида — в 2 городах, диоксида серы, взвешенных веществ, фторида водорода, свинца и взвешенных частиц РМ2.5 — в 1 городе. Всего за год отмечено 162 случая превышения 10 ПДК различных загрязняющих веществ.

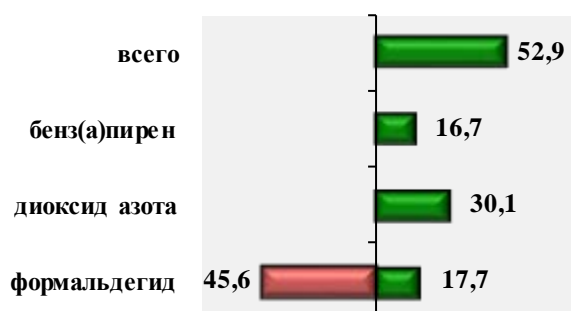


Рис. 3.19. Число жителей в городах (млн.), находящихся под воздействием средних концентраций примесей в воздухе выше 1 ПДК, для формальдегида дано с учетом прежней и новой ПДК

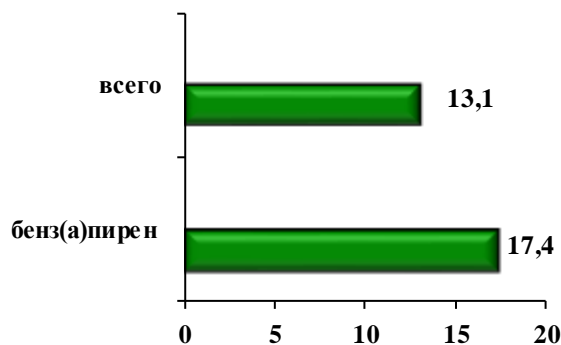


Рис. 3.20. Число жителей в городах (млн.), находящихся под воздействием максимальных концентраций примесей в воздухе выше 10 ПДК (всего) и 5 ПДК бенз(а)пирена

Таблица 3.3. Перечень городов Российской Федерации, в которых были зарегистрированы случаи высокого загрязнения атмосферного воздуха (максимальные разовые концентрации отдельных примесей более 10 ПДК_{м.р.}) в 2017 году

Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК ¹	Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц. ПДК ¹
Абакан	бенз(а)пирен ³	2	20,8	Нижний Тагил	бенз(а)пирен ³	1	13,6
Ангарск	бенз(а)пирен ³	1	57,0	Никель	диоксид серы	1	10,2
Барнаул	бенз(а)пирен ³	3	30,6	Новокузнецк	бенз(а)пирен ³	7	28,4
Белоярский	формальдегид	1	13,3	Новосибирск	бенз(а)пирен ³	1	11,3
Благовещенск А.	бенз(а)пирен ³	1	10,6	Новочеркасск	бенз(а)пирен ³	4	30,5
Братск	бенз(а)пирен ³	9	50,2	Пермь	фторид водорода	1	11,3
Зима	бенз(а)пирен ³	6	47,0	Петровск-Забайкальский	бенз(а)пирен ³	3	19,0
Иркутск	бенз(а)пирен ³	4	13,9	Ростов-на-Дону	бенз(а)пирен ³	1	17,0
Казань	PM2.5 ²	1	10,6	Свирск	бенз(а)пирен ³	5	23,5
Кемерово	бенз(а)пирен ³	4	19,8	Селенгинск	бенз(а)пирен ³	5	21,4
Корсаков	взвешенные вещества ²	1	11,3	Улан-Удэ	бенз(а)пирен ³	7	31,0
Красноярск	бенз(а)пирен ³	20	20,1	Усолье-Сибирское	бенз(а)пирен ³	7	24,3
Курск	свинец ³	1	16,0	Усурийск	бенз(а)пирен ³	2	12,2
Кызыл	бенз(а)пирен ³	5	35,0	Чегдомын	формальдегид	1	23,3
Лесосибирск	бенз(а)пирен ³	3	24,4	Черемхово	бенз(а)пирен ³	7	20,8
Липецк	сероводород	1	11,0	Череповец	сероводород	3	12,5
Магнитогорск	сероводород	4	14,9	Черногорск	бенз(а)пирен ³	4	21,9
	бенз(а)пирен ³	8	27,7		бенз(а)пирен ³	13	49,7
Минусинск	бенз(а)пирен ³	5	42,7	Чита	сероводород	5	18,8
Назарово	бенз(а)пирен ³	1	10,6	Шелехов	бенз(а)пирен ³	3	15,9

¹ Приведены наибольшие разовые концентрации примесей, деленные на максимальную разовую ПДК_{м.р.}² Приведены среднесуточные концентрации, деленные на ПДК_{с.с.}³ Приведены среднемесячные концентрации, деленные на ПДК_{с.с.}

Кроме случаев, приведенных в табл. 3.3, отмечены максимальные разовые концентрации этилбензола в Казани и оксида углерода в Таганроге, достигающие 10 ПДК_{м.р.}

Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения в 2017 году (табл. 3.4) включает 21 город с общим числом жителей в них 5,1 млн. человек. В этот список включены города с очень высоким уровнем загрязнения воздуха, для которых комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) равен или выше 14.

Таблица 3.4. Города с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы (ЗА) и вещества, его определяющие, в 2017 году

Город	Вещества, определяющие уровень ЗА	Город	Вещества, определяющие уровень ЗА
Барнаул	БП, ВВ, сажа, NO ₂ , Ф	Петровск-Забайкальский	БП, ВВ, NO ₂ , CO, SO ₂
Братск	БП, CS ₂ , ВВ, Ф, HF	Свирск	БП, NO ₂ , ВВ, SO ₂ , NO
Зима	БП, NO ₂ , HCl, Ф, CO	Селенгинск	БП, O ₃ , Ф, ВВ, PM10
Иркутск	БП, Ф, ВВ, NO ₂ , O ₃	Улан-Удэ	БП, ВВ, PM2.5, PM10, Ф
Красноярск	БП, Ф, ВВ, NO ₂ , NH ₃	Усолье-Сибирское	БП, ВВ, Ф, NO ₂ , SO ₂
Кызыл	БП, ВВ, сажа, Ф, NO ₂	Чегдомын	БП, Ф, ВВ, CO, NO ₂
Лесосибирск	БП, ВВ, Ф, CO, NO ₂	Черемхово	БП, NO ₂ , ВВ, SO ₂ , CO
Магнитогорск	БП, ВВ, Ф, NO ₂ , CO	Черногорск	БП, NO ₂ , Ф, ВВ, CO
Минусинск	БП, Ф, NO ₂ , ВВ, CO	Чита	БП, ВВ, Ф, фенол, NO ₂
Новокузнецк	БП, ВВ, NO ₂ , HF, NH ₃	Шелехов	БП, ВВ, O ₃ , PM10, HF
Норильск*	NO ₂ , SO ₂ , NO, ВВ, CO		

БП — бенз(а)пирен, ВВ — взвешенные вещества, PM — взвешенные частицы фракций PM10 и PM2.5, Ф — формальдегид,

CO — оксид углерода, CS₂ — сероуглерод, HCl — хлорид водорода, HF — фторид водорода, NH₃ — аммиак,NO₂ — диоксид азота, NO — оксид азота, O₃ — приземный озон, SO₂ — диоксид серы.

Выделены вещества с наибольшим вкладом в уровень ЗА

*С учетом данных о выбросах диоксида серы за 2017 год и данных наблюдений за химическим составом осадков

Города Приоритетного списка не ранжированы по степени загрязнения воздуха

При использовании для оценки уровня загрязнения воздуха прежних ПДК_{с.с.} формальдегида, количество городов Приоритетного списка в 2017 году составило бы 33 вместо 21.

В Приоритетном списке 2017 года, в основном, сохранились города, составляющие список в 2016 году, в том числе город Норильск, где наибольшие в России объемы выбросов диоксида серы, составившие в 2017 году 1,68 млн. тонн в год.

Очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха г. Норильска подтверждается данными наблюдений за химическим составом атмосферных осадков. Как и в предыдущие годы, в 2017 году на территории Российской Федерации самые загрязненные атмосферные осадки сульфатами, составившими 70,0 мг/л (57% от суммарного состава ионов осадков) были зарегистрированы в Норильске. Выполненная оценка выпадений серы с осадками в наиболее загрязненных населенных пунктах Российской Федерации с установленными значениями критической нагрузки серы сульфатной на окружающую среду (2 т/км² год) показала, что влажные выпадения серы в Норильске (9,8 т/км² год) превысили критическое значение нагрузки почти в 5 раз, что является наибольшим значением среди загрязненных населенных пунктов Российской Федерации.

Из Приоритетного списка вышли 2 города на территории Дальневосточного федерального округа — Биробиджан и Благовещенск (Амурская обл.) в связи со снижением уровня загрязнения воздуха. В 2016 г. в этих городах очень высокий уровень загрязнения определялся концентрациями бенз(а)пирена.

Необходимо отметить, что поскольку поступление бенз(а)пирена в атмосферный воздух происходит, в основном, в результате сгорания топлива, наибольшие концентрации данного загрязняющего вещества в городах России отмечаются в холодный период с началом отопительного сезона. Однако в Дальневосточном федеральном округе 2017 год оказался самым теплым за всю историю метеонаблюдений. В зимние месяцы 2017 г. очень тепло было в Приамурье и Приморье, температура воздуха превышала многолетнюю климатическую норму на 3,5°С. Районы Дальнего Востока находились под влиянием активных западных и южных циклонов, за зимний сезон в Приамурье и Приморье осадков выпало значительно выше нормы (123%). Установившаяся теплая погода, позволившая топливно-энергетическим предприятиям работать не в полную мощность, и выпавшее большое количество осадков способствовали снижению загрязнения воздуха бенз(а)пиреном и другими загрязняющими веществами.

В Приоритетный список в связи с ростом уровня загрязнения воздуха вновь включены Иркутск и Барнаул, который не включался в список с 2011 года. В 2017 г. среднегодовая концентрация бенз(а)пирена в воздухе г. Барнаул увеличилась в 2 раза, также увеличились концентрации оксида азота, сажи и взвешенных веществ. Особенно высокие концентрации бенз(а)пирена (20-30 ПДК) наблюдались в ноябре-декабре, когда на юге Западной Сибири под влиянием гребня сибирского антициклона формировались неблагоприятные для рассеивания вредных примесей метеорологические условия (температура воздуха достигала -30°С, осадков выпало меньше нормы (40-80%), повторяемость приземных инверсий достигала 70%, застоя воздуха — 40%).

В Иркутске отмечается тенденция роста концентраций взвешенных веществ, формальдегида и бенз(а)пирена.

Впервые включен в список г. Свирск Иркутской области, где в результате организованных на государственной наблюдательной сети регулярных наблюдений за содержанием в воздухе бенз(а)пирена в течение пяти месяцев 2017 года были зарегистрированы среднемесячные концентрации бенз(а)пирена, составившие 10 ПДК.

Во всех городах Приоритетного списка, кроме Норильска, очень высокий уровень загрязнения воздуха, в основном, определяют концентрации бенз(а)пирена. Наибольшие средние за месяц концентрации достигали значений более 30 ПДК в Барнауле, Братске, Зиме, Кызыле, Минусинске, Улан-Удэ и Чите.

Существенный вклад в уровень загрязнения воздуха вносят также сверхнормативные среднегодовые концентрации: взвешенных веществ - в 12 городах, формальдегида - в 8 городах, приземного озона - в 3 городах, диоксида азота - в 2 городах, взвешенных частиц РМ₁₀ - в 2 городах.

В Иркутске превышают ПДК среднегодовые концентрации пяти загрязняющих веществ, в Братске, Селенгинске, Улан-Удэ и Шелехове — четырех, в Лесосибирске, Магнитогорске, Усолье-Сибирском и Чегдомыне — трех.

В Братске загрязнение воздуха на протяжении многих лет является наиболее высоким в России. Этот город постоянно включается в Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферы. В течение последних 10 лет отмечается рост концентраций бенз(а)пирена, наибольшие среднемесячные концентрации ежегодно превышают 10 ПДК. В 2017 году средняя за январь концентрация достигала 50 ПДК в центральной части Братска. Очень высокий уровень загрязнения атмосферы в Братске также обусловлен значительным содержанием в воздухе сероуглерода. В районе Энергетик средняя за год концентрация сероуглерода достигала 3 ПДК, а наибольшая повторяемость превышения ПДК_{м.р.} — 20%.

В Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения атмосферного воздуха вошли: 5 городов с предприятиями черной и цветной металлургии, 7 городов - с предприятиями машиностроения, 9 городов - с предприятиями лесной и деревообрабатывающей промышленности, 3 города — с предприятиями угольной промышленности, по 4 города — с предприятиями горнодобывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, 6 городов — с предприятиями химической и нефтеперерабатывающей промышленности, а также 5 городов, где основными источниками выбросов являются предприятия топливно-энергетического комплекса.

Все города Приоритетного списка расположены в Азиатской части территории России, которая характеризуется особо неблагоприятными для рассеивания примесей метеорологическими условиями, сопровождающимися мощными приземными инверсиями, застоями воздуха и туманами, способствующими накоплению примесей у поверхности земли, что и приводит к росту уровней загрязнения воздуха городов.

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

Количество городов и станций в каждом из 77 субъектов Российской Федерации, где проводятся наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы, а также общее число городов со значениями основных показателей загрязнения: ИЗА>7, Q > ПДК (Q — средняя за год концентрация любого вещества), СИ>10 и НП> 20 приведены в таблице 3.5.

В 44 городах РФ (21% городов) уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий (ИЗА>7). В среднем по стране 12% городского населения испытывают воздействие высокого и очень высокого уровня загрязнения воздуха.

Сравнение уровней загрязнения воздуха в городах на территориях федеральных округов показывает, что более половины городов с высоким и очень высоким уровнем загрязнения расположены в Сибирском федеральном округе.

На территории Республики Бурятия, Челябинской и Кемеровской областей имеется по 3 города с высоким и очень высоким уровнем загрязнения, в Красноярском крае — 5 таких городов, в Иркутской области — 8. В 10 субъектах РФ уровень загрязнения воздуха высокий и очень высокий во всех городах, где проводятся наблюдения.

В 20 субъектах РФ 12% и более городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения воздуха, из них в двух (Республика Бурятия и Таймырский АО) — более 75% городского населения.

В 55 субъектах РФ высокий и очень высокий уровень загрязнения воздуха городов не отмечен.

В 139 городах РФ средняя за год концентрация одного или нескольких веществ превышает ПДК ($Q > 1$ ПДК). На территориях Дальневосточного, Сибирского и Уральского федеральных округов в большинстве городов концентрации загрязняющих веществ превышают ПДК. В Республике Крым и Оренбургской области имеется по 4 таких города, в Свердловской области (и Екатеринбург) и Приморском крае — 5 городов, в Сахалинской области и Красноярском крае — 6, в Ростовской области — 7, в Иркутской области — 16.

В городах 23 субъектов Российской Федерации максимальная концентрация какого-либо вещества превышала 10 ПДК ($СИ > 10$). В республиках Бурятия и Хакасия, в Забайкальском крае, Кемеровской и Ростовской областях имеется по 2 таких города, в Красноярском крае — 4, в Иркутской области — 8 городов.

Таблица 3.5. Характеристики уровня загрязнения воздуха на территориях субъектов и федеральных округов Российской Федерации в 2017 году

Субъект РФ	Количество						Население (%)
	городов	станций	городов, в которых				в городах
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА > 7	Q > ПДК	СИ > 10	НП > 20	с В и ОВ уровнем ЗВ
Центральный федеральный округ							
г. Москва	1	18	0	1	0	0	0
Белгородская обл.	3	9	0	1	0	0	0
Брянская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Владимирская обл.	1	4	0	0	0	0	0
Воронежская обл.	1	6	1	1	0	1	66
Ивановская обл.	2	3	0	1	0	0	0
Калужская обл.	1	2	0	1	0	0	0
Костромская обл.	2	5	0	0	0	0	0
Курская обл.	1	4	1	1	1	0	59
Липецкая обл.	1	6	0	0	1	0	0
Московская обл.	10	20	0	3	0	0	0
Орловская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Рязанская обл.	1	4	1	1	0	1	66
Смоленская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Тамбовская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Тверская обл.	1	1	0	1	0	0	0
Тульская обл.	3	10	0	1	0	0	0
Ярославская обл.	3	8	0	1	0	0	0
Всего по округу	35	116	3	17	2	2	6
Северо-Западный федеральный округ							
г. Санкт-Петербург	1	19	0	1	0	0	0
Карелия Респ.	3	3	0	0	0	0	0
Коми Респ.	4	9	0	1	0	0	0
Архангельская обл.	4	8	0	0	0	0	0
Вологодская обл.	2	10	0	0	1	0	0
Калининградская обл.	1	5	0	1	0	0	0
Ленинградская обл.	10	11	0	1	0	0	0
Мурманская обл.	9	20	0	1	1	0	0
Новгородская обл.	3	5	1	1	0	0	51
Псковская обл.	2	2	0	0	0	0	0
Ненецкий авт. округ	-	-	-	-	-	-	-
Всего по округу	39	92	1	6	2	0	2
Южный федеральный округ							
г. Севастополь	1	1	0	0	0	0	0
Адыгея Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Калмыкия Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Крым Респ.	5	10	0	4	0	0	0
Астраханская обл.	7	12	0	1	0	0	0
Волгоградская обл.	3	6	0	1	0	0	0
Ростовская обл.	8	16	2	7	2	3	45
Краснодарский край	3	8	0	2	0	0	0
Всего по округу	27	53	2	15	2	3	13
Северо - Кавказский федеральный округ							
Дагестан Респ.	1	3	1	1	0	1	43
Ингушетия Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Кабардино-Балкарская Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Карачаево-Черкесская Респ.	1	1	0	0	0	0	0
Респ. Сев. Осетия - Алания	1	4	0	1	0	0	0
Чеченская Респ.	-	-	-	-	-	-	-

Субъект РФ	Количество						Население (%)
	городов	станций	городов, в которых				в городах
	с регулярными наблюдениями за загрязнением воздуха		ИЗА>7	Q > ПДК	СИ >10	НП >20	с В и ОВ уровнем ЗВ
Ставропольский край	5	9	0	1	0	0	0
Всего по округу	8	17	1	3	0	1	12
<i>Уральский федеральный округ</i>							
Курганская обл.	1	5	1	1	0	0	61
Свердловская обл.	5	18	1	5	1	0	10
Тюменская обл.	2	8	0	1	0	0	0
Челябинская обл.	3	15	3	3	1	1	0
Ханты-Мансийский авт. округ — Югра	7	8	0	3	1	0	0
Ямало-Ненецкий авт. округ	1	1	0	0	0	0	62
Всего по округу	19	55	5	13	3	1	25
<i>Приволжский федеральный округ</i>							
Башкортостан Респ.	5	20	0	2	0	0	0
Марий Эл Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Мордовия Респ.	1	4	0	1	0	0	0
Татарстан Респ.	3	18	0	2	1	0	0
Удмуртская Респ.	1	6	0	1	0	0	0
Чувашская Респ.	2	4	0	0	0	0	0
Кировская обл.	2	6	0	0	0	0	0
Нижегородская обл.	5	17	0	1	0	0	0
Оренбургская обл.	5	13	0	4	0	0	0
Пензенская обл.	1	4	0	1	0	0	0
Пермский край	4	14	0	3	1	0	0
Самарская обл.	9	34	0	2	0	0	0
Саратовская обл.	2	9	0	2	0	0	0
Ульяновская обл.	3	6	0	1	0	0	0
Всего по округу	43	155	0	20	2	0	0
<i>Сибирский федеральный округ</i>							
Алтай Респ.	-	-	-	-	-	-	-
Бурятия Респ.	3	6	3	3	2	0	81
Тыва Респ.	1	3	1	1	1	0	68
Хакасия Респ.	3	4	2	3	2	0	69
Алтайский край	2	8	1	2	1	0	48
Забайкальский край	3	7	2	3	2	0	49
Красноярский край	6	18	5	6	4	1	61
Таймырский АО (в сост. Красноярского края)	1	3	1	1	0	0	99
Иркутская обл.	18	38	8	16	8	1	69
Кемеровская обл.	3	18	3	3	2	0	56
Новосибирская обл.	3	13	1	3	1	0	3
Омская обл.	1	8	0	0	0	0	0
Томская обл.	1	7	0	1	0	0	0
Всего по округу	45	133	27	42	23	2	42
<i>Дальневосточный федеральный округ</i>							
Саха Респ. (Якутия)	4	7	0	3	0	0	0
Камчатский край	2	6	0	1	0	0	0
Приморский край	5	10	1	5	1	0	11
Хабаровский край	4	10	2	3	1	0	24
Амурская обл.	3	3	1	3	1	0	41
Магаданская обл.	1	3	0	0	0	0	0
Сахалинская обл.	6	9	1	6	1	0	49
Еврейская авт. обл.	1	1	0	1	0	0	0
Чукотский авт. округ	2	2	0	1	0	0	0
Всего по округу	28	51	5	23	4	0	18
Всего по РФ	244	672	44	139	38	9	12

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

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

3.2. Загрязнение почвенного покрова

3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения

В 2008–2017 гг. наблюдения за уровнем загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) – тяжёлыми металлами (ТМ), фтором, нефтью и нефтепродуктами (НП), сульфатами, нитратами, бенз(а)пиреном (БП) и другими – проводились на территориях республик: Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Северная Осетия-Алания,

Татарстан, Удмуртской и Чувашской; Краснодарского и Приморского краев, Иркутской, Кемеровской, Кировской, Московской, Нижегородской, Новосибирской, Омской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Свердловской, Томской и Ульяновской областей. Для каждой территории определён свой перечень ТПП, измеряемых в почве. В 2017 г. наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились в районе 33 населённых пунктов. Для определения в почвах содержания массовых долей ТМ, мышьяка, НР, фтора, сульфатов, БР, полихлорбифенила (ПХБ) и нитратов было обследовано 30, 1, 23, 14, 8, 3, 1 и 15 населённых пунктов соответственно.

Загрязнение почв металлами и мышьяком

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

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

В 2017 г. в почвах измерялись массовые доли алюминия, железа, кадмия, кобальта, магния, марганца, меди, мышьяка, никеля, свинца, ртути, хрома и цинка в различных формах (валовых (в), подвижных (п), кислоторастворимых (к, извлекаемых 5 н азотной кислотой), водорастворимых (вод)).

Приоритетными при выборе пунктов наблюдений за загрязнением почв ТМ являются районы, в которых расположены предприятия цветной и чёрной металлургии, энергетики, машиностроения и металлообработки, топливной и энергетической, химической и нефтехимической промышленности, предприятий по производству стройматериалов, строительной промышленности.

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. Динамика усреднённых за 9 лет приоритетных показателей загрязнения почв (Z_{ϕ} , Z_k) вокруг предприятий различных отраслей промышленности представлена на рис. 3.21.

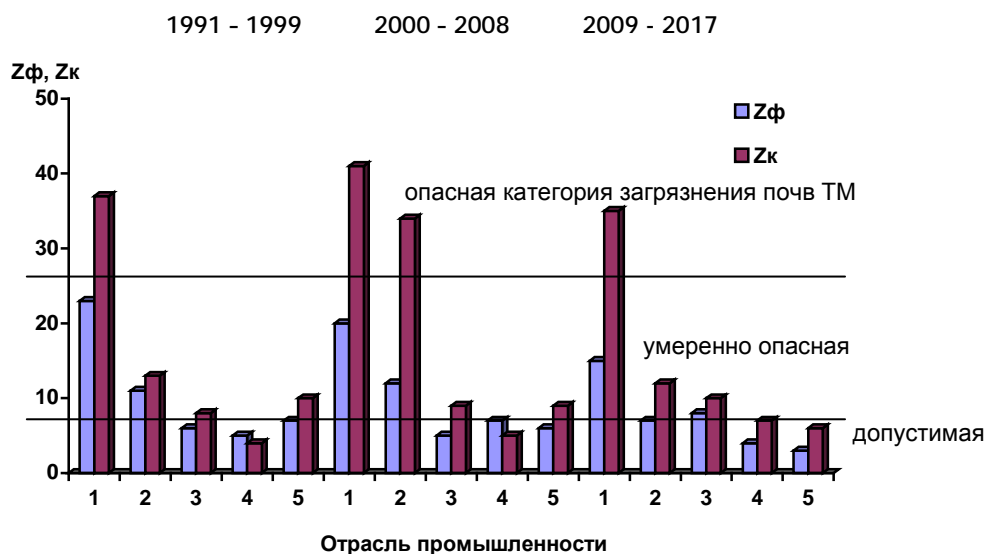


Рис. 3.21. Динамика усреднённых за 9 лет приоритетных показателей загрязнения почв комплексом ТМ (Z_{ϕ} , Z_k) вокруг предприятий металлургии (1), машиностроения и металлообработки (2), топливной и энергетической промышленности (3), химической и нефтехимической промышленности (4), строительной промышленности и производства стройматериалов (5)

Согласно показателю загрязнения, Z_{ϕ} к опасной категории загрязнения почв ТМ относится 1,7% обследованных за последние десять лет (2008-2017 гг.) населённых пунктов, их отдельных районов, одно- и пятикилометровых зон вокруг источников загрязнения, пунктов многолетних наблюдений (ПМН), состоящих из участков многолетних наблюдений (УМН), к умеренно опасной - 9,1% населённых пунктов.

Результаты наблюдений с 2008 по 2017 гг. показали, что к опасной категории загрязнения почв металлами (приоритетные ТМ указаны в скобках), согласно Z_{ϕ} ($32 \leq Z_{\phi} < 128$), относятся почвы УМН-1 г. Свирск (свинец, медь, цинк, кадмий) Иркутской области; почвы однокилометровой зоны от ОАО «СУМЗ» в г. Ревда (медь, свинец, кадмий, цинк), почвы городов Кировград (цинк, свинец, медь, кадмий) и Реж (никель, кадмий, хром, кобальт) Свердловской области. Перечень населённых пунктов с умеренно опасной категорией загрязнения почв ТМ представлен в табл. 3.6.

Почвы 89,2% населённых пунктов (в среднем) по показателю загрязнения Z_{ϕ} относятся к допустимой категории загрязнения ТМ, хотя отдельные участки населённых пунктов могут иметь более высокую категорию загрязнения ТМ, чем в целом по городу. Особенно сильно могут быть загрязнены ТМ почвы однокилометровой зоны вокруг крупного источника промышленных выбросов ТМ в атмосферу.

Таблица 3.6. Перечень населённых пунктов РФ с умеренно опасной категорией загрязнения почв металлами (2008-2017 гг.)

Республика, край, область, населённый пункт	Год наблюдений	Зона обследования радиусом, км, вокруг источника	Приоритетные техногенные металлы
Умеренно опасная категория загрязнения, $16 \leq Z_{\phi} < 32$ и $13 \leq Z_{\phi} \leq 15$ при $Z_{\kappa} \geq 20$			
Иркутская область	2014	Территория города*	Свинец, кобальт, кадмий
г. Свирск	2016	УМН-1*, 5	Свинец, медь, кадмий
г. Слюдянка	2013	Территория города	Никель, кобальт, свинец
г. Черемхово	2014	Территория города	Свинец, медь, цинк
Нижегородская область	2011-2013	Территория городского округа	Свинец, цинк
г. Дзержинск			
г. Нижний Новгород	2014	Заречная часть	Цинк, медь, железо
Оренбургская область	2009	От 0 до 5*	Медь, цинк, свинец, кадмий
г. Медногорск			
г. Орск	2016	Территория города	Медь, свинец, кадмий
Приморский край	2016	От 0 до 20 от города*	Цинк, свинец, кадмий
г. Дальнегорск			
с. Рудная Пристань	2016	От 0 до 1 от села	Свинец, кадмий, цинк
п. Славянка	2010	Территория посёлка	Цинк, медь, свинец
Республика Башкортостан	2011	От 0 до 1*	Медь, цинк, свинец, кадмий
г. Баймак			
г. Белорецк	2011	От 0 до 1	Медь, цинк, свинец
г. Давлеканово	2014	ТГ	Кадмий, свинец
г. Сибай	2011	От 0 до 1*	Медь, кадмий, цинк, свинец
г. Учалы	2011	От 0 до 1	Цинк, медь, кадмий, свинец
Республика Северная Осетия-Алания	2015	От 0,2 до 2*	Свинец, кадмий, цинк, ртуть, медь
г. Владикавказ			
Свердловская область	2014	Территория города	Никель, хром, кадмий
г. Асбест			
г. Верхняя Пышма	2017	От 0 до 1	Медь, никель, свинец
	2014	0 до 5*	
г. Ревда	2016	УМН*	Медь, свинец, кадмий, цинк
г. Первоуральск	2014	Территория города*	Свинец, медь, цинк, кадмий
г. Полевской	2013	От 0 до 1	Никель, хром, кобальт, цинк

* По показателю Z_{κ} почвы относятся к опасной категории загрязнения

В основном, с 2008 г. явного накопления общего содержания ТМ в обследованных в 2017 г. почвах городов и их окрестностей не наблюдается (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
Арсеньев, Приморский край	1988	в	29	760	28	95	24	-
зона радиусом от 1 до 5 км от города	2017	к	31	1223	15	118	23	0,61
Верхняя Пышма, Свердловская обл.	2002	к	47	884	83	156	449	2,2
	2007	к	54	712	133	187	568	1,7
	2012	к	47	621	108	128	371	1,9
	2017	к	48	602	124	125	273	1,6
	2002	п	15	98	8,7	57	155	1,3
	2007	п	22	106	12	50	95	0,7
	2012	п	26	123	8,4	42	99	0,5
Ишимбай, Республика Башкортостан	2017	п	21	118	11	47	72	0,7
	2009	к	21	-	184	80	25	0,01
пос. Кавалерово, Приморский край.	2017	к	22	-	80	116	29	0,2
Казань, Республика Татарстан	1991	в	58	824	20	130	59	2,4
	2017	к	29	150	19	150	31	2,4
	2009	к	16	250	18	37	14	0,22
	2011	к	27	-	14	66	18	0,50
	2013	к	29	189	14	56	20	0,53
Нижний Новгород, Нижегородский район	2015	к	18	216	14	45	19	0,67
	2017	к	35	286	19	55	18	0,69
	1998	в	82	320	51	210	58	-
	2011	в	52	150	<16	148	<13	<4
Сормовский район	2017	в	<41	569	<28	77	<30	<1,7
	1995	в	22	280	10	33	35	0,7
	2003	в	78	450	17	460	28	но
	2017	в	<26	522	<32	67	<46	<3,7
Новосибирск, Новосибирская обл. ПМН	2009	к	55	-	-	120	19	0,24
	2011	к	28	-	29	88	31	0,18
	2013	к	16	-	28	26	14	0,32
	2015	к	76	-	23	91	25	1,59

	2017	к	25	382	22	32	20	0,55
	1995	в	60	740	57	210	65	--
Слюдянка,	1996	в	69	1100	90	240	60	-
Иркутская обл.	2005	в	74	280	67	430	76	-
	2013	к	51	1063	134	201	55	0,17
	2017	к	19	729	48	116	49	0,40

Слабо проявляется тенденция к уменьшению в почвах ПМН массовых долей кислоторастворимых форм цинка в г. Нижнекамск Республики Татарстан и меди в г. Новокузнецк Кемеровской области.

Динамика средних значений массовых долей кислоторастворимых и подвижных форм ТМ в почвах г. Каменск-Уральский Свердловской области показана на рис. 3.22.

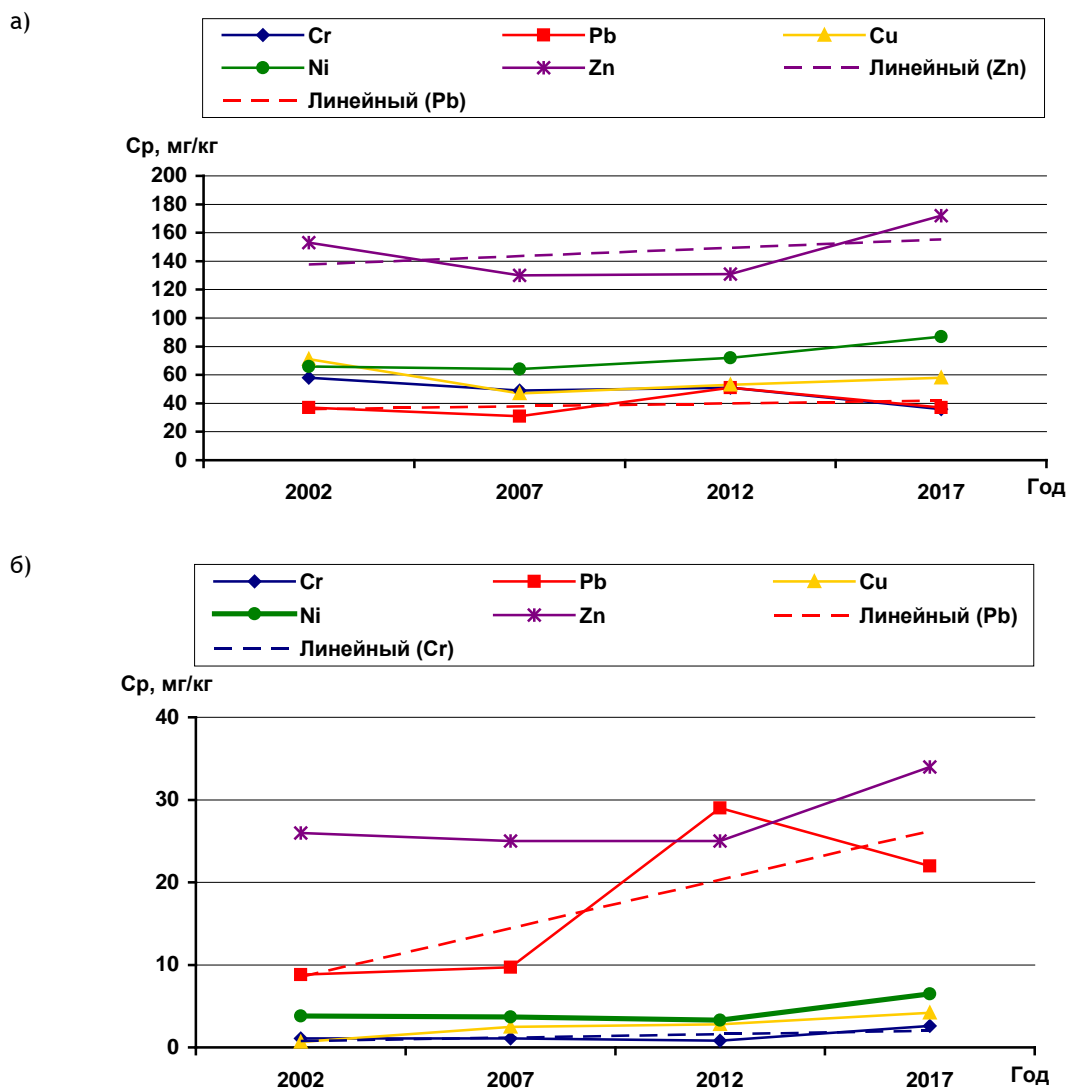


Рис. 3.22. Динамика средних массовых долей ТМ в почвах территории г. Каменск-Уральский Свердловской области:
а) кислоторастворимых форм, б) подвижных

Показатель загрязнения почв Z_{ϕ} не является универсальным, учитывающим уровень загрязнения почв каждым отдельным ТМ. Основным критерием гигиенической оценки загрязнения почв каждым отдельным металлом являются ПДК и /или ОДК ТМ в почве. Почвы, в которых обнаружено превышение 1 ПДК ТМ, не могут быть отнесены к допустимой категории загрязнения. Сравнение содержания массовых долей ТМ в очагах загрязнения почв ТМ, для которых не разработаны ПДК и ОДК, проводится с их фоновыми массовыми долями (Ф). Значение массовой доли ТМ, составляющее от 3 до 5 Ф и более (в каждом конкретном случае) служит показателем загрязнения почв данным ТМ. Опасность загрязнения тем выше, чем выше концентрация ТМ в почве и выше класс опасности ТМ.

За последние пять лет наблюдений отмечается значительное загрязнение почв ТМ (среднее значение не ниже 3 ПДК, 3 ОДК или 9 Ф). При неоднократном обследовании почв города за этот период приведены уровни загрязнения последнего года наблюдений. Здесь и далее первая цифра в скобках обозначает среднюю массовую долю ТМ или иного ТПП в почвах обследованной площади, вторая цифра – максимальную массовую долю.

С 2013 по 2017 гг. выявлено загрязнение почв: кадмием – в городах Белебей (к 4,5 и 16 ОДК) и Давлеканово (к 8 и 51 ОДК) Республики Башкортостан, Владикавказ (в 94 и 324 ОДК), Кировград Свердловской области (к 3 и 14 ОДК, п 14 и 45 Ф, Ф 0,4 мг/кг), Ревда (однокилометровая зона вокруг источника к 8 и 12 ОДК, п 5 и 11 Ф, Ф 0,4 мг/кг),

Ревда (ПМН к 6 и 10 ОДК, п 8 и 18 Ф, Ф 0,4 мг/кг), Реж (к 14 и 104 ОДК, п 32 и 292 Ф, Ф 0,4 мг/кг); марганцем - в г. Нижний Тагил (п 3 и 6 ПДК); медью - в городах Верхняя Пышма (однокилометровая зона вокруг источника к 3 и 8 ОДК, п 32 и 109 ПДК), территория города (п 24 и 115 ПДК), Владикавказ (в 7 и 33 ОДК), в пгт. Кавалерово Приморского края (вод 17 и 64 Ф), в городах Кировград (к 6 и 42 ОДК, п 91 и 966 ПДК), Невьянск Свердловской области (п 3 и 7 ПДК), Первоуральск (п 14 и 55 ПДК), Ревда (к 3 и 34 ОДК, п 19 и 100 ПДК), Ревда (ПМН к 14 и 28 ОДК, п 105 и 245 ПДК); никелем - в городах Асбест (к 6 и 34 ОДК, п 3 и 13 ПДК), Верхняя Пышма (п 3 и 8 ПДК), Владикавказ (в 3 и 4 ОДК), Полевской (однокилометровая зона вокруг ОАО «СТЗ» к 5 и 14 ОДК, п 3 и 6 ПДК), Реж (к 15 и 86 ОДК, п 10 и 40 ПДК); свинцом - в городах Берёзовский Свердловской области (к 3 и 20 ПДК, п 7 и 30 ПДК), Верхняя Пышма (п 4 и 17 ПДК), Владикавказ (в 64 и 294 ПДК), Дальнегорск (30-километровая зона к 7 и 52 ПДК, п 7 и 20 ПДК), Зима Иркутской обл. (к 3 и 6 ПДК), Иркутск (пятикилометровая зона вокруг города к 5 и 9 ПДК), Каменск-Уральский (к 4 и 10 ПДК), Кировград (к 8 и 64 ПДК, п 19 и 103 ПДК), Невьянск (п 4 и 6 ПДК), Первоуральск (к 4 и 16 ПДК), Ревда (к 4 и 27 ПДК, п 3,5 и 21 ПДК), Ревда (ПМН к 8 и 18 ПДК, п 10 и 21 ПДК), Саянск Иркутской обл. (к 3 и 6 ПДК), Свирск (к 9 и 63 ПДК), Свирск (УМН-1 к 36 и 46 ПДК, УМН-3 к 11 и 18 ПДК); с. Рудная Пристань (к 23 и 80 ПДК, п 155 и 254 ПДК); в п. Хрустальный Приморского края (к 4 и 6 ПДК); цинком - в городах Верхняя Пышма (однокилометровая зона вокруг источника к 3 и 7 ПДК), Владикавказ (в 27 и 40 ОДК), Дальнегорск (к 3 и 7 ОДК, п 3 и 6 ПДК), в пгт. Кавалерово (п 6 и 26 ПДК, вод 23 и 62 Ф), в городах Кировград (к 6 и 34 ОДК, п 26 и 176 ПДК), Невьянск (п 3 и 5 ПДК), Ревда (однокилометровая зона вокруг источника к 7 и 8 ОДК, п 12 и 14 ПДК), Ревда (ПМН к 3 и 7 ОДК, п 6 и 12 ПДК), в п. Хрустальный (к 3 и 6 ОДК).

В 2017 г. наблюдения за загрязнением почв мышьяком проводились в г. Балаково Саратовской области. Почвы города, согласно ПДК (2 мг/кг), загрязнены токсикантом (1 и 2 ПДК), согласно ОДК (10 мг/кг), содержание мышьяка в почвах находится в пределах нормы.

Загрязнение почв фтором

Наблюдения за загрязнением почв водорастворимыми формами фтора в 2017 г. проводились в Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Самарской, Саратовской и Томской областях, за загрязнением атмосферных выпадений фтористыми соединениями - в Иркутской области.

Загрязнение почв водорастворимыми соединениями фтора выявлено только в почвах ПМН г. Новокузнецк (3 и 7 ПДК).

За последние пять лет (2013-2017 гг.) зафиксировано загрязнение водорастворимыми формами фтора выше 1 ПДК отдельных участков почв в районе и/или на территории городов Новокузнецк, Свирск и п. Листвянка. Тенденция к накоплению водорастворимых соединений фтора в почвах не выявлена.

В 2017 г. в Иркутской области в районах расположения ОАО «РУСАЛ Братск» и его филиала продолжались наблюдения за атмосферными выпадениями фтористых соединений.

Среднегодовое значение плотностей выпадений фторидов ($0,46 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес}$), зарегистрированное в районе п. Листвянка, принято за фоновое.

Максимальные среднемесячные значения плотностей выпадения фторидов составили в районе телецентра в г. Братск 466 Ф (в мае), в г. Иркутск - 33 Ф (в июне), в г. Шелехов - 225 Ф (в ноябре). Динамика среднегодовых значений плотностей атмосферных выпадений фторидов представлена на рис. 3.23.

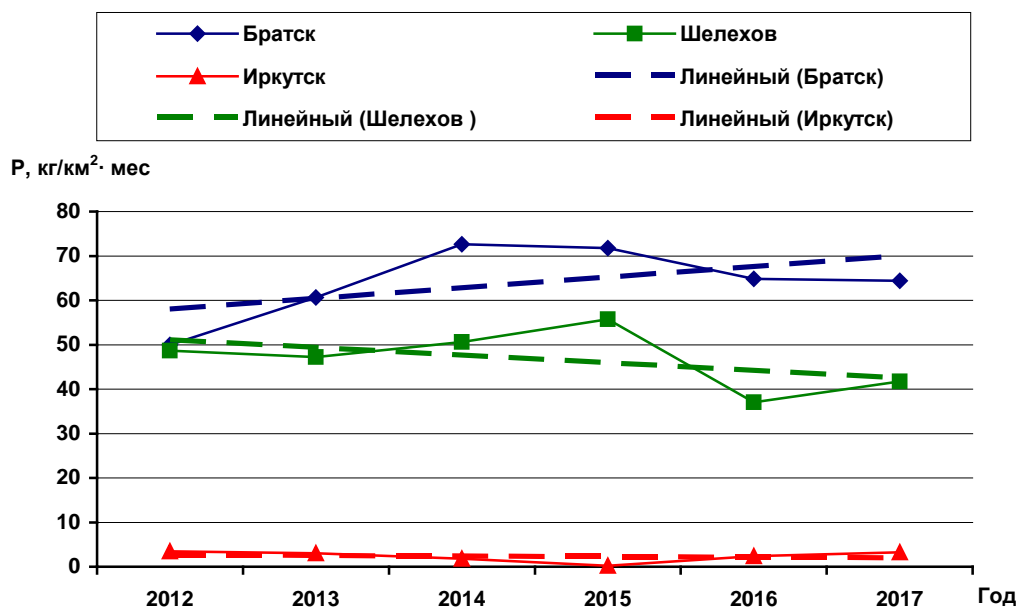


Рис. 3.23. Динамика среднегодовых значений плотностей атмосферных выпадений фторидов (P , $\text{кг/км}^2 \cdot \text{мес}$) в городах Иркутской области

Загрязнение почв нефтепродуктами и бенз(а)пиреном

В 2017 г. наблюдения за массовой долей НП в почвах и её динамикой проводились на территориях Западной Сибири, Республик Мордовия и Татарстан, а также Иркутской, Нижегородской, Самарской и Саратовской областей. Почвы обследовались как вблизи наиболее вероятных мест импактного загрязнения (вблизи добычи, транспортировки, переработки и распределения НП), так и в районах населённых пунктов и за их пределами.

Загрязнение почв НП (среднее содержание выше 500 мг/кг) было зарегистрировано в г. Саранск (740 и 300 мг/кг или 5 и 21 Ф), с. Подбельск Похвистневского района Самарской области на месте разлива дизельного топлива (595 и 4677 мг/кг или 12 и 94 Ф), в Сорновом районе г. Нижний Новгород (598 и 2118 мг/кг или 8 и 29 Ф). Сильно и/или умеренно загрязнены НП отдельные участки почв г. Омск (2656 мг/кг или 66 Ф), Нижегородского района г. Нижний Новгород (1285 мг/кг или 29 Ф), г. Кирово-Чепецк Кировской области (3965 мг/кг или 60 Ф).

В 2017 г. продолжились наблюдения за загрязнением почв НП в районе аварии, произошедшей 4 марта 1993 г. в 7 км южнее г. Ангарск вблизи с. Еловка Ангарского района Иркутской области на 840 км нефтепровода «Красноярск-Иркутск». Площадь первоначального загрязнения в результате утечки нефти из нефтепровода составила 2,5 га. Нефть частично была откачана, верхний слой грунта снят, вывезен в карьер и сожжён.

В табл. 3.8 представлена динамика средних массовых долей НП в зоне нефтяного пятна и за его пределами. Пробы почв отбирались на расстоянии примерно 1,3 км на восток-юго-восток и 0,6 км на юго-восток от границы пятна.

Таблица 3.8. Динамика средних массовых долей НП, мг/кг, в районе аварии 1993 г., вблизи с. Еловка Ангарского района Иркутской области

Год обследования							
1994	1995	2004	2005	2008	2011	2014	2017
Зона нефтяного пятна							
443	5200	24517	3988	713	1332	2249	201
Зона за пределами нефтяного пятна							
-	-	108	-	246	109	57	132
Фон 85							

Наблюдения за загрязнением почв БП в 2017 г. осуществлялись в районе г. Арсеньев и пгт. Кавалерово Приморского края и на территории г. Балаково Саратовской области, в почвах которого определялось содержание ПХБ.

В пгт. Хрустальный Кавалеровского района Приморского края было выявлено содержание БП выше 1 ПДК в одной пробе почвы (1,1 ПДК), в г. Балаково – в двух пробах почв (1,7 ПДК, 3,9 ПДК).

Отмечено загрязнение почв территории г. Балаково ПХБ (1 и 1,7 ПДК).

Загрязнение почв нитратами и сульфатами

В результате обследования почв на территориях Западной Сибири, Самарской, Саратовской и Свердловской областей загрязнение почв нитратами не было выявлено. В целом наблюдается тенденция к уменьшению нитратов в почвах или сохранению их на уровне содержания за последние пять лет.

Мониторинг загрязнения почв сульфатами осуществлялся на территориях Приморского края, Иркутской, Самарской и Саратовской областей. Загрязнены сульфатами почвы г. Балаково (1 и 4,5 ПДК), УМН-1 г. Самара (1 и 3 ПДК), одна проба почвы, отобранная в Волжском районе Самарской области (АГМС п. Агрос 1 ПДК). В Иркутской области в районе наблюдений г. Слюдянка (1 и 2 ПДК) и п. Култук (1,5 и 2 ПДК), в фоновом районе (Ф 2 ПДК) отмечалось повышенное содержание сульфатов в почвах, что свидетельствует о наметившейся тенденции к их накоплению.

3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов

Основным источником поступления пестицидов в почву является их применение в сельскохозяйственном производстве. В соответствии с Государственным каталогом пестицидов и агрохимикатов на территории Российской Федерации разрешены к применению более тысячи средств защиты растений, в основе которых около 300 действующих веществ. В 2017 г. в субъектах, в которых проводились наблюдения, среди используемых средств защиты растений приоритетными являются гербициды, в первую очередь, на основе глифосата, 2,4-Д, МЦПА.

В 2017 г. были выборочно обследованы почвы различного типа на территории 39 субъектов Российской Федерации, общая обследованная площадь составила 32,2 тыс. га. Обследовались сельскохозяйственные угодья, отдельные лесные массивы, зоны отдыха на территории 112 районов, в 164 хозяйствах. На территории 8 субъектов Российской Федерации были обследованы почвы вокруг 9 складов и мест захоронения пестицидов, непригодных или запрещенных к применению.

В 2017 г. участки, почва которых загрязнена пестицидами выше установленных гигиенических нормативов, были обнаружены на территории 10 субъектов Российской Федерации (в 2016 г. – на территории 13 субъектов). Несмотря на запрет применения препаратов ДДТ в 70-х годах, до сих пор загрязнение почв этим персистентным инсектицидом на территории России отмечается наиболее часто. Также на отдельных участках отмечалось загрязнение почв ГХЦГ, ГХБ, трифлуралом, 2,4-Д, ТХАН, далапоном. В 2017 г. превышений нормативов содержания метафоса и триазиновых гербицидов в почве не было зарегистрировано.

Загрязненные участки почв пестицидами ежегодно выявляются на территории Российской Федерации. Следует отметить, что доля загрязненных почв оценивается выборочно. На сельскохозяйственных землях обследуется не более

1% от их общей площади. В условиях неравномерного распределения загрязнения территории страны при ротации обследуемых участков возможны колебания наблюдаемой доли загрязненных почв. Наиболее высокое содержание персистентных хлорорганических пестицидов наблюдалось в почвах садов. Загрязненные почвы также были обнаружены на локальных участках, прилегающих к территориям пунктов хранения или захоронения пестицидов. Загрязнение сохраняется на многолетних пунктах наблюдений, расположенных в зонах отдыха, почва которых не подвергается механической обработке.

Центральный федеральный округ. В 2017 г. на территории ЦФО были обследованы почвы Белгородской, Брянской, Владимирской, Воронежской, Костромской, Курской, Липецкой, Московской, Рязанской, Тамбовской, Тульской и Ярославской областей общей площадью 3970 га. В почвах определялось содержание хлорорганических инсектицидов, 2,4-Д, триазиновых гербицидов и трифлуралина.

В 2017 г. на территории ЦФО 8,3% обследованных почв были загрязнены суммарным ДДТ, максимальное содержание которого составило 5,7 ПДК. Наибольшее содержание ДДТ в почвах на обследованной территории наблюдалось в садах Курской области, где среднее - составляло 2,5 ПДК весной и 3,2 ПДК осенью. Загрязненный ДДТ участок также был обнаружен в Липецкой области под подсолнечником. Минимальное среднее содержание ДДТ в обследованных почвах наблюдалось в Тульской и Костромской областях.

Загрязнение почв другими определяемыми пестицидами на обследованной в 2017 г. территории не было выявлено. Содержание суммарного ГХЦГ в почвах не превышало 0,17 ПДК, что соответствует значениям, наблюдавшимся в последние годы. Наличие остаточного количества широко применяющихся в сельскохозяйственном производстве гербицидов 2,4-Д, трифлуралина, прометрина наблюдалось в почвах всех обследованных областей. При этом содержание гербицидов не превышало установленных гигиенических нормативов, максимальные уровни соответствовали для трифлуралина 0,81 ОДК, 2,4-Д - 0,74 ПДК, прометрина - 0,34 ПДК. Не входящий в перечень разрешенных к применению пестицидов симазин в почвах на территории ЦФО не был обнаружен.

Южный федеральный округ. В 2017 г. на территории ЮФО проводились наблюдения за загрязнением почв остаточным количеством (ОК) пестицидов в Астраханской, Волгоградской, Ростовской областях и Краснодарском крае. Всего весной и осенью было обследовано 4226 га сельскохозяйственных угодий. Также, как и в предыдущие годы, содержание ни одного из 14 определяемых пестицидов не превышало ПДК или ОДК. В почвах сельскохозяйственных угодий наблюдались следовые количества хлорорганических пестицидов, паратион-метила (метафоса), гербицидов 2,4-Д, ТХАН, трифлуралина. Пестициды прометрин, симазин, семерон, пропазин, фозалон на обследованной территории ЮФО не были обнаружены.

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

Содержание таких действующих веществ пестицидов, как паратион-метил (метафос), ТХАН и 2,4-Д, составляло сотые доли установленных нормативов и было практически равномерным на обследованной территории.

В целом по региону ОК определяемых пестицидов сохранилось на уровне предыдущих лет, наблюдается тенденция к дальнейшему снижению содержания ДДТ в почве.

Северо-Кавказский федеральный округ. В 2017 г. на территории СКФО были обследованы почвы Ставропольского края и Карачаево-Черкесской Республики по 126 га весной и осенью на содержание 14 действующих веществ пестицидов. На обследованной территории, загрязненные ядохимикатами почвы не были обнаружены. Средние ОК суммарного ДДТ и ГХЦГ соответствовали 0,02 ПДК. Максимальное ОК трифлуралина - 0,05 ОДК, ТХАН - 0,02 ОДК, 2,4-Д и метафоса - 0,04 ПДК. ОК триазиновых гербицидов и фозалона в почве не было обнаружено. Содержание определяемых пестицидов в почве в течение последних 6 лет практически не изменяется.

Приволжский федеральный округ. В 2017 г. в ПФО были выборочно обследованы почвы в республиках: Башкортостан, Марий Эл, Мордовия, Удмуртская и Чувашская. Почвы на территориях Кировской, Нижегородской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской и Ульяновской областях общей площадью 9106 га обследовались на содержание 14 действующих веществ пестицидов, а также полихлорированных бифенилов (ПХБ). Также в 2017 г. было продолжено обследование почв в местах складирования и захоронения пестицидов.

На территории ПФО регулярно фиксируется загрязнение почв ОК суммарного ДДТ. В 2017 г. превышение ПДК суммарного ДДТ наблюдалось в Оренбургской, Пензенской, Самарской и Ульяновской областях. Впервые за последние пять лет загрязненные участки были обнаружены на полях в Нижегородской области, максимальное содержание составило 1,3 ПДК. В Саратовской области в отличие от 2015-2016 гг. превышения нормативов содержания этого пестицида не было обнаружено. Максимальное содержание ДДТ на уровне 3,3 ПДК было обнаружено весной под парами в Самарской области, на уровне 1,4 ПДК - осенью под зерновыми культурами в Ульяновской области. В обследованных хозяйствах республик: Башкортостан, Мордовия, Удмуртская и в Саратовской области ОК суммарного ДДТ в почве весной и осенью отмечалось на уровне десятых долей ПДК (максимальное содержание составило 0,9 ПДК в Саратовской области). На территории Кировской области, Республики Марий Эл и Чувашской Республики суммарного ДДТ в почве не было обнаружено.

В 2017 г. на территории ПФО загрязнение почв ГХЦГ не было выявлено. Однако, следовые остаточные количества (ОК) в почве были обнаружены в Оренбургской, Самарской, Саратовской, Ульяновской, Пензенской областях, Республике Башкортостан. Следы ГХЦГ также наблюдалось в пробах донных отложений р. Чапаевка (Самарской обл.), Саратовского, Куйбышевского и Волгоградского водохранилищ. В других субъектах на территории ПФО: республиках Марий Эл, Мордовии, Удмуртской, Чувашской, а также Кировской и Нижегородской областях, почвы, загрязненные ГХЦГ и ГХБ, не были обнаружены. На территории ПФО произошло дальнейшее снижение содержания ГХБ в почве: доля загрязненных ГХБ почв в 2015 г. составляла 56%, в 2016 г. - 5%, в 2017 г. превышений норматива не было выявлено. Максимальное содержание ГХБ на уровне 0,5 ОДК было зафиксировано осенью в Саратовской области.

В 2017 г. на выборочно обследованной территории ПФО загрязнение почв метафосом выше установленных нормативов не было обнаружено. Данный пестицид разрешен к применению и используется в сельскохозяйственном производстве. В 2015-2016 гг. были обнаружены локальные загрязненные участки. В 2017 г. по сравнению с предыдущими годами среднее содержание метафоса на обследованной площади снизилось и осенью было практически равно нулю.

Гербицид 2,4-Д является одним из наиболее широко применяемых средств защиты растений. Загрязненные участки общей площадью 55 га были обнаружены весной под зерновыми и масличными культурами, кукурузой и парами в Оренбургской, Пензенской и Ульяновской областях: максимальное содержание данного гербицида составило 3,8; 3,6 и 1,6 ПДК соответственно. К осени содержание 2,4-Д в почве снизилось до допустимого уровня. Среднее содержание гербицида 2,4-Д в почвах на территории ПФО весной 2017 г практически не изменилось по сравнению с предыдущим годом. Среднее содержание 2,4-Д в Нижегородской области весной составило 0,0022 мг/кг и снизилось к осени до 0,0003 мг/кг. В Кировской области, на территории республик Башкортостан, Мордовии, Удмуртской ОК 2,4-Д не было обнаружено. ОК 2,4-Д было ниже предела обнаружения используемых методик даже в почвах, отобранных на территории хозяйств, применявших весной препараты этого гербицида.

Гербицид далапон не включен в перечень разрешенных к применению в России пестицидов. По результатам наблюдений в течение длительного времени ОК далапона в почве не регистрировались. Однако в 2014 г. были обнаружены участки, загрязненные этим гербицидом. Загрязнение также было зафиксировано в 2015 и в 2017 гг. В 2017 г. обследование проводилось на ограниченной площади – 735 га: был обнаружен участок площадью 16 га в Безенчукском районе Самарской области, в почве которого содержание далапона соответствовало 4 ПДК.

При выборочном обследовании в Оренбургской, Пензенской, Самарской и Ульяновской областях были обнаружены участки, загрязненные гербицидом трифлураллином. Доля площади, загрязненной выше ОДК, составила 6% весной и 2% осенью от всей обследованной площади на территории ПФО. Максимальное содержание данного гербицида составило 2,3 ОДК весной (в Сенгилеевском районе Ульяновской области под зерновыми культурами) и 2,7 ОДК осенью (в Пачелмском районе Пензенской области под масличными культурами). На обследованной территории Кировской и Нижегородской областей, а также Удмуртской Республики ОК трифлураллина в почве не было зафиксировано. В 2017 г. чаще, чем в 2016 г., регистрировалось превышение ОДК ТХАН в почве. Весной загрязнение наблюдалось на 55,5% от обследованной площади в 339 га. Осенью содержание этого гербицида снизилось, однако на 7,9% площади ОДК был превышен. Максимальное содержание ТХАН наблюдалось в Кинельском районе Самарской области весной на уровне 4,5 ОДК, осенью – 1,6 ОДК. Триазиновые гербициды (прометрин, симазин и атразин) в почве обследованных участков в Кировской и Нижегородской областях, республике Мордовия не были обнаружены. Следовые количества (на пределе чувствительности используемой методики анализа) прометрина были обнаружены только в почвах Самарской и Ульяновской областей. На территории ПФО в почве наблюдалось ОК симазина. Препараты на основе этого действующего вещества в настоящее время не входят в Каталог разрешенных для применения в Российской Федерации. Однако в почвах Поволжья регулярно фиксируются остатки этого гербицида.

Одновременно с обследованием почв на содержание хлорорганических пестицидов было оценено содержание в почвах полихлорированных бифенилов (ПХБ). Эти соединения включены Стокгольмской конвенцией в список стойких загрязняющих веществ. Несмотря на то, что данные вещества не используются в сельскохозяйственном производстве, они могут попадать в почву за счет утечек технических жидкостей от используемой сельхозтехники, а также при переносе с ливневыми и поверхностными водами с сильно загрязненных территорий (например, автомагистралей), за счет атмосферных выпадений. ПХБ были обнаружены в почве отдельных участков сельхозугодий в Кстовском районе Нижегородской области (0,3 ПДК) и Котельничском районе Кировской области (0,2 ПДК).

Уральский федеральный округ. В 2017 г. на территории Уральского федерального округа наблюдения за содержанием пестицидов в почве проводились в Курганской области в Белозерском, Лебяжьевском, Мишкинском и Шумихинском районах. Для расширения охвата территории обследуемые районы были изменены по сравнению с предыдущим годом. Весной и осенью было обследовано 3680 га сельскохозяйственных угодий, что в 1,3 раза больше, чем в 2016 г. Обследованные в 2017 г. участки составляют 0,3% от общей посевной площади Курганской области. Кроме того, были продолжены наблюдения за почвами в с. Хутора Лебяжьевского района на расстоянии от 10 до 100 метров от места захоронения 127 тонн пестицидов, а также были обследованы почвы зон отдыха на территории города Кургана (7,3 га) и в пункте многолетних наблюдений на территории детского оздоровительного лагеря в Белозерском районе, г. Кургана (4 га). В почве определялось содержание ДДТ и его метаболита ДДЕ, изомеров ГХЦГ и гербицида 2,4-Д. В 2017 г. ОК суммарного ДДТ были обнаружены только в почвах зон отдыха. Как и в предыдущие годы, ОК суммарного ГХЦГ в пробах почв сельхозугодий не было обнаружено. В зонах отдыха ГХЦГ также не был обнаружен.

Многолетние наблюдения за динамикой содержания ДДТ в загрязненной почве на территории детского оздоровительного лагеря (в г. Курган) показывают, что самоочищение не подвергающейся вспашке серой лесной почве в климатических условиях г. Кургана происходит медленно. Загрязнение почв по территории лагеря распределено неравномерно, обнаруживаемое содержание нестабильно (рис. 3.24). В 2017 г. среднее содержание суммарного ДДТ в лесной почве на участке многолетних наблюдений на площади 6 га составило: весной – 2,16 ПДК при максимальном уровне 12,9 ПДК, осенью – 2,48 ПДК при максимальном уровне 19,1 ПДК. В почвенном профиле разреза, заложенного на загрязненном участке, наблюдалась миграция ДДТ на всю исследованную глубину – до 150 см, до глинистого водоупорного горизонта. Содержание метаболита ДДЕ превышало содержание исходного ДДТ, что свидетельствует о «старом» загрязнении.

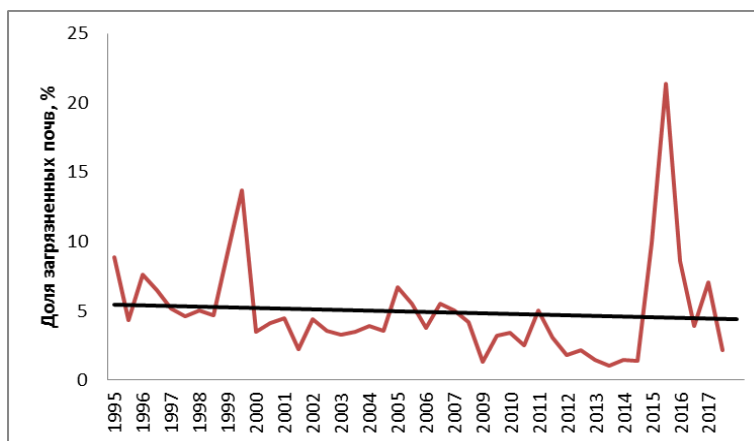


Рис. 3.24. Доля загрязненных почв на территории детского оздоровительного лагеря, % от обследованной площади

Как и в предыдущие годы, в 2017 г. почвы обследованной территории Курганской области содержали остаточные количества 2,4-Д, не превышающие гигиенического норматива. ОК 2,4-Д были обнаружены в почвах, отобранных под парами Лебяжьевого района и под зерновыми культурами на полях Мишкинского и Шумихинского районов. Средние уровни содержания данного гербицида весной находились в пределах 0,001 - 0,002 ПДК при максимальном уровне - 0,08 ПДК, а осенью - не превышали 0,019 ПДК при максимальном уровне - 0,30 ПДК.

Сибирский федеральный округ. В 2017 г. на территории СФО были обследованы почвы Алтайского края, Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Омской и Томской областей, Республики Алтай общей площадью 10016 га на содержание 11 действующих веществ пестицидов, а также pH и содержание нитратов. Также были обследованы территории, прилегающие к 4 складам устаревших пестицидов, и территория оздоровительного лагеря в Новосибирской области (пункт многолетних наблюдений), а также водные объекты на участках комплексных наблюдений.

Почвы, загрязненные ДДТ, были обнаружены только в Иркутской области. Также в Иркутской области были выявлены почвы, загрязненные ГХЦГ и ГХБ. В 2017 г. на территории СФО не было обнаружено почв, загрязненных трифлураллином, метафосом, В-дигидрогептахлором, 2,4-Д и пиклорамом.

В Омской области пробы почвы отбирались в пяти районах: Искиткульском, Полтавском, Русско-Полянском, Тевризском и Тюкалинском. Как и в предыдущем году, в 2017 г. произошла ротация обследуемых районов. Обследовались почвы под зерновыми культурами, многолетними травами, под парами. Всего весной и осенью было обследовано 1608 га. Почв, загрязненных выше гигиенических нормативов ОК хлорорганических пестицидов, не было выявлено. В почвах были зафиксированы следовые количества хлорорганических пестицидов ДДТ, ГХЦГ, ГХБ, а также трифлуралина. Последние два года ОК ГХЦГ, ГХБ и трифлуралина в почвах не наблюдались. Максимальное содержание суммарного ДДТ было зарегистрировано осенью в Русско-Полянском районе и составило 0,10 ПДК. Среднее содержание ДДТ на обследованной территории Омской области составило 0,002 мг/кг, что на порядок меньше наблюдавшегося в 2016 г. содержания в обследованных почвах Павлоградского района.

В Иркутской области для определения пестицидов были исследованы почвы на сельскохозяйственных угодьях в Балаганском, Жигаловском, Иркутском, Качугском, Киренском и Тулунском районах. В ходе исследования ОК суммарного ДДТ были выявлены только в Иркутском районе. Превышение ПДК было зафиксировано в 3 случаях. Наибольшее содержание данного пестицида (1,7 ПДК) было зарегистрировано на водосборе р. Кот возле д. Ревякино. Как и в предыдущие годы, в 2017 г. на водосборе р. Куда были зафиксированы случаи загрязнения суммарным ДДТ. Однако в последние годы наблюдается тенденция к снижению содержания ДДТ в почвах этого района. При оценке глубины проникновения ДДТ по почвенному профилю на загрязненных участках в ОАО «Хомутовское» в 2014-2016 гг. ДДТ регистрировался на глубине до 0,5 м. При этом отмечалась неоднородность загрязнения и различия в скорости вертикальной миграции даже для близко расположенных участков. В разрезах, заложенных в 2017 г. на территориях Качугского и Жигаловского районов, хлорорганические пестициды не были выявлены, заглупления загрязнения не наблюдалось.

В 2017 г. в почвах Иркутского района было зафиксировано содержание ГХЦГ. Максимальное содержание суммы изомеров ГХЦГ составило 1,8 ПДК на водосборе р. Ушаковка около д. Куда. Также содержание ГХЦГ в почве было зафиксировано на водосборе р. Куда. Кроме того, было зафиксировано 4 случая превышения ОК ГХБ ОДК, в одном случае норматив был превышен в 42 раза. Следует отметить, что в 2016 г. загрязнения почв данным пестицидом не наблюдалось. В 2017 г., как и в предыдущем году, ОК пестицидов метафоса, 2,4-Д и пиклорама в 2017 г. в выборочно обследованных почвах Иркутской области не было выявлено.

В 2017 г. в Алтайском крае обследование почв проводилось осенью на территории г. Барнаула, в Заринском, Зональном, Змеиногородском, Славгородском, Поспелихинском и Рубцовском районах под зерновыми и масличными культурами, картофелем. ОК суммарного ДДТ на уровне 0,05 ПДК были зафиксированы под озимой пшеницей (20,0 га) и чечевицей (20,0 га) в Зональном районе и на уровне 0,04 ПДК - под стерней кукурузы (20 га) на территории Славгородского района. Максимальное ОК суммарного ГХЦГ (0,02 ПДК) было выявлено под стерней кукурузы (20,0 га) на территории ООО «Славгородское». ОК трифлуралина в почвах не было зарегистрировано. Только на двух участках (под масличными культурами и под зябью) трефлан был обнаружен в следовых количествах (0,02 ОДК). Гербицид 2,4-Д присутствовал в почвах в остаточных количествах, его наибольшее содержание (0,04 ПДК) было зафиксировано в Рубцовском районе под подсолнечником.

В Кемеровской области были обследованы почвы двух хозяйств в Крапивинском и Мариинском районах общей площадью 118 га. В почвах были зафиксированы ОК суммарного ДДТ (максимальное содержание - 0,04 ПДК в Мариинском районе). Следовые количества ГХЦГ были выявлены только в почве, отобранной на пастбище в

Крапивинском районе. Почв, загрязненных гербицидом трифлураллином, не было обнаружено. Максимальное содержание трифлураллина в почве в Мариинском районе составило 0,04 ОДК.

В 2017 г. в Новосибирской области были обследованы почвы в Баганском, Здвинском, Искитимском, Коченевском, Карагатском, Карасукском, Маслянинском, Новосибирском и Ордынском районах общей площадью 2088 га. Превышений содержания суммарного ДДТ в почвах Новосибирской области не было зарегистрировано. Его максимальное содержание на уровне 0,60 ПДК было выявлено весной под пшеницей (20,0 га) на территории агрофирмы «Лебедевская» Искитимского района и 0,43 ПДК под яблonya (20,0 га) на территории ЗАО «Кубанское» Каргатского района. В 2017 г. содержание ДДТ в почве на участке многолетних наблюдений – на территории детского оздоровительного центра «Лесная сказка» в Искитимском районе – не превышало ПДК (в 2016 г. – до 4,3 ПДК). В 2015 г. так же, как и в 2017 г., почвы обследуемого участка соответствовали гигиеническим требованиям. Такой разброс результатов свидетельствует о неравномерном распределении загрязнения в почве, не подвергающейся механической обработке. В почвах Новосибирской области также присутствовали ОК ГХЦГ. Максимальные количества были отмечены весной – 0,60 ПДК – под озимой пшеницей (20,0 га) на территории Каргатского района и 0,30 ПДК под пшеницей (20,0 га) на территории агрофирмы в Искитимском районе. ОК дилора в почве территорий Новосибирской области не было выявлено. Пробы воды зоны потенциального смыва с загрязненных участков в Искитимском районе (р. Бердь, Бердский залив Новосибирского водохранилища) не были загрязнены пестицидами. Остаточные количества трифлураллина в обследованных почвах Новосибирской области присутствовали на отдельных участках, максимум соответствовал 0,09 ОДК весной и 0,40 ОДК осенью в Баганском районе.

В Томской области наблюдения проводились на площади 145 га в трех хозяйствах на территории 3 районов и вблизи 1 склада пестицидов. Превышений гигиенических нормативов содержания пестицидов в почве не было зарегистрировано. Наблюдались остаточные количества ДДТ и ДДЭ, суммарное содержание которых не превышало 0,17 ПДК. ОК ГХЦГ наблюдалось на уровне 0,06 ПДК лишь в одной пробе с участка площадью 20 га. На сельскохозяйственных угодьях содержание трифлураллина и дилора не было выявлено.

В Республике Алтай осенью на площади 5,0 га в пос. Кызыл-Озек содержание суммарного ДДТ составило 0,13 ПДК, ГХЦГ – 0,06 ПДК. Дилор и трифлураллин не были выявлены.

Дальневосточный федеральный округ. В 2017 г. на территории ДФО обследование почвы проводилось осенью на территории Приморского края в 6 районах (Уссурийский, Октябрьский, Ханкайский, Черниговский, Кировский, Лесозаводский) на землях сельхозназначения общей площадью 805 га, что составило 0,23% от общей посевной площади Приморского края (349600 га). В почвах определялись галоидорганические пестициды – ДДТ и его метаболиты; изомеры ГХЦГ и гербицид трифлураллин.

Среднее содержание суммарного ДДТ по Приморскому краю под всеми видами культур (зерновыми, зерновыми, корнеплодами и овощами) составило 0,033 мг/кг (0,33 ПДК) (рис. 3.25). Было зафиксировано превышение норматива содержания суммарного ДДТ в Ханкайском и Кировском районах. Максимальное ОК ДДТ в почве Кировского района составило 1,79 ПДК под соей, в почве Ханкайского района – 1,39 ПДК. В целом по Приморскому краю доля почв с превышением ПДК составила 7,2% от обследованной площади. Многолетние наблюдения за содержанием пестицидов в почве пункта в с. Халкидон Черниговского района показали дальнейшее снижение содержания ДДТ: в 2015 г. среднее содержание ДДТ на поле составило 1,35 ПДК, в 2016 г. – 1,0 ПДК, в 2017 г. – 0,78 ПДК.

Обследованные почвы Приморского края не загрязнены ГХЦГ. Остаточные количества ГХЦГ были обнаружены в единичных пробах на уровне предела чувствительности используемой методики анализа. Максимальное зарегистрированное содержание ГХЦГ в почве составило 0,02 ПДК. В обследованных почвах было зафиксировано присутствие ОК трифлураллина, среднее содержание которого соответствовало 0,10 ОДК, максимальное обнаруженное – 0,18 ОДК.

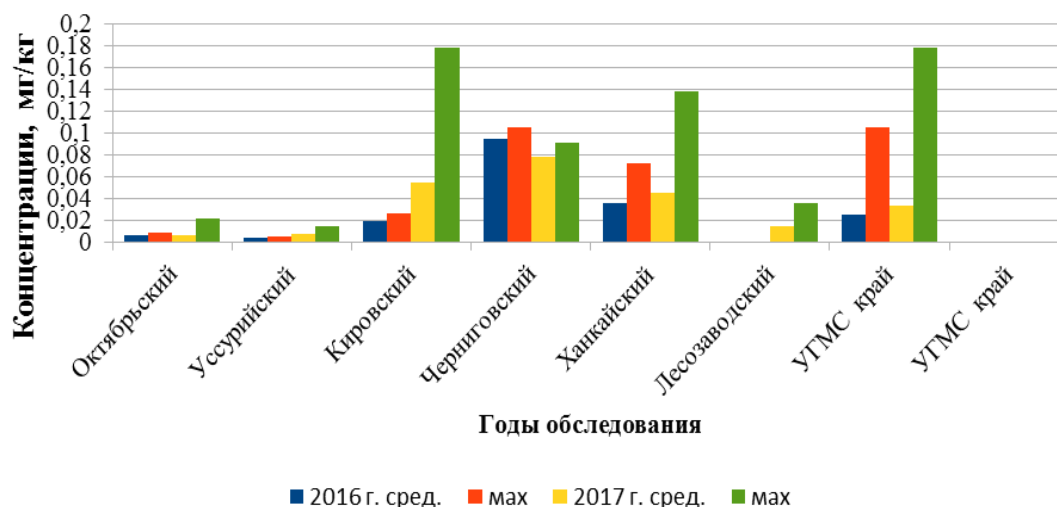


Рис. 3.25. Содержание ДДТ в почве по районам обследования в Приморском крае

Состояние участков, прилегающих к местам хранения пестицидов. В 2017 г. продолжились наблюдения за загрязнением почв, прилегающих 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 и 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 пестицидам относятся, в том числе ТХАН, 2,4-Д и триазиновые гербициды. Для оценки возможного распространения пестицидов от мест хранения в 2017 г. было проведено обследование вокруг 9 складов неликвидных пестицидов в 8 субъектах Российской Федерации.

В Костромской области на полях, расположенных рядом с заброшенными складами хранения удобрений и пестицидов на территории ОПХ «Минское», загрязнения почвы ХОП не было выявлено. Максимальный уровень суммарного ДДТ соответствовал 0,12 ПДК, суммарного ГХЦГ – 0,14 ПДК, трифлуралина – 0,5 ОДК. Обследование состояния почв рядом с этими складами проводилось и ранее, при этом распространения загрязнения также не было зафиксировано. Содержание определявшихся пестицидов несколько снизилось по сравнению с предыдущим годом.

В Удмуртской Республике продолжалось обследование почв в местах складирования и захоронения пестицидов в с. Дебессы Дебесского района. Результаты анализа показали, что содержание п,п'-ДДТ, п,п'-ДДЭ, альфа- и гамма-ГХЦГ, ГХБ, симазина, прометрина, 2,4-Д кислоты, трифлуралина и ПХБ в почве было ниже пределов обнаружения используемых методик измерений.

В Самарской области были обследованы почвы в районе бывшего склада пестицидов в с. Б. Толкай Похвистневского района по восьми румбам на расстоянии 0; 50; 100 и 200 м от склада. В почве определялись пестициды 14 наименований. Суммарное содержание ДДТ и ДДЭ варьировалось в диапазоне 0,38-6,7 ПДК. Наиболее сильно были загрязнены почвы в северном и восточном направлениях. На расстоянии 2500 м от склада на север содержание ДДТ в почве составляло 3,7 ПДК, 200 м на восток – 3,9 ПДК. Также в почве вокруг склада были зафиксированы ГХЦГ, 2,4-Д, метафос, симазин, ТХАН, трифлуралин. Содержание этих действующих веществ не превышало установленных гигиенических нормативов.

В с. Романовка Романовского района Саратовской области были обследованы почвы в районе захоронения пестицидов по четырем направлениям на расстоянии от 50 до 500 м от места захоронения. В почве были зафиксированы ДДТ и его метаболиты. Кроме того, было выявлено превышение ПДК суммарного ДДТ. Максимум, 2,4 ПДК, наблюдался на расстоянии 200 м на запад от захоронения. Также было зафиксировано присутствие в почвах 2,4-Д, ТХАН, трифлуралина, симазина, далапона, следов ГХЦГ и ГХБ. Превышений норм содержания этих пестицидов в почве не наблюдалось. Прометрин и метафос не были выявлены.

В 2011 г. Управлением Россельхознадзора по Курганской области после обращения Курганской межрайонной природоохранной прокуратуры было проведено обследование полигона захоронения пестицидов и ядохимикатов (127 тонн) в с. Хутора Лебяжьевого района Курганской области на предмет соблюдения требований законодательства РФ. Проверкой были установлены нарушения в условиях хранения запрещенных и непригодных к применению пестицидов. До настоящего момента эти нарушения не были устранены. В 2017 г. весной и осенью продолжилось наблюдение за содержанием пестицидов в почве трех полей, расположенных на расстоянии 10-200 м вокруг захоронения ядохимикатов в Лебяжьевом районе Курганской области. Данные поля используются в сельскохозяйственном производстве и в течение вегетационного периода дважды обрабатывались гербицидами на основе глифосата и этилгексилевого эфира 2,4-Д. В почве было зафиксировано присутствие ОК 2,4-Д. Как и в предыдущие годы наблюдений, в 2017 г. превышений нормативов содержания этого гербицида не было выявлено. Хлорорганические пестициды ДДТ и ГХЦГ в почве не были зарегистрированы. Полученные данные свидетельствуют о достаточной изоляции места захоронения.

Была обследована территория вблизи бывшего склада хранения пестицидов в Томском районе Томской области. В почвах был выявлен ДДЭ – метаболит ДДТ, содержание его не превышало 0,16 ПДК. Отсутствие ДДТ свидетельствует о том, что попадание пестицидов в почву произошло давно, и в настоящее время распространения загрязнения не происходит. ГХЦГ в отобранных пробах не был зафиксирован. В единичном случае был идентифицирован трифлуралин, содержание которого составляло 0,63 ОДК. Другие пестициды не были выявлены.

Были продолжены наблюдения за состоянием почв вблизи склада пестицидов в пос. Новостройка Кемеровской области. Во всех отобранных пробах были зарегистрированы ДДТ и ДДЭ в количестве от 0,06 до 0,17 ПДК, что соответствует уровням содержания данных пестицидов в почве, наблюдавшимся в 2015-2016 гг., а также наблюдались следовые количества трифлуралина – от 0,01 до 0,05 ОДК. ГХЦГ был зарегистрирован только в единичном случае в количестве 0,01 ПДК. Данные многолетних наблюдений свидетельствуют о стабильном состоянии почв данного участка.

В Иркутской области были обследованы участки, прилегающие к складам пестицидов в д. Тимирязева в Качугском районе и д. Знаменка Жигаловского района. В почвах на участках как прилегающих к местам хранения пестицидов, так и на удалении до 2,5 км в разных направлениях от складов, содержание ХОП и 2,4-Д не было выявлено.

В 2017 г., как и в предыдущие годы, результаты обследований свидетельствуют, что в большинстве случаев распространения загрязнения от складов пестицидов не происходит, а выявленное загрязнение носит локальный характер.

3.3. Загрязнение поверхностных вод

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

Анализ динамики качества поверхностных вод на территории Российской Федерации представлен на основе статистической обработки данных государственной наблюдательной сети за загрязнением поверхностных вод суши (по гидрохимическим показателям) в 2017 г. по наиболее характерным для каждого водного объекта показателям.

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

Поверхностные воды Северо-Запада. Загрязнение бассейна р. Преголя, основной водной системы Калининградской области, связано с поступлением сточных вод промышленных предприятий, канализационных систем населенных пунктов и многочисленных сельскохозяйственных объектов. В многолетнем плане вода р. Преголя характеризуется как «загрязненная»: основными загрязняющими веществами по течению реки являются легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅ и ХПК), нитритный азот, соединения железа. Вода участка реки, находящегося в промышленной зоне г. Калининград, в 2017 г. улучшилась до «загрязненной», наблюдалось снижение содержания в воде нефтепродуктов, хлоридов, сульфатов, ионов магния.

На протяжении ряда лет на гидрохимический режим р. Неман существенное влияние оказывают сточные воды предприятий, расположенных в гг. Советск и Неман. Река характеризуется повышенным содержанием в воде органических веществ (по БПК₅ и ХПК), нитритного азота, соединений железа, концентрации которых в среднем за год не превышают 3 ПДК; вода оценивается как «загрязненная».

Общий уровень загрязненности воды трансграничных водотоков в 2017 г. существенно не изменился и характеризовался водой – рукава Матросовка и р. Шешупе – «загрязненной».

Качество воды большинства водотоков бассейна р. Невы сохраняется стабильным. В 2017 г. вода большинства створов характеризовалась как «загрязненная». Характеризуемые как «грязные» в 2016 г. реки Мга и Ижора, в 2017 г. перешли в разряд «загрязненных». Характерными загрязняющими веществами воды бассейна Невы являются соединения меди, железа, цинка, марганца, органические вещества (по ХПК) с максимальными концентрациями в диапазоне 2-18 ПДК.

Самым загрязненным притоком р. Нева на протяжении десятилетий сохраняется р. Охта в створе г. Санкт-Петербург, воды которой оцениваются как «грязные» (рис. 3.26). В течение 2017 г. были зарегистрированы 3 случая экстремально высокого (ЭВЗ) и 2 случая высокого загрязнения (ВЗ) воды соединениями марганца (до 83 и до 46 ПДК соответственно); критического уровня достигали концентрации аммонийного азота и соединений железа.

Основными источниками загрязнения водных объектов Волховского бассейна являются сточные воды многочисленных предприятий и организаций Новгородской и Ленинградской областей. Качество воды большинства рек относится к классу «загрязненных». Уровень загрязненности воды рек Большая Вишера, Питьба, Шарья, Тигода, Черная сохраняется высоким, воды данных рек характеризуются как «грязные».

В течение ряда лет наблюдается загрязнение воды р. Волхов по всей длине соединениями железа, меди, марганца, органическими веществами. В 2017 г. экстремально высокий и высокий уровни загрязнения воды регистрировались в рр. Кересть, Большая Вишера, Тигода, Черная. Концентрации органических веществ (по ХПК) на протяжении многих лет в воде ниже г. Кириши (Новгородская область) достигают критического уровня: 100-120 мг/л в 2013-2015 гг., 158-164 мг/л в 2017 г.

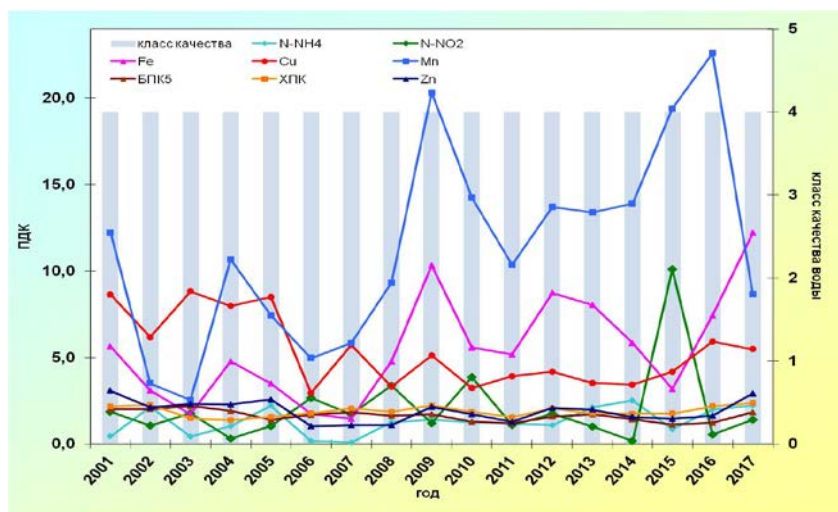


Рис. 3.26. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Охта, 0,05 км выше устья, в черте г. Санкт-Петербург

Малые реки Кольского полуострова. К характерным загрязняющим веществам вод малых рек Кольского полуострова на протяжении последних десятилетий относятся соединения меди, железа, марганца, дитиофосфат крезильовый.

В 2017 г. на 15 водных объектах в Мурманской области было зарегистрировано 104 случая высокого загрязнения и 55 – экстремально высокого загрязнения. Из 104 случаев высокого загрязнения 38 случаев было связано с высоким содержанием соединений никеля, 8 – ртути и молибдена, 4 – фосфата, 3 – меди и марганца, 26 – дитиофосфата крезильового, 5 – аммонийного азота, 3 – органических веществ (по ХПК), 2 – легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅), 2 – растворенного в воде кислорода. Единичные случаи высокого загрязнения были отмечены сульфатами и по pH. Из 55 случаев экстремально высокого загрязнения 14 случаев отмечались соединениями молибдена, 13 – никеля, 11 – меди, 2 – ртути, 6 – по запаху, 5 – легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅), 2 – азотом аммонийным и по pH.

Негативное влияние на водные объекты Мурманской области оказывают сточные воды предприятий горнодобывающей, горнообрабатывающей и металлургической промышленности: АО «Кольская ГМК» – рр. Ньюдай (комбинат «Североникель»), Хауки-лампи-йоки и Колос-йоки (комбинат «Печенганикель»); ОА «Ковдорский ГОК» – рр. Можель и Ковдора; ООО «Ловозерский ГОК» – р. Сергевань; АО «Олкон» – р. Белая и оз. Большой Вудъявр.

В 2017 г. вода ручья Варничный характеризовалась как «экстремально грязная»; рр. Роста, Хауки-лампи-йоки, Колос-йоки, Ньюдай, Печенга, Луоттн-йоки, Нама-йоки, Можель, Белая, оз. Большой Вудъявр – «грязная».

В течение 2003-2017 гг. вода р. Хауки-лампи-йоки стабильно характеризуется как «грязная» (рис. 3.27). В 2017 г. в воде реки наблюдалось превышение ПДК соединений меди, цинка, никеля, марганца, сульфатов и нитритного азота, концентрации которых в среднем варьировались в пределах 8-17, 2-4, 15-28, 8-14, 2-9 и 2-11 ПДК соответственно.

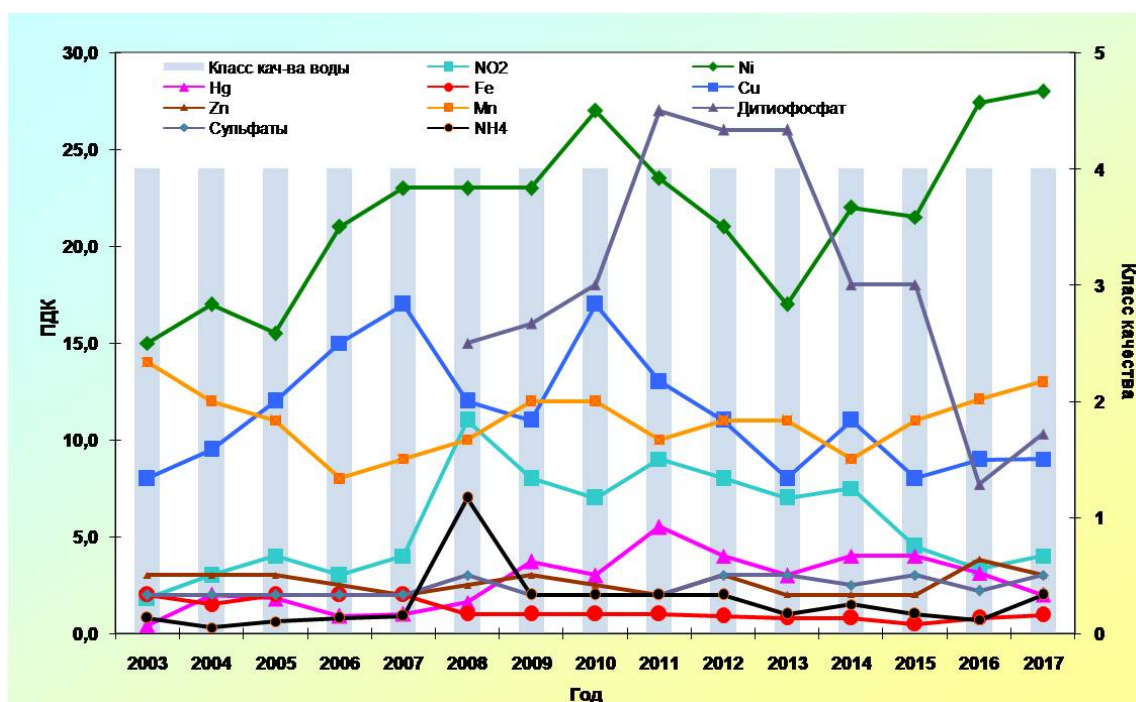


Рис. 3.27. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Хауки-лампи-йоки, г. Заполярный за многолетний период

Загрязнение вод малых рек Кольского полуострова, испытывающих постоянную нагрузку сточными водами промышленных комплексов и населенных пунктов при низкой способности к самоочищению в условиях Арктики, в течение ряда десятилетий носит хронический характер, что подтверждается повторяющимися случаями ВЗ и ЭВЗ, высоким средним уровнем содержания вредных веществ в воде, накоплением их в донных отложениях водных объектов.

Экологическое состояние вод малых рек Мурманской области в многолетнем плане продолжает находиться в критическом состоянии.

Бассейн р. Северная Двина. Многие годы верхнее течение р. Северная Двина загрязнено сточными водами предприятий гг. Великий Устюг, Красавино, Котлас, льяльными водами судов речного флота и водами притоков Сухона и Вычегда.

С 2010 г. вода на участке р. Северная Двина у г. Красавино (Вологодская область) стабильно оценивается как «грязная» (рис. 3.28).

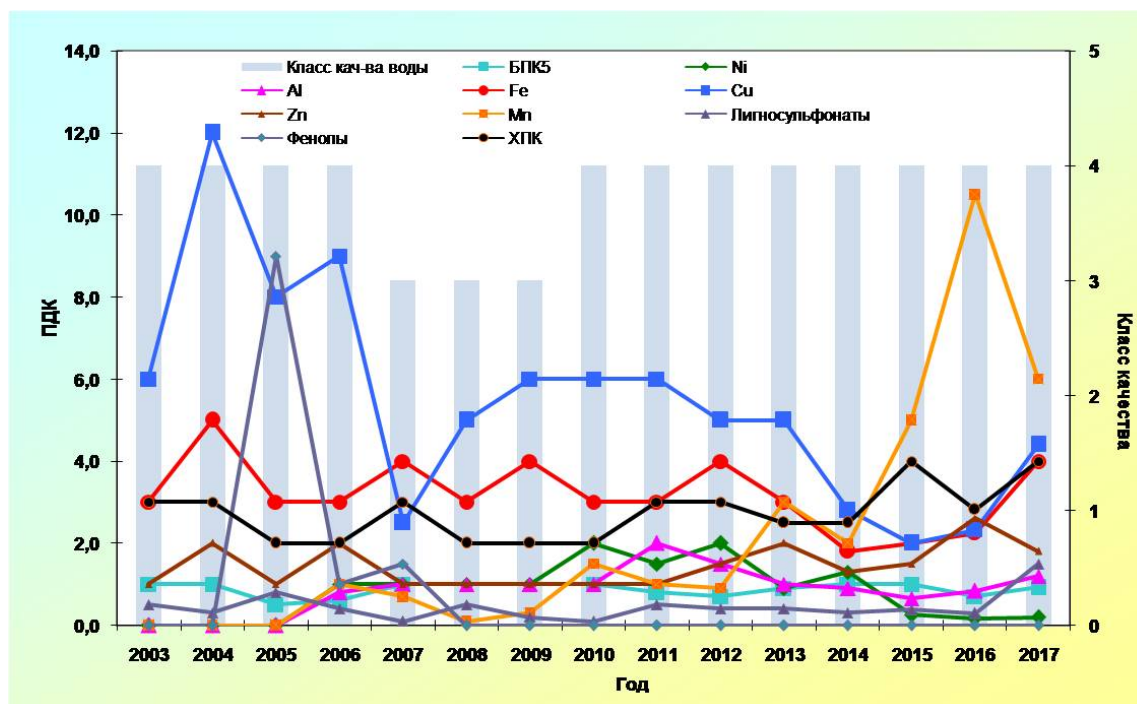


Рис. 3.28. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Северная Двина, г. Красавино, 3,5 км ниже города за многолетний период

В 2017 г. в верхнем течении (выше устья р. Вычегда) вода р. Северная Двина характеризовалась как «грязная», в среднем, нижнем и устьевом участках (Архангельская область) – как «загрязненная».

Сточные воды предприятий целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, льяльные воды судов речного и морского флота продолжают оставаться основными источниками загрязнения рек бассейна Северной Двины, в том числе и устьевом участка реки, где в 2017 г. наблюдался незначительный рост среднегодового содержания в воде органических веществ (по ХПК) до 2-3 ПДК, соединений железа до 5 ПДК и алюминия до 2 ПДК.

Существенных изменений в качестве воды дельты Северной Двины (Архангельская область) не произошло. Вода проток Кузнечиха и Маймакса продолжает оставаться «грязной», рукавов Никольского, Корабельного и Мурманского – «загрязненной». Среднегодовое содержание соединений марганца, алюминия, меди и цинка стабилизировалось на уровне 4-8 ПДК, 1-2 ПДК, 2 ПДК и ниже величины ПДК соответственно; было зафиксировано незначительное увеличение среднегодовой концентрации соединений железа до 5-6 ПДК.

На фоне низкой водности в марте 2017 г. в прот. Кузнечиха (4 км выше устья) и прот. Маймакса наблюдались случаи нагонных явлений, сопровождающиеся проникновением морских вод в дельту реки, вследствие чего минерализация воды в этот период достигала концентраций 1460-2165 мг/л.

Река Сухона на территории Вологодской области загрязнена льяльными водами судов речного флота, предприятий деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства. Вода реки в 2017 г., как и в предыдущие годы, характеризовалась как «грязная», что обусловлено ростом среднегодовых концентраций соединений железа до 4-12 ПДК, марганца – до 5-8 ПДК, кадмия – до уровня ПДК. В течение ряда лет характерными загрязняющими веществами были органические вещества (по ХПК и БПК₅), соединения железа, меди, цинка и марганца.

Река Пельшма (Вологодская область) на протяжении многолетнего периода оценивается экстремально высоким уровнем загрязненности воды. Негативное влияние на формирование химического состава воды р. Пельшма оказывают недостаточно очищенные сточные воды ОАО «Сокольский ЦБК» и объединенных очистных сооружений г. Сокол.

На протяжении последних лет критическими показателями загрязненности воды являются легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), органические вещества (по ХПК), соединения железа и лигносульфонаты, которые в течение 2017 г. неоднократно достигали высокого и экстремально высокого уровней загрязнения (рис. 3.29).

Кислородный режим р. Пельшма в течение многих лет сохраняется неудовлетворительным. В 2017 г. дефицит растворенного в воде кислорода отмечался в июле – 2,53 мг/л, глубокий дефицит в январе и марте – 1,67 и 1,37 мг/л соответственно.

Вода р. Вычегда (Республика Коми) в 2017 г. в большинстве створов верхнего, среднего и нижнего течений оценивалась как «загрязненная». Характерными загрязняющими веществами р. Вычегда являются органические вещества (по ХПК), соединения железа, марганца и алюминия.

В верхнем и среднем течениях было зафиксировано некоторое снижение среднегодовых концентраций соединений железа до 4-5 ПДК, содержание фенолов – до величины ниже ПДК. В нижнем течении реки среднегодовые концентрации соединений железа увеличились до 6-7 ПДК, алюминия – до 2-4 ПДК.

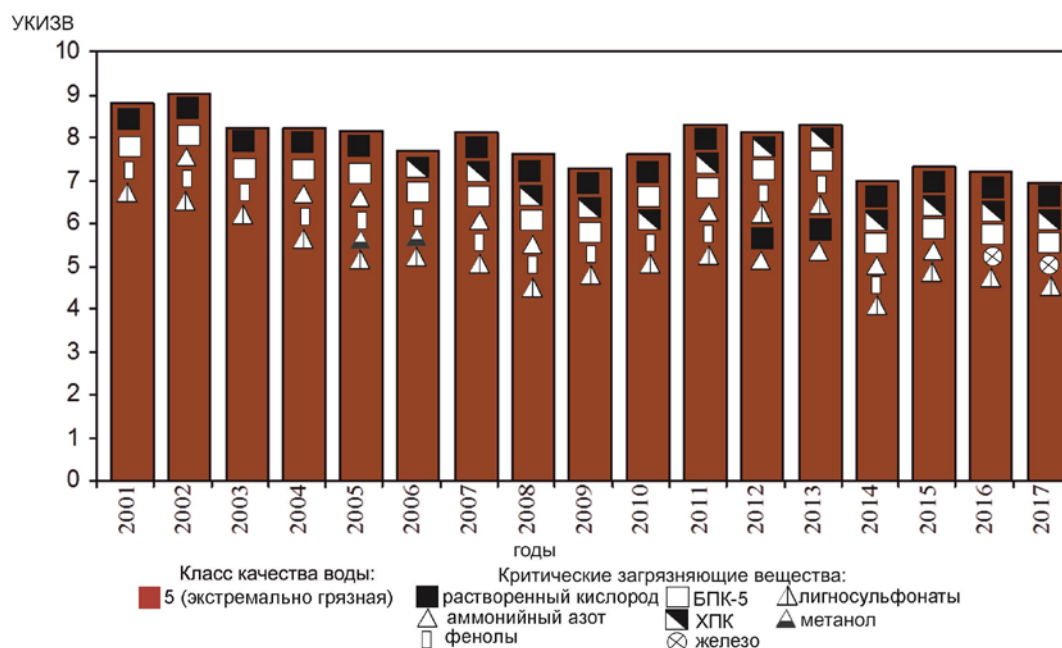


Рис. 3.29. Динамика качества воды р. Пельшма, г. Сокол за многолетний период

Бассейн р. Волга. Поверхностные воды бассейна р. Волга испытывают антропогенную нагрузку источников загрязнения разного масштаба и разной степени опасности. В целом по бассейну р. Волга наибольшие объемы загрязненных сточных вод приходятся на долю гг. Москва, Самара, Нижний Новгород, Ярославль, Саратов, Уфа, Волгоград, Балахна, Тольятти, Ульяновск, Череповец, Набережные Челны и т.д. Качество воды большинства водотоков бассейна р. Волга сохраняется относительно стабильным, значительных изменений как в сторону ухудшения, так и в сторону улучшения не отмечается.

В 2008-2017 гг. вода Верхне-Волжских водохранилищ практически во всех створах наблюдений оценивалась как «загрязненная»; в течение многолетнего периода на участке Рыбинского водохранилища ниже г. Череповец, находящегося под влиянием сточных вод предприятий города (ПАО «Северсталь», АО «ФосАгро-Череповец», МУП «Водоканал») – как «грязная». В 2017 г. наметилась положительная тенденция в изменении качества воды на этом участке водохранилища от «грязной» до «загрязненной», что возможно связано с уменьшением периодичности загрязненности воды нитритным азотом до единичного случая (5 ПДК).

Для всех Верхне-Волжских водохранилищ характерной сохраняется загрязненность воды органическими веществами (по ХПК), соединениями железа и меди – в среднем на уровне 2-3 ПДК, в отдельных створах соединениями меди – до 7-9 ПДК. В Ивановском, Угличском и Рыбинском водохранилищах к выше перечисленным характерным загрязняющим веществам добавляются соединения цинка, концентрации которых варьируются в среднем от 2 до 5 ПДК. В течение 2017 г. ни одно из загрязняющих веществ не достигало критического уровня, а также не было, отмечаемого в предыдущие годы, ни одного случая превышения ПДК соединениями алюминия в воде Рыбинского водохранилища ниже г. Череповец.

В 2017 г. практически по всей акватории Чебоксарского водохранилища вода оценивалась как «загрязненная», за исключением участка водоема ниже г. Нижний Новгород, где отмечался низкий уровень качества воды – «грязная». Характерными загрязняющими веществами воды водохранилища в течение многолетнего периода сохраняются соединения меди, железа, органические вещества (по ХПК), реже – легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), среднегодовые концентрации которых находятся в пределах 2-4, 1-3, 2 и 1 ПДК соответственно; максимальные, как правило, не превышают 10 ПДК. Отдельные случаи загрязненности воды соединениями меди в концентрациях до 11-12 ПДК были отмечены выше и ниже г. Нижний Новгород. Сточные воды Нижегородской станции аэрации являются основным источником загрязнения воды аммонийным и нитритным азотом – до 8 и 20 ПДК соответственно у правого берега водохранилища. В течение 2015-2017 гг. критическим показателем загрязненности воды ниже г. Нижний Новгород является нитритный азот. Средний уровень загрязненности воды аммонийным и нитритным азотом в 2016-2017 гг. по сравнению с предыдущим многолетним периодом возрос до 2 и 4 ПДК соответственно (рис. 3.30). Стабильный уровень загрязненности воды аммонийным и нитритным азотом отмечается у г. Кстово до 3-4 ПДК и у г. Чебоксары до 2 ПДК. Единичные случаи загрязненности воды водоема метанолом до 1-2 ПДК из года в год регистрируются в районе г. Нижний Новгород и г. Кстово.

В многолетнем плане в Куйбышевском и Саратовском водохранилищах преобладают «загрязненные» воды. В результате улучшения качества воды от «грязной» до «загрязненной» в трех наиболее загрязненных створах наблюдений Куйбышевского водохранилища: выше и ниже г. Казань и в черте г. Козловка (в районе г. Зеленодольск) – вода по всей акватории как Куйбышевского, так и Саратовского водохранилищ в 2017 г. характеризовалась как «загрязненная». Характерными загрязняющими веществами как Куйбышевского, так и Саратовского водохранилищ сохраняются органические вещества (по ХПК), среднегодовые концентрации которых незначительно превышают ПДК, максимальные колеблются в пределах 2-3 ПДК. В течение 2014-2017 гг. наблюдается снижение частоты случаев превышения норматива легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅), которые в 2017 г. составили: в воде Куйбышевского водохранилища 29% и Саратовского – 5,3%. Характерной сохраняется загрязненность воды легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) на участке

Куйбышевского водохранилища выше и ниже г. Казань в концентрациях, несколько выше ПДК. В Куйбышевском водохранилище на территории Республики Татарстан по-прежнему стабильно регистрируются повышенные концентрации соединений меди до 5-23 ПДК, марганца до 6-19 ПДК, железа до 2-3 ПДК, алюминия до 2-9 ПДК; как правило, максимальные значения фиксируются в районе г. Казань. В 2017 г. единичные случаи загрязненности воды соединениями свинца до 1-2 ПДК отмечались в Куйбышевском водохранилище в районе гг. Чистополь и Тетюши. Практически во всех контрольных створах Куйбышевского и Саратовского водохранилищ с различной периодичностью наблюдаются случаи загрязненности воды соединениями кадмия до 1-3 ПДК. Неустойчивая загрязненность воды водохранилищ аммонийным и нитритным азотом, как правило, не превышала 1-3 ПДК; в районе гг. Зеленодольск и Чистополь содержание нитритного азота приближалась к уровню ВЗ.

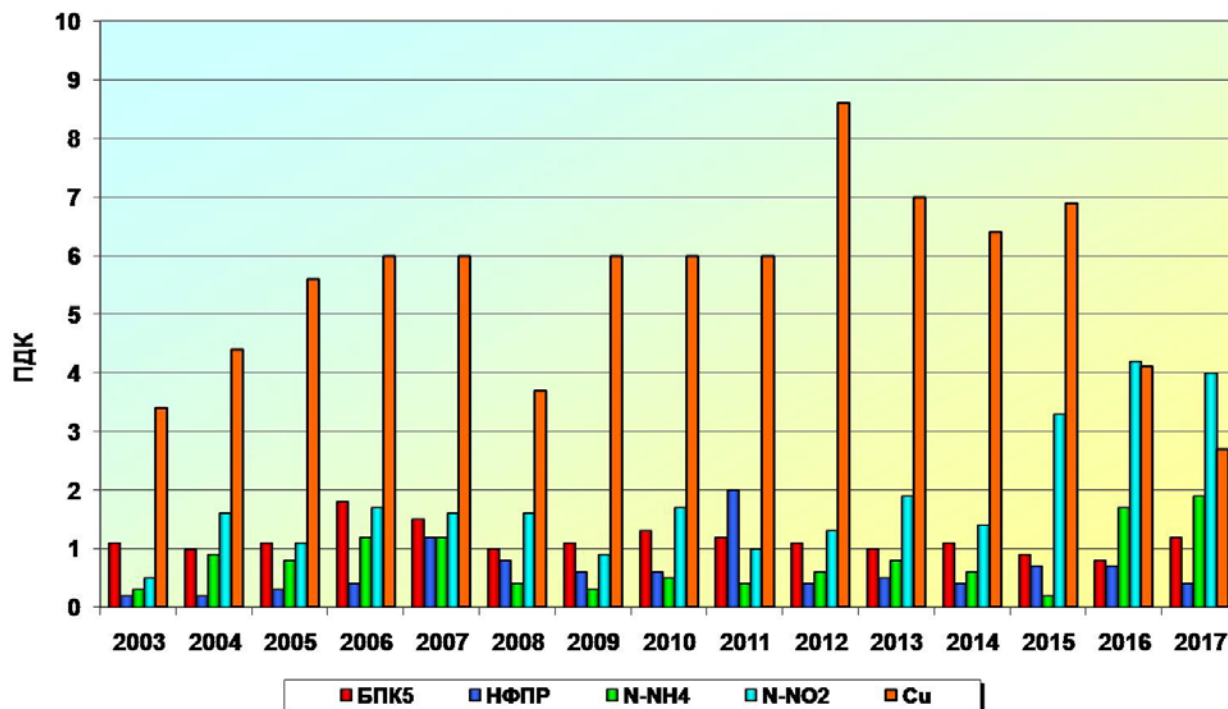


Рис. 3.30. Динамика среднегодового содержания загрязняющих веществ в воде Чебоксарского водохранилища, 4,2 км ниже г. Нижний Новгород

В 2010-2017 гг. на территории Волгоградской области вода Волгоградского водохранилища и р. Волга у г. Волгоград стабильно оценивалась как «загрязненная». Загрязненность воды как водохранилища, так и реки органическими веществами (по ХПК) до 2 ПДК, соединениями меди до 3-4 ПДК, цинка до 1 ПДК сохраняется хронической, но низкой, и в среднем составляет 1 ПДК, соединениями меди – 3 ПДК. Загрязненность воды легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) возрастает до характерного уровня на участке р. Волга ниже г. Волгоград, но в среднем не достигает ПДК. Периодически концентрации нитритного азота, нефтепродуктов и фенолов в воде водных объектов достигали 2 ПДК.

В течение многолетнего периода (2009-2017 гг.) вода участка р. Волга ниже г. Астрахань характеризуется как «грязная». Перечень характерных загрязняющих веществ воды на этом участке реки расширился до 9-ти: органические вещества (по ХПК и БПК₅), нитритный азот, нефтепродукты, соединения меди, железа, цинка, никеля и молибдена. В 2015-2017 гг. по сравнению с предыдущими десятью годами возрос средний уровень загрязненности воды нефтепродуктами до 3-4 ПДК (рис. 3.31). Среднегодовые концентрации остальных характерных загрязняющих веществ, в основном, колеблются от 2 ПДК до значений незначительно выше 2 ПДК, соединений меди достигают 3 ПДК, максимальные концентрации большинства веществ не превышают 2-6 ПДК, за исключением соединений меди – 10 ПДК, никеля и цинка – 15 ПДК (выше уровня ВЗ).

Качество воды большинства притоков всех Волжских водохранилищ варьируется, как правило, от «загрязненных» до «грязных». В бассейне Верхне-Волжских водохранилищ как «грязные» стабильно оцениваются реки на территории Московской области – Лама, Дубна, Сестра и Кунья; Вологодской области – Кошта, Ягорба; отдельные реки на территории Ярославской области.

Характерными загрязняющими веществами воды рек Московской области являются трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), аммонийный и нитритный азот, соединения меди, железа, цинка, фенолы, нефтепродукты, реже – легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅) и синтетические поверхностно-активные вещества (СПАВ). Среднегодовые концентрации загрязняющих веществ варьируются, в основном, в пределах от 1 до 2 ПДК, соединений меди достигают 3 ПДК, железа и цинка – 4 ПДК. Максимальные концентрации этих веществ в воде рек, в основном, ниже 10 ПДК, за исключением соединений меди, которые в отдельных реках в единичных случаях несколько превышали 10 ПДК.

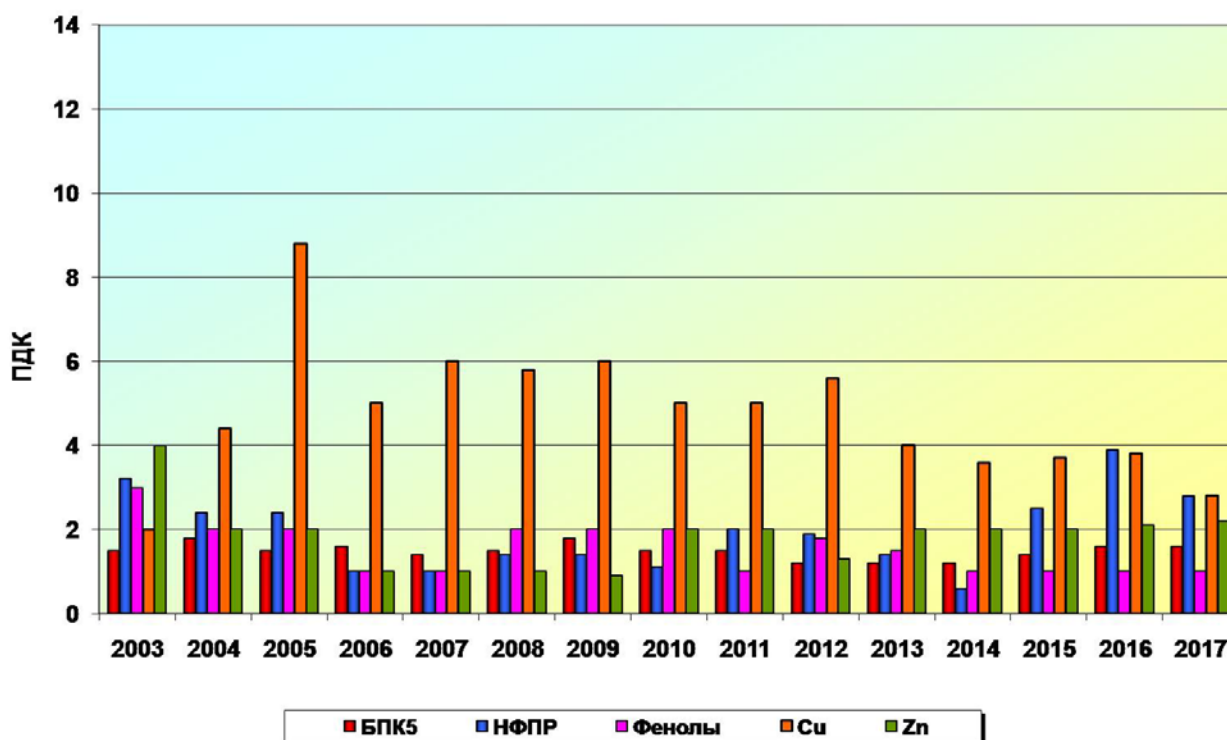


Рис. 3.31. Динамика среднегодового содержания загрязняющих веществ в воде р. Волга, г. Астрахань

Основным источником загрязнения р. Кошта являются сточные воды предприятий г. Череповец (АФ «ФосАгро-Череповец» и ПАО «Северсталь»). Реки Кошта и Ягорба отличаются повышенной минерализацией воды с преобладанием в анионном составе воды сульфатных ионов до 3 и 2,5 ПДК, в среднем 2 и 1 ПДК соответственно. Загрязненность воды алюминием в воде р. Кошта до 4 ПДК оценивается как характерная, р. Ягорба до 2 ПДК – как устойчивая. Критическими показателями загрязненности воды р. Кошта сохраняются соединения цинка и марганца, концентрации которых соответственно составляют: максимальные – 8 и 20 ПДК, среднегодовые – 4 и 10 ПДК соответственно. В 2017 г. было зафиксировано 3 случая ВЗ и 1 случай ЭВЗ воды р. Ягорба пестицидами. Среди рек Вологодской области р. Кошта выделялась более высоким уровнем загрязненности воды аммонийным и нитритным азотом до 5 ПДК, в среднем – 2-3 ПДК. В 2017 г. повысился уровень загрязненности воды р. Ягорба нефтепродуктами: максимальные значения – до 16 ПДК, среднегодовые – до 6 ПДК. Критическими показателями загрязненности воды р. Андога являются трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), р. Чагодоца – соединения железа, максимальные концентрации которых достигали 8 и 19 ПДК соответственно.

Высокое содержание соединений железа на уровне критического (до 18-35 ПДК) отмечалось также в притоках Рыбинского водохранилища на территории Ярославской области – рр. Юхоть, Сить и Ухра. В 2017 г. содержание трудноокисляемых органических веществ (по ХПК до 7 ПДК) достигало критического уровня в воде притока Горьковского водохранилища – р. Кострома, протекающей по территории Костромской области.

В бассейне Чебоксарского водохранилища по-прежнему как «грязная» характеризуется вода отдельных рек: в Республике Мордовия – рр. Инсар и Нуя; Нижегородской области – рр. Пыра, Линда и Кудьма, Пензенской области – рр. Тешнярь и Сура. К критическим показателям загрязненности воды водных объектов на территории Республики Мордовия относятся аммонийный и нитритный азот (р. Инсар); Нижегородской области – соединения железа и марганца (р. Пыра), сульфатные ионы, аммонийный и нитритный азот (р. Кудьма) и сульфатные ионы (рр. Пьяна и Сундовик); Пензенской области – нитритный азот (рр. Сура и Тешнярь). В течение 2017 г. перечисленные загрязняющие вещества в воде некоторых рек приближались к уровню ВЗ: нитритный азот – в рр. Кудьма, Сура и Тешнярь; соединения марганца – в р. Пыра. Сохраняется характерным, хотя и низким, уровень загрязненности воды р. Пыра метанолом в среднем на уровне 1 ПДК.

В поверхностных водах бассейна Куйбышевского водохранилища существенных изменений в уровне загрязненности воды большинства створов не произошло. В преобладающем числе створов вода характеризуется как «загрязненная». По-прежнему как «грязная» оценивается вода отдельных водных объектов на территории Республики Татарстан (рр. Степной Зай, Зай, Казанка и Шошма) и Ульяновской области (рр. Свяга, Сельда и Большой Черемшан). Для большинства притоков характерна загрязненность воды органическими веществами (по ХПК), соединениями меди и железа; для отдельных рек – аммонийным и нитритным азотом, сульфатными ионами, соединениями железа и марганца. В реках, протекающих по территории Республики Татарстан, сокращается число случаев высокого загрязнения воды, от 29 (2015 г.) и 15 (2016 г.) до 2-х случаев ВЗ нитритным азотом в зимний период 2017 г. в р. Зай ниже г. Бугульма (12 и 14 ПДК). Повышенные концентрации соединений марганца до 13-29 ПДК в отдельных реках и сульфатных ионов до критического уровня в воде р. Казанка до 7 ПДК обусловлены, в основном, природным фактором.

Для большинства водотоков Саратовского водохранилища характерен сульфатно-магнийсодержащий состав воды и повышенное содержание соединений марганца в воде, обусловленное природными условиями. Содержание соединений марганца в воде рек Чапаевка, Криуша и Чагра достигает критического уровня загрязненности воды, максимальные концентрации при этом приближаются к уровню ВЗ; в р. Чагра достигали 49 ПДК. В бассейне

Саратовского водохранилища возросло число «грязных» водных объектов от 5-ти в 2016 г. до 12-ти в 2017 г.; к ним относятся рр. Сок, Сургут, Кондурча, Самара, Съезжая, Большой Кинель, Падовая, Криуша, Безенчук, Крымза, Чагра и Ветлянское водохранилище. В 2017 г. по сравнению с предыдущим десятилетним периодом снизилось качество воды р. Чапаевка ниже г. Чапаевск от категории «грязная» до «экстремально грязная» в результате возрастания среднегодового содержания в воде аммонийного и нитритного азота до 8 и 6 ПДК соответственно, а также максимальных концентраций отдельных загрязняющих веществ до уровня ВЗ. В течение 2017 г. в р. Чапаевка ниже г. Чапаевск было зарегистрировано 7 случаев экстремально высокого загрязнения воды хлорорганическими пестицидами (до 6 ПДК) и 23 случая высокого загрязнения, из них 5 - аммонийным азотом (до 17 ПДК), 4 - нитритным (до 15 ПДК), 11 - легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅ до 15,4 мг/л) и 3 - хлорорганическими пестицидами. Река Падовая по-прежнему характеризуется высоким уровнем загрязненности воды легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅ до 7 ПДК); критического уровня загрязненности воды достигал аммонийный и нитритный азот (до 10 и 21 ПДК соответственно).

В течение года было отмечено два случая экстремально высокого загрязнения воды притока Волгоградского водохранилища - р. Большой Иргиз - соединениями марганца до 58 и 259 ПДК. Вода реки оценивалась как «грязная».

Бассейн р. Ока. Характеристика загрязненности воды р. Ока меняется от «загрязненной» во всех створах верхнего течения на территории Орловской, Калужской и Тульской областей до «грязной» в преобладающем числе створов в пределах Московской области и ниже по течению вплоть до устья. Характерными загрязняющими веществами воды являются органические вещества (по БПК₅ и ХПК) и соединения меди практически для всего течения реки; фенолы, нефтепродукты, соединения железа и цинка - как правило, на территории Московской области; аммонийный и нитритный азот - в преобладающем числе створов на территории Калужской, Московской и Рязанской областей. Участок реки на территории Тульской области отличается более высоким уровнем загрязненности воды легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) по сравнению со средним и нижним течениями реки, который в 2017 г. достиг критического уровня; в летний период максимальное значение БПК₅ воды реки ниже г. Белев превысило критерий ВЗ (11 ПДК). В течение многолетнего периода участок реки ниже г. Коломна отличается наиболее высоким, характеризующимся как критический, уровнем загрязненности воды аммонийным и нитритным азотом, составляющим в среднем 4 и 11 ПДК соответственно. Увеличение содержания загрязняющих веществ в воде реки ниже г. Коломна обусловлено не только сбросом сточных вод жилищно-коммунального хозяйства города, но и загрязненными водами р. Москва. В летний период в воде р. Ока ниже г. Коломна было зарегистрировано 5 случаев ВЗ воды нитритным азотом (до 42 ПДК) и 1 случай - аммонийным (11 ПДК). В 2017 г. максимальная концентрация нитратного азота в воде створа достигала 1 ПДК; по сравнению с двумя предыдущими годами средний уровень загрязненности на этом участке реки аммонийным азотом снизился в 2 раза до уровня 2013 г.; нитритным азотом изменился незначительно (рис. 3.32).

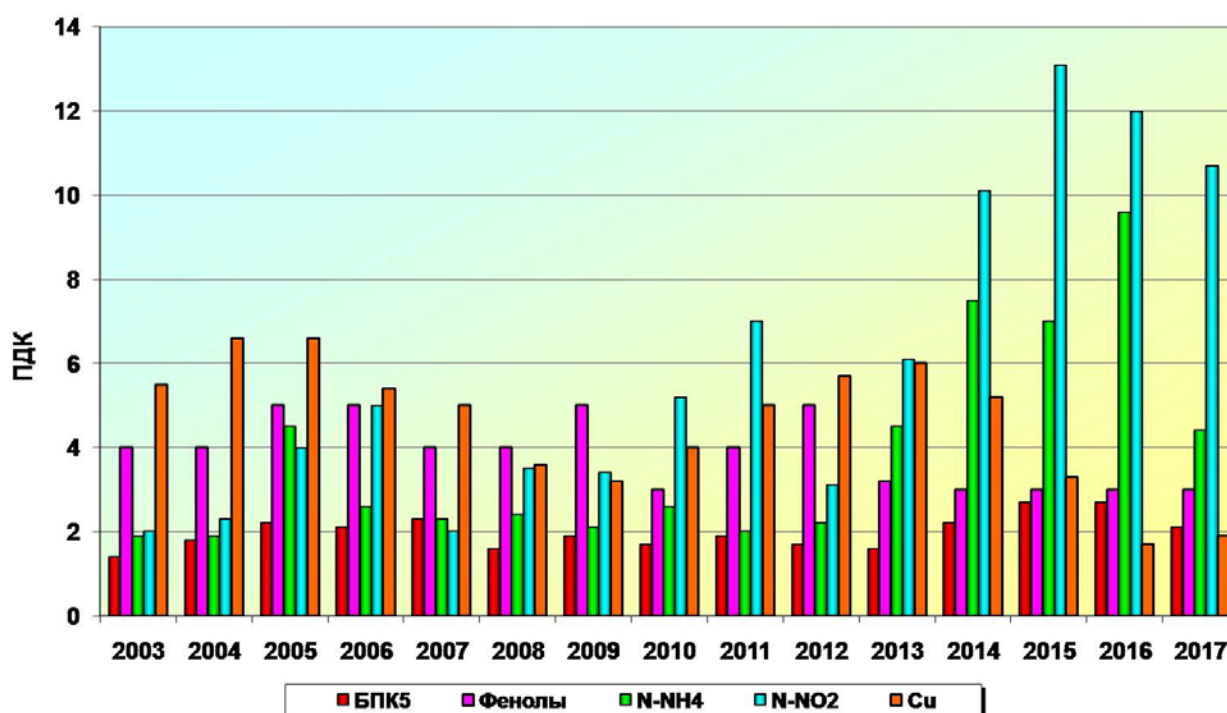


Рис. 3.32. Динамика среднегодового содержания загрязняющих веществ в воде р. Ока, ниже г. Коломна

Критический уровень загрязненности воды нитритным азотом сохранялся по течению реки на территории Рязанской области, где концентрации воды снижались от г. Рязань до г. Касимов: среднегодовые - от 8 до 3 ПДК, максимальные - от 40 до 15 ПДК. На участках реки ниже гг. Павлово, Дзержинск и Нижний Новгород максимальные концентрации нитритного азота приближались к уровню ВЗ, среднегодовые составляли 2 ПДК. Среднегодовые и максимальные содержания аммонийного азота снижались к устью от 2 до 1 ПДК и от 5 до 3 ПДК соответственно.

Единичные случаи загрязненности воды реки метанолом, в концентрациях от 1 до 2 ПДК по-прежнему отмечались на участках реки в районе гг. Рязань, Дзержинск и Нижний Новгород.

В притоках р. Ока преобладают «грязные» воды. Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅), нитритного и аммонийного азота, реже органических веществ (по БПК₅ и ХПК) достигает критического уровня загрязненности воды, в основном, в притоках, протекающих по территориям Московской и Тульской областей, а также в отдельных водотоках Рязанской области.

Наиболее загрязненными притоками верхнего течения р. Ока, относящимися к категории «грязных», являются водные объекты Тульской области: рр. Упа и Мышега и Шатское водохранилище, критическими показателями загрязненности воды которых в течение ряда лет сохраняются легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), аммонийный и нитритный азот. В 2017 г. в воде водных объектов на территории Тульской области неоднократно регистрировались случаи ВЗ: в рр. Воронка и Мышега – легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅, 7 и 5-12 ПДК соответственно); в Шатском водохранилище и р. Мышега – аммонийным азотом (11-15 ПДК); в Шатском водохранилище, р. Мышега и р. Упа ниже г. Тула – нитритным азотом (11-16 ПДК).

В Московской области сохраняется высокой на уровне критической загрязненности воды рр. Нара и Лопасня легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅, до 8 и 5 ПДК, соответственно) и нитритным азотом (до 10 и 20 ПДК, соответственно).

Вода р. Москва в пределах г. Москва и до устья, а также ее притоков оценивается как «грязная». На протяжении ряда лет критическими показателями загрязненности воды как р. Москва, так и ее притоков (рр. Медвенка, Закса, Пахра и Рожая) являются аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅); р. Нерская – органические вещества (по ХПК). В течение 2017 г. на участке р. Москва от Бесединского моста МКАД до устья было зафиксировано 138 случаев высокого загрязнения воды р. Москва вышеперечисленными ингредиентами. В течение 2011-2017 гг. средний уровень загрязненности воды реки в черте г. Москва ниже Бесединского моста МКАД аммонийным и нитритным азотом превышал 10 ПДК, пик загрязненности воды пришелся на 2013 г. (24-22 ПДК). В 2017 г. по сравнению с предыдущим многолетним периодом вода в этом створе отличалась наиболее высоким уровнем загрязненности легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅); в течение года максимальные концентрации 13 раз превысили критерий ВЗ (от 5 до 12 ПДК), среднегодовая – превышала 4 ПДК (рис. 3.33).

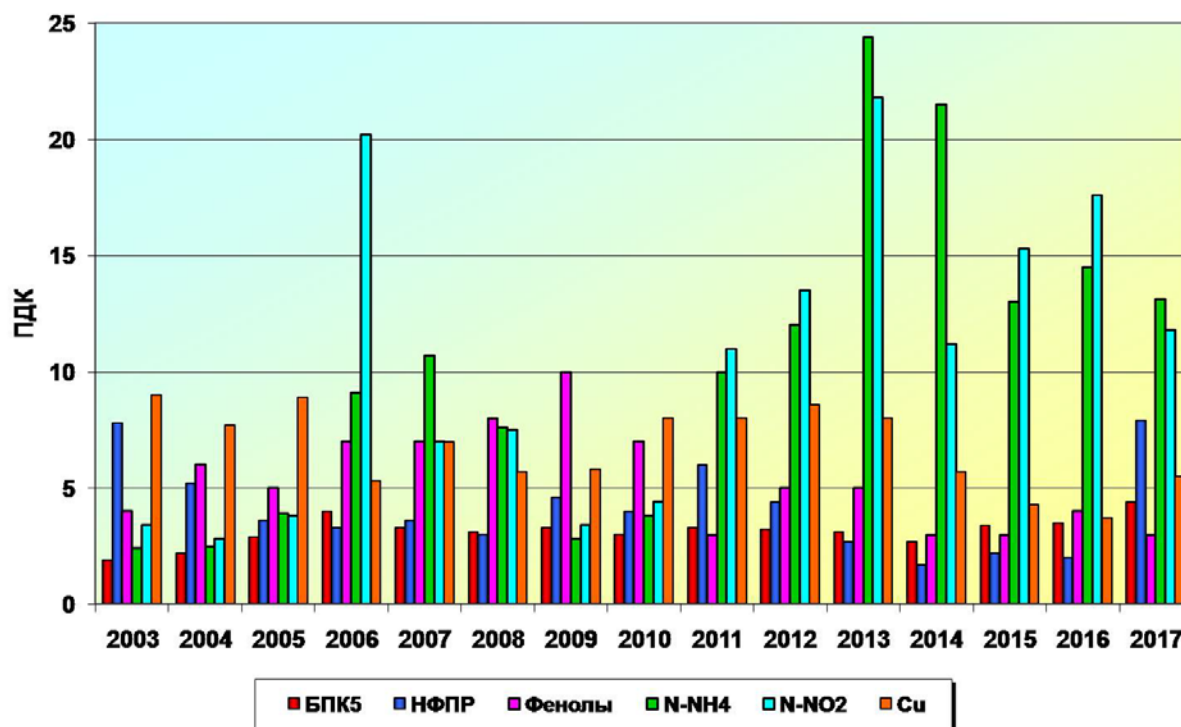


Рис. 3.33. Динамика среднегодового содержания загрязняющих веществ в воде р. Москва, г. Москва выше Бесединского моста МКАД

В многолетнем плане река Клязьма на территории Московской и Владимирской областей оценивается как «грязная». После реконструкции Щелковских очистных сооружений намечилось улучшение качества воды р. Клязьма ниже г. Щелково от уровня «экстремально грязная» в 2013-2014 гг. до уровня «грязная» в 2016-2017 гг. По течению реки на территории Московской области под влиянием загрязненных сточных вод гг. Павловский Посад и Орехово-Зуево средний уровень загрязненности воды реки легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅), аммонийным и нитритным азотом возрастает от 1 до 4 ПДК. Загрязненность воды нитритным азотом и легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) на участке реки ниже г. Орехово-Зуево приобрела хронический характер и характеризуется как критическая, максимальные концентрации приближаются к критериям ВЗ.

Наиболее загрязненными притоками не только р. Клязьма, но и бассейна р. Ока, являются р. Воймега в Московской области, качество воды которой ухудшилось от «грязной» в 2009-2012 гг. до «экстремально грязной» в 2013-2017 гг., а также р. Ундопка во Владимирской области, характеризующейся в 2016-2017 гг. как «экстремально грязная». Критические загрязняющие вещества воды рр. Воймега и Ундопка – аммонийный азот, органические

вещества (по ХПК и БПК₅), соединения железа - в течение года неоднократно превышали уровень ВЗ, и, кроме того, неоднократно отмечались случаи дефицита растворенного в воде кислорода (2,10-3,03 мг/л и 2,24-2,57 мг/л соответственно).

Бассейн р. Кама, отличающийся высокой водностью большинства входящих в него водных объектов, характеризуется наличием нередко существенных различий современного состояния загрязненности поверхностных вод и изменения их качества в многолетнем плане.

Водные объекты бассейна постоянно испытывают отрицательное воздействие со стороны сточных вод многих секторов промышленности, муниципальных образований таких крупных городов как гг. Березники, Соликамск, Добрянка, Пермь, Краснокамск, Чайковский, Красновишерск, Кудымкар и др.

Вода р. Кама, каскада её водохранилищ и большинства притоков из года в год характеризуется повышенным содержанием соединений марганца, меди, железа и органических веществ (по ХПК), по которым в целом для бассейна р. Кама повторяемость случаев превышения ПДК достигала 92, 86, 76 и 75%, а среднегодовые концентрации превышали ПДК в 8, 3, 4, и 2 раза соответственно. Случаи высокого загрязнения соединениями металлов на речных участках воды р. Кама, Воткинском и Нижнекамском водохранилищах в 2017 г. не зарегистрированы. Лишь в единичной пробе воды Камского водохранилища в апреле при высокой водности в створе в черте г. Добрянка была зафиксирована концентрация соединений марганца на уровне высокого загрязнения (37 ПДК).

Характерное для р. Кама, её водохранилищ и большинства притоков повышенное содержание в воде соединений марганца и железа, как правило, определяется влиянием природных факторов формирования их химического состава.

Степень загрязненности воды р. Кама, её водохранилищ и притоков в многолетнем плане существенно не изменялась, и в 2017 г. вода оценивалась, как и в предыдущие годы, за редким исключением как «загрязненная».

В 2017 г. загрязненность воды Нижнекамского водохранилища в районе д. Андреевка соединениями марганца, железа, никеля и нитритным азотом снизилась, что обусловило улучшение класса качества воды с «грязной» в 2016 г. на «загрязненную» в 2017 г. (рис. 3.34).

В р. Кама и её водохранилищах содержание в воде соединений железа на речных участках в районе р.п. Гайны в 2017 г. сохранилось наиболее высоким. Среди притоков р. Кама и её водохранилищ (без бассейна р. Белая) количество створов, вода в которых оценивалась как «грязная», возросло до 28%. В 2017 г., как и в предыдущие годы, реки (их участки или отдельные створы): Косьва, Чусовая, Северушка, Ревда, Иж и Мензеля оценивались как наиболее загрязненные.

Река Косьва в створе 0,3 км ниже г. Губаха, как и предыдущие годы, подвержена влиянию самоизлива шахтных вод закрытых шахт Кизеловского угольного бассейна. В январе, феврале и сентябре в реке было зафиксировано три случая экстремально высокого загрязнения в диапазоне 64-135 ПДК и в октябре один случай высокого загрязнения воды соединениями железа на уровне 32 ПДК; в октябре и ноябре были зарегистрированы 2 случая высокого загрязнения воды соединениями цинка (13 и 11 ПДК). С января по март и в сентябре в р. Косьва ниже г. Губаха наблюдалось повышенное содержание в воде взвешенных веществ до 8,20-22,0 мг/л. В течение 2017 г. загрязненность воды р. Косьва на участке ниже г. Губаха соединениями азота и фтором не отмечалась. Практически не изменилась степень загрязненности воды реки фенолами, концентрации которых в воде превышали ПДК в среднем в 3 раза при максимальной концентрации 13 ПДК.

Река Чусовая на протяжении многих лет формирует свой химический состав под воздействием сточных вод предприятий Первоуральско - Ревдинского промузла, жилищно-коммунального хозяйства, муниципальных образований гг. Полевской, Дегтярск и Первоуральск, р.п. Староуткинск.

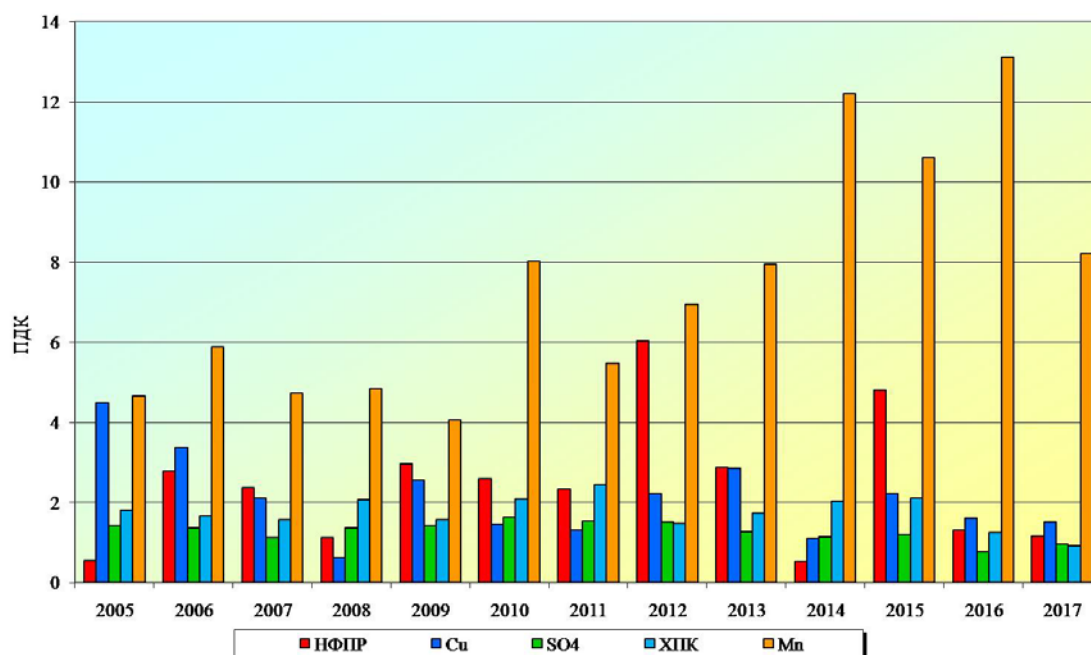


Рис. 3.34. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Нижнекамского водохранилища в районе д. Андреевка в многолетнем плане

Река Чусовая, являясь крупным левобережным притоком Камского водохранилища, ежегодно из года в год наиболее загрязнена на участке ниже г. Первоуральск. В 2017 г. в створе 1,7 км ниже г. Первоуральск к характерным загрязняющим веществам воды р. Чусовая одновременно относились 10 ингредиентов и показателей качества воды: соединения шестивалентного хрома, железа, меди, марганца и цинка, повторяемость случаев загрязненности воды которыми варьировалась от 67 до 100%. Характерными загрязняющими веществами в этом створе являлись также аммонийный азот, сульфаты, нефтепродукты и органические вещества (по БПК₅ и ХПК), превышение ПДК которыми отмечалось в 50-60% проб (рис. 3.35).

Существенных изменений загрязненности воды р. Чусовая в створе 1,7 км ниже г. Первоуральск в 2017 г. по сравнению с предыдущим годом не произошло. Несколько снизился уровень загрязненности воды соединениями меди, железа, марганца и фенолами, повысился – соединениями шестивалентного хрома, цинка. В зимний период в створах 1,7 км и 17 км ниже г. Первоуральск в р. Чусовая были зарегистрированы единичные концентрации в воде соединений марганца на уровне высокого загрязнения 32 и 34 ПДК соответственно. В разные гидрологические периоды в воде фиксировалось высокое содержание взвешенных веществ в диапазоне 8,80-31,0 мг/л.

В многолетнем плане резких колебаний степени загрязненности воды не наблюдалось. В 2017 г., как и предшествующий многолетний период, вода р. Чусовая на участке 1,7 - 17 км ниже г. Первоуральск оценивалась как «грязная».

Транзит загрязнений, поступающих в р. Чусовая в районе Первоуральско - Ревдинского промузла, проявляется и ниже по течению в районе р.п. Староуткинский. В 2017 г. на участке реки - 0,1 км выше - 2,2 км ниже р.п. Староуткинский - отмечалось некоторое повышение загрязненности воды соединениями цинка и шестивалентного хрома, взвешенных веществ. Вода р. Чусовая в этих створах характеризовалась как «грязная», ниже по течению вплоть до устья - как «загрязненная».

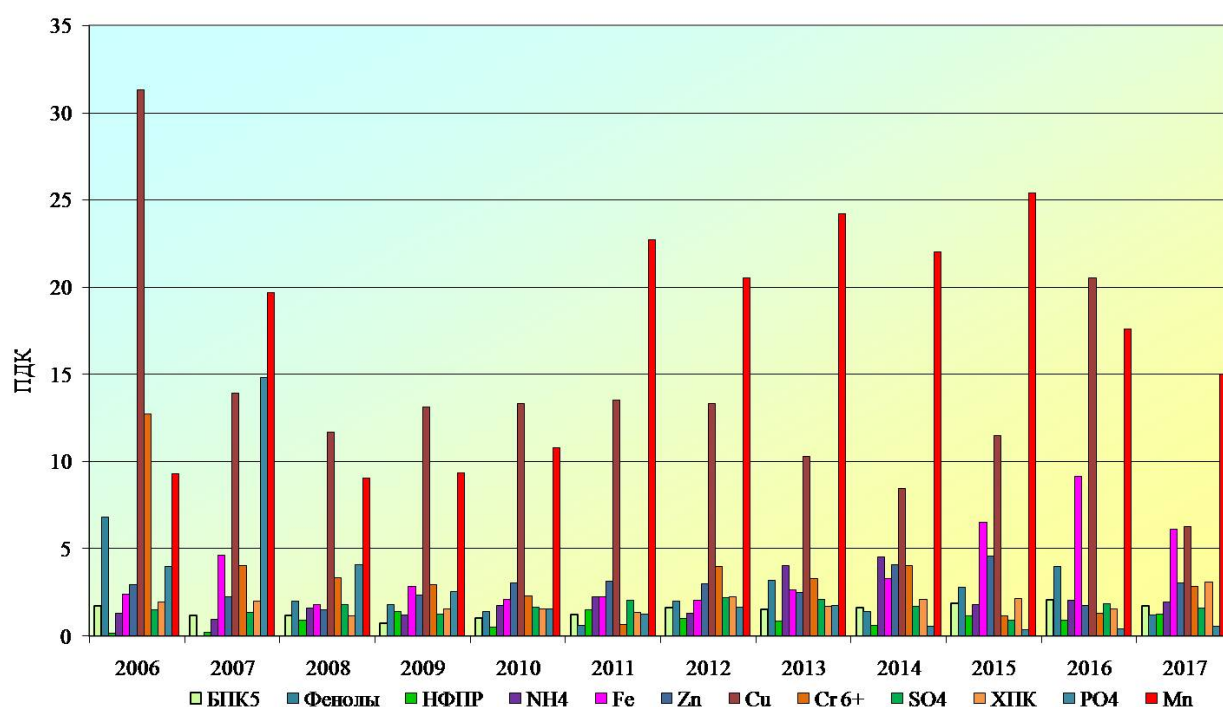


Рис. 3.35. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Чусовая, 1,7 км ниже г. Первоуральск в многолетнем плане

Бассейн р. Белая является крупнейшей составляющей бассейна р. Кама, оказывающей влияние на её поверхностные воды лишь в приустьевой части, ниже впадения р. Белая в Нижнекамское водохранилище. Качество воды р. Белая и её притоков формируется в своеобразных природных условиях под влиянием сточных вод предприятий топливно-энергетического, нефтеперерабатывающего, нефтехимического и нефтеметаллообработывающего и машиностроительного комплексов, жилищно-коммунального хозяйства.

Река Белая в среднем и нижнем течениях отличается повышенным содержанием в воде сульфатов и хлоридов, минерализацией воды, что обусловлено влиянием как природных, так и антропогенных факторов формирования качества воды реки. К характерным загрязняющим р. Белая веществам относятся соединения марганца, меди, железа, органические вещества (по ХПК), нефтепродукты и фенолы, повторяемость превышения ПДК которыми в 2017 г. изменилась относительно предшествующего многолетнего периода незначительно и составила 100, 83, 63, 73, 46 и 43% соответственно. По сравнению с предыдущим годом, в 2017 г. количество случаев загрязненности воды р. Белая соединениями никеля уменьшилось до единичных случаев.

В 2017 г. на значительном по протяженности участке реки г. Мелеуз - г. Салават - г. Стерлитамак возросла загрязненность воды р. Белая нефтепродуктами, максимальные концентрации которых достигали 6-19 ПДК, среднегодовые – 3-8 ПДК. На этом же участке наблюдалось увеличение загрязненности воды р. Белая соединениями марганца в среднем до 10-15 ПДК; в других створах загрязненность воды данным ингредиентом сохранилась, как и в предыдущем году, повышенной.

В единичных пробах воды р. Белая на участке р.п. Прибельский - фоновый створ выше г. Уфа отмечалась загрязненность нитратным азотом до 2 ПДК.

Наибольшую антропогенную нагрузку р. Белая из года в год испытывает ниже г. Стерлитамак. По 11 из 15 химических веществ в контрольном створе в 2017 г. наблюдалось отклонение их содержания от нормативных требований (рис. 3.36). В 2017 г., как и в предыдущие годы, воды р. Белая на этом участке оценивались как «грязная».

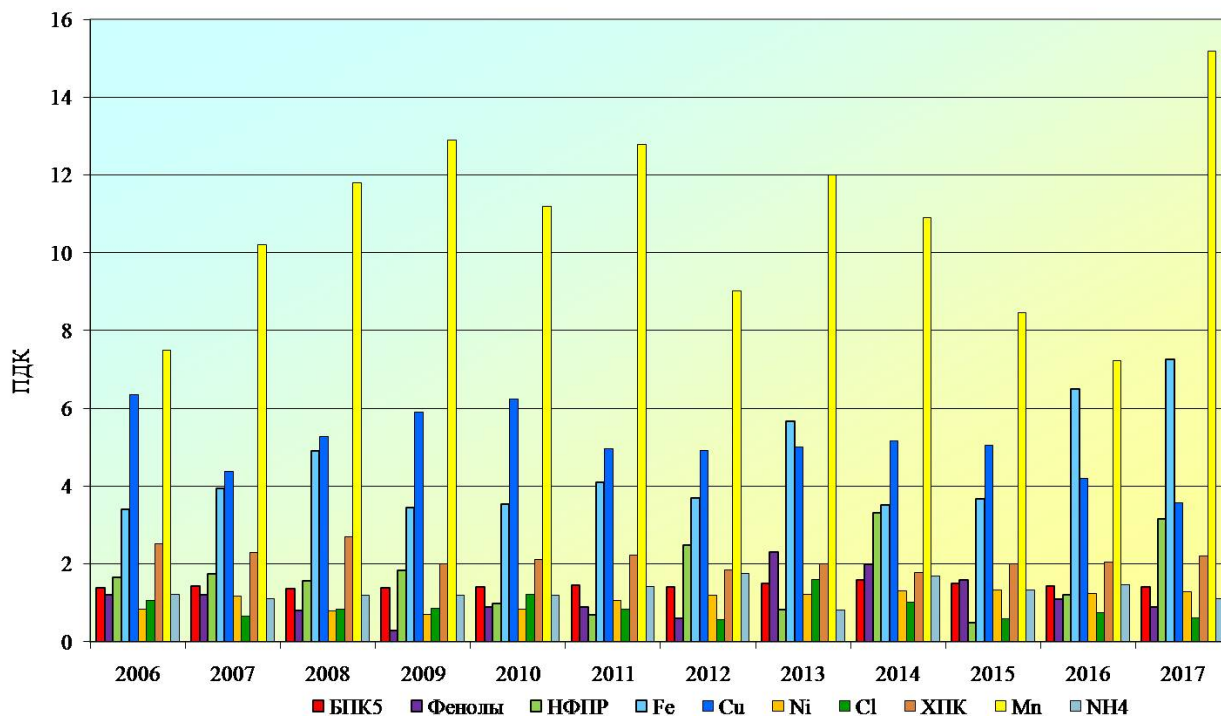


Рис. 3.36. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р. Белая, 10,5 км ниже г. Стерлитамак в многолетнем плане

Притоки р. Белая в большинстве створов характеризовались некоторым снижением загрязненности воды. Почти вдвое снизилось количество створов, вода которых оценивалась как «грязная». В 2017 г. вода большинства притоков р. Белая оценивалась как «загрязненная».

К наиболее характерным загрязняющим веществам воды притоков р. Белая относились соединения марганца, меди, железа и цинка, органические вещества (по ХПК) и нефтепродукты, повторяемость превышений ПДК которыми достигала 94, 81, 73, 50, 66 и 41% соответственно.

Содержание сульфатов, формирующихся в местах влияния на химический состав карстовых явлений, сохранилось повышенным в воде рр. Уршак, Шугуровка, Дема, Чермасан и Быстрый Танып. Среднегодовые концентрации сульфатов в воде этих рек достигали 2 ПДК, в р. Уршак - 5 ПДК, оз. Асли-Куль - 9 ПДК.

В большинстве водных объектов уровень загрязненности воды нефтепродуктами снизился по притокам в среднем до 2 ПДК. Вместе с тем, на ряде рек, таких как рр. Большой Авзян, Большой Нугуш, Ашкадар, Селеук и Нугушское водохранилище, наблюдался рост концентраций в воде нефтепродуктов в среднем до 4-6 ПДК.

В 2017 г. содержание соединений марганца в воде рр. Уршак, Уфалейка, Ай, Шугуровка, Чермасан и Быстрый Танып сохранилось высоким: в среднем на уровне 10-18 ПДК.

Бассейн р. Дон. Качество воды р. Дон в последние 2-5 лет колеблется от «слабо загрязненной» до «грязной». Наиболее загрязнена р. Дон в верхнем течении в створах г. Донской, где в многолетнем плане характеризуется как «грязная». Основными источниками загрязнения являются сточные воды: выше г. Донской - ООО «Новомосковский городской водоканал»; ниже г. Донской - ООО «Коммунальные ресурсы Дон», ООО «Новомосковский городской водоканал» и др. В 2017 г. в обоих створах города наблюдалось снижение среднегодового содержания в воде аммонийного азота в 2-2,5 раза - до 4-х и 2-х ПДК и увеличение содержания органических веществ (по БПК₅) в створе выше города до 4-х и 14 ПДК соответственно. Содержание органических веществ (по ХПК), фенолов, нитритного азота, соединений меди, фосфатов, сульфатов мало изменилось и в среднем не превышало 2-3 ПДК. В обоих створах города фиксировался дефицит растворенного в воде кислорода до 2,22 и 3,28 мг/л соответственно. Критический уровень загрязненности воды в створах г. Донской достигался аммонийным азотом и органическими веществами (по БПК₅) выше города; органических веществ (по БПК₅) - ниже города; максимальные концентрации этих веществ в воде составляли 10, 14 и 5 ПДК соответственно.

В 2017 г. в воде реки выше г. Донской фиксировались случаи ВЗ аммонийным азотом (10 ПДК), органическими веществами (по БПК₅) (14 и 8,5 ПДК); ниже г. Донской - нитритным азотом (12 ПДК) и органическими веществами (по БПК₅) (5 ПДК), обусловленные сбросом сточных вод ООО «Новомосковский городской водоканал» и ООО «Коммунальные ресурсы Дон». Качество воды в створе ниже г. Донской характеризовалось как «грязная».

В большинстве остальных створов верхнего течения р. Дон (г. Данков - с. Новая Калитва) вода характеризовалась как «загрязненная». По-прежнему, «слабо загрязненной» оценивалась вода реки выше и в черте г. Данков; выше г. Лебедянь; в створах г. Задонск. В среднем течении р. Дон на участке станица Казанская - г. Калач-на-Дону в 2017 г. количество загрязняющих веществ увеличилось с 6 до 7 из 13, используемых в оценке

качества воды. Среднегодовые концентрации характерных загрязняющих веществ - органических веществ (по БПК₅), сульфатов, соединений железа, меди и нитритного азота (станция Казанская) колебались в пределах 1-3 ПДК.

В 2017 г. по сравнению с 2016 г. вода Цимлянского водохранилища по качеству практически не изменилась и оценивалась в большинстве створов как «загрязненная».

В нижнем течении р. Дон на участке г. Ростов-на-Дону - г. Азов во всех наблюдаемых створах содержание в воде соединений меди возросло в 2-5 раз в среднем до 3-5 ПДК; увеличилась повторяемость случаев превышения ПДК с 27-64% до 71-91%; максимальные концентрации достигали 7-8 ПДК. В 2017 г. вода во всех створах на этом участке оценивалась как «грязная» (в 2016 г. - «загрязненная» и «грязная»).

В 2017 г. наметилась тенденция снижения содержания сульфатов и величины минерализации воды р. Дон ниже г. Ростов-на-Дону. Содержание сульфатов и величина минерализации ниже г. Волгодонск стабилизировались на уровне 2015 г. В воде этих створов содержание органических веществ (по БПК₅ и ХПК) практически не изменилось (рис. 3.37). Наиболее минерализована вода р. Дон в верхнем течении в створах г. Донской (765-806 мг/л) и в нижнем течении реки ниже р.п. Багаевский (1267 мг/л), максимальные величины минерализации в этих пунктах достигали 1130 мг/л и 1390 мг/л соответственно. Наименее минерализована вода р. Дон у г. Воронеж: величина минерализации не превышала в среднем 456 мг/л.

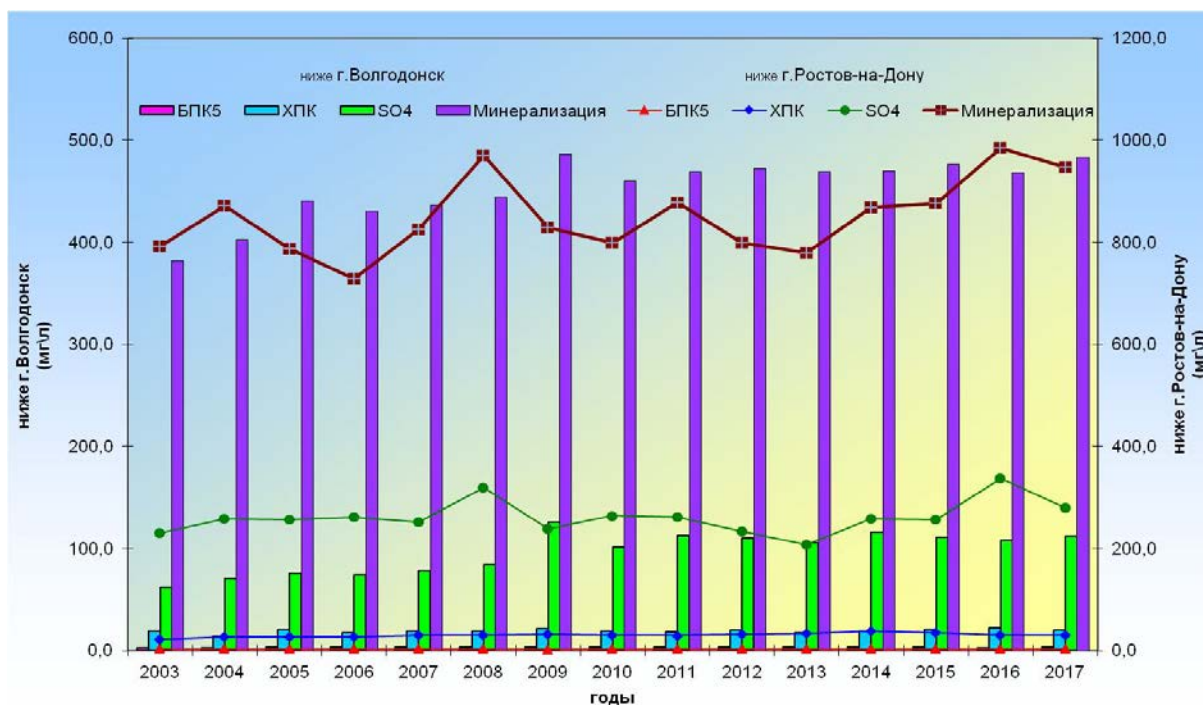


Рис. 3.37. Динамика среднегодовых концентраций отдельных характерных загрязняющих веществ в воде р. Дон ниже г. Волгодонск и ниже г. Ростов-на-Дону

Характерными загрязняющими веществами воды устьевое участка р. Дон в 2017 г. являлись органические вещества (по БПК₅ и ХПК), сульфаты, нитритный азот, соединения меди, в большинстве створов - нефтепродукты, в отдельных створах - соединения цинка, среднегодовые концентрации которых колебались в пределах 1-3 ПДК, соединения меди (3-5 ПДК).

Существенное негативное влияние на качество воды р. Дон оказывает р. Северский Донец, берущая начало в Белгородской области, протекающая по территории Украины и впадающая в р. Дон на территории Ростовской области. Наиболее загрязнен в многолетнем плане участок реки в трансграничном пункте х. Поповка, где вода характеризуется как «грязная».

Качество воды в верхнем течении на территории Белгородской области у с. Беломестное на протяжении последних пяти лет характеризуется как «загрязненная». В 2017 г. качество воды Белгородского водохранилища ухудшилось от уровня «загрязненная» до «грязная» в результате роста содержания в воде нитритного азота в среднем до 6 и 3 ПДК; максимальные концентрации достигали уровня ВЗ - 24 и 15 ПДК. В створе 6 км ниже г. Белгород были зарегистрированы 4 случая ВЗ нитритным азотом - 11-24 ПДК, причиной которых являлся сброс сточных вод МУП «Горводоканал».

Вода р. Северский Донец на территории Ростовской области в течение последних 9-12 лет стабильно характеризуется как «грязная» во всех створах на всем протяжении до устья.

В 2017 г. для р. Северский Донец была характерна загрязненность воды в верховье (с. Беломестное) - соединениями меди; в Белгородском водохранилище - соединениями меди, органическими веществами (по БПК₅ и ХПК), нитритным азотом и сульфатами; в нижнем течении - органическими веществами (по БПК₅ и ХПК), сульфатами, соединениями магния, железа, нитритным азотом (кроме устья реки); в отдельных створах хлоридами. Среднегодовые концентрации большинства загрязняющих веществ колебались в пределах 1-3 ПДК, за исключением нитритного азота (3-6 ПДК) в воде Белгородского водохранилища и сульфатов (4-5 ПДК) в нижнем течении реки. Повторяемость случаев превышения ПДК составляла 54-100%.

В течение последних 11-13 лет вода притоков верхнего течения р. Северский Донец: рр. Оскол, (контрольные створы г. Старый Оскол), Осколец (ниже г. Губкин и в черте г. Старый Оскол), - и почти всех притоков нижнего течения реки: рр. Большая Каменка, Глубокая, Калитва, Быстрая, Кундрючья, - характеризуется как «грязная». В течение последних двух лет качество воды в контрольном створе г. Миллерово (р. Глубокая) оценивалось как «грязная», ранее - как «экстремально грязная». Достигался критический уровень загрязненности воды р. Оскол нитритным и аммонийным азотом в контрольных створах г. Старый Оскол; нитритным азотом - р. Осколец ниже г. Губкин и в черте г. Старый Оскол (Белгородская область); сульфатами - во всех притоках, протекающих по территории Ростовской области. В 2017 г. было отмечено снижение среднегодового содержания фенолов и нитритного азота до 2 и 2,5 ПДК в устье р. Большая Каменка; нитритного азота - до 1 ПДК в р. Калитва (г. Белая Калитва); сульфатов - до 5-8 ПДК в р. Кундрючья; фенолов - до величин ниже ПДК в устье р. Кундрючья.

В 2017 г. были зарегистрированы случаи высокого загрязнения воды нитритным (16 ПДК, 30 ПДК и 10-11 ПДК) и аммонийным азотом (10 ПДК и 10,5 ПДК) - р. Оскол в контрольных створах г. Старый Оскол; нитритным азотом 11-16 ПДК - р. Осколец ниже г. Губкин; 34 ПДК - р. Болховец в черте г. Белгород. Причиной случаев ВЗ являлся сброс сточных вод МУП «Водоканал» г. Старый Оскол, МУП Губкинский «Водоканал», ОАО Лебединский ГОК и поступление вод из системы ливневой канализации.

Бассейн Кубани. В 2017 г. качество воды реки в большинстве створов мало изменилось и оценивалось как «загрязненная», за исключением контрольных створов г. Краснодар, где качество воды снизилось до уровня «грязная» в результате увеличения количества загрязняющих веществ от 6 до 9-10 (рис. 3.38).



Рис 3.38. Динамика качества воды р. Кубань, г. Краснодар в многолетнем плане

В 2017 г. в воде р. Кубань наблюдалось снижение содержания соединений меди в створах г. Невинномысск до 1-2 ПДК; выше г. Армавир и ниже г. Кропоткин - до 2 ПДК; увеличение - соединений железа ниже ст. Ладожская - до 3 ПДК. В 2017 г. характерными загрязняющими веществами воды р. Кубань в верхнем и среднем течениях реки являлись органические вещества (по ХПК) и соединения железа; в большинстве створов к ним добавлялись легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), соединения меди, на участке ниже г. Невинномысск - ст. Ладожская - сульфаты, ниже г. Краснодар - нитритный азот. Среднегодовые концентрации большинства указанных веществ колебались в пределах 1-4 ПДК, максимальные - 2-9 ПДК, соединений меди - 5-20 ПДК.

Как и в предыдущие годы, в 2017 г. вода устьевоего участка реки (х. Тиховский - г. Темрюк), загрязнена нефтепродуктами и органическими веществами (по ХПК) на уровне 1-2 ПДК, к ним добавились соединения меди, среднегодовые концентрации которых составили 1-1,5 ПДК, максимальные не превышали 2-3 ПДК. Отмечалось в воде незначительное устойчивое нарушение норматива сульфатами.

В 2017 г. вода большинства притоков р. Кубань оценивалась как «загрязненная», за исключением рр. Белая (выше г. Майкоп) и Пшиш (выше г. Хадыженск), качество вод, которых характеризовалось как «слабо загрязненная». Незначительное улучшение качества воды отмечалось в реках: Большой Зеленчук (г. Невинномысск), Белая (выше г. Майкоп), Пшиш (выше г. Хадыженск) и Адагум (выше и ниже г. Крымск); незначительное ухудшение - в реках: Белая (п. Гузерипль), Пшеха (выше и ниже г. Апшеронск) и Псекупс (выше и ниже г. Горячий Ключ). В 2017 г. характерными загрязняющими веществами притоков р. Кубань сохранились соединения железа и меди в среднем на уровне 1,5-4 ПДК, в отдельных створах к ним добавлялись легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅).

Реки Крыма в подавляющем большинстве оцениваются хорошим качеством воды.

Реки, впадающие в Черное море. В 2017 г., по сравнению с 2016 г., качество воды большинства рек Крыма, впадающих в Черное море, улучшилось: от уровня «слабо загрязненная» до «условно чистая» вода р. Кача, 0,5 км выше с. Баштановка; р. Биюк-Узенбаш в черте с. Счастливое; р. Кучук-Узенбаш в створе 0,5 км ниже с. Многооречье; р. Черная, 2 км ниже с. Хмельницкое; от уровня «загрязненная» до «слабо загрязненная» – р. Таракташ, 0,25 км ниже пгт. Судак.

Вместе с тем, качество воды р. Демерджи в черте г. Алушта и р. Альма в черте пгт. Почтовое ухудшилось от уровня «слабо загрязненная» до «загрязненная», что обусловлено увеличением в воде данных рек максимального содержания легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) до 1,5-2,1 ПДК; трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) – до 1,2-1,3 ПДК, а также увеличением в воде р. Демерджи содержания минерального азота: аммонийного – до 1,4 ПДК; нитритного – до 2,7 ПДК.

Характерными загрязняющими веществами воды р. Альма в черте пгт. Почтовое; р. Бельбек, 0,5 км выше с. Фруктовое; р. Улу-Узень, 0,2 км СВ от с. Солнечногорское являются соединения железа, среднегодовые концентрации которых составляли 2,5 ПДК, максимальные – 8 ПДК; в отдельных створах к ним добавлялись соединения меди, хрома; кальций, нитритный азот, органические вещества (по БПК₅ и ХПК).

Вода водохранилища Счастливое оценивалась наиболее высоким качеством как «условно чистая»; Партизанского и Чернореченского водохранилищ – как «слабо загрязненная». Среднегодовые концентрации в воде загрязняющих веществ не превышали 1 ПДК, максимальные – колебались в пределах 2-2,5 ПДК. Для этих водохранилищ характерно повышенное содержание в воде легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) до 1,5 ПДК. Повторяемость случаев превышения ПДК для большинства химических веществ находилась в пределах 25-75%.

Реки, впадающие в Азовское море. В течение 2015-2017 гг. вода р. Салгир в створах пгт. ГРЭС и р. Малый Салгир в черте г. Симферополь стабильно характеризуется «загрязненной». Качество воды р. Малый Салгир выше г. Симферополь улучшилось от уровня «загрязненной» до «слабо загрязненной», р. Биюк-Карасу (г. Белогорск) – от «слабо загрязненной» до «условно чистой». В 2017 г. качество воды р. Салгир в верхнем течении у с. Пионерское не изменилось и определялось как «слабо загрязненная» вода. В воде всех рек Крыма Азовского побережья наблюдалось уменьшение содержания соединений меди до величин, не превышающих, либо незначительно превышающих ПДК; повторяемость случаев превышения ПДК соединений железа снизилась от 42-58 до 8-33%, среднегодовые концентрации которых были в пределах ПДК. Концентрация нитритного азота в воде р. Салгир в створах пгт. ГРЭС и у с. Двуречье, в среднем, увеличилась до 1,5-2 ПДК.

Характерной для большинства рек Крыма, впадающих в Азовское море, сохранилась загрязненность воды органическими веществами (по ХПК), среднегодовая концентрация которых была в пределах 1-2 ПДК, максимальная – не превышала 1-3 ПДК. Был удовлетворительным режим растворенного в воде кислорода, наименьшее содержание которого (5,94 и 5,28 мг/л) фиксировалось в летнюю межень в воде р. Малый Салгир в створах г. Симферополь. В 2017 г. минерализация воды рек варьировалась от 288-618 до 420-737 мг/л (в 2016 г. – от 297-618 до 472-936 мг/л). По-прежнему менее минерализованной осталась вода р. Биюк-Карасу; более минерализована устьевая часть р. Салгир (с. Двуречье). В р. Салгир (с. Пионерское, с. Двуречье) и р. Малый Салгир (выше г. Симферополь) регистрировались хлорорганические пестициды.

Вода Аянского, Симферопольского и Феодосийского водохранилищ на протяжении 2015-2016 гг. стабильно характеризовалась как «слабо загрязненная». В 2017 г. в воде водохранилищ (как и в реках) наблюдалось снижение содержания соединений меди до величин, не превышающих ПДК, либо незначительно превышающих ПДК в единичных пробах. Среднегодовые концентрации определяемых ингредиентов были ниже ПДК, соединений железа достигали 1 ПДК. В воде водохранилищ регистрировались хлорорганические пестициды.

Бассейн р. Обь. В 2017 г. на участке с. Фоминское – г. Камень-на-Оби (Алтайский край) качество воды мало изменилось, в фоновом створе г. Барнаул и в районе г. Камень-на-Оби вода оценивалась как «загрязненная»; вода незначительно улучшилась в контрольном створе ниже г. Барнаул от «грязной» до «загрязненной». Ухудшение качества воды от «слабо загрязненной» (в 2016 г.) до «загрязненной» было зафиксировано в районе с. Фоминское. Характерными загрязняющими веществами для этого участка реки являлись нефтепродукты и соединения железа, в отдельных створах к ним добавлялись легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), фенолы и нитритный азот.

По сравнению с 2016 г. качество воды Новосибирского водохранилища и р. Обь в районе г. Новосибирск улучшилось от уровня «грязная» до «загрязненная». Характерными загрязняющими веществами являлись фенолы, нефтепродукты, соединения меди и марганца, в отдельных створах к ним добавлялись легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), соединения алюминия, железа, цинка, реже аммонийный азот и соединения магния.

Вода р. Обь в районе с. Александровское и в нижнем течении от г. Нижневартовск до г. Салехард в большинстве створов характеризовалась как «грязная» (рис. 3.39). Критического уровня загрязненности воды достигали соединения железа, в отдельных створах – цинка, марганца; в фоновом и контрольном створах р. Обь, г. Салехард – легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅). В районе пгт. Октябрьское наблюдался глубокий дефицит растворенного в воде кислорода, минимальное содержание которого снижалось до уровня 0,93 мг/л.

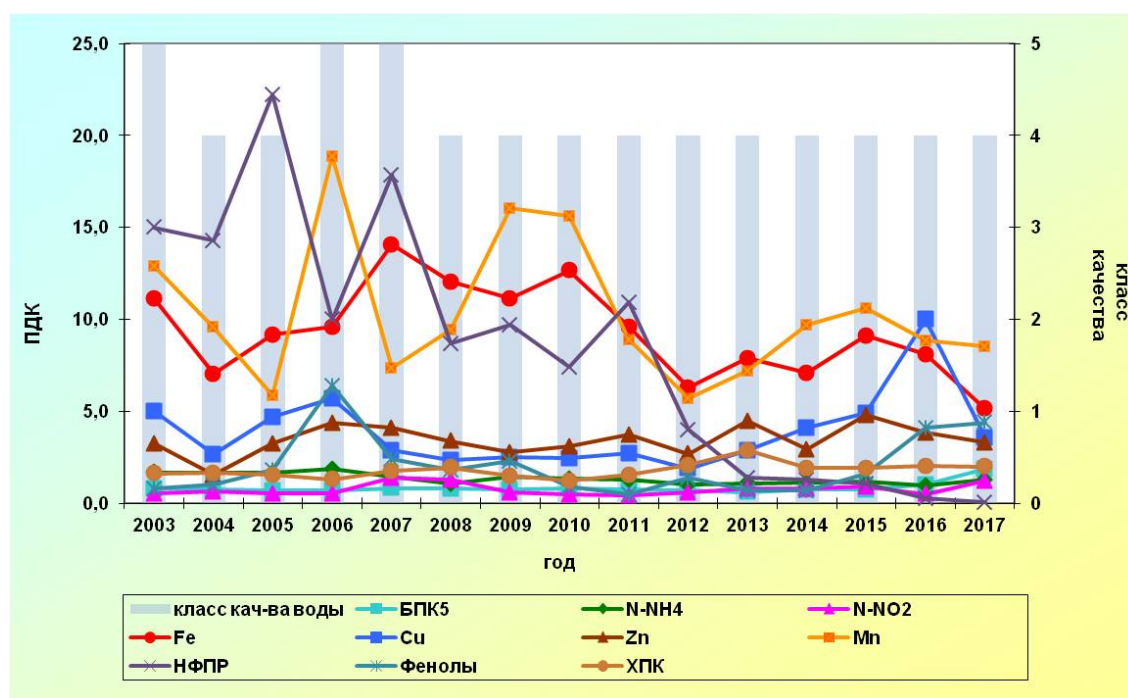


Рис. 3.39. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Обь ниже г. Салехард в многолетнем плане

Вода р. Полуй, притока Оби в нижнем течении, на протяжении многих лет характеризовалась низким качеством, оцениваемым в 2017 г. как «грязная». Характерными загрязняющими веществами для всех створов реки являлись легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), аммонийный азот, фенолы, соединения железа, меди, цинка и марганца, повторяемость превышения ПДК которыми составляла 58-92%. Соединения железа достигали критического уровня загрязненности воды в створе, расположенном в 13 км выше г/поста на р. Обь, соединения железа и марганца - в 6 км выше г/поста на р. Обь.

Как и в предыдущие годы, в 2017 г. малые реки, протекающие в районе г. Новосибирск, характеризовались высоким уровнем загрязненности. Вода рр. Тула, Нижняя Ельцовка, Ельцовка I, Ельцовка II, Камышенка, Каменка и Плющиха оценивалась как «грязная» (рис. 3.40). Критического уровня загрязнения во всех реках достигали соединения марганца, в отдельных реках - нефтепродукты, аммонийный азот, соединения цинка и меди.

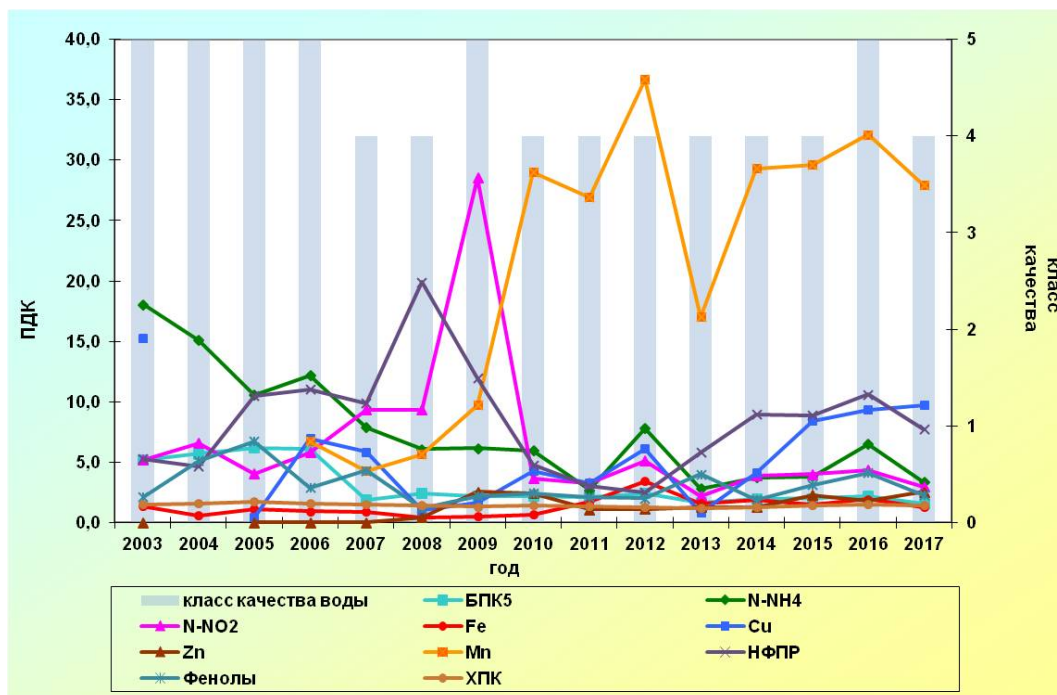


Рис. 3.40. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Каменка в многолетнем плане

Бассейн р. Иртыш. В 2017 г. качество воды р. Иртыш (с. Татарка) на границе России с Казахстаном улучшилось, вода характеризовалась как «слабо загрязненная» (в 2016 г. как «загрязненная»). На территории Омской области

качество воды реки сохранилось на уровне предыдущего года, вода оценивалась как «загрязненная», только в отдельных створах качество воды изменилось от «загрязненной» до «слабо загрязненной».

На участке г. Тобольск – г. Ханты-Мансийск вода улучшилась от «грязной» до «загрязненной»; у с. Уват и п. Горноправдинск по-прежнему характеризовалась как «грязная». Характерными загрязняющими веществами воды р. Иртыш на территории Омской области для всех створов являлись соединения меди, в отдельных створах к ним добавлялись соединения марганца и органические вещества (по ХПК).

В многолетнем плане вода р. Исеть оценивается низким качеством и характеризуется как «грязная» и «экстремально грязная». Для обоих створов (7 и 19,1 км ниже г. Екатеринбург соответственно) критическими загрязняющими веществами являлись легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅), нитритный и аммонийный азот, соединения фосфора и марганца; в створе 7 км ниже г. Екатеринбург добавлялись органические вещества (по ХПК) (рис. 3.41).

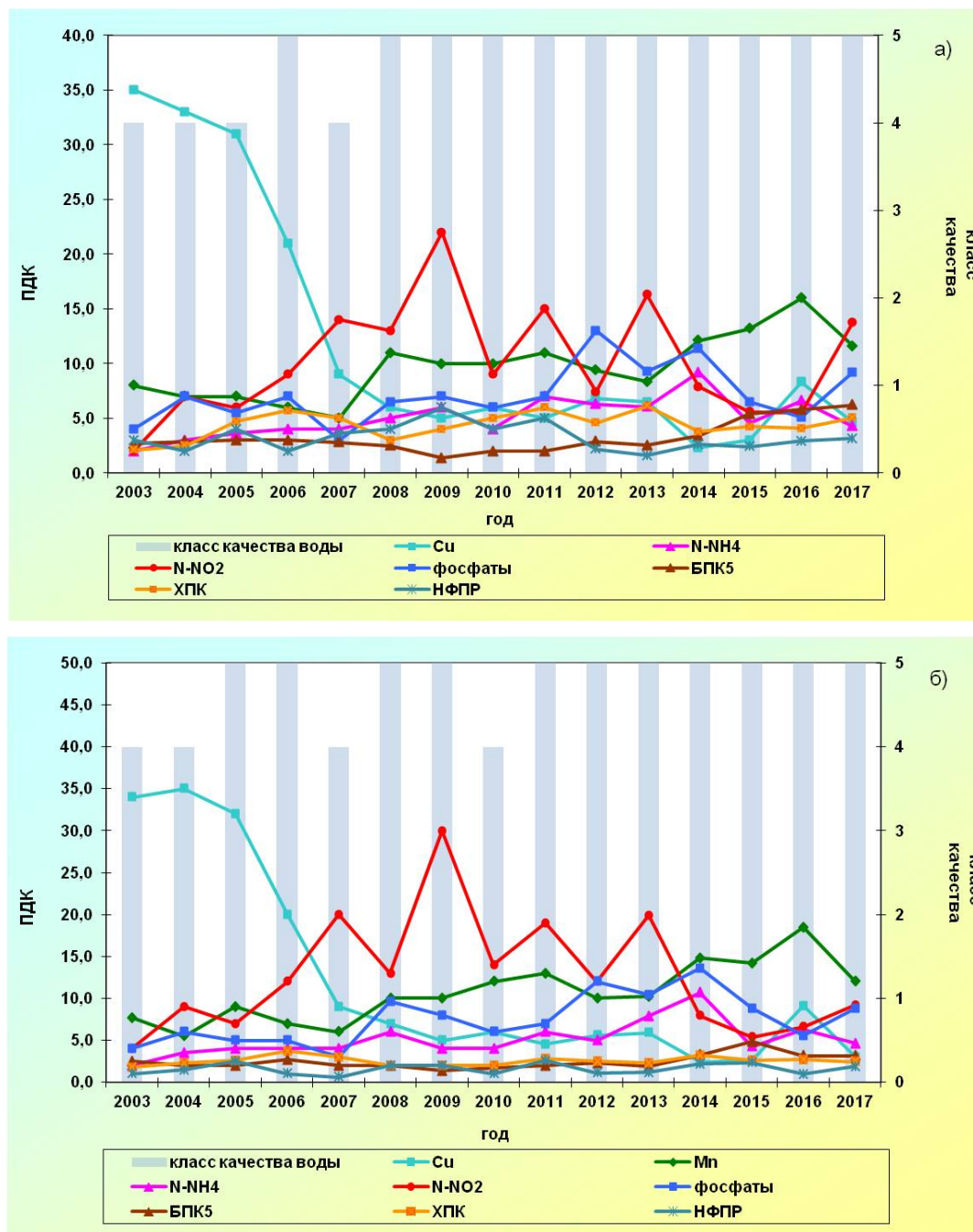


Рис. 3.41. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и класса качества воды р. Исеть
а) 7 км ниже г. Екатеринбург, б) 19,1 км ниже г. Екатеринбург в многолетнем плане

В 2017 г. вода р. Миасс в большинстве створов оценивалась низким качеством – «грязная». Нитритный азот и фосфаты являлись критическими показателями загрязненности воды реки.

Как и в предыдущие годы, в 2017 г. вода р. Пышма в створах выше и ниже г. Березовский стабильно характеризовалась как «экстремально грязная». В остальных пунктах: г. Заречный, р.п. Белоярский, г. Сухой Лог, г. Камышлов и г. Талица, – вода р. Пышма оценивалась как «грязная». Основными загрязняющими веществами в

створах г. Березовский являлись соединения никеля, фосфора, цинка и марганца, аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по БПК₅).

Бассейн р. Енисей. В 2017 г. вода реки Енисей на территории Красноярского края, Республик Тыва и Хакасия в большинстве створов характеризовалась как «загрязненная»; произошло ухудшение качества воды реки в контрольном створе г. Саяногорск и в районе пгт. Черемушки до уровня «загрязненная», в районе г. Абакан вода реки оценивалась как «слабо загрязненная». Вода р. Енисей в контрольном створе г. Дивногорск и в районе г. Игарка улучшилась до уровня «загрязненная».

В 2017 г. вода большинства притоков р. Енисей характеризовалась как «загрязненная». Вода рр. Ирба, Кача, Нижняя Тунгуска и оз. Шира оценивалась как «грязная». Критического уровня загрязненности воды отдельных рек достигали соединения цинка (р. Нижняя Тунгуска), алюминия (р. Ирба), хлориды, сульфаты и органические вещества (по ХПК) (оз. Шира).

Вода Братского и Усть-Илимского водохранилищ в многолетнем плане оценивается хорошим качеством, уровень загрязненности воды варьируется в пределах от «условно чистой» до «слабо загрязненной». В 2017 г. в Усть-Илимском водохранилище в фоновом створе с. Усть-Вихорева, контрольных створах п. Суворовский и п. Игирма вода соответствовала качеству «загрязненная».

В 2017 г. вода р. Вихорева в районе г. Вихоревка и у п. Чекановский оценивалась как «загрязненная», в районе с. Кобляково – «грязная». Характерными загрязняющими веществами воды р. Вихорева в районе с. Кобляково являлись органические вещества (по ХПК и БПК₅), аммонийный азот, формальдегид, фенолы, сульфиды и сероводород, превышение ПДК которыми составляло 57-100% (рис. 3.42). Критическими показателями загрязненности воды р. Вихорева в районе с. Кобляково являлись аммонийный азот, сульфиды и сероводород, водорастворимый сульфатный лигнин.

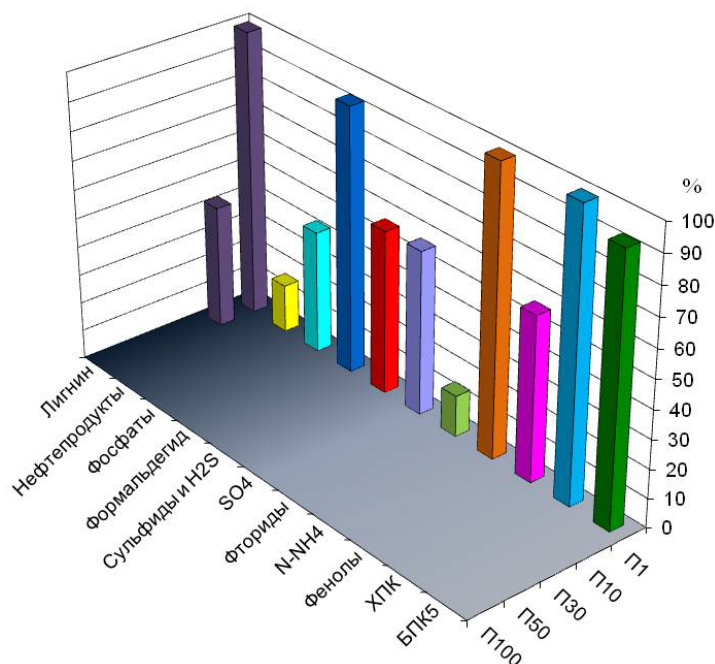


Рис. 3.42. Повторяемость числа случаев превышения ПДК разного уровня загрязняющими веществами в воде р. Вихорева, 7 км ниже с. Кобляково в 2017 г.

Бассейн р. Лена. Характерными загрязняющими веществами р. Лена и бассейна р. Лена на протяжении последних лет являлись органические вещества (по БПК₅ и ХПК), фенолы, в отдельных створах к ним добавлялись соединения железа, меди, цинка, марганца, нефтепродукты и нитритный азот.

Изменение среднегодовых концентраций большинства показателей качества воды стабилизировалось на уровне 1,5-4,0 ПДК; наиболее низкие концентрации (до 1,5 ПДК) характерны для легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅). Сохранилась наметившаяся в 2015-2016 гг. тенденция увеличения в воде среднегодового содержания соединений марганца до 6 ПДК.

В 2017 г., как и в предыдущие годы, вода реки в створе ниже г. Якутск устойчиво характеризуется как «загрязненная» (рис. 3.43).

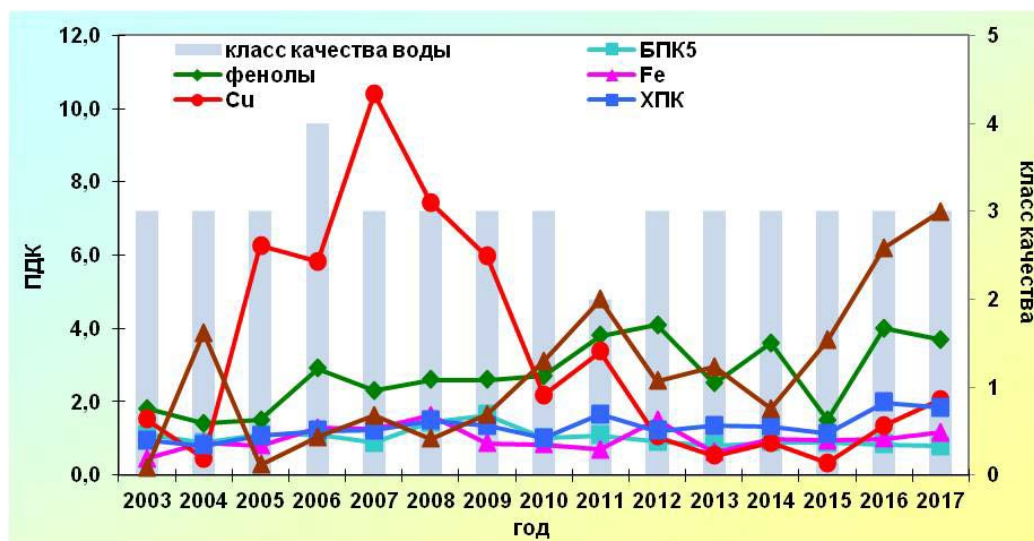


Рис. 3.43. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Лена, г. Якутск в многолетнем плане

Бассейн р. Колыма. В 2017 г. вода бассейна р. Колыма по качеству варьировалась от «загрязненной» до «грязной». Характерными загрязняющими веществами являлись соединения железа, меди, марганца, свинца, в отдельных пунктах контроля – фенолы и нефтепродукты. Превышение среднегодовых концентраций указанных веществ находились в пределах от 1 до 8,5 ПДК.

В 2017 г. в бассейне р. Колыма были зафиксированы три случая высокого уровня загрязнения воды: соединениями марганца – в створах р. Колыма (0,5 км ниже п. Усть-Среднекан) с максимальной концентрацией 31,5 ПДК, р. Оротукан (1,2 км выше п. Оротукан) с максимальной концентрацией 29,5 ПДК; соединениями свинца – в Колымском водохранилище (5 ПДК). Один случай экстремально высокого загрязнения соединениями марганца был зарегистрирован в р. Омчак в створе 0,6 км выше п. Транспортный с максимальной концентрацией 62 ПДК (рис. 3.44).

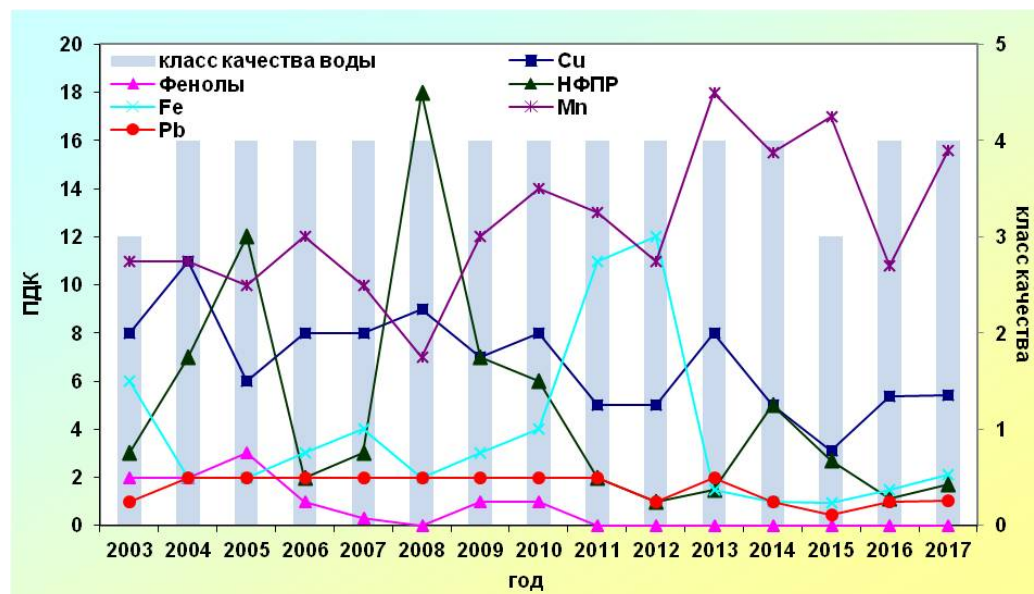


Рис. 3.44. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и качества воды р. Колыма, п. Усть-Среднекан

Реки полуострова Камчатка в 2017 г. характеризовались как «загрязненные», в 3-х створах – как «слабо загрязненные». По основному химическому составу все поверхностные воды Камчатского края характеризуются как «мягкие», маломинерализованные. К характерным загрязняющим веществам воды рек полуострова в 2017 г. относились нефтепродукты и соединения меди, превышение ПДК которыми отмечалось в 98 и 75% проб соответственно. В 39 и 45% проб наблюдалась загрязненность воды соединениями железа и фенолами.

Среднегодовые концентрации нефтепродуктов в воде большинства рек полуострова варьировались от 2 до 18 ПДК, в воде рр. Озерная и Паужетка – достигали уровней высокого загрязнения. В ряде рек, таких как Камчатка, Авача, Корьякская, Пиначевская, Паратунка и др., фиксировалась загрязненность воды фенолами до 5-17 ПДК, в р. Плотникова – до 29 ПДК.

Бассейн р. Амур. Качество поверхностных вод бассейна р. Амур формируется в существенно различающихся по территории бассейна природных условиях. Антропогенная нагрузка, включающая влияние рудоносных и коллекторно-дренажных вод, сточных вод золото- и угледобывающих предприятий, промышленных центров и др., распределена по бассейну неравномерно.

Последнее десятилетие поверхностные воды бассейна характеризовались в большинстве створов как «загрязненные», реже как «грязные».

К наиболее характерным загрязняющим веществам бассейна в 2017 г. относились соединения меди, железа, алюминия, марганца и органические вещества (по ХПК Загрязненность воды соединениями цинка, органическими веществами (по БПК₅) и соединениями азота была характерной для отдельных водных объектов бассейна р. Амур.

В 2017 г., как и в предыдущие годы, на ряде водных объектов регистрировались случаи высокого и экстремально высокого загрязнения воды соединениями алюминия, меди, цинка, железа, что может быть обусловлено не только антропогенным воздействием, но и природными факторами формирования.

Качество воды р. Амур незначительно изменилось в многолетнем плане. В 2017 г вода реки оценивалась почти на всем протяжении как «загрязненная». Многолетние тенденции изменения загрязненности воды р. Амур в районе крупного промышленного центра г. Амурск представлены на рис. 3.45. В 2017 г. загрязненность воды р. Амур аммонийным азотом на этом участке уменьшилась до уровня 1 ПДК, несколько снизился уровень максимальных концентраций в воде соединений марганца, повысилось содержание соединений цинка. Единичные случаи невысокой загрязненности воды р. Амур соединениями свинца и кадмия были зарегистрированы во всех трех створах.

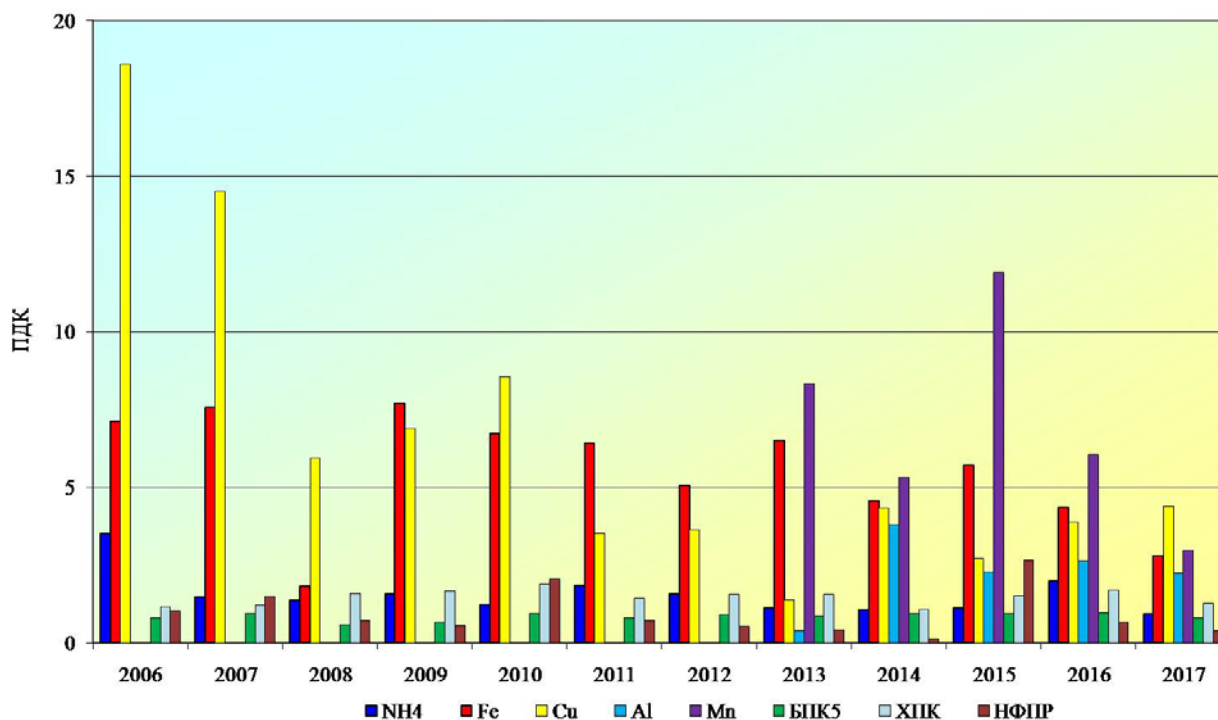


Рис. 3.45. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Амур в пункте г. Амурск

Перечень химических веществ, загрязняющих воду притоков Амура, уровень загрязненности ими и тенденции изменения в многолетнем плане очень различны. В то же время список водных объектов или их участков с весьма высоким уровнем загрязненности сохраняются практически неизменными в течение десятилетий.

Река Чита в Забайкальском крае в створе 0,2 км выше устья, где регулярно осуществляется сброс ненормативно очищенных сточных вод очистных сооружений г. Чита, характеризуется высокой загрязненностью соединениями азота, реже фосфатами. В 2017 г. на этом участке реки в период открытого русла были зарегистрированы 2 случая высокого (до 27 ПДК) и один экстремально высокого (76 ПДК) загрязнения воды нитритным азотом.

Река Березовая в Хабаровском крае на участке ниже с. Федоровка является малым водным объектом, в который сбрасываются сточные воды МУП «Водоканал» г. Хабаровск. В 2017 г. наблюдалось снижение загрязненности воды реки по большинству ингредиентов и показателей качества. Случаи экстремально высокого загрязнения воды отсутствовали. В течение года были зафиксированы 2 случая высокого загрязнения воды соединениями марганца (до 38 ПДК), 1 случай – соединениями алюминия (до 15 ПДК) и 1 случай – легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) (до 11 мг/л).

Река Черная на участке ниже с. Сергеевка многие годы находится под воздействием сточных вод жилмассива г. Хабаровск и стока с сельхозугодий. В 2017 г., как и в предыдущие годы, вода реки оценивалась как «грязная» и характеризовалась высокой загрязненностью соединениями азота и марганца. Концентрации в речной воде аммонийного и нитритного азотов, соединений марганца достигали 30, 12 и 32 ПДК соответственно. Содержание растворенного в воде кислорода не снижалось ниже 4,87 мг/л; загрязненность нефтепродуктами отсутствовала.

Река Дачная в бассейне р. Усури на территории Приморского края в зоне влияния г. Арсеньев многие годы остается «экстремально грязной» и отличается высокой хронической загрязненностью органическими веществами (по БПК₅) (до 69,9 мг/л), аммонийным азотом (до 45 ПДК), фосфатами (до 10 ПДК), фенолами (до 25 ПДК), АСПАВ (до 8 ПДК), наличием глубокого дефицита растворенного в воде кислорода (до 0,52 мг/л). Изменение среднегодовых концентраций основных загрязняющих веществ в воде р. Дачная в черте г. Арсеньев представлено на рис. 3.46.

В бассейне р. Уссури в 2017 г. увеличилось количество створов, в которых вода характеризовалась как «загрязненная».

Степень загрязненности рек бассейна Японского моря отличается значительной контрастностью. В 2017 г. вода Артемовского водохранилища у с. Многоудобное и р. Рудная на участке выше п. Краснореченский характеризовалась как «слабо загрязненная».

Качество воды р. Кневичанка ниже г. Артем, р. Раковка и р. Комаровка, значительно загрязненных в предыдущие годы, ухудшилось в 2017 г.; вода данных рек характеризовалась как «экстремально грязная» и «грязная». В течение года регулярно фиксировалась высокая загрязненность воды аммонийным, нитритным азотом и соединениями марганца. В р. Кневичанка среднегодовое значение минерализации воды составляло 2225 мг/л, максимальное – достигало 5363 мг/л.

Вода остальных рек практически в равной степени оценивалась как «загрязненная» или «грязная».

Ежегодно в р. Рудная на участке 1 км ниже р.п. Краснореченский – 11 км ниже п. Горбуша регистрируется экстремально высокая загрязненность воды соединениями цинка, среднегодовые концентрации которых в 2017 г. составляли 58 и 14 ПДК; концентрации в воде соединений марганца достигали уровней высокого загрязнения. Загрязненность воды соединениями кадмия в створе 1 км ниже п. Краснореченский фиксировалась на уровне до 2 ПДК.

Реки о. Сахалин. В 2017 г. вода 45% створов водных объектов Сахалинской области характеризовалась как «загрязненная».

Характерными загрязняющими веществами поверхностных вод острова являются соединения меди и железа. В 42% проб регистрировались случаи загрязненности речной воды органическими веществами (по ХПК).

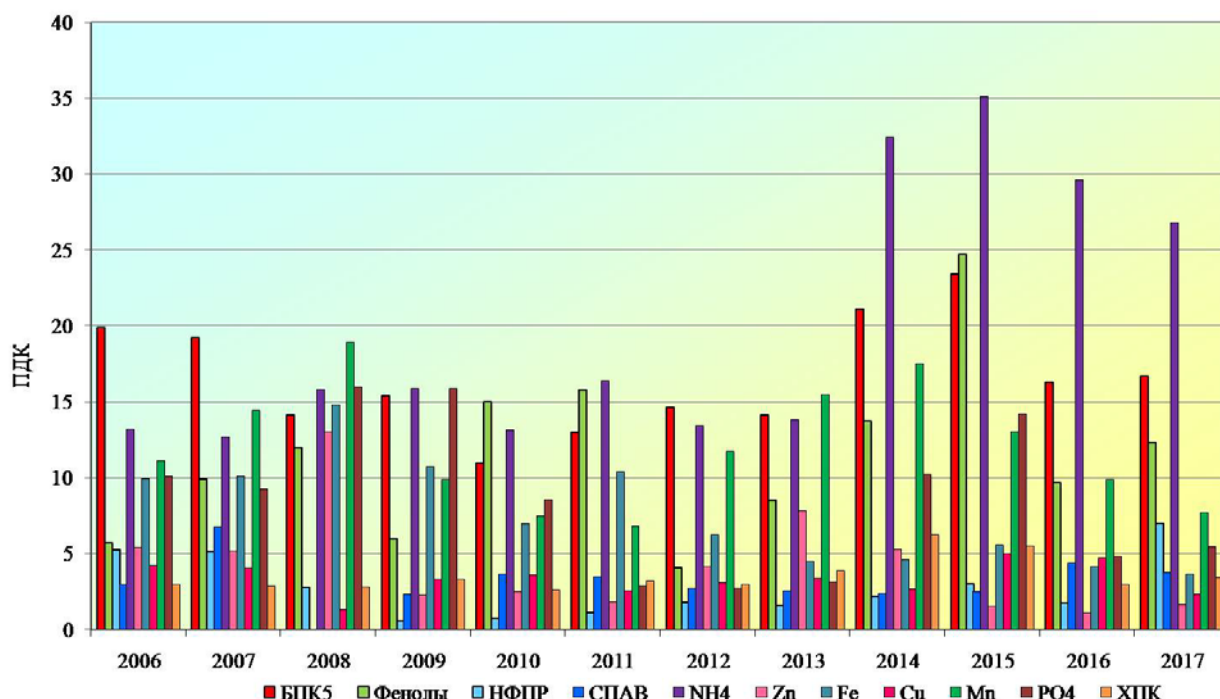


Рис. 3.46. Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Дачная в черте г. Арсеньев

Как и в предыдущие годы, в 2017 г. в р. Охинка в пункте г. Оха отмечалась экстремально высокая загрязненность воды нефтепродуктами, среднегодовая концентрация которых в 2017 г. достигала 409 ПДК. В реке также фиксировалась загрязненность воды фенолами (до 9 ПДК), соединениями железа (до 25 ПДК), меди (до 12 ПДК), аммонийным и нитритным азотом (до 2 и 4 ПДК соответственно).

Характерными загрязняющими веществами воды р. Сусуя на участке ниже г. Южно-Сахалинск являлись аммонийный и нитритный азот (с повторяемостью 92%), среднегодовые концентрации, которых превышали ПДК в 6 и 3 раза соответственно. В этом же створе наблюдалась загрязненность воды р. Сусуя фосфатами (до 4 ПДК) и фенолами (до 6 ПДК).

3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов

Гидробиологические наблюдения за состоянием пресноводных экосистем проводятся по основным экологическим сообществам: фитопланктона, зоопланктона, перифитона и зообентоса. Каждое из этих сообществ наблюдается по ряду параметров, позволяющих получать информацию о количественном и качественном составе экосистем поверхностных вод различных регионов России.

По данным наблюдений рассчитываются обобщенные гидробиологические индексы, на основе которых проводится оценка качества вод по пятибалльной шкале: от 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.

Наблюдения за состоянием поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям в 2017 году осуществлялись в 18 субъектах Российской Федерации, в том числе в 9 областях (Астраханская, Иркутская, Ленинградская, Псковская, Мурманская, Нижегородская, Ростовская, Самарская, Еврейская АО), в Республиках Бурятия, Татарстан и Саха (Якутия), Карелия, а также в Амурском, Красноярском, Хабаровском и Забайкальском краях и в г. Санкт-Петербург.

Проводилась оценка состояния экосистем водных объектов: каскада водохранилищ на р. Волга, рек Лена, Енисей, Ангара, Амур, Дон, Селенга, водных объектов Санкт-Петербурга, Казани, Астрахани, Тольятти, Мурманска, Красноярска, Читы, Самары, Нижнего Новгорода, Петрозаводска, а также трансграничных водных объектов: Псковского и Чудского озера, р. Паз и Амур.

Прослеживаются следующие изменения в состоянии загрязнения пресноводных водных объектов по гидрографическим регионам.

Каспийский гидрографический район

Наблюдения проводились на каскаде водохранилищ р. Волга и ее крупных притоках. По показателям фитопланктона воды Горьковского, Чебоксарского, Саратовского и Куйбышевского водохранилищ 2017 гг. характеризуются как «слабо загрязненные». По состоянию зообентоса в 2017 г. по сравнению с 2015 и 2016 гг. качество вод этих водохранилищ в целом не изменилось. Однако отмечено ухудшение качества вод от «слабо загрязненных» до «грязных» в отдельных створах: в Саратовском водохранилище (в районе г. Сызрань, г. Хвалынский) и в Куйбышевском водохранилище (в районе г. Ульяновск, г. Казань, г. Зеленодольск, с. Тенишево, г. Чистополь).

Воды Нижней Волги по показателям зообентоса характеризуются как «загрязненные». Качество вод в районе г. Астрахань 2017 г. по сравнению с 2015 и 2016 гг. не изменилось. Воды рукавов Камызяк, Бузан, Кривая Болда, Кигач, Ахтуба по состоянию фитопланктона характеризуются как «слабо загрязненные», а по состоянию зообентоса отмечено улучшение качества вод в районе пос. Аксарайский и пгт. Селитренное от «грязных» (2015-2016 гг.) до «загрязненных». Ухудшение качества вод отмечено в районе г. Камызяк от «загрязненных» в 2016 г. до «грязных» в 2017 г.

В целом значительных изменений состояния рассмотренных водных экосистем не произошло. Состояние экосистем Волжского каскада водохранилищ характеризуется как состояние антропогенного экологического напряжения с элементами экологического регресса.

Балтийский гидрографический район

Наиболее загрязненными водоемами района по показателям зообентоса сохраняются восточная и центральная части трансграничных озер Чудского и Псковского, а также Петрозаводская губа Онежского озера, воды которых охарактеризованы как «грязные» и «экстремально грязные». Низкий класс качества по показателям зообентоса обусловлен тем, что Онежское озеро относится к водоемам, в которых фактически отсутствуют отложения органического вещества в донных отложениях, что не позволяет полноценно развиваться фауне макрозообентоса. В Чудском и Псковском озерах низкие показатели класса качества вод в придонном слое обусловлены низким видовым разнообразием макрозообентоса в связи тем, что отбор проб зообентоса производят в открытой части озер на илах и илистых грунтах, где распространен комплекс видов (не превышающий 3-15 видов не чувствительных к изменению содержания растворенного в воде кислорода). Низкое значение кислорода в придонном слое вызвано обилием легкоокисляемой органики. По показателям фито- и зоопланктона класс качества воды Чудского, Псковского и Онежского озер сохраняется неизменным – «слабо загрязненным».

Среди водотоков Онежского озера к наиболее загрязненным относятся реки Неглинка и Шуя (в районе г. Петрозаводск). В 2017 г. качество их вод по показателям зообентоса характеризовалось как «загрязненные». Воды р. Лососинка характеризовались как «слабо загрязненные».

Азовский гидрографический район

Наблюдения проводились на р. Дон и ее крупных притоках по показателям зообентоса. В 2017 гг. также, как в период 2015-2016 гг., воды р. Дон сохраняются «загрязненными» в створах у г. Константиновск, ст. Раздорская, г. Семикаракорск, с. Колузаево, х. Дугино, г. Аксай и «грязными» в районе г. Азов. Отмечено ухудшение класса качества вод до «грязной» в створах у ст. Багаевская и до «экстремально грязной» в г. Ростов-на-Дону ниже сброса сточных вод.

«Загрязненными» в 2017 г. сохраняются воды Пролетарского и Веселовского водохранилищ, а также рек Северский Донец, Маныч и Кундрючья. Качество вод р. Калитва (г. Белая Калитва) ухудшилось от «слабо загрязненных» (2015-2016 гг.) до «загрязненных».

В 2017 г. начаты наблюдения на реке Кубань по показателям зообентоса ранее гидробиологические наблюдения проводились только по показателям фитопланктона. На протяжении всего водотока воды характеризуются как «грязные» и «экстремально грязные».

Карский гидрографический район

В период 2015-2017 гг. по состоянию зоопланктона и зообентоса воды р. Енисей в районе г. Красноярск характеризуются как «слабо загрязненные».

По показателям зоопланктона воды р. Енисей в районе г. Дивногорск характеризуются как «слабо загрязненные», а по показателям зообентоса – «загрязненными».

Воды р. Мана и р. Базаиха в период 2015-2017 гг. по показателям зообентоса характеризуются как «условно чистые». В 2017 г. в р. Березовка качество вод ухудшилось от «слабо загрязненных» (2015-2016 гг.) до «загрязненных». Улучшение качества вод по показателям зообентоса отмечено на р. Есауловка от «загрязненных» (2015 гг.) до «слабо загрязненных» и «условно чистых» (в 2016 г. и 2017 г. соответственно). По показателям зоопланктона воды этих рек характеризуются как «слабо загрязненные».

По показателям зообентоса воды р. Кача сохраняются наиболее загрязненными в данном гидрографическом районе и характеризуются как «экстремально грязные» в 2014 г. и «грязные» в 2015-2017 г.

По показателям фито- и зоопланктона воды Братского и Иркутского водохранилищ в 2015-2017 гг. характеризуются как «условно чистые» и «слабо загрязненные».

Воды р. Ангара в районе г. Иркутск и г. Ангарск по показателям фито-, зоопланктона и зообентоса характеризуются как «условно чистые» и «слабо загрязненные» (по состоянию зоопланктона воды р. Ангара в 2015 - 2017 гг. оцениваются как «условно чистые», по состоянию фитопланктона – «слабо загрязненные»).

В предыдущие 2015-2016 гг. отмечено ухудшение качества вод по показателям фитопланктона в реках Чикой, Селенга (от «условно чистых» до «слабо загрязненных»), по показателям зоопланктона и зообентоса воды также характеризуются как «слабо загрязненные». В 2017 г. воды р. Ангара по показателям фитопланктона и зообентоса, также, как и в предыдущие годы, характеризуются как «слабо загрязненные», а по показателям зоопланктона – как «условно чистые». На р. Белая отмечено улучшение качества вод по показателям зоопланктона от «слабо загрязненных» (в 2014 г.) до «условно-чистых» (в 2015-2017 гг.).

В целом состояние биоценозов большинства рек и озер района сохраняется без существенных изменений в пределах сложившегося состояния экологической системы от экологического благополучия до экологического регресса. Выявлены положительные тенденции изменения качества вод и состояния экосистем для ряда притоков Енисея, рек Мана, Кача, Березовка, Есауловка, а также притоков Селенга, рек Уда и Джиды.

Тихоокеанский гидрографический район

Качество вод р. Амур от г. Благовещенска до г. Николаевск-на-Амуре по состоянию зоопланктона по-прежнему характеризуется как «слабо загрязненные».

Воды Зейского водохранилища, рек Зея, Тунгуска и Амурской протоки по показателям зоопланктона на протяжении многих лет характеризуются как «условно чистые» и «слабо загрязненные».

Качество вод р. Ивановка на протяжении многолетнего периода наблюдений характеризовалось как «условно чистые». В 2017 г. произошло ухудшение класса качества до «слабо загрязненных».

Наблюдается тенденция улучшения качества вод по состоянию зоопланктона р. Чирки от «слабо загрязненных» в 2015 г. до «условно чистых» в 2017 г.

Сохраняется качество вод р. Сита по показателям фитопланктона, воды реки характеризуются как «слабо загрязненные».

Водные экосистемы бассейна реки Амур по показателям фито- и зоопланктона находятся в состоянии экологического благополучия с элементами антропогенного экологического напряжения.

Баренцевский гидрографический район

Качество вод в большинстве водных объектов региона на протяжении 2007-2017 гг. сохраняется неизменным и варьирует от «условно чистых» до «слабо загрязненных», с межгодовыми колебаниями в пределах класса.

По показателям фито- и зоопланктона воды озер Имандра, Чунозеро, Мончезеро и Ловозеро по-прежнему характеризуется как «слабо загрязненные».

Биоценозы рек: Патсо-йоки ниже пос. Никель (протока Сальмиярви), Нама-Йоки, а также Акким, Печенга, и Кола находятся в состоянии антропогенного экологического напряжения. Биоценозы рек Ковдора и Кица – на фоне природного благополучия испытывают антропогенное экологическое напряжение. Биоценозы озер Монче, Пермус, Чунозеро и Имандра, а также реке Лотта, сохраняются в состоянии антропогенного экологического напряжения.

Восточно - Сибирский гидрографический район

Наиболее загрязненным водным объектом района в 2017 г по-прежнему сохраняется залив Неелова. За период 2016-2017 гг. качество его вод улучшилось от «грязных» до «загрязненных». По показателям фитопланктона качество вод сохраняется неизменным и характеризуется как «слабо загрязненные».

В 2017 г. по сравнению с 2016 г. улучшилось качество вод в нижнем течении р. Лены у станции Хабарова по состоянию зообентоса от «загрязненных» до «слабо загрязненных», у пос. Кюсюр – от «слабо загрязненных» до «условно чистых». На р. Копчик-Юргэ ухудшилось качество воды от «условно чистых» до «слабо загрязненных». В озере Мелкое качество воды сохраняется как «условно чистые» в поверхностном и как «слабо загрязненные» в придонном слое. Состояние экосистем соответствует экологическому природному благополучию с элементами антропогенного напряжения.

Состояние воды р. Лена и залива Неелова соответствует экологическому антропогенному напряжению и экологическому регрессу соответственно.

3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации

В 2017 г. экстремально высокие уровни загрязнения (ЭВЗ²) поверхностных пресных вод на территории Российской Федерации отмечались на 128 водных объектах в 623 случаях (в 2016 г. – 638 случаев на 136 водных объектах), высокие уровни загрязнения (ВЗ³) – на 330 водных объектах в 2120 случаях (в 2016 г. – 2353⁴ случая ВЗ на 323 водных объектах). Всего в 2017 г. было зарегистрировано 2743 случая ЭВЗ и ВЗ по 37 основным загрязняющим веществам. Следует отметить, что за последние три года наметилась тенденция к некоторому снижению суммарного количества ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод (рис. 3.47).

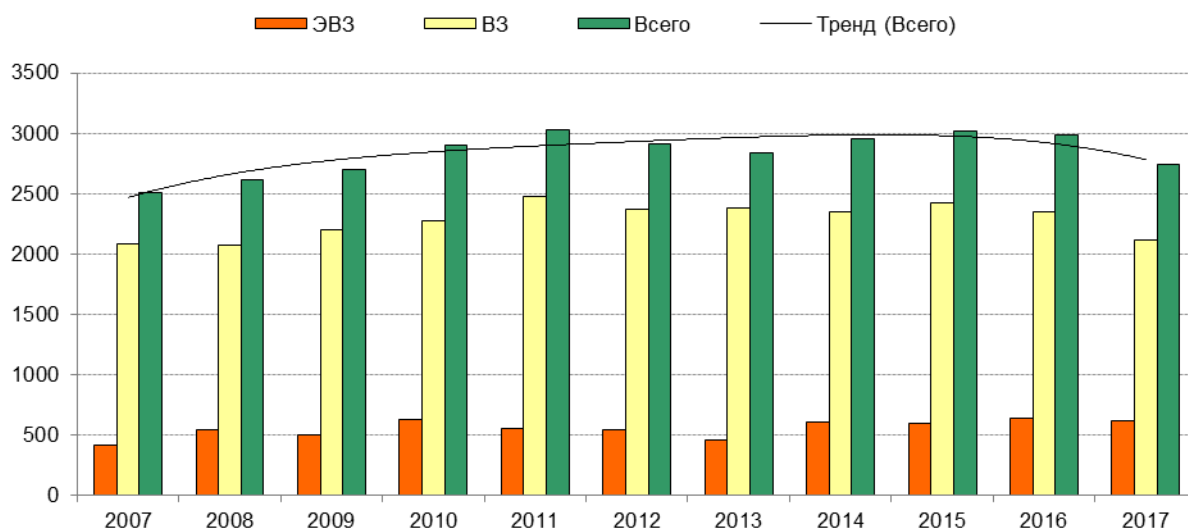


Рис. 3.47. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши на территории Российской Федерации

Анализ внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ за 11-летний период показывает, что их максимум приходится на апрель, реже на май (рис. 3.48). В 2017 г. суммарное количество ВЗ и ЭВЗ достигло максимума в мае, однако максимум ЭВЗ составил 103 случая и пришелся на март, что объясняется весенним половодьем.

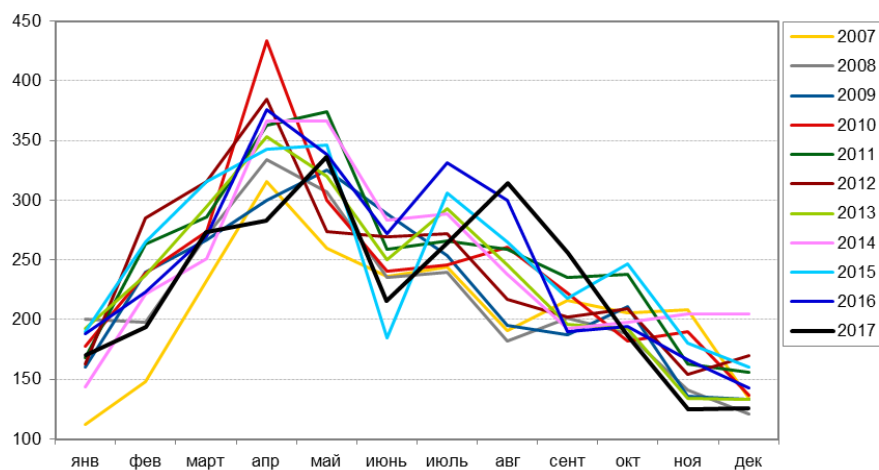


Рис. 3.48. Динамика внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши на территории Российской Федерации за период 2007-2017 гг.

Как и в предыдущие годы, максимальную нагрузку от загрязнения испытывают бассейны рек Волга, Обь и Амур, на долю которых в 2017 г. приходится 75% всех случаев ВЗ и ЭВЗ (рис. 3.49). С 2015 г. наблюдается рост количества случаев ВЗ и ЭВЗ в бассейне реки Волга; в 2017 г. этот суммарный показатель достиг 34% от общего числа случаев по России. В бассейне реки Обь количество случаев ВЗ и ЭВЗ по сравнению с прошлым годом увеличилось на 4%, в бассейне реки Амур, напротив, данный показатель уменьшился на 2,6%. В табл. 3.9 приведено количество случаев ВЗ и ЭВЗ, зарегистрированных в 2017 году в бассейнах рек Российской Федерации.

² 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

³ 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

⁴ Данные скорректированы в сентябре 2017 г.

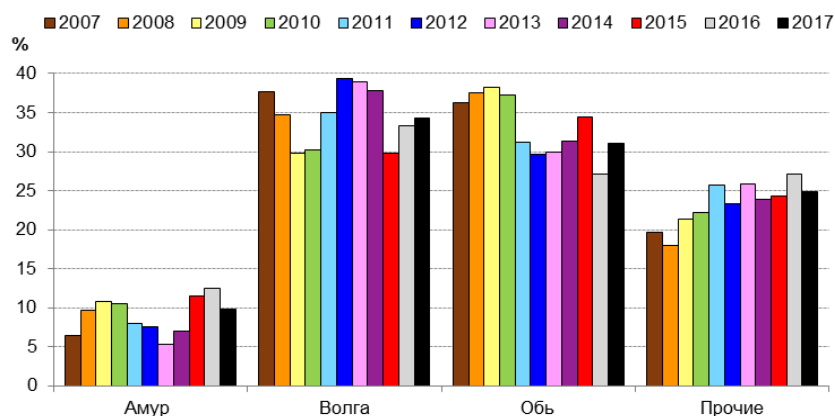


Рис. 3.49. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по бассейнам рек (в % от общего количества случаев на территории Российской Федерации) за период 2007-2017 гг.

Таблица 3.9. Экстремально высокое и высокое загрязнение поверхностных пресных вод Российской Федерации в 2017 г.

Бассейны рек	Число случаев			Субъекты Российской Федерации*
	ВЗ	ЭВЗ	Сумма	
Волга	836	103	939	Астраханская, Владимирская, Кировская, Московская, Нижегородская, Рязанская, Самарская, Свердловская, Тверская, Тульская, Ульяновская, Челябинская области, Пермский край, Удмуртская респ.
Обь	606	245	851	Курганская, Новосибирская, Омская, Свердловская, Тюменская, Челябинская области, Красноярский край, Ханты-Мансийский авт. округ
Амур	204	66	270	Амурская область, Приморский и Хабаровский края
Енисей	87	6	93	Иркутская область
Днепр	3	88	91	Смоленская обл.
Терек	52	0	52	Респ. Северная Осетия-Алания
Урал	31	10	41	Оренбургская и Челябинская области
Сев. Двина	26	5	31	Вологодская область
Дон	25	0	25	Белгородская область
Лена	16	0	16	Иркутская область
Прочие	234	100	334	Ленинградская, Мурманская, Новосибирская, Сахалинская области, Камчатский и Приморский края
Итого	2120	623	2743	

* Приведены субъекты Российской Федерации, для которых количество случаев ВЗ и ЭВЗ больше 10

В 2017 г. ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод было зафиксировано в 58 субъектах Российской Федерации. 59% всех случаев ВЗ и ЭВЗ пришлось на водные объекты Свердловской (18,6%), Московской (9,4%), Нижегородской (6,8%), Челябинской (5,4%), Мурманской (4,2%), Иркутской (3,9%) областей, Приморского (5,2%) и Хабаровского (5,6%) краев (рис. 3.50). На протяжении последних одиннадцати лет на Свердловскую область приходится наибольшее среди субъектов Российской Федерации количество случаев ВЗ и ЭВЗ. В Московской области суммарный показатель ВЗ и ЭВЗ снизился почти в полтора раза по сравнению с предыдущим годом. Также сократилось количество случаев загрязнения в Нижегородской, Челябинской областях и Хабаровском крае.

По сравнению с предыдущим годом в 2017 г. отмечено уменьшение суммарного количества случаев ВЗ и ЭВЗ в два раза в Омской области и Приморском крае и почти в 4,5 раза в Ямало-Ненецком автономном округе (рис. 3.51). С 2015 г. наблюдается резкий рост суммарного количества случаев ВЗ и ЭВЗ, приходящихся на регион, в Амурской и Смоленской областях, с 2017 г. – в Ульяновской и Тверской областях. В предыдущие годы величина этого показателя загрязнения поверхностных вод в указанных субъектах варьировалась от 0 до 9 (исключением в 2008 г. стала Амурская область, где количество случаев загрязнения достигло 14), а в 2017 г. наблюдалось уже 90 случаев в Смоленской, 65 – в Амурской, 28 – в Ульяновской и 22 – в Тверской областях. Аналогичное резкое увеличение количества случаев ВЗ и ЭВЗ по сравнению с 2016 г. было зафиксировано в Астраханской области и Камчатском крае.

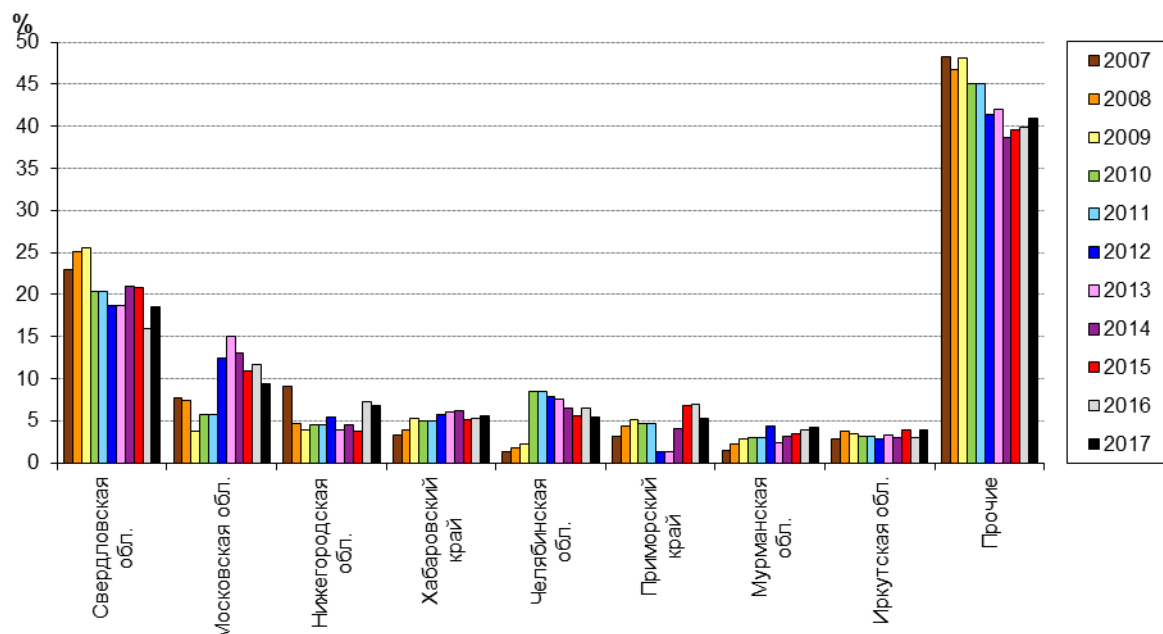


Рис. 3.50. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам Российской Федерации за период 2007-2017 гг.

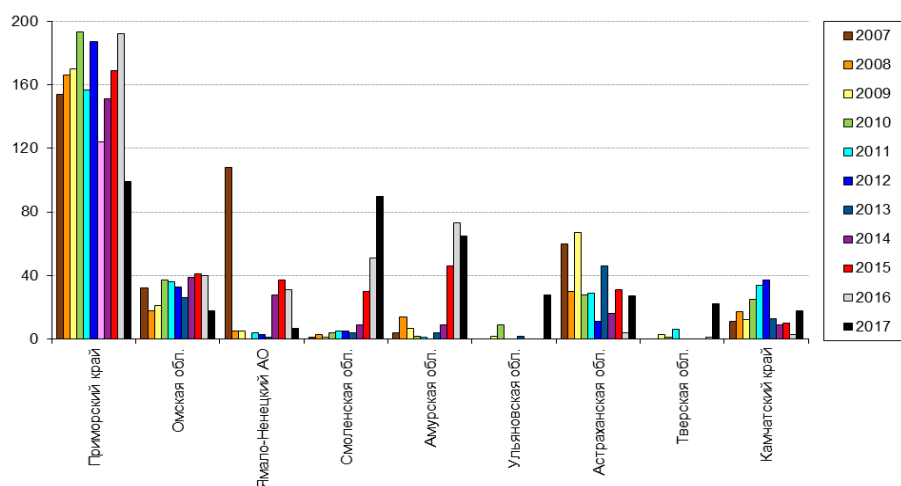


Рис. 3.51. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ в отдельных субъектах Российской Федерации

Экстремально высокие и высокие уровни загрязнения поверхностных пресных вод на территории Российской Федерации были зафиксированы в 2017 г. по 37 основным ингредиентам. Суммарный вклад взвешенных веществ, марганца, нитритного азота, а также дефицита растворенного в воде кислорода в загрязнение поверхностных вод составил 59% всех случаев (рис. 3.52), при этом на долю загрязнения тяжелыми металлами (Mn, Zn, Cu, Ni, Fe, Hg, Mo, Pb) пришлось 30% от общего числа случаев (рис. 3.53). Единичные случаи загрязнения мышьяком и шестивалентным хромом были зарегистрированы на водных объектах Свердловской области, кадмием - в Хабаровском крае, кобальтом - в Астраханской области. С 2011 г. наблюдается устойчивая тенденция снижения количества случаев ВЗ и ЭВЗ нитритным азотом, с 2015 г. - общим железом и аммонийным азотом. К 2017 г. значения показателей по данным ингредиентам уменьшились более, чем в 2 раза. Следует отметить, что в 2017 г. количество случаев дефицита растворенного в воде кислорода достигло максимума за весь 11-летний период наблюдений.

В 185 случаях наблюдалось снижение концентрации в воде растворенного кислорода до 3 мг/л и ниже, в 104 случаях из них его содержание было менее 1 мг/л. В течение 2017 г. 10 раз было зафиксировано минимальное значение концентрации растворенного в воде кислорода, 0,1 мг/л, в р. Вязьма (г. Вязьма, Смоленская область), по 1 разу в оз. Шелюгино (г. Челябинск, Челябинская область) и в р. Рязанка (приток р. Великая и р. Кудьма, г. Богородск, Нижегородская область). Увеличение биохимического потребления кислорода (БПК₅) свыше 10 мг/л было зарегистрировано 171 раз. Максимальное значение БПК₅ - 640 мг/л, наблюдалось в мае 2017 г. в р. Рязанка (приток р. Великая и р. Кудьма, г. Богородск, Нижегородская область).

В 2017 г. случаи ЭВЗ были зафиксированы на 169 пунктах наблюдения, ВЗ - на 456 пунктах. На 60% пунктов отмечены два и более случая ЭВЗ, на 23% пунктов - 5 и более случаев повторения ЭВЗ. Максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ - 89 раз наблюдалось на пункте р. Вязьма, г. Вязьма.

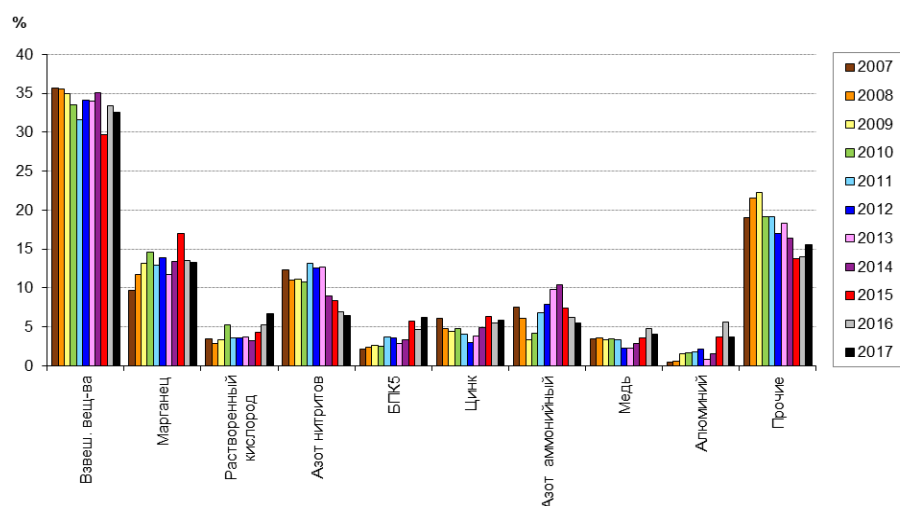


Рис. 3.52. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод по ингредиентам (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ на территории Российской Федерации)

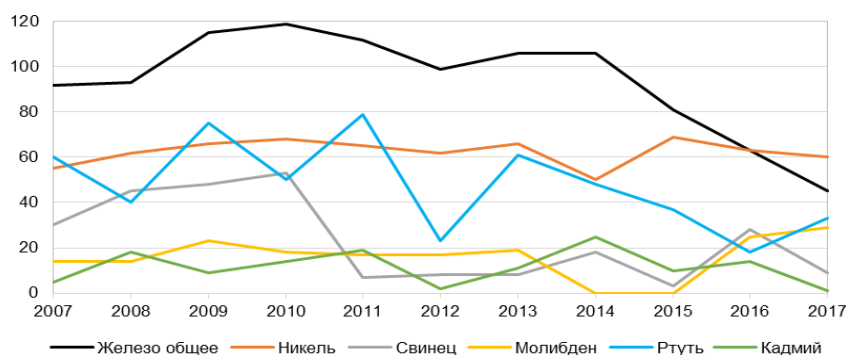


Рис. 3.53. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод тяжелыми металлами

В 2017 г. было зарегистрировано 17 аварий на поверхностных пресноводных объектах Российской Федерации, из них в бассейне р. Обь – 6, р. Волга – 5. По сравнению с 2016 годом количество аварий увеличилось на 10 случаев. В 2017 г. следствием аварийных ситуаций стало ЭВЗ водных объектов 11 раз, ВЗ – 5 раз. В 5 аварийных случаях ЭВЗ и ВЗ поверхностных вод не отмечались. В 8 случаях источник загрязнения не был установлен, в 2 случаях регистрировался аварийный сброс сточных вод, 4 случая связаны с хроническим загрязнением промышленными и хозяйственными сточными водами, а также с поверхностным стоком с прилегающих загрязненных территорий, в 1 случае была установлена неэффективная работа очистных сооружений города и предприятий. В 6 случаях аварии были связаны с утечкой нефтепродуктов (в том числе от неустановленных источников), в 1 случае был зафиксирован порыв нефтепровода. Последствием данных аварий стали отдельные нефтяные и масляные пятна на водной поверхности; также наблюдалось в 2 случаях образование обширного нефтяного пятна и в 2 случаях нефтяной пленки большой площади. В результате аварий 4 раза регистрировалось ЭВЗ поверхностных вод нефтепродуктами. В 2017 г. аварии на нефтяных скважинах и при несанкционированной врезке в нефтепроводы не наблюдались.

В 5 случаях следствием аварийных ситуаций стал замор рыбы, в 4 из них фиксировались ЭВЗ или ВЗ водных объектов.

Повторная авария на одном пункте наблюдения зафиксирована на р. Обь, г. Барнаул (в марте и в апреле), р. Рязанка, г. Борогодск (в марте и в мае), вдхр. Аргазинское, г. Карабаш (в апреле и в ноябре), р. Каймашинка, д. Ахиял (в апреле и в мае).

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 2017 г. на 53 водных объектах (48 рек, 2 протоки, 2 озера, 1 водохранилище) в 69 пунктах, 68 створах, на 73 вертикалях. Временно закрыты пункты на реках Западная Двина (д. Верховье), Днепр (д. Хлыстовка) и Сож (д. Бахаревка) на участке границы с Белоруссией и на реках Большой Узень (п. Приузенский), Малый Узень (с. Варфоломеевка) на границе с Казахстаном.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в воде водных объектов на границе России с сопредельными государствами являлись: с Норвегией - соединения никеля, меди, марганца, ртути; с Финляндией - органические вещества (сумма легко- и трудноокисляемых органических веществ по ХПК, далее ОВ), соединения меди, железа; с Эстонией - ОВ, легкоокисляемые органические вещества по БПК₅ воды (далее ЛОВ), соединения меди; с Литвой - ОВ, ЛОВ, нитритный азот, соединения железа; с Польшей - ОВ, ЛОВ, нитритный азот, соединения железа; с Белоруссией - ОВ, ЛОВ, фенолы летучие, соединения железа, меди, марганца; с Украиной - ОВ, ЛОВ, соединения железа, сульфаты, главные ионы (по сумме), нитритный азот; с Азербайджаном - соединения меди, железа, сульфаты; с Казахстаном - ОВ, ЛОВ, сульфаты, соединения меди, марганца; с Монголией - ОВ, соединения меди, марганца; с Китаем - ОВ, ЛОВ, соединения железа, меди, марганца, алюминия.

Дефицит растворенного в воде кислорода наблюдался в августе на границе с Азербайджаном в воде р. Самур в пункте Устье.

Критические показатели загрязненности воды трансграничных водных объектов установлены для 19 пунктов наблюдений, расположенных на 18 водных объектах. На границе с Норвегией критическими показателями являлись соединения меди и никеля (2 пункта), с Белоруссией - соединения марганца (2 пункта), ОВ (1 пункт), с Украиной - сульфаты (3 пункта), нитритный азот (1 пункт), с Казахстаном - нитритный азот (1 пункт), соединения марганца (3 пункта), с Монголией - соединения марганца и нитритный азот (1 пункт), с Китаем - соединения алюминия (2 пункта), алюминия и ЛОВ (1 пункт), ЛОВ (1 пункт).

Нарушение норм качества воды в пограничных районах России чаще всего было в пределах от 1 до 10 ПДК, отмечены единичные случаи выше этих значений ПДК.

Наименее загрязнены участки рек в основном на западной части границы России: с Норвегией (р. Патсо-йоки), с Финляндией (реки Патсо-йоки, Лендерка, Вуокса), с Эстонией (р. Нарва), с Белоруссией (р. Ипуть), с Украиной (реки Десна, Ворскла, Сейм и Псел). На юге границы наименее загрязнены участки рек Терек (Грузия), Иртыш (Казахстан), Менза и Онон (Монголия). Вода здесь характеризовалась как «условно чистая» или «слабо загрязненная».

Наиболее загрязненные участки рек, вода которых характеризовалась как «грязная», отмечены в 2017 году на границе с Норвегией (р. Колос-йоки); с Белоруссией (р. Днепр и р. Сож); с Украиной (реки Северский Донец, Кундрючья, Большая Каменка, Миус и вхр. Белгородское); с Казахстаном (реки Илек (п. Веселый), Уй, Тобол, Ишим); с Монголией (р. Ульдза-Гол); с Китаем (реки Уссури, Раздольная, Аргунь (п. Молоканка), Амур (с. Черняево), протока Прорва). В остальных пунктах наблюдений вода характеризовалась как «загрязненная».

В течение 2013-2017 гг. степень загрязненности трансграничных поверхностных вод в пунктах наблюдений на реках Лендерка, Вуокса, Нарва (2 пункта) и Патсо-йоки (5 пунктов) характеризовалась от «условно чистой» до «слабо загрязненной». В большинстве пунктов наблюдений качество воды характеризовалось как «загрязненная» и «грязная», только вода р. Уй в районе с. Усть-Уйское в 2013 и 2015 гг. оценивалась как «очень грязная».

Расчет переноса химических веществ по результатам наблюдений на 33 реках в районе пересечения границы с Финляндией, Польшей, Республикой Беларусь, Украиной, Грузией, Азербайджаном, Казахстаном, Монголией и Китаем приведен за предыдущий 2016 г., что обусловлено регламентом поступления необходимой гидрологической информации.

Наибольшее количество водной массы было внесено на территорию России через границу с Казахстаном и Финляндией (соответственно 46 и 31% из контролируемой), вынесено с территории России в Республику Беларусь и Украину (соответственно 42 и 37 %).

Максимальное количество главных ионов (по сумме), органических веществ (по ХПК), минеральных форм азота, общего фосфора, кремния, соединений меди и цинка, нефтепродуктов, фенолов, хлорорганических пестицидов (ХОП) поступило в 2016 г. с речным стоком на территорию России из Казахстана; соединений никеля и шестивалентного хрома - из Монголии; общего железа - из Китая.

Наибольшее количество органических веществ (по ХПК), минеральных форм азота, общего железа, соединений меди, нефтепродуктов и фенолов было вынесено в 2016 г. речным стоком из России на территорию Республики Беларусь; главных ионов (по сумме), общего фосфора, кремния и соединений никеля - на территорию Украины; соединений цинка, общего хрома - на территорию Казахстана, ХОП - на территорию Монголии.

В 2017 г. максимальные количества переносимых отдельными реками химических веществ уменьшались в следующей последовательности: сумма главных ионов - 5953 тыс. т, органические вещества - 350 тыс. т, биогенные элементы (кремний - 59,4, минеральный азот - 11,8, общее железо - 3,1, общий фосфор - 2,16 тыс. т), нефтепродукты - 459 т, соединения цинка - 85,4 т, соединения меди - 72,4 т, фенолы - 15,2 т, соединения никеля - 10,4 т, соединения шестивалентного хрома - 6,14 т, хлорорганические пестициды (Σ ДДТ - 112 кг, Σ ГХЦГ - 12,6 кг) (табл. 3.10).

Наибольшее количество большей части перечисленных выше веществ поступило в Россию в 2017 г. со стоком наиболее многоводной р. Иртыш (28,7 км³); органических веществ - с водой р. Вуокса (19,6 км³); общего фосфора - с водой р. Северский Донец (3,50 км³); общего железа и соединений никеля - с водой р. Ишим (4,66 км³).

Высокие значения переноса веществ, следующие за максимальными, наблюдались со стоком рек: Вуокса (кремний, общее железо, соединения меди), Лава (минеральный азот), Северский Донец (главные ионы), Ишим (соединения общего хрома, нефтепродукты, фенолы), Иртыш (органические вещества, общий фосфор), Селенга (соединения цинка), Онон (хлорорганические пестициды), Раздольная (соединения никеля).

В целом за период 2013-2017 гг. из Казахстана в Россию со стоком р. Иртыш было внесено максимальное количество органических веществ (1,68 млн. т), главных ионов (27,3 млн. т), минерального азота (44,2 тыс. т), кремния (345 тыс. т), нефтепродуктов (2,25 тыс. т), соединений меди, цинка, шестивалентного хрома (соответственно 458, 968 и 63,0 т), фенолов (90,2 т), Σ ДДТ (454 кг), Σ ГХЦГ (128 кг); из Финляндии р. Вуокса - общего железа (12,5 тыс. т); из Украины р. Северский Донец - общего фосфора (8,20 тыс. т); из Монголии р. Селенга - соединений никеля (192 т).

Кроме перечисленных выше веществ, р. Вуокса в 2013-2017 гг. перенесено через границу повышенное количество кремния (107 тыс. т), р. Ишим - общего хрома (9,4 т), Σ ДДТ (23 кг), Σ ГХЦГ (17,3 кг), р. Тобол - главных

ионов (9,72 млн. т) и общего фосфора (2,33 тыс. т), р. Селенга – органических веществ (798 тыс. т), р. Онон – нефтепродуктов (988 т), соединений меди (82,1 т), фенолов (26,5 т), р. Раздольная – главных ионов (17,2 тыс. т), общего железа (10,6 тыс. т), соединений цинка и никеля (соответственно 247 и 11,7 т).

Изучение динамики поступления в Россию определяемых химических веществ в 2013-2017 гг. свидетельствует о следующем: со стоком р. Патсо-йоки в 2015 г. наблюдалось существенное увеличение переноса из Финляндии органических веществ, кремния, общего железа и нефтепродуктов, с 2014 г. – уменьшение переноса соединений меди. Поступление химических веществ с водой р. Вуокса имело сложный характер: в 2015 г., наблюдалось значительное увеличение переноса через границу общего фосфора и соединений меди, с 2016 г. – стабилизация переноса органических веществ, минерального азота и общего железа, с 2017 г. – резкое увеличение выноса с территории Финляндии кремния. Динамика поступления других определяемых веществ была разнонаправленной.

В 2016 году со стоком р. Лава наблюдалось увеличение переноса из Польши общего фосфора и кремния. Минимальное количество определяемых химических веществ с водой рек Лава и Мамоновка было перенесено через границу в самом маловодном 2015 г., максимальное – в наиболее многоводном 2017 г.

Со стоком р. Северский Донец с 2016 г. наблюдалось значительное увеличение переноса с территории Украины органических веществ и стабилизация переноса кремния; с 2015 г. наблюдалась тенденция снижения переноса соединений меди, с 2016 г. – многократное уменьшение поступления соединений цинка. Максимальное количество органических веществ, главных ионов, общего фосфора и общего железа поступило в Россию в самом многоводном 2017 г., минерального азота – в 2016 г., нефтепродуктов, фенолов и соединений меди – в 2013 г., кремния – в среднем по водности 2014 г.

Начиная с 2016 года со стоком р. Миус произошло увеличение переноса из Украины органических веществ, общего фосфора и существенное снижение переноса соединений цинка, с 2014 г. наблюдалась стабилизация поступления минерального азота. Максимальное количество органических веществ, главных ионов и общего фосфора р. Миус поставляла в Россию в наиболее многоводном 2017 г., других веществ – в разные по водности годы. Минимальное количество большей части определяемых веществ перенесено через границу со стоком р. Миус в самом маловодном 2014 г.

С водой р. Терек с 2014 г. наблюдалось уменьшение переноса из Грузии общего железа и соединений меди, с 2015 г. – органических веществ; начиная с 2015 г. произошло увеличение поступления в Россию кремния, с 2016 г. – главных ионов и общего фосфора. В 2014 и 2015 гг. перенос главных ионов и нефтепродуктов р. Миус оставался стабильным; вынос фенолов с территории Грузии наблюдался только в 2014 г. Максимальное количество главных ионов, минерального азота и кремния было перенесено через границу со стоком р. Терек в наиболее многоводном 2016 г., органических веществ, общего железа и соединений меди – в маловодном 2013 г., соединений цинка – в маловодном 2014 г., общего фосфора и нефтепродуктов – в среднем по водности 2017 г.

С 2014 г. со стоком р. Ишим наблюдалось значительное увеличение поступления из Казахстана всех определяемых химических веществ, в большей мере – минерального азота, кремния, общего железа, фенолов и общего фосфора. Максимальное количество химических веществ, кроме Σ ДДТ и Σ ГХЦГ, было перенесено через границу этой рекой в наиболее многоводном 2017 г., минимальное – в маловодном 2013 г. Динамика переноса веществ с водой самой многоводной р. Иртыш была неоднозначна: с 2015 г. значительно увеличилось поступление в Россию органических веществ, главных ионов, минерального азота; в то же время с 2014 г. наблюдалась тенденция снижения переноса общего железа и шестивалентного хрома. Самое высокое количество главных ионов, минерального азота, общего фосфора, кремния, фенолов и Σ ГХЦГ перенесено через границу в наиболее многоводном 2016 г., общего железа, нефтепродуктов, соединений меди, никеля и шестивалентного хрома – в маловодном 2013 г., органических веществ, соединений цинка и Σ ДДТ – в среднем по водности 2015 г. С 2014 г. со стоком р. Тобол наблюдалось заметное увеличение переноса в Россию соединений цинка. Максимальное количество органических веществ транспортировалось из Казахстана со стоком р. Тобол в 2014 г., главных ионов, минерального азота, общего фосфора, кремния, соединений меди и фенолов – в самом многоводном 2016 г., общего железа и нефтепродуктов – в многоводном 2017 г.; минимальное количество большей части веществ перенесено с водой этой реки в маловодном 2015 г.

Изучение динамики переноса химических веществ из Монголии со стоком многоводной р. Селенга показало, что максимальное количество минерального азота, общего фосфора, общего железа и соединений никеля поступило в Россию в 2013 г., соединений шестивалентного хрома – в среднем по водности 2014 г., остальных веществ – в самом многоводном 2016 г. Минимальное количество веществ с водой р. Селенга поступало в маловодные годы: органических веществ, общего железа, нефтепродуктов и соединений цинка – в 2015 г., других определяемых веществ – в 2017 г. С 2014 г. отмечена тенденция значительного уменьшения переноса р. Селенга из Монголии минерального азота, общего фосфора и соединений никеля. С водой р. Онон наибольшее количество определяемых веществ, кроме общего фосфора, соединений никеля, общего хрома и Σ ДДТ, перенесено через границу с Монголией в многоводном 2013 г., а минимальное количество в маловодные 2015 и 2016 гг. С 2014 г. в бассейне р. Онон произошло существенное уменьшение переноса преобладающей части веществ. В течение 2013-2017 гг. вынос соединений никеля из Монголии наблюдался лишь в 2016 г., соединений общего хрома и Σ ДДТ – в 2017 г.

Максимальное количество определяемых веществ, за исключением нефтепродуктов и соединений цинка, поступило на территорию России из Китая со стоком р. Раздольная в многоводном 2016 г., минимальное количество веществ, кроме общего железа и соединений цинка – в самом маловодном 2014 г. С 2015 г. в бассейне р. Раздольная наблюдался значительный рост переноса в Россию органических веществ, главных ионов, общего фосфора, кремния и соединений меди; с 2014 г. – существенного снижения переноса соединений цинка.

Общим для всех рек, кроме Северский Донец, Ишим, Иртыш и Онон было отсутствие переноса через границу в 2013-2017 гг. хлорорганических пестицидов.

Определяющим фактором в существенном изменении величин переноса отдельных химических веществ для рек Вуокса, Северский Донец, Терек, Иртыш, Селенга был уровень загрязненности воды этими веществами, для рек Патсо-йоки, Лава, Мамоновка, Миус, Ишим, Тобол, Онон, Раздольная – как водный сток, так и концентрация их в воде.

Таблица 3.10. Количество химических веществ - тыс. тонн (соединений меди, цинка, фенолов - тонн), перенесенных в Россию отдельными реками через границу с сопредельными государствами в 2017 г.

Река, пункт	Водный сток, км ³	Органические вещества	Сумма ионов	Сумма азота минерального	Фосфор общий	Кремний	Железо общее	Медь	Цинк	Нефте-продукты	Фенолы
Финляндия											
Патсо-йоки, пгт. Кайта-коски	6,37	40,5	108	0,185	0	22,6	0,210	10,8	6,69	0,089	Нд
Вуокса, пгт. Лесогорский	19,6	350	882	3,00	0,294	40,2	3,04	67,4	Нд	0	0
Польша											
Лава, г. Знаменск	2,21	59,8	926	3,91	0,393	12,9	0,709	Нд	Нд	Нд	Нд
Мамоновка, г. Мамоновка	0,142	3,91	51,3	0,298	0,049	0,917	0,063	Нд	Нд	Нд	Нд
Украина											
Миус, с. Куйбышево	0,172	4,59	304	0,061	0,046	0,463	0,053	0	0	0,005	0,172
Северский Донец, х. Поповка	3,50	87,7	5040	1,37	2,16	13,1	1,19	0	0,389	0,098	3,50
Грузия											
Терек, г. Владикавказ	0,910	5,16	314	0,933	0,057	5,55	0,083	0,530	3,57	0,011	0
Казахстан											
Ишим, с. Ильинка	4,66	106	2232	2,16	0,250	11,7	3,10	12,0	11,1	0,293	7,50
Иртыш, с. Татарка	28,7	246	5953	11,8	0,707	59,4	0,674	72,4	85,4	0,459	15,2
Тобол, с. Звериноголовское	2,18	40,8	1925	2,69	0,488	10,6	0,650	6,08	36,4	0,240	1,09
Монголия											
Селенга, п. Наушки	6,46	98,6	1466	0,530	0,071	22,6	0,588	8,20	77,5	Нд	Нд
Онон, с. Верхний Ульхун	2,97	35,4	206	0,306	0,036	14,8	0,217	3,71	4,31	0,098	1,49
Китай											
Раздольная, с. Новогеоргиевка	2,45	34,8	299	3,72	0,069	14,1	0,769	5,64	13,4	0,029	2,45

Примечание. Нд - нет данных.

Перенос веществ рассчитан по водному стоку в пункте г. Белая Калитва.

3.3.5. Загрязнение морских вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям

Каспийское море

Соленость вод Северного Каспия в 2017 г. на станциях вековых разрезов III и IIIa изменялась в диапазоне 2,72-13,07‰, составив в среднем 8,22‰. Прозрачность вод изменялась от 0,7 до 9,1 м. Воды района были по-прежнему загрязнены нефтяными углеводородами (среднее 4,7 ПДК, максимальное 8,8 ПДК), причем за два года их концентрация увеличилась вдвое (рис. 3.54). Степень загрязнения фенолами, напротив, имеет тенденцию к уменьшению - от 1,5 ПДК в 2015 г. до 1,0 ПДК в 2017 г. Концентрация синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) составляла в среднем 23,8 мкг/дм³. Другими приоритетными загрязняющими веществами воды на разрезе III были металлы: кобальт (9,7 ПДК - 19,1 ПДК), никель (4,1 ПДК - 8,5 ПДК), железо (5,8 ПДК - 10,8 ПДК), свинец (2,6 ПДК - 12,4 ПДК), медь (1,4 ПДК - 3,1 ПДК), (табл. 3.11). При этом за последние три года средняя концентрация железа повысилась в два раза, а средняя концентрация меди - понизилась во столько же раз. Содержание наиболее токсичных металлов - ртути и кадмия оставалось существенно ниже допустимого предела.

С учетом характерного для Северного Каспия высокого природного геохимического фона при расчете уровня загрязнения морских вод на станциях вековых разрезов III и IIIa концентрация металлов не учитывалась. Тем не менее, в 2017 г. воды Северного Каспия по-прежнему характеризовались как «загрязненные», преимущественно за счет растущего загрязнения нефтяными углеводородами. Следует отметить, что даже без учета загрязнения металлами, состояние вод Северного Каспия в последние 4 года ухудшилось, и класс качества вод изменился от «чистых» в 2013 г. до «загрязненных» в 2017 г.

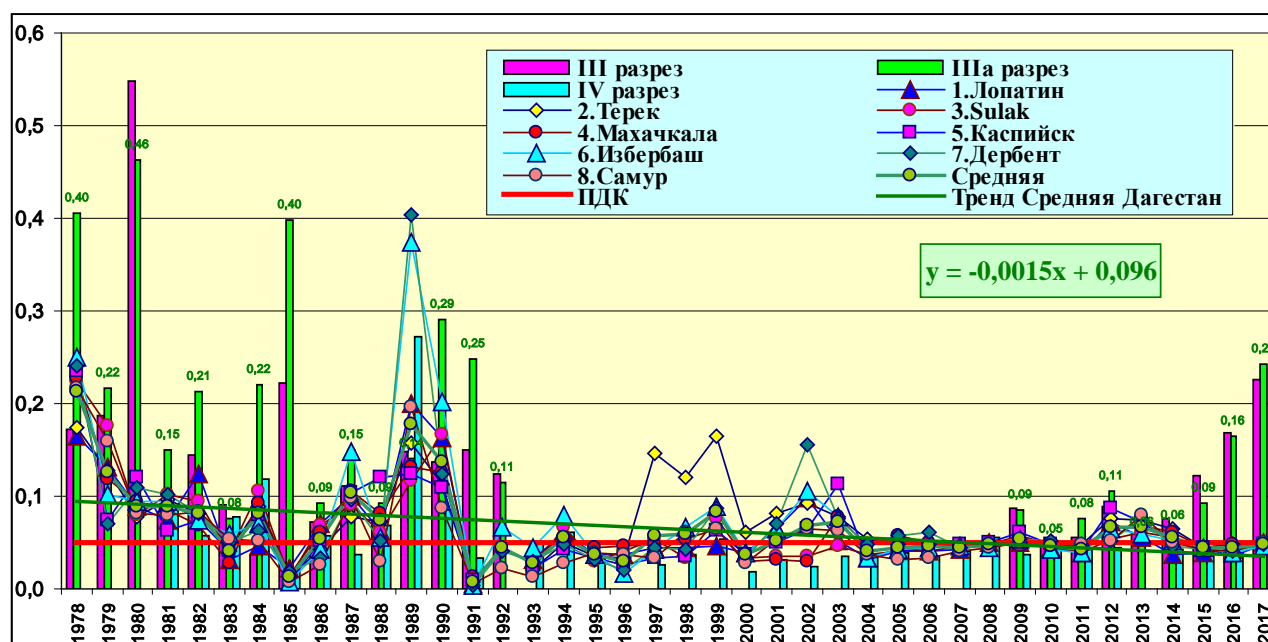


Рис. 3.54. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) на разрезах Северного Каспия и в прибрежных районах Дагестана в 1978-2017 гг.

Таблица 3.11. Концентрация тяжелых металлов (мкг/дм³ и единицы ПДК) в водах Северного Каспия в 2017 г.

Параметр	Вековой разрез III			Вековой разрез IIIa		
	Средн.	Мин.	Макс.	Средн.	Мин.	Макс.
Fe	290 5,8 ПДК	200 4,0 ПДК	540 10,8 ПДК	220 4,4 ПДК	20 0,4 ПДК	450 9,0 ПДК
Cu	7,1 1,4 ПДК	2,9 0,6 ПДК	15,3 3,1 ПДК	6,8 1,4 ПДК	2,4 0,5 ПДК	12,8 2,6 ПДК
Zn	94,4 1,9 ПДК	12,3 0,2 ПДК	404,9 8,1 ПДК	100,3 2,0 ПДК	11,5 0,2 ПДК	432,9 8,7 ПДК
Ni	41,0 4,1 ПДК	18,4 1,8 ПДК	85,2 8,5 ПДК	35,7 3,5 ПДК	9,6 1,0 ПДК	89,3 8,9 ПДК
Co	48,6 9,7 ПДК	1,7 0,3 ПДК	95,6 19,1 ПДК	20,3 4,0 ПДК	1,2 0,2 ПДК	63,5 12,7 ПДК
Cd	0,86 0,09 ПДК	0,03 <0,01 ПДК	2,68 0,3 ПДК	0,19 0,02 ПДК	0,02 <0,01 ПДК	1,23 0,1 ПДК
Pb	26,1 2,6 ПДК	1,8 0,2 ПДК	124,1 12,4 ПДК	10,0 1,0 ПДК	1,9 0,2 ПДК	56,3 5,6 ПДК
Mn	5,2 0,1 ПДК	2,5 0,05 ПДК	13,5 0,3 ПДК	6,8 0,14 ПДК	0,8 0,02 ПДК	33,4 0,67 ПДК
Hg	0,02 0,2 ПДК	0,01 0,1 ПДК	0,06 0,6 ПДК	0,02 0,2 ПДК	0,00 0,0 ПДК	0,05 0,5 ПДК

Высокой была пространственная неоднородность концентрации металлов в водах Северного Каспия. Оценки их изменчивости, описываемой средней разностью максимума и минимума концентрации каждого металла на двух разрезах, отнесенной к средней концентрации этого металла на двух разрезах показывают, что диапазон колебаний концентрации превышал ее средние значения в 1,6–9,3 раза (табл. 3.12). При этом наименьшая изменчивость была характерна для железа и меди, а наибольшая – для кадмия.

Таблица 3.12. Относительная изменчивость (%) концентрации металлов на вековых разрезах III и IIIa в Северном Каспии в 2017 г.

Fe	Cu	Zn	Ni	Co	Cd	Pb	Mn	Hg
156	164	417	193	250	934	506	344	250

Примечание. Под относительной изменчивостью понимается отношение средней разности максимума и минимума концентрации каждого металла к средней концентрации этого металла.

В морских водах на границе Северного и Среднего Каспия соленость вод составила в среднем 10,14‰. Из загрязняющих веществ превышение норматива было отмечено только для фенолов (2,8 - 4,0 ПДК). Значения концентрации нефтяных углеводородов не превышали 1 ПДК, что в 4-5 раз ниже, чем в водах Северного Каспия. Концентрация аммонийного азота оставалась в пределах норматива, хотя за последние годы отмечается увеличение до 0,7 ПДК. Кислородный режим в 2017 г. оставался в пределах установленного норматива, однако за последние годы отмечается уменьшение концентрации кислорода – как средней годовой – от 8,95 мг/дм³ в 2015 г. до 7,90 мг/дм³ в 2017 г., так и минимальной – от 7,25 мг/дм³ в 2015 г. до 7,06 в 2017 г. В целом воды открытого моря на границе между Северным и Средним Каспием оцениваются как «загрязненные», хотя уровень загрязнения здесь несколько ниже, чем на более северных акваториях.

Воды Дагестанского взморья от п. Лопатин на севере до взморья р. Самур на юге у границы с Азербайджаном характеризовались как «загрязненные». Приоритетным загрязняющим веществом сохранились фенолы: их средние значения варьировали от 4,2 ПДК у Лопатина до 2,9 ПДК у Избербаша, максимальные значения – до 5-6 ПДК у Дербента. Заметно меньший вклад в общее загрязнение вносили нефтяные углеводороды – их среднее содержание не превышало 1,0 ПДК, даже в районе такого крупного порта как Махачкала. Средняя концентрация аммиачного азота сохранилась в пределах норматива, хотя в северной части Дагестанского взморья (Лопатин и взморье Терека) был отмечен рост от 0,3 ПДК в 2015 г. до 0,7-0,8 ПДК в 2017 г. Соленость вод находилась в среднем на уровне 8,99‰. Кислородный режим был в пределах нормы – минимальная концентрация кислорода составила 7,1 мгО₂/дм³, что заметно выше норматива, а средняя концентрация изменялась от района к району в пределах от 8,7 до 9,2 мгО₂/дм³.

В прибрежных водах Республики Дагестан в последние 30 лет наблюдался хорошо выраженный тренд снижения уровня загрязнения, однако, начиная с 2014 г., на всех восьми локальных участках побережья, где проводятся наблюдения, уровень загрязнения вод увеличивается. Данные наблюдений в 2017 г. свидетельствуют о том, что в районах Лопатина, Каспийска, Дербента и Самура этот рост продолжился.

Таким образом, сохраняется высокий уровень загрязнения Северного Каспия металлами, а концентрация железа за последние годы даже возросла. Но даже без учета загрязнения металлами состояние вод Северного Каспия в последние 4 года систематически ухудшалось, и класс качества вод эволюционировал от «чистых» в 2013 г. до «загрязненных» в 2017 г. Основная причина – рост концентрации нефтяных углеводородов. Отмечается высокая степень пространственной неоднородности концентрации металлов, но каких-либо закономерностей в пространственном распределении не обнаружено. На южной границе Северного Каспия и вдоль побережья Дагестана концентрация нефтяных углеводородов не превышала ПДК, здесь наиболее значимым сохранилось загрязнение морских вод фенолами. В северной части Дагестанского взморья был отмечен рост концентрации аммиачного азота.

Азовское море

Устьевая область реки Дон. В 2017 г. гидрохимические наблюдения проводились в устьевой области р. Дон на трех станциях в устьях рукавов Мёртвый Донец, Переволока и Песчаный. Соленость вод протоков варьировала в пределах 0,48-0,91‰. Содержание неорганического фосфора изменялось в водах русловых протоков и составило в среднем 93,4 мкг/дм³ (1,9 ПДК для мезотрофных водоемов); общего фосфора – 112,7 мкг/дм³; силикатов – 3047 мкг/дм³; аммонийного азота – 84,7 мкг/дм³ (0,2 ПДК); нитритного азота – 31,5 мкг/дм³ (1,3 ПДК); нитратного азота – 171,6 мкг/дм³ (0,02 ПДК).

Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов (НУ) в речном стоке составила 0,070 мг/дм³ при максимуме 0,16 мг/дм³ (3,2 ПДК, июнь, рукав Переволока), (рис. 3.55). В целом содержание НУ в русловых протоках в последние годы стабилизировалось на уровне 1-2 ПДК, тогда как максимальные значения существенно превышали этот уровень.

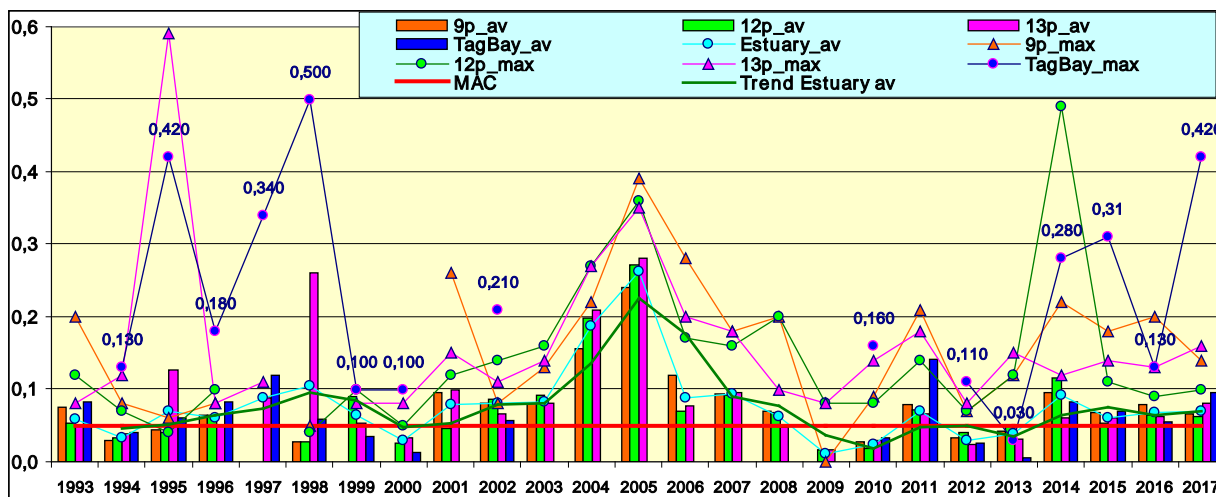


Рис. 3.55. Динамика средней и максимальной концентраций нефтяных углеводородов (мг/дм³) в протоках дельты реки Дон и Таганрогском заливе в 1993-2017 гг. Примечание: 9p_av – средняя концентрация НУ на станции 9р; 9p_max – максимальная концентрация НУ на станции 9р; TagBay_av – средняя концентрация НУ в водах Таганрогского залива; Estuary_av – средняя концентрация НУ в водах русловых протоков Дона; MAC – ПДК; Trend Estuary av – тренд усредненной концентрации НУ в русловых протоках.

Среднегодовая концентрация СПАВ в речных водах соответствовала 14 мкг/дм³ при максимуме 140 мкг/дм³ (1,4 ПДК), зарегистрированном в октябре в поверхностном слое устья рукава Переволока. В воде устьевых рукавов дельты р. Дон была обнаружена растворенная ртуть, среднее значение концентрации соответствовало 0,004 мкг/дм³. Содержание хлорорганических пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ в воде речного стока было ниже предела обнаружения. Среднегодовая концентрация растворенного кислорода в водах рукавов р. Дон составила 9,28 мг О₂/дм³; диапазон насыщения вод кислородом 77-154%. В целом в последние три года состояние вод в устьевых участках дельтовых протоков реки Дон оценивается как стабильное.

Таганрогский залив. Нефтяные углеводороды являются одним из наиболее существенных загрязнителей вод Таганрогского залива. В 2017 г. году концентрация НУ изменялась в диапазоне от величины менее предела

обнаружения до $0,42 \text{ мг/дм}^3$ (8,4 ПДК), что более чем в 3 раза превосходит показатель предыдущего года ($0,13 \text{ мг/дм}^3$, 2,6 ПДК). Среднегодовое значение концентрации ($0,095 \text{ мг/дм}^3$) почти в 2 раза выше значения 2016 г. (рис. 3.55). Концентрация СПАВ, при среднегодовой концентрации $6,5 \text{ мкг/дм}^3$, не превышала ПДК. Среднегодовая концентрация ртути составила $0,014 \text{ мкг/дм}^3$ (1,4 ПДК). Содержание хлорорганических пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ было ниже предела обнаружения. Концентрация фосфатов изменялась в диапазоне $5,0\text{--}71,7 \text{ мкг/дм}^3$, при среднем значении $17,5 \text{ мкг/дм}^3$; общего фосфора $12,2\text{--}91,3 \text{ мкг/дм}^3$; аммонийного азота $18,1\text{--}78,1$ при среднем значении $33,7 \text{ мкг/дм}^3$; нитритного азота $9,0\text{--}40,2$ при среднем значении $14,7 \text{ мкг/дм}^3$; нитратного азота $12,4\text{--}89,9$ при среднем значении $29,9 \text{ мкг/дм}^3$.

Среднегодовое содержание кислорода составило $9,33 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, что соответствует уровню предыдущих лет. Минимальное значение было зафиксировано в августе на глубине 3 м, при этом уровень насыщения вод кислородом составил 50%. В целом воды Таганрогского залива в 2017 г. можно отнести к категории «загрязненные».

Устьевая область реки Кубань и Темрюкский залив. В 2017 г. наблюдения за качеством вод Темрюкского залива проводились на станции в середине канала порта Темрюк, на устьевом взморье и в дельте рукавов Протока и Кубань, а также в гирлях лиманов. В порту Темрюк в течение года концентрация нефтяных углеводородов достигала 4,6 ПДК, составив в среднем 0,4 ПДК. Средняя концентрация НУ составила $0,052 \text{ мг/дм}^3$ (1,0 ПДК). Концентрация СПАВ достигала $7,3 \text{ мкг/дм}^3$ (0,07 ПДК). Хлорорганические пестициды (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) и фосфорорганические соединения (метафос, карбофос, фозалон и рогор) были ниже предела обнаружения. Сероводород обнаружен не был. В воде была обнаружена растворенная ртуть, среднегодовая концентрация, которой составила $0,004 \text{ мкг/дм}^3$ (0,04 ПДК). Концентрация растворенного в воде кислорода была ниже норматива ($6,0 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$), среднегодовая концентрация составила $9,08 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. В течение года насыщение вод растворенным кислородом менялось в диапазоне 47–118%. Наименьшее содержание кислорода достигало $3,70 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, что составило лишь 47% от насыщения при соответствующей температуре воды.

В Темрюкском заливе на мелководном взморье рукавов Протока и Кубань, а также в устьевых районах гирл лиманов концентрация нефтяных углеводородов достигала 1,6 ПДК, составив в среднем 0,56 ПДК. Содержание СПАВ было ниже предела обнаружения. Хлорорганические пестициды групп ГХЦГ и ДДТ, также, как и их изомеры и метаболиты (α -ГХЦГ, γ -ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ) не были обнаружены. Содержание растворенной ртути составляло $0,01 \text{ мкг/дм}^3$ (0,1 ПДК).

Концентрации фосфатов в водах Темрюкского залива в 2017 г. изменялись в диапазоне от аналитического нуля до $49,0 \text{ мкг/дм}^3$, составив в среднем $8,4 \text{ мкг/дм}^3$; общего фосфора в среднем – $28,6 \text{ мкг/дм}^3$; аммонийного азота – $180,2 \text{ мкг/дм}^3$; нитритного азота – $8,4 \text{ мкг/дм}^3$; нитратного азота – $407,9 \text{ мкг/дм}^3$; силикатов – 793 мкг/дм^3 . В последнее десятилетие максимальные значения концентрации фосфатов были наибольшими в речных протоках Кубани и существенно ниже в водах Темрюкского залива (рис. 3.56). Относительно высокие концентрации фосфатов регистрировались у порта Темрюка. Среднегодовые концентрации фосфатов в водах района находятся в диапазоне $10\text{--}20 \text{ мкг/дм}^3$ на протяжении трех десятилетий.

Кислородный режим в прибрежных водах Темрюкского залива в целом был относительно благоприятным. Концентрация растворенного в воде кислорода была зафиксирована ниже норматива $6,0 \text{ мг/дм}^3$ лишь дважды при минимуме $4,94 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. Среднегодовое содержание кислорода составило $8,65 \text{ мг/дм}^3$, что близко к значению предыдущего года ($8,45 \text{ мг/дм}^3$). Сероводород обнаружен не был.

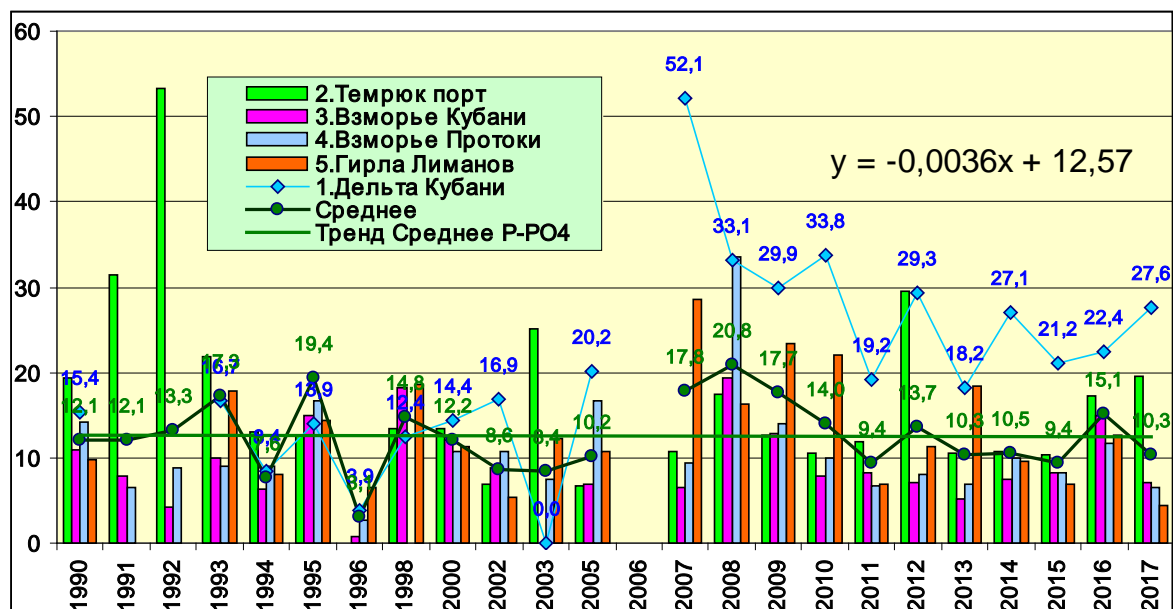


Рис. 3.56. Динамика средней концентрации фосфора фосфатов P-PO₄ (мг/дм³) в водах Темрюкского залива в 1990–2017 гг.

Черное море

Крым. Севастопольская бухта. Содержание основных показателей загрязнения вод Севастопольских бухт соответствовало естественному диапазону: соленость – 17,96–18,54‰; pH – 8,17–8,37; щелочность – 2,954–3,202; фосфаты – 1,8–19,0 мкг/дм³; общий фосфор – 8–27 мкг/дм³; аммонийный азот – 0–42 мкг/дм³; нитритный азот – 0,2–

4,2 мкг/дм³; нитратный азот - 4,6-73,2 мкг/дм³. Среднее содержание легкоокисляемого органического вещества по БПК₅ составило 1,93 мг O₂/дм³ (0,6 ПДК). Содержание нефтяных углеводородов варьировало от 0,01 до 0,07 мг/дм³ (максимум - 1,4 ПДК, в поверхностном слое на фарватере бухты в июне). Кислородный режим вод бухт был в пределах нормы: диапазон содержания растворенного кислорода в поверхностном слое 7,53-10,03 мг O₂/дм³, в среднем 8,65 мг O₂/дм³; в придонных водах - 7,63-10,25 мг O₂/дм³, в среднем 8,83 мг O₂/дм³.

Севастопольский район. Значения основных гидрохимических параметров вод Севастопольского района в прибрежной зоне от аэропорта «Бельбек» на севере до Балаклавской бухты на юге соответствовали диапазону: температура - 7,5-24,7°C; соленость - 15,74-18,85‰; pH - 8,05-8,38; щелочность - 2,488-3,543 мг-экв/дм³; фосфаты - 1,0-30,0 мкг/дм³; общий фосфор - 6-51 мкг/дм³; аммонийный азот - 0-134 мкг/дм³; нитритный азот - 0,0-4,1 мкг/дм³; нитратный азот - 0,0-161,0 мкг/дм³. Значения БПК₅ изменялись в пределах 0,04-4,06 мг O₂/дм³, в среднем 2,19 мг O₂/дм³ (0,7 ПДК). Содержание нефтяных углеводородов варьировало от 0,02 до 0,39 мг/дм³ (7,8 ПДК, придонный горизонт на глубине 32 м на взморье у аэропорта «Бельбек» 29 мая; в этот же день у дна на глубине 8 м в этом же участке побережья у поселка им. Полины Осипенко концентрация НУ составила 0,15 мг/дм³, 3,0 ПДК), в среднем 0,08 мг/дм³.

Крым. Порт Ялта. Значения основных гидрохимических параметров вод района соответствовали диапазону: температура 7,1-26,0°C; соленость - 8,581-18,535‰; pH - 8,13-8,48; щелочность - 3,229-3,440 мг-экв/дм³; фосфаты - 2-35 мкг/дм³; общий фосфор - 5-45 мкг/дм³; силикаты - 117-2439 мкг/дм³; аммонийный азот - 9-32 мкг/дм³; нитритный азот - 0,5-13,5 мкг/дм³; нитратный азот - 2-146 мкг/дм³. Концентрация нефтяных углеводородов на акватории морского пассажирского порта изменялась от аналитического нуля до 0,03 мг/дм³ (0,6 ПДК, поверхностный и придонный слой, 21 февраля); среднее значение составило 0,01 мг/дм³. Содержание СПАВ варьировало от аналитического нуля до 43 мкг/дм³ (0,4 ПДК, середина сентября на поверхности); среднее за год - 11 мкг/дм³ (0,1 ПДК). Фенолы обнаружены не были. Из хлорорганических пестицидов группы ДДТ был отмечен метаболит ДДД в концентрации 0,81 нг/дм³. Из другой группы был обнаружен «свежий» линдан (γ-ГХЦГ) в концентрации 1,00-13,88 нг/дм³ (1,4 ПДК, максимум наблюдался на поверхности в середине ноября); среднегодовая величина 4,2 нг/дм³. α-ГХЦГ был зафиксирован в концентрации 0,40-0,59 нг/дм³. В отличие от предыдущего года в 2017 г. в водах акватории морского пассажирского порта были обнаружены пестициды альдрин (0,63-0,99 нг/дм³), гептахлор (0,61-2,57 нг/дм³). ПХБ не были обнаружены. Значения растворенного в воде кислорода варьировали в пределах 6,19-11,46 мг O₂/дм³ в поверхностном слое и 6,76-10,25 мг O₂/дм³ в придонном; минимум был отмечен в начале сентября. Среднегодовое значение составило 8,88 мг O₂/дм³. Процент насыщения вод кислородом варьировал от 79,9% до 110,5%, в среднем 95,1% насыщения. В 2017 году воды морского пассажирского порта Ялта оцениваются как «чистые».

Крым. Керченский пролив. Значения основных гидрохимических параметров вод между портами Крым и Кавказ соответствовали диапазону: температура - 9,1-27,7°C; соленость - 13,58-18,21‰; pH - 7,09-8,85; щелочность - 2,162-3,953 мг-экв/дм³; фосфаты - 5-9 мкг/дм³; общий фосфор - 10-125 мкг/дм³; силикаты 50-680 мкг/дм³; аммонийный азот - 20-103 мкг/дм³; нитритный азот - 0,3-17,0 мкг/дм³; нитратный азот - 4-31 мкг/дм³. Приоритетным загрязняющим веществом сохраняются нефтяные углеводороды (среднее содержание - 0,040 мг/дм³, максимальное - 0,16 мкг/дм³, 3,2 ПДК). Среднегодовое содержание СПАВ соответствовало 13,8 мкг/дм³ (0,1 ПДК). Фенолы не были обнаружены. Из хлорорганических пестицидов был обнаружен ДДТ в концентрации от аналитического нуля до 5,6 нг/дм³; ДДЕ - 0-0,73 нг/дм³; ДДД - 0-0,69 нг/дм³. Линдан (γ-ГХЦГ) и его изомеры не были обнаружены. В воде был зафиксирован пестицид альдрин (0,51 нг/дм³). Гептахлор и полициклические хлорированные бифенилы не были обнаружены. Значения растворенного в воде кислорода варьировали в пределах 5,66-11,10 мг O₂/дм³, в среднем 8,21 мг O₂/дм³. В 2017 году воды Керченского пролива оцениваются как «чистые».

Район Анапа-Туапсе. Значения основных гидрохимических параметров вод в районе Анапы, Новороссийска, Геленджика и Туапсе в 2017 г. соответствовали диапазону: температура - 7,9-27,8°C; соленость - 14,33-18,43‰; pH - 8,00-8,59; щелочность - 2,356-3,060 мг-экв/дм³; фосфаты - 0-128,7, в среднем - 16,6 мкг/дм³; силикаты 0-660 мкг/дм³, в среднем - 170 мкг/дм³; аммонийный азот - 0-240 мкг/дм³, в среднем - 18,2 мкг/дм³; нитритный азот - 0-4,73 мкг/дм³; нитратный азот ниже предела обнаружения. Нефтяные углеводороды (среднее содержание 0,012 мг/дм³, максимальное 0,054 мкг/дм³, 1,1 ПДК) присутствовали в незначительном количестве. В целом за последние два десятилетия наблюдается снижение уровня содержания НУ в водах побережья (рис. 3.57). Содержание СПАВ было ниже предела обнаружения. Наибольшее содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) составляло 3,24 мг O₂/дм³ (1,1 ПДК). Содержание взвешенных веществ находилось в пределах 0,9-1,9 мг/дм³. Максимальная концентрация растворенной в воде ртути достигала 0,02 мкг/дм³ (0,2 ПДК), при среднем значении - 0,005 мкг/дм³. Концентрация железа варьировала от аналитического нуля до 53 мкг/дм³ (1,1 ПДК); в среднем 26,3 мкг/дм³. Хлорорганические пестициды групп ДДТ и ГХЦГ не были обнаружены. Значения растворенного в воде кислорода варьировали в пределах 7,17-13,68 мг O₂/дм³, в среднем 9,63 мг O₂/дм³. В целом, качество вод Кавказского побережья сохранилось на прежнем уровне и характеризуется как «чистые».

Район Сочи-Адлер. Значения основных гидрохимических параметров в прибрежных водах между устьями рек Мзымта и Сочи соответствовали диапазону: температура - 7,8-26,4°C; соленость - 8,70-19,76‰; pH - 7,72-8,47; щелочность - 2,178-3,216 мг-экв/дм³; фосфаты - 0-122,8 мкг/дм³, в среднем - 11,4 мкг/дм³; силикаты - 42-9540 мкг/дм³, в среднем - 1154 мкг/дм³; аммонийный азот - 0-281 мкг/дм³, в среднем 50,3 мкг/дм³; нитритный азот - 0-12,06 мкг/дм³, в среднем 0,78 мкг/дм³; нитратный азот - 0-2713 мкг/дм³, в среднем 28,3 мкг/дм³. Следует отметить, что за последние 5 лет наметилась тенденция увеличения неорганического фосфора в прибрежных водах Кавказа (рис. 3.58). Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) варьировало от аналитического нуля до 3,2 мг O₂/дм³ (1,0 ПДК); в среднем 1,5 мг O₂/дм³. Содержание взвешенных веществ находилось в пределах 0-23 мг/дм³, в среднем 2,2 мг/дм³.

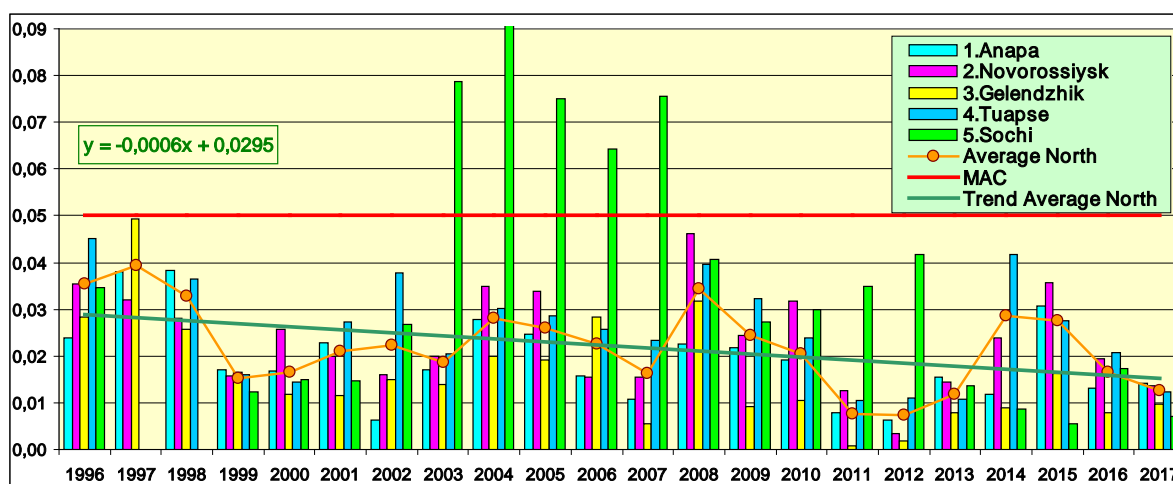


Рис. 3.57. Динамика средней концентрации нефтяных углеводородов (мг/дм³) в прибрежных водах Кавказа в 1996-2017 гг.
Примечание: Average North - средняя величина в северной части Кавказского побережья; MAC - предельно допустимая концентрация; Trend Average North - тренд концентрации НУ в северной части побережья.

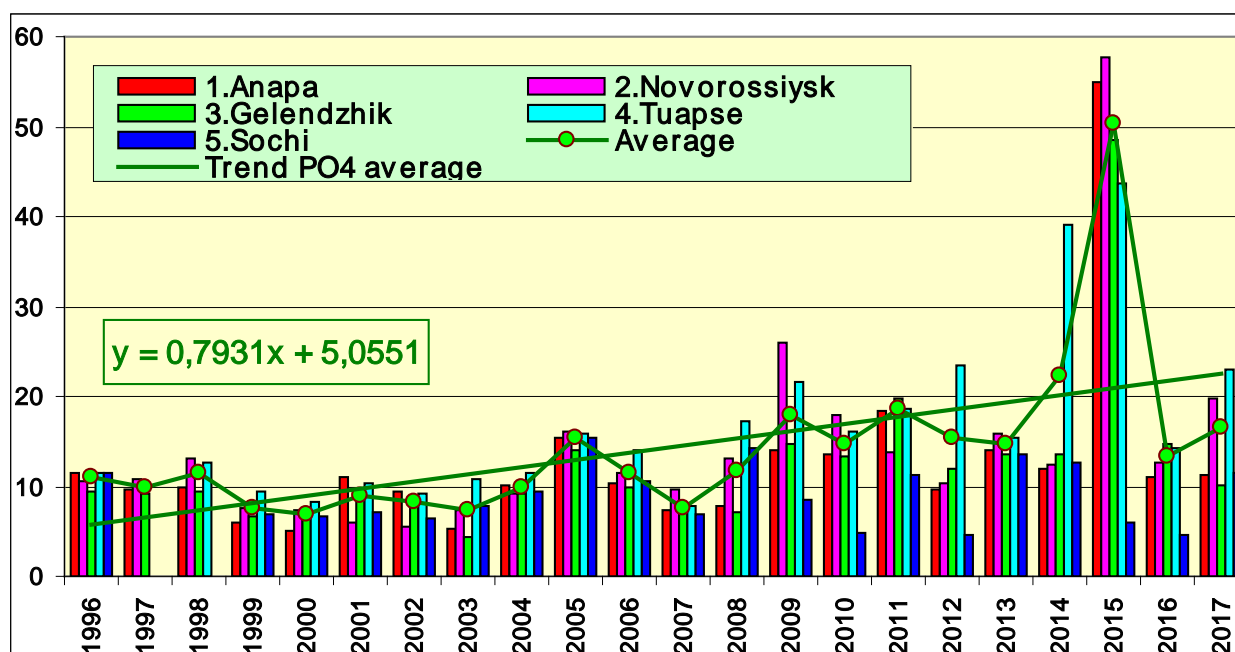


Рис. 3.58. Динамика средней концентрации фосфора фосфатов P-PO₄ (мг/дм³) в прибрежных водах Кавказа в 1996-2017 гг.
Примечание: Average - средняя концентрация фосфатов; Trend PO₄ average - тренд средней концентрации фосфатов.

В 2017 г. воды характеризуются как «чистые». Средняя годовая концентрация всех основных загрязняющих веществ была ниже установленных для морских вод нормативов. Максимальная концентрация превышала ПДК для нефтяных углеводородов (до 1,1 ПДК), железа (3,5 ПДК), свинца (3,3 ПДК), взвешенных веществ (2,3 ПДК). Наибольшее содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) в водах района составляло 1,1 ПДК. Растворенная ртуть в водах района не была выявлена. В последние несколько лет существенных изменений качества морских вод отмечено не было. Общий уровень загрязнения незначительный, а воды характеризовались в основном, как «чистые» и, локально, «умеренно загрязненные». В многолетней динамике состояние вод района оценивается как стабильное.

Балтийское море

В 2017 г. гидрохимические наблюдения на Балтийском море выполнялись на 40 станциях (рис. 3.59). Принимая во внимание пресноводный характер Невской губы, при оценках качества вод использовались значения ПДК для поверхностных вод суши.

Невская губа. Центральная часть. Основной вклад в загрязнение вод вносили медь (средняя годовая 2,8 ПДК/максимальная 9,5 ПДК), цинк (0,8/3,1 ПДК) и железо (0,7/3,6 ПДК). В целом, концентрации меди, цинка и железа были ниже средних показателей за последние пять лет, а среднее содержание марганца было минимальным (6,54 мкг/дм³). Максимальная концентрация превышала установленные нормативы для следующих веществ: марганца - 21,2 ПДК было зарегистрировано в придонном слое в сентябре; алюминия - 1,2 ПДК на поверхности в октябре (средняя годовая - 0,6 ПДК); нитритного азота - 1,7 ПДК на поверхности и у дна в июле (средняя годовая - 0,4 ПДК). Воды Центральной части Невской губы не загрязнены нефтяными углеводородами. Концентрации СПАВ,

фенола и были ниже уровня ПДК. Концентрация хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) была ниже предела обнаружения. Кислородный режим был в пределах нормы – средняя концентрация растворенного кислорода составила $9,99 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, а минимальная – $6,67 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. В 2017 г. воды Центральной части Невской губы характеризуются как «умеренно загрязненные».



Рис. 3.59. Районы наблюдений за качеством морской среды восточной части Финского залива

Невская губа. Северный курортный район. Основными загрязняющими веществами в водах Северного курортного района в 2017 г. являлись: медь (средняя годовая $5,0 \text{ ПДК}$ / максимальная $8,5 \text{ ПДК}$), цинк ($1,3/2,9 \text{ ПДК}$) и железо ($1,0/2,0 \text{ ПДК}$). Концентрации этих элементов были ниже средних показателей за последние пять лет. Были зафиксированы максимальные концентрации: нитритного азота – $2,5 \text{ ПДК}$ на поверхности в июле (средняя годовая – $0,9 \text{ ПДК}$), марганца – $1,7 \text{ ПДК}$ на поверхности в сентябре (средняя годовая – $0,5 \text{ ПДК}$) и алюминия – $1,6 \text{ ПДК}$ на поверхности в мае (средняя годовая – $0,8 \text{ ПДК}$). Содержание нефтяных углеводородов и фенола в водах Северного курортного района не было отмечено, содержание СПАВ фиксировалось разово на уровне $0,05 \text{ ПДК}$. Концентрация хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) были ниже предела обнаружения. Кислородный режим был в пределах нормы – средняя концентрация растворенного кислорода составила $11,0 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, а минимальная – $9,16 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. В 2017 г. воды Северного курортного района характеризуются как «грязные».

Невская губа. Южный курортный район. Основной вклад в загрязнение вод вносили медь (средняя годовая $3,9 \text{ ПДК}$ / максимальная $8,1 \text{ ПДК}$), марганец ($1,1/14,6 \text{ ПДК}$), цинк ($0,8/1,8 \text{ ПДК}$). Если концентрации меди и цинка были ниже средних показателей предыдущих пяти лет, то концентрация марганца стала максимальной ($10,67 \text{ мкг/дм}^3$) за этот же промежуток времени. Также превышали установленные нормативы максимальные концентрации: железа – $1,6 \text{ ПДК}$ на поверхности в октябре (средняя годовая – $0,5 \text{ ПДК}$) и фосфора фосфатов – $1,1 \text{ ПДК}$ на поверхности в июне (средняя годовая – $0,2 \text{ ПДК}$). Воды Южного курортного района не загрязнены органическими веществами. Не было зафиксировано присутствие фенола, содержание нефтяных углеводородов отмечено на уровне аналитического нуля, максимальное значение СПАВ составило $0,05 \text{ ПДК}$. Концентрация хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) была ниже предела обнаружения. Кислородный режим был в пределах нормы – средняя концентрация растворенного кислорода составила $10,27 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, а минимальная – $8,25 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. В 2017 г. воды Южного курортного района характеризуются как «загрязненные».

Невская губа. Морской Торговый порт. Основными загрязняющими веществами вод акватории Морского торгового порта в 2017 г. стали медь (средняя годовая $3,7 \text{ ПДК}$ / максимальная $11,7 \text{ ПДК}$), цинк ($1,7/5,2 \text{ ПДК}$), марганец ($1,4/10,7 \text{ ПДК}$). Концентрации этих веществ превышали средние значения показателей за последние пять лет. В отдельных случаях максимальные концентрации превышали установленные нормативы: нитритного азота – $1,9 \text{ ПДК}$ в придонном слое в июле (средняя годовая – $0,6 \text{ ПДК}$), железа – $4,5 \text{ ПДК}$ на поверхности в феврале (средняя годовая – $1,2 \text{ ПДК}$), алюминия – $1,5 \text{ ПДК}$ в придонном слое в сентябре (средняя годовая – $0,8 \text{ ПДК}$). Воды Морского Торгового порта не загрязнены органическими веществами. Нефтяные углеводороды не были зарегистрированы. Концентрации фенола и детергентов были существенно ниже ПДК. Во всех отобранных пробах концентрация хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) была ниже предела обнаружения. Кислородный режим был в пределах нормы – средняя концентрация растворенного кислорода составила $10,5 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$, а минимальная – $8,1 \text{ мгО}_2/\text{дм}^3$. Воды Морского торгового порта характеризуются как «грязные».

Невская губа. Северная станция аэрации. Основной вклад в загрязнение вод Северной станции аэрации в 2017 г. вносили: медь (средняя годовая $2,7 \text{ ПДК}$ / максимальная $4,3 \text{ ПДК}$), нитритный азот ($1,2/2,8 \text{ ПДК}$) и марганец ($1,1/4,1 \text{ ПДК}$). Зафиксированная концентрация марганца ($10,66 \text{ мкг/дм}^3$) стала максимальной за последние пять лет. Концентрации меди и нитритного азота были ниже средних значений показателей за прошедшие пять лет. Воды в районе сброса сточных вод со станции аэрации в последние годы наиболее загрязнены нитритами, максимальные значения которых в 2-4 раза выше норматива $\text{ПДК}=24 \text{ мкг/дм}^3$ (рис. 3.60). В ряде случаев максимальная концентрация превышала установленные нормативы для аммонийного азота ($1,8 \text{ ПДК}$, придонный слой в сентябре) и железа ($1,5 \text{ ПДК}$, придонный слой в сентябре). В водах Северной станции аэрации нефтяные углеводороды не были зафиксированы. Концентрации фенола и СПАВ зафиксированы на уровне существенно ниже ПДК. Концентрации

хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) были ниже предела обнаружения. Кислородный режим был в пределах нормы – средняя концентрация растворенного кислорода составила $9,8 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, а минимальная – $8,5 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. В 2017 г. воды Северной станции аэрации характеризуются как «загрязненные».

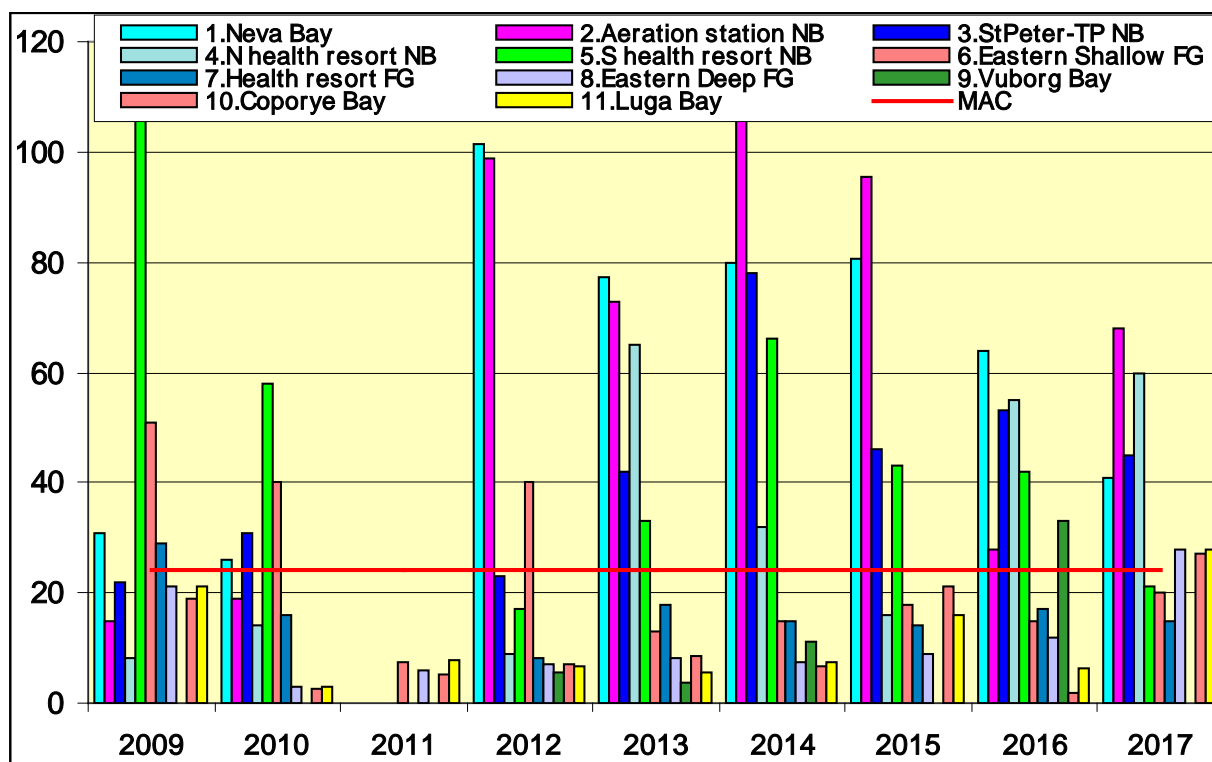


Рис. 3.60. Максимальная концентрация нитритного азота ($\text{мкг}/\text{дм}^3$) на различных участках акватории Невской губы и в восточной части Финского залива в 2009-2017 гг.

Примечание: Neva Bay – Невская губа; Aeration station NB – станция аэрации в Невской губе, StPeter-TP NB – Санкт-Петербургский торговый порт в Невской губе; N health resort NB – северный курортный район Невской губы; S health resort NB – южный курортный район Невской губы; Eastern Shallow FG – мелководная зона восточной части Финского залива; Health resort FG – курортный район Финского залива; Eastern Deep FG – глубоководная зона восточной части Финского залива; Vuborg Bay – Выборгский залив; Coporye Bay – Копорский залив; Luga Bay – Лужский залив; MAC – предельно допустимая концентрация.

Финский залив. Курортный район мелководной зоны. Основными загрязняющими веществами в водах Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива стали: железо (средняя годовая $6,1 \text{ ПДК}$ /максимальная $23,8 \text{ ПДК}$), медь ($1,3/2,7 \text{ ПДК}$) и алюминий ($0,7/1,7 \text{ ПДК}$). Концентрация меди ($13 \text{ мкг}/\text{дм}^3$) показала абсолютный максимум в 2017 г., а содержание марганца было ниже среднего значения. Концентрации биогенных веществ не превышали установленные нормативы: для аммонийного азота средняя составила $18,17 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ при максимальной $100,0 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, нитритного азота – $8,9/15,0 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, нитратного азота – $222,5/500,0 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, фосфора фосфатов – $5,22/18,0 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Концентрации нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и пестицидов находились на уровне аналитического нуля. Кислородный режим был в пределах нормы – средняя концентрация растворенного кислорода составила $10,2 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, а минимальная – $8,9 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. В 2017 г. воды Курортного района мелководной зоны восточной части Финского залива характеризуются как «грязные».

Финский залив. Мелководная зона. Основной вклад в загрязнение вод мелководной зоны восточной части Финского залива вносили: медь (средняя годовая $0,74 \text{ ПДК}$ /максимальная $1,5 \text{ ПДК}$), марганец ($0,34/1,6 \text{ ПДК}$) и цинк ($0,2/0,6 \text{ ПДК}$). Среднегодовые концентрации меди, цинка и марганца превышали среднегодовые значения этих веществ за последние пять лет. Среди биогенных веществ основным загрязняющим веществом стал нитритный азот со средней концентрацией $10,4 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ ($0,4 \text{ ПДК}$) при максимальной $20,0 \text{ мкг}/\text{дм}^3$ ($0,8 \text{ ПДК}$). Содержание нефтяных углеводородов, фенола и пестицидов было ниже предела обнаружения. Дeterгенты соответствовали концентрации $10-11 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Средняя концентрация растворенного кислорода составила $8,62 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, а минимальная ($5,69 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$) была отмечена на глубине 20 м у дна в середине августа. В 2017 г. воды мелководной зоны восточной части Финского залива характеризуются как «чистые».

Финский залив. Глубоководная зона. Основными загрязняющими веществами вод глубоководной зоны восточной части Финского залива стали металлы: марганец (средняя годовая $0,9 \text{ ПДК}$ /максимальная $4,6 \text{ ПДК}$), медь ($0,5/0,7 \text{ ПДК}$) и цинк ($0,1/0,2 \text{ ПДК}$). Среднегодовая концентрация цинка ($6,4 \text{ мкг}/\text{дм}^3$) стала минимальной за последние пять лет. Превышение ПДК было зафиксировано для фосфора фосфатов – 54 и $86 \text{ мкг}/\text{дм}^3$, в августе, промежуточный и придонный слой. Концентрация нефтяных углеводородов составила $0,04 \text{ мг}/\text{дм}^3$, а СПАВ – 10 и $11 \text{ мкг}/\text{дм}^3$. Содержание фенолов и хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α -ГХЦГ и γ -ГХЦГ) было ниже предела обнаружения. Кислородный режим находился в пределах нормы – средняя концентрация растворенного кислорода составила $7,33 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$, а минимальная – $3,86 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. В 2017 г. воды глубоководной зоны восточной части Финского залива характеризуются как «чистые».

Финский залив. Копорская губа. Основной вклад в загрязнение вод Копорской губы в 2017 г. вносили: марганец (средняя годовая 6,3 ПДК/ максимальная 20,9 ПДК), медь (1,7/2,9 ПДК) и цинк (0,8/1,6 ПДК). Максимальная концентрация нитритного азота находилась на уровне 0,2-1,1 ПДК (27,0 мкг/дм³). Содержание нефтяных углеводородов, фенола, СПАВ и хлорорганических пестицидов было ниже предела обнаружения. Кислородный режим был в пределах нормы – средняя концентрация растворенного кислорода составила 7,95 мгО₂/дм³, а минимальная – 6,22 мгО₂/дм³. В 2017 г. воды Копорской губы характеризуются как «грязные».

Лужская губа. Основными загрязняющими веществами вод Лужской губы стали: марганец (средняя годовая 1,3 ПДК/ максимальная 4,2 ПДК), медь (0,3/0,6 ПДК) и цинк (0,2/0,3 ПДК). Максимальные концентрации превышали установленные нормативы для марганца и нитритного азота (максимум 1,2 ПДК). Содержание нефтяных углеводородов, фенолов и хлорорганических пестицидов было ниже предела обнаружения. Максимальное содержание detergentов составило 10 мкг/дм³. Кислородный режим был в пределах нормы – средняя концентрация растворенного кислорода составила 7,49 мгО₂/дм³, а минимальная – 6,13 мгО₂/дм³. В 2017 г. воды Лужской губы характеризуются как «чистые».

В целом, на всей акватории восточной части Финского залива в 2017 г. качество вод определялось высоким содержанием металлов, в основном меди, марганца и цинка. Нефтяное загрязнение было незначительным.

Белое море

Двинский залив. Соленость центральной части залива в среднем составила 22,91‰ с наибольшими значениями в придонном слое, диапазон значений – 5,18-28,43‰. Содержание нефтяных углеводородов составляло в среднем 0,0016 мг/дм³. Содержание хлорорганических пестицидов в водах Двинского залива было незначительным: концентрация ДДТ составила 0,1 нг/дм³, тогда как его метаболита ДДЭ в пробах воды не было выявлено. Линдан (γ-ГХЦГ) и α-ГХЦГ не были обнаружены; содержание β-ГХЦГ составило 0,1 нг/дм³. Максимальное содержание аммонийного азота – 48,44 мкг/дм³ было отмечено в придонном слое на глубине 51 м в центральной части залива. Концентрация нитратного азота находилась в диапазоне 0-54,87 мкг/дм³, в среднем 13,20 мкг/дм³; нитритного азота – 0,71-6,19/2,21 мкг/дм³; общего фосфора – 11,55-66,25/24,2 мкг/дм³, фосфатов – 1,2-45,9/13,2 мкг/дм³ и силикатов – 125-1584/377 мкг/дм³. Кислородный режим вод Двинского залива был в пределах среднесезонной нормы; среднее содержание растворенного кислорода составило 8,97 мг О₂/дм³, а диапазон его изменений – 7,33-9,96 мг О₂/дм³.

Кандалакшский залив. В торговом порту г. Кандалакша соленость вод варьировала от 7,60‰ до 16,30‰. Средняя и максимальная концентрации определяемых загрязняющих веществ не превышали установленные ПДК. Приоритетными загрязняющими веществами сохранились медь (средняя 5,2 мкг/дм³; 1,0 ПДК; максимум 5,9 мкг/дм³), нефтяные углеводороды (средняя 0,012 мг/дм³/0,2 ПДК; максимум 0,024/0,5 ПДК) и железо (средняя 41,3 мг/дм³/0,8 ПДК; максимум 175/3,5 ПДК). Содержание ртути в воде соответствовало 0,014 мг/дм³ (0,1 ПДК); хрома – 1,1 мг/дм³. Содержание в водах порта кадмия, свинца, никеля, СПАВ, органических веществ (по БПК₅), взвешенных веществ, а также пестицидов α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДД не было выявлено. Содержание растворенного в воде кислорода за последние несколько лет постепенно увеличивается. Средняя величина составила 9,94 мг/дм³, а минимальная – 5,81 мгО₂/дм³. Качество вод, также, как и 2016 г., оценивается как «чистые».

Баренцево море

Кольский залив. В 2017 г. на водпосту торгового порта г. Мурманска соленость в течение года изменялась от 10,28‰ в ноябре до 25,91‰ в марте. Содержание нефтяных углеводородов изменялось от 0,031 до 0,097 мг/дм³ (1,9 ПДК); а среднегодовое значение было выше норматива (0,064 мг/дм³, 1,3 ПДК). За последние годы содержание нефтяных углеводородов на этой акватории уменьшилось в 4 раза (табл. 3.13).

Таблица 3.13. Динамика концентрации приоритетных загрязняющих веществ (в единицах ПДК) в районе водомерного поста торгового порта г. Мурманска.

Показатель	2012 г.	2013 г.	2014 г.	2015 г.	2016 г.	2017 г.
Нефтяные углеводороды	5,0	5,0	2,7	3,0	1,4	1,2
Железо	7,0	9,0	6,0	1,2	0,8	0,6
Медь	2,4	1,7	2,2	0,9	1,1	1,2
ИЗВ	3,63	4,03	2,97	1,43	0,90	0,92

В водах акватории порта средние концентрации металлов составили: меди – 5,8 мкг/дм³ (1,2 ПДК); марганца – 5,5 мкг/дм³ (0,1 ПДК); железа – 32,5 мкг/дм³ (0,6 ПДК) и кадмия – 0,1 мкг/дм³ (<0,1 ПДК). Следует отметить, что за период 2012-2017 гг. содержание железа уменьшилось в 10-15 раз, а меди – в 2 раза. Содержание никеля, хрома, а также пестицидов, detergentов и взвешенных веществ в 2017 г. оказалось ниже предела обнаружения. Концентрация свинца составляла 4,4-5 мкг/дм³, а ртути – 0,012 мкг/дм³ (0,1 ПДК). Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) составляло 1,0 и 2,8 мг О₂/дм³ (0,9 ПДК).

Концентрация аммонийного азота в течение года изменялась от аналитического нуля до 1010,0 мкг/дм³ в марте, составив в среднем 246,8 мкг/дм³ (0,11 ПДК) (в 2016 году – 1014,5/373,7 мкг/дм³). Средние значения концентраций составили: нитритного азота – 4,1 мкг/дм³ (0,17 ПДК); нитратов – 32,9 мкг/дм³; силикатов – 2043 мкг/дм³.

Содержание фосфатов в водах вблизи водпоста в течение года изменялось в диапазоне от 20 до 47 мкг/дм³ (0,4-1,0 ПДК), с максимумом в марте – 1435 мкг/дм³ (29 ПДК). Такие высокие значения неоднократно фиксировались в течение последнего десятилетия, а средняя величина (266 мкг/дм³; в 2016 г. – 105 мкг/дм³, предел изменений 0,0-345,2 мкг/дм³) сохранилась на уровне обычных для района значений (рис. 3.61). В целом район водпоста чрезвычайно загрязнен фосфатами, тогда как в других частях акватории Кольского залива их среднесезонная концентрация была существенно меньше: в Северном колене – 6 мкг/дм³, в Среднем колене без водпоста в порту Мурманска – 7 мкг/дм³ и в Южном колене – 8 мкг/дм³, а максимум – 18; 43 и 21 мкг/дм³ соответственно.

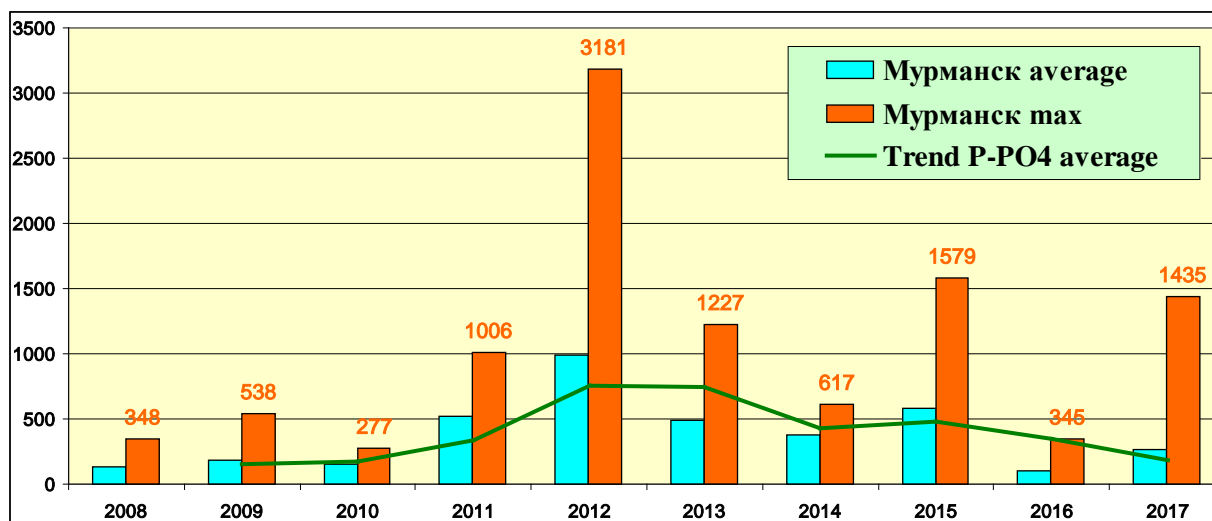


Рис. 3.61. Динамика средней и максимальной концентраций неорганического фосфора P-PO₄ (мкг/дм³) в водах водпоста торгового порта г. Мурманска в 2008-2017 гг.

В районе расположения водпоста в течение года кислородный режим морских вод был удовлетворительным: среднегодовая концентрация кислорода составляла 8,44 мгО₂/дм³. Процент насыщения вод кислородом варьировал в диапазоне 42,1-94,0%. В целом, по результатам наблюдений в 2017 г. воды Кольского залива в районе расположения водпоста торгового порта г. Мурманска соответствуют «умеренно загрязненным» водам. Следует отметить, что за последние пять лет качество вод торгового порта улучшилось за счет уменьшения средних концентраций нефтяных углеводородов, железа и меди.

Тихий океан

Шельф полуострова Камчатка. Авачинская губа. Авачинская губа представляет собой полузамкнутый водоем с большой антропогенной нагрузкой, соединенный с Тихим океаном узким проливом. Источники поступления загрязняющих веществ и интенсивность речного стока сохраняются на постоянном уровне в течение многих лет. В 2017 г., так же, как и в предыдущие годы, воды Авачинской губы были загрязнены фенолами, нефтяными углеводородами и детергентами. Фенолы образуются при биохимическом распаде и трансформации органического вещества, они поступают в морскую среду с речными водами, стоками промышленных предприятий и коммунальных объектов. Среднегодовое значение концентрации фенолов в 2017 г. составило 2,42 мкг/дм³ (2,4 ПДК), максимальное (22 ПДК) было отмечено в середине октября на поверхности в порту. Повторяемость превышения ПДК достигла 63%. На протяжении последних пяти лет концентрации фенолов сохраняются на уровне 2-4 ПДК.

Наибольшая концентрация растворенных нефтяных углеводородов (НУ), как правило, наблюдается в районах сброса сточных вод судоремонтных заводов, транспортных предприятий и в местах стоянки судов. Распространению НУ на всю акваторию губы способствуют приливо-отливные, сгонно-нагонные явления и течения. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в водах Авачинской губы в 2017 г. составило 2,0 ПДК (0,104 мг/дм³), максимальное – 4,4 ПДК (0,22 мг/дм³). За последний пятилетний период наблюдалось наименьшее значение максимального содержания нефтяных углеводородов (рис. 3.62).

Рис. 3.62. Динамика средней и максимальной концентраций нефтяных углеводородов (мг/дм³) в водах Авачинской губы на Камчатке в 1985-2017 гг.

Детергенты поступают в Авачинскую губу с хозяйственно-бытовыми и промышленными стоками в составе моющих и чистящих средств, а также с речной водой, поэтому их наибольшее содержание наблюдается в прибрежных водах восточной части губы и в районах впадения рек. Главным фактором, понижающим количество детергентов в морской воде, являются процессы биохимического окисления. В течение последних пяти лет средняя по толще вод концентрация детергентов (АСПАВ) в водах Авачинской губы не превышала допустимой нормы. В 2017 г. их содержание варьировало в пределах 50-300 мкг/дм³, составив в среднем 60 мкг/дм³ (0,6 ПДК). Максимальная концентрация детергентов составила 3 ПДК в придонном слое центральной части Авачинской губы в октябре 2017 г.

Характерным для Авачинской губы является постоянное перенасыщение кислородом поверхностного горизонта вследствие интенсивно протекающих процессов фотосинтеза и его дефицитом в придонных слоях воды, где он расходуется на окисление органических соединений. Среднегодовое значение концентрации растворенного кислорода в водной толще составило 9,81 мгО₂/дм³ при среднем значении уровня насыщения 95%. На поверхности средний уровень насыщения поднимался до 118%, а в придонном слое опускался до 70%. Наименьшая концентрация кислорода на глубине наблюдалась в центральной части губы, где в силу ее чашеобразного строения образуется устойчивая застойная зона. Минимальное содержание кислорода на акватории Авачинской бухты было зафиксировано в придонном слое в августе и составило 3,42 мгО₂/дм³. В 2017 г. по сравнению с 2016 г. качество воды Авачинской губы улучшилось и оценивалось как «загрязненные» (уровень 2013-2015 гг.).

Охотское море

В районе пос. Стародубский в 2017 г. значения гидрохимических показателей и концентрации загрязняющих веществ были в пределах среднесезонных значений. Среднегодовое содержание загрязняющих веществ не превышало значений ПДК, за исключением меди (среднее 5,35 мкг/дм³, 1,1 ПДК; максимум - 7,3 мкг/дм³, 1,5 ПДК). Максимальные значения ПДК были превышены лишь легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅), составив 5,1 мгО₂/дм³, 1,7 ПДК (средняя концентрация - 1,67 мг О₂/дм³, 0,6 ПДК). Концентрации нефтяных углеводородов, детергентов, цинка, свинца и кадмия, как среднегодовые, так и максимальные, не превышали нормативов. Кислородный режим был в пределах нормы: среднее содержание растворенного кислорода составило 9,6 мгО₂/дм³, минимальное - 7,9 мгО₂/дм³. Воды в районе пос. Стародубский характеризуются как «чистые». В донных отложениях в районе пос. Стародубский был превышен норматив содержания нефтяных углеводородов (средняя - 98,8 мкг/г, 2, ПДК; максимум - 228 мкг/г, 4,6 ПДК). Содержание фенолов, кадмия, меди, свинца, цинка было незначительным, а максимальные значения не превышали 0,5 ДК.

В заливе Анива в районе пос. Пригородное в 2017 г. отмечалось загрязнение морских вод легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) (0,5/1,4 ПДК), медью (1,1/4 ПДК), фенолами (0,3/3,0 ПДК). При этом как средние, так и максимальные концентрации кадмия, нефтяных углеводородов, цинка, СПАВ, свинца и аммонийного азота не превышали ПДК. Кислородный режим был в целом удовлетворительным. Среднее годовое значение концентрации кислорода составило 7,9 мгО₂/дм³, однако минимальное значение опускалось ниже уровня норматива (6,0 мгО₂/дм³) и составило 5,03 мгО₂/дм³. Воды в районе поселка Пригородное характеризуются как «чистые». В донных отложениях содержание нефтяных углеводородов незначительно превысило значения ДК (1,1/1,2). Средние и максимальные значения кадмия, фенола, меди, цинка и свинца не превышали норматива (максимальное значение 0,3 ДК - медь).

Морские воды залива Анива в районе пос. Корсаков в 2017 г. были загрязнены нефтяными углеводородами (0,4/1,3 ПДК), легкоокисляемыми органическими веществами (по БПК₅) (0,8/2,7 ПДК), медью (1,1/3,5 ПДК) и фенолами (0,2/2,3 ПДК). При этом как средние, так и максимальные концентрации кадмия, цинка СПАВ, свинца и аммонийного азота не превышали ПДК. Среднегодовое содержание кислорода было удовлетворительным (8,1 мгО₂/дм³), минимальное значение составило 6,53 мгО₂/дм³. В 2017 г. воды в районе порта г. Корсакова характеризуются как «чистые». В донных отложениях было повышено содержание нефтяных углеводородов (3,4/6 ПДК), меди (1,3/3,0 ПДК) и кадмия (0,5/1,5 ПДК). Концентрации фенолов, цинка и свинца не превышали 0,8 ДК.

Японское море

Залив Петра Великого. В 2017 г. в прибрежных акваториях залива Петра Великого Японского моря было зафиксировано существенное увеличение концентрации нефтяных углеводородов в бухте Диомид (в 2,2 раза), в проливе Босфор Восточный и Уссурийском заливе (в 2 раза), (рис. 3.63). Некоторое снижение среднегодового содержания НУ было отмечено в бухте Золотой Рог (в 1,4 раза), в Амурском заливе (в 1,9 раза) и в заливе Находка (в 1,2 раза). В период 2010-2017 гг. средняя за год величина содержания НУ в морских водах варьировала в пределах 1,0-4,4 ПДК. Среднесезонное значение сохраняется традиционно наибольшим в бухте Золотой Рог; однако в 2016-2017 гг. значительно увеличилось загрязнение нефтяными углеводородами Амурского и Уссурийского заливов. Снижение среднегодового содержания НУ в 2017 г. было зафиксировано в 3-х районах: в бухте Золотой Рог - с 4,2 до 3,6 ПДК; в Амурском заливе - с 2,6 до 1,4 ПДК; в заливе Находка - с 1,9 до 1,6 ПДК. Рост среднегодового содержания НУ в 2017 г. был отмечен в бухте Диомид - с 1,9 до 4,2 ПДК; проливе Босфор Восточный - с 2 до 4,4 ПДК и Уссурийском заливе - с 2,2 до 4 ПДК. Абсолютный максимум концентрации нефтяных углеводородов в морской воде составил 13,6 ПДК (0,68 мг/дм³) и был зафиксирован в Уссурийском заливе на выходе из залива в июле в придонном слое.

По сравнению с 2016 г. уровень загрязненности прибрежных районов залива Петра Великого фенолами практически не изменился. В 2017 г. среднегодовое содержание фенолов в прибрежных водах залива Петра Великого изменялось в диапазоне 0,7-1,0 ПДК. Максимальные значения были отмечены в весенне-летнее время и составили: в бухте Золотой Рог - 1,6 ПДК; бухте Диомид - 1,7 ПДК; проливе Босфор Восточный - 1,2 ПДК; Амурском заливе - 2 ПДК; Уссурийском заливе - 1,6 ПДК; заливе Находка - 1,7 ПДК.

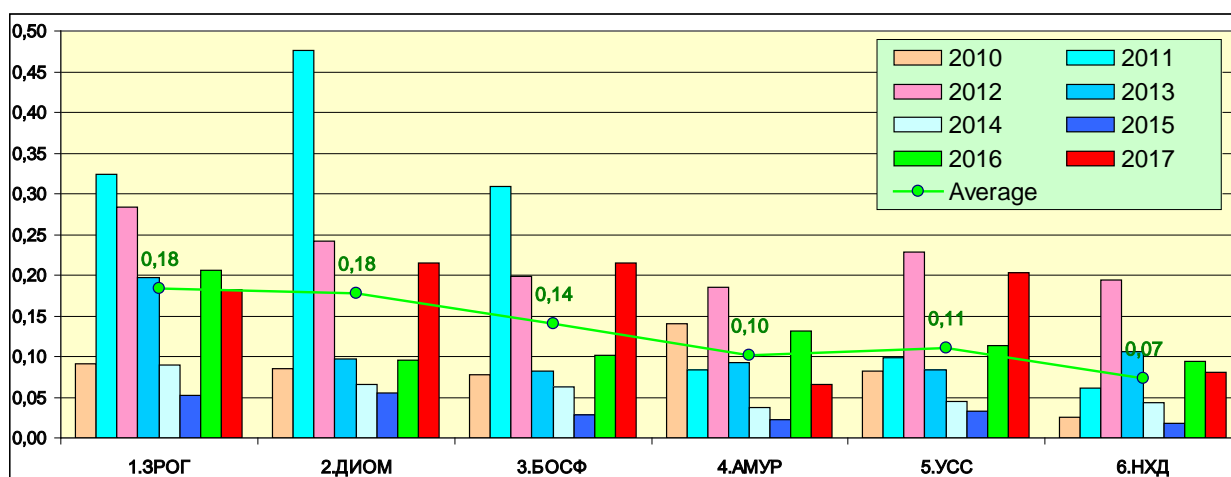


Рис. 3.63. Динамика среднегодовой концентрации нефтяных углеводородов (в ПДК) в водах различных районов залива Петра Великого Японского моря. 1 – бухта Золотой Рог, 2 – бухта Диомид, 3 – пролив Босфор Восточный, 4 – Амурский залив, 5 – Уссурийский залив, 6 – залив Находка.

Уровень загрязненности морских вод АПАВ по сравнению с предыдущим годом практически во всех прибрежных районах повысился в 1,3-1,5 раза. Среднегодовое содержание детергентов изменялось в диапазоне 2,4-3 ПДК. Максимальные значения были зарегистрированы, в основном, в сентябре-октябре и составили: в бухте Золотой Рог – 5,5 ПДК, в бухте Диомид – 3 ПДК, в проливе Босфор Восточный – 6,4 ПДК, в Амурском заливе – 6,6 ПДК, в заливах Уссурийском и Находка – 7,2 ПДК. По сравнению с предыдущим десятилетием уровень загрязненности морских вод АПАВ во всех прибрежных районах резко повысился – в 2,5-7 раз, что особенно сильно проявилось в 2016-2017 годах.

В прибрежных водах залива Петра Великого среднегодовое содержание определяемых металлов (меди, цинка, свинца, марганца и кадмия) было менее 1 ПДК и по сравнению с предыдущим периодом существенно не изменилось. Однако превышение ПДК железа было отмечено практически во всех районах. По сравнению с 2016 г. среднегодовые показатели в большинстве районов повысились: в бухте Золотой Рог – с 0,5 до 1,1 ПДК; в проливе Босфор Восточный – с 0,5 до 1,2 ПДК; в Уссурийском заливе – с 1 до 1,6 ПДК; в заливе Находка – с 0,7 до 1,1 ПДК. Единственный район, в котором фиксировалось снижение уровня загрязненности морских вод железом – Амурский залив, здесь значение уменьшилось с 1,5 ПДК до 0,8 ПДК. Среднегодовое содержание ртути в морской воде во всех прибрежных районах было ниже 1 ПДК и только в бухте Золотой Рог и проливе Босфор Восточный достигало норматива. В некоторых районах было отмечено превышение ПДК цинка (Золотой Рог – 2,2 ПДК, Босфор Восточный – 1,8 ПДК, залив Находка – 1 ПДК) и марганца (Амурский залив – 3 ПДК и залив Находка – 2,4 ПДК).

В 2017 г. в прибрежных районах залива Петра Великого среднее биохимическое потребление кислорода за пять суток (БПК₅) колебалось в диапазоне 0,9-1,35 ПДК. Максимальное значение (8,0 мг О₂/дм³, 2,7 ПДК) было зарегистрировано в мае в заливе Находка.

В 2017 г. кислородный режим в прибрежных водах был в пределах среднемноголетней нормы. Среднее содержание растворенного кислорода в толще вод в прибрежных районах находилось в диапазоне 7,60-10,27 мг О₂/дм³. Минимальное значение было зафиксировано в кутовой части бухты Золотой Рог в августе – 3,84 мг О₂/дм³, что ниже норматива в 1,6 раза. В бухте Золотой Рог было отмечено 6 случаев, когда концентрация растворенного кислорода была ниже норматива (6 мг О₂/дм³); в бухте Диомид и в проливе Босфор Восточный – по одному случаю; в Амурском заливе в сентябре практически на всех станциях в придонном слое концентрация растворенного кислорода была ниже норматива. В заливах Уссурийский и Находка случаев резкого снижения растворенного кислорода в 2017 г. не отмечалось.

В 2017 г. качество вод в большинстве исследуемых районов залива Петра Великого ухудшилось. Качество вод Уссурийского залива, бухты Диомид и пролива Босфор Восточный изменилось с «загрязненных» на «грязные». Качество вод бухты Золотой Рог («грязные») и заливов Амурского и Находка («загрязненные») не изменилось (рис. 3.64).

В 2017 г. среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в донных отложениях прибрежных районов залива Петра Великого изменялось в диапазоне 0,09-22,9 мг/г. По-прежнему, в наибольшей степени загрязнены донные отложения бухты Золотой Рог. Так, среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в 2013 г. (6,14 мг/г) превысила допустимый уровень концентрации почти в 123 раза, 2014 г. – в 210 раз; в 2015 г. – 261,8 ДК, в 2016 г. – 201,6 ДК, в 2017 г. – 258 ДК (ДК – допустимый уровень концентрации). Максимальная концентрация НУ в 2017 г. была зафиксирована в средней части бухты Золотой Рог – 598 ДК. По сравнению с предыдущим годом почти во всех прибрежных районах, за исключением Амурского залива, был отмечен рост среднегодовой концентрации НУ в донных отложениях. В Амурском заливе среднегодовой показатель практически не изменился.

Среднегодовое содержание фенолов в донных отложениях залива Петра Великого варьировало в диапазоне 3,25-6,15 мкг/г. Повысился уровень загрязненности донных отложений фенолами в проливе Босфор Восточный (в 1,4 раза), Амурском и Уссурийском заливе (в 2,55 и 3 раза соответственно), в заливе Находка (в 3 раза). Максимальные величины были отмечены в заливах Находка (14,7 мкг/г) и Уссурийский (12,7 мкг/г).

Татарский пролив. В 2017 г. регулярные наблюдения за уровнем загрязненности морских вод и донных отложений проводились в прибрежной зоне в районе порта г. Александровск-Сахалинский. Среднегодовое содержание нефтяных углеводородов в прибрежных водах по сравнению с 2016 г. незначительно снизилось и составило 0,8 ПДК (в 2016 г. – 1,0 ПДК). Максимальное значение было отмечено в июле и составило 3,4 ПДК. Фенолы не были обнаружены. Содержание СПАВ не превысило 0,3 ПДК. Содержание азота аммонийного было менее 0,1 ПДК. Среднее содержание кадмия, цинка и свинца в морских водах не превышало 0,1 ПДК. Среднегодовое значение меди повысилось с 0,5 до 1,3 ПДК; а максимальная концентрация в прибрежных водах пос. Александровск-Сахалинский составила 4,5 ПДК.

Кислородный режим в 2017 г. был в норме: среднее содержание растворенного кислорода составило $8,5 \text{ мг O}_2/\text{дм}^3$. В целом качество морских вод в Татарском проливе в районе г. Александровск по сравнению с предыдущими годами не изменилось и по-прежнему оценивается как «чистые».

Уровень загрязненности донных отложений прибрежной зоны района г. Александровск нефтяными углеводородами по сравнению с 2016 г. немного повысился. Содержание нефтяных углеводородов в донных отложениях было в диапазоне 0-113 мкг/г, составив в среднем 19,53 мкг/г (0,4 ДК); в 2016 г. – 7,8 мкг/г или 0,16 ДК. Содержание фенолов изменялось от 0,0 до 0,29 мкг/г, составив в среднем 0,04 мкг/г. Содержание тяжелых металлов было в следующих пределах: меди – 0,11-7,8 мкг/г (в среднем 1,9 мкг/г); цинка – 3,1-187 мкг/г (30,2 мкг/г); свинца – 0,17-10,0 мкг/г (2,1 мкг/г) и кадмия – 0,02-0,06 мкг/г (0,04 мкг/г). Максимальное содержание цинка превысило ДК в 1,3.

3.3.6. Гидробиологическая оценка состояния морских вод

Гидробиологические наблюдения за состоянием прибрежных морских экосистем Российской Федерации проводятся по основным экологическим сообществам: фитопланктона, зоопланктона и зообентоса. Каждое из этих сообществ наблюдается по целому ряду параметров, позволяющих получать информацию о количественном и качественном составе прибрежных морских экосистем России. Гидробиологические наблюдения в период с 2007 по 2017 гг. проводились в море Лаптевых и Балтийском море.

Балтийское море. Наблюдения в 2017 г. проводились в пяти районах Восточной части Финского залива: Невская, Копорская и Лужская губы, мелководная и глубоководная части залива.

В Невской губе содержание хлорофилла в планктоне варьировалось от 1,10 до 33,56 мкг/л. Уровень трофности вод в Невской губе соответствовал группе мезотрофных с чертами-эвтрофных водоемов. В составе фитопланктона Невской губы было встречено 143 таксона, относящихся к 8 отделам. Как и в предыдущие годы, по видовому богатству преобладали зеленые (40%), диатомовые (24%) и синезеленые (16%) водоросли.

В 2017 г. биомасса фитопланктона в разных зонах различалась незначительно, в транзитной зоне она составляла 2,46 мг/л, в северной – 5,28 мг/л и в южной зонах – 3,99 мг/л, а в целом для Невской губы – 3,85 мг/л.

Максимальное среднее значение биомассы фитопланктона Невской губы было зарегистрировано в мае (7,28 мг/л), минимальное – в октябре (1,00 мг/л). Для акватории Невской губы доминирующей группой были диатомовые водоросли (59% от общей биомассы). Кроме того, увеличилось значение в планктоне зеленых водорослей (24%), особенно в мае. Как и в прошлом году, значение синезеленых в планктоне было незначительным.

В сезонной динамике 2017 г. можно отметить один четко выраженный весенний пик, связанный с вегетацией диатомовых водорослей. В 2017 г. роль диатомовых незначительно снизилась по сравнению с предыдущими годами.

В составе мезозоопланктона губы был зарегистрирован 71 вид, включая: 26 – коловраток, 27 – ветвистоусых и 18 веслоногих ракообразных. Существенных изменений в видовом составе мезозоопланктона, по сравнению с предшествующими периодами наблюдений, не было отмечено. Средняя биомасса мезозоопланктона в Невской губе составила $80,55 \text{ мг/м}^3$ при численности 28,0 тыс. экз/м³. В целом биомасса мезозоопланктона оказалась в 1,7 раза ниже, чем в предыдущем году. Уровень развития мезозоопланктона в 2017 г. в Невской губе на фоне межгодовой динамики оценивался как сравнительно невысокий.

В составе макрозообентоса встречено 53 вида донных беспозвоночных. Основными группами макрозообентоса повсеместно были олигохеты, моллюски и личинки хирономид. Видовой состав бентофауны Невской губы был сформирован 8 сообществами донных беспозвоночных, четко регламентированных наличием органического вещества и формой его седиментации. Так в транзитной зоне (фарватер) и приплатинной части Невской губы были распространены сообщества пеллофильных бентосных беспозвоночных, способных выживать на жидких илах профундали, в прибрежных частях фауна зообентоса была значительно разнообразнее: представлена поясом сестонофагов мягких грунтов, активно перемещающихся в зоне высокой гидродинамики эстуариев впадающих в губу рек. Максимальные количественные показатели макрозообентоса отмечались в октябре. Так средние количественные показатели в Невской губе в мае составили 0,69 тыс. экз/м² и $60,73 \text{ г/м}^2$, в августе – 1,43 тыс. экз/м² и $86,54 \text{ г/м}^2$, в октябре – 3,4 тыс. экз/м² и $227,83 \text{ г/м}^2$ (численность и биомасса соответственно). Как и в прошлом году, по численности и по биомассе на большинстве станций доминировали олигохеты, составляя до 100% и формируя основу биоценоза Невской губы.

Значительные межгодовые колебания численности донных беспозвоночных, связанные главным образом с многолетними изменениями речного стока, являются характерной особенностью Невской губы и неоднократно наблюдались в прошлом. В 2014-2017 гг. в целом по акватории было заметно увеличение видового разнообразия бентосных сообществ. Количественные показатели макрозообентоса в Невской губе в целом так же увеличились по сравнению с прошлым годом по численности в 9 раз, по биомассе в 1,4 раза. Возросло и видовое разнообразие основного элемента бентофауны Невской губы – олигохет. По сравнению с 2015 г. их средняя численность и

биомасса возросли в 1,7 раза (с 0,53 тыс. экз./м² до 0,908 тыс. экз./м²), а биомасса – в 3,5 раза (с 1,18 г/м² до 2,03 г/м²). Разница в темпах роста численности и биомассы происходит из-за значительного количества молоди, а также развития мелких форм олигохет.

В целом развитие макрозообентоса Невской губы в 2017 г. наиболее высокое с 2008 г. Дальнейшие исследования в акватории Невской губы должны показать, сохранится ли тенденция к восстановлению ее донного населения после начала строительства набережной в 2009 году.

В мелководной зоне восточной части Финского залива показатели обилия фитопланктона значительно варьировались. Численность изменялась в течении года от 0,3 до 16,1 млн. кл/л, а биомасса – от 0,46 до 310,0 мг/л. Среднее значение численности составило 8,7 млн. кл/л, биомассы – 56,2 мг/л. В целом за период исследования основной вклад в создание органического вещества вносили зеленые водоросли, на их долю приходилось более 90% биомассы.

Основу донных сообществ пресноводной части мелководной зоны восточной части Финского залива составляли олигохеты (25-81% по биомассе) и личинки хирономид (15-64% по биомассе). В мористой части мелководной зоны основу составляли полихеты (81-93% по биомассе). Видовой состав макрозообентоса насчитывал 14 видов. Общая численность макрозообентоса варьировалась от 1,92 до 7,92 тыс. экз./м², составив в среднем 4,38 тыс. экз./м², а биомасса – от 6,76 до 25,60 г/м², составив в среднем 14,44 г/м².

В целом видовое богатство на станциях мелководной зоны в 2017 г. было выше, чем в губах и в глубоководной зоне. Качественный и количественный состав сообществ макрозообентоса мелководной зоны восточной части Финского залива остается устойчивым и варьируется в пределах среднемноголетних флуктуаций численности и биомассы. Экосистемы мелководной зоны залива можно охарактеризовать как находящиеся в экологическом благополучии.

В глубоководной зоне восточной части Финского залива содержание хлорофилла было не велико и варьировалось от 1,51 до 7,11 мкг/л, составив в среднем 3,7 мкг/л. Фитопланктон довольно разнообразен, в его составе было обнаружено 92 таксона относящихся к 9 отделам. По числу видов преобладали зеленые, диатомовые и синезеленые водоросли. Видовое богатство на станциях мелководной части зоны было выше, чем в губах и в глубоководной части. Число видов в мелководной части зоны варьировалось от 36 до 46, глубоководной – от 19 до 39.

Практически на всей акватории основной вклад в создание органического вещества вносили три группы: синезеленые, диатомовые и зеленые водоросли. По биомассе на большинстве станций доминировали диатомовые (43%), синезеленые (23%), зеленые (16%) и криптофитовые (10%) водоросли. Состав доминирующих видов практически не изменился, но был подвержен естественным межгодовым колебаниям.

В составе мезозoopланктона глубоководной зоны восточной части Финского залива было зарегистрировано 59 видов: 22 коловраток, 17 ветвистоусых и 20 веслоногих ракообразных. Существенных изменений в видовом составе зоопланктона, по сравнению с предшествующим периодом наблюдений, не было отмечено.

В период наблюдений в планктоне по биомассе доминировали ракообразные, доля которых в общей биомассе зоопланктона достигала 89-99%.

В период наблюдений значения средневзвешенной биомассы мезозoopланктона варьировались от 170 до 3647 мг/м³ при численности от 24,4 до 142 тыс. экз/м³.

Основу донного сообщества глубоководной зоны представлял один вид морских полихет *Marenzelleria viridis* (Verrill, 1873) (53-94% по биомассе), только на одной станции в составе макрозообентоса по биомассе доминировал морской таракан (*Saduria entomon entomon* (L., 1758)) достигая 80% биомассы.

На всех станциях глубоководного района средние показатели видового разнообразия макрозообентоса были ниже, чем в мелководной зоне. Численность и биомасса варьировались в широком диапазоне: 0,6-9,64 тыс. экз/м² (среднее значение – 3,41 тыс. экз/м²) и 10,28-35,44 г/м² (среднее значение – 25,06 г/м²) соответственно. В глубоководной зоне залива и на станциях в Лужской губе активно развивались морские эвригалинные виды *Macoma balthica* (L., 1758) и *Marenzelleria viridis*.

В целом качественный и количественный состав сообществ макрозообентоса глубоководной зоны восточной части Финского залива остается устойчивым и варьируется в пределах среднемноголетних флуктуаций численности и биомассы. Экосистемы глубоководной зоны залива можно охарактеризовать как находящиеся в экологическом благополучии.

В Копорской губе концентрация хлорофилла варьировалась от 1,99 до 2,11 мкг/л. Уровень вегетации фитопланктона был незначительно выше, чем на станциях глубоководного района. Численность варьировалась от 2,6 до 3,6 млн. сч.ед/л; значения биомассы – от 1,4 до 2,2 мг/л.

В Копорской губе величина биомассы мезозoopланктона варьировалась от 301 до 674 мг/м³.

Основу макрозообентоса Копорской губы формировал морской эвригалинный комплекс двустворчатых моллюсков *Macoma balthica* (72-86% по биомассе) и многощетинкового червя *Marenzelleria viridis*, составившего 11-58% биомассы.

В Лужской губе концентрация хлорофилла варьировалась от 2,35 до 2,53 мкг/л, составив в среднем 2,50 мкг/л, а значения показателей обилия водорослей были минимальными из всех зон восточной части Финского залива. Среднее значение численности составило 0,6 млн. сч.ед/л (0,3 – 0,9 млн. сч.ед/л); среднее значение биомассы – 0,46 мг/л (0,33 – 0,58 мг/л).

Значения биомассы мезозoopланктона составляли 170-305 мг/м³. Значения численности мезозoopланктона варьировались от 5,52 до 17,32 тыс. экз/м²; в Копорской губе – от 2,48 до 5,16 тыс. экз/м². Значения биомассы в Лужской губе варьировали от 51 до 88 г/м², в Копорской губе – от 2,60 до 97,56 г/м².

Основу макрозообентоса Лужской губы формировал морской эвригалинный комплекс двустворчатых моллюсков *Macoma balthica* (72-86% по биомассе) и многощетинкового червя *Marenzelleria viridis*, составившего 11-58% биомассы.

Море Лаптевых. Наблюдение проводились в заливе Неёлова прибрежной акватории моря Лаптевых. Залив находится восточнее дельты р. Лена и подвержен влиянию ее опресняющего стока. В течение года соленость вод

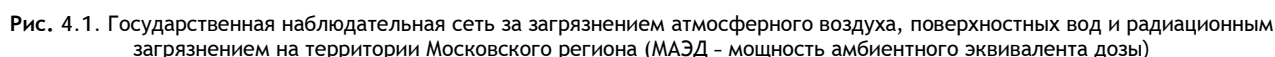
залива Неёлова не опускается ниже 7%, что характеризует его как солоноватоводный водоем. Наблюдения за состоянием экосистемы залива Неёлова с 1977 г. проводились только на одном створе в районе пгт. Тикси. В 2017 г. фитоценоз залива Неёлова был представлен 48 пресноводными эвригалинными видами, среди которых в качественном и количественном отношении доминировали холодноводные диатомовые водоросли – 38 видов, оставшиеся 10 видов относятся к синезеленым. 26 из 48 видов фитоценоза залива общие с фитоценозом р. Лена, а 8 из 48 – общие с р. Копчик Юрге. Видовое разнообразие фитоценоза залива в межгодовой динамике остается неизменным на протяжении последнего десятилетия, что характеризует фитоценозы впадающих в залив рек, как устойчивые экосистемы.

Сообщество бентосных беспозвоночных включает в себя 2 неритических вида бокоплавов: реликтового *Monoporeia affinis* (Lindström, 1855) и морского представителя *Onisimus birulai* (Gurjanova, 1929), создававших основу биомассы зообентоса в 2017 г. К непосредственным представителям макрозообентоса залива относились только представители малощетинковых червей из рода *Limnodrilus*. В 2016 г. фауна макрозообентоса залива была представлена теми же группами видов. Качественный и количественный его состав зависит от преобладающих течений и формируется из фаун зообентоса, приносимого паводковыми водами питающих его рек.

Флора и фауна арктических водоемов и водотоков, как пресноводных, так и морских, является крайне неустойчивой системой, ежегодно формирующейся под воздействием краткосрочного арктического вегетативного сезона. Основу пресноводных фитоценозов водоемов и водотоков как по видовому составу, так и по количественным характеристикам формируют представители холодноводной флоры диатомовых водорослей. Фауна макрозообентоса формируется приносимыми с паводковыми водами рек гидробионтами. Таким образом, экосистема залива не зависит от антропогенного воздействия, а ее качественный и количественный состав определяется, прежде всего, такими факторами, как объем паводковых вод, питающих залив рек, направление устойчивых ветров, создающих затоки морских вод в залив, валентность видов сообществ по отношению к соленостному фактору.

Мониторинг состояния и загрязнения окружающей среды, осуществляемый в Московском регионе, включает:

- наблюдения за уровнем загрязнения атмосферы, почвенного покрова, поверхностных вод и радиоактивной обстановкой на государственной наблюдательной сети;
- анализ и оценку уровней загрязнения окружающей среды и их изменений под влиянием хозяйственной деятельности и метеорологических условий;
- прогноз уровней загрязнения окружающей среды на базе анализа данных наблюдений (рис. 4.1).



4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха

Программой работ предусматривается определение вредных химических веществ и тяжелых металлов. На большинстве постов наблюдения осуществляются за содержанием пяти основных ингредиентов: взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, оксида и диоксида азота. Кроме того, производится отбор проб воздуха на специфические ингредиенты: сероводород, фенол, хлорид водорода, аммиак, формальдегид, углеводороды бензиновой фракции, бензол, ксилол, толуол, ацетон, бенз(а)пирен, тяжелые металлы (железо, кадмий, кобальт, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк).

Стационарные посты обеспечивают наблюдения в жилых районах, вблизи автомагистралей и крупных промышленных объектов. Отбор проб проводится ежедневно 2-4 раза в сутки в сроки, установленные ГОСТ 17.2.3.01 - 86. Перечень подлежащих контролю специфических ингредиентов формируется с учетом структуры выбросов вредных веществ в атмосферу источниками загрязнения, расположенными в пределах зоны, контролируемой постом наблюдения.

В связи с введением в мае 2014 г. новых предельно допустимых концентраций (ПДК) формальдегида, а с февраля 2015 г. новой среднесуточной ПДК (ПДК с.с.) фенола, произошли изменения в результатах оценки категории качества атмосферного воздуха по комплексному индексу загрязнения атмосферы (ИЗА).

По данным наблюдений в 2017 г. степень загрязнения атмосферного воздуха в городах Московского региона оценивается как повышенная в г. Серпухове, а в других городах Московской области: Воскресенск, Дзержинский, Клин, Коломна, Мытищи, Подольск, Щелково, Электросталь, и Приокско-Тerrasном биосферном заповеднике - как низкая.

За десятилетний период во всех городах Московского региона отмечается снижение средних концентраций бенз(а)пирена.

Средние за год концентрации вредных веществ выше 1,0 ПДК с.с. были определены в городах: Москва, Воскресенск, Серпухов, Подольск и Дзержинский. Концентрации диоксида азота превышали 1,0 ПДК с.с. в 4 городах из 10, формальдегида - в 1 из 7 (при оценке по «прежним» ПДК - в 4 из 7), аммиака - в 1 городе из 3.

В период с 2013 по 2017 гг. в большинстве городов региона отмечается тенденция снижения степени загрязнения воздуха в основном за счет снижения содержания бенз(а)пирена и формальдегида (рис. 4.2). Лишь в Серпухове отмечен рост степени загрязнения воздуха. Концентрации бенз(а)пирена во всех городах за 2013-2017 гг. снизились в среднем на 62%. В городах, где ведутся наблюдения за содержанием тяжелых металлов в воздухе, возросли средние концентрации оксида железа, меди, марганца и цинка.

По условно выделенным «жилым», «промышленным» и «автомагистральным» постам рассчитана степень загрязнения атмосферного воздуха для соответствующих зон. Полученные данные показывают, что степень загрязнения воздуха вблизи автомагистралей - повышенная (с учетом «прежних» ПДК для формальдегида и фенола - высокая), в жилых районах города Москвы и вблизи промышленных зон - низкая, а с учетом «прежних» ПДК для формальдегида и фенола - повышенная и высокая соответственно (рис. 4.3).

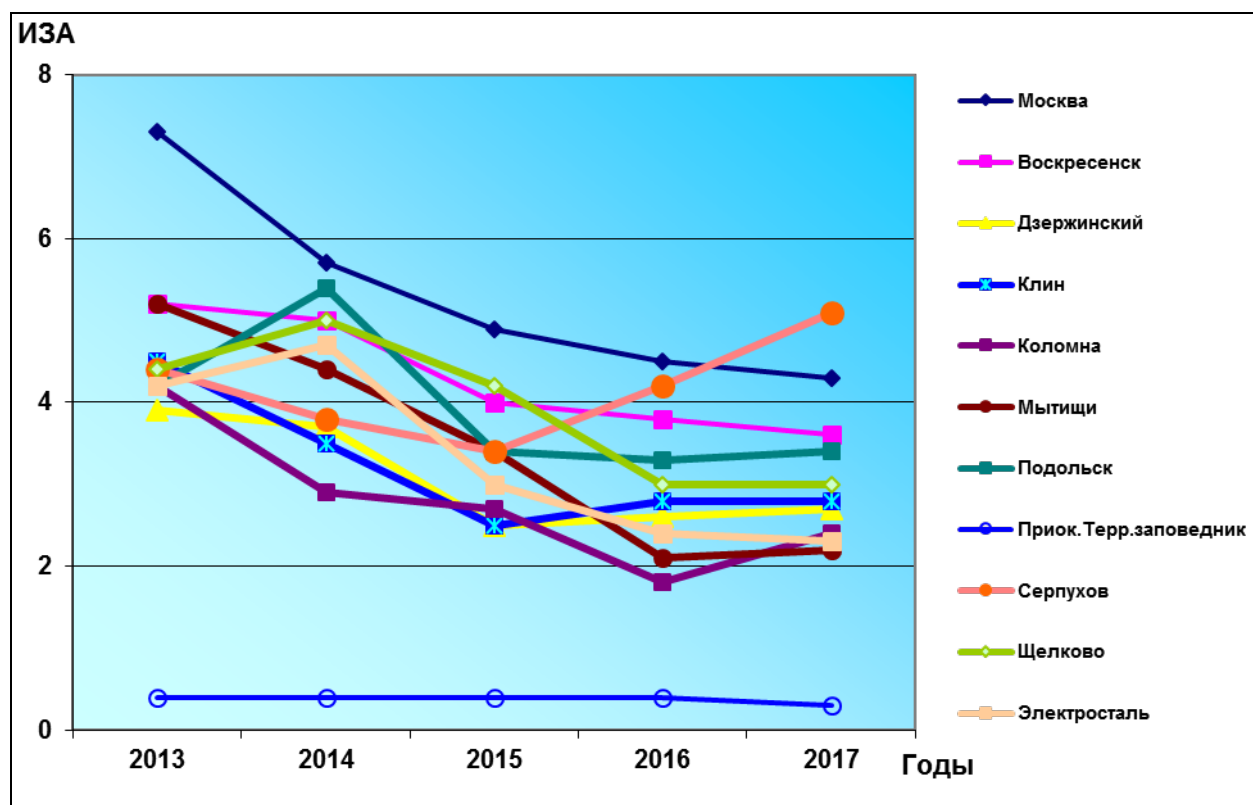


Рис. 4.2. Степень загрязнения атмосферного воздуха в Московском регионе

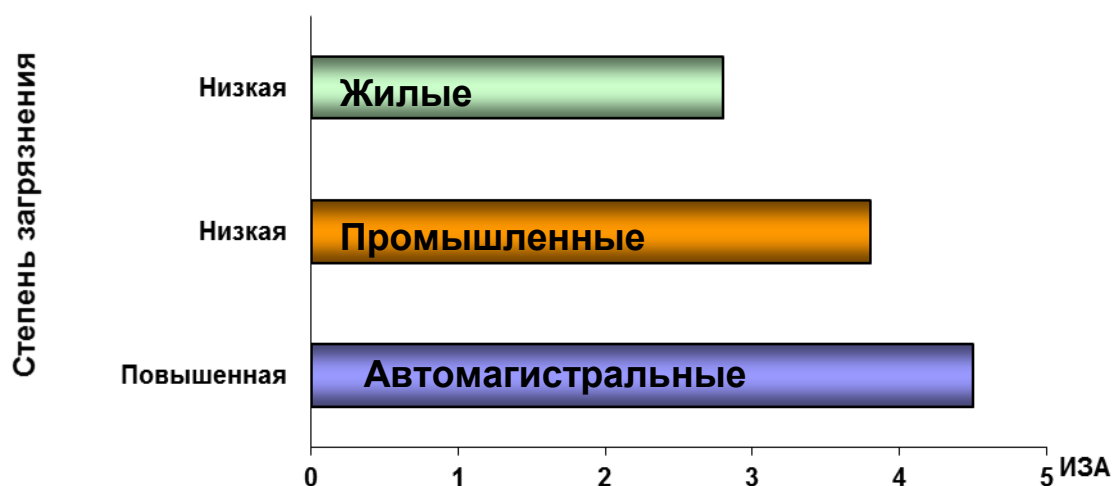


Рис. 4.3. Уровни загрязнения атмосферного воздуха в различных зонах Москвы в 2017 году

В годовом ходе концентраций формальдегида максимум отмечается в летние месяцы, так как формальдегид поступает в атмосферу не только от промышленных и природных источников, но и образуется в результате химической реакции из неметановых углеводородов. Фотохимические реакции усиливаются в атмосфере при высокой интенсивности солнечной радиации в летние месяцы (рис. 4.4). В годовом разрезе наибольшие средние концентрации взвешенных веществ отмечены весной, бенз(а)пирена — в холодный период года, в отопительный сезон. Годовой ход других примесей выражен слабо.

За последние пять лет отмечается снижение уровня загрязнения воздуха в связи со снижением содержания в воздухе бенз(а)пирена и формальдегида. В то же время, резкое снижение значений характеристик загрязнения связано с изменением санитарно-гигиенических нормативов формальдегида и не имеет отношения к реальному изменению уровня загрязнения воздуха этим загрязняющим веществом. На рис. 4.5 представлены ИЗА по г. Москве с учетом «прежних» и измененных нормативов по формальдегиду, при этом парциальные значения ИЗА остальных веществ сохраняются прежними. Так, с учетом «прежних» ПДК для формальдегида, уровень загрязнения в г. Москве был бы высоким.

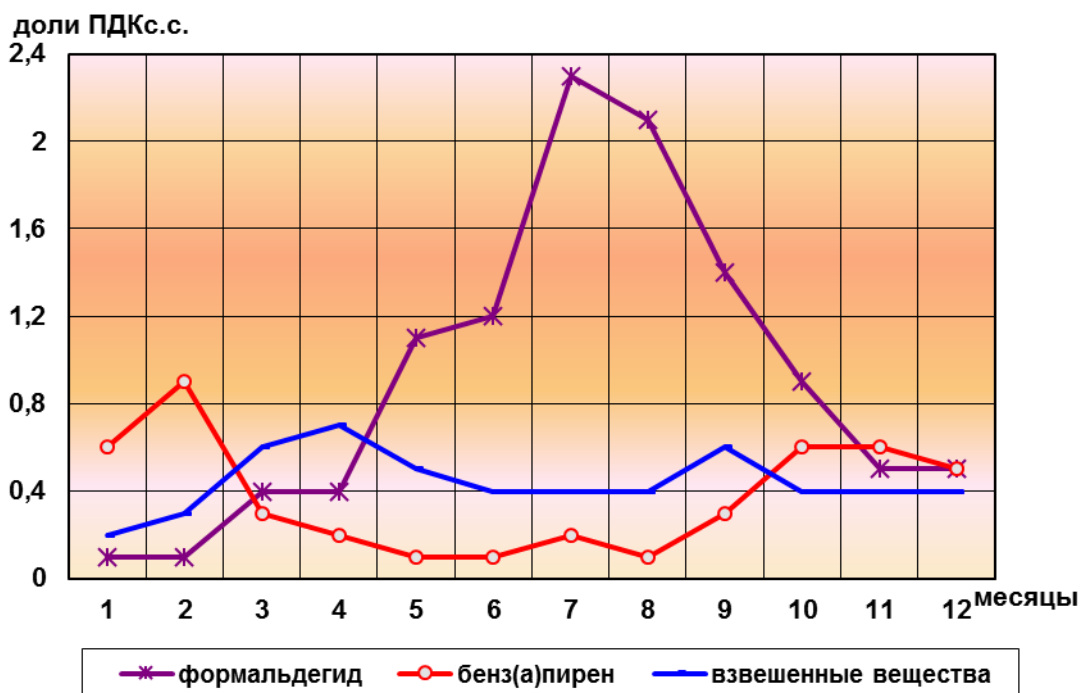


Рис. 4.4. Годовой ход концентраций взвешенных веществ, формальдегида и бенз(а)пирена в атмосферном воздухе г. Москвы в 2017 году

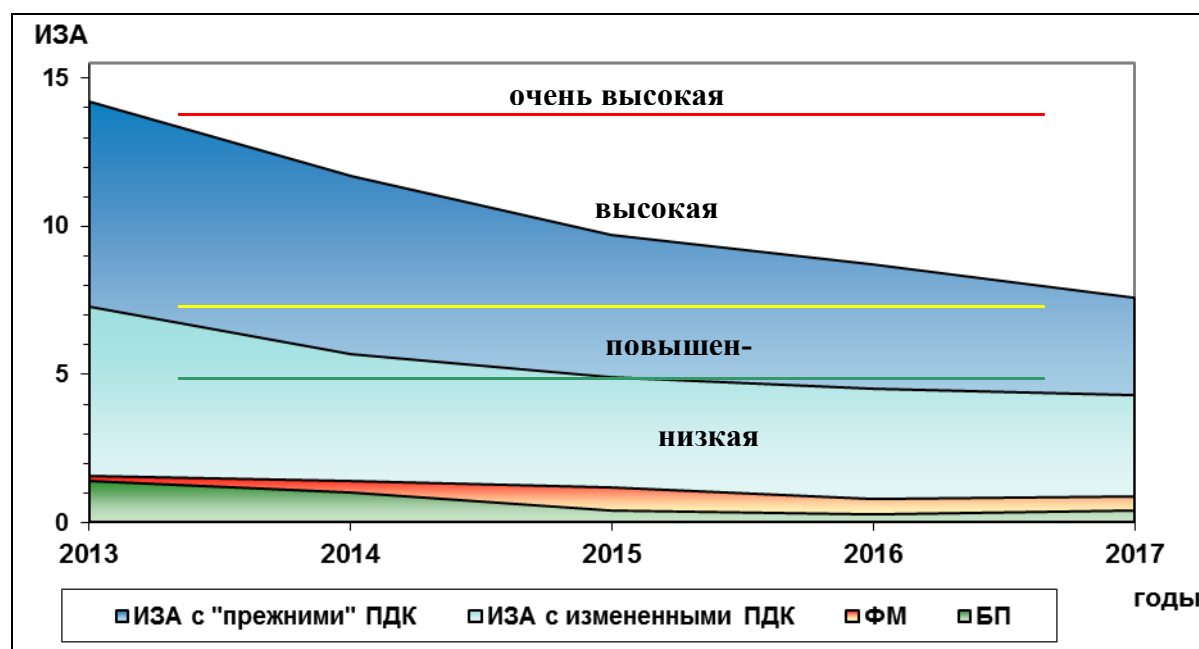


Рис. 4.5. Изменение комплексного ИЗА, рассчитанного с прежними и измененными величинами ПДК с.с. формальдегида, и тенденция загрязнения воздуха формальдегидом (ФМ) и бенз(а)пиреном (БП) в г. Москве за 2013-2017 гг.

По данным регулярных наблюдений за пятилетний период в Москве отмечены:

- рост средних концентраций ароматических углеводородов: ацетона, бензола, толуола и ксилола (56-100%);
- рост содержания большинства тяжелых металлов, наибольшее увеличение отмечено по оксидам железа, меди и цинка;
- снижение концентраций бенз(а)пирена (71%), оксида азота (68%), оксида углерода (39%) и формальдегида (44%).

4.1.2. Загрязнение почвенного покрова

В связи с несовершенными системами очистки выбросов загрязняющих веществ промышленными предприятиями, ежегодным ростом количества личного автотранспорта и относительно дешевыми автомобильными грузоперевозками, на которые приходится более 80% общего количества перевозимых грузов по стране, тяжелые металлы (ТМ) попадают не только в атмосферный воздух, но и в почву. ТМ относятся к одним из самых опасных загрязнителей окружающей среды, а загрязненная почва вокруг городов и вдоль федеральных трасс представляет опасность не только с точки зрения поступления в организм токсичных веществ с продуктами питания, но и является источником вторичного загрязнения приземного слоя воздуха.

ФГБУ "Центральное УГМС" проводит регулярные наблюдения за загрязнением почвенного покрова Московской области по девяти ТМ. Для установления фоновых значений массовых долей ТМ вдоль федеральных трасс Московской области ежегодно отбираются пробы почвы на отдельных участках, удаленных от основного источника загрязнения. Валовые значения ПДК и ОДК почв в табл. 4.1. даны с учетом фона (кларка). Среднее значение $pH_{КС}$ отобранных проб почв было больше 5.5.

Результаты мониторинга сети Росгидромета за загрязнением почв Московской области тяжелыми металлами показали, что за период 2009-2016 гг. массовые доли большинства наблюдаемых ТМ в исследуемых почвах не превышали установленных ПДК и ОДК. По отдельным ТМ было отмечено незначительное превышение фоновых значений, прежде всего по свинцу.

В 2017 г. результаты анализов, отобранных в Дмитровском районе Московской области проб, показали, что содержание в почве таких металлов как свинец, медь, цинк, хром, марганец, железо, кобальт, кадмий и никель во всех исследуемых образцах не превышало значений ОДК и ПДК.

Отбор проб почв был начат на расстоянии около 40 км от МКАД рядом с развязкой автотрассы Москва-Дубна (А-104) и Московского большого кольца (МБК, А-108). Маршрут проходил в западном направлении вдоль трассы А-108 до с. Покровское. Общая протяженность маршрута находилась в пределах 70 км. Рельеф местности, где проходил отбор проб, представляет собой обширные участки с ровной или холмистой поверхностью со слабым наклоном в южном направлении или равнины, имеющие высоту от 0-200 метров (низменности).

По своему типу почвы значительной части района можно отнести к типу дерново-подзолистых. Величина pH в отобранных пробах изменялась в пределах 4-5,9, т.е. была близка к нейтральной.

Таблица 4.1. Фоновое загрязнение почв ТМ вдоль федеральных трасс Московской области

Маршрут вдоль шоссе, направление, общая протяженность (км), год отбора проб		Массовые доли кислоторастворимых форм ТМ, мг/кг								
		Pb	Zn	Cd	Cu	Co	Ni	Cr	Mn	Fe
1	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
2	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
3	Горьковское, на В от МКАД; 65; 2015	9,5	21	0,6	8	3	7	20	200	6000
4	Ленинградское, на СЗ от г. Москва; 90; 2014	6,5	30	0,5	11	5	9	25	400	7000
5	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
6	Симферопольское, от пос. Стрелково; 36; 2012	14	26	0,3	14	10	10	40	600	8000
7	Горьковское, на В от д. Новая Купавна; 80; 2011	10	20	0,7	10	10	14	40	300	5000
8	шоссе Р-106, от г. Куровское; 40; 2010	7	20	0,3	10	9	13	25	300	5000
9	Киевское, от г. Москва; 60; 2009	8	40	0,5	11	8	16	30	400	10000
ПДК _{вал}		32				20	50		1500	20860
ОДК _{вал}		130	220	2	132					

Содержание цинка, кадмия, кобальта, марганца и железа (табл. 4.2) превышало фоновый уровень практически во всех пробах почвы. Максимальное содержание цинка превышало его фоновое значение в 4 раза и наблюдалось на вспаханных полях, марганца – в 2,7 раза на поле около с. Покровское, кобальта и кадмия – в 2 раза, железа – в 1,3 раза. Концентрации никеля, превышающие фоновые значения в 1,3-1,8 раз были зафиксированы на вспаханных полях рядом с МБК. Незначительные превышения фоновых концентраций по меди были зафиксированы на полях, находящихся рядом с МБК около дд. Зверково, Лучинское, Синьково. Свинец был обнаружен во всех пробах почвы, но его количество было незначительным, а максимальные концентрации находились практически на уровне фонового значения. Содержание хрома было существенно ниже его фонового значения.

Таблица 4.2. Содержание тяжелых металлов в почвах Дмитровского района Московской области по данным наблюдений ФГБУ «Центральное УГМС» (весна 2017 года)

№ пробы	Содержание металлов (мкг/г воздушно-сухого грунта)									
	Pb	Zn	Cd	Cu	Co	Ni	Cr	Mn	Fe	pH
1	6,1	51,9	1,4	7,1	5,8	7,4	7,4	416,7	7280	5,2
2	4,5	46,9	1,2	6,7	7,7	8,4	13,3	458,4	7603	5,1
3	5,7	44,5	1,3	9	7,5	8,7	11,7	442,7	7684	5,2
4	7,6	49,7	1,5	9,4	8,5	15	16,4	494,8	8706	4,5
5	5,3	86	1,5	10,3	7,7	10,7	13,1	416,6	8002	5,0
6	4,5	39,8	1,1	5,6	4,9	4,8	6,4	390,6	6746	5,5
7	10,7	44,6	1,1	5,8	6,5	5,5	7,8	369,8	7467	5,2
8	9,9	16	0,7	3,2	2,3	0,4	2,4	213,5	4921	4,0
9	5,3	45,7	1,1	6,4	7,9	6,6	9,3	576,8	7730	5,5
10	8,4	49	0,8	6,9	6,7	2,7	6,3	515,6	6717	5,3
Повтор 10	7,9	48	0,7	6,4	6,2	2,5	5,9	530,7	6638	5,7
11	10,7	46,2	1,2	8,4	7	6,4	10,5	505,2	7756	5,3
12	11	60,7	1,5	8,5	10,5	8,7	12,4	385,4	7654	5,9
13	9,1	53,5	1,5	4,1	6,3	4,2	5,9	682,3	6530	4,9
14	0,2	44,2	1,3	3	5,6	1,7	5,7	505,2	5943	4,6
Фон	11	22	0,8	9	5,5	8,5	20	250	6500	5,6
ПДК					20	50		1500	20860	
ОДК	130	220	2	132						

Результаты анализов показали, что содержание в почве кадмия и кобальта на уровне 2Ф может указывать на адсорбцию кадмия и кобальта в почве, которая свойственна нейтральным и слабощелочным почвам (точка 12, pH 5,9).

Цинк, как и свинец, является антропогенным загрязнителем и аккумулируется в гумусовом слое почвы. Характер его распределения обычно аналогичен характеру распределения свинца. Превышение фонового значения цинком может являться следствием влияния аэрозольных выбросов от автотранспорта и промышленных предприятий обследуемого района.

Уровень загрязнения почв хромом и никелем зачастую связан с геохимическими условиями (т.е. литогенным обогащением почв). Превышение фоновых значений этих элементов в отобранных пробах не всегда носит характер антропогенного загрязнения.

Содержание железа как макроэлемента зависит не только от источников загрязнения, но и от механического состава почв. В обследовании 2017 г. эта тенденция сохранилась и наглядно представлена на рис. 4.6. Расхождения находятся в пределах ошибки определения количества глины и естественного разброса данных по тяжелым металлам. Остальные элементы также в некоторой степени зависят от содержания глины.

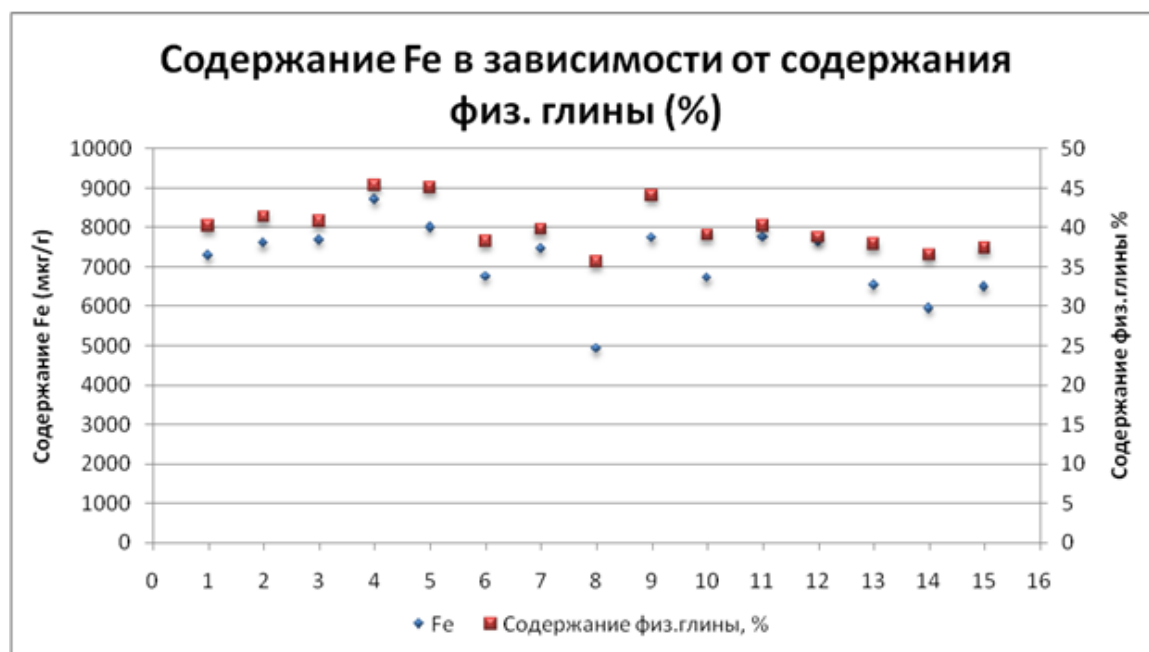


Рис. 4.6. Концентрации железа и содержание глины

По мере удаления в западном направлении от г. Дмитрова, который рассматривался как один из источников загрязнения Дмитровского района, снижения концентраций цинка, кадмия, кобальта, марганца и железа в пробах до фоновых значений не происходило. Наиболее загрязненной оказалась точка 12, находящаяся в 28 км от г. Дмитрова: содержание свинца, кадмия, кобальта и цинка не превышало значений ОДК и ПДК (кобальт) для этих элементов, но превышало фоновое значение в 3 раза для цинка и почти в 2 раза для кобальта. Поскольку тяжелые металлы и в продуктах сгорания топлива, и в выбросах металлургической промышленности встречаются обычно в различных сочетаниях, то их воздействие на природу, окружающую источники загрязнения, бывает более сильным, чем предполагаемое на основании концентрации отдельных элементов. Так, совместное воздействие цинка и кадмия оказывает в несколько раз более сильное ингибирующее действие на микроорганизмы, чем при такой же концентрации каждого элемента в отдельности. Содержание в почве цинка и кадмия выше фоновых значений может свидетельствовать об увеличении транспортного грузопотока, а также внесении на поля различных минеральных удобрений.

Таким образом, согласно результатам обследования, в Дмитровском районе сильного техногенного воздействия на окружающую среду района, в частности на содержание тяжелых металлов, в почве не наблюдается.

4.1.3. Загрязнение поверхностных вод

Основными источниками загрязнения крупных водотоков региона остаются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды городов Одинцово, Клина, Серпухова, Каширы, Коломны, Москвы, Воскресенска, Подольска, Наро-Фоминска, Щелково, Ногинска, Орехово-Зуево и др.; а также сельскохозяйственные стоки, поступающие непосредственно в реки или через их притоки.

Характерными загрязняющими веществами являются соединения азота и фосфора, взвешенные и органические вещества, нефтепродукты, фенолы, АПАВ и тяжелые металлы.

Температура воды в реках с наименьшей антропогенной нагрузкой (верховье р. Москвы и Ивановское водохранилище – г. Дубна) колебалась в зависимости от сезона 2017 г. от минимальных значений (0,1 °C) в январе-феврале до максимальных (25,2 °C) в августе (р. Москва ниже г. Воскресенск). Средняя величина температуры воды по региону составила 8,8 °C, что на 0,8 °C ниже, чем в 2016 г.

Реакция среды (pH) была близка к нейтральной (7,65 ед. pH). Более кислая среда (5,95 ед. pH) была отмечена в воде р. Воймега выше г. Рошаль в период зимней межени (декабрь); более щелочная (8,94 ед. pH) – в Можайском водохранилище – д. Красновидово в апреле.

Кислородный режим на водных объектах был удовлетворительный, среднее содержание растворенного в воде кислорода составило 9,1 мг/л, насыщение воды кислородом в среднем равнялось 76%, что на 6% выше, чем в 2016 г.

Содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) в водотоках и водоемах Московской области было невысоким и составило 2,2 ПДК, что соответствует уровню 2011-2017 гг. Наименьшее значение (1,0 мг/л) было отмечено в воде р. Москвы: у д. Барсуки Можайского района в феврале и в районе г. Звенигород в январе-феврале. Максимальная величина (24,0 мг/л) зафиксирована в воде р. Москвы – г. Москва, Бесединский мост МКАД в декабре.

Количество органических веществ по ХПК изменялось так же значительно, как и по БПК₅: от 0,5 ПДК в р. Осетр – п. Городня в феврале до 19,6 ПДК в воде р. Воймега ниже г. Рошаль в июле-августе.

Степень загрязненности рек Московского региона различными формами азота была весьма разнообразной. Можно выделить группу рек (верховье р. Москва до г. Москвы, р. Лама, Москворецкие водохранилища), в воде которых, содержание различных форм азота не превышало десятые доли ПДК, а нитратного азота – сотые доли ПДК.

Наибольшая загрязненность нитритным и нитратным азотом в 2017 г. была зафиксирована в воде р. Москва ниже г. Воскресенск – 0,994 мг/л (49,7 ПДК) и 16,34 мг/л (1,8 ПДК), соответственно. В среднем по региону содержание нитритного азота составило 4,2 ПДК; нитратного азота – 0,2 ПДК; аммонийного азота – 3,2 ПДК. Максимальная величина аммонийного азота зафиксирована в воде р. Москва ниже д. Нижнее Мячково Раменского района – 10,66 мг/л (26,6 ПДК). Содержание фосфатов в среднем по региону составило – 1,4 ПДК, однако в воде р. Заказа д. Большое Сареево достигало 6,3 ПДК в феврале. По содержанию нитритного азота и фосфатов отмечается снижение среднегодовых концентраций, по аммонийному азоту – рост (рис. 4.7-4.9).

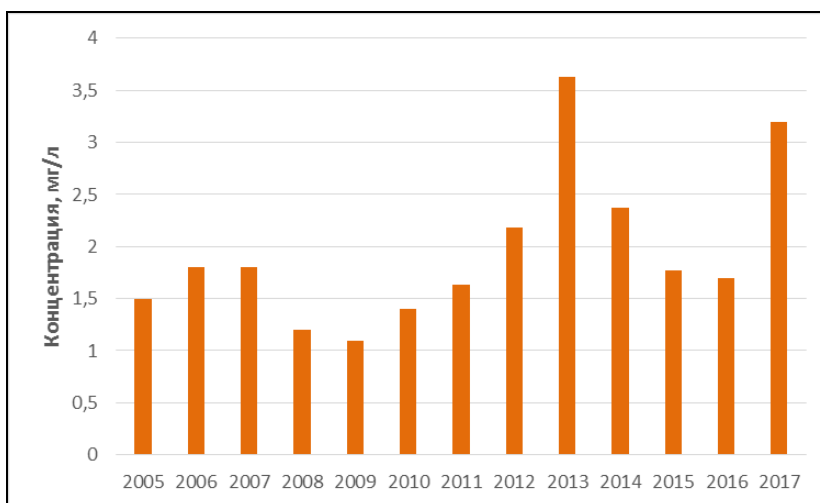


Рис. 4.7. Изменение среднегодовых концентраций аммонийного азота в целом по водным объектам Московского региона

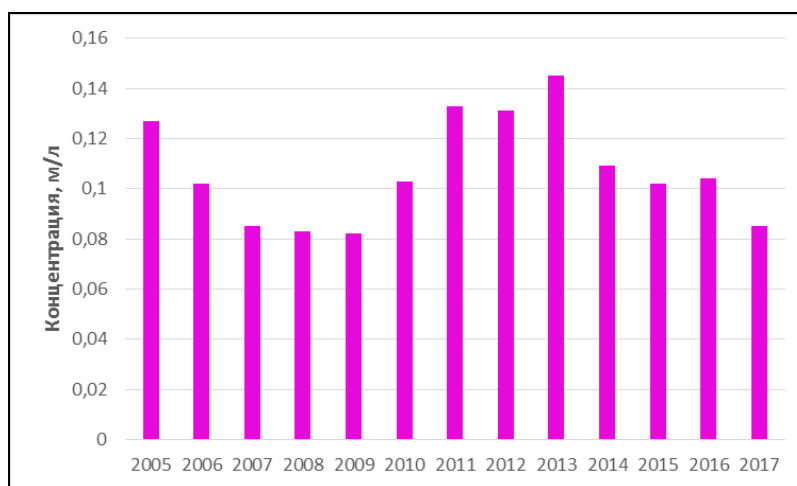


Рис. 4.8. Изменение среднегодовых концентраций нитритного азота в целом по водным объектам Московского региона

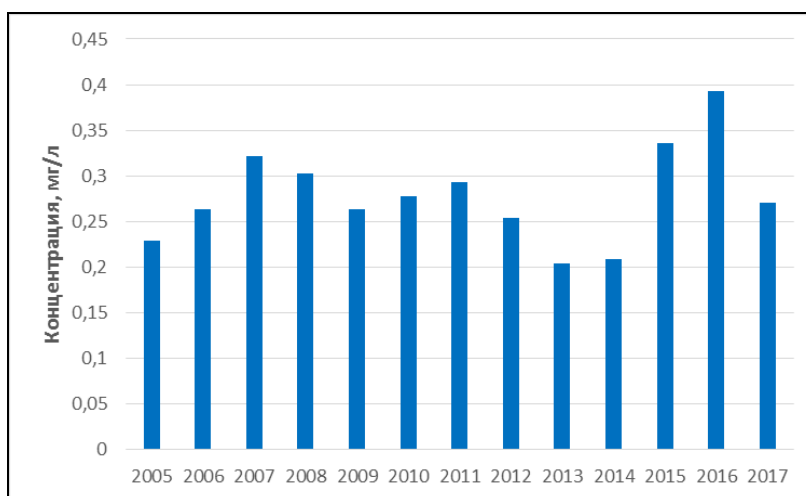


Рис. 4.9. Изменение среднегодовых концентраций фосфатов в целом по водным объектам Московского региона

Минерализация воды водотоков и водоемов Московской области в среднем составила 385,9 мг/л, что на 25,2 мг/л ниже, чем в прошлом году. Наибольшая величина (802,8 мг/л) отмечена в марте в воде р. Москва ниже д. Нижнее Мячково. Наименьшая (56,0 мг/л) минерализация наблюдалась в р. Воймега выше г. Рошаль в мае. Характер воды во всех водных объектах гидрокарбонатно-кальциевый, жесткость воды была умеренная (4,17 мг-экв/л), что ниже, чем в 2016 г. на 0,11 мг-экв/л. Выщелачивающей агрессией вода не обладает. Содержание хлоридов и сульфатов в воде всех водных объектов не превышало 0,2-0,3 ПДК и в среднем составило 45,5 и 34,3 мг/л, соответственно. Наибольшая концентрация сульфатов была зафиксирована в воде р. Зака - д. Большое Сареево Одинцовского района в феврале (108,3 мг/л). Максимальное содержание хлоридов (265,0 мг/л) отмечено в р. Москва ниже д. Нижнее Мячково в марте. Минимальным (1,6 мг/л) содержание хлоридов было в воде р. Москва у д. Барсуки в июле; сульфатов (0,7 мг/л) - в устье р. Нерская в районе д. Маришкино Воскресенского района, в феврале.

Загрязненность водных объектов тяжелыми металлами была несущественной. Осредненные концентрации хрома шестивалентного, свинца, никеля и цинка были невысокими и составили: 0,2; 0,3; 0,3; 2,9 ПДК соответственно. Величины меди в среднем составили 2,3 ПДК, что соответствует уровню 2016 г. Наибольшие концентрации меди (до 18,1 ПДК) наблюдались в воде р. Яуза - г. Москва (устье) в ноябре. Величины растворенного железа составили 3,6 ПДК, что на 0,9 ПДК выше, чем в 2016 г. Кроме того, в воде р. Воймега выше г. Рошаль величины железа в июле достигали 49,1 ПДК, что обусловлено природным фактором формирования стока.

Среднее содержание фенолов составило 0,003 мг/л (3,0 ПДК); АПАВ - 0,113 мг/л (1,1 ПДК); нефтепродуктов - 0,13 мг/л (2,6 ПДК). Максимальная концентрация фенолов и АПАВ была зафиксирована в воде р. Воймега ниже г. Рошаль: фенолов 15,0 ПДК - в апреле; АПАВ 5,8 ПДК - в сентябре; нефтепродуктов 44,0 ПДК - в воде р. Яуза (устье) - г. Москва в июле.

Содержание формальдегида во всех водных объектах было на порядок ниже ПДК и лишь в воде р. Медвенка - д. Большое Сареево Одинцовского района в мае и р. Нерская - д. Маришкино Воскресенского района в сентябре достигало 2,4 ПДК.

Оценка качества воды водотоков и водоемов по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ) показала, что качественный состав поверхностных вод Московского региона в 2017 г. находился в интервале классов качества от «загрязненных» до «экстремально грязных» вод.

К «загрязненным» водам отнесено качество воды Истринского и Рузского водохранилищ; к «очень загрязненным» - качество воды Можайского и Озернинского водохранилищ, рек Осетр, Ока (выше г. Кашира), Протва (выше г. Верея), Москва выше г. Звенигород.

Как «грязные» воды характеризовались следующие водные объекты: Ивановское водохранилище, реки Дубна, Лама, Сестра, Кунья, Сестра, Ока (в городах Серпухов, ниже Каширы и Коломна), Протва (ниже г. Верея), Нара (в районе г. Наро-Фоминск и г. Серпухов), Лопасня, Москва (у д. Барсуки, ниже г. Звенигород, г. Москвы (п. Ильинское, Бабьегородская плотина), Истра, Медвенка, Пахра (выше г. Подольск), Нерская (г. Куровское и д. Маришкино), Клязьма (в районе гг. Щелково, Павловский Посад, Орехово-Зуево), Воря и Яуза.

К «очень грязным» водам отнесены реки: Рожая, Зака, Москва (г. Москва, Бесединский мост МКАД; в районе д. Нижнее Мячково; г. Воскресенск и г. Коломна), Пахра (от г. Подольск до устья) и Воймега (выше г. Рошаль); к «экстремально грязным» водам - качество воды р. Воймега ниже г. Рошаль.

В 2017 г. на водных объектах Московского региона было зафиксировано 249 случаев высокого загрязнения (ВЗ) различными веществами, что на 92 случая меньше, чем в 2016 г., и на 79 случаев меньше, чем в 2015 г. (рис. 4.10).

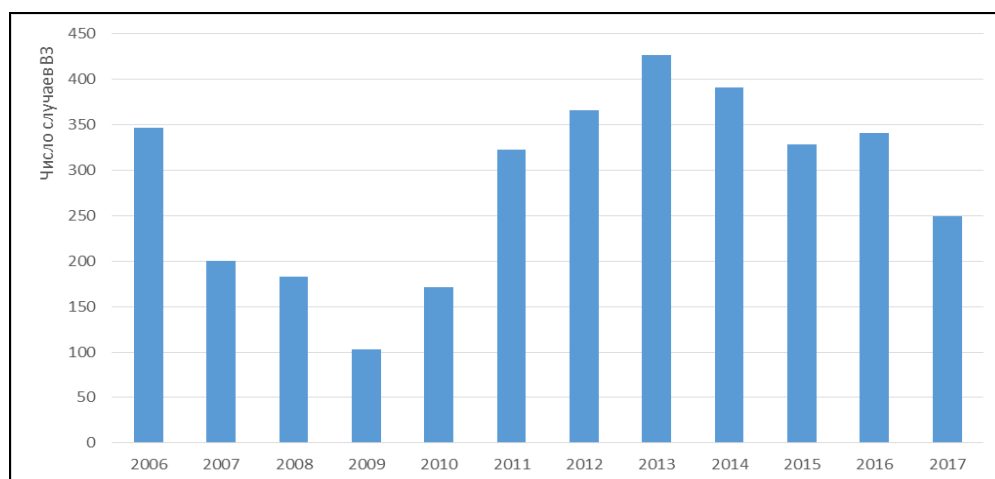


Рис. 4.10. Изменение количества случаев высокого загрязнения водотоков Московского региона

Из общего числа случаев ВЗ отмечено (рис. 4.11): 10 - органическими веществами по ХПК (р. Воймега); 6 - дефицита кислорода (р. Воймега); 8 - железом (рр. Воймега и Нерская); 66 - легкоокисляемыми органическими веществами по БПК₅ (рр. Москва, Пахра, Нара, Рожая, Зака, Воймега, Клязьма); 75 - аммонийным азотом (рр. Москва, Пахра, Рожая, Зака, Ока, Воймега); 81 - нитритным азотом (рр. Пахра, Зака, Медвенка, Рожая, Ока, Лопасня, Нерская); 3 - нефтепродуктами (рр. Москва и Яуза).

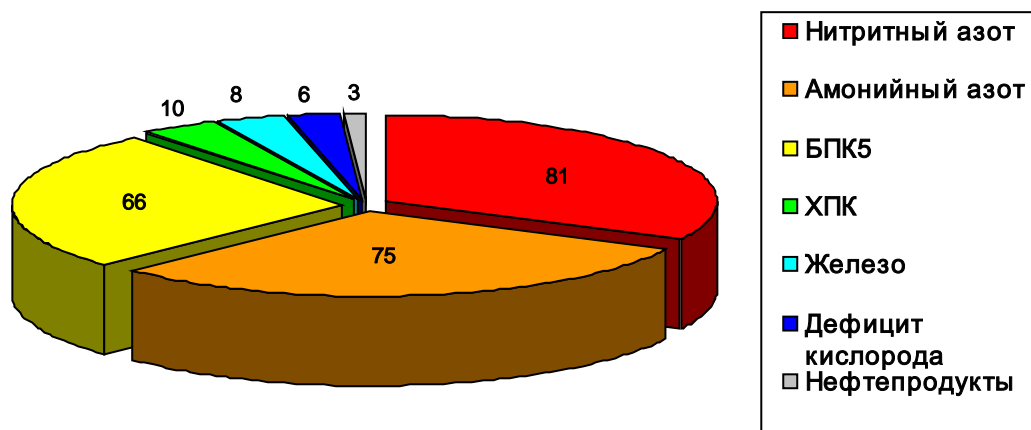


Рис. 4.11. Распределение количества случаев ВЗ по загрязняющим веществам в 2017 году

На рис. 4.12 представлена диаграмма распределения количества случаев высокого загрязнения по водотокам Московской области. В 2017 г. максимальное количество случаев ВЗ было зарегистрировано в р. Москва – 141; Воймега – 31, Пахра – 23 и Рожая – 15 случаев.

В 2017 г. на водных объектах Московского региона случаев экстремально-высокого загрязнения (ЭВЗ) не зафиксировано.

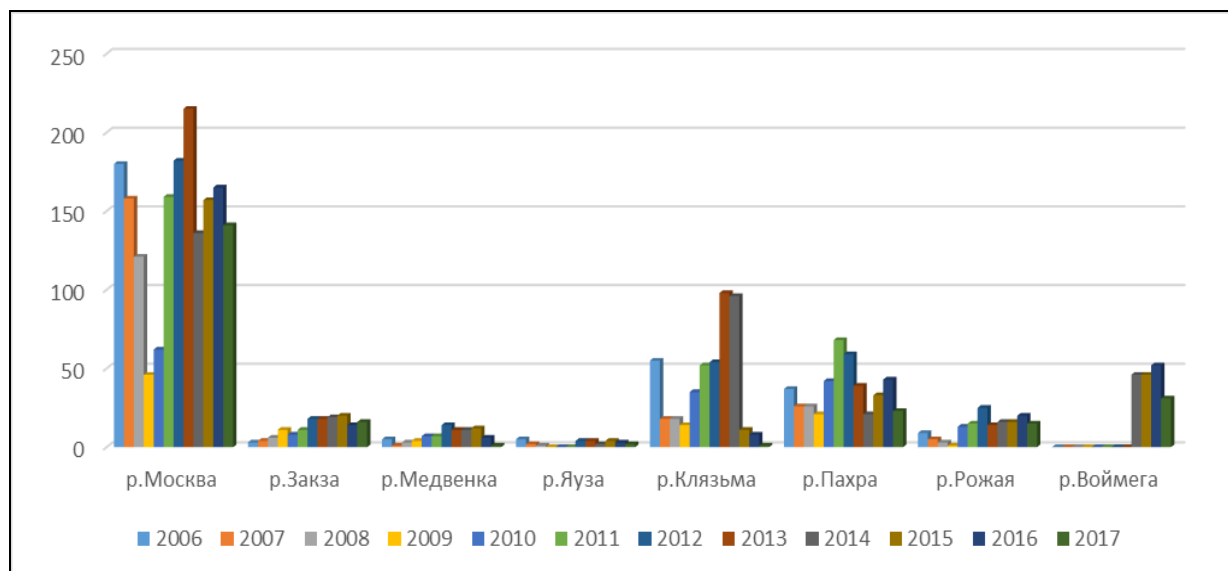


Рис. 4.12. Распределение случаев высокого загрязнения по водотокам Московского региона

4.1.4. Характеристика радиационной обстановки

В 2017 г. радиационная обстановка в Московском регионе была нормальная, в пределах допустимых значений. Расчёты уровней высокого загрязнения (ВЗ) выполнены по критериям в соответствии с РД 52.18.826-2015.

Наблюдения за содержанием техногенных и природных радионуклидов в приземном слое атмосферы проводились непрерывно на станции Подмосковная. Отбор проб аэрозолей выполнялся с помощью воздухо-фильтрующей установки «Тайфун-3а» на фильтр ФПП-15-1,5 с экспозицией в одни сутки. Среднегодовая объемная суммарная бета-активность аэрозолей составила $12,4 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³, что в 1,3 раза выше уровня предыдущего года. Максимальная среднемесячная объемная суммарная бета-активность аэрозолей наблюдалась в августе и составила $70,6 \cdot 10^{-5}$ Бк/м³. Данные объемной суммарной бета-активности аэрозолей приведены на рис. 4.13.

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 2017 г. составило 0,5 Бк/м² в сутки, что в 1,6 раза ниже уровня предыдущего года. Максимальные суточные выпадения были зарегистрированы в сентябре на станции Балчуг и составили 3,8 Бк/м² в сутки. Данные суммарной бета-активности выпадений представлены на рис. 4.14.

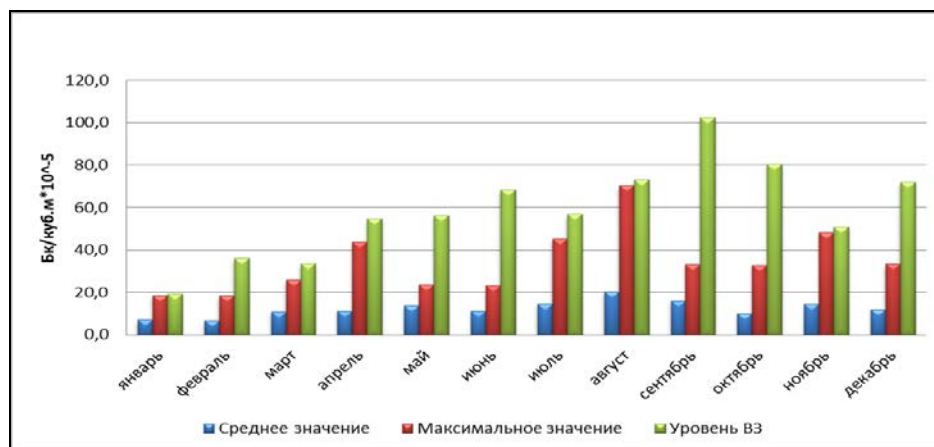


Рис. 4.13. Среднемесячная и максимальная объемная суммарная бета-активность радионуклидов в приземном слое атмосферы в 2017 году

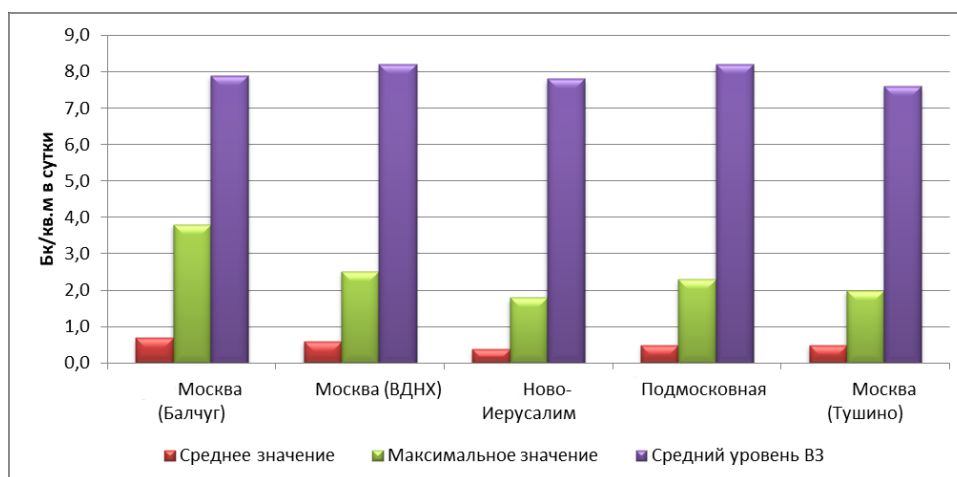


Рис. 4.14. Среднемесячные и максимальные суточные выпадения на станциях Московского региона в 2017 году

Мощность AMBIENT EQUIVALENT DOSE RATE OF GAMMA RADIATION (МАЭД) измерялась ежедневно на 17 станциях. Среднегодовая величина МАЭД на территории г. Москвы и Московской области изменялась от 0,1 до 0,13 мкЗв/ч (метеостанции Кашира и Балчуг), что находится в пределах колебаний естественного гамма-фона. Максимальные измеренные значения МАЭД наблюдались на станции Наро-Фоминск и составили 0,21 мкЗв/ч. В среднем радиационный фон по г. Москве и Московской области составил 0,11 мкЗв/час (рис. 4.15).

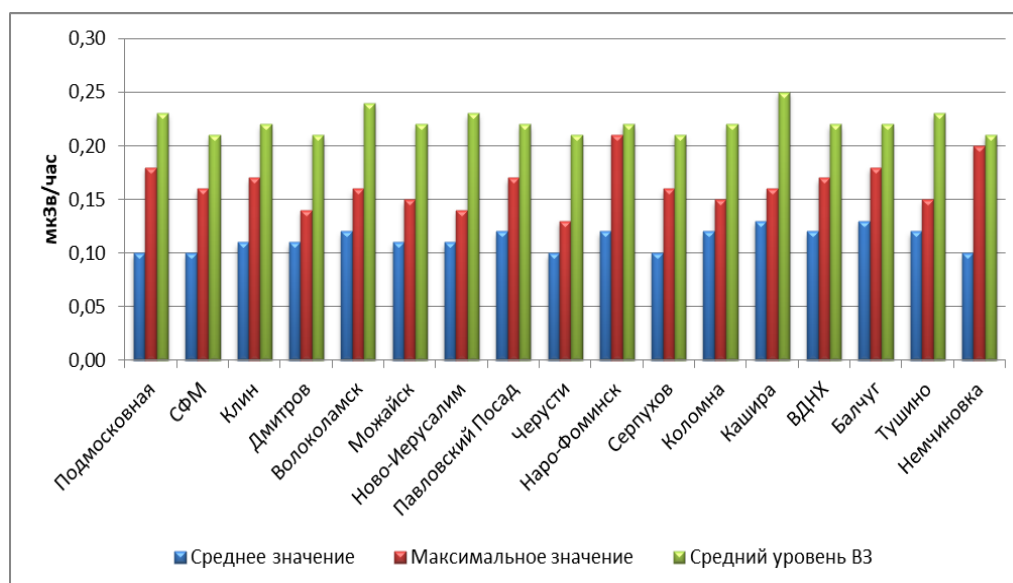


Рис. 4.15. Мощности AMBIENT EQUIVALENT DOSE RATE (МАЭД) на станциях Московского региона в 2017 году

4.2. Озеро Байкал

4.2.1. Гидрохимические наблюдения за качеством поверхностных вод

В 2017 г. с февраля по октябрь осуществлялся отбор проб воды на химический анализ нормируемых показателей в районе сброса коммунальных сточных вод г. Байкальска на контрольном 100-метровом створе. Гидрохимические съемки поверхностных вод оз. Байкал проводились по продольному разрезу на горизонтах 0,5; 25; 50; 100 м и на придонном горизонте в летне-осенний период (июнь, сентябрь и октябрь).

100-метровый створ. В 2017 г. в контрольном 100-метровом створе было проведено семь съёмок на пяти вертикалях с отбором проб воды через каждые 10 м по глубине. В течение года в контрольном створе было отобрано 147 проб воды.

В районе глубинного выпуска коммунальных сточных вод г. Байкальска отбор проб на химический анализ выполнялся по всему сечению контрольного створа в течение года с февраля по октябрь включительно. Данные о нарушении показателей качества воды оз. Байкал в районе глубинного выпуска сточных вод в 2017 г. в сравнении с 2016 г. приведены в таблице 4.3.

Таблица 4.3. Сведения о нарушениях показателей качества воды оз. Байкал в 100-метровом контрольном створе

Показатели (ПДК для 100 метрового створа оз. Байкал) *	Пределы концентраций, мг/л		Число наблюдений: общее - с превышениями ПДК	
	2016 г.	2017 г.	2016 г.	2017 г.
РН (6,5-8,5 ед.)	7,63 - 8,1	7,7 - 8,3	7 - 0	7 - 0
Сумма минеральных соединений (117 мг/л)	90 - 119	92 - 103	7 - 1	7 - 0
Сульфаты (10 мг/л)	4,2 - 8,6	4,8 - 7,1	7 - 0	7 - 0
Хлориды (2 мг/л)	0,6 - 1,4	0,5 - 1,5	7 - 0	7 - 0
Взвешенные вещества (1,1 мг/л)	0,0 - 1,3	0,0 - 3,0	7 - 1	7 - 2
Летучие фенолы (0,001 мг/л)	0-0,006	0 - 0,003	7 - 4	7 - 3

* действуют с 01.01.1985 г.

В 2017 г. нарушения показателей качества воды оз. Байкал были зафиксированы по содержанию летучих фенолов (в марте, апреле и августе) и взвешенных веществ (в июне). В сравнении с 2016 г. максимальная концентрация летучих фенолов снизилась в 2 раза, а взвешенных веществ увеличилась в 2,3 раза. По остальным показателям нарушений качества воды оз. Байкал в 100-метровом створе не отмечалось.

Таким образом, как и в предыдущем году, в 2017 г. в связи с закрытием БЦБК отмечалось улучшение качества воды оз. Байкал в районе контрольного створа.

На акватории озера гидрохимические наблюдения по продольному разрезу проводились на всех контролируемых горизонтах (0,5; 25; 50; 100 м и придонном). Общая гидрохимическая характеристика воды озера в 2015 - 2017 гг. приведена на диаграмме (рис. 4.16) и графиках (рис. 4.17 и 4.18).

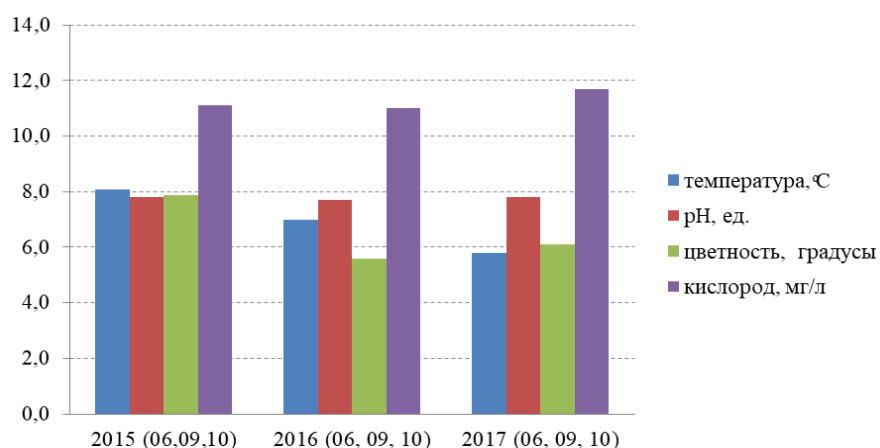


Рис. 4.16. Общая гидрохимическая характеристика воды оз. Байкал, мг/л

Наблюдения в течение этих лет проводились в летне-осенний период (июнь - октябрь), что обуславливает колебания температуры воды (2015 г.: 7,4 - 11,2°С; 2016 г.: 7,0 - 9,1°С; 2017 г.: 3,0- 13,2°С) и величины цветности (2015 г.: 7,9 - 11,0; 2016 г.: 5,6 - 11,2; 2017 г.: 2 - 24 градусов). Значения pH варьировались в пределах 7,2- 8,3 единиц, а содержание растворенного кислорода - в пределах 10,5 - 12,8 мг/л (рис. 4.16).

В 2017 г. в среднем и северном Байкале сохранялась повышенная минерализация воды на уровне 97 мг/л. В связи с произошедшими в 2016-2017 гг. землетрясениями в районе среднего Байкала минерализация воды повысилась. В южном Байкале она осталась на уровне 2016 г. - 96 мг/л (рис. 4.17).

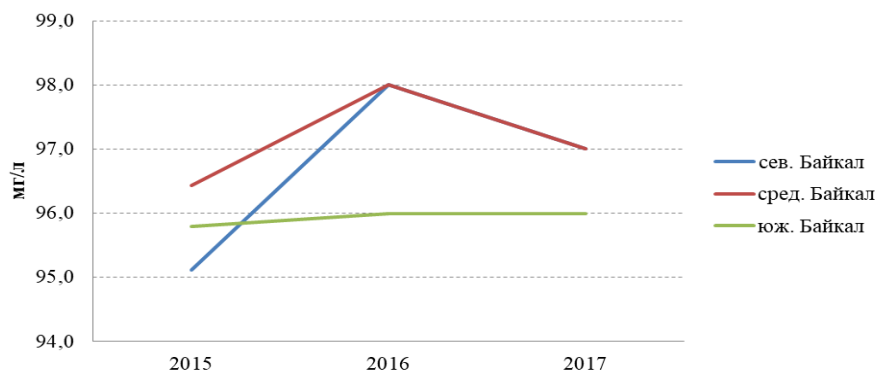


Рис. 4.17. Минерализация воды оз. Байкал

Концентрация сульфатных ионов в 2017 г. оставалась повышенной только в среднем Байкале (5,9 мг/л). За период наблюдений с 2015 по 2017 гг. высокое содержание сульфатных ионов во всех котловинах оз. Байкал отмечалось только в 2016 г. (рис. 4.18). В июне 2016 г. были зафиксированы максимальные концентрации сульфатов в среднем Байкале в пределах 7,3 - 9,2 мг/л.

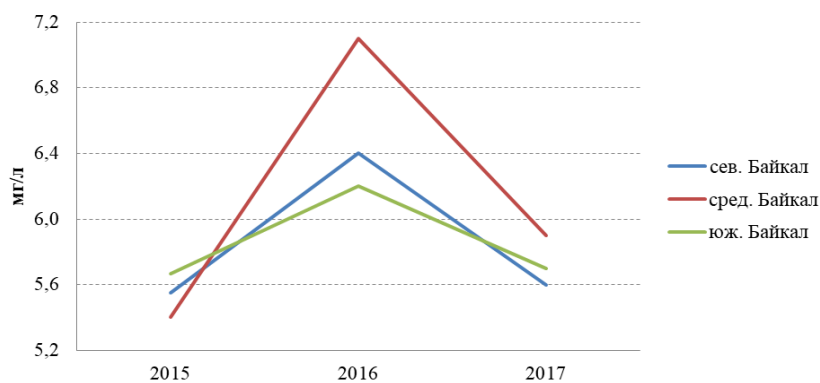


Рис. 4.18. Динамика сульфатных ионов в воде оз. Байкал

Высокая сейсмичность Байкальского региона в 2016-2017 гг. оказала существенное влияние на содержание в воде озера соединений серы и общей минерализации. В среднем Байкале была зафиксирована серия землетрясений, что явилось причиной повышенных концентраций сульфатных ионов и общей минерализации в оз. Байкал, особенно в его средней котловине.

4.2.2. Донные отложения

Размеры зоны загрязнения на полигоне в районе бывшего БЦБК на глубинах в пределах до 370 м, рассчитанные по суммарному показателю «превышение средних содержаний ингредиентов контроля грунтовой воды и донных отложений» составили: в 2014 г. - 5,1 км², в 2015 г. - 4,5 км², в 2016 г. - 3,7 км², в 2017 г. - 7,3 км². Геохимические изменения (рост) основных качественных характеристик донных отложений и грунтовой воды в районе бывшего комбината в целом связан с внутриводоемными (гидробиологическими) процессами, а именно с ростом лабильного органического вещества в водной толще озера, представленного фитопланктоном и его дальнейшей седиментацией в донные отложения озера.

В 2014-2015 и 2017 гг. впервые в комплексном мониторинге оз. Байкал было проведено изучение содержания ПАУ в макрофитах (обрастаниях), ведущих прикрепленный образ жизни на гравийно-галечном субстрате прибрежной мелководной зоны на полигоне в районе бывшего БЦБК, а также на севере озера в районе трассы БАМ.

В динамике накопления канцерогенных аренов ПАУ в обрастаниях на полигоне был зафиксирован рост последних. Если в 2014 г. содержание канцерогенов от суммы ПАУ составляло 36%, в 2015 г. - 48%, то в 2017 г. - 64%. В 2017 г. по сравнению с 2015 г. содержание суммы ПАУ, бенз(а)пирена, канцерогенных аренов и 2-3 ядерных аренов в обрастаниях увеличилось в 2,6; 6; 3,2 и 1,4 раза соответственно.

С 2015 г. наметилась тенденция ухудшения кислородного режима на полигоне в районе аванделты р. Селенга. В 2017 г. среднее содержание растворенного в воде кислорода составило 7,0 мг/л при диапазоне 5,16-9,11. По сравнению с 2016 г. содержание фосфатного фосфора в грунтовой воде увеличилось в два раза (до 0,002 мг/л). Среднее содержание сульфидной серы в донных отложениях на аванделте реки увеличилось в 3 раза относительно 2016 г. и составило 0,006% при диапазоне 0,001-0,023% (фоновое содержание 0,005%).

По сравнению с 2016 г. в 2017 г. отмечалось некоторое улучшение кислородного режима на полигоне в районе трассы БАМ. Так, в 2016 г. содержание растворенного в воде кислорода варьировалось в пределах 5,42-10,06 мг/л (среднее - 8,77 мг/л), в 2017 г. - в пределах 1,68-11,48 мг/л (среднее - 11,49 мг/л). По сравнению с предыдущим годом в донных отложениях полигона на севере озера увеличилось содержание органического азота в 2 раза, органического углерода - в 1,3 раза, легкогидролизуемых углеводов - в 2,3 раза, трудногидролизуемых углеводов -

в 1,7 раза, лигнино-гумусового комплекса – в 1,4 раза, общей органики – в 1,4 раза. Рост отмеченных показателей связан со значительным ростом планктонного органического вещества в воде озера. В целом можно отметить, что в 2017 г. по сравнению с 2016 г. на севере озера отмечалось ухудшение гидрогеохимической обстановки в донных отложениях озера.

В 2017 г. были выполнены биогеохимические исследования макрофитов в прибрежном мелководье полигона на севере озера. При сравнении накопления ПАУ в обрастаниях мелководной зоны полигонов в районе бывшего комбината и зоне влияния трассы БАМ видно, что концентрация суммы полиаренов на БАМе была в 1,4 раза выше, а содержание малоядерных аренов – в 6 раз больше, чем в районе бывшего комбината. Данное обстоятельство может косвенно свидетельствовать о том, что в 2017 г. содержание ПАУ в воде было значительно больше на севере озера, чем в районе бывшего комбината. В тоже время содержание бенз(а)пирена и канцерогенных аренов в районе бывшего БЦБК было больше, чем на севере озера – в 2,2 и в 2,5 раза соответственно. Последнее может свидетельствовать о разном качественном и количественном составе поступающих в озеро с селитебных территорий полициклических ароматических углеводородов. В настоящее время анализ озерной воды на содержание в ней ПАУ не проводится.

4.2.3. Гидробиологическая оценка воды

По гидробиологическим наблюдениям, проведенным в подледный период 2017 г. в пределах контролируемого полигона, непосредственно примыкающего к месту выпуска коммунальных сточных вод (КОС) г. Байкальск (район бывшего Байкальского целлюлозно-бумажного комбината), численность гетеротрофных бактерий (показателя загрязнения воды органическим веществом) варьировалась от 1 до 56 кл/мл при среднем значении 12 кл/мл. Площадь зоны загрязнения в районе КОС г. Байкальск составила 0,3 км², что в 9,5 раза ниже, чем в 2016 г. (2,9 км²). Углекислородокисляющие бактерии были обнаружены на 18 из 61 обследованных станций, их численность на отдельных станциях доходила до 100 кл/мл. Целлюлозоразрушающие бактерии были отмечены на 25 из 61 отобранной станции.

В весенний период численность гетеротрофных бактерий на контролируемом полигоне варьировалась от 1 до 487 кл/мл при среднем значении 16 кл/мл. По сравнению с 2016 г. площадь зоны загрязнения уменьшилась в 6 раз и составила 0,9 км². Углекислородокисляющие бактерии были отмечены на 20 из 61 отобранной станции, их численность на отдельных станциях составляла 10 тыс. кл/мл. Целлюлозоразрушающие бактерии были обнаружены на 10 из 61 станции.

Осенью численность гетеротрофов изменялась от 5 до 2392 кл/мл при среднем значении 162 кл/мл. Площадь зоны наибольшего влияния коммунальных сточных вод составила 7,6 км², что в 3,3 раза выше значения 2016 г. Углекислородокисляющие бактерии были зафиксированы на 24 из 61 обследованной станции, их численность на отдельных станциях составляла 10 тыс. кл/мл. Целлюлозоразрушающие бактерии были обнаружены на 31 из 61 станции.

Таким образом, в 2017 г. по сравнению с 2016 г. в подледный и весенний периоды наблюдалось уменьшение площади зоны загрязнения по численности гетеротрофных бактерий, в осенний период произошло увеличение площади зоны загрязнения в 3,3 раза, при этом численность гетеротрофов в ней возросла в 2 раза по сравнению с 2016 г. и составила 490 кл/мл.

В подледный период 2017 г. площадь зоны загрязнения по численности фитопланктона составляла 11,9 км² и была выше в 5,2 раза, чем в 2016 г. (2,3 км²). В весенний период площадь зоны загрязнения составляла 13,0 км², оставаясь на уровне значений 2016 г., при численности фитопланктона в ней 1510 тыс. кл/л. (в 2016 г. – 1210 тыс. кл/л). Осенью площадь зоны загрязнения составляла 9,5 км² при численности фитопланктона в ней 1307 тыс. кл/л. По сравнению с 2016 г. площадь зоны загрязнения возросла в 1,2 раза, а численность фитопланктона в ней увеличилась в 1,4 раза.

Таким образом, в 2017 г. в подледный и осенний периоды наблюдалось увеличение зоны загрязнения по численности фитопланктона, а в весенний период зона загрязнения оставалась практически на уровне значений 2016 г. при увеличении численности фитопланктона в ней в 1,2 раза.

По зоопланктону зона загрязнения в подледный период 2017 г. составила 17,4 км² (в 2016 г. – 20,6 км²). Биомасса эпишуры в районе коммунальных сточных вод г. Байкальск была в 3,3 раза ниже, чем в незагрязненной части озера (31 мг/м³ против 103 мг/м³).

В весенний период площадь зоны загрязнения увеличилась в 3,9 раза в сравнении с весной 2016 г. и составила 22,6 км² при биомассе зоопланктона в ней 25 мг/м³. Осенью площадь зоны загрязнения составила 13,6 км² при биомассе эпишуры в ней 18 мг/м³. В сравнении с аналогичным сезоном 2016 г. площадь зоны загрязнения уменьшилась в 2,2 раза при уменьшении биомассы в ней в 4 раза (в 2017 г. – 18 мг/м³, в 2016 г. – 74 мг/м³).

В сравнении с 2016 г., в подледный и осенний периоды 2017 г. наблюдалось уменьшение зоны загрязнения по зоопланктону, а в весенний период увеличение площади зоны влияния КОС.

Площадь зоны загрязнения донных отложений по бактериобентосу в подледный период уменьшилась в 13 раз, а в осенний период увеличилась в 1,2 раза в сравнении с 2016 г., составляя 0,11 км² и 3,2 км² соответственно.

Анализ гидробиологических характеристик за 2017 г. свидетельствует о некотором снижении антропогенной нагрузки на зоопланктон в подледный и осенний периоды. Площадь зоны загрязнения по бактериопланктону и численность микрофлоры в подледный и весенний периоды были ниже, чем в осенний период. В донных отложениях во все сезоны наблюдений произошло уменьшение зон загрязнения и численности в ней бактериобентоса.

Результаты гидробиологических наблюдений, проведенных в районе выхода трассы БАМ, показали, что в июне 2017 г. численность гетеротрофов (471 кл/мл), фитопланктона (1369 тыс. кл/л) и биомасса зоопланктона (192 мг/м³) были наиболее высокими в западной прибрежной зоне. Наименьшее значение численности

гетеротрофов (72 кл/мл), фитопланктона (1113 тыс. кл/л) и биомассы зоопланктона (66 мг/м³) было отмечено в восточной прибрежной зоне.

В сентябре 2017 г., как и в июне, численность гетеротрофов (345 кл/мл) и фитопланктона (713 тыс. кл/л) были наиболее высокими в западной части озера. Наименьшие значения численности гетеротрофов (102 кл/мл) были отмечены в центральной части озера, а фитопланктона (168 тыс. кл/л) – в восточной прибрежной зоне.

В весенний период 2017 г. наиболее загрязненными были устьевые участки рр. Рель, Томпа и Кичера при изменении численности бактериопланктона от 755 до 1082 кл/мл; в осенний период – рр. Верхняя Ангара, Тья и Кичера при численности бактериопланктона 586 – 981 кл/мл.

Анализ состояния гидробионтов в северной части озера свидетельствует о сохранении антропогенной нагрузки в этом районе. Наиболее загрязненными являются воды рр. Рель, Тья, Кичера, Верхняя Ангара и Томпа.

4.2.4. Состояние загрязненности воды р. Селенга

Водосборный бассейн озера Байкал охватывает площадь, равную 300,5 тыс. км² в пределах территории Монголии и 240,5 тыс. км² – в пределах Российской Федерации. Площадь российской части бассейна р. Селенга – 148,06 км², что составляет 61,5% площади водосборного бассейна озера Байкал в пределах России. Река является главным источником водного питания Байкала.

Наблюдения за качеством воды р. Селенга ежегодно проводились на российском участке длиной 402 км в 9 створах, расположенном от границы с Монголией (п. Наушки) до дельты (с. Мурзино). Многолетние значения превышений ПДК нормируемых органических веществ в воде реки российского участка приведены в таблице 4.4 по результатам десятилетних наблюдений 2007-2016 гг.

Таблица 4.4. Характеристика загрязненности воды р. Селенга нормируемыми органическими веществами по наблюдениям 2007-2016 гг.

Створ наблюдений, его расположение	Расстояние от устья, км	Величина БПК ₅ воды	Летучие фенолы	Нефте-продукты	СПАВ
		Частота превышения ПДК, %			% обнаружения
п. Наушки, 1,5 км ЗЮЗ от поселка	402	4,4	22,2	17,8	84,4
с. Новоселенгинск, 1,6 км ниже села	273	35,5	10,0	7,8	84,8
г. Улан-Удэ, 2 км выше города	156	18,0	10,5	7,5	74,5
г. Улан-Удэ, 1 км ниже города, 0,5 км ниже сброса сточных вод ГОС	152	20,5	13,3	8,9	84,0
г. Улан-Удэ, 22,5 км ниже города, 7 км ниже разъезда Мостовой	127	18,3	13,3	5,0	82,3
с. Кабанск, 3 км выше сброса сточных вод п. Селенгинск	67,0	21,6	9,2	7,5	83,1
с. Кабанск, 0,8 км ниже сброса сточных вод п. Селенгинск	63,2	30,2	13,5	11,4	93,4
с. Кабанск, 0,5 км ниже села, замыкающий	43,0	20,8	7,5	6,6	83,1
с. Мурзино, 0,4 км ниже села (дельта)	25,0	23,3	12,2	6,6	82,0
Российский участок реки в целом		20,6	12,1	8,4	82,8

Данные наблюдений, обобщенные за период 2007-2016 гг., свидетельствуют о том, что:

- в пограничном створе многолетние значения превышения ПДК фенолов – 22,2%, нефтепродуктов – 17,8% оказались примерно в 2 раза выше значений, полученных для всего российского участка р. Селенга;

- в нижнем течении реки в створе, расположенном в 0,8 км ниже организованного сброса сточных вод МУП ЖКХ п. Селенгинск, получены повышенные значения частоты превышения нормы величины БПК₅ воды – до 30,2%, нефтепродуктов – до 11,4%, частоты обнаружения СПАВ – до 93,4% по сравнению с российским участком реки в целом;

- частота обнаружения жиров в пробах воды р. Селенга, отобранных за 10 лет наблюдений, составляла 32,6%. Значения этого показателя оказались повышенными в створе 0,5 км ниже организованного сброса сточных вод г. Улан-Удэ – до 41,2% и в створе 0,8 км ниже сброса сточных вод МУП ЖКХ п. Селенгинск – до 43,7%.

За десятилетний период 2007-2016 гг. средний годовой водный сток реки оценен в 20,8 км³. Среднегодовые многолетние величины выноса контролируемых, в том числе загрязняющих веществ, с территории водосборного бассейна р. Селенга через замыкающий створ составляли: взвешенных веществ – 623 тыс. т, органических веществ – 242 тыс. т, легко-окисляемых органических веществ – 33,7 тыс. т, нефтяных углеводородов 0,47 тыс. т, смолистых компонентов – 0,16 тыс. т (в сумме – 0,63 тыс. т), СПАВ – 0,19 тыс. т, жиров – 0,10 тыс. т, летучих фенолов – 16,5 т. Средние многолетние величины поступлений соединений металлов равны: меди – 49,1 т, цинка – 185 т, свинца – 28,2 т.

По откорректированным среднемесячным расходам воды годовой водный сток р. Селенга за 2017 г. оценен в 15,9 км³ и оказался на 23,6% ниже среднегодовой величины за предшествующий десятилетний период (20,8 км³). В таблице 4.5 приведены величины поступлений веществ через замыкающий створ р. Селенга – с. Кабанск в 2007, 2015 и 2017 годах.

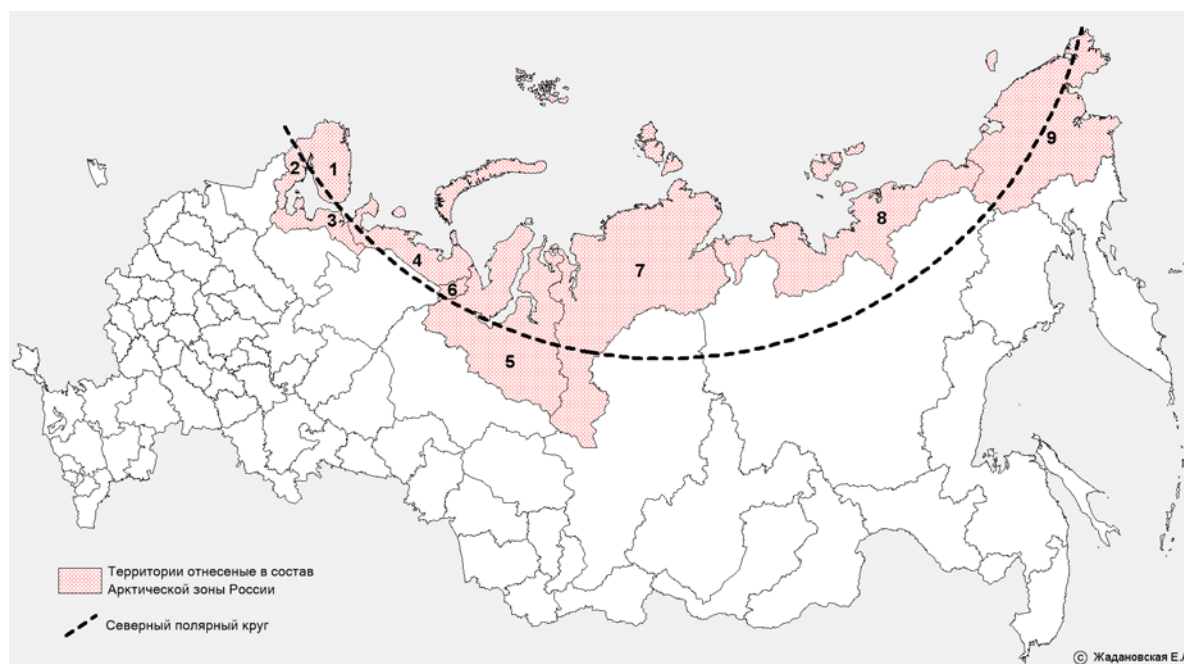
Таблица 4.5. Поступление веществ через замыкающий створ р. Селенга – с. Кабанск в 2007, 2015 и 2017 гг.

Ингредиенты	Годы наблюдений		
	2007	2015	2017
Взвешенные вещества, тыс. т	279	151	132
Трудно-окисляемые органические вещества, тыс. т (ОВ в пересчете с ХПК)	177	158	129
Легко-окисляемые органические вещества, тыс. т (по БПК ₅)	26,2	27,5	26,0
Нефтепродукты, тыс. т	0,60	0,45	0,65
в том числе			
нефтяные углеводороды, тыс. т	0,50	0,30	0,60
смолы + асфальтены, тыс. т	0,10	0,15	0,05
СПАВ, тыс. т	0,21	0,08	0,25
Жиры, тыс. т	0,14	0,04	0,22
Летучие фенолы, т	3,2	11	11
Соединения металлов:			
медь, т	42,6	33,0	20,0
цинк, т	107	133	189
свинец, т	22,0	15	6,4
Водный сток, км ³	15,8	15,4	15,9

4.3. Арктическая зона Российской Федерации

Общая характеристика

Арктическая зона Российской Федерации - регион огромного потенциального источника природных ресурсов (нефти, газа, минералов) и транспортного морского пути Европа - Азия. Интенсивное освоение и использование природных ресурсов Арктической зоны является стратегическим приоритетом социально-экономического развития России. Концепция освоения Арктики определяется «Основами государственной политики Российской Федерации в Арктике на период до 2020 года и дальнейшую перспективу» в пределах сухопутных территорий Арктической зоны Российской Федерации, утвержденных Указами Президента РФ от 02.05.2014 г. N 296 и от 27.06.2017 г. N 287 "О сухопутных территориях Арктической зоны Российской Федерации" (рис. 4.19).



1. Мурманская область;
2. Республика Карелия (в составе Беломорского, Лоухского, Кемского муниципальных районов);
3. Архангельская область (в составе Мезенского, Онежского, Приморского муниципальных районов, территории муниципальных образований "Город Архангельск", "Город Новодвинск", "Северодвинск", "Новая Земля");
4. Ненецкий автономный округ;
5. Ямало-Ненецкий автономный округ;
6. Республика Коми (в составе территории муниципального образования городского округа "Воркута");
7. Красноярский край (в составе Таймырского Долгано-Ненецкого, Туруханского муниципальных районов, территории городского округа г. Норильска);
8. Республика Саха (Якутия) (в составе Аллахиковского, Анабарского (Долгано-Эвенкийского), Булунского, Нижнеколымского, Усть-Янского улусов);
9. Чукотский автономный округ;
10. Земли и острова, расположенные в Северном Ледовитом океане, указанные в Постановлении Президиума Центрального Исполнительного Комитета СССР от 15 апреля 1926 г. "Об объявлении территорий Союза ССР земель и островов, расположенных в Северном Ледовитом океане" и других актах СССР.

Рис. 4.19. Картограмма территории Арктической зоны Российской Федерации в соответствии с Указами Президента России от 02.05.2014 г. N 287 и от 27.06.2017 г. N 296

Территория суши Арктической зоны Российской Федерации составляет 3,75 млн. км², где в настоящее время проживает около 2,4 млн. чел, что составляет менее 2% населения России.

Таблица 4.6. Территории Арктической зоны Российской Федерации (АЗ)

№	Территории	Площадь, км ²	Население, чел.	АЗ в субъекте: площадь/насел. %
1.	Мурманской области	144 902,00	753 557	АЗ: 100 / 100%
2.	Ненецкого автономного округа	176 700,00	43 997	
3.	Чукотского автономного округа	721 481,00	50 150	
4.	Ямало-Ненецкого автономного округа	769 250,00	534 299	
5.	Мун. обр. "Беломорский муниципальный район"	12 797,00	16 663	Республика Карелия АЗ: 24 / 7%
6.	Мун. обр. "Лоухский муниципальный район"	22 551,00	11 771	
7.	Мун. обр. "Кемский муниципальный район"	8 029,00	15 496	
Итого АЗ Республики Карелия		43 377,00	43 930	
Республика Карелия		180 520,00	622 484	

8.	Мун. обр. "Город Архангельск"	294,42	351 488	Архангельская область АЗ: 32 / 56%
9.	Мун. обр. "Мезенский муниципальный район"	34 410,21	9 049	
10.	Мун. обр. "Новая Земля"	83 000,00	2 429	
11.	Мун. обр. "Город Новодвинск"	41,00	38 735	
12.	Мун. обр. "Онежский муниципальный район"	23 755,73	30 762	
13.	Мун. обр. "Приморский муниципальный район"	46 133,61	25 639	
14.	Мун. обр. "Северодвинск"	120,51	183 996	
Итого АЗ Архангельской области		187 755,48	642 098	Архангельская область
Архангельская область		589 913	1 155 028	
15.	Мун. обр. городского округа "Воркута" - - АЗ Республики Коми	24 179,64	80 061	Республика Коми АЗ: 6 / 10%
Республика Коми		415 900,00	840 873	
16.	Аллаиховского улуса (района)	107 300,00	2 718	Республика Саха (Яку- тия) АЗ: 20 / 3%
17.	Анабарского национального (Долгано- Эвенкийского) улуса (района)	55 600,00	3 500	
18.	Булунского улуса (района)	223 582,55	8 404	
19.	Нижнеколымского района	87 117,54	4 366	
20.	Усть-Янского улуса (района)	120 278,08	7 202	
Итого АЗ Республики Саха (Якутия)		593 878,17	26 190	
Республика Саха (Якутия)		3 083 523	959 875	Красноярский край АЗ: 50 / 3%
21.	Городского округа города Норильска	23,16	178 018	
22.	Таймырского Долгано-Ненецкого муниципального района	879 900,00	32 290	
23.	Туруханского района	209 309,18	16 276	
Итого АЗ Красноярского края		1 089 232,34	226 584	
Красноярский край		2 339 700	2 865 908	Всего АЗ России
Всего АЗ России		3 750 755,63	2 400 866	

Арктические экосистемы, расположенные в зоне сплошного распространения многолетней мерзлоты, чрезвычайно уязвимы к антропогенному воздействию и очень медленно восстанавливаются. С учетом уникальных природных условий в АЗ РФ созданы 222 особо охраняемые природные территории (ООПТ) разного значения (подчиненности): федерального, регионального и местного (табл. 4.7). Большая часть ООПТ относится к региональному подчинению.

Таблица 4.7. Особо охраняемые природные территории (ООПТ) Арктической зоны России

Субъекты РФ	Количество / Площадь (км ²) ООПТ всех категорий			
	всего	в том числе, по значениям (подчиненности)		
		федеральное	региональное	местное
1. Республика Карелия	13 / 3692,38	2 / 1749,73	11 / 1942,65	0 / 0
2. Мурманская область	61 / 13821,96	9 / 7593,26	1 / 6190,70	51 / 38,00
3. Архангельская область	26 / 104747,82	5 / 94710,02	20 / 10035,96	1 / 1,84
4. Ненецкий автономный округ	15 / 17894,89	2 / 3200,00	12 / 14694,89	1 / 0
5. Республика Коми	8 / 90,22	0 / 0	7 / 90,22	1 / 0
6. Ямало-Ненецкий автономный округ	14 / 82794,76	2 / 15094,82	12 / 67699,94	0 / 0
7. Красноярский край	21 / 139583,71	7 / 107672,19	11 / 31704,92	3 / 206,60
8. Республика Саха (Якутия)	35 / 228511,54	1 / 14330,00	20 / 158488,61	14 / 55692,93
9. Чукотский автономный округ	29 / 54459,32	2 / 40451,04	27 / 14008,28	0 / 0
Итого	222 / 645596,6	30 / 284801,06	121 / 304856,17	71 / 55939,37

Абсолютным лидером по общей площади ООПТ в арктической зоне является Республика Саха (Якутия). Континентальная часть Арктической зоны располагается преимущественно в Арктическом и Субарктическом климатических поясах (рис. 4.20) 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 части добавляется также низкорослый кедр и лиственница.

Арктическая зона характеризуется низкими годовыми температурами, скудными осадками, длительной полярной ночью и сплошным распространением многолетней мерзлоты. А также прослеживается рост континентальности климата с запада на восток.

Основными источниками загрязнения окружающей среды АЗРФ являются предприятия газо- и нефтедобывающей промышленности, по добыче и переработке полезных ископаемых, крупнейшие предприятия черной и цветной металлургии, предприятия топливно-энергетического комплекса, химическая промышленность, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность, автомобильный, железнодорожный и морской транспорт. Источники загрязнения окружающей среды АЗ расположены локально на большом удалении друг от друга.

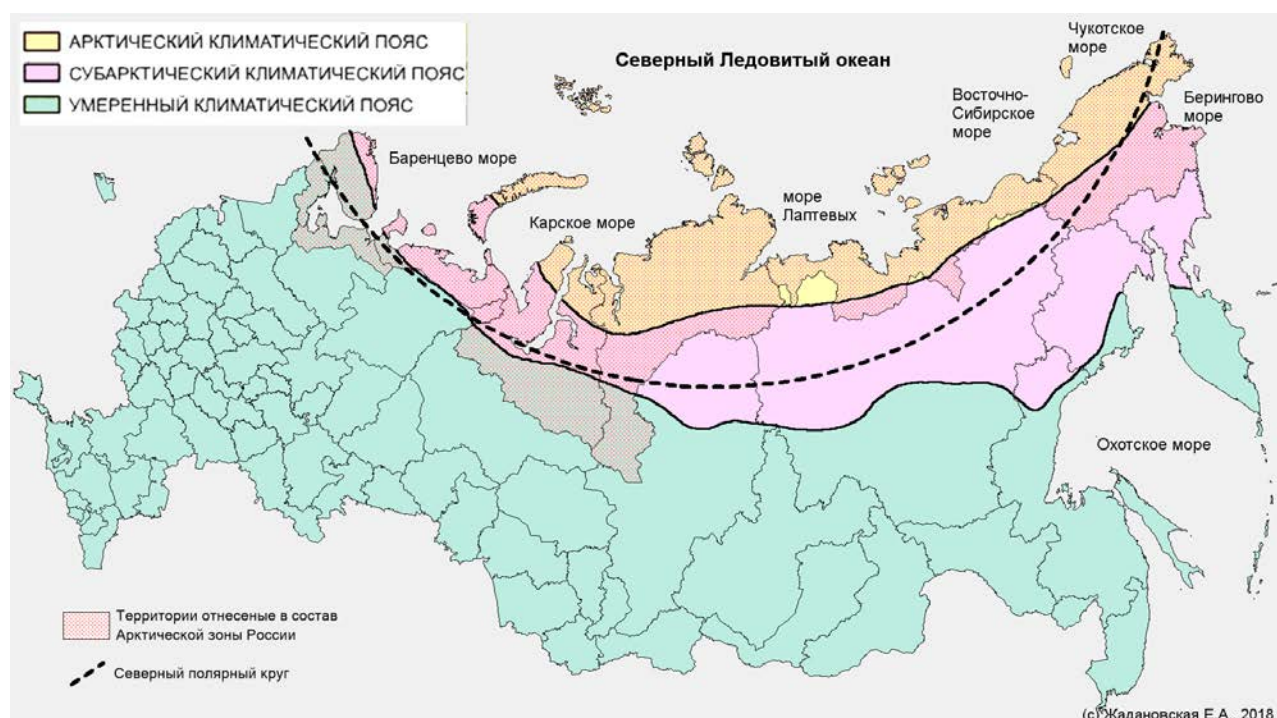


Рис. 4.20. Климатические пояса Арктической зоны РФ

4.3.1. Особенности климатического режима года

Оценки региональных средних величин в настоящем разделе получены по данным архива T3288 среднемесячной температуры на 3288 станциях Земного шара (расположение станций на территории Российской Арктики (РА) показано на рис. 4.21), для осадков - по данным архива R1383. 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 АНИИ.

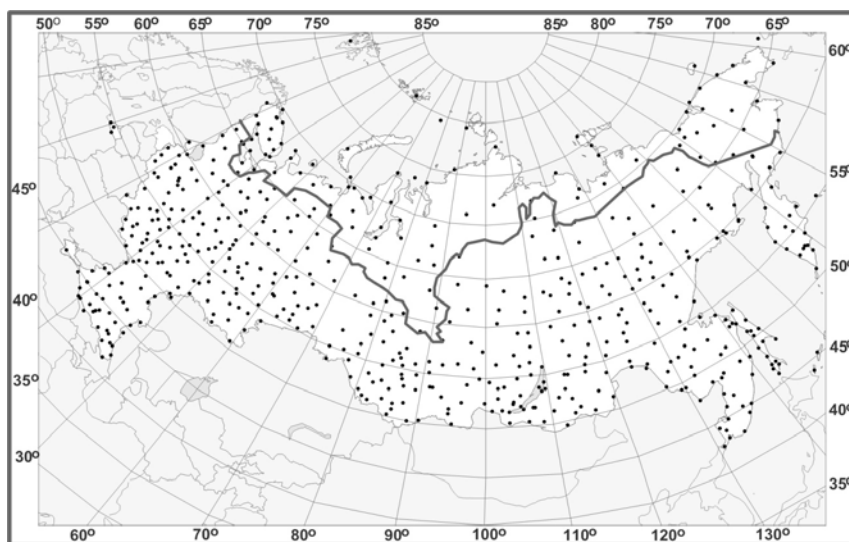


Рис. 4.21. Положение станций архива T3288 (граница Российской Арктики показана жирной линией)

Температура воздуха

Данные о годовых и сезонных региональных аномалиях температуры воздуха в 2017 г. представлены в таблице 4.8, географическое распределение аномалий - на рис. 4.22.

Таблица 4.8. Характеристики годовых (январь-декабрь) и сезонных аномалий температуры воздуха в секторах Российской Арктики. Аномалии (VT, °C) рассчитаны относительно норм периода 1961-1990 гг., ранги приведены для ряда с 1936 г.

	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг	VT	ранг
Российская Арктика (РА)	3.23	2	2.96	9	4.32	2	1.14	13	2.78	6
Европейский сектор РА	2.43	5	3.18	17	1.89	17	3.35	1	2.00	13-14
Сибирский сектор РА	3.11	4	1.57	31	4.66	5	1.18	16	1.69	23
Восточный сектор РА	4.07	1	4.34	4	5.80	1	1.22	16	4.74	4

2017 год в Российской Арктике был очень теплым: выше нормы на 3.23°C (2-й за период с 1936 г.), в особенности в Восточном секторе, где достигнута максимальная с 1936 г. средняя температура, превышающая норму на 4.07°C. На многих станциях Западной Сибири и Дальнего Востока отмечены 95%-е экстремумы. Восточный сектор был самым теплым во все сезоны, кроме лета; максимальная в ряду аномалия температуры +5.80°C наблюдалась здесь весной. Летом рекордная сезонная температура наблюдалась в Европейском секторе (аномалия +3.35°C). Зимой в Северо-Сибирской низменности и на севере Западной Сибири отмечены небольшие отрицательные аномалии.

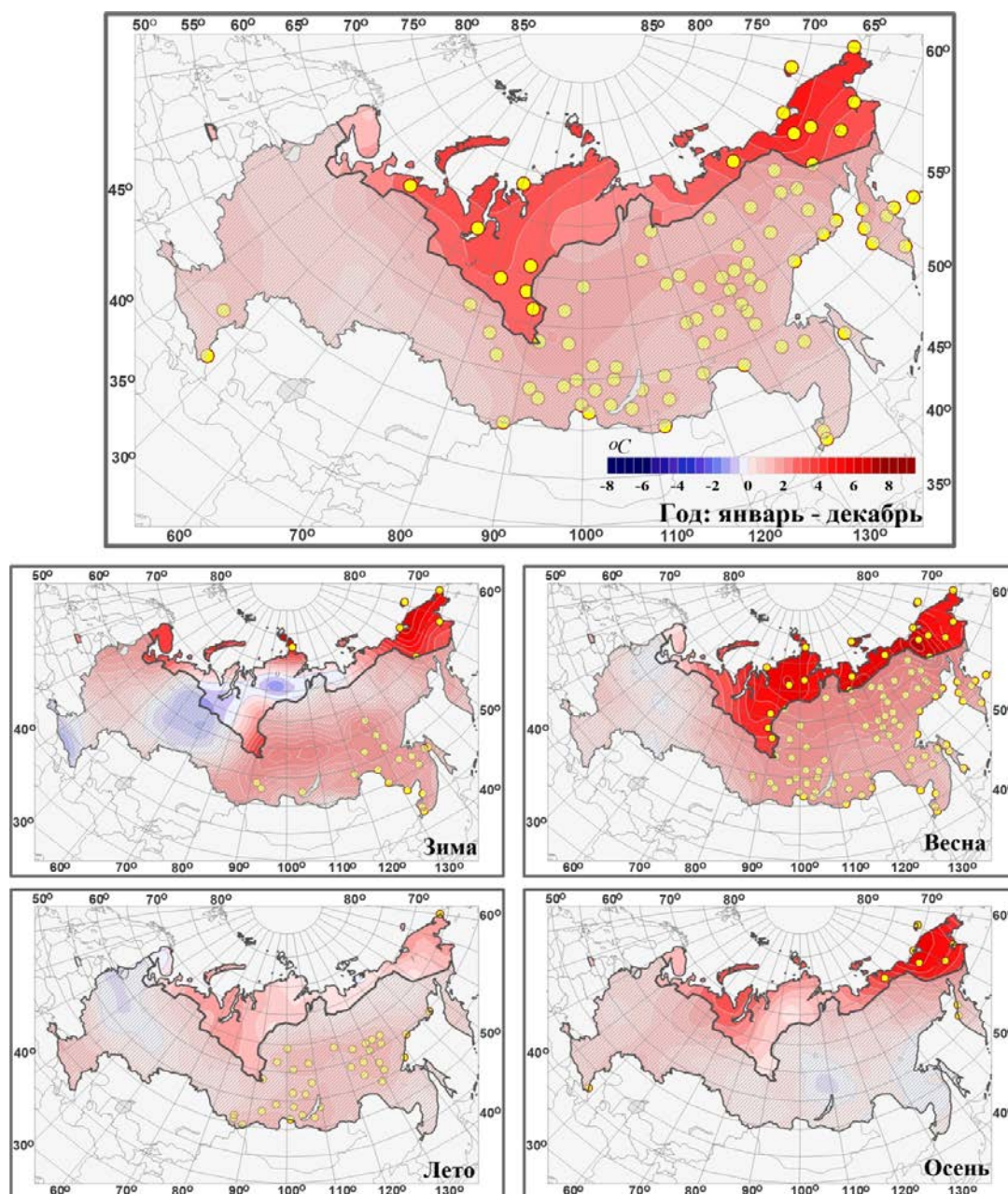


Рис. 4.22. Годовые (январь-декабрь) и сезонные аномалии температуры воздуха в Российской Арктике. Аномалии (°C) рассчитаны относительно норм периода 1961-1990 гг. Желтыми кружками показаны аномалии выше 95-го процентиля.

Временные ряды региональных средних годовых аномалий показаны на рис. 4.23, сезонных (для РА в целом) - на рис. 4.24. Рост среднегодовой температуры наблюдается в РА и всех секторах с 1970-х гг. и резко ускоряется в 21 веке. Максимальное потепление за 1976-2017 гг. происходит в восточном секторе РА: 0.79°C/10 лет (в целом по РА 0.69°C/10 лет).

Из сезонов в целом по РА самое быстрое потепление отмечено весной ($0.95^{\circ}\text{C}/10$ лет). Во все сезоны, кроме лета, отмечается ускорение потепления в 21 веке (но осенью оно замедлилось в последние годы). Все тренды, кроме зимнего, значимы, по крайней мере, на уровне 1% (зимний – 5%).

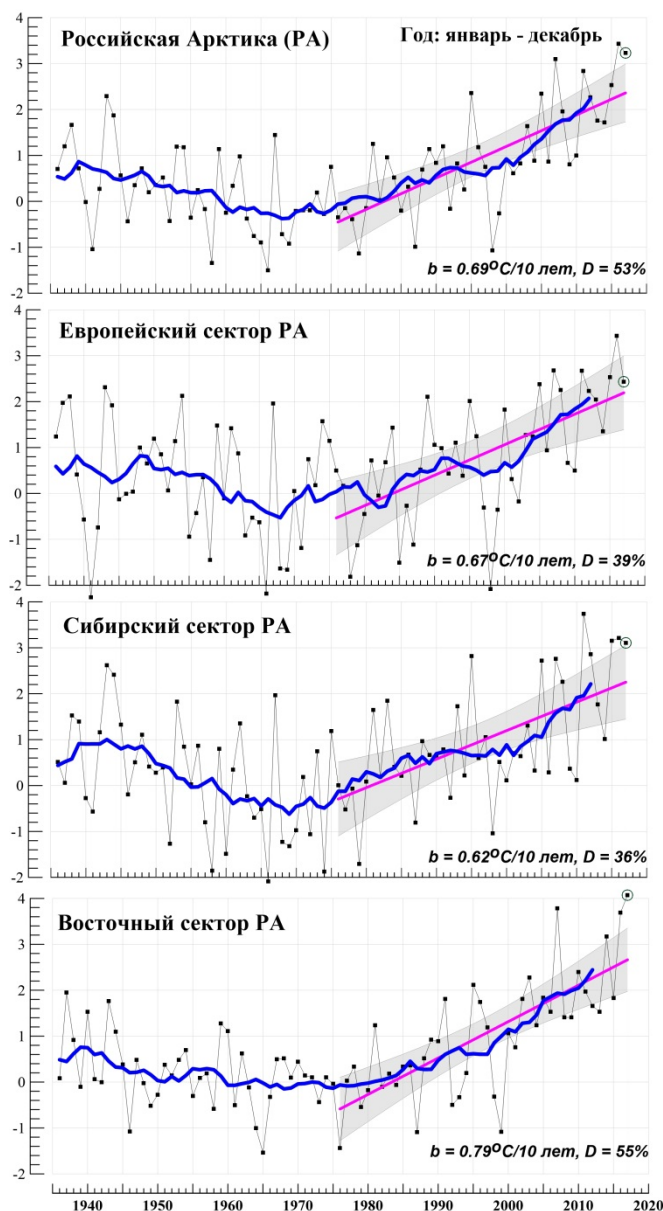


Рис. 4.23. Годовые (январь-декабрь) аномалии температуры воздуха в Российской Арктике и ее секторах в 1936-2017 гг. Жирная синяя кривая – 11-летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2017 гг.; b – коэффициент тренда ($^{\circ}\text{C}/10$ лет), D – вклад в суммарную дисперсию (%)

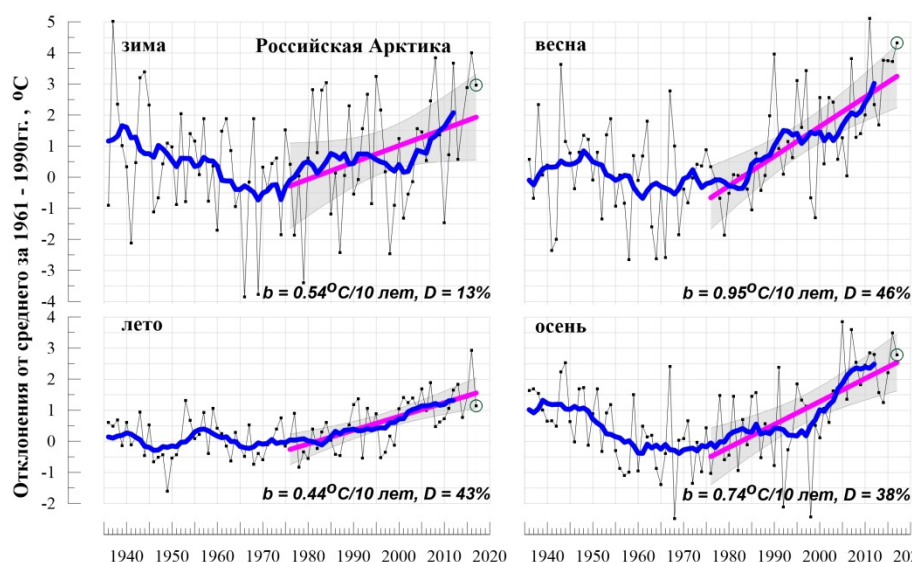


Рис. 4.24. Сезонные аномалии температуры воздуха в Российской Арктике в 1936-2017 гг. Жирная синяя кривая - 11летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2017 гг.; b - коэффициент тренда ($^{\circ}\text{C}/10$ лет), D - вклад в суммарную дисперсию (%)

Атмосферные осадки

Данные о годовых и сезонных региональных осадках в 2017 г. представлены в таблице 4.9, географическое распределение аномалий - на рис. 4.25.

Таблица 4.9. Характеристики годовых (январь-декабрь) и сезонных осадков (% от нормы периода 1961-1990 гг.) в секторах Российской Арктики. Ранги приведены для ряда с 1936 г.

	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг	RR	ранг
Российская Арктика (РА)	113	2	114	7-9	129	3	112	20	107	21
Европейский сектор РА	106	20-21	130	5	121	14	107	31-33	94	49-52
Сибирский сектор РА	121	4	114	20-22	148	2	119	19-22	105	30
Восточный сектор РА	103	29-30	92	33	77	72	102	39-41	131	7

В целом за год по РА наблюдалось очень значительное превышение нормы осадков: 2-е по величине значение в ряду с 1936 г. Однако по секторам значительное превышение нормы отмечено только в Сибирском секторе (121% нормы, ранг 4) - географически, в южной его части, в то время как на севере, вдоль арктического побережья, везде наблюдался дефицит осадков. Из сезонов наибольший вклад в годовую сумму осадков для РА в целом внесла весна: 129%, 3-я в ряду. Весной общий избыток осадков также сложился за счет Сибирского сектора (148%, ранг 2), в то время как в Восточном секторе наблюдался серьезный дефицит (77% нормы: эта величина - среди 10 самых низких с 1936 г.). Следует также отметить избыток зимних осадков в Европейском секторе: 130%, ранг 5.

В среднем за год с 1976 г. наблюдается значимый на 1%-м уровне рост осадков в целом по РА: 2.6% нормы за 10 лет (рис. 4.26). Этот рост происходит, в основном, за счет Сибирского сектора, где скорость роста составляет в этот период 3.6% нормы за 10 лет. В Европейском секторе прослеживается монотонное увеличение, однако тренд незначим даже на 5%-м уровне. В Восточном секторе осадки растут после 1995 года, однако это очевидно фаза роста в долгопериодном колебании (период около 70 лет). Максимум этого колебания около 1960 г. прослеживается во всех секторах.

Рост сезонных осадков (6% нормы за 10 лет: объясняет более четверти общей дисперсии ряда) наблюдается в РА весной (рис. 4.27). Тренды для остальных сезонов незначимы. Выражены междесятилетние колебания; во все сезоны проявляется крупный максимум в первой половине ряда: около 1950 г. летом и около 1960 г. в остальные сезоны.

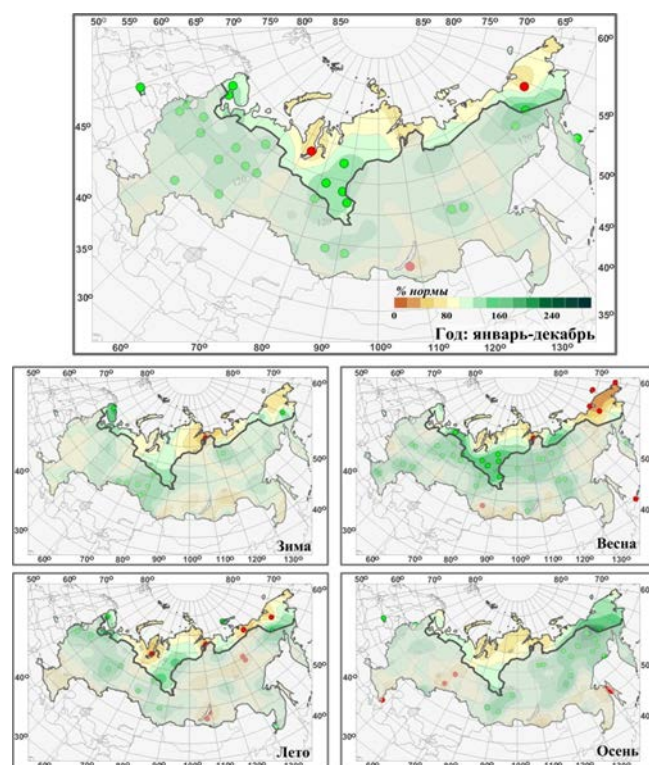


Рис. 4.25. Годовые (январь-декабрь) и сезонные суммы осадков (% от нормы периода 1961-1990 гг.) в Российской Арктике. Зелеными кружками показаны станционные аномалии выше 95-го процентиля, красными - ниже 5-го.

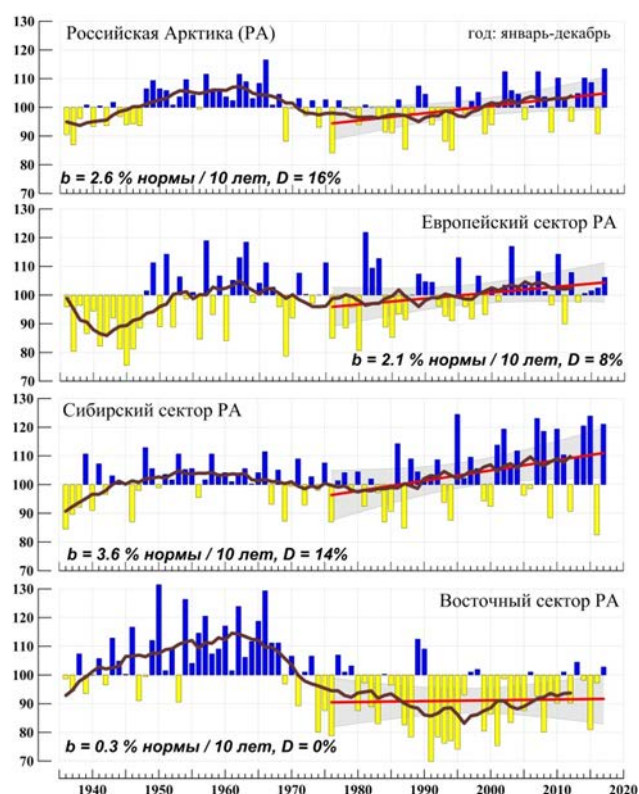


Рис. 4.26. Годовые (январь-декабрь) суммы осадков (% нормы) в Российской Арктике и ее секторах в 1936-2017 гг. Жирная черная кривая - 11летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2017 гг., b - коэффициент тренд (мм/мес/10 лет), D - вклад в суммарную дисперсию (%)

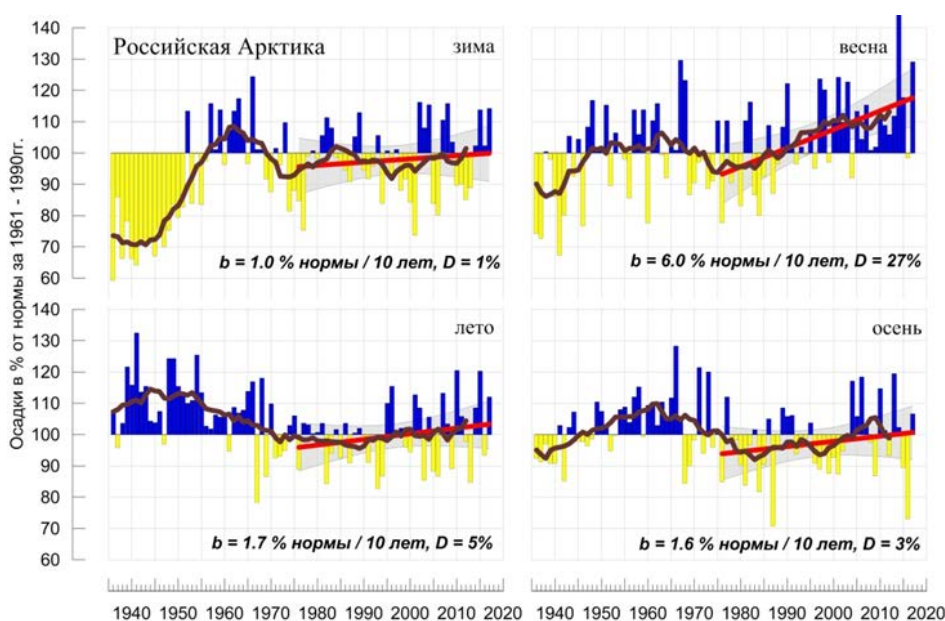


Рис. 4.27. Сезонные суммы осадков (% нормы) в Российской Арктике в 1936-2017 гг. Жирная черная кривая - 11-летнее скользящее среднее. Показан линейный тренд за 1976-2017 гг.

Акватория Северного морского пути.

В связи с возрастающим вниманием к изменениям климата на акваториях Северного Ледовитого океана, через которые проходят трассы Северного морского пути (СМП), ниже представлены характеристики климата и ледовых условий в этом районе морской Арктики.

Изменения средних зимней и летней температур воздуха на акватории арктических морей, по которым проходит трасса СМП (моря Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское), представлены на рис. 4.28.

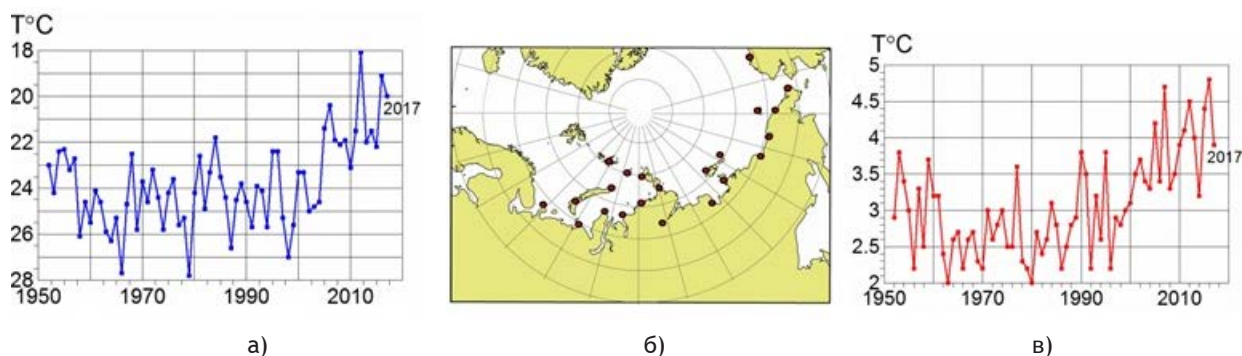


Рис. 4.28. Средняя температура воздуха зимой (а) и летом (в) на акватории арктических морей, по которым проходит трасса СМП по данным 22 метеорологических станций (б)

Видно, что потепление в этом районе морской Арктики началось в 1996 году летом и в 1998 году зимой. Максимальная температура зимой отмечена в 2012 году, а летом - в 2016 году.

Морской ледяной покров в арктических морях к концу лета быстро сокращался, начиная с 1998 года, уменьшившись к 2005 году до 200 тыс. км². В последние 13 лет его площадь в сентябре колеблется около этого уровня, что в 7 раз меньше, чем в 1996-1998 гг. (рис. 4.29).

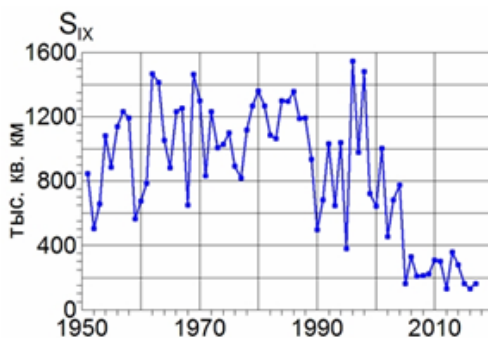


Рис. 4.29. Площадь, занятая морским льдом в сентябре в Сибирских арктических морях (моря Карское, Лаптевых, Восточно-Сибирское, Чукотское) по данным отдела ледовых прогнозов ААНИИ

Водные ресурсы

Водные ресурсы бассейнов репрезентативных рек Арктической зоны Российской Федерации (наблюдённый годовой сток рек) в 2017 году в большинстве случаев значительно отличались как от средних многолетних значений, так и от значений, имевших место в 2016 году (табл. 4.10).

Таблица 4.10. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км ²	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км ³ /год	Водные ресурсы 2017 года, км ³ /год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Тулома	21,5	7,11	7,79	9,6
Поной	15,5	5,31	8,11	52,7
Варзуга	9,84	3,06	4,85	58,5
Ковда	26,1	8,65	11,0	27,2
Кемь	27,7	8,17	12,2	49,3
Беломорско-Балтийский канал	27,1	8,42	9,78	16,2
Северная Двина	357	101,0	139,0	37,6
Мезень	78,0	27,2	36,3	33,5
Печора	322	129,0	159,0	23,3
Обь	2990	405,0	454,0	12,1
Енисей	2580	635,0	609,0	-4,1
Хатанга	364	109,0	124,0	13,8
Анабар	100	16,3	14,5	-11,0
Оленёк	219	34,4	28,3	-17,7
Лена	2490	537,0	581,0	8,2
Яна	238	30,8	35,7	15,9
Индигоирка	360	54,7	47,9	-12,4
Колыма	647	131,0	206,3	57,3
Анадырь	191	59,7	65,0	8,9

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

Картина высокой водности в бассейнах относительно крупных рек Кольского полуострова, сохранившаяся с 2016 года, характеризовалась падением стока Туломы (северный склон) и резким ростом стока Поной и Варзуги, относящихся к восточному и южному склонам. Превышение нормы для этих рек составило, соответственно, 9,6%, 52,7% и 58,5% против 34,8%, 5,9% и 16,4% в 2016 году.

Весьма высокая водность наблюдалась также и в бассейнах наиболее крупных водотоков Карелии, принадлежащих бассейну Белого моря – Ковды, Кемь и Беломорско-Балтийского канала. При этом сток Ковды, превышавший норму с 2015 года, почти не изменился, а сток двух других водотоков, повышенный с 2014 года, значительно возрос по сравнению с 2016 годом. Превышение нормы для этих водотоков составило, соответственно, 27,2%, 49,8% и 16,3% против 29,0%, 5,4% и 6,1% в 2016 году.

В бассейнах крупнейших рек европейской части Арктической зоны Российской Федерации – Северной Двины, Мезени и Печоры – характер водности и её изменения в 2017 году не имели существенных различий. В бассейне Северной Двины водность впервые после 2012 года превысила норму. При этом по сравнению с 2016 годом имел место резкий рост стока с превышением нормы 37,6% против -3,6%. В бассейне Мезени, где низководная фаза началась в 2014 году, и сток ежегодно снижался до -27,6% в 2016 году, рост водности был намного более резким, с превышением нормы 33,5%. В бассейне Печоры, где сток превышал норму с 2014 года, в 2017 году также наблюдался резкий рост водности (23,3%), но относительно значения, близкого к норме в 2016 году (0,7%).

В бассейнах крупнейших рек азиатской части Арктической зоны Российской Федерации – Оби, Енисея, Лены, Хатанги, Анабара, Оленёка, Яны, Индигоирки, Колымы и Анадыря – характер водности и её изменения были весьма разнообразными.

В бассейне одной из крупнейших рек Сибири – Оби – продолжилась фаза повышенной водности, начавшаяся в 2014 году. При этом водность почти не изменилась по сравнению с 2016 годом. В 2017 году сток Оби превышал норму на 12,1% против 13,7% в 2016 году.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек – Енисея и Лены – продолжались противоположно направленные изменения водности – соответственно, снижение и рост в период с 2014 по 2016 год, сменившиеся ростом и снижением в 2017 году. При этом характер водности в этих бассейнах в 2017 году не изменился: сток Енисея был ниже нормы на 4,1%, а сток Лены выше нормы на 8,2% (против, соответственно, 15,7% и 19,6% в 2016 году).

В бассейне Хатанги продолжилась многоводная фаза, начавшаяся в 2014 году. При этом снижение стока, наблюдавшееся в течение первых трёх лет, сменилось ростом в 2017 году до 13,8% над нормой против 4,9% в 2016 году.

В бассейнах Анабара и Оленёка в 2017 году продолжилось неуклонное снижение водности от весьма высоких значений, имевших место в 2014 году, до значений ниже нормы на 11,0% и 17,7%. При этом характер водности Анабара изменился в 2017 году, а Оленёка – в 2016 году.

В бассейне Яны в 2017 году продолжилась фаза высокой водности, начавшаяся в 2015 году, несмотря на значительное снижение стока по сравнению с 2016 годом (превышение нормы 15,9% против 28,9%). В бассейне Индигирки, напротив, продолжилась фаза низкой водности, начавшаяся в 2007 году, хотя в 2016 и 2017 годах имел место рост стока. Отклонение стока этой реки от нормы в меньшую сторону в 2015, 2016 и 2017 годах составило, соответственно, 35,0%, 22,1% и 12,4%.

В бассейне Колымы в 2017 году сток достиг аномально высоких значений, превысив норму на 57,3%, что ставит этот год в один ряд с аномальным 2014 годом. При этом в 2016 году превышение нормы составило всего 3,7%, а в 2015 году наблюдалось интенсивное снижение стока после длительной фазы высокой водности до значения ниже нормы на 10,8%.

В бассейне Анадыря – крупнейшей реки Чукотского автономного округа – сток вновь существенно превысил норму (на 8,9%) после того, как повышенная водность, наблюдавшаяся с 2011 по 2014 год, сменилась водностью, близкой к норме.

4.3.2. Комплексная оценка состояния и загрязнения окружающей среды в Арктической зоне Российской Федерации

Состояние озонового слоя над Арктическими районами РФ

В Арктической зоне РФ расположены 7 станций, составляющих значительную часть озонметрической сети Росгидромета.

Среднемесячные значения общего содержания озона (ОСО) в 2017 г. приведены в табл. 4.11.

Таблица 4.11. Результаты измерений ОСО (е.д.) на станциях Арктической зоны РФ в 2017 г.

Станция	Месяц											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Мурманск	-	-	427	402	392	-	323	315	276	270	238	-
Печора	338	355	367	414	404	357	319	308	278	261	276	-
Архангельск	300	330	378	395	392	364	319	307	280	275	293	-
Туруханск	308	418	353	436	404	333	319	311	287	277	274	-
Тикси	-	436	368	435	403	350	325	289	277	285	-	-
Оленек	-	423	368	440	403	339	311	303	284	282	276	-
о. Котельный	-	441	408	436	419	-	340	292	258	273	-	-

Результаты, приведенные в табл. 4.11, подтверждают наличие всех особенностей поля ОСО, которые были отмечены в разделе 2.3.3.1. (рис. 2.14).

В первой половине 2017 года были отмечены пониженные значения ОСО. Особенно значимыми отклонения от нормы были в марте. Во втором полугодии особых различий в ОСО между регионами не наблюдалось. В конце года отмечено заметное уменьшение количества озона по всей Арктической зоне.

Таким образом, пространственно-временные особенности поля ОСО над Арктической зоной РФ практически соответствуют особенностям поля ОСО над всеми регионами РФ.

Электрические характеристики приземного слоя атмосферы в Арктической зоне

Измерения электрических характеристик приземного слоя атмосферы в Арктической зоне РФ (градиента потенциала электрического поля атмосферы V' и удельных полярных (положительной и отрицательной) электрических проводимостей воздуха L_+ и L_-) проводятся на станции Тикси с 2014 года. По сумме L_+ и L_- определяется суммарное значение электрической проводимости воздуха L_s .

Поскольку электрические характеристики подвержены сезонным колебаниям, в табл. 4.12 представлены обобщенные по сезонам результаты измерений V'_c за 2014–2017 гг. В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

Вариации сезонных значений V'_c , вычисленных по среднемесячным значениям V' , обусловлены изменчивостью погодных условий. Сильнейшее влияние на величину V' оказывают грозы, метели и осадки, поэтому данные в период сильных метелей исключены из обработки.

Таблица 4.12. Сезонные (V'_c), среднегодовые ($V'_г$) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения V' (даВ/м) за 2014–2017 гг. на станции Тикси

Год	Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее за год
	$V'_c, (V')$				$V'_г, (V')$
2017	32 (31, 34)	33 (31, 37)	28 (27, 29)	33 (28, 35)	31 (27, 37)
2016	29 (22, 36)	33 (30, 37)	30 (28, 33)	31 (26, 37)	31 (22, 37)
2015	36 (33, 38)	38 (35, 42)	30 (28, 34)	31 (30, 33)	34 (28, 42)
2014	32 (30, 34)	36 (34, 38)	31 (27, 34)	33 (30, 34)	33 (27, 38)

В таблице 4.13 приведены обобщенные по сезонам результаты измерений удельной суммарной электрической проводимости воздуха L_s . В скобках указаны минимальные и максимальные среднемесячные значения измеряемых величин за сезон и год.

Таблица 4.13. Сезонные (L_c) и среднегодовые (L_r) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха (фСм/м), минимальные и максимальные среднемесячные значения суммарной электрической проводимости L_s (в скобках) за 2014–2017 гг. на станции Тикси

Год	Зима	Весна	Лето	Осень	Среднее за год
	$L_c, (L_s)$				$L_r, (L_s)$
2017	13 (8, 15)	10 (7, 13)	11 (10, 11)	-	12 (H)
2016	14 (8, 20)	10 (9, 11)	15 (11, 17)	17 (14, 18)	14 (8, 18)
2015	20 (20, 21)	15 (11, 20)	17 (15, 19)	20 (19, 20)	18 (11, 21)
2014	15 (10, 20)	14 (13, 14)	19 (17, 22)	24 (23, 26)	18 (10, 26)

Примечание: Среднегодовые значения, вычисленные по данным трех сезонов, отмечены символом «H».

Данные наблюдений свидетельствуют, что за 2014–2017 гг. среднегодовые значения V' существенно не изменились. На рис. 4.30 представлены среднемесячные значения V' по данным наблюдения на ГМО Тикси в период 2014–2017 гг., на рис. 4.31 – аналогичные значения L_s за тот же период.

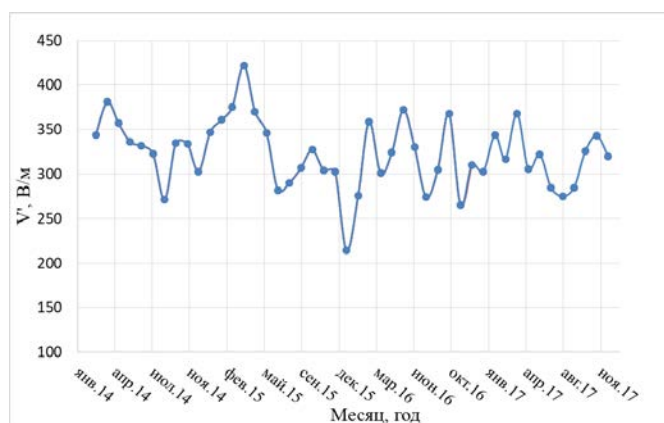


Рис. 4.30. Среднемесячные значения V' по данным наблюдения на ГМО Тикси в период 2014–2017 гг.

Как видно из рис. 4.30, для величины V' характерен слабовыраженный сезонный ход. Некоторый рост среднемесячных значений отмечается в феврале–апреле.

Более выраженный сезонный ход испытывает величина L_s . Минимум среднемесячных значений L_s приходится на вторую половину зимы и начало весны, максимум наблюдается с середины лета до середины осени, что связано с состоянием подстилающей поверхности.

Из рис. 4.31 следует, что в 2016–2017 годах суммарная электрическая проводимость по сравнению с 2014–2015 гг. заметно снижена. Однако непродолжительный ряд наблюдений на станции Тикси (всего четыре года) не позволяет сделать однозначный вывод о причинах уменьшения значений L_s в 2016 и 2017 годах.

В период с конца января до начала апреля на станции наблюдаются частые метели с пиком активности в феврале, вследствие чего в воздух поднимается мелкокристаллический снежный аэрозоль, который может оказывать сильное влияние на величину L_s в сторону её уменьшения. Промерзание почвы и наличие снежного покрова снижают интенсивность выхода радона, что также приводит к уменьшению интенсивности ионообразования и, как следствие, к существенному снижению L_s в феврале–апреле и, наоборот, к увеличению значений L_s в июле–сентябре.

На рис. 4.32 представлен годовой ход V' за 2017 г. на фоне осредненного годового хода V' за предшествующий период (2014–2016 гг.).

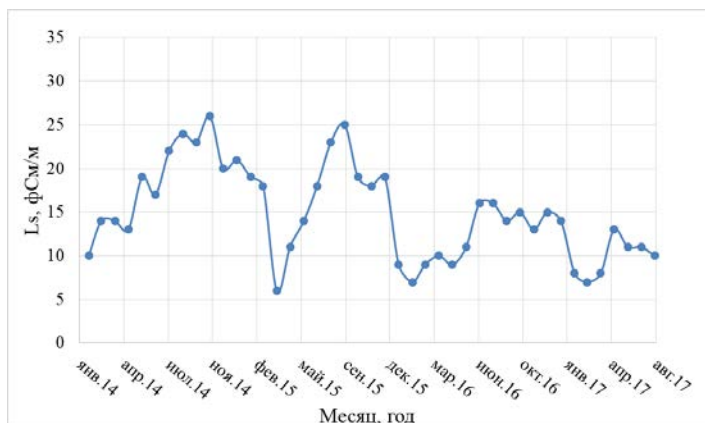


Рис. 4.31. Среднемесячные значения L_s по данным наблюдения на ГМО Тикси в период 2014–2017 гг.

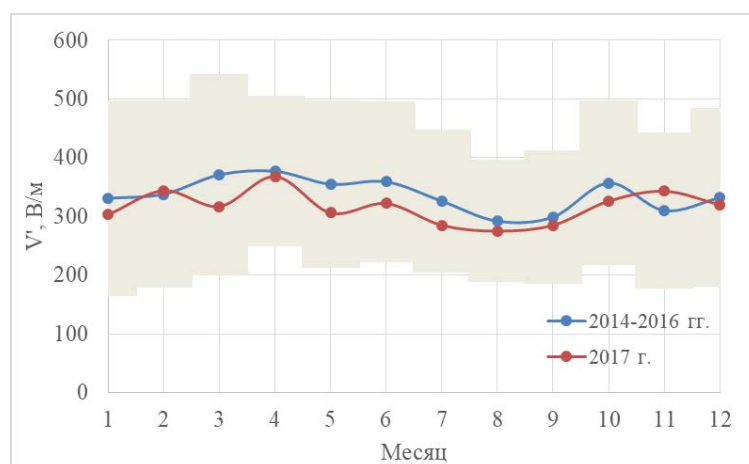


Рис. 4.32. Годовой ход V' в 2017 г. на фоне осредненного годового хода V' за период 2014-2016 гг. Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения от среднего значения за 2014-2016 гг.

Из представленных материалов следует, что кардинальных изменений V' на станции Тикси в 2017 г. по сравнению с предшествующим периодом (2014-2016 гг.) не произошло, однако, в 2017 г. можно отметить некоторое снижение V' с марта по октябрь по сравнению с осредненным годовым ходом этого параметра.

На рис. 4.33 представлен годовой ход L_s за 2017 г. на фоне осредненного годового хода L_s за предшествующий период (2014-2016 гг.).

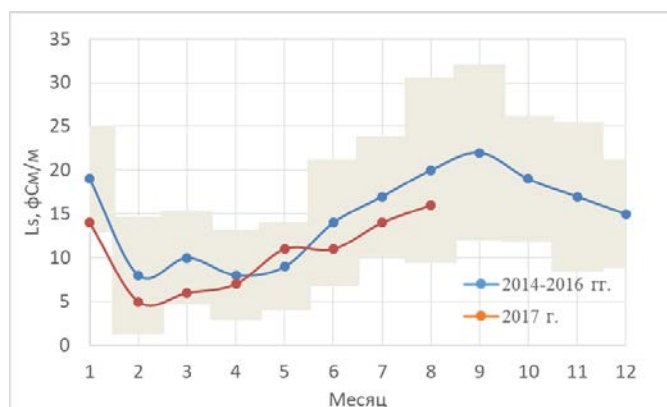


Рис. 4.33. Годовой ход L_s в 2017 2 мая 2014 г. N 287 на фоне осредненного годового хода L_s за период 2014-2016 гг. Цветным фоном обозначены границы стандартного отклонения от среднего значения за 2014-2016 гг.

За исключением апреля и мая, L_s была устойчиво снижена по сравнению с осредненными характеристиками, причины чего выясняются.

В дальнейшем, по мере накопления рядов данных возможно выявление отклонений атмосферно-электрических параметров от среднестатистических фоновых значений, обусловленных как естественными, так и антропогенными изменениями.

Содержание CO_2 и CH_4 в Арктической зоне РФ

В Арктической зоне РФ наблюдения за содержанием парниковых газов проводятся на трех станциях - Териберка, Новый порт и Тикси. Их характеристики и тенденции изменения концентрации парниковых газов, получаемые на этих станциях, рассмотрены в разделе 2.2.2. На рис. 4.32 и 4.35 представлен временной ряд наблюдений CO_2 и CH_4 для этих станций в сравнении с данными станции Барроу ($71,3^\circ$ с.ш., $156,6^\circ$ з.д.) Национальной Администрации по Океану и Атмосфере США (NOAA, США).

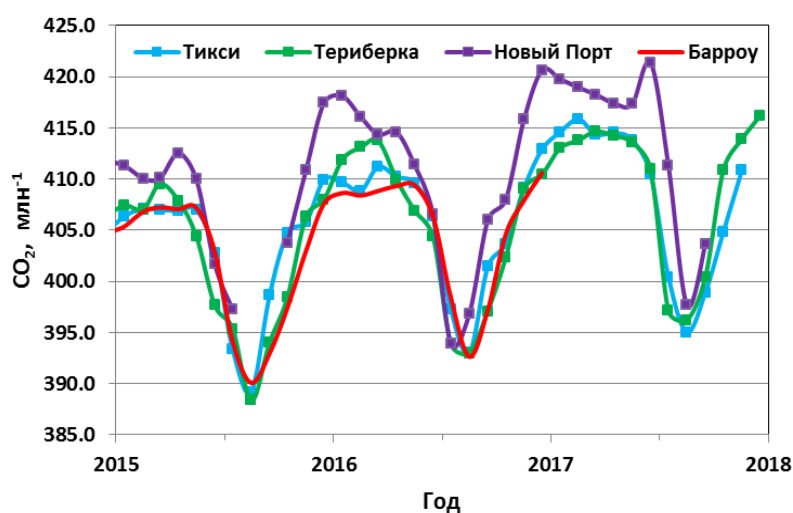


Рис. 4.34. Концентрация CO₂ для арктических станций РФ в сравнении со станцией Барроу

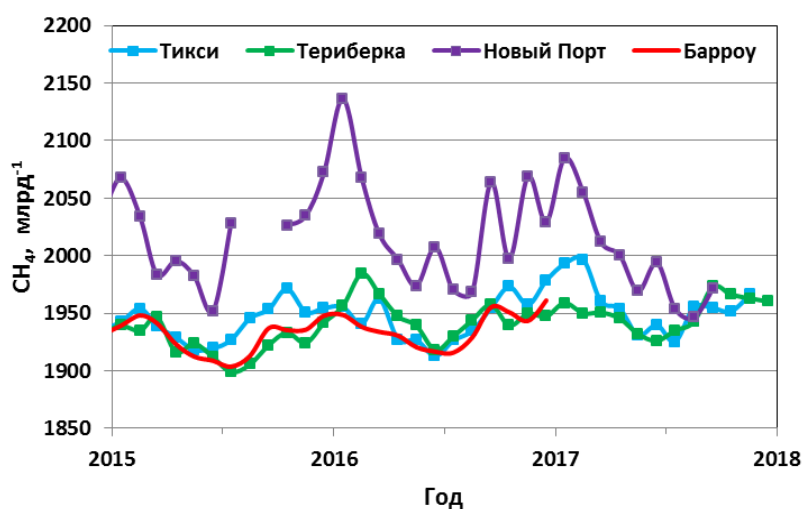


Рис. 4.35. Концентрация CH₄ для арктических станций РФ в сравнении со станцией Барроу

Сравнение среднегодовых значений концентрации CO₂ и CH₄ на станциях РФ с данными станции Барроу (NOAA, США) представлены в табл. 4.14 и на рис. 4.36. Данные станции Барроу доступны для общего пользования за 2015 г., поэтому сравнения ограничиваются указанным годом.

Таблица 4.14. Сравнение концентрации парниковых газов для российских станций и станции Барроу (NOAA, США)

Период осреднения	Среднегодовые значения концентрации и их превышения относительно станции Барроу				Среднее превышение относительно станции Барроу	
	2016		2016		Весь период измерений	
	CO ₂ , млн ⁻¹	CO ₂ , %	CH ₄ , млрд ⁻¹	CH ₄ , %	CO ₂ , %	CH ₄ , %
Териберка	406,1	0,1	1948,4	0,6	0,2	0,3
Тикси	405,5	0,2	1945,9	0,5	0,2	0,7
Новый Порт	410,2	1,2	2024,9	4,5	1,3	4,5
Барроу	405,2		1937,1			

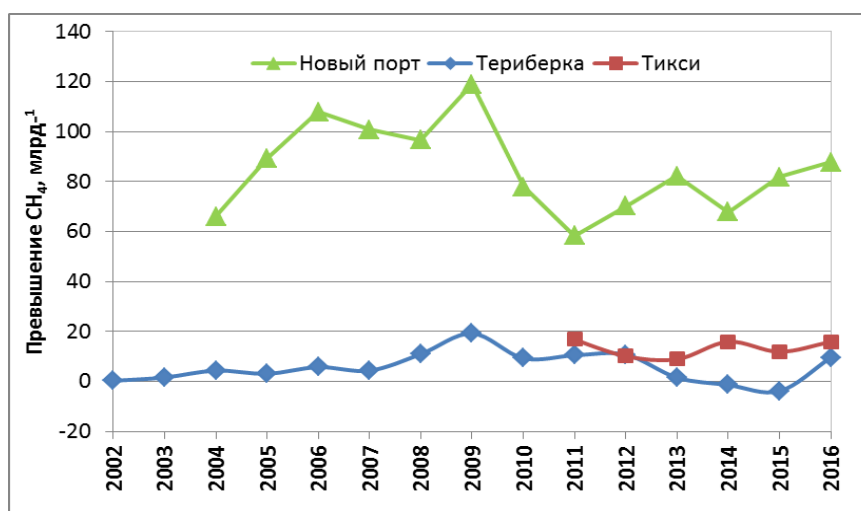


Рис. 4.36. Превышение концентрации метана для станций Арктической зоны РФ по отношению к станции Барроу (NOAA, США)

Из представленных материалов видно, что концентрации CO₂ и CH₄, регистрируемые на станции Териберка, незначительно отличаются от данных станции Барроу. На станции Тикси наблюдается значительное превышение концентрации метана, в основном (см. раздел 2.2.2.), в периоды наиболее интенсивной природной эмиссии метана от увлажненной территории (июль-сентябрь). Месторождения природного газа, расположенные в окрестностях станции Новый Порт, приводят к росту концентрации CH₄ и CO₂ в зимний период до 150 млрд⁻¹ и 10 млн⁻¹, соответственно.

Ионный состав и кислотность атмосферных осадков Арктической зоны Российской Федерации

В соответствии с Указами Президента Российской Федерации от 02 мая 2014 г. и 27 июня 2017 г. № 296 и №287 к Арктической зоне РФ относится 18 станций наблюдений за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков. По территориально-географическому признаку станции объединены в регионы: Кольский полуостров (ст. Янискоски, Никель, Зареченск, Падун, Мурманск, Краснощелье); Север ЕТР (ст. Северодвинск, Мудьюг, Архангельск, Онега, Нарьян-Мар); Север Сибири (ст. Уренгой, Диксон, Туруханск, Норильск, Кюсюр, Тикси); Север Дальнего Востока (Депутатский).

Химический состав и кислотность атмосферных осадков в 2017 г. Результаты наблюдений за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков в Арктическом регионе представлены в табл. 4.15. На минерализацию атмосферных осадков сильное влияние оказывают локальные источники загрязнения, поэтому среднегодовые концентрации ионов на территории Севера Сибири были рассчитаны как с учетом, так и без учета данных по химическому составу атмосферных осадков Мурманска, Никеля, Диксона и Норильска, для которых характерно максимальное содержание хлоридов и сульфатов соответственно.

Таблица 4.15. Среднегодовые концентрации основных ионов в Арктической зоне РФ, 2017 г.

Арктическая зона РФ	q, мм	SO ₄ ²⁻	Cl ⁻	NO ₃ ⁻	HCO ₃ ⁻	NH ₄ ⁺	Na ⁺	K ⁺	Ca ²⁺	Mg ²⁺	M	pH	k, мкСм/см
		мг/л											
Кольский п-ов	657,2	3,3	2,7	0,4	1,0	0,3	1,4	1,2	0,9	0,3	11,4	5,5	25,0
Кольский п-ов*	695,1	1,4	1,6	0,4	1,1	0,2	1,0	0,4	0,3	0,1	6,5	5,6	13,3
Север ЕТР	644,4	2,0	1,8	1,1	4,1	0,1	1,5	0,5	1,3	0,4	12,3	5,9	20,8
Север Сибири	448,5	14,4	5,1	0,8	9,8	0,8	3,3	1,5	2,5	3,2	40,3	6,2	72,3
Север Сибири **	525,0	2,5	1,7	0,9	2,7	0,4	1,0	0,6	0,9	0,4	11,0	5,9	19,3
Север Дальнего Востока	258,0	4,1	2,4	0,4	2,8	0,4	1,7	0,8	0,5	0,7	13,8	5,6	26,9
Наиболее загрязнённые станции Арктической зоны													
Никель	552,4	11,0	6,9	0,1	1,1	0,6	1,9	5,6	2,7	0,8	30,6	5,6	65,0
Мурманск	610,2	6,0	7,5	0,4	0,4	0,5	2,6	1,1	3,1	0,4	22,0	5,1	50,1
Диксон	361,6	7,9	36,9	0,6	19,9	1,3	20,2	2,6	4,5	2,3	96,3	6,7	177
Норильск	422,7	70,0	4,6	1,0	17,3	1,1	1,6	2,4	10,6	14,2	122,9	6,5	236
Кюсюр	332,0	9,2	3,1	0,4	13,3	1,6	2,5	1,9	1,0	3,4	31,3	6,6	50,8

Примечание. Приведена средняя за год концентрация ионов без учета данных наблюдений за ХСО Мурманска и Никеля*, Диксона, Норильска и Кюсюра**

Анализ данных ХСО по отдельным станциям показал, что минимальная среднегодовая сумма ионов в 2017 г. наблюдалась в осадках станций Кольского полуострова - Зареченск, Краснощелье и Падун и не превышала 6,5 мг/л. Максимальные среднегодовые значения минерализации были характерны для осадков наиболее загрязненных станций, от 22,0 мг/л на станции Мурманск до 100,8 мг/л в Норильске.

В период 2013-2017 гг. среднегодовое содержание большинства ионов не изменилось (рис. 4.37). Осадки севера ЕТР характеризуются снижением содержания аммонийных и нитратных ионов. В 2017 году, по сравнению с

периодом 2013-2017 гг., наблюдалось увеличение содержания сульфатов в осадках севера Дальнего Востока, а для остальной части Арктики – снижение среднегодовых концентраций сульфатов.

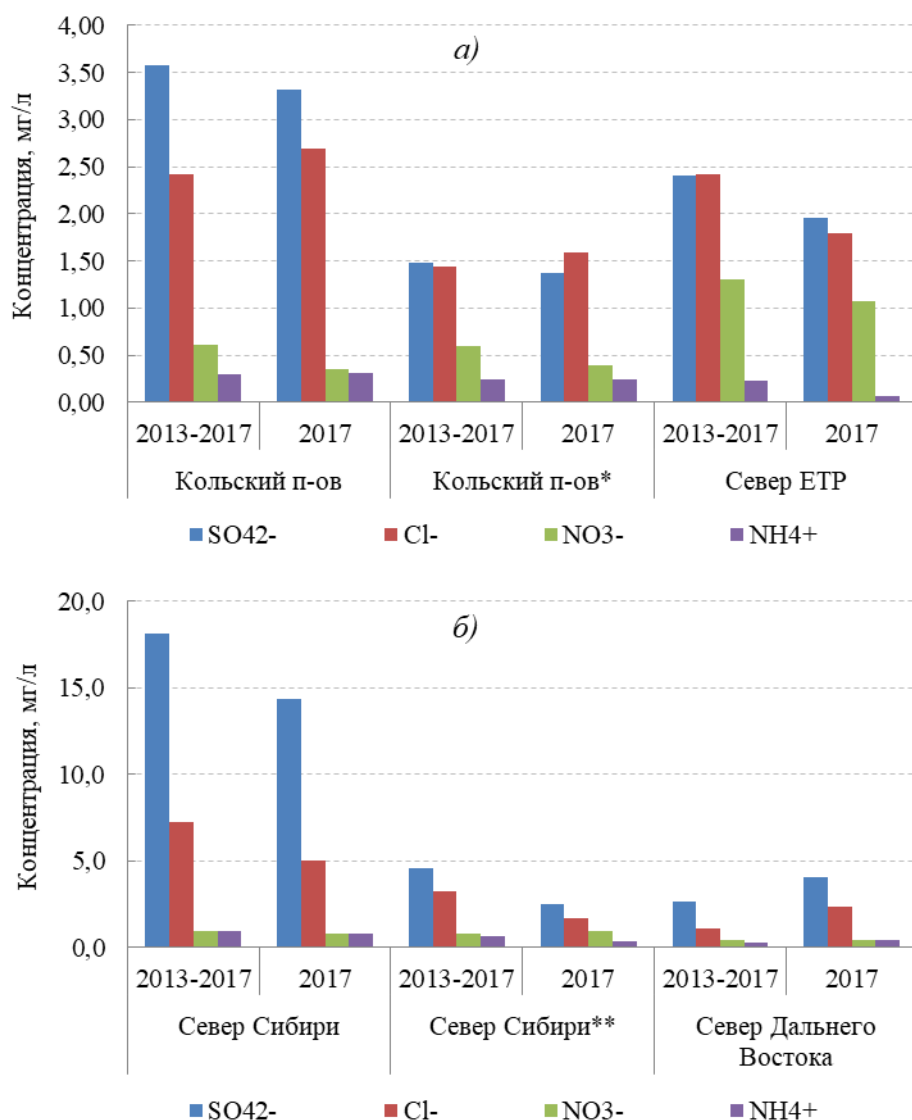


Рис. 4.37. Изменение среднегодовых концентраций основных ионов в осадках арктических станций:
а) Европейская Арктика, б) Азиатская Арктика

В 2017 году содержание основных ионов в химическом составе осадков не изменилось по сравнению с предыдущим годом. Относительное по массе содержание сульфат-ионов от величины минерализации по сравнению с 2016 г. снизилось в осадках Кольского п-ова и Севера Сибири на 10% и 20% соответственно. Содержание сульфатов в осадках Севера ЕТР и Дальнего Востока сохранилось на уровне 2016 г. и составило в среднем 15% и 30% соответственно. Минимальное содержание гидрокарбонат-ионов наблюдалось в осадках ст. Мурманск, Никель и Падун (от 3 до 7%). Преобладание гидрокарбонат-ионов характерно для осадков большинства станций Севера ЕТР и Севера Сибири, где их содержание в 2017 г. составило около 30% от суммы ионов (рис. 4.38).

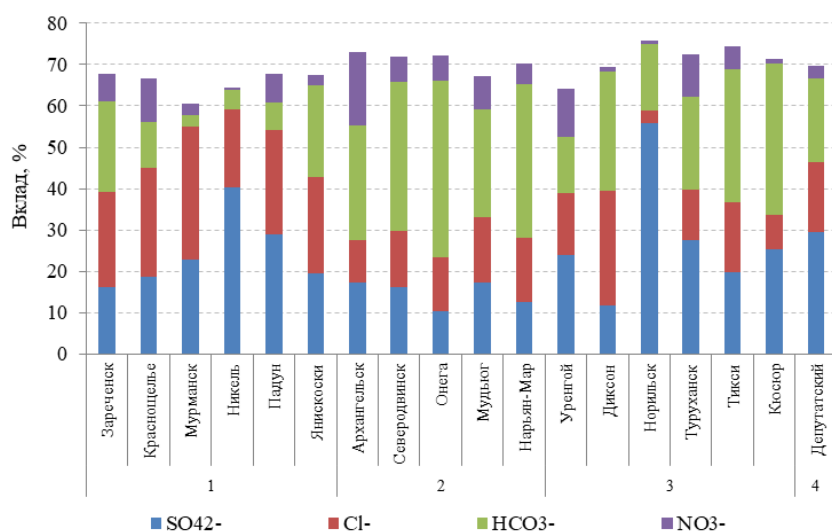


Рис. 4.38. Вклад (%) ионов в химический состав атмосферных осадков арктических станций, 2017 г.
(1 - Кольский п-ов, 2 - Север ЕТР, 3 - Север Сибири, 4 - Север Дальнего Востока)

Среднегодовые значения pH, вычисленные по суммарным ежемесячным пробам атмосферных осадков, приведены в табл. 4.15 и на рис. 4.39. На рассматриваемой территории величина pH осадков в 2017 г. изменялась от 4,3 (Никель) до 7,5 ед.рН (Диксон), причем намечается некоторое увеличение этого показателя от западных к восточным районам (рис. 4.39).

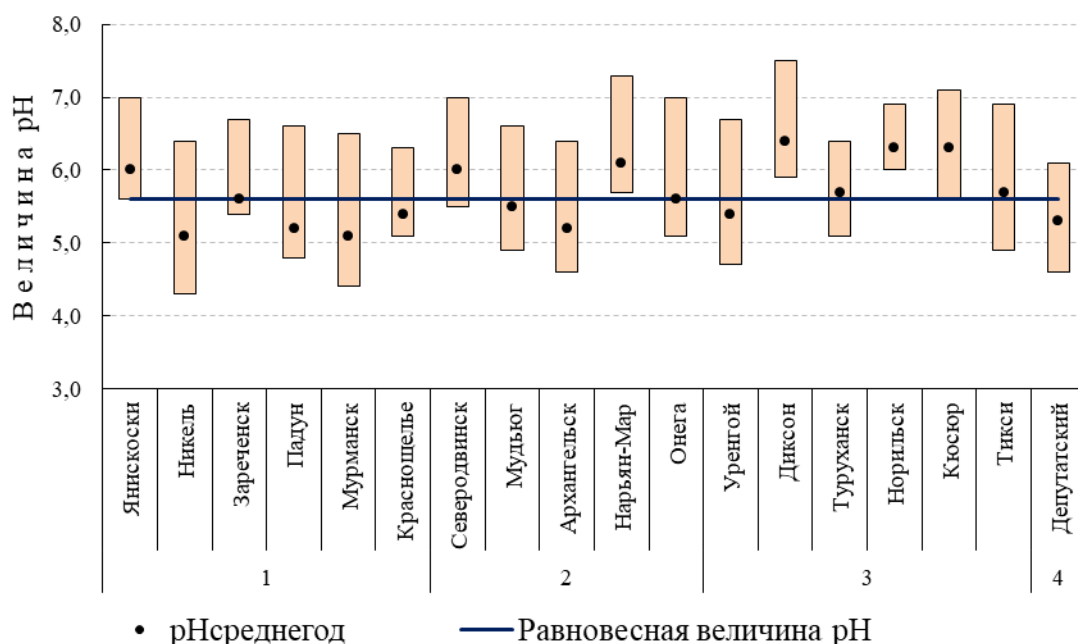


Рис. 4.39. Диапазон изменения значений pH осадков на арктических станциях в 2017 г.
(1 - Кольский п-ов; 2 - Север ЕТР; 3 - Север Сибири; 4 - Север Дальнего Востока)

Вероятность выпадения осадков с кислотностью $\text{pH} < 4,0$ весьма мала на всей исследуемой территории Арктики. За период с 2013 по 2017 гг. величина pH месячных проб осадков была ниже 4,0 только на станциях Кольского п-ова (табл. 4.16). Наибольшая повторяемость значений pH приходится на интервалы от 5,0 до 6,0 ед. pH (Кольский п-ов и Север Дальнего Востока) и от 6,0 до 7,0 (Север ЕТР и Север Сибири).

Таблица 4.16. Частотное распределение величин pH атмосферных осадков Арктической зоны, 2013-2017 гг.

Регион	$\text{pH} < 4,0$	$4,0 \leq \text{pH} < 5,0$	$5,0 \leq \text{pH} < 6,0$	$6,0 \leq \text{pH} < 7,0$	$\text{pH} \geq 7,0$
Кольский п-ов	0,8	25,0	51,1	23,1	0,0
Север ЕТР	0,0	4,0	35,0	58,9	2,0
Север Сибири	0,0	2,8	34,0	55,5	7,7
Север ДВ	0,0	25,0	51,8	23,2	0,0

Влажные выпадения серы, суммарного азота и суммы ионов в Арктической зоне.

Средние за 2017 г. значения выпадения с осадками серы, суммарного азота и суммы ионов по регионам и по отдельным станциям Арктики приводятся в табл. 4.17.

Таблица 4.17. Выпадение серы, азота и суммы ионов с атмосферными осадками в Арктической зоне, 2017 г.

Арктическая зона РФ	q, мм	S	N(O)	N(H)	Σ N	P	N(H)/N(O)	S/Σ N
		т/км ² / год						
Кольский п-ов	657,2	0,75	0,04	0,14	0,18	7,5	3,5	4,2
Кольский п-ов*	695,1	0,32	0,04	0,10	0,14	3,8	2,5	2,3
Север ЕТР	644,4	0,46	0,13	0,03	0,16	6,7	0,2	2,9
Север Сибири	448,5	2,05	0,31	0,29	0,60	14,7	0,9	3,4
Север Сибири **	525,0	0,48	0,09	0,15	0,24	5,0	1,7	2,0
Север Дальнего Востока	258,0	0,28	0,02	0,09	0,11	3,1	4,5	3,1
Наиболее загрязнённые станции Арктической зоны								
Никель	552,4	2,00	0,01	0,26	0,27	16,9	20,7	7,5
Мурманск	610,2	1,22	0,06	0,19	0,25	12,8	3,4	5,0
Диксон	361,6	1,0	0,05	0,31	0,36	32,1	6,3	2,4
Норильск	422,7	10,0	0,08	0,26	0,34	46,6	3,4	28,9
Кюсюр	332,0	1,01	0,03	0,28	0,31	11,5	9,5	3,2

Примечание: без учета данных наблюдений за ХСО станций Мурманск и Никель*, Диксон, Норильск и Кюсюр**

Анализ пространственных закономерностей распределения влажных выпадений серы показал, что уровень годовых выпадений связан с условиями расположения станции. Максимум выпадения серы с осадками был отмечен в наиболее загрязненных пунктах Арктики – Норильске (10,0 т/км²/год) – и Никеле (2,0 т/км²/год). Наибольший вклад в выпадения загрязняющих веществ вносили соединения серы. Повсеместно по регионам Арктики выпадение серы (S) превышало выпадение суммарного азота (ΣN).

В 2017 г. преобладание выпадений азота нитратного (N(O)) над азотом аммиачным (N(H)) было отмечено только на Севере ЕТР, где доля нитратного азота составила около 80% от суммарного выпадения азота. В других регионах Арктики и на всех наиболее загрязненных станциях преобладало выпадение N(H) над N(O).

Общее годовое поступление веществ с атмосферными осадками (P) в 2017 г. было наименьшим на Севере Дальнего Востока. Наибольшее количество выпадений всех загрязняющих компонентов отмечалось на Кольском полуострове и Севере Сибири вследствие наличия здесь промышленных источников загрязнения.

На рисунке 4.40 приведен график, показывающий среднесезонное изменение влажных выпадений серы и суммарного азота по данным наблюдений за 2017 г. Анализ показал, что наибольшие выпадения серы на территории Арктики характерны для различных сезонов – весенне-летнего периода на территории Кольского п-ова и осенне-зимнего периода на Севере Дальнего Востока. Годовой ход выпадений суммарного азота характеризуется относительной стабильностью на территории Кольского п-ова и Севера Сибири. На Севере ЕТР и Дальнего Востока максимум выпадений суммарного азота приходится на летне-осенний период.

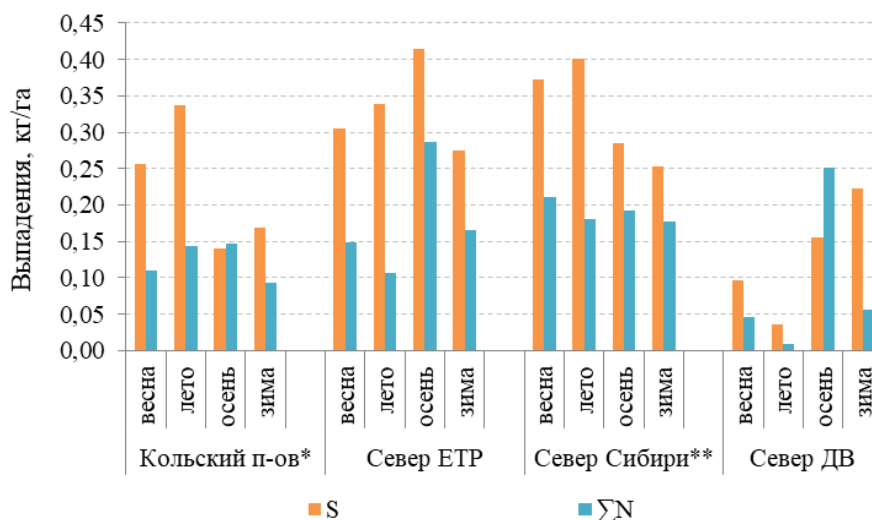


Рис. 4.40. Среднесезонные значения влажных выпадений серы (S) и суммарного азота (ΣN) в 2017 г.

Примечание: без учета данных наблюдений за ХСО станций Мурманск и Никель*, Диксон, Норильск и Кюсюр**

Для арктических станций особенности формирования интенсивности выпадений кислотообразующих соединений на подстилающую поверхность выражаются при значимом влиянии концентраций этих веществ. Более высокие концентрации сульфатов в осадках Севера Сибири обуславливают более высокие выпадения серы. Если в качестве реперной величины для территории Европейской Арктики принять значение критической нагрузки серы (S_{CL}), рассчитанной для станции трансграничного переноса Янискоски (0,32-0,64 г/м²/год), то величина потоков серы с осадками (без учета сухих выпадений) находится на уровне критических нагрузок.

Загрязнение атмосферного воздуха Арктической территории РФ стойкими органическими загрязняющими веществами (СОЗ)

В 2017 г. мониторинг СОЗ в атмосферном воздухе на Арктическом побережье РФ проводился на станциях пос. Амдерма и Тикси. Перечень определяемых веществ включает все соединения, внесенные в ограничительный список Стокгольмской конвенции о стойких органических загрязнителях, в том числе пестициды, полихлорированные бифенилы (ПХБ), хлорорганические пестициды (ДДТ, ДДЕ, ГХЦГ, токсафены, наохлафы, оксихлордан), полибромированные дифениловые эфиры (ПБДЭ).

Результаты наблюдений 2017 г. показали, что по сравнению с предыдущим годом заметного изменения концентраций токсикантов не произошло. Суммарные концентрации ПХБ в атмосфере на станции Амдерма варьировались в пределах 20-55 пг/м³, на станции Тикси – 2,8-18,0 пг/м³. Пониженные концентрации ПХБ наблюдались в зимний период при сплошном снежном покрове. В летний период на станции Амдерма, как и в предыдущем году, отмечался существенный рост концентраций ПХБ в атмосфере (рис. 4.41), что может быть обусловлено наличием локального источника ПХБ в п. Амдерма. Для станции Тикси такое явление не наблюдалось.

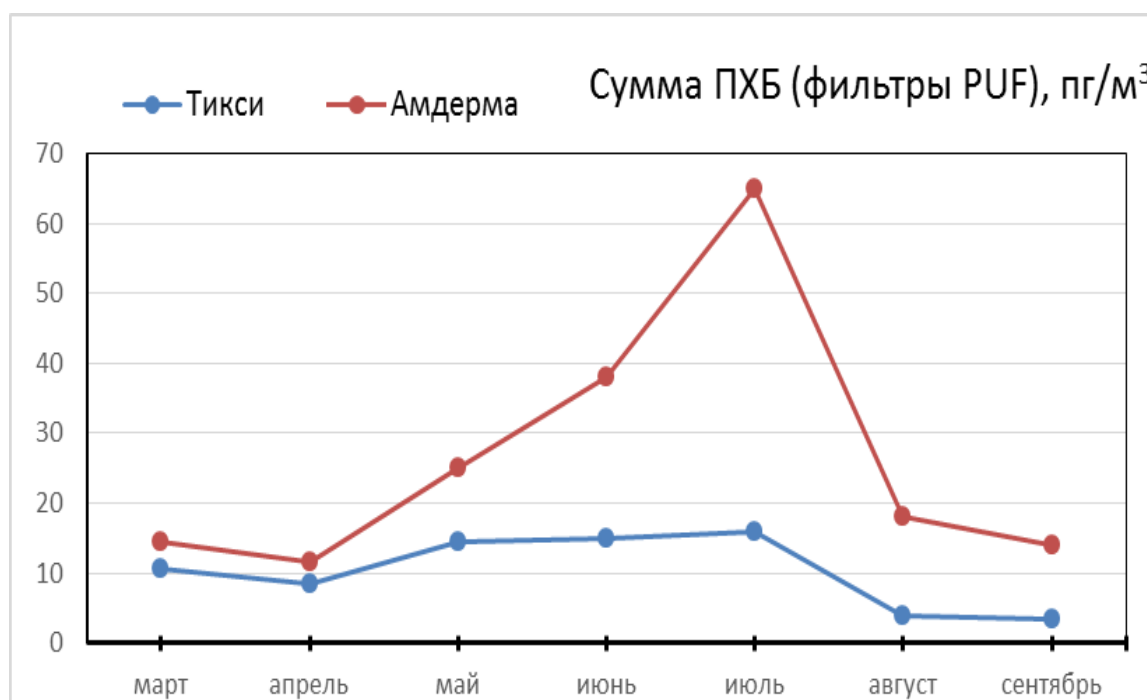


Рис. 4.41. Динамика суммарного содержания ПХБ (пг/м³) в атмосферном воздухе в 2017 г.

В весенне-осенний период в 2017 г. отмечался рост концентраций хлорорганических пестицидов 4,4'-ДДТ и 4,4'-ДДЕ (рис. 4.42 и 4.43).

В атмосферном воздухе российской Арктики идентифицируются все виды пестицидов, внесенных в Стокгольмский список, в том числе, не применяемые и не производимые на территории Российской Федерации. Как и в предыдущие годы, одними из основных загрязнителей атмосферного воздуха Арктической территории РФ из группы СОЗ являлись изомеры ГХЦГ. Несмотря на повсеместный запрет использования этой группы пестицидов, суммарные концентрации изомеров ГХЦГ в атмосфере п. Амдерма находились в пределах 7,5-18,8 пг/м³, в п. Тикси – 0,7-12,2 пг/м³. Следует отметить некоторое снижение уровней содержания изомеров ГХЦГ по сравнению с наблюдениями 2016 г. (5,5-38,1 пг/м³). По составу изомеров до 85% содержания ГХЦГ приходилось на α-ГХЦГ.

Концентрации остальных видов СОЗ, внесенных в Стокгольмский список и наблюдаемых в 2017 г., были зарегистрированы на типично фоновых уровнях: цис- и транс-хлорданы – 0,050-0,6 пг/м³ (0,06-0,48 пг/м³ в 2016 г.), цис- и транс-ноахлафы – 0,0-0,37 пг/м³ (0,016-0,41 пг/м³ в 2016 г.), оксихлордан – 0,0-0,55 пг/м³ (0,16-0,4 пг/м³ в 2016 г.).

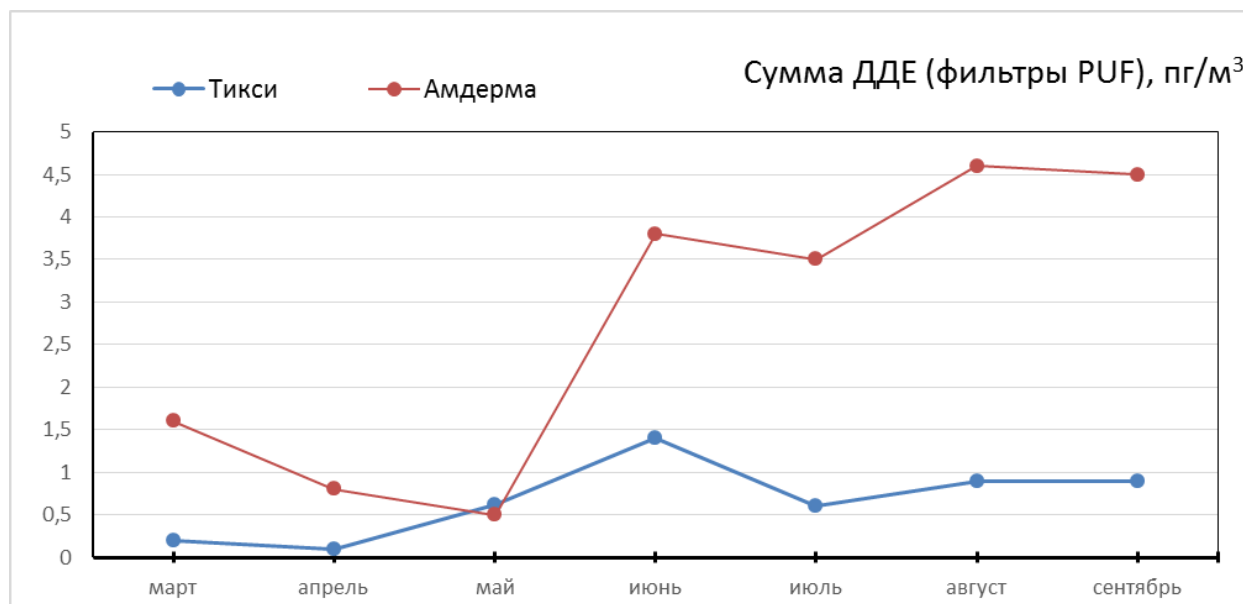


Рис. 4.42. Динамика содержания 4,4'-ДДЕ (пг/м³) в атмосферном воздухе в 2017 г.

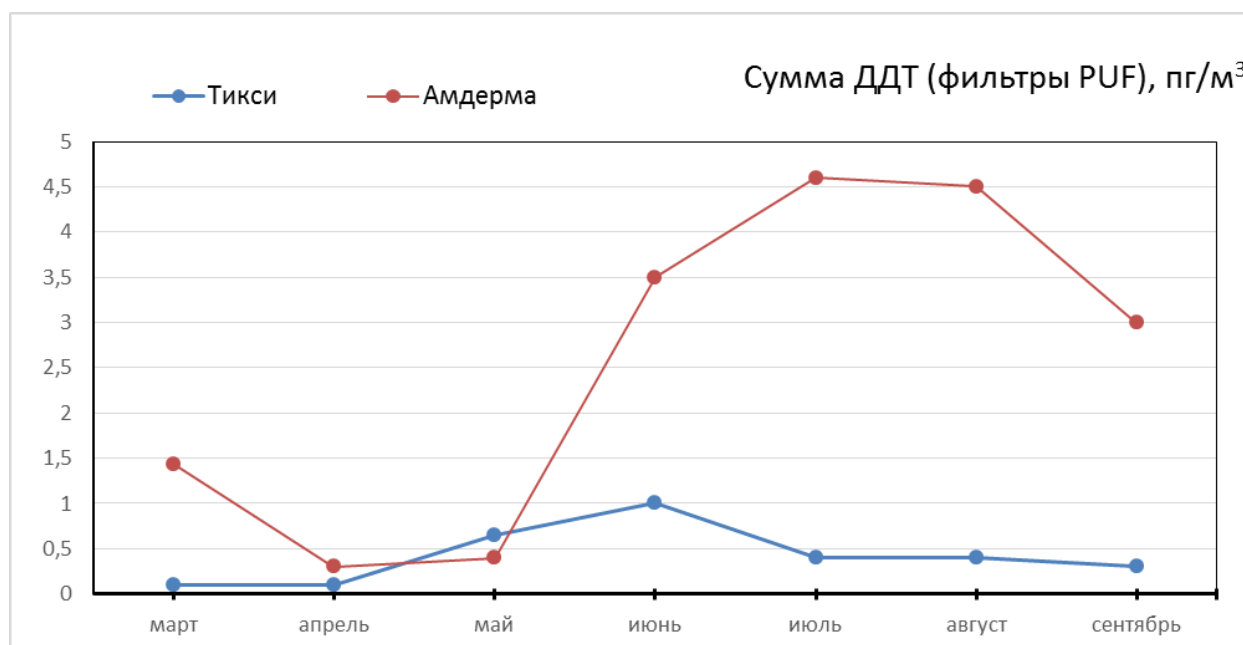


Рис. 4.43. Динамика содержания 4,4'-ДДТ (пг/м³) в атмосферном воздухе в Арктике в 2017 г.

Токсичные конгенеры пестицида токсафен (полихлорпинен), широко применявшегося в СССР в 60-80 годы прошлого века, регистрировались на п. Амдерма и Тикси в течение всего 2017 г. на уровнях 0,01 – 0,18 пг/м³.

Суммарное содержание ПБДЭ, внесенных в Стокгольмский список, было отмечено во все сезоны года на уровне глобального фона 0,04 – 1,8 пг/м³ для п. Амдерма и Тикси. Максимальные уровни концентраций наблюдаются для наиболее устойчивых в окружающей среде высокобромированных (окта-декабромированных) изомеров ПБДЭ.

В атмосферном воздухе были зарегистрированы галогенированные токсичные соединения, наблюдения за содержанием которых ранее не проводились, например, октахлорстирол – до 0,85 пг/м³, пентахлоранизол – до 1,5 пг/м³. Данные вещества являются потенциальными кандидатами для внесения в перечень СОЗ Стокгольмской конвенции в будущем.

Кислотность атмосферных осадков и атмосферные выпадения серы и азота в Арктической зоне Российской Федерации по данным сети наблюдений за загрязнением снежного покрова

Мониторинг химического состава снежного покрова (ХССП) в пределах материковой части Арктической зоны (АЗ) РФ в 2017 г. осуществлялся на 61 пункте наблюдений (ПН) (рис. 4.44).

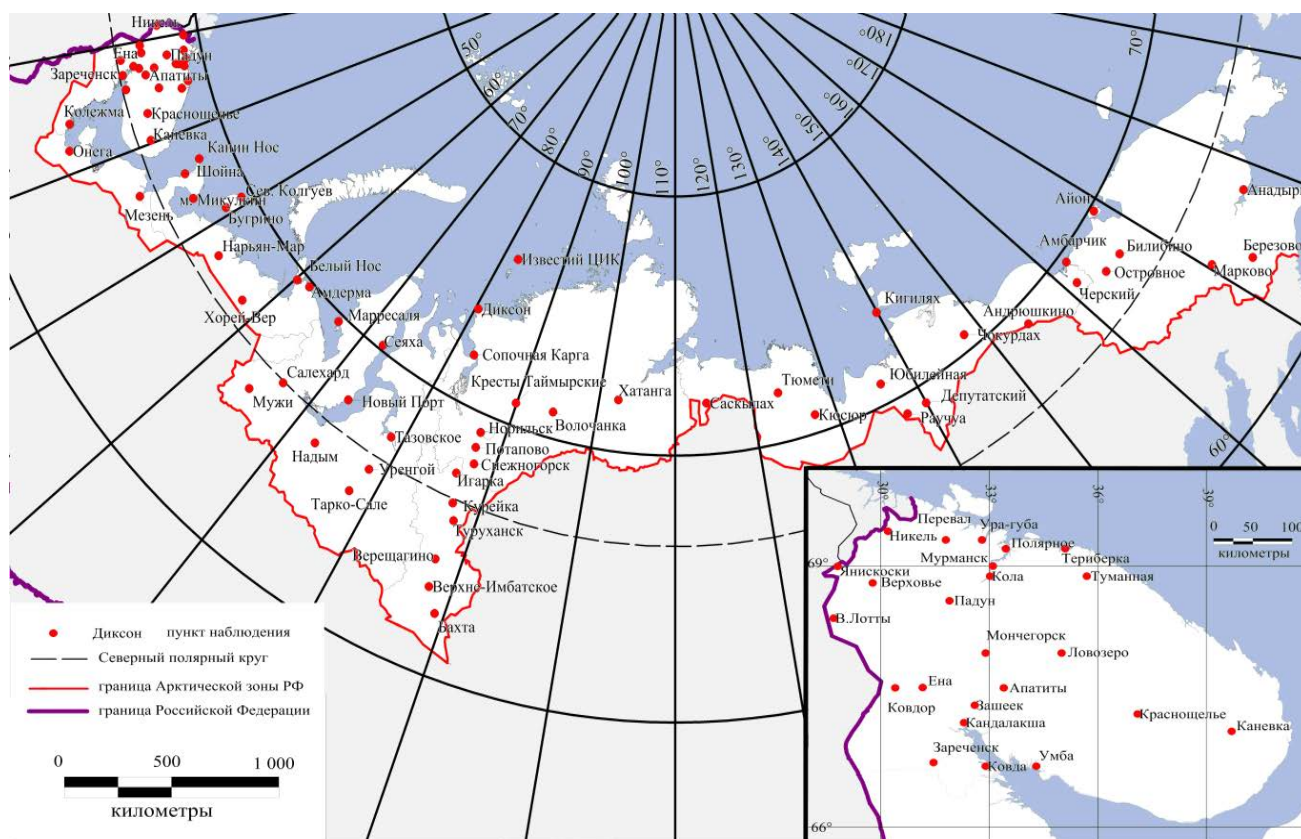


Рис. 4.44. Пункты наблюдения за ХССП в пределах материковой части Арктической зоны РФ

Результаты мониторинга ХССП в АЗ РФ представлены в форме показателей, характеризующих антропогенное загрязнение атмосферных осадков: кислотность (рН) снежного покрова, интенсивность выпадений серы I_S , азота I_N , натрия I_{Na} и хлора I_{Cl} (кг/км²·мес.) за время формирования снежного покрова в зимний период 2016-2017 гг. Значения этих показателей получены по результатам анализа проб снежного покрова, отобранных на сети ПН в АЗ в 2017 г. перед началом снеготаяния. Методология получения и представления этих показателей изложена в разделе 2.3.6.1.

В этом же разделе 2.3.6.1 приведены карты-схемы распределения показателей рН, I_S и I_N по данным наблюдений в 2017 г. на всей территории РФ, включая АЗ (рис. 2.26, 2.27 и 2.28).

Из-за огромной широтной протяженности (более 6 000 км) и большой неравномерности распределения сети ПН на площади АЗ выделяются три подзоны распределения рассматриваемых показателей: Кольский п-ов (22 ПН), Европейская территория Арктики (ЕТА, к западу от меридиана 60°, 8 ПН) и Азиатская территория Арктики (АТА, 31 ПН) (рис. 4.44).

Кольский п-ов (Мурманская область).

В табл. 4.18 приведены значения рассматриваемых показателей, полученные по наблюдениям на сети ПН в пределах Кольского п-ва.

Таблица 4.18. Кислотность снежного покрова и интенсивность атмосферных потоков серы, азота, натрия и хлора на Кольском п-ове по данным мониторинга ХССП в 2017 г.

Название ПН	рН	Интенсивность выпадения (кг/км ² ·мес.)				Индексы морских осадков	
		I_S	I_N	I_{Na}	I_{Cl}	SO_4^{2-}/Na^+ (0,25)	SO_4^{2-}/Cl^- (0,14)
Апатиты	5,7	8,7	5,6	26,7	31,4	1,0	0,8
В. Лотты	5,5	2,7	2,5	18,6	18,6	0,4	0,4
Зареченск	5,7	3,6		8,6	16,0	1,3	0,7
Зашеек	6,5	8,7	98,7	83,5	91,3	0,3	0,3
Кандалакша	5,6	11,5	1,4	35,8	36,6	1,0	0,9
Каневка	5,8	2,7	2,6	24,7	16,3	0,3	0,5
Ковда	5,9	6,1	5,4	31,1	36,6	0,6	0,5
Ковдор	6,7	33,2	3,7	32,5	43,2	3,1	2,3
Кола	5,8	18,1	6,6	129,4	146,2	0,4	0,4
Краснощелье	5,8	4,2	8,3	45,8	43,9	0,3	0,3
Ловозеро	5,9	9,6	3,4	33,1	54,0	0,9	0,5

Мончегорск	5,9	22,0	8,5	39,1	53,6	1,7	1,2
Мурманск	5,8	37,6	12,7	159,7	281,7	0,7	0,4
Никель	6,1	33,0	8,5	88,5	126,4	1,1	0,8
Падун	5,2	6,1	3,2	24,4	32,3	0,8	0,6
Перевал	5,9	6,4	15,7	61,4	84,4	0,3	0,2
Полярное	6,1	41,3		370,9	541,0	0,3	0,2
Териберка	5,4	31,1	11,3	375,5	542,7	0,25	0,2
Туманная	5,9	31,6	7,9	374,0	568,7	0,25	0,2
Умба	6,0	10,5	4,6	34,3	34,7	0,9	0,9
Ура-губа	5,5	38,3	12,5	384,4	573,8	0,3	0,2
Янискоски	7,0	2,5	5,1	69,4	70,8	0,1	0,1

Как видно из рис. 4.44 и табл. 4.18, в самой западной части АЗ в конце зимнего периода 2016-2017 гг. кислотность снежного покрова изменялась в умеренных пределах - $5,4 \leq \text{pH} \leq 6,7$ (за исключением нетипичной для ПН Янискоски величины $\text{pH} = 7,0$), т.е. была нейтральной либо слабощелочной - как и на большей части территории страны (см. п. 2.3.6.1). При этом за предыдущие 30 лет наблюдений кислотность снежного покрова в ПН Янискоски варьировала в пределах $4,0 \leq \text{pH} \leq 6,4$, в 6 наблюдениях (последнее - в 2015 г.) снежный покров имел слабокислую реакцию - $4 \leq \text{pH} < 5$.

Большая часть территории полуострова зимой 2016-2017 гг. была подвержена воздействию фоновых и близких к фоновым потоков серы и азота с атмосферными осадками: $2,5 \leq I_s < 21 \text{ кг/км}^2\cdot\text{мес.}$ -7 из 22 ПН в подзоне; $1,4 \leq I_N < 16 \text{ кг/км}^2\cdot\text{мес.}$ - практически на всей площади подзоны (табл. 4.18, рис. 2.27).

В последних двух колонках табл. 4.18 приведены отношения концентраций ионов SO_4^{2-} , Na^+ и Cl^- в пробах снежного покрова. Эти отношения могут служить индексами для качественной оценки содержания в пробах фоновых «морских» осадков (и, соответственно, содержания антропогенных сульфатов) по их близости к соотношениям ионов в морской воде: $\text{SO}_4^{2-}/\text{Na}^+ = 0,25$; $\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^- = 0,14$. Однако эти индексы не «работают» для других загрязняющих примесей. Например, ярко выраженная аномалия в выпадениях азота в ПН Зашеек ($I_N = 98,7 \text{ кг/км}^2\cdot\text{мес.}$), скорее всего связана с близостью к производству хим. удобрений (Апатиты), хотя принятые индексы указывают на морское происхождение осадков. Об этом свидетельствуют индексы в 50% ПН на площади Кольского п-ва.

Европейская территория Арктики.

В табл. 4.19 приведены значения рассматриваемых показателей, полученные по наблюдениям на сети ПН в пределах ЕТА в 2017 г.

Из рис. 2.26 и табл. 4.19 видно, что на ЕТА в конце зимнего периода 2016-2017 гг. кислотность снежного покрова изменялась в умеренных пределах - $5,9 \leq \text{pH} \leq 6,8$, т.е. была нейтральной либо слабощелочной - как и на большей части территории страны (см. п. 2.3.6.1, рис. 2.26). Интенсивность выпадения серы (рис. 2.27) и азота (рис. 2.28) со снежными осадками можно оценить как фоновую: она варьирует в пределах от 0,4 до $24 \text{ кг/км}^2\cdot\text{мес.}$ для серы и от 0,3 до $13 \text{ кг/км}^2\cdot\text{мес.}$ для азота. Индексы морских осадков указывают на, в основном, морское происхождение снежных осадков в ПН Колежда, Мезень и Шойна, расположенных непосредственно на морском берегу.

Таблица 4.19. Кислотность снежного покрова и интенсивность атмосферных потоков серы, азота, натрия и хлора на ЕТ Арктики по данным мониторинга ХССП в 2017 г.

Название ПН	pH	Интенсивность выпадения ($\text{кг/км}^2\cdot\text{мес.}$)				Индексы морских осадков	
		I_s	I_N	I_{Na}	I_{Cl}	$\text{SO}_4^{2-}/\text{Na}^+$ (0,25)	$\text{SO}_4^{2-}/\text{Cl}^-$ (0,14)
Амдерма	6,7	4,3	3,4	15,0	13,7	0,9	0,9
Бугрино	6,2	17,6	7,5	30,3	83,6	1,7	0,6
Колежда	5,9	14,1	11,3	0,0	335,0		0,1
Мезень	6,7	0,4	2,4	22,6	3,2	0,1	0,4
Нарьян-Мар	6,8	11,4	12,8	59,5	76,4	0,6	0,4
Онега	6,5	2,4	0,3	8,9	6,2	0,8	1,2
Хорей-Вер	5,9	5,7	3,7	20,2	20,2	0,9	0,9
Шойна	6,2	23,7	6,0	186,1	294,3	0,2	0,4

Азиатская территория Арктики.

В табл. 4.20 приведены значения рассматриваемых показателей, полученные по наблюдениям на сети ПН в пределах АТА в 2017 г.

Таблица 4.20. Кислотность снежного покрова и интенсивность атмосферных потоков серы, азота, натрия и хлора на АТ Арктики по данным мониторинга ХССП в 2017 г.

Название ПН	pH	Интенсивность выпадения (кг/км ² ·мес.)				Индексы морских осадков	
		I _S	I _N	I _{Na}	I _{Cl}	SO ₄ ²⁻ /Na ⁺ (0,25)	SO ₄ ²⁻ /Cl ⁻ (0,14)
Айон	7,0	9,4	6,4	13,5	21,2	2,1	1,3
Анадырь	7,0	6,0	4,3	8,7	13,2	2,1	1,4
Бахта	6,7	35,4	1,7	18,3	76,9	5,8	1,4
Березово	5,6	4,5	5,7	3,6	5,5	3,7	2,5
Билибино	6,9	8,6	6,2	12,6	20,8	2,0	1,2
Верещагино	5,9	50,9	2,8	16,1	52,2	9,5	2,9
Верхне-Имбатское	6,2	58,2	29,5	77,6	97,0	2,3	1,8
Волочанка	5,9	29,4	0,6	9,4	20,6	9,4	4,3
Депутатский	5,5	3,9	1,1	1,7	21,4	6,8	0,5
Диксон	5,6	2,2	1,9	6,4	10,0	1,0	0,7
Игарка	5,7	56,5	2,1	8,1	56,5	21,0	3,0
Курейка	6,1	58,5	2,9	35,1	76,0	5,0	2,3
Марково	7,0	39,3	26,8	52,7	85,0	2,2	1,4
Марресаля	6,8	1,8	0,2	20,1	11,6	0,3	0,5
Мужи	5,9	3,4	6,3	9,3	9,1	1,1	1,1
Надым	5,1	5,6	7,2	10,8	9,2	1,6	1,8
Новый Порт	6,3	6,6	4,2	13,0	12,1	1,5	1,7
Норильск	7,0	2,1	0,2	0,8	1,3	8,1	4,7
Островное	6,9	12,5	8,9	17,5	27,5	2,2	1,4
Потапово	6,0	49,1	2,7	10,2	40,6	14,5	3,6
Салехард	5,0	3,2	7,4	3,3	6,9	2,9	1,4
Саскылах	5,6	5,4	1,8		14,5		1,1
Сеяха	5,8	6,8	5,7	15,3	23,1	1,3	0,9
Снежногорск		68,1	9,3	13,6	63,5	15,0	3,2
Сопочная Карга	6,8	2,9	31,1	8,0	8,4	1,1	1,0
Тазовское	5,1	4,8	10,3	11,3	14,7	1,3	1,0
Тарко-Сале	5,6	5,5	8,1	10,7	11,1	1,5	1,5
Туруханск	6,5		38,2	108,6	132,3		
Хатанга	6,4	22,5	9,6	22,8	24,7	3,0	2,7
Черский	5,3	1,6	2,7		25,8		0,2
Чокурдах	5,5	25,0	11,8	14,0	113,0	5,4	0,7

Из рис. 2.26 и табл. 4.19 видно, что на большей части АТА в пределах 90° – 160 в.д. в конце зимнего периода 2016-2017 гг. кислотность снежного покрова находилась в нейтральной области (5,0 ≤ pH ≤ 6,0). Западнее 90° в.д. на значительной части АТА снежный покров имел слабощелочную реакцию, что частично может объясняться влиянием региональных промышленных источников (Норильск и др.). Слабощелочная реакция снежного покрова практически на всей АТА восточнее 160° в.д. (Айон, Анадырь, Марково, Билибино и др.) обусловлена, по-видимому, влиянием локальных загрязнений.

Интенсивность выпадения серы (рис. 2.27) со снежными осадками на значительной части АТА можно оценить как фоновую: на 21 ПН из 31 I_S < 20 кг/км²·мес. При этом выделяются несколько районов с высокими уровнями выпадений серы (22 – 68 кг/км²·мес.) вокруг Норильска, 150° и 170° в.д. Эти аномалии могут быть связаны с загрязнением атмосферного воздуха выбросами из близких промышленных районов или от местных источников.

Практически на всей АТА интенсивность выпадения азота (рис. 2.28) со снежными осадками была на уровне регионального фона: 0,2 ≤ I_N < 12 кг/км²·мес. на 27 ПН из 31. Лишь на небольших участках АТА в районе 60° в.д., 80° в.д. (ПН Сопочная Карга), 90° в.д. (ПН Туруханск и Верхне-Имбатское) и 170° в.д. (ПН Марково) наблюдались повышенные потоки азота с 29 < I_N < 39.

Индексы морских осадков указывают на близость ХССП к морским осадкам лишь ПН Марресаля, Диксон (расположенных непосредственно на морском берегу) и Черский.

Оценка загрязнения атмосферного воздуха в городах и населенных пунктах Арктической зоны Российской Федерации

Арктическая зона Российской Федерации (АЗРФ) имеет площадь около 9 млн. км², здесь проживает более 2,5 млн. человек, что составляет менее 2% населения России и около 40% населения всей Арктики. Для Арктики в целом характерны предельно низкая плотность населения и высокая дисперсность расселения. Однако Арктическая зона России отличается самой высокой урбанизированностью: более 80% населения проживает здесь в городах и поселках с численностью населения свыше пяти тысяч человек.

Климат в АЗРФ арктический и субарктический характеризуется низким радиационным балансом, близкой к 0 °С средней температурой воздуха летних месяцев при отрицательной среднегодовой температуре.

Основными источниками загрязнения атмосферы в населенных пунктах АЗРФ являются предприятия газо- и нефтедобывающей промышленности, по добыче и переработке полезных ископаемых, крупнейшие предприятия черной и цветной металлургии, предприятия топливно-энергетического комплекса, химическая промышленность, деревообрабатывающая и целлюлозно-бумажная промышленность, автомобильный, железнодорожный и морской транспорт.

Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха на АЗРФ осуществляется в 18 городах и поселках (таблица 4.1) на 28 станциях государственной наблюдательной сети и на 7 станциях территориальной системы наблюдений Мурманской области. В гг. Певеке и Анадыре на 2 станциях проводятся наблюдения по сокращенной программе. В пос. Тикси проводятся наблюдения за содержанием в воздухе загрязняющих веществ на фоновом уровне. В целом проводятся наблюдения за концентрациями в атмосферном воздухе 23 загрязняющих веществ, включая газовые и аэрозольные примеси, в том числе тяжелые металлы.

В городах АЗРФ наблюдается тенденция к уменьшению уровня загрязнения атмосферного воздуха за последние пять лет. Резкое изменение оценки уровня в г. Салехард с очень высокого в 2013 г. до низкого обусловлено изменением в 2014 г. ПДК формальдегида. Вместе с тем, отмечается увеличение концентрации взвешенных веществ в г. Северодвинск, формальдегида — в г. Мончегорск и пос. Никель. В г. Архангельск возрос уровень загрязнения атмосферного воздуха бензолом.

По результатам анализа показателей загрязнения воздуха в городах АЗРФ в 2017 г. 11 городов характеризовались низким уровнем, пгт. Никель — повышенным, г. Норильск — очень высоким (таблица 4.21). Норильск ежегодно включается в Приоритетный список городов России с наибольшим уровнем загрязнения воздуха с учетом значительных объемов выбросов диоксида серы. Уровень загрязнения в 5 городах не был определен из-за недостаточного объема данных наблюдений или количества измеряемых веществ.

Таблица 4.21. Категории качества воздуха в населенных пунктах АЗРФ в 2013–2017 гг.

Населенный пункт	Категория качества воздуха				
	2013	2014	2015	2016	2017
Анадырь, Чукотский АО	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Апатиты, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
Архангельск, Архангельская обл.	В	П	П	П	Н
Воркута, Республика Коми	В	Н	Н	Н	Н
Заполярный, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
Кандалакша, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
Кировск, Мурманская обл.	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Кола, Мурманская обл.	Н	н/о	н/о	н/о	н/о
Мончегорск, Мурманская обл.	П	П	Н	Н	Н
Мурманск, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
Никель, Мурманская обл.	П	П	П	П	П
Новодвинск, Архангельская обл.	В	Н	Н	Н	Н
Норильск МО, Красноярский край	ОВ	ОВ	ОВ	ОВ	ОВ
Оленегорск, Мурманская обл.	Н	Н	Н	Н	Н
Певек, Чукотский АО	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о
Салехард, Ямало-Ненецкий АО	ОВ	Н	Н	Н	Н
Северодвинск, Архангельская обл.	П	Н	Н	Н	Н
Тикси, республика Саха (Якутия)	н/о	н/о	н/о	н/о	н/о

Уровень загрязнения атмосферного воздуха: Н — низкий, П — повышенный, В — высокий, ОВ — очень высокий, н/о — не определен.

Сравнительный анализ среднегодовых концентраций загрязняющих веществ в городах России в целом по стране и на территории АЗРФ за 2017 г. представлен на рисунке 4.45.

Почти во всех рассматриваемых городах среднегодовые концентрации *взвешенных веществ* были ниже ПДКс.с. и средней по городам России (рис. 4.45 а). В г. Анадырь средняя за год концентрация достигала 1,9 ПДКс.с., в гг. Воркуте и Норильске — 1 ПДКс.с. Максимальная разовая концентрация взвешенных веществ составляла 6 ПДКм.р. в г. Воркута, 4,6 ПДКм.р. — в г. Норильск, 2,6 ПДКм.р. — в г. Апатиты. Также концентрации взвешенных веществ превышали 1 ПДКм.р. в гг. Архангельск, Новодвинск, Северодвинск и Салехард.

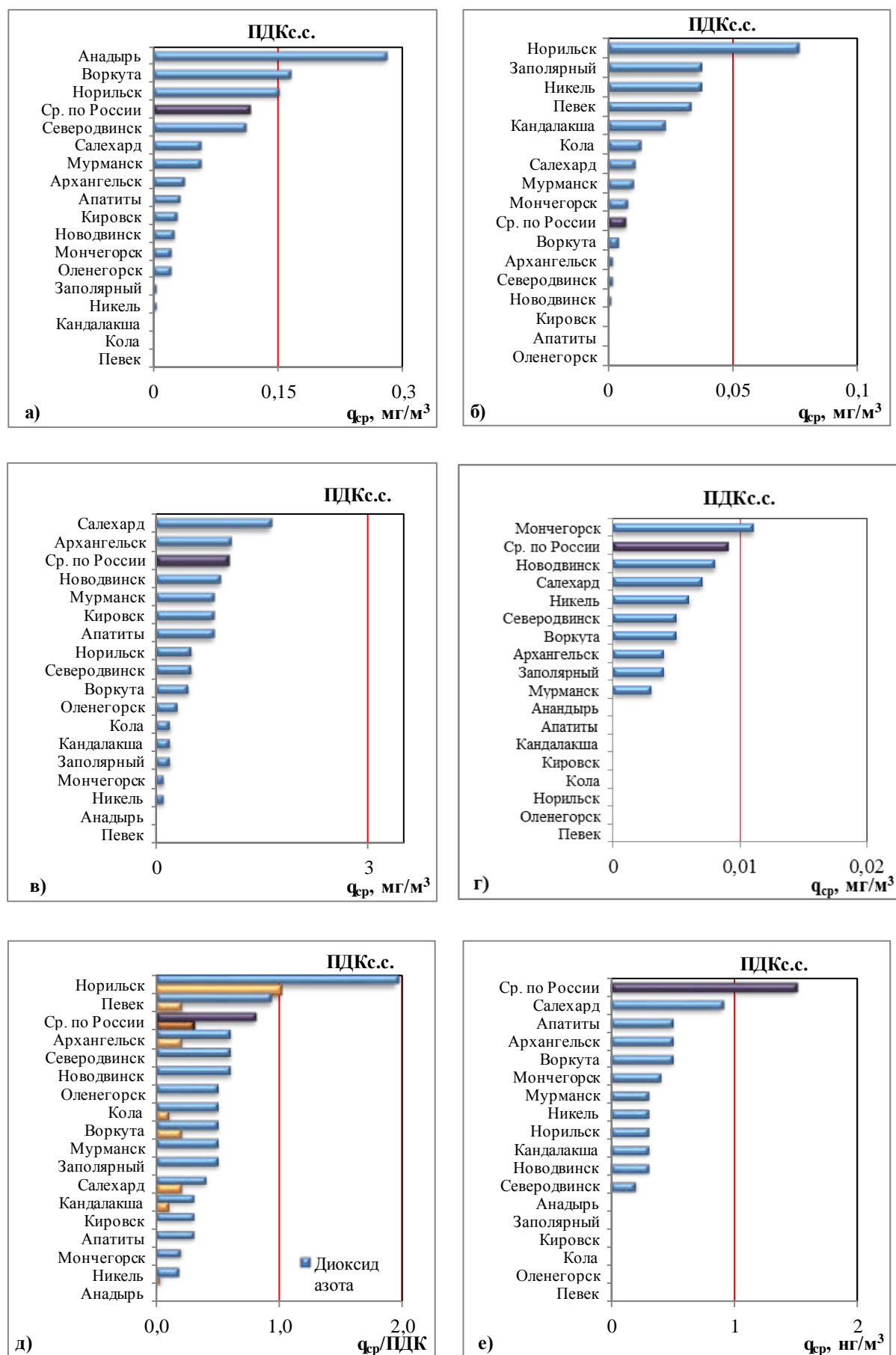


Рис. 4.45. Средние за год концентрации: взвешенных веществ (а), диоксида серы (б), оксида углерода (в), формальдегида (г), $q_{ср}$, мг/м³, диоксида и оксида азота (д), $q_{ср}/ПДК$, бенз(а)пирена (е), $q_{ср}$, нг/м³, в городах АЗРФ и в целом по России

В 9 городах на АЗРФ среднегодовые концентрации *диоксида серы* превышали среднее значение по стране, наибольшая концентрация, 1,5 ПДКс.с., была отмечена в г. Норильск (рис. 4.45 б). Максимальные разовые концентрации диоксида серы превышали ПДКм.р. в 4 городах: в Никеле — 10,2; в Норильске — 9,8; в Заполярном — 3,4 и в Мончегорске — 2,5 ПДКм.р. В г. Заполярный и пгт. Никель повышенные концентрации диоксида серы в атмосферном воздухе связаны с выбросами от предприятий АО «Кольская ГМК», в г. Норильск — ЗФ ПАО «ГМК «Норильский Никель».

Во всех городах среднегодовые концентрации *оксида углерода* были ниже ПДКс.с. (рис. 4.1в). Вместе с тем в гг. Архангельск и Салехард концентрации оксида углерода превышали среднюю по городам России, что обусловлено влиянием выбросов промышленных предприятий и автотранспорта. Максимальные разовые концентрации оксида углерода превышали ПДКм.р. в 6 городах с максимумами в г. Воркута — 2,6; в гг. Мурманск и Норильск — 1,6 ПДКм.р.

В г. Мончегорск среднегодовая концентрация *формальдегида* была выше средней по России и составила 1,1 ПДКс.с. (рис. 4.45 г). Учитывая прежнюю ПДКс.с. (0,003 мг/м³) формальдегида, почти во всех городах, где проводятся измерения, среднегодовая концентрация превышала санитарно-гигиенический норматив.

В г. Норильск среднегодовая концентрация *диоксида азота* превышала ПДК и среднюю по РФ, в г. Певек — среднюю по стране. В остальных городах отмечались низкие концентрации диоксида азота (рис. 4.45 д). В г. Норильск среднегодовая концентрация *оксида азота* составляла 1 ПДК, в остальных городах концентрации данной примеси не превышали санитарно-гигиенический норматив и были ниже средней по городам России.

Во всех городах, где проводятся наблюдения, средние за год концентрации *бенз(а)пирена* были ниже среднего значения по городам России (рис. 4.45 е). В 8 городах наибольшие среднемесячные концентрации превышали 1 ПДК с максимумом в г. Салехард — 5,6 ПДК. В г. Архангельск наибольшая среднесуточная концентрация бенз(а)пирена достигала 9,2 ПДК.

На рис. 4.46 отображен годовой ход бенз(а)пирена в городах Мурманской области и других городах АЗРФ. В холодный период года концентрации бенз(а)пирена были выше ПДК: в городах Мурманской области — в ноябре и декабре, в г. Салехард — в январе, в г. Воркута — в феврале и декабре, в г. Архангельск — в декабре.

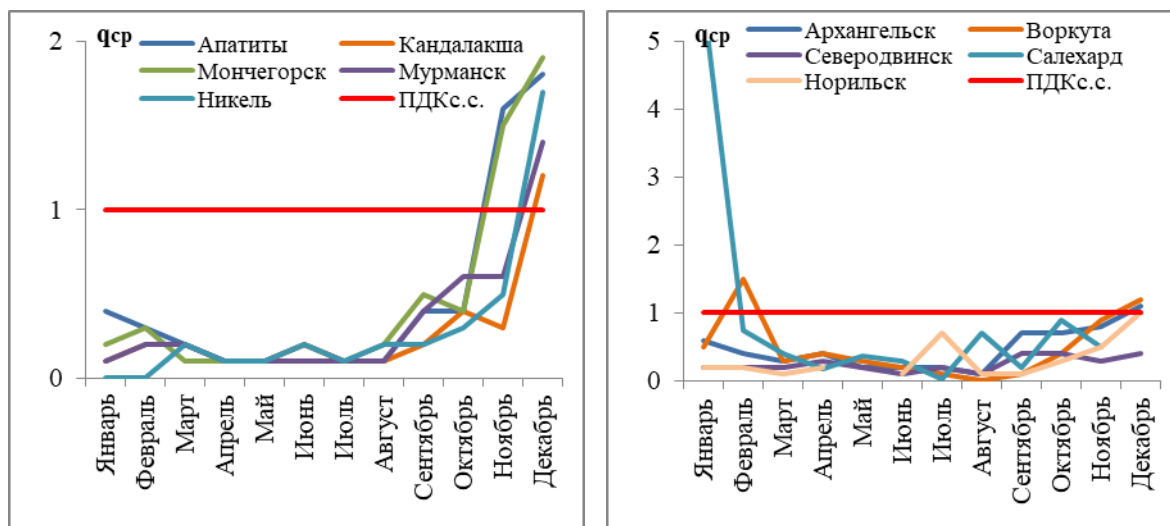


Рис. 4.46. Годовой ход бенз(а)пирена в городах АЗРФ в 2017 г., $q_{\text{ср}}$, нг/м³

Измерения концентраций *сероводорода* проводятся в гг. Архангельск, Воркута, Новодвинск и Норильск. Во всех городах отмечались максимальные разовые концентрации сероводорода, превышающие ПДК, наибольшая концентрация была зафиксирована в г. Новодвинск (6,4 ПДК).

В связи с выбросами Архангельского целлюлозно-бумажного комбината, расположенного в г. Новодвинск, в гг. Архангельск и Новодвинск проводятся наблюдения за концентрациями *метилмеркаптана*. В 2017 г. превышений санитарно-гигиенических нормативов по данной примеси не было обнаружено.

В гг. Архангельск и Мурманск проводятся наблюдения за концентрациями бензола, ксилола, толуола и этилбензола. В г. Мурманск максимальная концентрация этилбензола составляла 1,5 ПДК, фенола — 1,1 ПДК.

В г. Канда拉克ша концентрации фтористого водорода и твердых фторидов, поступающих с выбросами Канда拉克шского алюминиевого завода, не превышали ПДК.

В 11 городах АЗРФ, где проводятся наблюдения за концентрациями тяжелых металлов, в 2017 г. превышений ПДК не было зафиксировано.

Комплексная оценка состояния и загрязнения поверхностных вод в Арктической зоне Российской Федерации

В 2017 году наблюдения за загрязнением поверхностных вод по гидрохимическим показателям проводились на 107 водных объектах, на которых расположено 135 пунктов, 159 створов.

Поверхностные воды Арктической зоны Российской Федерации по сравнению с водами других территорий РФ характеризуются более низким уровнем загрязненности. Однако в местах интенсивной экономической и

хозяйственной деятельности на территории Арктической зоны Российской Федерации существуют экологические «горячие точки», как следствие интенсивной хозяйственной деятельности.

Анализ результатов наблюдений гидрохимической сети Росгидромета в многолетнем плане и комплексная оценка динамики качества показал – существенных изменений в уровне загрязненности поверхностных вод Арктической зоны Российской Федерации за период 2011-2017 гг. не произошло.

Наиболее высоким уровнем загрязненности воды в многолетнем плане («грязная» – «экстремально грязная») оцениваются реки на территории Ямало-Ненецкого Автономного округа – Надым, Пур, Таз.

Продолжает характеризоваться как «грязные» – воды рек:

- Мурманской области – р. Роста;
- Архангельской области – р. Онега, р. Мезень;
- Ненецкого Автономного округа – р. Печора.

Высокие и экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод Арктической зоны РФ

В 2017 году экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод Арктической зоны Российской Федерации отмечались на 8 водных объектах в 54 случаях, высокие уровни загрязнения – на 24 водных объектах в 117 случаях. Следует отметить, что за последние четыре года наблюдается тенденция снижения суммарного количества ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод (рис. 4.47).

Наиболее значимые источники загрязнения Арктики на территории Российской Федерации – это горнометаллургические комбинаты в городах Норильск, Мончегорск и Никель, а также Архангельский и Соломбальский целлюлозно-бумажные комбинаты, нефтегазовые комплексы в Ненецком и Ямало-Ненецком автономных округах, объекты Северного флота, транспортного и рыболовного флотов, а также сбросы неочищенных сточных вод в населенных пунктах. Основной вклад в загрязнение поверхностных вод вносят, в основном, соединения азота, никеля, молибдена, меди, марганца, дитиофосфата крезилового (рис. 4.48).

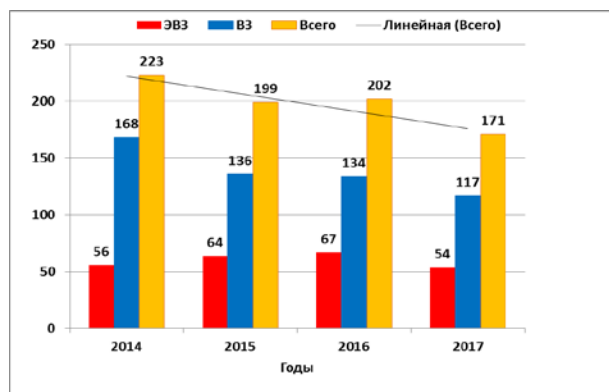


Рис. 4.47. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод Арктической зоны РФ

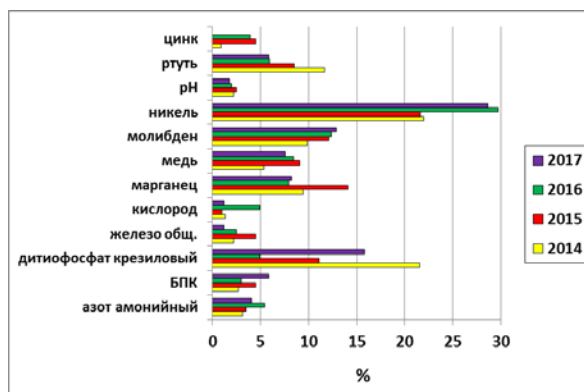


Рис. 4.48. Распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ по ингредиентам (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ Арктической зоны РФ)

Анализ внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2014-2017 гг. носит сезонный характер (рис. 4.49).

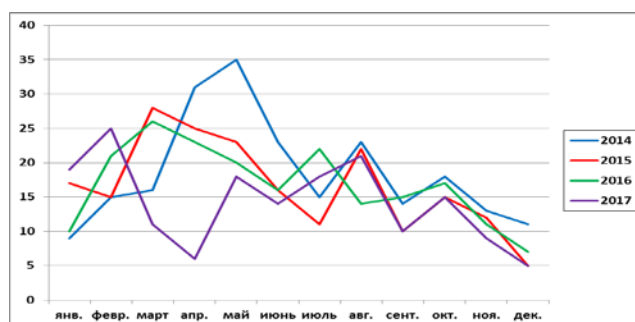


Рис. 4.49. Динамика внутригодового распределения случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод Арктической зоны РФ за период 2014-2017 гг.

Более 85% всех ВЗ и ЭВЗ в континентальной Арктической зоне РФ приходится на водные объекты Мурманской области. Высокие уровни загрязнения поверхностных вод Мурманской области носят локальный характер. Однако при низкой способности к самоочищению в условиях Арктики загрязнение небольших северных водных объектов, испытывающих постоянную нагрузку от промышленных комплексов и крупных городов полуострова, носит уже устойчивый характер, что подтверждается высокими средними уровнями содержания вредных веществ в воде и повторяющимися случаями высокого и экстремально высокого загрязнения. Так, в 2017 году в Мурманской области было зарегистрировано 102 случая высокого и 50 случаев экстремально высокого загрязнения по 12 ингредиентам на 16 водных объектах (табл. 4.22).

Таблица 4.22. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам Арктической зоны РФ за период 2014 - 2017 гг.

Регион	2014 г.			2015 г.			2016 г.			2017 г.		
	ЭВЗ	ВЗ	ЭВЗ+ВЗ	ЭВЗ	ВЗ	ЭВЗ+ВЗ	ЭВЗ	ВЗ	ЭВЗ+ВЗ	ЭВЗ	ВЗ	ЭВЗ+ВЗ
Мурманская обл.	45	136	181	46	107	153	56	100	156	50	102	152
Ямало-Ненецкий АО	10	18	28	15	22	37	10	21	31		7	7
Ненецкий АО	0	1	1	3	2	5	1	2	3	4	1	5
г. Воркута (Республика Коми)	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Архангельская обл. ¹	0	9	9	0	2	2	0	7	7	0	6	6
Красноярский край ²	0	4	4	0	2	2	0	2	2	0	1	1
Республика Саха (Якутия) ³	0	0	0	0	0	0	0	1	1	0	0	0
Чукотский АО	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0	0
Республика Карелия ⁴	-	-	-	-	-	-	-	-	-	0	0	0
Всего:	55	168	223	64	135	199	68	134	202	54	117	171

Примечание: ¹. Онежский, Приморский, Мезенский муниципальные районы, городские округа Архангельск, Северодвинск, Новодвинск, о. Новая Земля; ². Таймырский (Долгано-Ненецкий), Туруханский муниципальные районы, г. о. Норильск; ³. Аллаиховский, Анбарский, Булунский, Нижнеколымский, Усть-Янский районы; ⁴. Беломорский, Лоухский, Кемский муниципальные районы.

В Мурманской области около 80% всех случаев связано с загрязнением поверхностных вод никелем, дитиофосфатом крезилловым, молибденом, медью и ртутью, максимальные концентрации, которых составляли: по никелю (97 ПДК) - р. Колос-Йоки, п. Никель; по молибдену (26 ПДК) - оз. Б. Вуд'явр, г. Кировск; по дитиофосфату крезилловому (19 ПДК) - р. Луотти-Йоки, устье; на р. Ньюдай, г. Мончегорск содержание в воде тяжелых металлов соответствовало: меди - (169,4 ПДК), марганца - (67 ПДК), ртути - (6,3 ПДК). По сравнению с предыдущим годом в 2017 году в Мурманской обл. наблюдается уменьшение суммарного количества случаев ВЗ и ЭВЗ тяжелыми металлами, хотя почти в три раза участились случаи загрязнения поверхностных вод дитиофосфатом крезилловым, который активно применяются в качестве коллектора при обогащении руд цветных металлов (рис. 4.50).

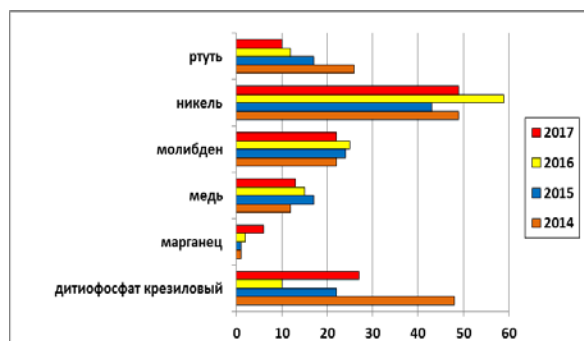


Рис. 4.50. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по основным загрязняющим веществам в Мурманской обл. за период 2014-2017 гг.

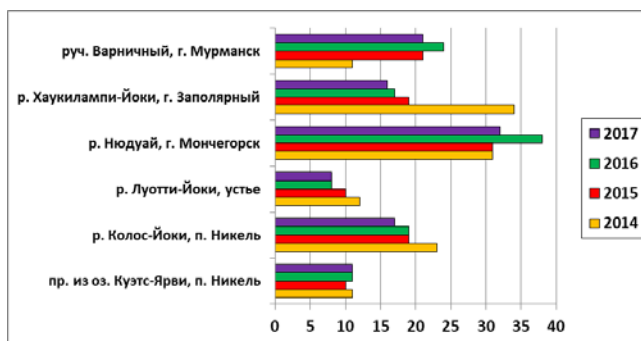


Рис. 4.51. Пункты наблюдений в Мурманской обл., в которых регистрировалось максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2014-2017 гг.

Как и в предыдущие годы, максимальную нагрузку от загрязнения испытывают реки: Ньюдай, Хауки-Лампи-Йоки, Луотти-Йоки, Печенга, Нама-Йоки, Колос-Йоки, которые находятся в зонах расположения предприятий горнодобывающей и металлургической промышленности АО «Кольская ГМК»; реки: Можель, Ковдора в зонах АО «Ковдорский ГОК», р. Белая и оз. Большой Вуд'явр - в зоне АО «Апатит»; руч. Варничный и р. Роста в зоне влияния г. Мурманска и сельскохозяйственных предприятий. На этих водных объектах наблюдается наибольшее число повторений случаев высокого загрязнения, так максимальное количество - 32 было зарегистрировано на пункте р. Ньюдай, г. Мончегорск (рис. 4.51).

Вторым субъектом по количеству случаев высокого загрязнения поверхностных вод Арктической зоны РФ является Ямало-Ненецкий автономный округ, в котором в 2017 году было зарегистрировано 7 случаев высокого загрязнения на 3 водных объектах, что значительно меньше, чем в 2016 году (21 случай ВЗ на 8 водных объектах и 10 случаев ЭВЗ на 4 водных объектах). Производственная и хозяйственная деятельность округа связана с разведкой, обустройством и эксплуатацией нефтегазовых месторождений, поэтому водные объекты подвержены антропогенному и техногенному воздействию с различной степенью интенсивности.

В целом, водные объекты Ямало-Ненецкого автономного округа загрязнены соединениями меди, цинка, марганца, железа и нефтепродуктами (рис. 4.52). Хотя в 2017 году в поверхностных водах были зафиксированы

только высокие концентрации соединений марганца (37,2 ПДК) и железа (35,5 ПДК), которые наблюдались в районе п. Уренгой на реке Пур. В бассейне этой реки расположены многочисленные месторождения углеводородного сырья, из-за чего здесь неоднократно фиксируются случаи высокого загрязнения (рис. 4.53).

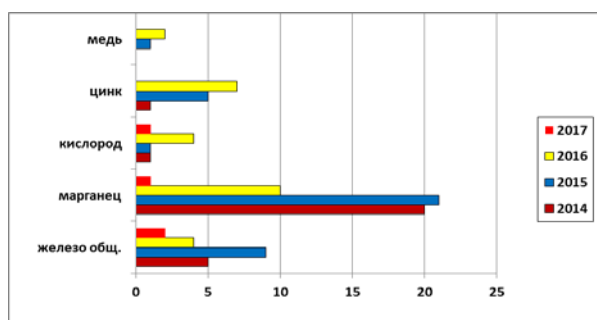


Рис. 4.52. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по основным загрязняющим веществам в Ямало-Ненецком АО за период 2014-2017 гг.

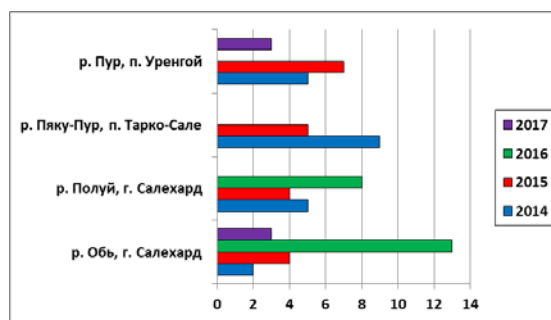


Рис. 4.53. Пункты наблюдений в Ямало-Ненецком АО, в которых регистрировалось максимальное число повторений случаев ВЗ и ЭВЗ за период 2014-2017 гг.

Следует отметить, что за период 2014-2017 гг. в Ямало-Ненецком автономном округе, был зафиксирован только один случай высокого загрязнения поверхностных вод нефтепродуктами, и в целом наметилась явная тенденция снижения числа случаев ВЗ и ЭВЗ (табл. 4.22).

Специфика существующего загрязнения в Ненецком автономном округе определяется особенностью промышленного освоения бассейна р. Печора, которая нацелена на добычу и переработку углеводородного сырья. Ряд соединений тяжелых металлов попадают в водотоки со сточными водами с территорий угледобывающих предприятий, создавая в ряде случаев высокие уровни загрязнения поверхностных вод.

За период 2014-2017 гг. в Ненецком АО регулярно фиксируется от 1 до 5 случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод (табл. 4.22). В 2017 году в Ненецком АО было зарегистрировано 4 случая экстремально высокого загрязнения и 1 случай высокого загрязнения ионами марганца протоки Городецкий Шар (бассейн р. Печора) в районе г. Нарьян-Мар. Максимальная концентрация соединений марганца составила 64,5 ПДК. Одной из возможных причин регулярного загрязнения протоки Городецкий Шар соединениями марганца является не только природный фактор: снижение уровня воды, замедление и остановка течения, в совокупности с грунтовым питанием протоки, но и антропогенный фактор: в процессе добычи песка в протоке в период открытого русла, происходит вымывание веществ из донных отложений и подстилающих пород.

Большинство водных объектов Архангельской области имеет чрезвычайно высокий уровень загрязнения. Критическая ситуация наблюдается на Северной Двине, которая находится под влиянием сбросов загрязняющих веществ с целлюлозно-бумажных комбинатов ОАО «Архангельский ЦБК» (г. Новодвинск) и ОАО «Соломбальский ЦБК» (г. Архангельск). Очистные сооружения этих предприятий не справляются с нагрузкой и в водные объекты поступают органические вещества, нефтепродукты, фенол, метанол, формальдегид, железо, азот, аммоний.

В 2017 году в Архангельской области было зарегистрировано 6 случаев высокого загрязнения поверхностных вод, 5 из которых на протоках Кузнечиха и Маймакса (г. Архангельск). Источниками загрязнения являлись соединения марганца (31,1 ПДК), хлоридов (13,8 ПДК) и натрия (18 ПДК).

Также на р. Северная Двина в черте г. Архангельск произошла авария при транспортировке нефтепродуктов, вследствие чего образовалось нефтяное пятно размером 0,7 м x 1000 м. Содержание нефтепродуктов у поверхности составило 2,9 ПДК, лигносульфонатов - 1-1,3 ПДК, трудноокисляемых органических веществ по ХПК - 4 ПДК, легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ - 2 ПДК. Это единственная аварийная ситуация, зарегистрированная в Арктической зоне РФ за 2017 год.

В Красноярском крае в 2017 году был зарегистрирован один случай высокого загрязнения поверхностных вод алюминием (11,9 ПДК) на реке Ангара в д. Татарка (табл. 4.22).

В остальных субъектах Арктической зоны: Республика Саха (Якутия), Чукотский АО, Республика Коми (г. Воркута) и Республика Карелия случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод в 2017 году зарегистрировано не было.

Состояние водных экосистем в Арктической зоне

Гидробиологические наблюдения за состоянием пресноводных экосистем Арктической зоны Российской Федерации проводятся по основным экологическим сообществам: фитопланктона, зоопланктона и зообентоса. Каждое из этих сообществ наблюдается по целому ряду параметров, позволяющих получать информацию о загрязнении поверхностных вод и степени антропогенного воздействия на экосистемы поверхностных вод России (см. раздел 3.3.2). Гидробиологические наблюдения Арктической зоны Российской Федерации в период с 2007 по 2016 гг. проводились в Баренцевском и Восточно-Сибирском гидрографических районах.

Баренцевский гидрографический район. Гидробиологические наблюдения в Баренцевском гидрографическом районе регулярно проводятся в Мурманской области на 18 реках и 11 озерах, основными из которых являются: реки Патсо-йоки, Печенга, Найма-йоки, Акким, Кола, Ура, Кица, Лотта и Ковдора; озера: Ловозеро, Мончеозеро, Пермус, Чунозеро и Имандра. На рис. 4.54 представлена картограмма качества поверхностных вод по гидробиологическим показателям в Мурманской области в 2017 г.

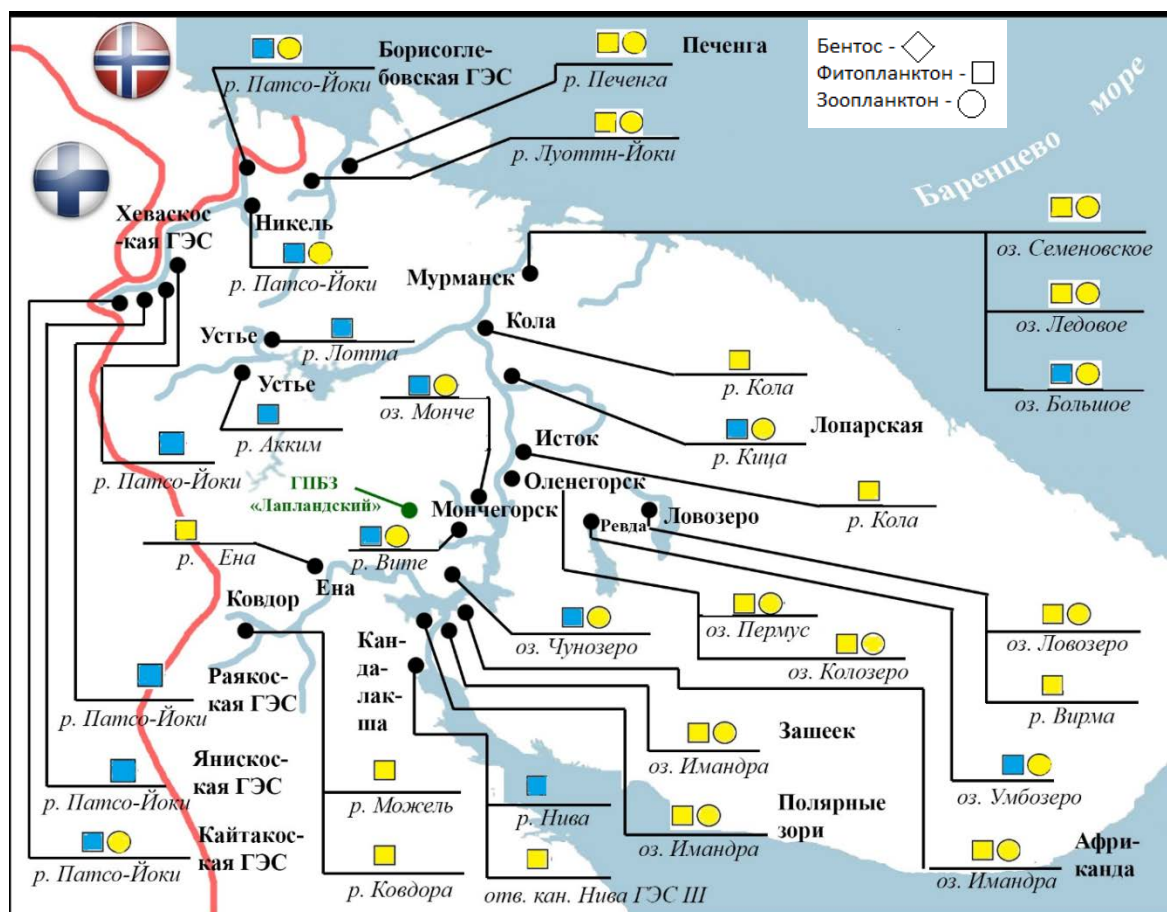


Рис. 4.54. Картограмма качества вод Мурманской области по гидробиологическим показателям в 2017 г. Цветом указан класс качества воды: условно чистая – голубой, слабо загрязненная – желтый; формой значка – показатель биоценоза

Качество воды трансграничной р. Патсо-Йоки по гидробиологическим показателям на протяжении последних 10 лет не менялось. По показателям фитопланктона вода характеризовалась как «условно чистая», по показателям зоопланктона – «слабо загрязненная».

В течение последних 10 лет биоценозы рр. Нама-Йоки, Акким, Печенга и Кола по показателям состояния фитопланктона и зоопланктона испытывали умеренное антропогенное воздействие и находились в состоянии антропогенного экологического напряжения. Качество речных вод в указанный период не менялось. Вода в поверхностном слое по показателям зоопланктона и фитопланктона стабильно характеризовалась как «слабо загрязненная».

С 2007 по 2017 гг. на рр. Ковдора и Кица не было отмечено изменений качества воды. По показателям зоопланктона поверхностный слой характеризовался слабо загрязненными водами, в многолетней динамике вода характеризовалась как «слабо загрязненная». По показателям фитопланктона вода характеризовалась как «условно чистая». В поверхностном слое состояние биоценозов рек оставалось неизменным: на фоне природного благополучия они испытывали антропогенное экологическое напряжение.

По показателям фитопланктона поверхностный слой р. Лотта характеризовался условно чистыми водами. Состояние биоценозов р. Лотта в поверхностном слое вод оставалось неизменно высокого качества: на фоне природного благополучия они испытывали антропогенное экологическое напряжение, а донный биоценоз – экологический регресс.

Качество вод в поверхностных слоях озер Ловозеро и Имандра в последнее десятилетие оставалось стабильным. По показателям фито- и зоопланктона воды озер Имандра и Ловозеро характеризуются как «слабо загрязненные».

В поверхностном слое состояние биоценозов озер соответствовало антропогенному экологическому напряжению.

В 2017 г. качество вод озер Мончеозеро, Пермус и Чунозеро осталось неизменным, по показателям зоопланктона и фитопланктона вода в поверхностном слое характеризовалась как «условно чистая» и «слабо загрязненная». Состояние биоценозов озер в поверхностном слое характеризовалось как антропогенное экологическое напряжение.

В целом состояние биоценозов большинства рек и озер Мурманской области оставалось неизменным в пределах сложившегося состояния экологической системы и варьировалось от экологического благополучия до экологического напряжения. Загрязнение вод техногенными сбросами не оказывало сильного негативного воздействия на развитие фитопланктона. Реакция зоопланктона на загрязнение сохранялась в пределах умеренного отклика. В течение последних 10 лет наблюдалась тенденция улучшения качества вод и состояния экосистем р. Лотта.

Восточно-Сибирский гидрографический район. Гидробиологические наблюдения в Восточно-Сибирском гидрографическом районе регулярно проводятся в низовье р. Лена и заливе Невелова. Данные наблюдений за 2017 г. представлены на рис. 4.55.

На протяжении последних 10 лет воды нижнего течения р. Лена в придонном и поверхностном слоях характеризовались как «слабо загрязненные». В 2017 г. по состоянию фитопланктона вода оценивалась как «слабо загрязненная». Качество воды придонного слоя изменялось от «грязной» до «условно чистой».

В течение последних 10 лет вода оз. Мелкое (п. Тикси) как в придонном, так и в поверхностном слоях характеризовалась как «слабо загрязненная». Наблюдались незначительные межгодовые флуктуации качества. В 2017 г. вода оценивалась как «условно чистая». Качество вода придонного слоя характеризовалась как «слабо загрязненная» и «загрязненная».

Качество вод р. Копчик-Юрэгэ (п. Полярка) в придонном слое на протяжении последних 10 лет относилось к классу «условно чистые». Качество воды придонного слоя изменялось от «условно чистой» до «загрязненной». В многолетней динамике по качеству преобладали «условно чистые» воды с незначительными флуктуациями.

В целом, в 2017 г. состояние пресноводных биоценозов в нижнем течении р. Лена соответствовало экологическому напряжению (р. Лена, оз. Мелкое), а на мелких реках – природному благополучию (р. Копчик-Юрэгэ), существенных изменений качества поверхностных вод не было выявлено.

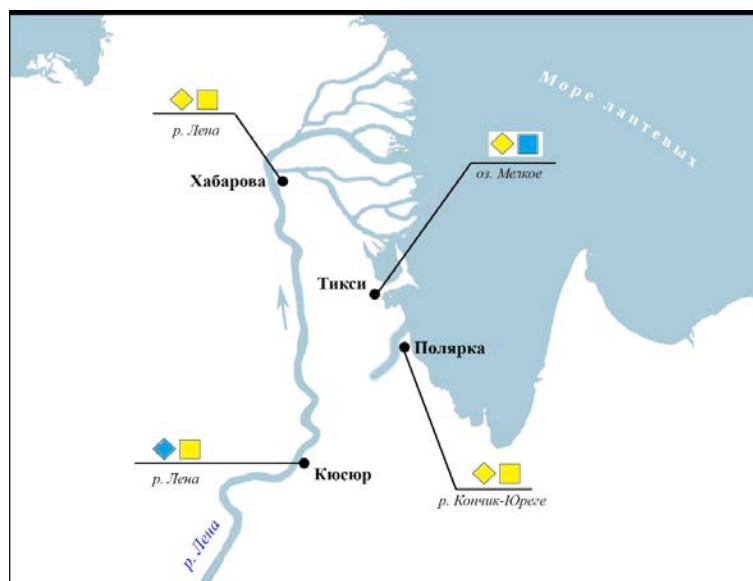


Рис. 4.55. Картограмма качества вод Арктической зоны Республики Саха (Якутия) по гидробиологическим показателям в 2017 г. (в сравнении с 2016 г.). Цветом указан класс качества воды: условно чистая – голубой, слабо загрязненная – желтый; формой значка – показатель биоценоза

Радиационная обстановка на Сухопутных территориях Арктики и прибрежных водах Белого и Баренцева морей

Начавшееся освоение Северного морского пути и развитие арктических территорий с широким использованием атомного ледокольного флота и атомных электростанций, в том числе плавучих, делает актуальной систематическую оценку радиационной обстановки арктического региона.

Радиометрическая сеть на территории Арктической зоны РФ включает 94 пункта наблюдения за мощностью экспозиционной дозы, 43 пункта наблюдений за радиоактивными выпадениями и 8 пунктов наблюдений за радиоактивными аэрозолями воздуха, а также 5 пунктов наблюдений на Белом море и 1 пункт – на Баренцевом море за загрязнением прибрежных вод.

На стационарных пунктах проводятся наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха ^{137}Cs и ^{90}Sr , прибрежных вод Белого и Баренцева морей – ^{90}Sr . Регулярно выполняются также экспедиционные исследования арктических морей.

Объемная активность ^{137}Cs и ^{90}Sr в приземном слое атмосферы полярных областей в настоящее время на семь-восемь порядков ниже нормативов, установленных НРБ-99/2009.

Объемная активность ^{137}Cs в воздухе сухопутных территорий Арктики значительно ниже средневзвешенного значения по территории РФ. Среднегодовая объемная активность ^{137}Cs в 2005-2010 и 2012-2017 гг. колебалась в интервале $(0,2-2,8) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, за исключением г. Мурманск (в 2016 году – $10,7 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, в 2017 году – $5,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³,) и г. Нарьян-Мар, где в отдельные годы среднее значение превышало $4,0 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, (2007, 2015 гг.). В 2011 г. объемная активность ^{137}Cs по всей европейской территории России увеличилась на один-два порядка за счет аварийных выбросов с АЭС «Фукусима-1», но в арктической зоне была существенно меньше, чем в среднем по России (рис. 4.56).

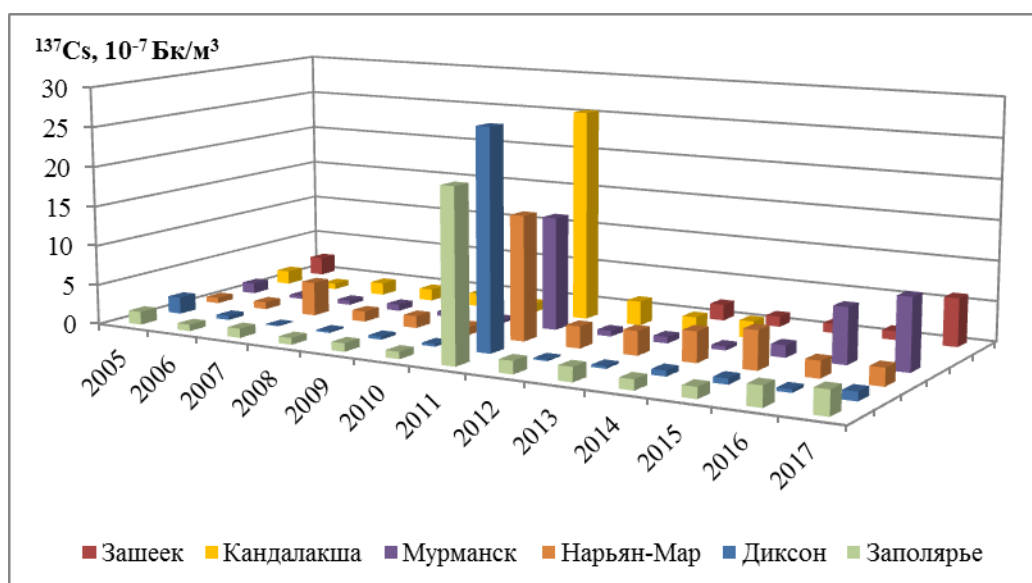


Рис. 4.56. Объемная активность ^{137}Cs в приземной атмосфере в пунктах наблюдения Сухопутных территорий Арктики и в среднем по Заполярью в 2005-2017 гг., 10^{-7} Бк/м³

До 2016 г. в г. Мурманск наблюдались низкие величины объемной активности ^{137}Cs в диапазоне $(0,4-1,5) \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (кроме 2011 г.). Однако в третьем квартале 2016 г. и в четвертом квартале 2017 года средняя за квартал величина увеличилась до $38,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ и $16,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно (рис. 4.57). Без учета третьего квартала 2016 г. среднегодовая величина объемной активности ^{137}Cs составляет $1,4 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, что соответствует диапазону величин за предшествующие 10 лет. В четвертом квартале 2017 г. увеличение было менее значительным - до $16,2 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³, при среднем значении за три предшествующих квартала года - $1,8 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³. Столь резкое увеличение может быть связано с неблагоприятными условиями трансграничного переноса или переноса выбросов Кольской АЭС при проведении регламентных работ.

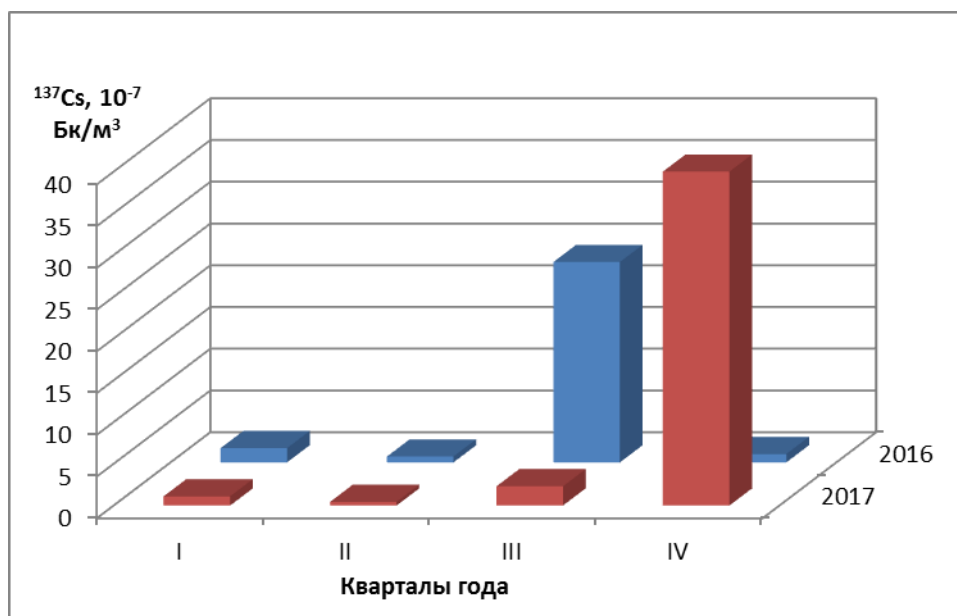


Рис. 4.57. Динамика средней за квартал величины объемной активности ^{137}Cs в воздухе г. Мурманск в 2016-2017 гг.

До 2016 г. объемная активность ^{90}Sr в воздухе Арктической зоны России (о. Диксон и г. Мурманск) была ниже средневзвешенной по территории России и колебалась в пределах от $0,02 \cdot 10^{-7}$ до $0,26 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ (рис. 4.58). Аварийные выбросы АЭС «Фукусима-1» практически не содержали стронция и не отразились на величине объемной активности ^{90}Sr в 2011 г. Однако в 2016-2017 г. наблюдалось увеличение средних значений объемной активности в арктической зоне, особенно в г. Мурманск - до $0,6 \cdot 10^{-7}$ и $0,45 \cdot 10^{-7}$ Бк/м³ соответственно.

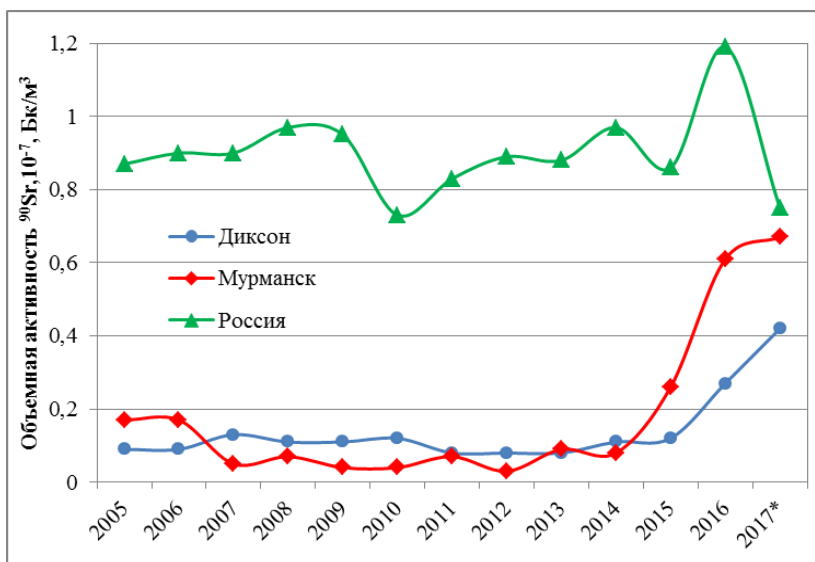


Рис. 4.58. Динамика объемной активности ^{90}Sr в воздухе на о. Диксон, в г. Мурманск и средневзвешенной по России в 2005-2017 гг.
(в 2017 г. данные за первое полугодие)

За период с 2000 по 2016 гг. объемная активность ^{90}Sr в прибрежных водах Белого и Баренцева морей колебалась в пределах 1,7-4,4 мБк/л. Эти уровни занимают среднее положение по величине активности ^{90}Sr между наиболее низкими значениями в Тихом океане, у восточного побережья Камчатки, и водами Каспийского моря (рис. 4.59). При этом почти всегда концентрация в Белом море выше, чем в Баренцевом. Однако в обоих случаях, как и в Тихом океане, в целом наблюдается стабилизация объемной активности ^{90}Sr в воде.

Колебания среднегодовых значений концентрации ^{90}Sr в Белом море обусловлены, в основном, меняющимися условиями выноса реками и затрудненным водообменом с открытыми морями.

В Баренцевом море, как показали результаты многолетних совместных российско-норвежских исследований, существенное влияние на колебания среднегодовых значений концентрации ^{90}Sr оказывает трансграничный перенос морскими течениями радионуклидов, удалявшихся в Ирландское море и пролив Ла-Манш с заводов по переработке облученного ядерного топлива Англии и Франции.

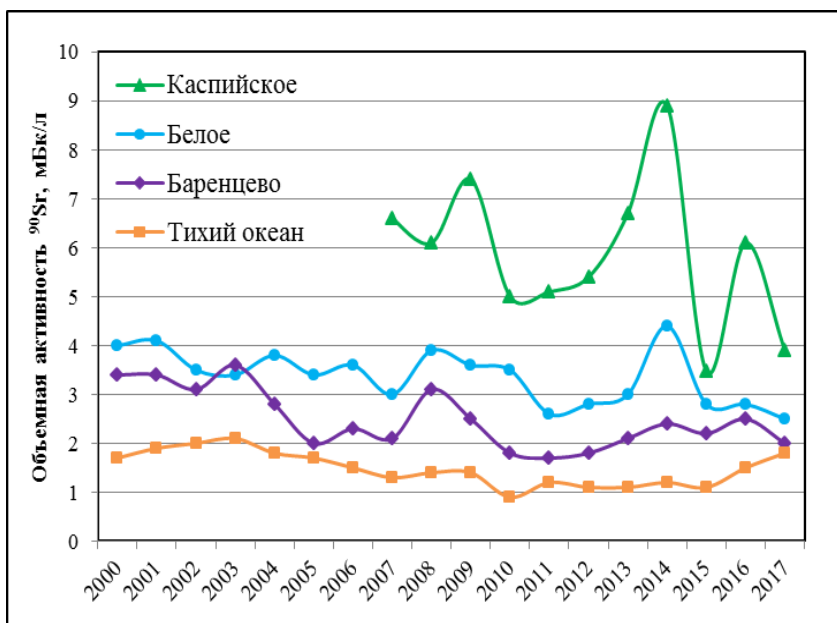


Рис. 4.59. Динамика объемной активности ^{90}Sr в прибрежных водах Белого и Баренцева морей в сравнении с водами Каспийского моря и Тихого океана вблизи восточного побережья Камчатки в 2000-2017 гг., мБк/л

Потенциальными источниками поступления техногенных радионуклидов в воды Баренцева моря являются затонувшие вследствие аварий атомные подводные лодки «Комсомолец» в Норвежском море, воды которого обмениваются с водами Баренцева моря, и «К-159» в Баренцевом море. В районах их нахождения проводятся периодические (последние – в 2014 г.) экспедиционные комплексные обследования морской среды: воды, донных отложений и морских организмов. В результате исследований установлено, что утечек радиоактивных материалов с затонувших подводных лодок не происходит.

Таким образом, радиационное загрязнение воздушной и морской сред Арктики находится на низком уровне, хотя в 2017 году сохранилась начавшаяся в 2016 году тенденция к ее увеличению.

4.4. Комплексные исследования загрязнения окружающей среды в районе пос. Баренцбург и прилегающих территорий

В 2017 г. было выполнено обследование районов расположения поселков Баренцбург и Пирамида, прилегающих к ним территорий, акватории и побережья заливов Гренфьорд и Биллефьорд.

Наблюдения проводились в весенний (апрель и май) и осенний (июль и август) периоды и включали: геоэкологическое опробование атмосферного воздуха и атмосферного аэрозоля в пос. 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 оз. Биенда-стемме, оз. Голубое и р. Грендалсэльва, долина которой расположена южнее пос. Баренцбург.

Атмосферный воздух

В пробах атмосферного воздуха определялись концентрации пыли, газовых примесей и легколетучих органических соединений (ЛОС). Также был проведен отбор проб атмосферного аэрозоля для определения тяжелых металлов (Ni, Co, Zn, Cd, Cu, Pb, Cr, Hg) и мышьяка, хлорорганических соединений (ХОС), включая полихлорбифенилы (ПХБ), и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

Основными веществами, загрязняющими атмосферный воздух поселков Баренцбург и Пирамида, являются пыль, диоксид серы, оксиды азота и углерода. Максимальные концентрации пыли (до 8,98 мкг/м³), диоксида серы (до 2,88 мкг/м³), оксида углерода (до 578 мкг/м³) и диоксида азота (до 1,48 мкг/м³) были зафиксированы в атмосферном воздухе на территории пос. Баренцбург.

В 2017 г. в оба периода наблюдений концентрации сероводорода, соединений полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), тяжелых металлов (Ni, Co, Zn, Cd, Cu, Pb, Cr, Hg), хлорорганических соединений (ХОС), включая полихлорбифенилы (ПХБ), и летучих органических соединений (ЛОС) в атмосферном воздухе исследуемых районов не достигали предела чувствительности используемого метода анализа.

По сравнению со средними уровнями за период 2012–2016 гг. загрязненность атмосферного воздуха в 2017 г. уменьшилась. Полученные в 2017 г. данные по уровням концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе районов исследований близки к данным норвежских исследователей, осуществляющих подобные наблюдения на ст. Цеппелин в Нью-Олесунде (AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Oslo. 1998, 2008).

Снежный покров

В образцах снежного покрова, отобранных в районе расположения пос. Баренцбург в ходе весенних экспедиционных исследований 2017 г., проводилось определение содержания компонентов минерального состава (хлоридов, сульфатов, щелочных и щелочно-земельных металлов (Na, K, Ca, Mg)), соединений азота (нитритного азота, нитратов, аммония), нефтяных углеводородов, фенолов, ПАУ, ХОС и тяжелых металлов (ТМ).

Водородный показатель (pH) снежного покрова в районе исследований варьировался в пределах от 5,20 до 8,41 ед. pH. Наибольшие значения pH фиксировались в снежном покрове в районе оз. Биенда-Стемме, пониженные значения pH – у горы Стурхеда.

Концентрации главных ионов в снежном покрове обследованной территории изменялись в пределах: хлориды – 2,40–23,2 мг/л; сульфаты – 0,41–4,90 мг/л; натрий – 2,44–13,9 мг/л; калий – <0,25–0,63 мг/л; кальций – <0,25–1,04 мг/л; магний – <0,25–1,85 мг/л талой воды.

Концентрации минеральных форм азота в снежном покрове изменялись в пределах: для аммония – 6–55 мкг/л при среднем содержании 14,1 мкг/л; для нитратов – 14,0–33,0 мкг/л при среднем содержании 21,3 мкг/л; для азота общего – 18–120 мкг/л при среднем значении 46,9 мкг/л. Содержание нитритного азота находилось ниже предела обнаружения (<0,5 мкг/л).

Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега изменялось от 11 до 137 мкг/л талой воды, их максимальная концентрация была зафиксирована в районе свалки бытовых отходов.

Концентрации фенолов находились ниже предела обнаружения используемого аналитического метода (<0,5 мкг/л).

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в снежном покрове были обнаружены: нафталин, флуорен, аценафтен, фенантрен, флуорантен, пирен. Прочих представителей ПАУ обнаружено не было. Среднее суммарное содержание ПАУ в снежном покрове составило 74,9 нг/л при максимальной концентрации 314 нг/л, зафиксированной в районе ГМО.

Концентрации хлорбензолов, пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ, ПХБ и соединений группы полихлорциклодиенов в снежном покрове находились ниже пределов обнаружения. Во взвеси талого снега были идентифицированы хлорбензолы, пестициды групп ГХЦГ, ДДТ и ПХБ. Соединения группы полихлорциклодиенов не были отмечены ни в одной проанализированной пробе. Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС во взвесах талого снега составляли: хлорбензолов (гексахлорбензол) – 0,07 нг/мг; суммы ГХЦГ – 0,28 нг/мг и суммы ДДТ – 1,58 нг/мг (в районе ручья у консульства). Из определяемых индивидуальных конгенов ПХБ во взвесах талого снега с различной частотой обнаружения были отмечены все соединения, за исключением #28. Максимальные концентрации отдельных конгенов ПХБ составляли: для #52 – 1,79 нг/мг, для #99 – 2,21 нг/мг; для #101 – 3,61 нг/мг; для #118 – 5,76 нг/мг, для #138 – 3,85 нг/мг. Среднее суммарное содержание полихлорбифенилов

составило 2,27 нг/мг при максимальной концентрации 25,4 нг/мг, зафиксированной в районе склада горношахтного оборудования, район отвала № 1.

Среднее содержание контролируемых тяжелых металлов в талых водах составило: железа – 36,5 мкг/л; марганца – 2,21 мкг/л; цинка – 18,4 мкг/л; меди – 3,17 мкг/л; никеля – 1,12 мкг/л; хрома – 1,6 мкг/л талой воды.

Распределение содержания наиболее опасных ЗВ в снежном покрове в районе расположения пос. Баренцбург представлены на рис. 4.60.

Таким образом, в 2017 г. снежный покров территории поселка и его окрестностей характеризовался относительно повышенными концентрациями пестицидов группы ДДТ, ПХБ и отдельных ПАУ по сравнению с фоновыми районами Российской и Канадской Арктики (Карское море и ледник Агассиз на о. Элсмир). Загрязнение снежного покрова хлорорганическими пестицидами связано в основном с их глобальным дальним переносом от источников поступления, тогда как в формирование полей концентраций ПАУ, НУ, ТМ и ПХБ значительный вклад вносят региональные и локальные источники.

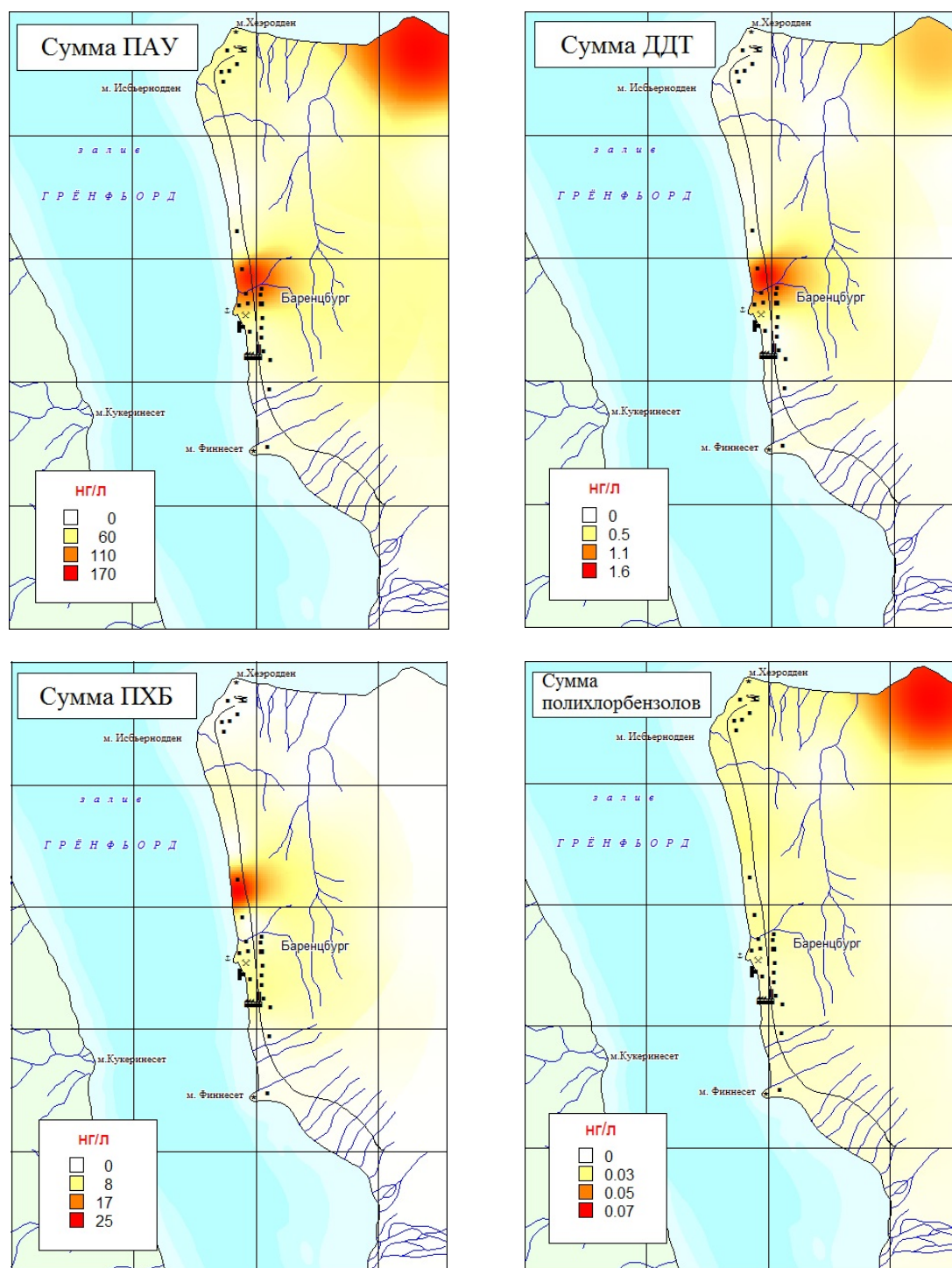


Рис. 4.60. Распределение содержания суммы ПАУ, суммы ДДТ, суммы ПХБ и суммы ХБ в пробах талого снега в районе расположения пос. Баренцбург в 2017 г.

Морские воды

Отбор проб морских вод производился 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, биохимического потребления кислорода (БПК₅), биогенных элементов (кремниевой кислоты, минеральных форм азота и фосфора и их общего количества) и концентрации взвеси, а также загрязняющих веществ – тяжелых металлов (ТМ), полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нефтяных углеводородов (НУ), неполярных алифатических углеводородов (НАУ), летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), хлорорганические соединения (ХОС), включая полихлорированные бифенилы (ПХБ).

Концентрации фенолов, НАУ и 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 2017 г. были выявлены НУ, СПАВ, ПАУ, ТМ и ХОС.

Концентрации СПАВ в водах залива Гренфьорд в весенний период наблюдений изменялись от 41 до 46,5 мкг/л, в летне-осенний период в водах заливов Гренфьорд и Биллефьорд они находились ниже предела обнаружения (<10 мкг/л).

Суммарное содержание НУ в водах обследованной акватории залива Гренфьорд в весенний период находилось в пределах 2,9-5,2 мкг/л, в летне-осенний период – от <2 до 8 мкг/л. Максимальное содержание НУ было зафиксировано в летне-осенний период в придонном слое морских вод в районе впадения ручья южнее п. Баренцбург. Суммарное содержание НУ в водах залива Биллефьорд находилось в пределах 2,5-2,7 мкг/л.

В весенний период в морских водах залива Гренфьорд все соединения ПАУ были ниже пределов обнаружения. В летне-осенний период в водах обоих заливов фиксировались 4 соединения ПАУ: нафталин, флуорен, аценафтен и фенантрен. Максимальные концентрации соединений ПАУ составили: нафталена – 9 нг/л и флуорена – 4 нг/л в заливе Биллефьорд; аценафтена – 1 нг/л и фенантрена – 6 нг/л в заливе Гренфьорд. Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах восточной акватории залива Гренфьорд в летне-осенний период составило 7,36 нг/л, в водах залива Биллефьорд – 13,5 нг/л.

Из ХОС в пробах морской воды залива Гренфьорд за летне-осенний период наблюдений 2017 г. было зафиксировано наличие ПХБ. Значимых концентраций полихлорбензолов, ГХЦГ, пестицидов группы ДДТ и соединений из группы ПХЦД за оба периода наблюдений, а также ПХБ в весенний период в морских водах не было обнаружено, однако они определялись во водных взвесьях. Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС в водах залива Гренфьорд составляли: для суммы полихлорбензолов – 0,06 нг/мг в морской взвеси (весной) и 0,02 нг/мг осенью; для суммы ГХЦГ – 0,02 нг/л в морской взвеси (весной); для суммы ДДТ – 0,08 нг/мг в морской взвеси (весной); для суммы ПХБ – 2,68 нг/л в морской воде (осенью) и 3,22 нг/мг в морской взвеси (весной). Из контролируемых индивидуальных ПХБ в морской воде в летне-осенний период регулярно фиксировались конгенеры #52, #99, #101, #105, #118, #138 и #153. В водах залива Биллефьорд содержание всех ХОС, включая ПХБ, было ниже пределов чувствительности используемых методов анализа, что не позволяло их идентифицировать.

Наибольшее содержание контролируемых ТМ в пробах морской воды залива Гренфьорд составило: марганца – до 44 мкг/л, меди – до 11 мкг/л, никеля – до 18 мкг/л, кобальта – до 2,5 мкг/л, кадмия – до 0,36 мкг/л, ртути – до 0,023 мкг/л, мышьяка – 8 мкг/л (осенью); цинка – до 12 мкг/л, хрома – до 1,9 мкг/л (весной). Концентрации свинца и олова находились ниже пределов обнаружения.

Максимальные концентрации контролируемых ТМ в пробах морской воды залива Биллефьорд составили: марганца – 3,2 мкг/л, цинка – 28 мкг/л, меди – 4,1 мкг/л, никеля – 10 мкг/л, кадмия – 0,13 мкг/л, мышьяка – 7,6 мкг/л.

Концентрации большей части загрязняющих веществ в морских водах залива Гренфьорд имели значения, характерные для прибрежных районов Норвежского и Северного морей со средним или незначительным уровнем воздействия береговых источников загрязнения на морскую акваторию. Оценка качества морских вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать воды поверхностного горизонта обследованной в 2017 г. акватории залива Гренфьорд как «чистые» в весенний период и «умеренно загрязненные» в летне-осенний период. Воды придонного горизонта весной оценивались как «очень чистые», а в летне-осенний период наблюдений – как «чистые».

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 (до 2,2 ПДК) и никеля (до 1,8 ПДК) в летне-осенний период наблюдений.

Локальное загрязнение вод залива Гренфьорд связано с поступлением неочищенных коммунально-бытовых сточных вод пос. Баренцбург и не оказывает существенного влияния на качество вод залива в целом.

Оценка качества морских вод залива Биллефьорд в районе пос. Пирамида с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать воды поверхностного горизонта как «умеренно загрязненные», а воды придонного горизонта – как «грязные». Основной вклад в загрязнение морских вод залива вносят тяжелые металлы, в то время как значения большинства основных гидрохимических показателей, а также концентрации ЛАУ, ПАУ и ХОС в морских водах не выходили за рамки установленных ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов.

Поверхностные воды суши

Отбор проб поверхностных вод суши производился в весенний и летне-осенний периоды из оз. Биенда-Стемме, используемого для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения пос. Баренцбург, а также из оз. Голубое и р. Грендалсэльва в летне-осенний период. В пробах поверхностных вод выполнялись определения основных гидрохимических характеристик – рН, Еh, щелочности, растворенного 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 – ТМ, ПАУ, НУ, НАУ, ЛАУ, индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов), СПАВ, ХОС, включая ПХБ.

Из загрязняющих веществ в озерных и речных водах в 2017 г. были выявлены НУ, ТМ, соединения групп ПАУ и ХОС, а также СПАВ в водах оз. Голубое и соединения группы ЛАУ в обоих озерах.

Концентрации НАУ и индивидуальных фенолов в поверхностных водах р. Грендалсэльва, озера Биенда-Стемме и Голубое за периоды наблюдений были ниже пределов чувствительности методик анализа.

Содержание СПАВ в водах оз. Голубое в летне-осенний период наблюдений составляло от 9,5 до 10,3 мкг/л.

В поверхностных водах оз. Биенда-Стемме суммарное содержание НУ в весенний период наблюдений составляло в среднем 28,5 мкг/л, осенью – изменялось от <2 до 2,7 мкг/л, а в оз. Голубое было в среднем 3,4 мкг/л в летне-осенний период. В водах р. Грендалсэльва содержание НУ колебалось от 7,3 до 7,5 мкг/л при среднем значении 7,4 мкг/л.

Среди соединений группы ЛАУ, обнаруженных в озерных водах, были отмечены значимые концентрации пара- и мета-ксилолов. Концентрации остальных соединений ЛАУ находились ниже предела обнаружения (<0,1 мкг/л). Среднее суммарное содержание ЛАУ в водах оз. Биенда-Стемме составляло 4,05 мкг/л, в водах оз. Голубое – 3,81 мкг/л.

В весенний период наблюдений 2017 г. в водах оз. Биенда-Стемме все соединения ПАУ были ниже пределов обнаружения. В летне-осенний период в водах озера Биенда-Стемме и Голубое идентифицировались нафталин, флуорен, аценафтен, фенантрен и антрацен. Максимальные концентрации соединений из группы ПАУ в водах озера Биенда-Стемме и Голубое за летне-осенний период наблюдений составили: нафталена – 5 и 8 нг/л, флуорена – 16 и 20 нг/л, аценафтена – 8 и 11 нг/л, фенантрена – 35 и 40 нг/л, антрацена – 2 и 3 нг/л соответственно. Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в водах оз. Биенда-Стемме в летне-осенний период равнялось 26,3 нг/л, а в оз. Голубое – 48 нг/л. В воде р. Грендалсэльва были выявлены нафталин, флуорен, аценафтен, фенантрен и флуорантен. Максимальные концентрации отдельных соединений из группы ПАУ в речных водах составили: нафталена – 8 нг/л, флуорена – 4 нг/л, аценафтена – 1 нг/л, фенантрена – 2 нг/л, флуорантена – 3 нг/л. Среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в речных водах равнялось 13,5 нг/л.

Из ХОС в воде р. Грендалсэльва были однократно выявлены пестициды групп ДДТ и ПХБ. Их концентрации составляли: для суммы ДДТ – 0,12 нг/л, суммы ПХБ – 0,13 нг/л. В водах оз. Биенда-Стемме в весенний период наблюдений не удалось идентифицировать ни одно соединение ХОС. В летне-осенний период было однократно зафиксировано содержание соединения группы ПХБ, составившее 0,16 нг/л. В воде оз. Голубое идентифицировались соединения группы ПХБ, их максимальная суммарная концентрация составила 0,12 нг/л.

В весенний период максимальные концентрации ТМ в озерных водах составили: марганца – 3,1 мкг/л, цинка – 11 мкг/л, меди – 2,5 мкг/л, никеля – 1,1 мкг/л. Концентрации железа, кобальта, свинца, кадмия, хрома, ртути, мышьяка и олова не превышали пределов чувствительности используемого метода анализа. В осенний период в озерных водах максимальные концентрации ТМ составили: марганца – 1,3 мкг/л, никеля – 1,5 мкг/л, кобальта – 1,10 мкг/л, остальные ТМ находились ниже предела обнаружения. В водах оз. Голубое содержание ТМ составило: цинка – от 2,4 до 2,45 мкг/л, никеля – от 2,15 до 2,2 мкг/л, кобальта – от 1,1 до 1,15 мкг/л. Концентрации железа, марганца, меди, свинца, кадмия, хрома, ртути, мышьяка и олова не достигали уровня чувствительности используемого метода анализа.

Анализ проб речных вод выявил следующие максимальные содержания ТМ: марганца – 1130 мкг/л (средняя концентрация 1045 мкг/л), цинка – 2,4 мкг/л (средняя концентрация 2,35 мкг/л), никеля – 31 мкг/л (средняя концентрация 20,5 мкг/л), кобальта – 7,9 мкг/л (средняя концентрация 6,9 мкг/л). Концентрации железа, меди, свинца, кадмия, хрома, ртути, мышьяка и олова находились ниже пределов обнаружения. В водах р. Грендалсэльва были отмечены превышения ПДК по марганцу (до 11,3 ПДК). Содержание остальных нормируемых показателей составляло десятые, сотые и тысячные доли ПДК, установленных российскими гигиеническими нормативами.

Исследования поверхностных вод озера Биенда-Стемме и Голубое в периоды наблюдений в 2017 г. не выявили превышения российских гигиенических нормативов и ПДК, а также нормативов качества воды, установленных в странах ЕС. Таким образом, с точки зрения санитарно-химических требований воды озера Биенда-Стемме и Голубое могут использоваться для целей хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования без дополнительной водоподготовки.

За весенний период наблюдений 2017 г. в водах оз. Биенда-Стемме были отмечены превышения ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов по содержанию цинка (до 1,1 ПДК) и меди (до 2,5 ПДК). За летне-осенний период наблюдений превышений ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов не было зафиксировано. В водах р. Грендалсэльва были отмечены превышения ПДК марганца (до 11,3 ПДК), никеля (до 3,1 ПДК) и ХПК (до 1,27 ПДК). Превышений ПДК гидрохимических параметров и содержания остальных ЗВ в водах реки не было установлено. В оз. Голубое не было зафиксировано ни одного превышения ПДК для исследуемых гидрохимических параметров и загрязняющих веществ.

В соответствии с принятой классификацией вод по индексу УКИЗВ воды оз. Биенда-Стемме в весенний и летне-осенний периоды наблюдений 2017 г., а также воды оз. Голубое классифицировались как «условно чистые». Вода р. Грендалсэльва в 2017 г. классифицировалась как «загрязненная».

Донные отложения

В донных отложениях обследованных частей акваторий заливов Гренфьорд и Биллефьорд, а также водоемов суши (оз. Голубое, оз. Биенда-Стемме и р. Грендалсэльва) проводилось определение содержания загрязняющих веществ: НУ, НАУ, ПАУ, фенолов, ТМ и ХОС.

Суммарное содержание НУ изменялось в пределах 76-89 мкг/г для морских донных отложений залива Гренфьорд; от <50 до 50 мкг/г для речных донных отложений; 90 мкг/г для донных отложений оз. Биенда-Стемме. Содержания НУ в донных отложениях залива Биллефьорд и оз. Голубое находились ниже пределов обнаружения.

Концентрации НАУ и фенолов в морских отложениях и донных отложениях суши находились ниже предела чувствительности применявшегося аналитического метода, что не позволило их надежно идентифицировать.

Из определяемых ПАУ в донных отложениях прибрежной части залива Гренфьорд были обнаружены все соединения, кроме бенз(к)флуорантена, а в заливе Биллефьорд – все, кроме аценафтена. В донных отложениях оз. Биенда-Стемме были идентифицированы все из контролируемых соединений ПАУ, за исключением аценафтена и дибенз(а,һ)антрацена; в донных отложениях оз. Голубое – все, кроме аценафтена и антрацена; в отложениях р. Грендалсэльва были обнаружены все соединения, кроме дибенз(а,һ)антрацена.

В 2017 г. среднее суммарное содержание соединений группы ПАУ в донных отложениях оз. Биенда-Стемме составило 480 нг/г, оз. Голубое – 233 нг/г, р. Грендалсэльва – 659 нг/г, залива Гренфьорд – 2527 нг/г, залива Биллефьорд – 446 нг/г.

Из контролируемых ХОС в пробах донных отложений было зафиксировано наличие полихлорбензолов, пестицидов групп ДДТ и ПХБ. Из контролируемых индивидуальных ПХБ в морских донных отложениях были обнаружены 13 конгенов, в речных – 8, в озерных – 15 и 13 (озера Биенда-Стемме и Голубое соответственно). Максимальные значения концентраций ХОС в морских и пресноводных донных отложениях приведены в табл. 4.23. Содержание полихлорциклодиенов и соединений группы ГХЦГ в морских и пресноводных донных отложениях не превышало предела обнаружения (<0,05 нг/г).

Таблица 4.23. Максимальные концентрации ХОС в донных отложениях, нг/г

показатель	оз. Биенда-Стемме	оз. Голубое	р. Грендалсэльва	зал. Биллефьорд	зал. Гренфьорд
сумма хлорбензолов	0,65	0,2	0,11	0,15	0,48
сумма ДДТ	4,75	0,99	0,13	0,85	3,57
сумма ПХБ	718	75,1	1,84	21,5	158

В донных отложениях залива Гренфьорд превышение ДК было отмечено для суммарных НУ до 1,78 ДК; суммы ПАУ – 2,53 ДК; суммы ДДТ – до 1,43 ДК; ПХБ – до 7,89 ДК; остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК. Превышение ДК в донных отложениях залива Биллефьорд отмечено для суммы ПХБ до 1,1 ДК, остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК. В донных отложениях р. Грендалсэльва были однократно зафиксированы значения, достигающие 1 ДК по содержанию НУ и никеля, остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК. В донных отложениях оз. Биенда-Стемме превышение содержания ЗВ было отмечено для НУ (1,84 ДК), цинка (1,21 ДК), меди (2,44 ДК), никеля (1,43 ДК), суммы ДДТ (1,9 ДК) и суммы ПХБ (35,9 ДК). В донных отложениях оз. Голубое превышение ДК было зафиксировано для суммы ПХБ до 3,8 ДК, остальные нормируемые показатели ЗВ не превышали ДК. Во всех случаях зафиксированные превышения ДК в донных отложениях не достигали уровня вмешательства.

Речные, озерные и морские донные отложения характеризуются «умеренной» степенью загрязнения бенз/а/пиреном (менее 20-30 нг/г). Однако максимальное значение бенз/а/пирена в донных отложениях залива Гренфьорд достигало 40 нг/г, что свидетельствует о «значительной» степени загрязнения бенз/а/пиреном. Источником загрязнения донных отложений устья реки, по-видимому, являются выходы на поверхность горных выработок рудника «Баренцбург» и отвалы содержащей уголь породы, расположенные на террасе правого склона долины Грендален.

В целом вклад техногенной составляющей в формирование уровней концентрации загрязняющих веществ в донных отложениях заливов Гренфьорд и Биллефьорд существенен, так как отмечается повсеместное загрязнение отложений НУ, пестицидами ДДТ и ПХБ.

Почвы

В почвах территории поселков Баренцбург и Пирамида, а также их окрестностей проводилось определение содержания нефтяных углеводородов (НУ), неполярных алифатических углеводородов (НАУ), летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), полициклических ароматических углеводородов (ПАУ), тяжелых металлов (ТМ) и хлорорганических соединений (ХОС). Интервалы и средние значения концентраций загрязняющих веществ приведены в табл. 4.24.

Таблица 4.24. Диапазон и средние значения концентраций загрязняющих веществ в пробах почвы в 2017 г.

Показатель	пос. Баренцбург и окрестности		пос. Пирамида и окрестности	
	Интервал	Среднее	Интервал	Среднее
Суммарные НУ, мкг/г	<50 - 450	103	<50 - 200	56,6
Сумма НАУ (C ₁₅ -C ₃₁), мкг/г	<0,1	<0,1	<0,1	<0,1
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нг/г				
Нафталин	7,9 - 950	161	19 - 64	38
Аценафтилен	<1,2	-	<1,2	-
Аценафтен	<1,2 - 4,5	0,25	2,8 - 10,5	5,39
Флуорен	3,4 - 190	55,7	4 - 35	11,8
Фенантрен	31 - 1800	493	45 - 350	133
Антрацен	<1,2 - 150	22,5	0,4 - 13	4,74
Флуорантен	4,5 - 900	225	51 - 158	87,7
Пирен	6 - 540	140	10,5 - 111	42,9
Бенз(а)антрацен	<1,2 - 1400	189	12 - 27	18,6
Хризен	11 - 680	178	18 - 120	48,3
Бенз(б)флуорантен+перилен	8 - 590	136	11 - 71	38,4
Бенз(к)флуорантен	<1,2 - 120	25	1,9 - 18	6,33
Бенз(а)пирен	<1,2 - 150	24,5	4 - 19	8,96
Дибенз(а,һ)/антрацен	<1,2 - 24	4,33	0,8 - 3,1	1,63
Бенз(ɡ, Һ, і)перилен	3,9 - 120	35,1	6,2 - 80	26,4
Индено(1,2,3- cd)пирен	<1,2 - 47	11,5	4,7 - 19,8	10,3

Сумма ПАУ	107,9	-	6743	1701	253	-	996	483
Тяжелые металлы, мкг/г								
Железо	22000	-	70000	29714	9500	-	37000	21719
Марганец	100	-	2000	348	220	-	620	318
Цинк	38	-	75	55,5	23	-	150	74,5
Медь	12	-	45	18,4	7	-	35	21,7
Никель	14	-	45	22	11	-	41	27,5
Кобальт	6,1	-	28	10,4	3,9	-	14	9,73
Свинец	7,2	-	48	16,7	7,4	-	41	15,1
Кадмий	<0,05	-	0,53	0,12	<0,05	-	0,23	0,1
Хром	15	-	51	35,3	15	-	41	30,8
Ртуть	0,012	-	0,176	0,061	0,004	-	0,057	0,028
Мышьяк	7	-	110	15,1	1,8	-	8,3	4,1
Хлорорганические соединения, нг/г								
Сумма хлорбензолов*	<0,1	-	2,51	0,63	<0,1	-	1,2	0,31
Сумма ГХЦГ*	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	-
Сумма ДДТ*	<0,1	-	6,61	0,86	<0,1	-	5,97	1,18
Сумма ПХЦД*	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	-
Сумма ПХБ*	0,2	-	554	66,4	1,82	-	952	159
Летучие ароматические углеводороды, нг/г								
Бензол	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1
Толуол	<0,1	-	<0,1	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1
Сумма пара- и мета-ксилолов	<0,1	-	0,21	<0,1	<0,1	-	0,2	<0,1
Орто-ксилол	<0,1	-	0,3	<0,1	<0,1	-	0,12	<0,1
Сумма ЛАУ	<0,1	-	0,61	<0,1	<0,1	-	<0,1	<0,1

* Примечания:

Сумма хлорбензолов - сумма пентахлорбензола и гексахлорбензола;

Сумма ГХЦГ - сумма концентраций α -, β - и γ - изомеров ГХЦГ;

Сумма ДДТ - сумма концентраций 2.2 ДДЕ, 4.4 ДДЕ, 2.4 ДДД, 4.4 ДДД, 2.4 ДДТ, 4.4 ДДТ;

Сумма ПХБ - сумма концентраций конгенов #28, #31, #52, #99, #101, #105, #118, #128, #138, #153, #156, #170, #180, #183, #187.

На территории расположения пос. Баренцбург в период проведения обследования в почвах наблюдались превышения ПДК/ДК по суммарному содержанию НУ (до 4,8 ДК), сумме ПАУ - до 2,43 ДК и бенз/а/пирена до 3,1 ПДК, по суммарному содержанию ПХБ (до 9,23 ПДК), по содержанию мышьяка (до 6 ПДК) и свинца (1,5 ДК). В почвах на территории фонового мониторинга в окрестностях пос. Баренцбург наблюдались превышения ПДК/ДК по суммарному содержанию НУ (до 4,2 ДК), сумме ПАУ (до 3,68 ДК) и бенз/а/пирена (до 3,9 ПДК), по содержанию свинца (до 1,31 ПДК), никеля (до 1,29 ПДК), кобальта (1,4 ДК) и марганца (до 1,33 ПДК). Наибольший вклад в загрязнение территории фонового мониторинга вносит мышьяк, концентрация которого в 2017 г. достигла 55 ПДК в районе мыса Дрессельхус. Однако, в целом фоновые территории отличались низкими концентрациями ЗВ в почвенном покрове.

В районе расположения пос. Пирамида в период проведения обследования в пробах почв наблюдались превышения ПДК/ДК по суммарному содержанию НУ (до 4 ДК) и ПХБ (до 15,9 ПДК), по содержанию мышьяка (до 2,3 ПДК), свинца (1,28 ДК) и никеля (до 1,17 ДК).

В пробах почв, отобранных в районе оз. Голубое и на фоновой территории, наблюдались превышения ПДК/ДК по суммарному содержанию НУ (до 1,1 ДК), по содержанию никеля (до 1,03 ПДК) и мышьяка (до 4,15 ДК). В целом фоновые территории отличались низкими концентрациями ЗВ в почвенном покрове.

Проведенный анализ показал, что основной вклад в загрязнение почв поселков Баренцбург и Пирамида вносят: мышьяк, НУ, ПХБ, никель, свинец; в пос. Баренцбург дополнительно - бенз/а/пирен, суммарные ПАУ, медь и кобальт.

Согласно МУ 2.1.7.730-99 бенз/а/пирен и мышьяк являются загрязняющими веществами первого класса опасности. Для неорганических и органических ЗВ предусмотрены разные критерии оценки степени загрязненности почв. Почвы с концентрациями бенз/а/пирена от 1 до 2 ПДК, согласно этому нормативному документу, относятся к «слабой» категории загрязнения, от 2 до 5 ПДК к «сильной» категории и при загрязнении выше 5 ПДК - к «очень сильной». Почвы пос. Баренцбург в районе расположения вертолетной площадки классифицируются как «очень сильно загрязненные», максимальное содержание бенз/а/пирена в почве данного района варьировалось на уровне 7-7,5 ПДК. Содержание бенз/а/пирена в почвах на восточном склоне горы Стурхеда достигало уровня 3,9 ПДК; на территории пос. Баренцбург в районе расположения консульства - 2,05-3,1 ПДК, что позволяет отнести почвы этих районов к «сильной» категории загрязнения. В районе расположения склада строительных материалов севернее пос. Баренцбург содержание бенз/а/пирена варьировалось в пределах 1,3-1,45 ПДК, что соответствует «слабой» категории загрязнения почв. Максимальное содержание бенз/а/пирена в почвах пос. Пирамида составляло 0,95 ПДК, следовательно, данные почвы почти не загрязнены бенз/а/пиреном.

Почвы с содержанием мышьяка от фоновых значений до ПДК относятся к «слабо загрязненным», от ПДК до 15 мкг/г и выше - к «очень сильно загрязненным». Максимальная концентрация мышьяка в почве в окрестностях пос. Баренцбург была зафиксирована в районе мыса Дрессельхус и достигала величины 110 мкг/г (55 ПДК) при средней концентрации мышьяка на всей обследованной территории, включая фоновый полигон, - 15,1 мкг/г (7,6 ПДК). Максимальная концентрация мышьяка в почве в окрестностях пос. Пирамида наблюдалась в районе оз. Голубое и составляла 8,3 мкг/г (4,15 ПДК) при средней концентрации мышьяка на всей обследованной территории 4,1 мкг/г (2,05 ПДК). Следовательно, почвы поселков Баренцбург и Пирамида и их окрестностей относятся к «очень сильно загрязненным».

Для отобранных проб почвы были рассчитаны суммарные показатели химического загрязнения Z_c по тем загрязняющим веществам, концентрации которых превышали установленные ПДК. На основании комплексной оценки степени загрязненности почв по показателю Z_c на территории поселков Баренцбург, Пирамида и их окрестностей выявлены районы с уровнем загрязнения почв:

- умеренно опасным по содержанию НУ, бенз/а/пирена и суммарных ПАУ, суммарному содержанию ПХБ и концентрации меди, никеля и мышьяка - в районе вертолетной площадки пос. Баренцбург и в районе складов пос. Пирамида;
- допустимой степени загрязнения по содержанию НУ, суммарному содержанию ПХБ и ПАУ, концентрации бенз/а/пирена, марганца, кобальта, меди, никеля, свинца и мышьяка - на остальной территории.

Сопоставление с характером загрязнения почвенного покрова в 2013-2016 гг. показывает на снижение уровней загрязнения почвы в районе пос. Баренцбург и его окрестностях при росте загрязненности почв на фоновых территориях и в районе вертолетной площадки (рис. 4.61).

Концентрации практически всех определяемых загрязняющих веществ в почвах, отобранных на территории фонового мониторинга, по данным опубликованных зарубежных исследований соответствовали уровням их содержания в других фоновых районах Арктики.

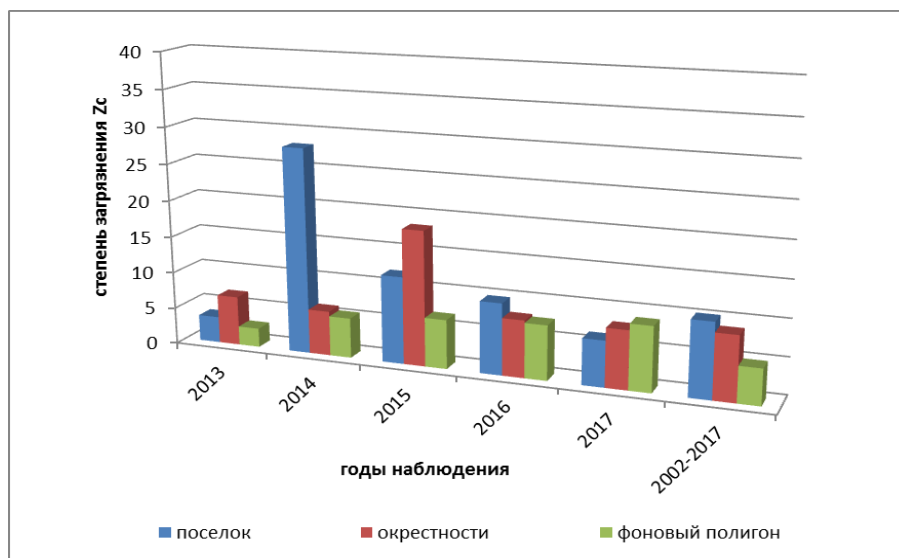


Рис. 4.61. Межгодовая изменчивость суммарного показателя химического загрязнения Z_c в районе пос. Баренцбург, его окрестностях и фоновых территориях в период 2013-2017 гг. и осредненные значения за 2002-2017 гг.

Почвенные воды

В летний период были обследованы почвенные воды в районе поселков Баренцбург и Пирамида. В 2017 г. проводилось определение основных гидрохимических параметров (окислительно-восстановительного потенциала (Eh); водородного показателя (pH); щелочности; биохимического и химического потребления кислорода); содержания компонентов минерального состава (сероводорода и сульфидов, кремния силикатного); содержания соединений азота и фосфора (нитритного, нитратного и аммонийного азота, фосфатного и общего фосфора); концентраций загрязняющих веществ (ТМ; ПАУ; НУ; НАУ ($C_{15}-C_{31}$); индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов); СПАВ; ХОС, включая ПХБ.

Интервалы и средние значения концентраций НУ и ПАУ приведены в табл. 4.25. Из контролируемых ПАУ в почвенных водах поселков Баренцбург и Пирамида были зафиксированы 5 индивидуальных ПАУ: нафталин, флуорен, аценафтен, фенантрен и пирен. Концентрации остальных ПАУ находились ниже уровня обнаружения. Нафталин и флуорен были отмечены во всех отобранных пробах, фенантрен - в 88% проб. Наибольшие значения суммы ПАУ в почвенных водах были отмечены в районе свалки бытовых отходов пос. Баренцбург и в районе вертолетной площадки пос. Пирамида.

Таблица 4.25. Диапазон и средние значения концентраций некоторых загрязняющих веществ в почвенных водах в 2017 г.

Показатель	пос. Баренцбург и окрестности				пос. Пирамида и окрестности			
	Интервал		Среднее		Интервал		Среднее	
НУ, мкг/л	2,5-147		7,1		2,5-5,1		4,23	
Полициклические ароматические углеводороды (ПАУ), нг/г								
Антрацен		-		-		11*		
Аценафтен		5		-		3*;	30*	
Нафталин	5	-	10	7,6	3	-	8	5,53
Пирен	4,08			-	4			-
Фенантрен	<1	-	8	2,8	1	-	134	45,7
Флуорен	2	-	9	4,2	2	-	59	22
Сумма ПАУ	8	-	34	16,4	6	-	246	86

* данные единичных проб

СПАВ были зафиксированы в почвенных водах в районе пос. Баренцбург, их среднее содержание составляло 29,8 мкг/л. В районе пос. Пирамида содержание СПАВ в почвенных водах изменялось от 10,5 до 15 мкг/л.

Из контролируемых ХОС в почвенных водах в период наблюдений было зафиксировано наличие соединений групп ГХЦГ, ДДТ и ПХБ. Суммы изомеров ГХЦГ достигали значений 0,15 нг/л в районе пос. Баренцбург и 0,43 нг/л в

районе пос. Пирамида; суммы изомеров ДДТ - 0,24 нг/л в районе пос. Баренцбург и 0,42 нг/л в районе пос. Пирамида.

Из контролируемых ПХБ содержание конгенеров #31, #28, #128, #156, #180, #183, #187 не было отмечено ни в одной исследованной пробе почвенных вод. Наибольшие зафиксированные концентрации индивидуальных конгенеров ПХБ составили: для #118 - 0,85 нг/л, #101 - 0,57 нг/л в районе пос. Баренцбург; для #153 - 0,75 нг/л, #101 - 1,22 нг/л в районе пос. Пирамида. Максимальное суммарное содержание ПХБ достигало 3,34 нг/л в районе свалки бытовых отходов пос. Баренцбург и 2,49 нг/л в районе отвалов пос. Пирамида.

Наибольшее загрязнение ТМ по содержанию в почвенных водах цинка, никеля и кобальта было обнаружено в районе р. Грендалсэльва. Превышение установленных допустимых концентраций (ДК) и уровней вмешательства (УВ) составляло: для цинка - до 6 ДК, никеля - до 46 ДК и 9,2 УВ, кобальта - до 14,5 ДК и 2,9 УВ. Содержание остальных ТМ составляло десятки и сотые доли ДК. Для почвенных вод в районе расположения пос. Пирамида превышение ДК, установленных «голландскими листами» (Neue Niederlandische Liste), было отмечено для фенантрена до 6,7 ДК в районе вертолетной площадки пос. Пирамида. По другим нормируемым показателям превышений не было установлено. На остальной территории как фоновое, так и локального мониторинга концентрации ТМ в почвенных водах находились на уровнях, характерных для грунтовых и поверхностных вод арктических территорий в районах добычи угля.

Концентрации ЗВ в почвенных водах в бассейне оз. Биенда-Стемме, которое обеспечивает водоснабжение поселка, соответствуют допустимому уровню загрязнения в соответствии с зарубежными нормами и санитарно-гигиеническими критериями. Содержание ТМ, соединений ПАУ и ЛАУ в почвенных водах района озера составляло сотые и тысячные доли ПДК и ДК.

Таким образом, согласно критериям санитарно-гигиенической оценки опасности загрязнения питьевой воды и источников водоснабжения химическими веществами, состояние почвенных вод обследованных районов соответствует «относительно удовлетворительной ситуации».

В целом химический состав почвенных вод является характерным для верхнего деятельного слоя вод урбанизированных районов, одним из основных источником питания которых являются атмосферные осадки с заметным содержанием загрязняющих веществ.

Растительный покров

В растительном покрове территорий в районах расположения поселков Баренцбург и Пирамида проводилось определение ПАУ, ХОС (включая ПХБ) и ТМ. Учитывая, что наиболее представительными видами растительности, встречающимися на всех выбранных площадках, являются мхи и сосудистые растения, ниже приводятся сведения об уровнях содержания ЗВ, определенных для этих растений.

Уровни загрязнения растительного покрова изучаемого региона обусловлены несколькими факторами. Из-за отсутствия развитой корневой системы содержание ЗВ во мхах в значительной степени зависит от химического состава атмосферных осадков. В силу своего приземного расположения, а также благодаря большой поверхности, мхи способны аккумулировать большое количество пыли и атмосферных аэрозолей. Таким образом, загрязнение мхов в большей степени зависит от загрязнения атмосферного воздуха. В то же время содержание загрязняющих веществ в сосудистых растениях, прежде всего, определяется их концентрациями в почве и почвенных водах.

Максимальные суммарные концентрации ПАУ для мхов были зафиксированы в районе расположения склада стройматериалов в пос. Баренцбург и складов в пос. Пирамида, а для сосудистых растений - возле склада горношахтного оборудования (район отвала №1) в пос. Баренцбург и в районе оз. Голубое в окрестностях пос. Пирамида.

Наибольшие суммарные концентрации ХОС для мхов были отмечены в районе порта пос. Пирамида, а для сосудистых растений - в окрестностях оз. Голубое. На территории вертолетной площадки пос. Баренцбург максимальные суммарные концентрации ХОС наблюдались как для мхов, так и для сосудистых растений.

В растительности района пос. Баренцбург были зафиксированы все контролируемые ТМ, кроме олова, концентрации которого не превышали предела обнаружения (<0,1 мкг/г) в образцах мха и сосудистых растений. В растительности района пос. Пирамида были зафиксированы все контролируемые ТМ, кроме кадмия и олова, концентрации которых не превышали предела обнаружения (<0,2 и <0,1 мкг/г соответственно) в образцах мха и сосудистых растений, а также кобальта и мышьяка (<0,5 и <0,1 мкг/кг соответственно) в образцах сосудистых растений. Железо, марганец, цинк, медь, хром и ртуть были идентифицированы во всех образцах мхов и сосудистых растений.

В целом относительно более высокие концентрации практически всех загрязняющих веществ были отмечены для мхов, более низкие - для сосудистых растений. Содержание никеля во мхах выше, чем в сосудистых растениях в 1,4 и 10 раз, свинца - в 4,9 и 32 раза, хрома - в 2,8 и 4,8 раза, железа - в 7,7 и 18 раз, меди - в 2,6 и 2,8 раза (в поселках Баренцбург и Пирамида соответственно), кадмия - в 11 раз (пос. Баренцбург). Суммарные концентрации ПАУ во мхах выше, чем в сосудистых растениях в среднем в 1,9 (пос. Баренцбург) и 4,2 (пос. Пирамида) раза, хлорбензолов - в 10 раз (пос. Баренцбург), суммы ДДТ - в 2,5 раза (пос. Пирамида), и суммы ПХБ - в 3,7 и 5,7 раз (в поселках Баренцбург и Пирамида соответственно).

Уровни содержания ХОС в растительности исследуемого района были выше, чем в растительности фоновых арктических регионов. Максимальная концентрация суммы ПХБ во мхах пос. Баренцбург превышала фоновое значение в 55,5 раз, среднее в 10,1 раза; суммы ДДТ - в 2,7 раза; суммы полихлорбензолов - в 61,6 раза (среднее в 5,4 раза). Схожие превышения были отмечены и для сосудистых растений: максимальные для суммы ПХБ - в 14,1 раза (среднее в 4,2 раза); для суммы ДДТ - в 7,5 раз, среднее - в 2 раза; суммы полихлорбензолов - в 3 раза (среднее в 1,3 раза).

В пос. Пирамида максимальная концентрация суммы ПХБ во мхах превышала фоновое значение в 39,1 раз, среднее в 14,2 раза; суммы ДДТ - в 2,4 раза. Схожие превышения были отмечены для сосудистых растений: максимальные для суммы ПХБ - в 13,2 раза (среднее в 3,9 раза); для суммы ДДТ - в 1,5 раза; суммы полихлорбензолов - в 25,5 раз (среднее в 3,8 раза).

Уровни содержания ПАУ, а также ТМ (свинца и кадмия) в растительности обследованной территории были выше фоновых значений, характерных для других районов Арктики. В растительном покрове района склада стройматериалов пос. Баренцбург были отмечены повышенные концентрации ПАУ, превышающие фоновые в 22,3 раза для мхов и в 13 раз для сосудистых растений. На восточном склоне горы Стурхеда содержание свинца превышало фоновые значения в 120 раз для сосудистых растений и в 2 раза для мхов. В районе р. Грендалсэльва были зафиксированы концентрации кадмия, превышающие фоновые в 31 раз для сосудистых растений и в 2,8 раз для мхов. В растительном покрове территории порта пос. Пирамида содержание свинца превышало фоновые значения в 2,5 раза для мхов и в 31 раз для сосудистых растений. Максимальное содержание суммы ПАУ во мхах превышало фоновое значение в 20,3 раза (среднее в 5,7 раз), а в сосудистых растениях в 7,4 раз (среднее в 2,8 раза). Полученные данные свидетельствуют о существующем локальном загрязнении в этих районах.

Уровни содержания кадмия, а также сумм ГХГЦ и ПХЦД в растительном покрове исследуемых территорий не превышали фоновые значения, характерные для арктических регионов.

Таким образом, доминирующими группами загрязняющих веществ в растительном покрове обследованных районов являются ХОС, из которых следует особо выделить суммы ПХБ и ДДТ, концентрации которых в наибольшей степени превосходят известные фоновые уровни содержания данных веществ в растительном покрове. В отдельных районах были отмечены значительные превышения фоновых уровней по содержанию суммы ПАУ и свинца.

Многолетние наблюдения за характером загрязненности растительного покрова, выполненные в период 2013-2017 гг., показали, что доминирующими группами загрязняющих веществ являются ХОС (ПХБ, ХБ и ДДТ), также ПАУ и свинец. Однако содержание ХОС, в частности ДДТ, имеет тенденцию к уменьшению (рис. 4.62).

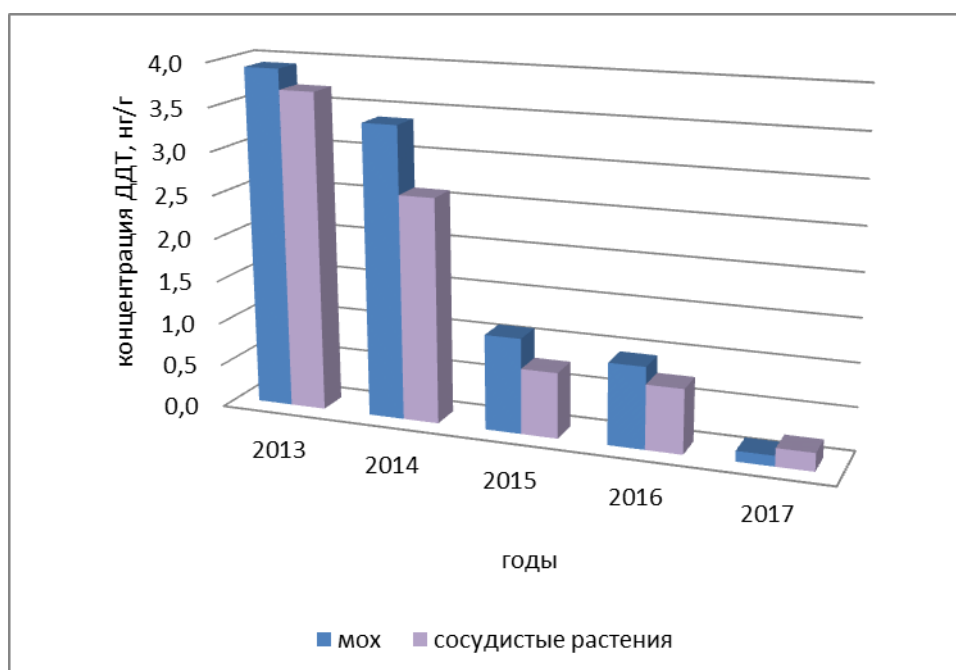


Рис. 4.62. Изменение средних концентраций ПХБ в растительности за период 2013-2017 гг.

Заклучение

Подразделениями Росгидромета в 2017 году также, как и на протяжении ряда десятилетий, проводились регулярные наблюдения за параметрами абиотической составляющей природной среды, гелиогеофизической и радиационной обстановкой, работы по оперативному выявлению последствий техногенных аварий, а также высоких уровней загрязнения, обусловленных другими причинами.

Анализ данных мониторинга загрязнения окружающей среды проводится с учетом климатических особенностей и антропогенной нагрузки на территории России.

По различным характеристикам солнечной активности весь период с 2007 г. по настоящее время можно рассматривать как аномальный, включая как рекордно глубокий минимум в начале этого периода, так и один из самых низких среди наблюдавшихся максимумов 11-летних солнечных циклов.

Учитывая продолжающийся рост внимания Всемирной метеорологической организации (WMO) к поискам связи солнечной активности с климатом, аномальный по уровню активности период 24 солнечного цикла может стать важным источником пополнения базы данных для этих исследований.

Гелиогеофизическая служба в 2017 г. выпустила 48 предупреждений о неблагоприятных гелиогеофизических условиях (PRESTO): 26 – о возмущениях магнитного поля Земли; 10 – о регистрации мощных вспышек на видимом диске Солнца; 12 – о вторжении потоков протонов солнечных космических лучей в околоземное космическое пространство.

В 2017 г. в целом на территории РФ отмечалось 907 опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), включая агрометеорологические и гидрологические, что на 17% ОЯ меньше, чем в рекордном 2008 г. и на 8% ОЯ меньше, чем в 2016 г. По количеству ОЯ (378 случаев), нанесших значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения, 2017 г. стал девятым за последние 22 года и, таким образом, был не самым сложным в плане опасных явлений. Из наиболее значительных по нанесенному ущербу были: аномально холодная погода, отмечавшаяся в январе в ряде регионов; авария на линиях электропередач в г. Вологда; очень сильный ветер в Свердловской, Челябинской и Курганской областях; крупный град в Алтайском крае; очень сильный дождь в Приморском крае. По сравнению с 2016 г. количество зарегистрированных метеорологических ОЯ и комплексов неблагоприятных метеорологических явлений (КМЯ) в 2017 г. в целом по России уменьшилось на 37 случаев и составило 553 случая: в Сибирском и Дальневосточном федеральных округах увеличилось почти на 30%, а в остальных федеральных округах уменьшилось на 7-32%. Из всех опасных метеорологических явлений 73% пришлось на сильные осадки, сильный ветер, КМЯ и заморозки. Максимальное количество (146 случаев) всех ОЯ и КМЯ, связанных в основном с сильным ветром, было зафиксировано на территории Сибирского федерального округа.

2017 год был очень теплым: 4-й в ряду с 1936 г. Средняя по РФ аномалия температуры составила $+2.02^{\circ}\text{C}$ (базовый период 1961-90 гг.). Доля площади, занятая положительными экстремумами была 14.3%.

Рекордно теплой в 2017 г. была весна. Положительные аномалии наблюдались всюду. Экстремально тепло было зимой в Дальневосточном (аномалия: $+2.94^{\circ}\text{C}$) и летом – в Сибирском ($+1.53^{\circ}\text{C}$) федеральных округах; осенью – на северо-востоке страны.

Необычным для последних десятилетий явился продолжительный холод на Европейской территории России (ЕТР) в конце весны – начале лета: в мае – на ЕТР (самый холодный май с 2000 г.) и западной части Западной Сибири, в июне – на ЕТР, аномалия составила -1.44°C (8-я минимальная величина в ряду), в июле – в Центральном и Приволжском федеральных округах.

Потепление продолжается на всей территории России в целом за год и во все сезоны. Скорость роста осредненной по России среднегодовой температуры составила 0.46°C за 10 лет.

В 2017 г. средняя по России годовая сумма осадков составила 111% нормы – вторая величина в ряду наблюдений с 1936 г. после рекордного 2013 г. (112%). Наибольшее количество осадков выпало на ЕТР (115%), в Средней (116%) и Восточной Сибири (114%).

Избыток осадков преобладал во все сезоны. Весной в целом по РФ выпало 119% сезонной нормы: в Средней Сибири был достигнут исторический максимум – 137%. Области с дефицитом осадков наблюдались также во все сезоны, особенно сильный дефицит (40%-80% нормы) наблюдался весной на Чукотке.

Средняя скорость роста сумм осадков в целом по территории России составляет за 1976-2017 гг. 2.2% за 10 лет. Рост осадков происходит во все сезоны, наиболее значительный рост сезонных сумм осадков наблюдается весной ($6.0\%/10$ лет). Следует отметить продолжающуюся тенденцию убывания летних осадков на ЕТР: $4\%/10$ лет – в Центральном и Приволжском, $4.6\%/10$ лет – в Южном федеральных округах.

Первый снег зимой 2016-2017 гг. на ЕТР выпал позже среднеклиматических сроков на 10-20 дней в северных областях, на Верхней Волге и Среднем Урале, а в западных и южных областях – на 10-20 дней раньше. На АТР раньше обычных сроков снег появился на юге Сибири, Якутии, на северном побережье Охотского моря, тихоокеанском побережье Чукотки, северных районах Камчатского края, в Приморье и на юге Сахалина. В северных и северо-восточных районах АТР из-за теплого октября первый снег выпал позже климатических сроков. Более позднее появление первого снега отмечалось также в Таймырском и Эвенкийском муниципальных районах Красноярского края, в Республике Алтай, бассейне Колымы и южных районах Хабаровского края.

В большинстве бассейнов рек ЕТР запасы воды в снежном покрове превышали норму: в целом в бассейне р. Волги запас воды в снежном покрове составил 123% нормы, в бассейне р. Дон выше Цимлянского водохранилища – 145% нормы. Меньше нормы снегозапасы были в бассейнах восточного притока р. Дон – р. Медведицы (80% нормы) и р. Нарвы (31% нормы). В Сибири запасы воды в снеге превышали норму на Верхней Оби и в бассейнах рек: Тобол (150-160% нормы), Верхний Енисей (130-145%), Колыма (120-200% нормы), – а в бассейне рр. Ангары, Лены и оз. Байкал они были близки к норме. По сравнению с прошлым годом запасы воды в бассейнах рек и водохранилищ Сибири были меньше на 5-20%.

Водные ресурсы Российской Федерации в 2017 г. составили 4681,5 км³, превысив среднее многолетнее значение на 9,9%. Большая часть этого объема – 4468,5 км³ – сформировалась в пределах России, и 213,0 км³ воды поступило с территорий сопредельных государств.

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

Водные ресурсы бассейнов крупнейших рек России (наблюденный годовой сток рек) в 2017 г. в большинстве случаев значительно отличались от средних многолетних значений, как в положительную, так и в отрицательную сторону.

Снижение речного стока отмечается для крупных и крупнейших рек: Дон, Кубань, Терек, Енисей и Амур. На остальных крупнейших реках с разной степенью отклонения от среднего многолетнего значения наблюдалось превышение речного стока. Следует отметить годовое изменение запасов воды в оз. Байкал (снижение на 5,05 км³).

Оценки антропогенных выбросов и абсорбции (поглощения) парниковых газов (ПГ), не регулируемых Монреальским протоколом, на территории Российской Федерации получены методами расчетного мониторинга. Распределение выбросов по секторам МГЭИК за период с 2012 г. не претерпело существенных изменений. Доминирующую роль продолжает играть энергетический сектор. Практически не изменились вклады промышленности и сельского хозяйства. Выбросы, связанные с обращением с отходами производства и потребления, демонстрируют непрерывный рост, вследствие чего доля сектора «Отходы» в совокупном выбросе заметно увеличилась.

В 2017 г. продолжается рост концентраций CO₂ и CH₄ в приземном слое атмосферы на фоновых станциях Териберка (Кольский полуостров, побережье Баренцева моря) и Тикси (Арктическое побережье, море Лаптевых, залив Сого). Повышение концентраций над фоновым уровнем в работе источников по данным станций Воейково (пригород Санкт-Петербурга) и Новый порт (полуостров Ямал, берег Обской губы) не выходит за пределы многолетних колебаний. Следует отметить, что концентрации CH₄ в г. Санкт-Петербург уменьшились почти в 2 раза по сравнению со средним значением за последние 18 лет.

Практически на всех 10 фоновых станциях (раздел 2.3.1.) прослеживается тенденция снижения среднегодовых значений оптической плотности атмосферы за период с 2008 по 2017 гг.

Кардинальных изменений градиента потенциала электрического поля атмосферы на фоновых станциях Воейково (Ленинградская область), Верхнее Дуброво (Свердловская область) и Южно-Сахалинск (Сахалинская область) не произошло в 2017 г.

Уровень общего содержания озона (ОСО) практически над всей территорией России в течение 2017 г. был несколько ниже среднемноголетних значений за 1974-1984 гг., как и в 2016 г. Аномалии в формировании поля ОСО в рассматриваемом году полностью соответствовали особенностям общей циркуляции атмосферы Северного полушария.

В 2017 г. также, как и в предыдущие годы, на территории РФ действует 11 станций фонового мониторинга (раздел 2.3.4), входящих в качестве региональных в состав сети Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО. По данным наблюдений на станциях анализируется содержание отдельных ионов, минерализация, удельная электропроводность и величина pH. В осадках практически всех станций за исключением Усть-Вымь (республика Коми) и Шаджатмаз (Карачаево-Черкесская Республика) наибольший вклад в минерализацию вносили сульфат-ионы. Для горных станций характерно повышенное содержание азотосодержащих соединений. Средние за год значения кислотности (pH) были близки или несколько превышали нейтральное значение порядка 5,6.

В 2017 году по сравнению с периодом 2013-2016 гг. доля осадков с минерализацией, меньше или равной 15 мг/л (региональный фон), возросла во всех округах, кроме Центрального. Кислотность по pH на уровне года во всех округах была сдвинута в сторону щелочности. Практически на всей территории России кислотность снежного покрова была в пределах 5,0 < pH < 6,5, т.е. близка к нейтральной либо слабощелочной, что практически свидетельствует об отсутствии закисления снежного покрова.

Результаты наблюдений специализированных сетей КФМ Росгидромета и трансграничного мониторинга загрязнения атмосферы (в рамках многолетних международных программ), расположенных в биосферных заповедниках, обеспечивают наиболее объективные оценки содержания загрязняющих веществ в различных природных средах и регионах страны. Анализ данных мониторинга позволяет говорить о фактическом отсутствии загрязнения природных сред (атмосферный воздух, атмосферные осадки, поверхностные воды, почвенный покров и растительность) в биосферных заповедниках.

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

Дополнительное радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды на некоторых территориях РФ произошло вследствие радиационных аварий: в 1986 г. – на Чернобыльской АЭС, в 1957 г. – на ПО «Маяк», расположенном в Челябинской области. В 1967 г. из-за ветрового выноса радионуклидов с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда сливались жидкие радиоактивные отходы ПО «Маяк», образовался Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС). Кроме того, источниками локального радиоактивного загрязнения окружающей среды являются некоторые предприятия ядерно-топливного цикла, такие как Сибирский химический комбинат в Томской области (СХК), Горно-химический комбинат (ГХК) в Красноярском крае и некоторые другие.

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

Анализ всей совокупности данных наблюдений показал, что в последние 10 лет радиационная обстановка на территории Российской Федерации была спокойной и в 2017 г. по сравнению с 2016 г. существенно не изменилась.

В 2017 г. увеличилась по сравнению с 2016 г. среднемесячная объемная активность $^{239+240}\text{Pu}$ в воздухе, измеряемая в г. Обнинске Калужской обл., – $9,45 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³ (в 2016 г. – $8,22 \cdot 10^{-9}$ Бк/м³).

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.

Результаты наблюдений 2017 г. свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха городов по ряду показателей сохраняется по-прежнему неудовлетворительным. В 44 городах (21% городов) наблюдался высокий или очень высокий уровень загрязнения, из них более половины расположены в Сибирском федеральном округе, на территории которого сосредоточены крупные предприятия черной и цветной металлургии, лесной, деревообрабатывающей, топливной, нефтехимической, нефтегазодобывающей и химической промышленности. В 38 городах с населением 13,1 млн. человек были отмечены максимальные концентрации примесей выше 10 ПДК, за год было зафиксировано 162 случая превышения 10 ПДК загрязняющих веществ. В 139 городах (57% городов, где проводятся регулярные наблюдения) с населением 52,9 млн. жителей среднегодовая концентрация какой-либо примеси превышала 1 ПДК. В 56 городах (31% городов, где проводятся наблюдения) воздух был загрязнен бенз(а)пиреном, поступающим в атмосферу при сгорании топлива, среднегодовые концентрации примеси превышали 1 ПДК. В 54 городах (30%) максимальные из среднемесячных концентрации бенз(а)пирена превышали 5 ПДК. В 20 субъектах РФ 12% и более городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения воздуха, из них в двух (Республика Бурятия и Таймырский АО) – более 75% городского населения.

Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения в 2017 г. включал 21 город с населением 5,1 млн. жителей. В него вошли 5 городов, где основными источниками выбросов являются предприятия черной и цветной металлургии, 7 – предприятия машиностроения, 9 – лесной и деревообрабатывающей, 3 – угольной, 4 – горнодобывающей, 6 – химической и нефтеперерабатывающей, 4 – целлюлозно-бумажной промышленности, а также 5 городов с предприятиями топливно-энергетического комплекса.

Тенденция изменения загрязнения воздуха показывает, что за последние пять лет несмотря на снижение оценки опасности загрязнения воздуха формальдегидом, реальных изменений уровня загрязнения воздуха не происходит, воздух не становится чище. Кроме того, изменение норматива уровня опасности формальдегида для здоровья населения позволило предприятиям увеличить объемы выбросов на 50% за последние пятилетие. С 2013 г. по настоящее время отмечался рост уровня загрязнения атмосферного воздуха взвешенными веществами в городах в целом по России и бенз(а)пиреном в городах на Азиатской территории страны, которая характеризуется особо неблагоприятными для рассеивания примесей метеорологическими условиями.

Атмосферные выбросы загрязняющих веществ в городах и на трассах федерального значения приводят к образованию вокруг них ареалов с загрязнением почв токсикантами промышленного и транспортного происхождения.

Результаты наблюдений за загрязнением почв Московской области (Центральный федеральный округ) тяжелыми металлами (ТМ) показали, что за период 2009-2017 гг. массовые доли большинства наблюдаемых ТМ в исследуемых почвах в целом не превышали установленных ПДК и ОДК.

В Дальневосточном федеральном округе наблюдения с 2010 по 2017 гг. показали, что к умеренно опасной категории загрязнения почв ТМ относятся почвы вокруг населенных пунктов Приморского края: г. Арсеньев, пгт. Кавалерово (медь, цинк), г. Дальнегорск (свинец, цинк), с. Рудная Пристань (свинец) и п. Славянка (цинк). Тенденции к накоплению ТМ в обследованных в 2017 г. почвах не было обнаружено. Максимальное содержание бенз(а)пирена на уровне 1,1 ПДК отмечалось в почве пгт. Хрустальный Кавалеровского района Приморского края.

В Сибирском федеральном округе за последние 10 лет наблюдений было установлено, что к опасной категории загрязнения почв ТМ относятся почвы УМН-1 г. Свирск (свинец), к умеренно опасной – г. Слюдянка (никель, кобальт, свинец) и г. Черемхово (свинец, медь, цинк) Иркутской области. Водорастворимыми формами фтора загрязнены почвы г. Новокузнецк (Кемеровская область). В Иркутской области в г. Братск отмечена тенденция к увеличению атмосферных выпадений фтористых соединений, в г. Шелехов – к уменьшению. Зарегистрировано очищение почв от нефтепродуктов на месте аварии нефтепровода в 1993 г. вблизи с. Еловка Ангарского района Иркутской области. Отдельные участки почв г. Омск (Омская область) загрязнены нефтепродуктами. В Иркутской области в районе г. Слюдянка и п. Култук в фоновом районе отмечалось повышенное содержание сульфатов в почве, что свидетельствует о наметившейся тенденции к их накоплению.

В Уральском федеральном округе с 2013 по 2017 гг. было установлено, что к опасной категории загрязнения почв ТМ относятся почвы населенных пунктов Свердловской области: гг. Кировград (цинк, свинец, медь, кадмий) и Реж (никель, кадмий), а также почвы однокилометровой зоны от ОАО «СУМЗ» в г. Ревда (кадмий, цинк) и пункта многолетних наблюдений г. Ревда (кадмий, медь, свинец, цинк). Умеренно опасной категории загрязнения почв комплексом ТМ соответствуют почвы городов Асбест (никель) и Первоуральск (медь, свинец), почвы однокилометровых зон вокруг источников в городах Верхняя Пышма (медь) и Полевской (никель), почвы пятикилометровой зоны от ОАО «СУМЗ» в г. Ревда (медь, свинец, кадмий). В указанный период зафиксировано существенное загрязнение ТМ в кислоторастворимых формах почв г. Берёзовский (свинец), в подвижных формах – почв городов Верхняя Пышма (медь, никель, свинец), Каменск-Уральский (свинец), Невьянск (медь, свинец, цинк) и Нижний Тагил (марганец). Выявлена тенденция к накоплению свинца и хрома в почвах г. Первоуральск, меди, цинка и свинца – в почвах г. Ревда, кадмия – в почвах г. Невьянск, в последних из которых наблюдается тенденция к уменьшению массовой доли (валового содержания) ртути.

В Приволжском федеральном округе к умеренно опасной категории загрязнения почв ТМ Республики Башкортостан относятся почвы однокилометровых зон вокруг основных источников в гг. Баймак, Белорецк, Сибай, Учалы и Давлеканово (кадмий, никель); в Нижегородской области – почвы г. Дзержинск, отдельных районов г. Нижний Новгород; в Оренбургской области – почвы городов Медногорск (медь) и Орск. Тенденция к увеличению массовых долей цинка отмечена в почвах г. Стерлитамак Республики Башкортостан. В 2017 г. загрязнение почв нефтепродуктами было зафиксировано в с. Подбельск (Самарская область), в г. Саранск (республика Мордовия), отдельных районах гг. Нижний Новгород и Кирово-Чепецк (Кировская область). Почвы г. Балаково Саратовской области загрязнены полихлорбифенилом, отдельные участки почв – бенз(а)пиреном. Повышенные уровни содержания сульфатов наблюдались в почвах г. Балаково и УМН-1 г. Самара.

В Северо-Кавказском федеральном округе рекогносцировочное обследование состояния почв, прилегающих к основным источникам загрязнения ТМ в г.о. Владикавказ (Республика Северная Осетия – Алания) в 2015 г. показало, что почвы города загрязнены кадмием, медью, мышьяком, никелем, свинцом, цинком и относятся к умеренно опасной категории загрязнения ТМ.

В результате обследования почв на территориях Западной Сибири, Самарской, Саратовской и Свердловской областей загрязнение почв нитратами не было выявлено. В целом наблюдается тенденция к уменьшению нитратов в почвах или сохранению их на уровне содержания за последние пять лет.

Почвы, обследованные в других федеральных округах, относятся к категории умеренно опасных, или токсиканты промышленного происхождения не были обнаружены.

В 2017 г. участки, почва которых загрязнена пестицидами выше установленных гигиенических нормативов, были обнаружены на территории 10 субъектов Российской Федерации. Несмотря на запрет применения препаратов ДДТ в 70-х годах, до сих пор загрязнение почв этим персистентным инсектицидом на территории России отмечается наиболее часто. Также на отдельных участках отмечалось загрязнение почв ГХЦГ, ГХБ, трифлуралином, 2,4-Д, ТХАН и далапоном. В 2017 г. превышений нормативов содержания метафоса и триазиновых гербицидов в почве не было зарегистрировано.

Загрязненные участки почв пестицидами ежегодно выявляются на территории Российской Федерации. Загрязнение сохраняется на многолетних пунктах наблюдений, расположенных в зонах отдыха, почва которых не подвергается механической обработке. В 2017 г., как и в предыдущие годы, результаты обследований показали, что в большинстве случаев распространения загрязнения от складов пестицидов не происходит, а выявленное загрязнение носит локальный характер. Наиболее высокое содержание персистентных хлорорганических пестицидов наблюдалось в почвах садов, не подвергающихся пахоте.

Анализ динамики качества поверхностных вод показал, что в 2017 г. по сравнению с 2016 г. качество воды на водных объектах с высоким уровнем загрязненности мало изменилось. Количество створов с высоким уровнем загрязненности воды на водных объектах РФ составило 481 створ.

Наиболее высокий уровень загрязненности воды водных объектов в 2017 г. отмечался фенолами, нефтепродуктами, соединениями железа, меди, цинка, магния, алюминия, марганца, сульфатами, хлоридами, по которым наблюдалось превышение 10, 30, 50 и 100 ПДК; метанолом, соединениями никеля – 10, 30 и 50 ПДК; лигносульфонатами, фторидами – 10, 30 ПДК; соединениями кадмия, магния, дитиофосфатами – 10 ПДК.

В 2017 г. состояние наблюдаемых экосистем рек, озер и водохранилищ в России по гидробиологическим показателям сохраняется на стабильном уровне, кардинальных изменений в таксономическом составе и структуре сообществ, а также градации состояния экосистем не было выявлено.

За последние три года наметилась тенденция к некоторому снижению суммарного количества случаев высокого (ВЗ) и экстремально высокого (ЭВЗ) загрязнения поверхностных вод. В 2017 г. было зафиксировано 2743 случая ВЗ и ЭВЗ поверхностных пресных вод в 58 субъектах Российской Федерации. Максимальное количество всех случаев ВЗ и ЭВЗ отмечалось на водных объектах Свердловской, Московской, Нижегородской, Челябинской областей, Приморского и Хабаровского краев. На протяжении последних одиннадцати лет на Свердловскую область приходится наибольшее среди субъектов РФ количество случаев ВЗ и ЭВЗ. В 2017 г. наибольший суммарный вклад в загрязнение поверхностных вод вносили взвешенные вещества, марганец, нитритный азот, а также дефицит растворенного в воде кислорода, при этом на долю загрязнения тяжелыми металлами (Mn, Zn, Cu, Ni, Fe, Hg, Mo, Pb) пришлось 30% от общего числа случаев.

В целом за 2017 г. максимальное количество большей части определяемых химических веществ поступило в поверхностные водные объекты, расположенные на территории России, через пограничные створы из Казахстана со стоком р. Иртыш; общего железа – из Финляндии со стоком р. Вуокса; общего фосфора – из Украины со стоком р. Северский Донец; соединений никеля – из Монголии со стоком р. Селенга. Качество воды в трансграничных створах изменялось от «условно чистой» до «загрязненной». Как и в предыдущие годы, наиболее распространенными загрязняющими веществами являлись органические вещества и соединения металлов (железо, медь, марганец), а наиболее загрязненными оставались участки водных объектов на границе с Норвегией, Украиной, Казахстаном и Китаем.

Наблюдения за загрязнением морских вод и донных отложений в ряде акваторий РФ по гидрохимическим показателям проводились на станциях мониторинга и вековых разрезах. Анализ данных наблюдений, полученных в 2017 г., показал, что в шельфовых зонах морские воды РФ изменяются по качеству от «чистых» до «грязных». «Грязные» воды наблюдались на следующих акваториях: Морской Торговый порт и Южный курортный район Невской губы, Курортный район мелководной зоны восточной части Финского залива, Уссурийский залив бухты Диомид и пролива Босфор Восточный. Как и в предыдущие годы, донные отложения наиболее загрязнены в бухте Золотой Рог в заливе Петра Великого. Так, среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в 2017 г. превысила допустимый уровень концентрации в 258 раз.

Наиболее «чистые» воды наблюдались в следующих акваториях: шельфовая зона побережья Крыма, прибрежная зона Черного моря от Анапы до Туапсе, глубоководная зона восточной части Финского залива и Лужская губа Балтийского моря, Кандалакшский залив Белого моря, район пос. Пригородное Охотского моря, Татарский пролив Японского моря в районе г. Александровск. Прибрежные воды от Адлера до Сочи по отдельным станциям оценивались от «чистых» до «умеренно загрязненных».

Качество морской воды в шельфовых зонах остальных акваторий в 2017 г. относилось к «загрязненным» водам.

Гидробиологические наблюдения за состоянием прибрежных морских экосистем Российской Федерации в 2017 г. проводились в Балтийском море и море Лаптевых. Морские экосистемы, в которых проводился гидробиологический мониторинг, характеризовались как экологически благополучные.

Гидрохимические наблюдения за качеством поверхностных вод оз. Байкал показали, что, как и в предыдущем году, в 2017 г. в связи с закрытием БЦБК отмечалось улучшение качества воды оз. Байкал в районе контрольного полигона. Высокая сейсмичность Байкальского региона в 2016-2017 гг. оказала существенное влияние на содержание в воде озера соединений серы и общей минерализации, что явилось причиной повышенных концентраций сульфатных ионов и общей минерализации в оз. Байкал, особенно в его средней котловине.

В 2017 г. по сравнению с 2016 г. на севере озера отмечалось ухудшение гидрогеохимической обстановки в донных отложениях озера. Наметилась тенденция ухудшения кислородного режима на полигоне в районе аванделъты р. Селенга.

Анализ гидробиологических характеристик, полученных в пределах контролируемого полигона, непосредственно примыкающего к месту выпуска коммунальных сточных вод (КОС) г. Байкальск (район бывшего Байкальского целлюлозно-бумажного комбината) за 2017 г., свидетельствует о некотором снижении антропогенной нагрузки на зоопланктон в подледный и осенний периоды. Площадь зоны загрязнения по бактериопланктону и численность микрофлоры в подледный и весенний периоды были ниже, чем в осенний период. В донных отложениях во все сезоны наблюдений произошло уменьшение зон загрязнения и численности в ней бактериобентоса.

Анализ состояния гидробионтов в северной части озера свидетельствует о сохранении антропогенной нагрузки в этом районе. Наиболее загрязненными являются воды рр. Рель, Тья, Кичера, Верхняя Ангара и Томпа.

В целом данные, полученные по результатам комплексного мониторинга загрязнения, и выполненные обобщения показали, что содержания основных групп загрязняющих веществ в компонентах природных сред в районе расположения пос. Баренцбург (архипелаг Шпицберген) являются характерными для районов развития угледобывающей промышленности и не являются критическими.

В 2017 г. по сравнению с предыдущим периодом наблюдений (2013-2016 гг.) уровни загрязнения компонентов природной среды (атмосферный воздух, снежный покров, морские воды и воды водоемов суши и растительный покров) в районе расположения пос. Баренцбург и его окрестностей уменьшились. Оценки, полученные по данным комплексного мониторинга в 2017 г., близки к данным подобных норвежских исследований.

Комплексная оценка по данным мониторинга проводилась также в Российской Арктической сухопутной зоне, которая простирается от западной границы на Кольском п-ве до мыса Дежнева на Чукотском п-ве на востоке страны и представлена разнообразными природными условиями.

Территория суши континентальной части Арктической зоны Российской Федерации (АЗРФ) составляет 3,75 млн. км², где в настоящее время проживает около 2,4 млн. чел, что составляет менее 2% населения России.

Арктическая зона характеризуется низкими годовыми температурами, скудными осадками, длительной полярной ночью и сплошным распространением многолетней мерзлоты. Также прослеживается рост континентальности с запада на восток.

За последние пять лет с 2013 по 2017 гг. отмечается тенденция к уменьшению уровня загрязнения комплексом загрязняющих веществ в городах АЗРФ. В то же время в г. Северодвинск было зафиксировано увеличение уровня загрязнения воздуха взвешенными веществами, в г. Мончегорск и пос. Никель — формальдегидом. В г. Архангельск возросли концентрации бензола. В Заполярном, Никеле и Норильске под влиянием промышленных выбросов сохраняются повышенные концентрации диоксида серы.

В 2017 г. под влиянием выбросов промышленности и автотранспорта в 4 городах на территории АЗРФ средние за год концентрации взвешенных веществ, диоксида серы, формальдегида и диоксида азота достигали сверхнормативных значений.

Средние концентрации диоксида серы превышали среднее значение в целом по России в 9 городах, взвешенных веществ — в Анадыре, Воркуте и Норильске, оксида углерода — в Архангельске и Салехарде, диоксида азота — в Норильске и Певеке, оксида азота — в Норильске, формальдегида — в Мончегорске.

Максимальные разовые концентрации сероводорода превышали ПДК в 4 городах. Максимум на уровне 6,4 ПДК был зафиксирован в г. Новодвинск.

Наибольшая из среднемесячных концентрация бенз(а)пирена достигала 5,6 ПДК в г. Салехард. В г. Архангельск наибольшая среднесуточная концентрация бенз(а)пирена составляла 9,2 ПДК.

Учитывая природные особенности АЗРФ и территориальное распределение антропогенных нагрузок, улучшение состояния окружающей среды зависит, прежде всего, от снижения выбросов и сбросов загрязняющих веществ, а также от соблюдения экологических нормативов при режимной работе и строительстве новой инфраструктуры.

Анализ всего массива данных, полученных в результате регулярных наблюдений за загрязнением окружающей среды Российской Федерации в 2017 г., свидетельствует, что на ряде территорий и акваторий страны по-прежнему сохраняются повышенные уровни загрязнения, обусловленные поступлением загрязняющих веществ в окружающую среду от объектов промышленности и энергетики, строительства и жилищно-коммунального хозяйства, транспорта, а также в ходе обращения с отходами производства и потребления.

Значимого улучшения качества атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвенного покрова в городах и промышленных центрах, где проживает большая часть населения страны, в 2017 г. по сравнению с предшествующим периодом не произошло. Это обусловлено отсутствием эффективного экономического механизма предотвращения загрязнения, стимулирующего субъекты хозяйствования сокращать выбросы и сбросы загрязняющих веществ в окружающую среду, а также ограниченными ресурсами, сдерживающими перевод объектов на работу по наилучшим доступным технологиям, а также внедрение современного пыле-газо- и водоочистного оборудования, установок и сооружений.

Реализация таких мероприятий была предусмотрена Указом Президента Российской Федерации В.В. Путина от 24.01.2017 г.

Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета

1. Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям
ФГБУ «Гидрохимический институт» (ФГБУ «ГХИ»)
344090, Ростов-на-Дону, пр. Стачки, 198
Факс: +7 (863) 222-44-70
E-mail: ghi@aanet.ru
2. Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод Российской Федерации по гидробиологическим показателям
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: 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 Росгидромета и РАН» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)
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@typhoon.obninsk.ru
vkim@typhoon.obninsk.ru
9. Ежегодный сборник информационно-справочных материалов «Состояние загрязнения окружающей среды Московского региона»
ФГБУ «Центральное УГМС»
127055 г. Москва, ул. Образцова, д. 6
Факс: +7 (495) 688-93-97
E-mail: moscgms-aup@mail.ru
10. Доклад об особенностях климата на территории Российской Федерации
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: an_roman(at)igce.ru
11. Обзор состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации
ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» (ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»)
107258, Москва, Глебовская ул., 20-б
Факс: +7 (499) 160-08-31
E-mail: an_roman(at)igce.ru

Список авторов

РАЗДЕЛ 1

1.1.	ФГБУ «ИПГ»	Денисова В.И., Свидский П.М.
1.2.	ФГБУ «Гидрометцентр России» УНСГ Росгидромета	Голубев А.Д., Сидоренков Н.С. Жемчугова Т.Р.
1.3.-1.4.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я., Платова Т.В., Самохина О.Ф., Корнева И.А., Алешина М.А.
1.5.	ФГБУ «Гидрометцентр России» ФГБУ «ВНИИГМИ-МЦД»	Борщ С.В., Сидоренков Н.С. Булыгина О.Н., Коршунова Н.Н.
1.6.	ФГБУ «ГГИ»	Гусев С.И., Куприёнок Е.И.

РАЗДЕЛ 2

2.1.	УМЗА Росгидромета НИУ Росгидромета	Пешков Ю.В., Котлякова М.Г., Красильникова Т.А.
2.2.1.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Нахутин А.И., Гитарский М.Л., Романовская А.А., Гинзбург В.А., Говор И.Л., Грабар В.А., Имшенник Е.В., Карабань Р.Т., Коротков В.Н., Уварова Н.Е., Вертянкина В.Ю., Лытов В.М., Полумиева П.Д., Трунов А.А.
2.2.2.	ФГБУ «ГГО»	Парамонова Н.Н., Привалов В.И., Ивахов В.М.
2.3.1.		Русина Е.Н., Боброва В.К.
2.3.2.		Соколенко Л.Г., Зайнетдинов Б.Г.
2.3.3.	ФГБУ «ЦАО»	Звягинцев А.М., Иванова Н.С., Крученицкий Г.М.
2.3.3.1.	ФГБУ «ГГО»	Шаламянский А.М., Ромашкина К.И., Соломатникова А.А., Павлова К.Г.
2.3.4.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонов С.Г., Которова М.С., Жигачева Е.С., Иванов В.А., Колесникова А.П., Орчикова К.М.
2.3.5.-2.3.6.	ФГБУ «ГГО»	Свистов П.Ф., Першина Н.А., Полищук А.И., Павлова М.Т., Семенец Е.С.
2.3.6.1.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Ветров В.А., Манзон Д.А., Кузовкин В.В.
2.3.7.		Парамонов С.Г., Бурцева Л.В., Конькова Е.С., Которова М.С., Пастухов Б.В., Позднякова Е.А.
2.3.8.		Громов С. А., Брускина И. М., Конькова А.С., Конькова Е.С.
2.3.9.		Громов С.А., Бунина Н.А., Жигачева Е.С., Трифонова-Яковлева А.М.
	ФГБУ «ЛИН СО РАН»	Ходжер Т.В., Голобокова Л.П., Нецветаева О.Г., Оболкин В.А., Потемкин В.Л.
2.4.1.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонова Т.А., Парамонов С.Г., Которова М.С.
2.4.2.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Сатаева Л.В., Подвязникова Г.Е.
2.5.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Парамонов С.Г., Бурцева Л.В., Пастухов Б.В.
2.6.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Гниломедов В.Д., Каткова М.Н.
2.6.1.		Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Гниломедов В.Д., Полянская О.Н.
2.6.2.		Петренко Г.И., Валетова Н.К., Тарасенко А.О., Сапожникова А.А.
2.6.3.		Булгаков В.Г., Гниломедов В.Д., Каткова М.Н., Богачева Е.Г., Козлова Е.Г.

РАЗДЕЛ 3

3.1.	ФГБУ «ГГО»	Ануфриева А.Ф., Загайнова М.С., Ивлева Т.П., Любушкина Т.Н., Смирнова И.В.
3.2.1.	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Сатаева Л.В., Подвязникова Г.Е.
3.2.2.		Лукьянова Н.Н.
3.3.1.	ФГБУ «ГХИ»	Минина Л.И., Лобченко Е.Е., Емельянова В.П., Ничипорова И.П., Лямперт Н.А., Первышева О.А., Лавренко Н.Ю., Чекмарева Д.П., Комарова Е.В., Семка В.А.
3.3.2.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Потютко О.М., Буйолов Ю.А., Лазарева Г.А., Быкова И.В., Герасимова Т.А.
3.3.3.		Жадановская Е.А.
3.3.4.	ФГБУ «ГХИ»	Матвеева Н.П., Коротова Л.Г., Якунина О.В.
3.3.5.	ФГБУ «ГОИН»	Коршенко А.Н., Постнов А.А., Матвейчук И.Г., Погожева М.П., Косевич Н.И., Жохова Н.В., Крутов А.Н., Аляутдинов А.Р., Кочетков В.В.
3.3.6.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Потютко О.М.

РАЗДЕЛ 4

4.1.1.-4.1.4.	ФГБУ «Центральное УГМС»	Фурсов Н.А., Плешакова Г.В., Трифиленкова Т.Б., Ерёменко Е.С., Маркина О.Д., Костогладова Н.Н., Терешонок Н.А., Ракчеева Е.А., Иванова Н.К.
	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Жадановская Е.А., Малеванов Ю.А.
4.2.1.	ФГБУ «ГХИ»	Аниканова М.Н., Аджиев Р.А.
4.2.2.		Резников С.А.
4.2.3.		Якунина О.В.
4.2.4.		Тезикова Н.Б.
4.3.	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Черногаева Г.М., Жадановская Е.А., Малеванов Ю.А., Кухта А.Е.
4.3.1.	ФГБУ «АНИИИ»	Алексеев Г.В., Радионов В.Ф.
	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Бардин М.Ю., Ранькова Э.Я., Самохина О.Ф.
	ФГБУ «ГГИ»	Гусев С.И., Куприёнок Е.И.
4.3.2.	ФГБУ «ГГО»	Шаламянский А.М., Ромашкина К.И., Соломатникова А.А., Павлова К.Г.
		Русина Е.Н., Боброва В.К.
		Соколенко Л.Г., Зайнетдинов Б.Г.
		Парамонова Н.Н., Привалов В.И., Ивахов В.М.
		Свистов П.Ф., Першина Н.А., Полищук А.И., Павлова М.Т., Семенец Е.С.
		Ануфриева А.Ф., Загайнова М.С., Ивлева Т.П., Любушкина Т.Н., Смирнова И.В.
	ФГБУ «НПО «Тайфун»	Самсонов Д.П., Кочетков А.И., Пасынкова Е.М., Пантюхина А.Г., Степанова Н.В., Рычков А.М.
		Булгаков В.Г., Каткова М.Н., Гниломедов В.Д.
	ФГБУ «ГХИ»	Лобченко Е.Е., Минина Л.И., Лавренко Н.Ю., Комарова Е.В., Чекмарева Д.П.
	ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Журавлёва Л.Р.
		Потютко О.М.
		Ветров В.А., Манзон Д.А., Кузовкин В.В.
4.4.	Северо-Западный филиал ФГБУ «НПО «Тайфун»	Демин Б.Н., Демешкин А.С., Бажуков К.А., Сторожилова А.В.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

ФГБУ «ИГКЭ Росгидромета и РАН»	Черногаева Г.М.
--------------------------------	-----------------