

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



ТЕНДЕНЦИИ И ДИНАМИКА загрязнения окружающей среды Российской Федерации по данным многолетнего мониторинга за последние 10 лет



Москва

2017

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

**Т Е Н Д Е Н Ц И И И Д И Н А М И К А
СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ
СРЕДЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ПО ДАННЫМ
МНОГОЛЕТНЕГО МОНИТОРИНГА
ЗА ПОСЛЕДНИЕ 10 ЛЕТ**

П о д р е д а к ц и е й п р о ф. Г. М. Черногаевой

МОСКВА

2017

Тенденции и динамика состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации по данным многолетнего мониторинга за последние десять лет Аналитический обзор

УДК 551.550.42

ISBN

В Обзоре представлены тенденции и динамика загрязнения окружающей среды Российской Федерации, в том числе за последние 10 лет (2007-2016 гг.). Работа выполнена на основе сводных информационно-аналитических материалов о состоянии и загрязнении окружающей среды. Материалы по отдельным природным средам подготовлены Институтами Росгидромета: ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН», ФГБУ «Главная геофизическая обсерватория», ФГБУ «Гидрохимический институт», ФГБУ «Государственный океанографический институт», ФГБУ «НПО «Тайфун», ФГБУ «Государственный гидрологический институт», ФГБУ «Центральная аэрологическая обсерватория», ФГБУ «Институт прикладной геофизики». Обобщение материалов и подготовка к печати издания выполнены в ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН».

Данное издание предназначено для широкой общественности, ученых и практиков природоохранной сферы деятельности. Более подробно по затрагиваемым вопросам можно ознакомиться в электронных версиях ежегодных «Обзоров состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации», размещенных на сайтах Росгидромета <http://www.meteorf.ru> и ФГБУ «Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН» <http://downloads.igce.ru/publications/reviews/>.

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

Редакционная группа: Г. М. Черногаева, Л. Р. Журавлёва, Ю. А. Малеванов, Ю. В. Пешков, М. Г. Котлякова, Т. Л. Красильникова

Авторы: А. Ф. Ануфриева, М. Ю. Бардин, В. К. Боброва, Ю. А. Буйволов, В. Г. Булгаков, И. В. Быкова, С. М. Вакуловский, Н. К. Валетова, В. А. Ветров, А. А. Волокитин, М. Л. Гитарский, В. Д. Гниломедов, С. И. Гусев, В. И. Денисова, В. П. Емельянова, Л. Р. Журавлёва, М. С. Загайнова, Б. Г. Зайнетдинов, А. М. Звягинцев, Н. С. Иванова, В. М. Ивахов, Т. П. Ивлева, М. Н. Каткова, В. М. Ким, Е. Г. Козлова, Е. С. Конькова, А. Н. Коршенко, М. С. Которова, В. В. Кузовкин, Е. И. Куприёнок, Н. Ю. Лавренко, Г. А. Лазарева, Е. Е. Лобченко, Т. Н. Любушкина, Н. А. Лямперт, Ю. А. Малеванов, Д. А. Манзон, А. С. Мартынова, Л. И. Минина, А. И. Нахутин, И. П. Ничипорова, К. Г. Павлова, М. Т. Павлова, С. Г. Парамонов, Н. Н. Парамонова, Т. А. Парамонова, О. А. Первышева, Н. А. Першина, Г. И. Петренко, Т. В. Платова, Г. Е. Подвизникова, А. И. Полищук, О. Н. Полянская, И. Б. Попов, О. М. Потютко, В. И. Привалов, Э. Я. Ранькова, Т. В. Rogozina, А. А. Романовская, К. И. Ромашкина, Е. Н. Русина, О. Ф. Самохина, Л. В. Сатаева, П. М. Свидский, П. Ф. Свистов, Е. С. Семенец, И. В. Смирнова, Л. Г. Соколенко, А. Д. Уваров, Г. М. Черногаева, А. М. Шаламянский, Е. С. Щичилина

Содержание

Предисловие	4
1. Современные изменения климата на территории Российской Федерации	5
1.1. Температура воздуха	5
1.2. Атмосферные осадки	5
1.3. Опасные гидрометеорологические явления	6
1.4. Водные ресурсы	7
2. Гелиогеофизическая обстановка	8
3. Особенности состояния озонового слоя над Российской Федерацией и ее регионами	10
4. Эмиссия парниковых газов в Российской Федерации	12
5. Состояние фонового загрязнения окружающей среды	13
5.1. Содержание CO ₂ и CH ₄ в атмосфере - долговременные изменения	13
5.2. Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по данным СКФМ)	13
5.3. Химический состав атмосферных осадков	16
5.4. Динамика химического состава снежного покрова на территории Российской Федерации по данным многолетнего мониторинга	18
5.5. Загрязнение атмосферных осадков по данным сети СКФМ	23
5.6. Динамика атмосферных выпадений серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих веществ (ЕМЕП)	26
5.7. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности по данным СКФМ	27
5.8. Загрязнение поверхностных вод по данным СКФМ	28
5.9. Радиоактивное загрязнение окружающей среды	29
6. Загрязнение окружающей среды регионов России	30
6.1. Атмосферный воздух в городах	30
6.2. Почвенный покров	33
6.3. Поверхностные воды	38
6.4. Морские воды	42
Заключение	46

Предисловие

Россия обладает уникальным экологическим потенциалом в виде не затронутых или мало затронутых хозяйственной деятельностью территорий, представляющих собой резерв устойчивости биосферы. Антропогенная нагрузка на экосистемы формируется, главным образом, в сфере хозяйственной деятельности страны.

В связи со значительностью размеров территории России, которая характеризуется разнообразными природно-климатическими условиями, а также неравномерностью распределения и интенсивности многообразных сфер экономической деятельности, в данном издании рассматриваются тенденции и динамика загрязнения окружающей среды в начале 21-го века для страны в целом, для отдельных природных (фоновых) территорий, а также для территорий и водных объектов, находящихся под негативным антропогенным воздействием.

Обобщенные характеристики и оценки состояния абиотической составляющей окружающей среды (атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв) за многолетний период получены по данным государственной наблюдательной сети, являющейся основой осуществления государственного мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации.

Поскольку негативная антропогенная нагрузка на окружающую среду зависит не только от изменения экономических условий в стране, жизнь населения и его хозяйственная деятельность протекает в условиях изменяющегося климата, в первых разделах Обзора рассматривается ряд важных показателей климатической системы.

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, а также перспективного планирования природоохранной деятельности.

Руководитель Росгидромета



А. В. Фролов

1. Современные изменения климата на территории Российской Федерации

1.1. Температура воздуха

Скорость роста среднегодовой температуры для России за период 1976-2016 составила $0.45^{\circ}\text{C}/10$ лет, наиболее быстрый рост происходит в ЕЧР ($0.54^{\circ}\text{C}/10$ лет), в особенности в ЦФО ($0.61^{\circ}\text{C}/10$ лет). Температуры растут и во всех федеральных округах РФ. Все тренды значимы на 1% уровне значимости. В последнем десятилетии (2007-2016 гг.) скорость роста среднегодовой температуры для России в целом уменьшилась и составила $0.29^{\circ}\text{C}/10$ лет. Особенно значительно уменьшение в ЕЧР: тренд 2007-2016 гг. - $0.23^{\circ}\text{C}/10$ лет. В ряде федеральных округов роста температуры практически не наблюдается (Центральный, Южный, Северо-Кавказский ФО). Для России, ЕЧР, АЧР и всех федеральных округов за этот период тренды статистически незначимы. Такой характер изменения средней годовой температуры связан с очень значительными положительными аномалиями 2007 и 2008 годов, после чего 2-3 года наблюдались температуры ниже ожидаемых при сохранении общей тенденции, а затем возобновился рост температуры: 2015 г. стал самым теплым за все время наблюдений (рис. 1.1).

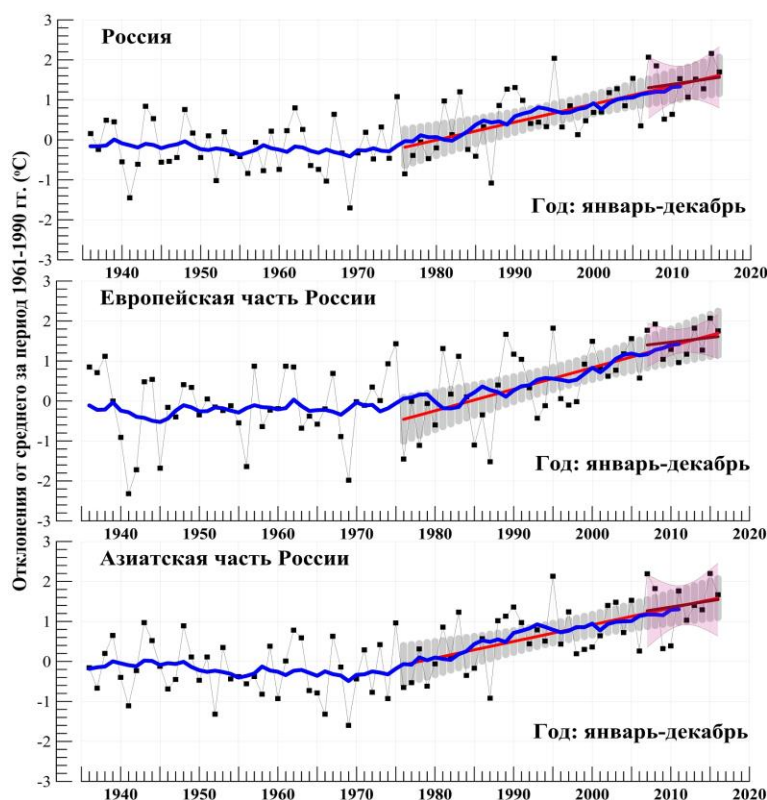


Рис. 1.1. Средняя годовая аномалия приповерхностной температуры России, ее европейской и азиатской части за 1936-2016 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961-1990 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейные тренды за 1976-2016 гг. и 2007-2016 гг. с 95%-й доверительными полосами.

1.2. Атмосферные осадки

На рисунке 1.2 представлены временные ряды годовой аномалии осадков для России, ЕЧР и АЧР.

Тренд годовых осадков за период 1976-2016 гг. положителен в среднем за год, зимой и весной в целом по России, в ЕЧР, АЧР и федеральных округах; летом тренд отрицателен в ЕЧР и большинстве ее федеральных округов. Осенью в ЕЧР по существу тенденция изменения осадков нулевая. Годовой тренд по территории России, составляет $2.1\% / 10$ лет при вкладе в дисперсию 31%, т.е. тренд значим на уровне 1%.

В последнем десятилетии тенденция роста осадков просматривается в целом за год и зимой в целом по России и в ЕЧР, весной - в АЧР, в то время как осенние осадки убывают по России в целом, ЕЧР, АЧР, особенно сильно в СЗФО, ЦФО и Сибирском ФО. На юге ЕЧР осенние осадки растут.

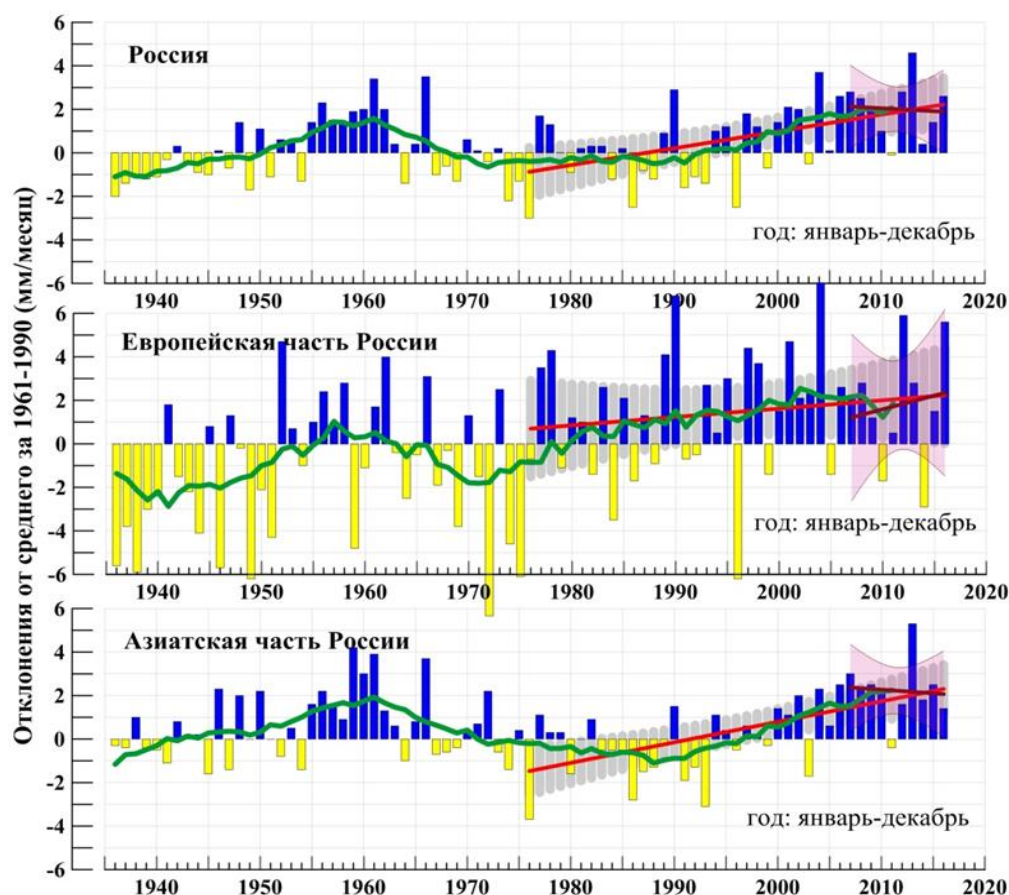


Рис. 1.2. Годовая аномалия осадков в регионах России за 1936-2016 гг.

Аномалии рассчитаны как отклонения от средней за базовый период 1961-1990 гг. Показаны также 11-летнее скользящее среднее, линейные тренды за 1976-2016 гг. и 2007-2016 гг. с 95%-й доверительными полосами.

1.3. Опасные гидрометеорологические явления

По данным Росгидромета в 2016 году в целом на территории РФ отмечалось 988 опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), включая агрометеорологические и гидрологические. Это на 15 явлений больше, чем в 2015 году, когда их было 973. Из всех ОЯ в 2016 г. 380 явлений нанесли значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения.

На рис. 1.3 приведены данные Росгидромета о динамике количества гидрометеорологических ОЯ за 2007-2016 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 восьмым по количеству ОЯ, нанесших ущерб. Число непредусмотренных ОЯ в 2016 г. составило 17.

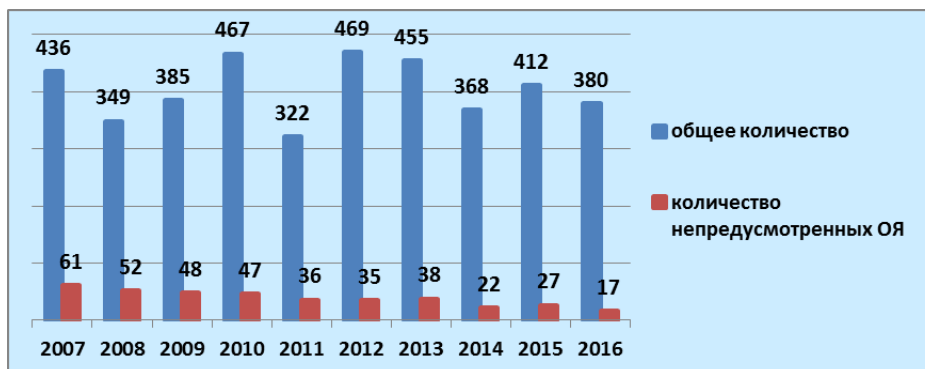


Рис. 1.3. Распределение гидрометеорологических ОЯ по годам: общее количество (синий) и количество непредусмотренных ОЯ (красный)

1.4. Водные ресурсы

В период с 2007 по 2016 год водные ресурсы Российской Федерации (сток рек, сформированный на территории страны плюс приток извне) проявили тенденцию медленного снижения в противоположность к предыдущему периоду, начавшемуся в 1980 году. При этом во все годы периода, кроме 2012 г., они оставались выше нормы (среднего многолетнего значения за период с 1936 по 1980 год). Наибольшее значение 4868,6 км³, превышающее норму на 14,3%, имело место в начале периода, в 2007 году, наименьшее 4173,0 км³, отклоняющееся от нормы в меньшую сторону на 2,0%, - в 2012 году. Снижение по линии тренда составило 110 км³ (2,6% по отношению к норме), или в среднем 11 км³ ежегодно. Следует, однако, отметить статистическую незначимость визуально наблюдаемого тренда (рис. 1.4).

Далее нормой водных ресурсов речных бассейнов (годового стока рек) условно считается среднее многолетнее значение за период с 1930 по 1980 год для европейской и с 1936 по 1980 год для азиатской территории России.

Как показал анализ хронологических графиков объема годового стока рек (W), в бассейнах трёх из шести основных рек европейской территории России - Северной Двины, Печоры и Дона - наблюдались тенденции снижения, а в бассейнах трёх остальных рек - Волги, Кубани и Терека - никакие тенденции не проявились. Если для Северной Двины снижение было довольно медленным, и сток колебался около нормы, то сток Печоры при более интенсивном снижении дважды достигал аномально высоких значений - в 2007 и 2015 годах, а несколько ниже нормы оказался только в одном 2013 году. Что касается стока Дона, то он оставался ниже нормы в течение всего рассматриваемого периода. Тренд снижения стока Дона был статистически значимым на пятипроцентном уровне, в отличие от стока Северной Двины и Печоры. В течение всего периода сток Волги и Терека колебался около нормы, а сток Кубани, напротив, не превышал нормы, сравнявшись с ней только в 2010 году.

Динамика водности бассейнов крупнейших рек азиатской территории России была более разнообразной. Противоположно направленные тенденции изменения водных ресурсов проявились в бассейнах Оби и Амура - повышение и в бассейнах Енисея и Лены - снижение. В бассейне Колымы никакие тенденции не проявились. Сток наиболее интенсивно повышался в бассейне Амура и снижался в бассейне Енисея. При этом сток Оби, Енисея и Амура колебался около нормы, а сток Лены и Колымы превышал норму во все годы периода, кроме 2011 г. (Лена), 2009 и 2015 гг. (Колыма), когда имело место весьма незначительное отклонение от нормы в меньшую сторону. Сток всех рек азиатской территории России характеризовался довольно резкими изменениями, а его колебания - значительной амплитудой. В частности, аномально высокие значения стока наблюдались на Енисее в 2007 году, на Колыме в 2011 и в 2013 годах, на Лене в 2007 - 2009 и 2012 годах, на Амуре в 2013 году. Аномально низкие значения имели место на Енисее в 2012 году и на Амуре в 2008 году.

Важно отметить, что все визуально наблюдаемые тренды водности речных бассейнов азиатской части России были статистически незначимыми на пятипроцентном уровне, а значимым на уровне 10% был только тренд снижения стока Енисея.

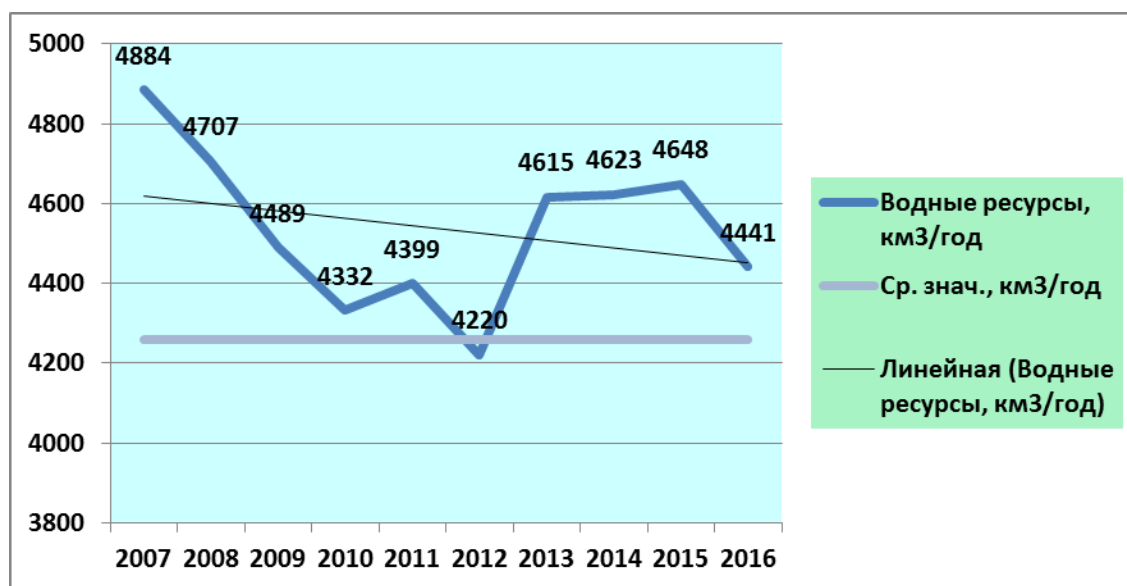


Рис. 1.4. Водные ресурсы Российской Федерации за период 2007-2016 годы

2. Гелиогеофизическая обстановка

В период с 2007 года по 2016 год гелиогеофизическая обстановка соответствовала фазе минимума 23 солнечного цикла, началу 24 солнечного цикла, ветви роста 24 солнечного цикла, особенно начиная с 2011 года, фазе (эпохе) максимума (2014 год) и началу ветви спада солнечной активности в 24 солнечном цикле.

Начало предыдущего 23 солнечного цикла - август 1996 года, когда на диске появились высокоширотные группы пятен магнитной полярности, соответствующей полярности нечетных циклов.

Фаза (эпоха) максимума 23 солнечного цикла имела двухвершинную структуру (по числу Вольфа (W) и потоку радиоизлучения на длине волны $\lambda = 10,7$ (F)): первичный максимум наблюдался весной 2000 года, вторичный максимум отмечен осенью 2001 года. По предварительным (оперативным) данным были зарегистрированы следующие максимальные среднемесячные значения этих индексов:

март	2000 г.	$W=204$,	$F=208$ F.U.
сентябрь	2001 г.	$W=229$,	$F=233$ F.U.

В январе 2008 года, вблизи минимума солнечной активности, на диске Солнца впервые появилась высокоширотная группа с полярностью, соответствующей четным циклам, что позволило принять за время окончания 23 и время начала 24 солнечных циклов январь 2008 года.

По данным, получаемым из WWA Boulder в оперативном режиме, минимальные среднемесячные значения числа Вольфа и потока радиоизлучения на длине волны $\lambda = 10,7$ см пришлось на август 2009 года.

Фаза минимума 23 одиннадцатилетнего цикла солнечной активности, к которой следует отнести и 2009 год, началась в 2006 году и оказалась неожиданно длинной.

После самого глубокого за столетие минимума между 23 и 24 солнечными циклами, к тому же, настолько необычно продолжительного, что у отдельных исследователей даже возникал вопрос, закончится ли он вообще, в 2010 году Солнце, наконец, начало просыпаться. Правда, признаки активности оказались весьма умеренными, в частности, сильных вспышек в течение всего этого года так и не наблюдалось.

Иное дело - год 2011. Существенное возрастание произошло в 2011 году, после четырехлетнего отсутствия впервые были зарегистрированы мощные рентгеновские (8 всплесков класса X) вспышки.

Фаза (эпоха) максимума 24 солнечного цикла (по числу Вольфа (W) и потоку радиоизлучения на длине волны $\lambda = 10,7$ (F)) пришлось на февраль 2014 года. По предварительным (оперативным) данным в феврале 2014 года были зарегистрированы следующие максимальные среднемесячные значения этих индексов: $W = 175$, $F = 170$ F.U., что на 20 - 25% ниже, чем в 23 солнечном цикле.

В целом, более корректно говорить не о конкретных моментах времени, а об эпохах минимумов и максимумов, имеющих продолжительность в несколько лет. Соответственно, в цикле выделяются эпохи роста и спада активности. Солнечная активность проявляется не только в пятно образовании, но в возрастании числа солнечных вспышек, выбросов из солнечной короны гигантских облаков горячей плазмы, корональной массы, которые, достигая Земли, вызывают геомагнитные бури, полярные сияния, нарушения радиосвязи и т.д. Между этими проявлениями наблюдается корреляция, но имеются и свои особенности, их максимумы могут не совпадать. Поэтому в дальнейшем приводятся отдельно характеристики различных характеристик солнечной активности.

По характеру изменения основных индексов солнечной активности 2016 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, имеет двухвершинную структуру. Это иллюстрирует рисунок 2.1, где приведены вариации суточных и среднемесячных значений международного индекса R_i , а также изменение годовой сглаженной величины и ее прогноз за последние 13 лет (с 2004 года по 2016 год) и прогноз на 2017-2018 годы.

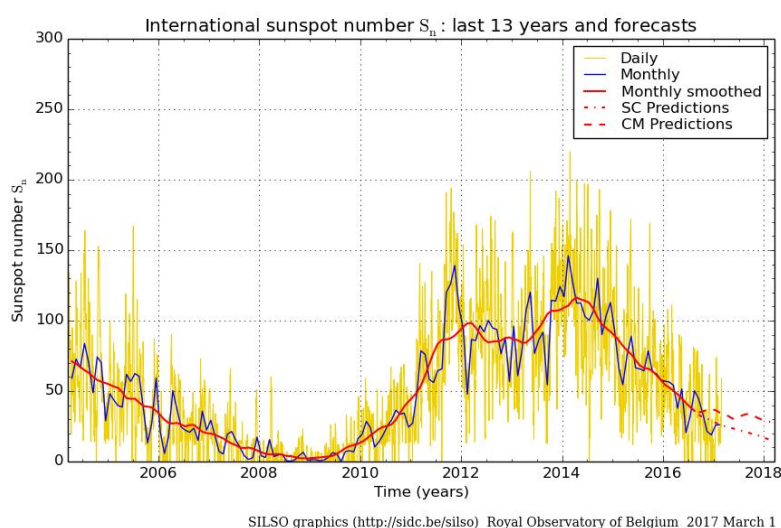


Рис. 2.1. График изменения значений международного индекса R_i (Брюссель, Бельгийская королевская обсерватория)

Солнечная активность

В течение четырёх лет с 2007 года по 2010 год интегральная солнечная активность соответствовала «низкому» уровню.

С 2011 года интегральный показатель солнечной активности начал расти. В течение 34% времени года интегральная солнечная активность изменялась на уровне умеренной, в остальное время – на уровне низкой.

В 2013 году, впервые за семь лет, интегральный показатель солнечной активности соответствовал в течение трех суток высокому уровню.

В 2014 году, интегральная солнечная активность в течение 79% времени изменялась на уровне умеренной, в течение 13 суток на уровне высокой, в остальное время - на уровне низкой.

2014 год считается годом максимума 24 цикла солнечной активности.

С 2015 года начался резкий спад солнечной активности.

Вариации среднемесячных значений потока радиоизлучения Солнца F на длине волны $\lambda = 10.7$ см и чисел Вольфа (по оперативным данным) в течение 10 лет представлены на рисунке 2.2.

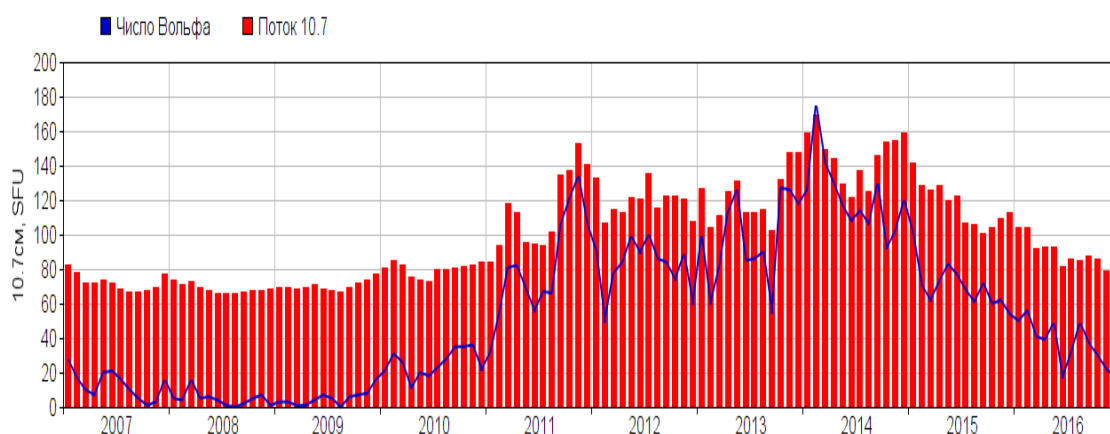


Рис. 2.2. Вариации среднемесячных значений потока радиоизлучения Солнца F на длине волны $\lambda=10.7$ см и чисел Вольфа (по оперативным данным)

Из приведенных данных видно, что за рассматриваемый десятилетний период, интегральная солнечная активность только в течение 16 суток соответствовала «высокому» уровню, 902 суток «умеренному» уровню, в остальное время (2735 суток) «низкому» уровню.

Состояние магнитного поля Земли

По данным среднеширотных станций Российской Федерации геомагнитное поле (оценка по ApMos) в период с 2007 года по 2016 год магнитное поле всего в течение двух суток было сильно возмущено, в течение 24 суток умеренно возмущено, 115 суток слабо возмущено, 211 суток неустойчивое и 3301 суток (~90% времени) менялось от спокойного до очень спокойного.

На рисунке 2.3 представлено состояние магнитного поля (количество суток) в период с 2007 года по 2016 год.

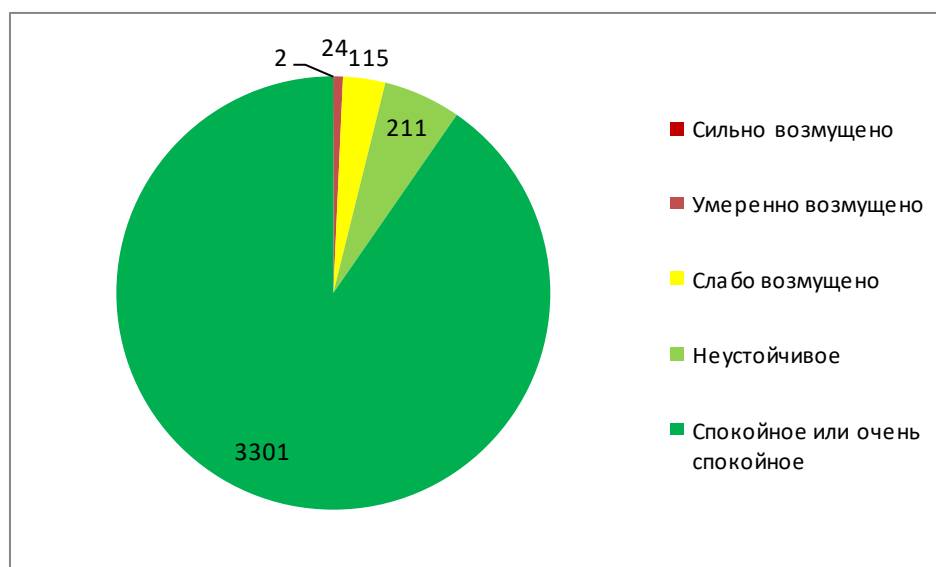


Рис. 2.3. Состояние магнитного поля Земли

Наиболее сильные возмущения магнитного поля наблюдались в 2015 году: сильно возмущено в течение двух суток (17 марта, 20 декабря), умеренно возмущено в течение 8 суток, слабо возмущено в течение 25 суток, в течение 38 суток было неустойчивое, в остальное время (в течение 292 суток) геомагнитное поле менялось от спокойного до очень спокойного.

В 2015 году возмущений геомагнитного поля зарегистрировано в полтора раза больше, чем в год максимума солнечной активности, и возмущения были сильнее.

Менее всего в 2009 году: слабо возмущено в течение одних суток (14 февраля), в течение трех суток неустойчивое, остальное время (361 сутки) менялось от неустойчивого до очень спокойного.

В период с 2007 года по 2016 год, по данным среднеширотных станций Российской Федерации Санкт-Петербург и/или Подкаменная Тунгуска, Магадан, Хабаровск, Новосибирск и станции Какиока (Япония) всего зарегистрировано 262 магнитные бури (89 магнитных бурь с внезапным началом и 173 магнитные бури с постепенным началом), из них 2 бури сильной интенсивности, 20 бурь умеренной интенсивности, 80 бурь слабой интенсивности и 160 бурь очень интенсивности.

Как довольно часто случалось в предыдущих циклах, самые сильные и продолжительные геомагнитные бури произошли до или после года максимума. В 2014 году была зарегистрирована только одна буря умеренной интенсивности, а в 2013 г. - три умеренные бури, в 2015 г. - пять умеренных бурь и две сильные.

Количество бурь различной интенсивности, зарегистрированных в период с 2007 года по 2016 год, представлено на рисунке 2.4.

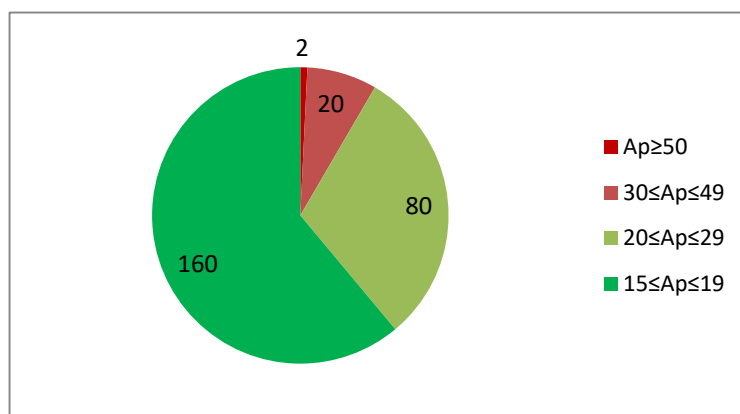


Рис. 2.4. Количество магнитных бурь

3. Особенности состояния озонового слоя над Российской Федерацией и ее регионами

Озоновая сеть Росгидромета осуществляет постоянный контроль состояния защитного озонового слоя атмосферы над всей территорией РФ. Наиболее доступным, оперативным и метрологически обеспеченным способом такого контроля являются наземные измерения общего содержания озона (ОСО).

В период 2007-2016 гг. толщина озонового слоя в каждом регионе РФ была несколько ниже нормы.

Из рисунка 3.1 видно, что наименьшие среднегодовые значения ОСО наблюдались как обычно над Юго-западом России, несколько большая величина ОСО была на Северо-западе России, далее к востоку над Западной и Восточной Сибирью содержание озона возрастало и, наконец, над Дальним Востоком толщина слоя озона была максимальной. Таким образом, основные особенности распределения ОСО над территорией РФ по регионам сохранились.

Сохранилась и «квазидвухлетняя» цикличность (чередование максимумов и минимумов среднегодовых значений ОСО). Наиболее отчетливо она проявляется в вариациях среднегодовых значений ОСО (отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы), которые представлены на рис. 3.2.

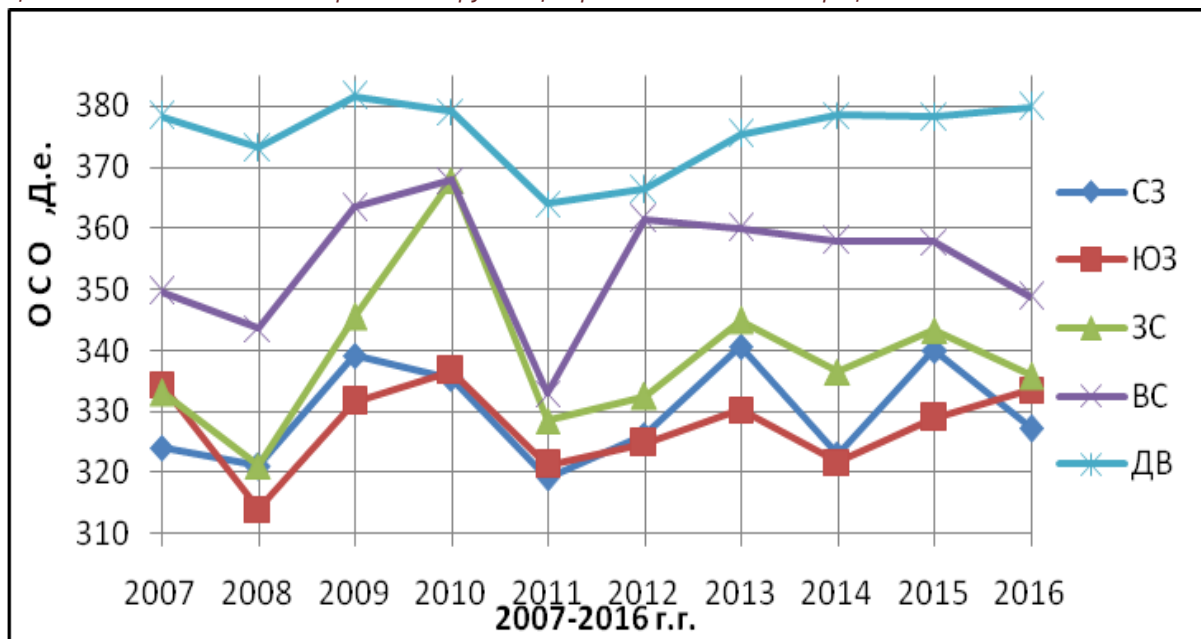


Рис. 3.1. Общее содержание озона над регионами РФ в 2007-2016 гг.

Наименьшая амплитуда межгодовых вариаций ОСО наблюдается на Дальнем Востоке, наибольшая - на Севере европейской территории РФ. Очевидно и совпадение максимумов и минимумов вариаций ОСО в межгодовых изменениях.

Обращает на себя внимание значительное увеличение содержания озона по сравнению с нормой в 2010 году (рис. 3.1. и рис. 3.2).

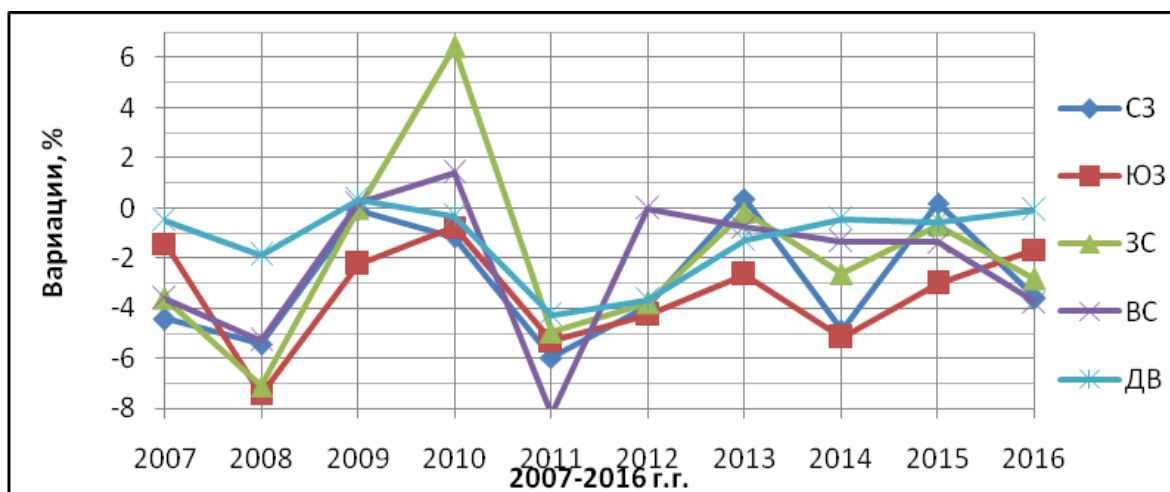


Рис. 3.2. Межгодовые вариации ОСО над регионами РФ в 2007-2016 гг.

Это было связано с тем, что в конце января 2010 г. богатый озоном теплый воздух высотного антициклона, обычно находящийся на территории Восточной Сибири и Дальнего Востока, вытеснил с полюса циркумполярный вихрь. Потепление в стратосфере было настолько сильным, что центр высотного антициклона с теплым и богатым озоном воздухом располагался в течение всего февраля и марта вблизи полюса. Перестройка поля температуры в стратосфере с зимнего на летний режим сместилась с марта - апреля, как обычно, на конец января - начало февраля. Соответственно содержание озона над ЕТР и Западной Сибирью было значительно выше нормы.

Следует отметить, что феномен увеличения ОСО, проявившийся в 2010 г., в очередной раз подтвердил зависимость содержания озона от синоптического состояния верхней тропосферы и нижней стратосферы.

4. Эмиссия парниковых газов в Российской Федерации

Оценки антропогенных выбросов и поглощения парниковых газов, не регулируемых Монреальским протоколом, на территории Российской Федерации за период 2006-2015 гг. получены методами расчетного мониторинга. Величины выбросов и поглощения парниковых газов по секторам¹ представлены на рис. 4.1. За анализируемый период совокупный выброс без учета сектора землепользования, изменений в землепользовании и лесного хозяйства (ЗИЗЛХ) увеличился на 3,0% и составил в 2015 г. 2651,0 млн. т CO₂-эквивалента. Наблюдавшийся в 2009 г. спад выбросов обязан своим происхождением кризисным явлениям в экономике страны. На рис. 4.2 представлено изменение выбросов парниковых газов по секторам, в целом за рассматриваемый период. Наиболее значительно (на 30,3%) увеличились выбросы, связанные с отходами. Менее существенным был рост выбросов в энергетике. Заметное сокращение выбросов наблюдалось в секторе промышленных процессов и использования продукции (-4,3%). Нетто-поглощение парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ возросло на 15%. В 2015 г. нетто-поглощение парниковых газов в секторе ЗИЗЛХ компенсировало около 20% выбросов, происходивших в остальных секторах.

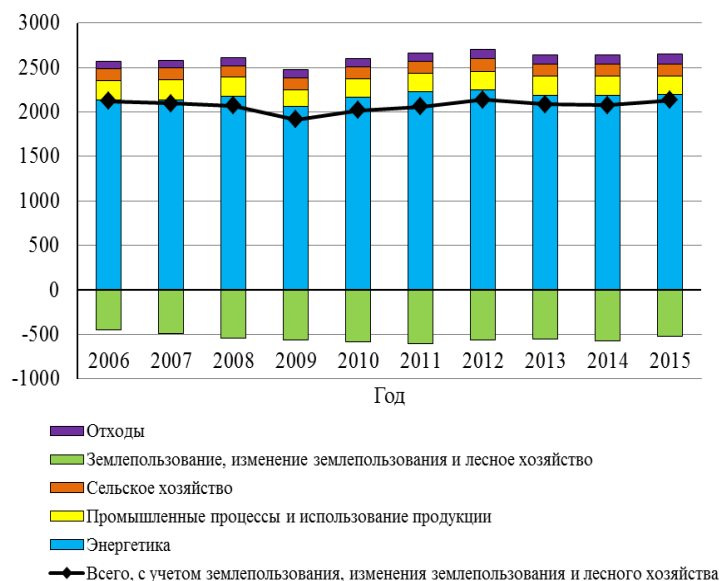


Рис. 4.1. Динамика выбросов парниковых газов в атмосферу, млн. т. CO₂-экв.

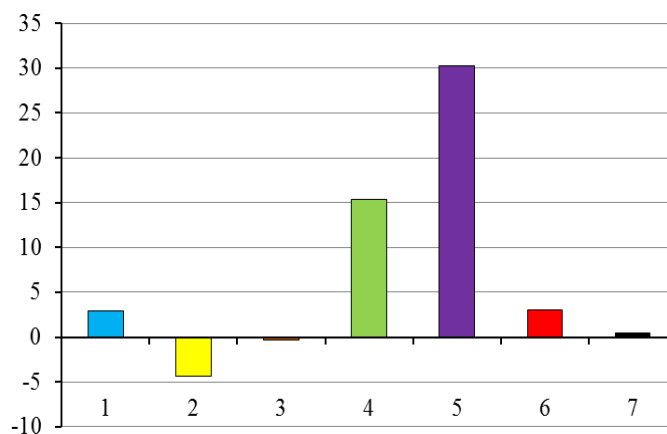


Рис. 4.2. Изменение выбросов/поглощения парниковых газов по секторам МГЭИК за период 2006-2015 гг., %
1 - энергетика, 2 - промышленные процессы и использование продукции, 3 - сельское хозяйство, 4 - ЗИЗЛХ (поглощение), 5 - отходы, 6 - всего, без учета сектора ЗИЗЛХ, 7 - всего, с учетом сектора ЗИЗЛХ

¹ Группировка выбросов по секторам выполнялась в соответствии с методологией Межправительственной группы экспертов по изменению климата (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: технологические выбросы, утечки и потери в атмосферу топливных продуктов в газообразной форме.

5. Состояние фонового загрязнения окружающей среды

5.1. Содержание CO₂ и CH₄ в атмосфере - долговременные изменения

Возобновившийся рост концентрации метана, отчетливо проявившийся в последние 3 года, привел к увеличению средней за десятилетний период скорости роста CH₄. За последний десятилетний период (2007-2016 гг.) по данным станции Териберка концентрация метана увеличилась на 77 млрд⁻¹ (рис. 5.1).

С 2007 г. по 2016 г. концентрация CO₂ по данным станции Териберка возросла на 21 млн⁻¹.

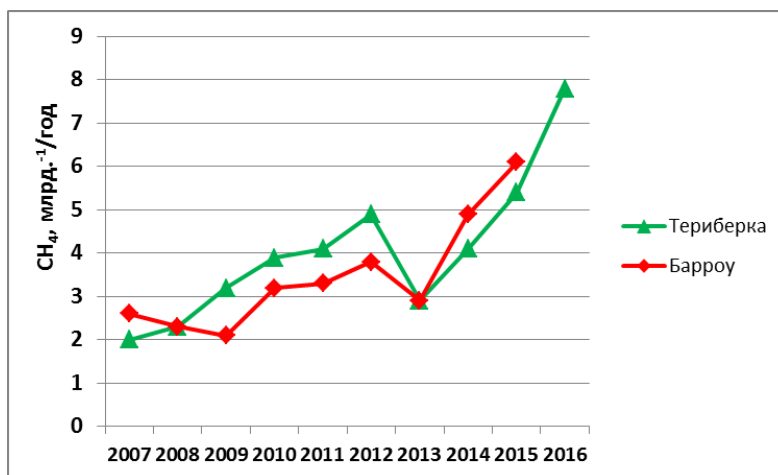


Рис. 5.1. Изменение скорости роста CH₄ с 2007 по 2016 гг.

5.2. Содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе (по данным СКФМ)

Информация о фоновом загрязнении атмосферного воздуха представлена по информации сетей станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ) и трансграничного мониторинга загрязнения атмосферы (ЕМЕП и ЕАНЕТ). В последнее десятилетие наблюдения за фоновым загрязнением атмосферного воздуха проводились на четырех СКФМ и 4 станциях ЕМЕП, обеспечивая необходимый объем информации для характеристики фоновое загрязнение атмосферы на Европейской территории России (ЕТР), и 3х станциях ЕАНЕТ на юге Восточной Сибири и в Приморье.

Среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на равнинных станциях ЕТР оставались низкими - около 0,1-0,7 мкг/м³ (рис. 5.2), при этом зимние среднесуточные концентрации многократно превышали летние, возрастая в отдельные сутки до 8 мкг/м³. В долгосрочной динамике, наряду с отмечающейся стабилизацией уровней концентраций за 10-летний период, для ряда станций ЕМЕП в 2006-2016 гг. наблюдалась продолжающаяся с начала века тенденция постепенного снижения содержания диоксида серы в атмосферном воздухе. Наиболее значимое уменьшение концентраций, на 28-40% за 10 лет, наблюдалось в зимние и весенние месяцы. В Восточной Сибири и Приморье средний уровень содержания диоксида серы в воздухе на региональных станциях выше, от 2,5 до 5,5 мкг/м³, при статистически значимом тренде роста концентраций на 1,5-3,2% в год.

В 2006-2016 гг. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕТР и в Восточной Сибири составляли менее 2 мкг/м³, в Приморье от 2 до 5 мкг/м³, в южных районах ЕТР - не превышали 10 мкг/м³ (рис. 5.2). В целом, относительно повышенные концентрации сульфатов в центре ЕТР характерны для холодного периода года, в южных районах - для теплого периода. На СКФМ в Астраханском и Приокско-Террасном БЗ, станциях ЕАНЕТ в Байкальском регионе наблюдались выраженные отрицательные тренды - за 10 лет концентрации упали от 13-35% до примерно половины значений начала периода. В Приморье отчетливо регистрируется рост содержания сульфатов, на остальных станциях достоверных трендов не выявлено.

В 2006-2016 гг. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на ЕТР сохранились на уровне прошлых лет, изменяясь от 0,8 до 6,0 мкг/м³ (рис. 5.2). Статистически значимые тренды отсутствуют. Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота ясно выражены: в холодный период в центре ЕТР повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций, достигающих иногда более 20 мкг/м³ (Приокско-Террасный БЗ).

В течение десятилетия 2007-2016 гг. среднегодовые концентрации взвешенных частиц в воздухе на ЕТР изменялись в пределах 5-50 мкг/м³ (рис. 5.3.). Эпизодические повышенные концентрации взвешенных частиц наблюдались в теплый период года: среднесуточные концентрации превышали 275 мкг/м³ (Астраханский БЗ). На СКФМ в Приокско-Террасном и Астраханском БЗ наблюдались достоверные положительные тренды концентраций, в Воронежском БЗ явного тренда не обнаружено. Сезонные изменения содержания взвешенных частиц в атмосфере имеют ярко выраженный максимум в летний период, что обусловлено природными факторами.

Тяжелые металлы

В период 2007-2016 гг. среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили от 2 до 10 нг/м³. Значимых изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий не произошло, наблюдалась существенная межгодовая изменчивость, однако статистически достоверных трендов не обнаружено (рис. 5.3). Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР сохранились на уровне, наблюдавшемся в последние годы, не превышая 0,2 нг/м³ (за исключением района Астраханского БЗ, где повышенные уровни кадмия наблюдаются во всех средах на протяжении десятилетия).

Сезонные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе не имели ярко выраженного характера. При этом максимальные среднесуточные концентрации были существенно больше среднегодовых – более 80 (Кавказский БЗ) и 7,5 (Астраханский БЗ) нг/м³ для свинца и кадмия соответственно.

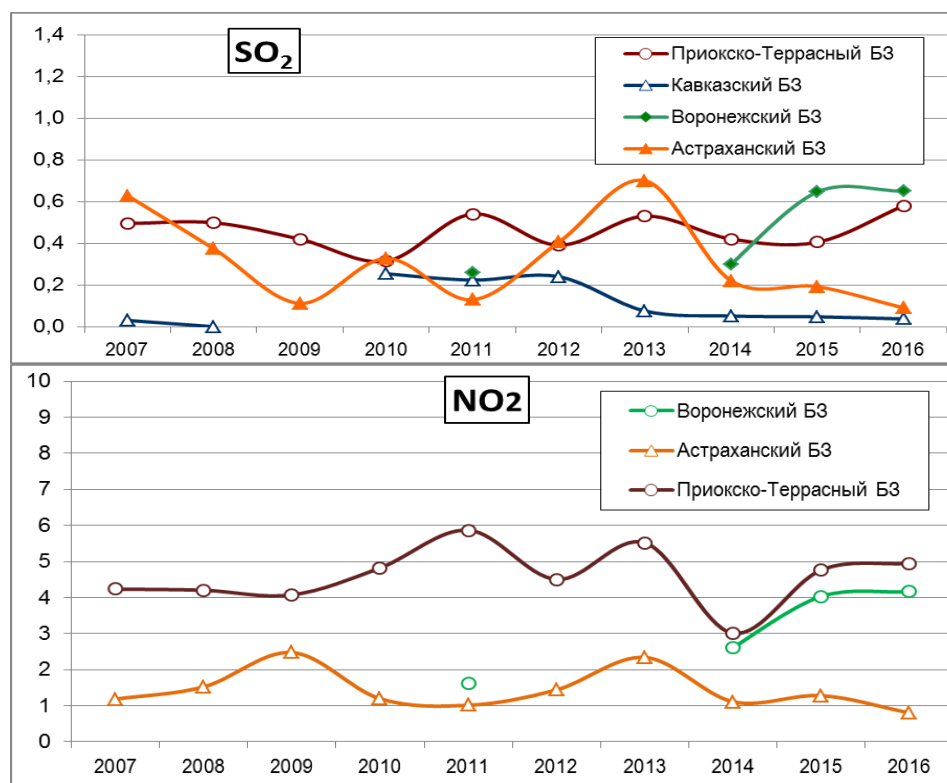
Фоновое содержание ртути в атмосферном воздухе в центральном районе ЕТР в течение десятилетия остается стабильно низким на уровне около 2 нг/м³.

Полиароматические углеводороды

Среднегодовые тенденции изменения содержания бенз(а)пирена в 2007-2016 гг. представлены на рис. 5.3. В Южном федеральном округе среднегодовые концентрации полиароматических углеводородов (ПАУ) не превышали 0,03 нг/м³ (исключение составляет Кавказский БЗ в 2010 году, когда среднегодовая концентрация бензперилена составляла 0,08 нг/м³). Волнообразные изменения среднегодовых концентраций в Приокско-Террасном и Воронежском заповедниках характеризуются максимальным содержанием бензперилена в 2010 году (0,28 и 0,18 нг/м³ соответственно), высокие концентрации бенз(а)пирена в Приокско-Террасном заповеднике также приходятся на 2007-2010 годы. Наблюдавшееся снижение концентраций прекратилось в конце 2015 г., и можно ожидать увеличение фоновое загрязнения атмосферы ПАУ, особенно в холодный период года, когда в годовом цикле их концентрации максимальны. Наиболее низкие концентрации 3,4-бензпирена и бензперилена в течение всего года характерны для Астраханском БЗ, где также не были зарегистрированы резкие изменения среднегодовых концентраций, что наблюдалось на других станциях КФМ (например, в Приокско-Террасном БЗ).

Хлорорганические пестициды

По результатам наблюдений станции КФМ в Приокско-Террасном заповеднике в 2007-2016 гг. среднегодовые концентрации сумм изомеров ГХЦГ и ДДТ в воздухе изменялись резко, максимальные значения зафиксированы в 2010 году (0,25 и 0,13 соответственно). Важно отметить, что на протяжении всего периода наблюдений сумма ДДТ и его метаболитов были на порядок выше суммы изомеров ГХЦГ, максимальное превышение значений в течение года наблюдалось нерегулярно. Наибольшие среднемесячные значения хлорорганических пестицидов (ХОП) в воздухе измерены в летние месяцы (наивысший пик – июль, когда концентрация ДДТ и его метаболитов достигает 0,30 нг/м³, при этом сумма изомеров ГХЦГ составляет 0,10 нг/м³). Начиная с 2012 года среднегодовые содержания в воздухе измеряемых ХОП оставались низкими, на уровне, близкому к пределу обнаружения (от 30 до 70% проб ниже предела измерения).



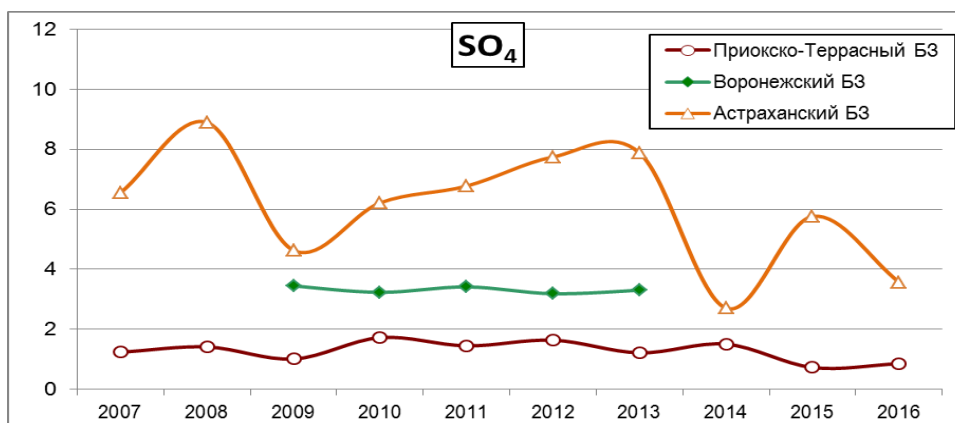


Рис. 5.2. Изменение фоновой концентрации диоксида серы, диоксида азота и сульфатов в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м³)

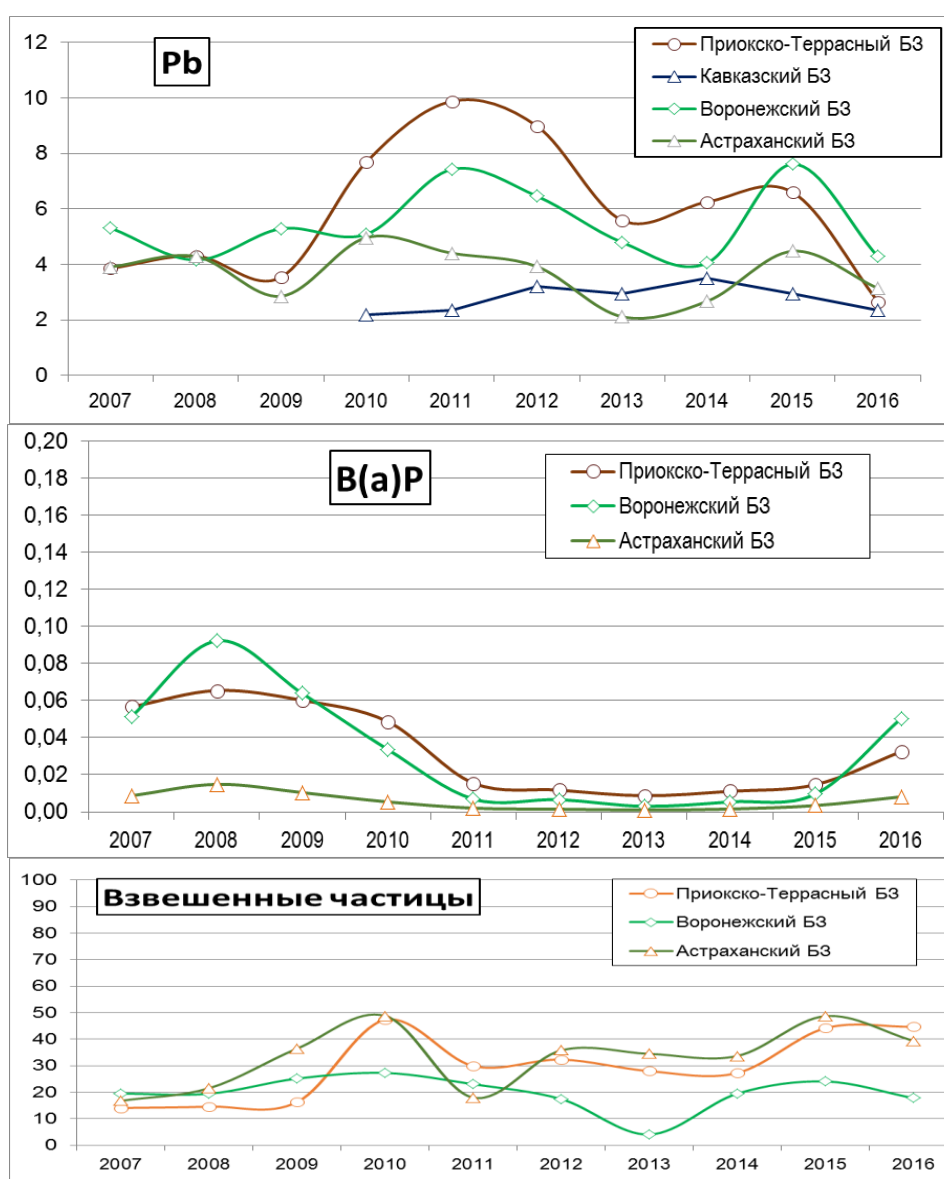


Рис. 5.3. Изменение фоновой концентрации свинца, 3,4-бензпирена (нг/м³) и взвешенных частиц (мкг/м³) в атмосферном воздухе фоновых районов.

5.3. Химический состав атмосферных осадков

Общая тенденция изменения химического состава и кислотности атмосферных осадков (ХСО) со временем

За период с 2007 по 2016 гг. среднее значение соотношения удельной электропроводности (К) к минерализации (М) - k/M варьировало в диапазоне от 1,6 (ЦФО) до 2,3 (ДВФО). Синхронность среднегодовых величин k и M характерна для осадков большинства федеральных округов, а коэффициент корреляции между ними изменялся от 0,35 (СКФО) до 0,96 (УФО).

Распределение величин минерализации по диапазонам за 2007-2016 гг. представлено на рис. 5.4. Весь диапазон суммы ионов от 4 до 144 мг/л был разбит на условные градации: $M \leq 15$, $15 < M < 30$ и $M > 30$ мг/л. В среднем за рассматриваемые годы наибольшей остаётся повторяемость осадков, величина минерализации которых не превышала 15 мг/л. Доля таких осадков в 2007-2016 гг. составила в среднем 40% на ЕТР и 50% на АТР. Повторяемость сильно минерализованных осадков в 2007-2016 гг. изменялась в интервале от 20 до 35% на ЕТР и от 15 до 25% на АТР.

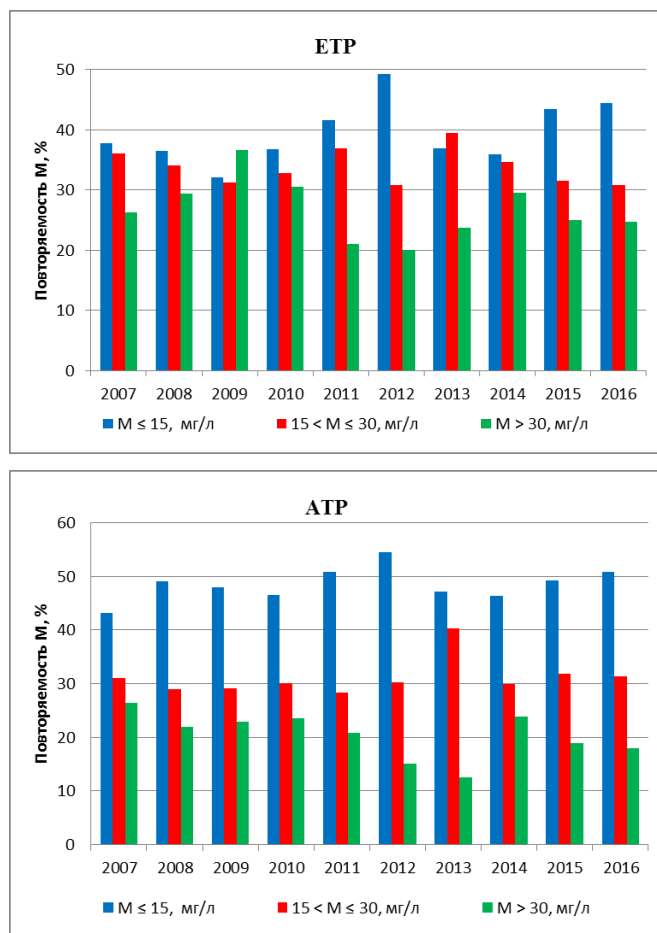


Рис. 5.4. Повторяемость минерализации осадков М (%) по градациям на ЕТР и АТР, 2007-2016 гг.

Временные изменения концентрации отдельных ионов сильно варьировали не только по округам, но и в зависимости от природы компонента (рис. 5.5). В ХСО большинства ФО устойчивыми со временем сохранялись колебания значений концентраций ионов аммония и нитратов. Для химического состава осадков Центрального, Южного и Приволжского ФО было характерно повышенное содержание нитратов. В осадках ЮФО содержалось равное количество сульфатов, гидрокарбонатов и нитратов. За период 2007-2016 гг. в осадках почти всех ФО среднегодовые концентрации сульфатов были ниже среднегодовых концентраций гидрокарбонатов. Доля сульфатов была выше только в осадках СФО. Карбонаты и гидрокарбонаты попадают в осадки с техногенной пылью и в результате выветривания горных пород. Частично они могут образовываться при растворении диоксида углерода из воздуха, повышая pH осадков. В период 2007-2016 гг. среднегодовые значения величины pH изменялись в диапазоне 5,7 (ДВФО, ЮФО) - 6,6 (СФО, УФО).

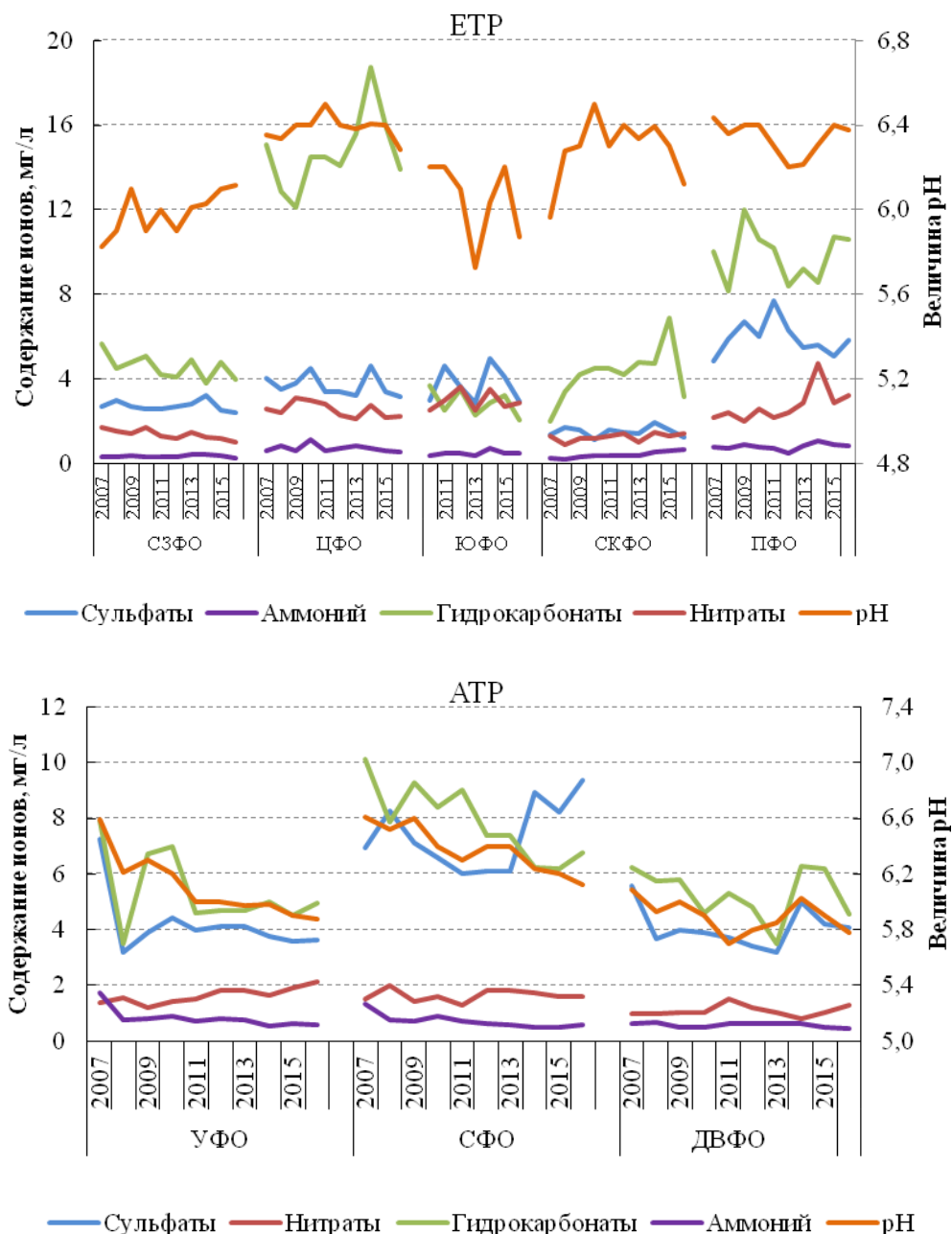


Рис. 5.5. Изменение концентрации ионов в атмосферных осадках Федеральных округов на ЕТР и АТР, 2007-2016 гг.

Величины влажных выпадений ионов с осадками и их временной ход представлены на рис. 5.6. Наиболее высокие значения выпадений соединений азота отмечались в 2007 г. - 0,8 т/км²/год (УФО), в 2014 г. - 0,9 т/км²/год (ПФО) и в 2016 г. - 1,3 т/км²/год (СКФО), серы - 1,4 т/км²/год (ПФО, 2011 г. и СФО, 2016 г.).

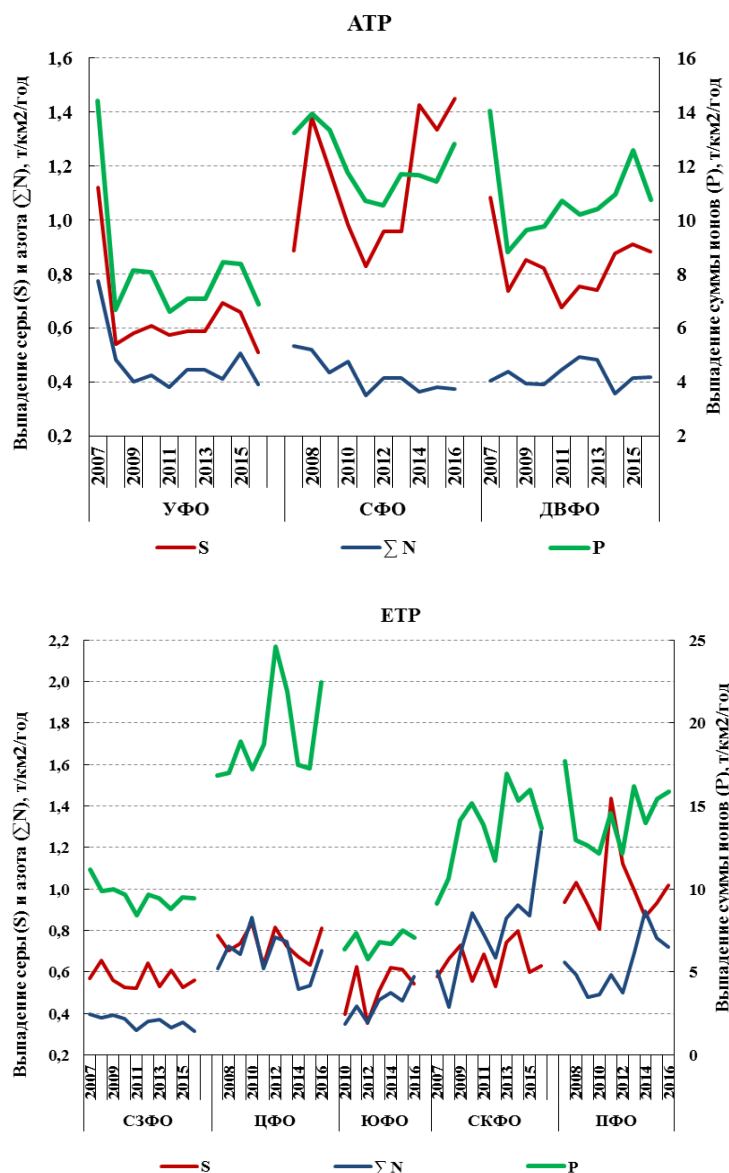


Рис. 5.6. Изменение влажных выпадений серы, суммарного азота и суммы ионов со временем по Федеральным округам на ЕТР и АТР, 2007-2016 гг.

5.4. Динамика химического состава снежного покрова на территории Российской Федерации по данным многолетнего мониторинга

Динамика кислотности снежного покрова

На рис. 5.7 показана карта-схема распределения показателя $\Delta pH(10)$ - скорости изменения pH снежного покрова. Этот показатель равен $10a$ - изменению pH за 10 лет согласно линейному тренду $pH(t) = at + b$ с коэффициентом регрессии «a». Для картирования $\Delta pH(10)$ были рассчитаны коэффициенты регрессии «a» по данным наблюдений, выполненных в 1990-2015 гг. на всех пунктах наблюдений (ПН) сети мониторинга химического состава снежного покрова (ХССП).

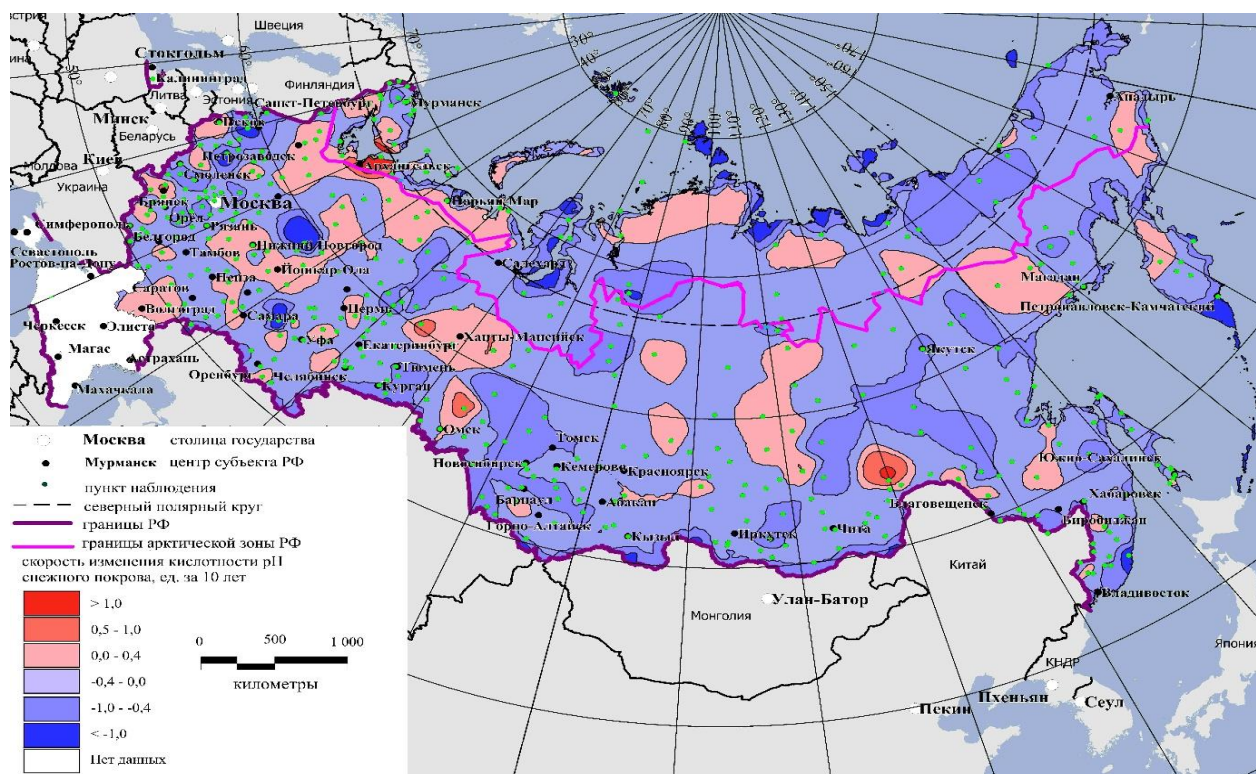


Рис. 5.7. Карта-схема распределения показателя $\Delta pH(10)$ на территории России, рассчитанного по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 1990-2015 гг.

Представленные на рис. 5.7 положительные значения показателя $\Delta pH(10)$ свидетельствуют о росте рН («зашелачивании») снежного покрова со временем, а отрицательные — о его снижении («закислении») за обозначенный период наблюдений. Как видно на рис. 5.7, на территории России положительные тренды («зашелачивание») рН снежного покрова за 26 лет проявлялись на участках территории общей площадью до 15-20% от площади страны, остальную территорию занимают области «закисления» ($\Delta pH(10) < 0$). В целом, за последние 10 лет на большей части территории России не наблюдается значительного изменения кислотности снежного покрова: показатель $\Delta pH(10)$ не выходит за пределы $\pm 0,4$ ед. рН за 10 лет.

Для иллюстрации рядов наблюдений на рис. 5.8 показаны линейные тренды изменения во времени средней кислотности снежного покрова на территории условно фоновых и промышленных регионов (по одному на ЕТР и АТР), рассчитанные за последние 10-11 лет наблюдений (2006-2016 гг.). В качестве условно фоновых регионов были выбраны Республика Коми и Республика Саха (Якутия), промышленных — Мурманская и Кемеровская области.

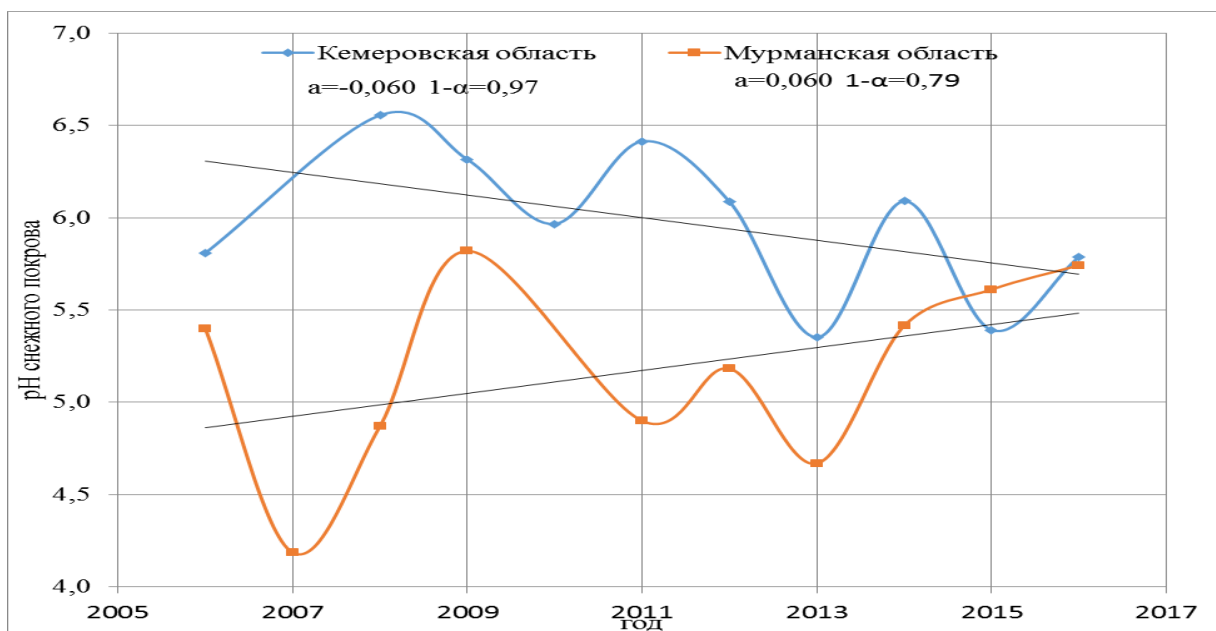


Рис. 5.8 (а). Линейные тренды изменения рН снежного покрова в Мурманской и Кемеровской областях за 2006-2016 гг.

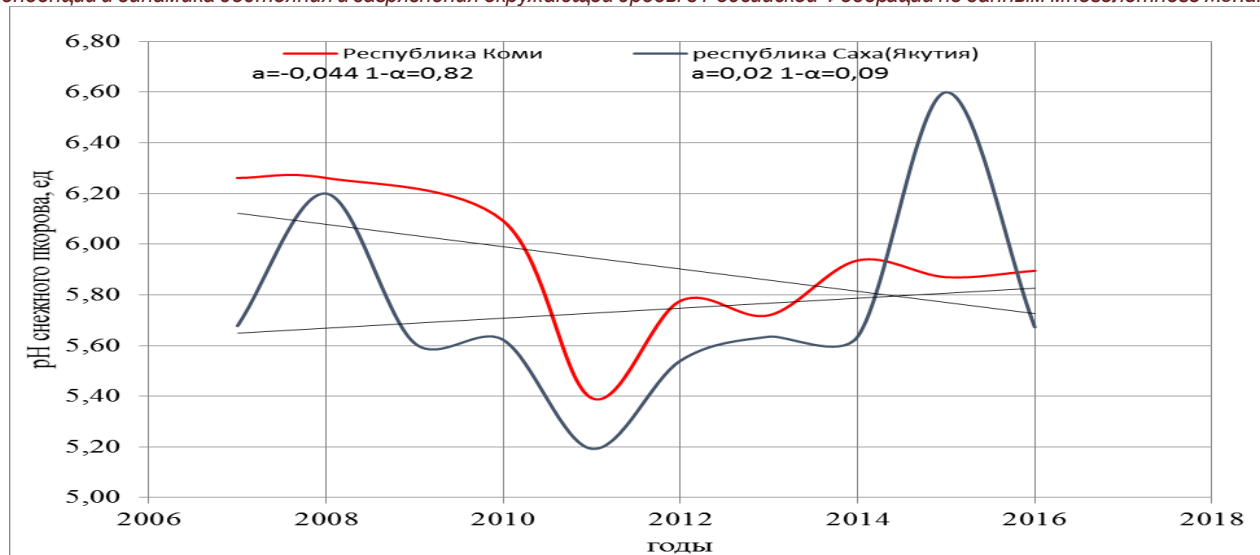


Рис. 5.8. (б). Линейные тренды изменения pH снежного покрова в Республике Коми и Саха (Якутия) за 2007-2016 гг.

Изменение средних значений pH снежного покрова за последние 11 лет на площади промышленных регионов на ЕТР и АТР (рис. 5.8 (а) указывает на заметный тренд к защелачиванию зимних осадков в Мурманской области ($a = 0,060$) и на такой же величины отрицательный тренд в Кемеровской области; оба тренда направлены к нормальной кислотности снежного покрова ($pH \approx 5,5-6,0$). Заметные тренды в условно фоновых регионах на ЕТР и АТР за последние 10 лет (рис. 5.8. (б) тоже имеют противоположную направленность, но также в сторону нормальной кислотности снежного покрова.

Динамика интенсивности выпадения серы

На рис. 5.9 показана карта-схема распределения показателя $\Delta I_s(10)$ - скорости изменения во времени интенсивности выпадения серы I_s ($кг/км^2 \cdot мес.$ за 10 лет) в зимние периоды 1990-2015 гг.

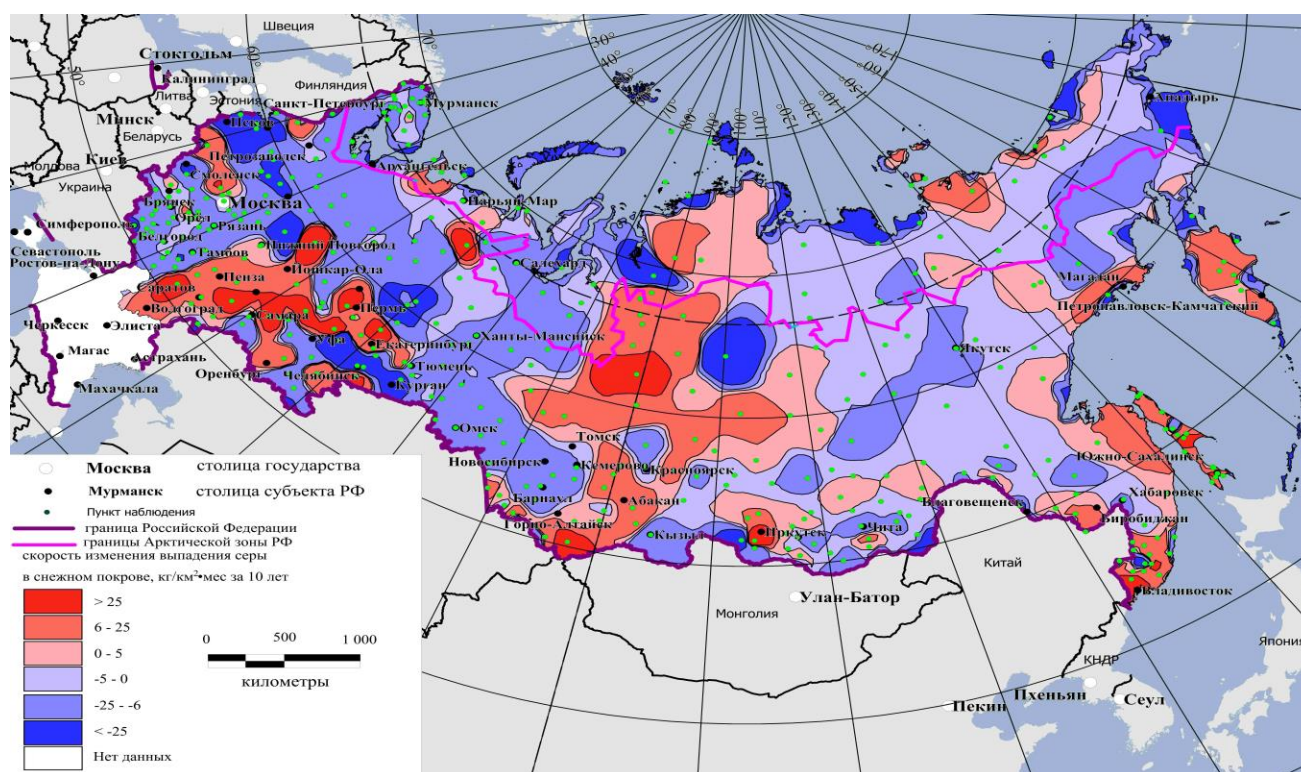


Рис. 5.9. Карта-схема распределения показателя $\Delta I_s(10)$ на территории России, рассчитанного по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 1990-2015 гг.

Как видно на рис. 5.9, за указанный период наблюдений примерно на 2/3 территории России происходило снижение интенсивности атмосферных выпадений серы в зимние месяцы со скоростью до $25 кг/км^2 \cdot мес.$ за 10 лет. На остальной части территории в этот период наблюдался рост интенсивности атмосферных выпадений серы в зимние месяцы со скоростью до $25 кг/км^2 \cdot мес.$ за 10 лет. Экстремальные скорости снижения или роста I_s со скоростью более $25 кг/км^2 \cdot мес.$ отмечаются лишь на небольших участках территории.

Для иллюстрации рядов наблюдений на рис. 5.10 (а,б) показаны линейные тренды изменения показателя I_S на территории промышленных и условно фоновых регионов на ЕТР и АТР (рис. 5.8 а,б). В промышленных регионах имел место заметный положительный тренд I_S (рост на 25-35% с 2007 г. по линиям регрессии). В условно фоновых регионах - рост на ЕТР и снижение на АТР (соответственно, +8% и -35% с 2007 г. по линиям регрессии).

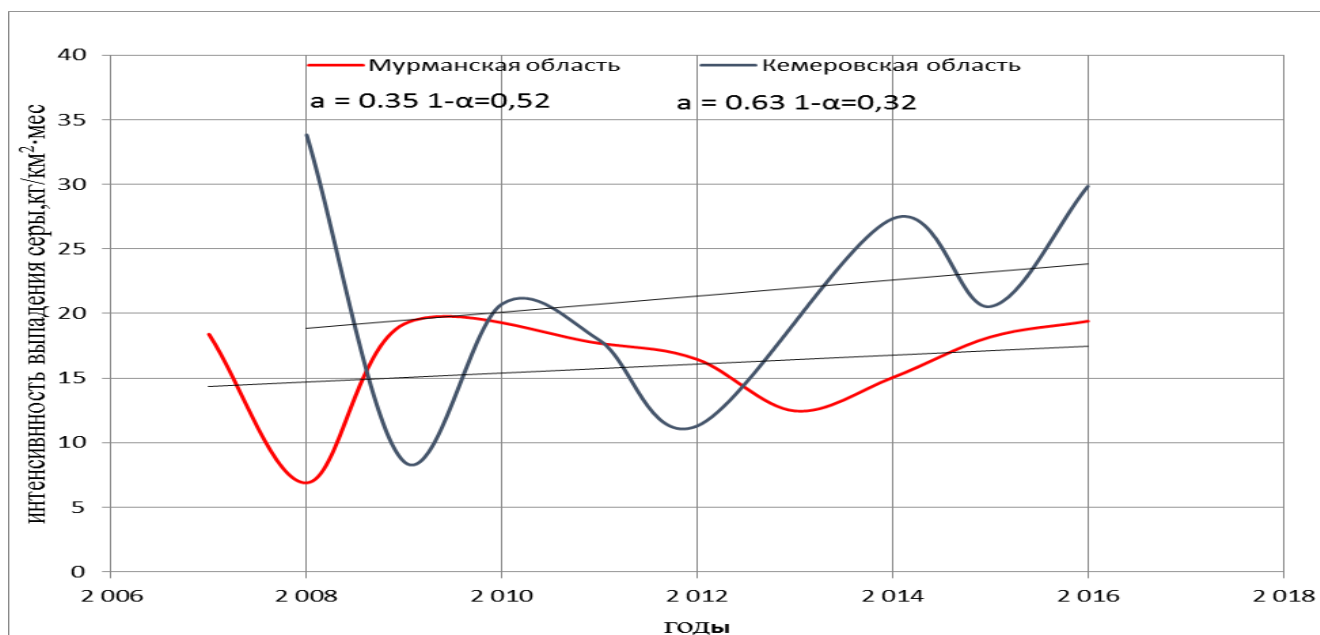


Рис. 5.10 (а) Линейные тренды изменения средней по площади региона интенсивности выпадения серы I_S в зимние периоды в Мурманской и Кемеровской областях в 2007-2016 гг.



Рис. 5.10 (б) Линейные тренды изменения средней по площади региона интенсивности выпадения серы I_S в зимние периоды в Республике Коми. и Республике Саха (Якутия) в 2007-2016 гг.

Динамика интенсивности выпадения азота

На рис 5.11 показана карта-схема распределения показателя $\Delta I_N(10)$ - скорости изменения во времени интенсивности выпадения азота I_N (кг/км²·мес. за 10 лет) в зимние периоды 1990-2015 гг.

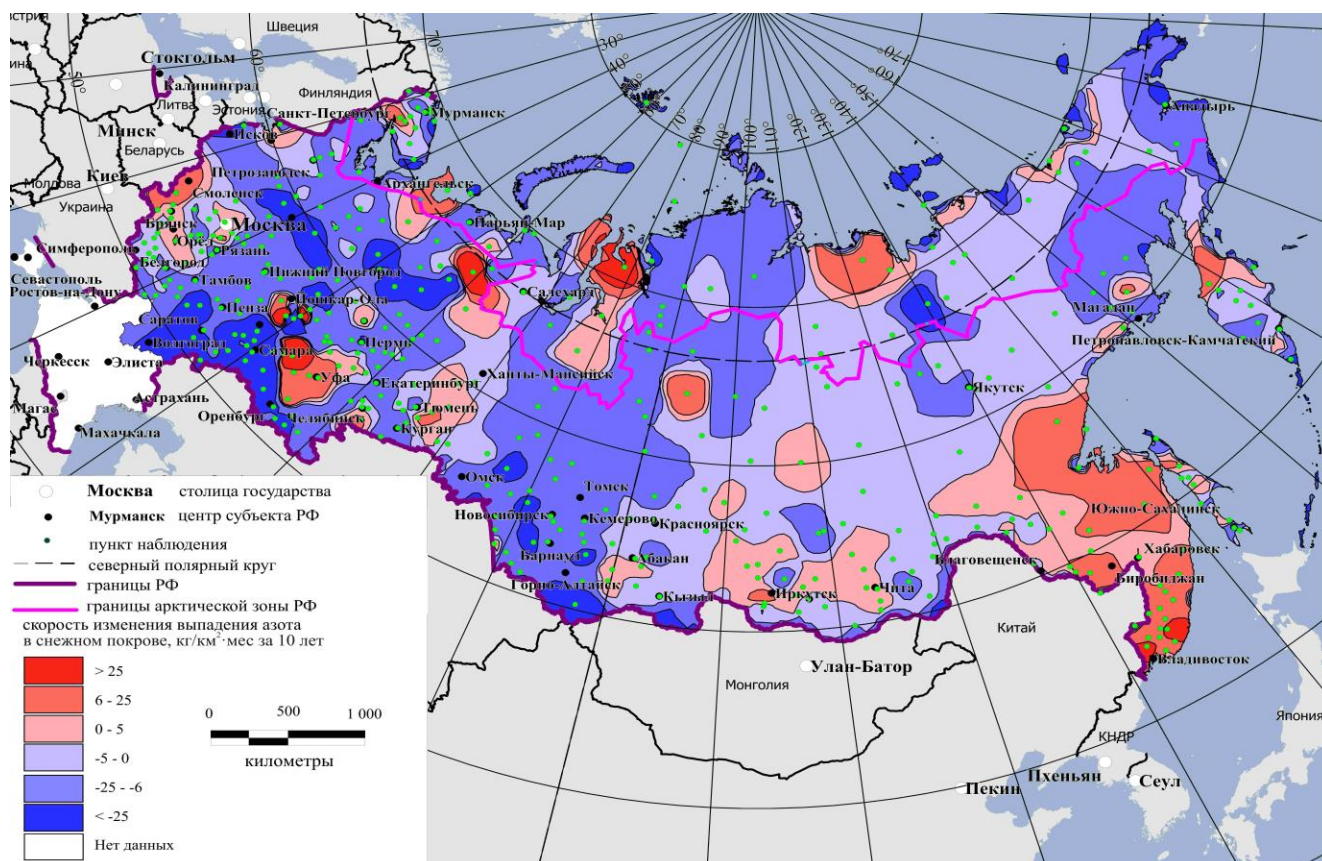


Рис. 5.11. Карта-схема распределения показателя $\Delta I_N(10)$ на территории России, рассчитанного по данным наблюдений на сети мониторинга ХССП в 1990-2015 гг.

Как видно на рис. 5.11, за указанный период наблюдений на примерно 80% площади территории России происходило снижение интенсивности атмосферных выпадений азота I_N в зимние месяцы со скоростью до $25 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес}$. за 10 лет. На остальной территории страны за этот период наблюдался рост I_N в зимние месяцы со скоростью до $25 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес}$. за 10 лет. Экстремальные скорости снижения или роста I_N со скоростью более $25 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес}$. за 10 лет отмечались лишь на небольших участках - менее 5% площади территории страны.

Для иллюстрации рядов наблюдений на рис. 5.12 показаны линейные тренды изменения показателя I_N на территории промышленных и условно фоновых регионов на ЕТР и АТР (рис. 5.7 а,б). В промышленных регионах имел место рост I_N на ЕТР и его значительное снижение на АТР (соответственно, +20% и снижение в 3 раза с 2007 г. по линиям регрессии); при этом оба тренда приводят I_N на уровень около $9 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес}$., близкий к региональному фону на ЕТР (около $14 \text{ кг/км}^2 \cdot \text{мес}$., рис. 5.11 б). В условно фоновых регионах наблюдался слабый рост I_N на ЕТР и его значительное снижение на АТР (соответственно, около +1% и снижение почти в 3 раза с 2007 г. по линиям регрессии).



Рис. 5.12 (а) Линейные тренды изменения средней интенсивности выпадения азота I_N в зимние периоды в Мурманской и Кемеровской областях в 2007-2016 гг.

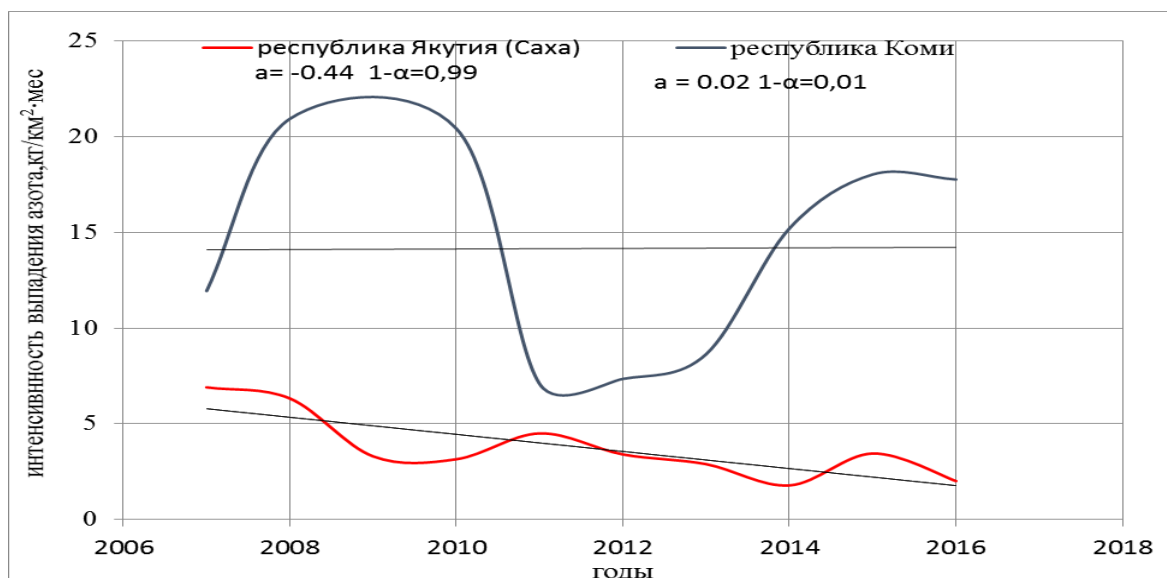


Рис. 5.12 (б) Линейные тренды изменения средней интенсивности выпадения азота I_N в зимние периоды в Республике Коми. и Республике Саха (Якутия) в 2007-2016 гг.

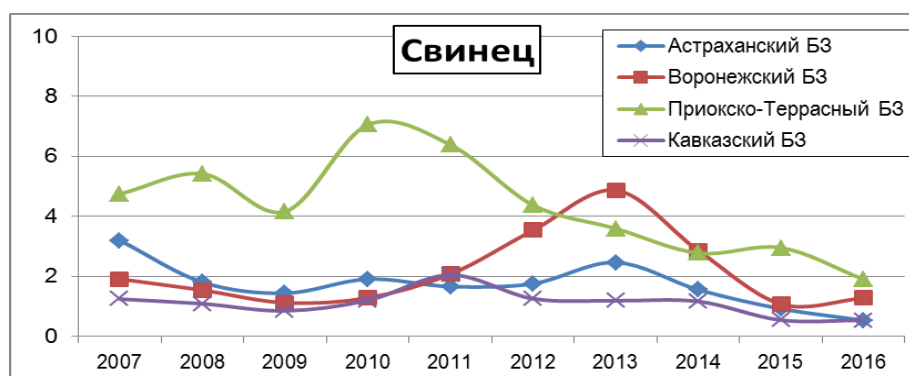
5.5. Загрязнение атмосферных осадков по данным сети СКФМ

Средневзвешенные годовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках на территории большинства заповедников в 2007-2016 годы были на том же уровне, что и в предыдущий период. За период 2010-2016 гг. в осадках на станциях КФМ в Приокско-Террасном и Кавказском БЗ наблюдалось заметное снижение концентраций свинца, почти в 2,5-3 раза (рис. 5.13) в осадках. В Астраханском БЗ значения концентраций стабилизировались после 2008 г., сохранив слабый негативный тренд. В 2016 году практически на всех станциях наблюдались самое низкое за 10-летний период среднегодовое содержание свинца: от менее 0,5 мкг/л до 2,0 мкг/л.

В период 2011-2016 гг. на станциях КФМ концентрации кадмия остаются практически на одном уровне (рис. 5.13), в диапазоне от 0,05 до 0,25 мкг/л, при этом для большого количества измерений значения не превышали 0,1 мкг/л.

Средневзвешенные годовые концентрации ртути в атмосферных осадках на большинстве станций КФМ изменялись в диапазоне от менее 0,1 до 0,58 мкг/л, кроме Астраханского БЗ, где отмечались периоды роста средних концентраций до 0,9-1,2 мкг/л в 2011-2012 гг. и некоторой стабилизации после. Для других СКФМ можно заключить, что в 2007-2016 гг. концентрации ртути в осадках оставались примерно на одном уровне (рис. 5.13).

Средневзвешенные годовые фоновые концентрации меди в атмосферных осадках изменялись слабо на станциях КФМ в Приокско-Террасном и Кавказском БЗ, составив 1,1-4,2 мкг/л. В 2011-2014 гг. отмечено резкое увеличение содержания элемента в осадках на станциях Астраханского БЗ и Воронежского БЗ - практически в 3 раза по сравнению с 2006-2009 гг., к концу периода концентрации опять понизились до 4-6 мкг/л.



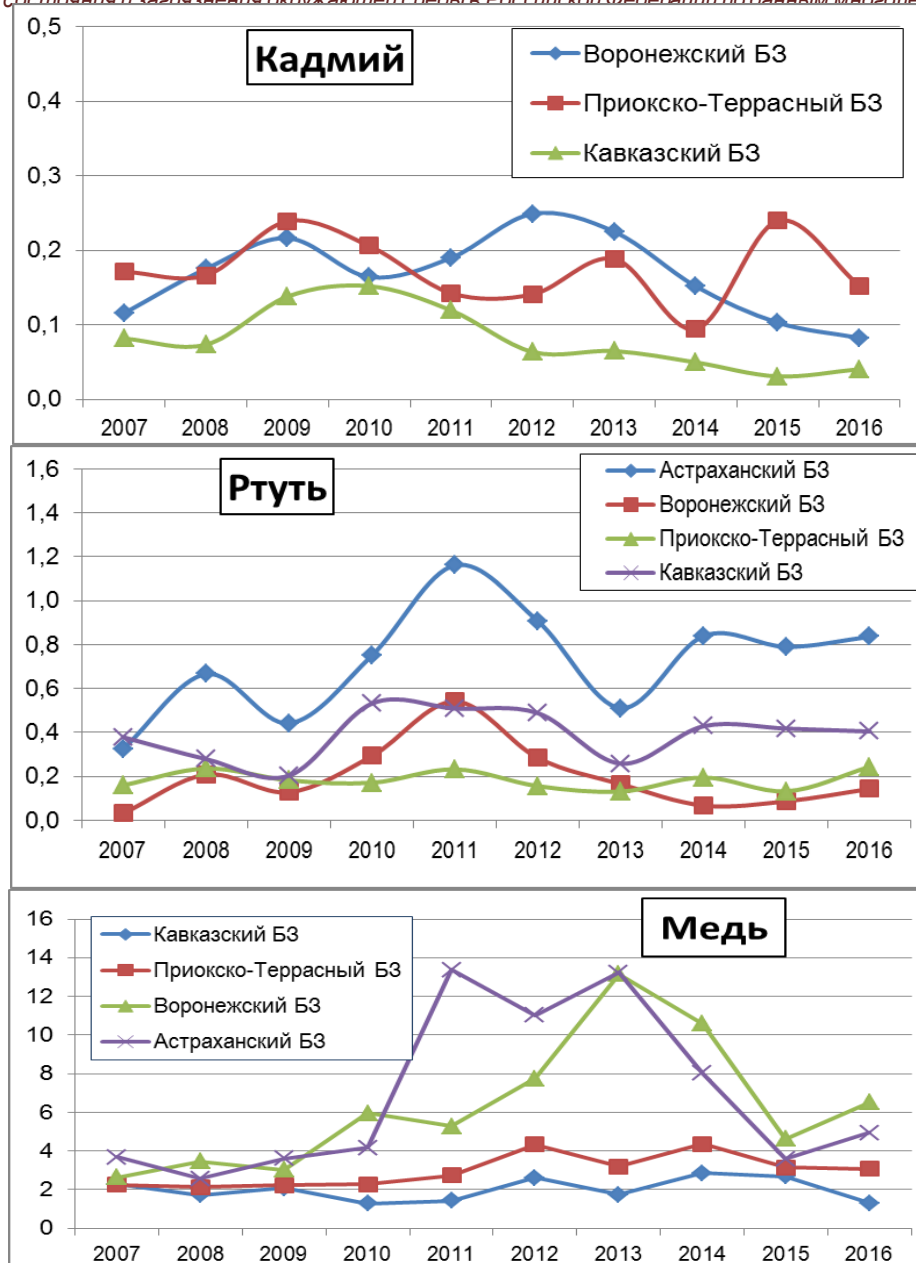


Рис. 5.13. Концентрации тяжелых металлов (мкг/л) в атмосферных осадках фоновых районов в 2006-2016 гг.

В течение 2007-2010 гг. в осадках содержание полиароматических углеводородов во всех биосферных заповедниках изменялось нерегулярно (рис. 5.14), без выраженных однонаправленных тенденций. Среднегодовая концентрация бенз(а)пирена не превышала 2 нг/л, а максимальные значения наблюдались в 2008 году в Приокско-Тerrasном БЗ и 2009-2010 гг. в Кавказском БЗ. После этого на всех станциях отмечено снижение содержания бенз(а)пирена до уровня 0,5-0,8 нг/л (в среднем), при этом более высокие значения наблюдались в холодные сезоны. В 2016 году среднегодовые концентрации снова выросли в 2 раза, достигнув значений 1,3-1,5 нг/л. Для бензперилена в атмосферных осадках в период 2007-2010 гг. происходит увеличение концентрации, а после - такое же снижение уровней до 0,8-1,5 нг/л.

За период 2007-2016 гг. отмечается увеличение среднегодовых значений содержания пестицидов - суммы изомеров ДДТ в осадках с 2011 года по данным наблюдений практически всех фоновых станций (рис. 5.14). При расчете средних за год и анализе тенденций были исключены отдельные результаты измерений, показавших очень высокие значения концентрации ДДТ в отдельные месяцы с июля по ноябрь 2015 и 2016 годов, при низких уровнях концентрации его изомеров (ДДД и ДДЕ).

После относительно низких стабильных уровней концентраций γ -ГХЦГ в осадках на всех СКФМ в период с 2007 по 2013 г. были зафиксированы увеличение колебаний значений в 2014-2015 годах, когда концентрации достигли значений 30-55 нг/л, а позднее, в Астраханском БЗ - до 100 нг/л. Тем не менее, в 2016 году в заповедниках на ЕТР для большинства проб результаты измерений были ниже предела обнаружения изомеров ГХЦГ.

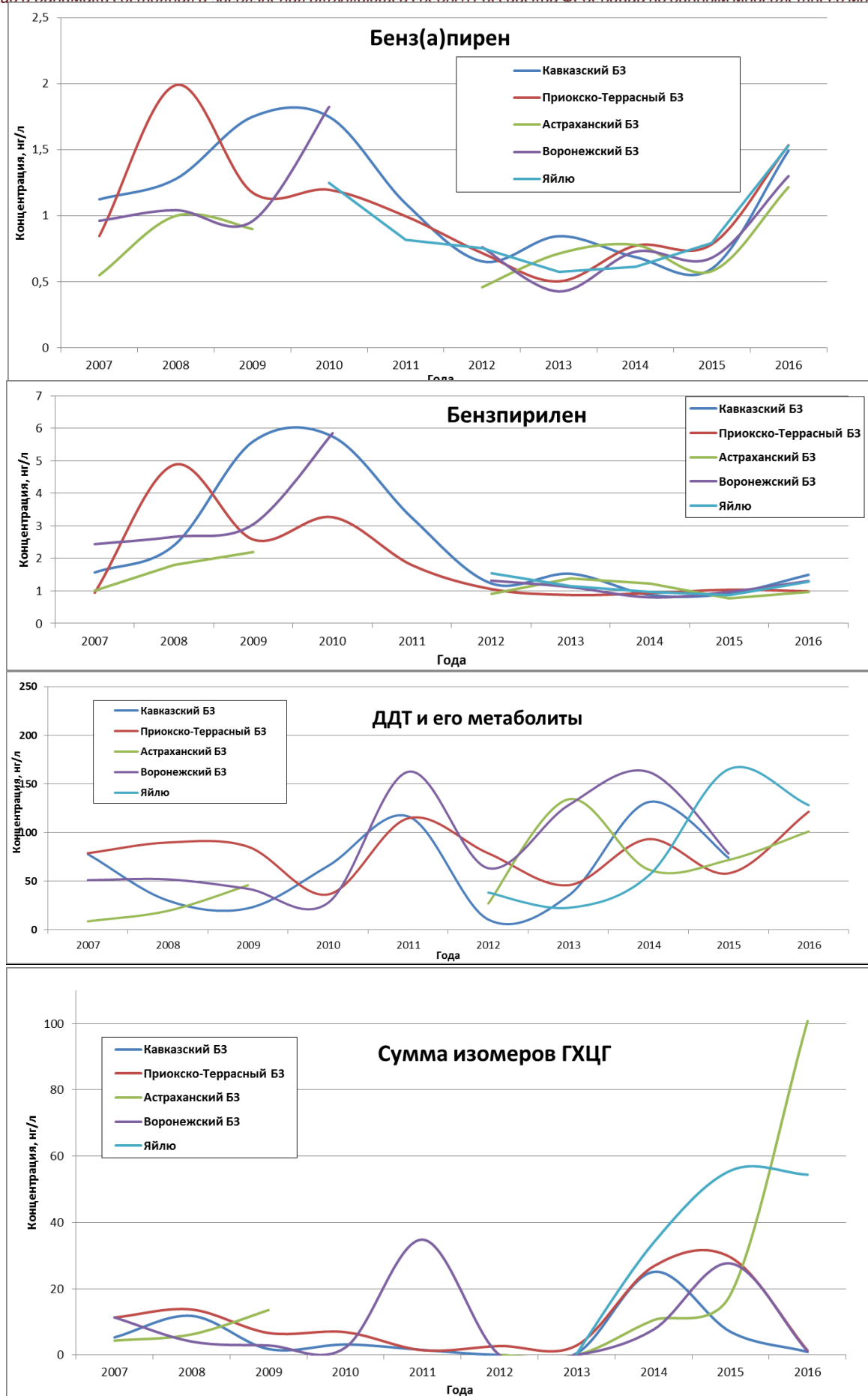


Рис. 5.14. Концентрации полиароматических углеводородов и хлорорганических пестицидов (нг/л) в атмосферных осадках фоновых районов за период 2007-2016 гг.

5.6. Динамика атмосферных выпадений серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ (ЕМЕП)

Станции Программы мониторинга и оценки трансграничного загрязнения воздуха в Европе (ЕМЕП) в 2007-2016 гг. проводили измерения содержания загрязняющих веществ в воздухе (газы и аэрозоли) и в атмосферных осадках в 4 регионах ЕТР, получая информацию о выпадениях приоритетных кислотообразующих соединений и их тенденциях. Для оценки их воздействия на формирование закисления водных и наземных объектов окружающей среды были рассчитаны потоки соединений серы и азота с осадками. В течение периода произошли заметные изменения в химическом составе осадков, в частности изменилась повторяемость значений pH выпадающих осадков: наиболее вероятные значения приходится сейчас на диапазон от 5 до 6, ранее - от 4 до 5. Осадки с высокими значениями кислотности ($\text{pH} < 4$) регистрируются в последние годы крайне редко. В Центральной части ЕТР около 80% осадков имеет значения pH от 5 до 6.

Величины влажных выпадений серы из атмосферы в целом снизились, с учетом того, что на их вариации существенно влияет межгодовая изменчивость сумм осадков (изменчивость месячных и годовых величин осадков могут составить десятки процентов от среднеемноголетних значений). При этом в долгосрочном изменении годовых выпадений серы с осадками на российских станциях ЕМЕП (рис. 5.15) можно отметить практически отсутствие устойчивого уменьшения потоков влажных выпадений за период действия Гетеборгского протокола (подписан в 1999 г.), при относительно большой вариации годовых значений линейные тренды являются незначимыми. Результаты оценки многолетних выпадений с осадками суммарного азота (нитратного и аммонийного), показывают, что в целом на некоторых российских станциях ЕМЕП можно отметить рост выпадений азота (рис. 5.16), но темпы этого роста различны из-за высоких межгодовых вариаций значений.

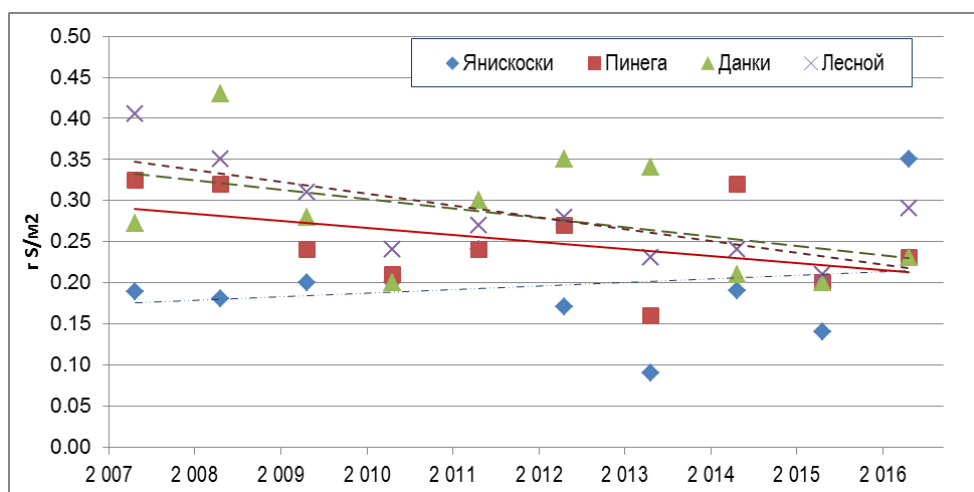


Рис. 5.15. Динамика ежегодных выпадений сульфатной серы из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП ($\text{г S/м}^2/\text{год}$)

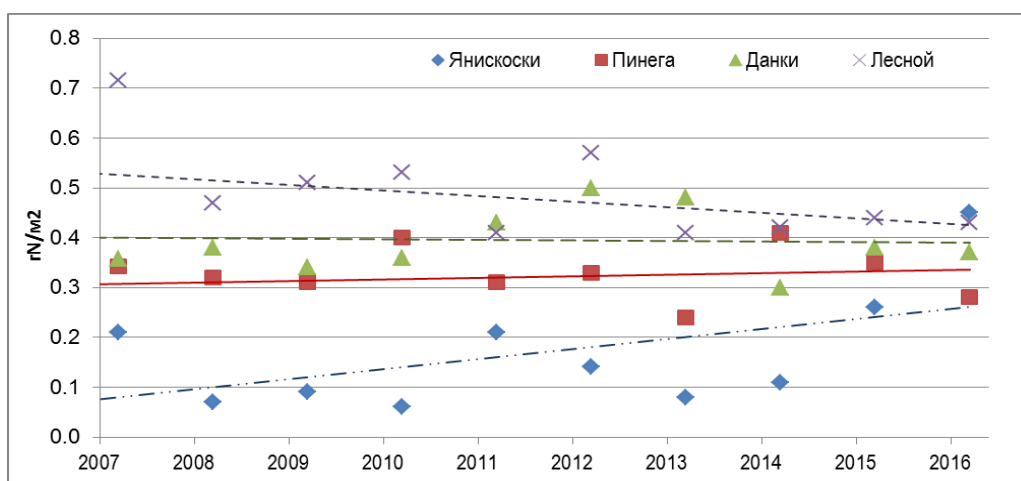


Рис. 5.16. Динамика ежегодных выпадений суммарного азота (нитратного и аммонийного) из атмосферы с осадками на станциях ЕМЕП ($\text{г N/м}^2/\text{год}$)

5.7. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности по данным СКФМ

Для оценки текущего уровня фонового загрязнения природных экосистем и выявления многолетних трендов изменения уровня аэрогенной нагрузки на территории РФ организована сеть станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ), которые приурочены к основным биоклиматическим зонам европейской и азиатской части России, а также к горным областям высотной поясности. Размещение СКФМ в пределах особо охраняемых природных территорий - в биосферных заповедниках и национальных парках - позволяет обеспечить их удаленность от локальных источников загрязнения и оценить на этой основе характеристики регионального фонового состояния наземных экосистем.

На постоянных опорных площадках сети СКФМ 1 раз в 3-5 лет по унифицированной методике производится пробоотбор почв и растительности с последующим анализом содержания в них приоритетных загрязняющих веществ глобального рассеивания в биосфере - тяжелых металлов и поллютантов органической природы.

Фоновое содержание загрязняющих веществ в почвах

В период 2007-2016 гг. средний уровень содержания валовых форм соединений тяжелых металлов - свинца, кадмия и меди - в поверхностных горизонтах почв районов размещения СКФМ полностью соответствовал санитарно-гигиеническим нормативам и не превышал величины среднемировых кларков почв (табл. 5.1). Не отмечалось и комплексного полиэлементного загрязнения почв тяжелыми металлами - величина суммарного показателя загрязнения Z_{ϕ} по всему массиву наблюдений не превышала 5,3, что соответствовало категории «чистые». Лишь в горных почвах Кавказского БЗ и Алтайский БЗ (Яйлю) фиксировались незначительные систематические превышения кларковых значений свинца и меди (в среднем в 1,1-1,7 раз), которые определялись геохимической специализацией магматических пород горных областей, обогащенных халькофильными и сидерофильными элементами.

Вместе с тем, за прошедшую декаду отмечалось достаточно широкое варьирование контролируемых показателей содержания тяжелых металлов в почвах фоновых территорий. Спорадические повышения концентраций в почвах соединений свинца и меди, реже кадмия, встречались во всех федеральных округах вне зависимости от особенностей природной матрицы и/или общей степени антропогенной нагрузки в регионе. При этом «пиковые» значения концентраций отдельных тяжелых металлов выявлялись в различные сроки наблюдений, а весь временной ряд динамики показателей не имел четко направленных трендов, что не дает оснований говорить о повышении степени фонового загрязнения почв СКФМ в период 2007-2016 гг., но, скорее, определяется значительной пространственной неоднородности почвенных свойств.

За последние десять лет наблюдалось отсутствие трендов к увеличению регионального или глобального рассеяния бенз(а)пирена и токсичных (запрещенных или ограниченных в использовании) пестицидов в почвах РФ подтверждается и при анализе их временной динамики содержания в почвах СКФМ. Ни на одной из постоянных пробных площадей не выявлялось повышения содержания контролируемых показателей во времени, а отмеченные ранее экстремальные «пики» бенз(а)пирена и ДДТ с его метаболитами в совокупности характеристик временной динамики в последующие сроки наблюдений часть сменялись следовыми количествами.

Таблица 5.1. Средние величины значений показателей содержания приоритетных тяжелых металлов в почвах СКФМ за период 2007-2016 гг.

Станция СКФМ	Почвы	Свинец, мг/кг	Кадмий, мг/кг	Медь, мг/кг
<i>Центральный федеральный округ</i>				
НП Смоленское Поозерье	Дерново-подзолистые супесчаные	8,2	0,24	11,3
Приокско-Тerrasный БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	4,0	0,25	12,7
Воронежский БЗ	Дерново-подзолистые песчаные	7,8	0,15	4,6
<i>Южный федеральный округ</i>				
Астраханский БЗ	Аллювиальные луговые и лугово-болотные	4,6	0,24	11,6
Кавказский БЗ	Горные бурые лесные	16,6	0,17	16,0
<i>Приволжский федеральный округ</i>				
Волжско-Камский БЗ	Дерново-подзолистые суглинистые	7,5	0,21	13,3
<i>Сибирский федеральный округ</i>				
Алтайский БЗ (Яйлю)	Горно-луговые	9,0	0,25	23,7
Байкльский БЗ	Горные мерзлотно-таежные	6,4	0,27	6,7
<i>Кларк почв</i>		10	0,5	20
<i>ОДК_{вал}</i>		32 / 65 / 130	0,5 / 1 / 2	33 / 66 / 132

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

** 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 $pH_{КСЛ} > 5,5$ соответствует.

Таким образом, мониторинг содержания в почвах фоновых территорий приоритетных загрязняющих веществ неорганической и органической природы показал, что за период 2007-2016 гг. не выявляется региональных или глобальных трендов к накоплению поллютантов, что свидетельствует о сохранении экологического благополучия природными экосистемами районов, удаленных от источников импактного воздействия.

Фоновое содержание загрязняющих веществ в растительности

Согласно данным мониторинга состояния растительности в районах размещения СКФМ, проведенного в 2007-2016 гг., среднее содержание приоритетных тяжелых металлов в фотосинтезирующих органах доминантных растений наземных экосистем находилось в пределах интервалов колебаний характеристик природного фона (табл. 5.2).

Таблица 5.2. Средние концентрации и диапазоны значений показателей содержания тяжелых металлов в растительности СКФМ за период 2007-2016 гг.

Станция СКФМ	Проба	Свинец, мг/кг	Кадмий, мг/кг	Медь, мг/кг
<i>Центральный федеральный округ</i>				
НП Смоленское Поозерье	Листва и хвоя деревьев	1,9	0,66	4,6
	Листья и стебли трав	1,5	0,37	6,5
	Мох	3,8	1,26	6,2
Приокско-Тerrasный БЗ	Листва и хвоя деревьев	0,8	0,21	4,5
	Листья и стебли трав	0,8	0,62	4,1
Воронежский БЗ	Листва и хвоя деревьев	0,4	0,37	-
	Мох	1,8	0,27	-
<i>Южный федеральный округ</i>				
Астраханский БЗ	Листва деревьев	2,9	2,02	33,8
	Листья и стебли трав	2,9	2,07	23,7
Кавказский БЗ	Листва и хвоя деревьев	0,8	0,54	2,7
	Листья и стебли трав	1,3	0,30	4,0
<i>Приволжский федеральный округ</i>				
Волжско-Камский БЗ	Листва и хвоя деревьев	1,8	0,58	10,9
	Листья и стебли трав	2,7	1,49	6,7
	Мох	17,6	0,93	6,6
<i>Сибирский федеральный округ</i>				
Алтайский БЗ (Яйлю)	Разнотравье	1,7	0,45	-
Байкальский БЗ	Листва и хвоя деревьев	0,8	0,60	3,7
	Листья и стебли трав	1,1	0,23	3,9
	Мох	2,1	0,50	4,4

Среди контролируемых показателей наиболее высокие концентрации в растениях были характерны для меди (в среднем $7,2 \pm 2,5$ мг/кг), являющейся необходимым микроэлементом, промежуточные - для свинца (в среднем $2,4 \pm 0,9$ мг/кг), наименьшие - для кадмия (в среднем $0,9 \pm 0,3$ мг/кг). Это соответствует ранжированному порядку кларкового содержания в растениях вышеперечисленных тяжелых металлов.

В целом, по данным фоновое мониторинга растительности СКФМ за период 2007-2016 гг., направленных трендов повышения степени загрязнения наземных экосистем не выявляется.

5.8. Загрязнение поверхностных вод по данным СКФМ

Тяжелые металлы

В 2007-2016 гг. фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства фоновых районов России менялось незначительно, и составило для ртути 0,05 - 1,2 мкг/л, свинца 0,5 - 2,1 мкг/л, кадмия 0,01 - 0,7 мкг/л (за исключением Астраханского БЗ, где концентрации кадмия и ртути стабильно высоки). На Азиатской территории России фоновые концентрации тяжелых металлов, как правило, ниже, чем на ЕТР.

Пестициды и ПАУ

В 2007-2016 гг. тренды концентрации суммы изомеров ДДТ в поверхностных водах большинства фоновых территорий, на которых проводятся регулярные измерения, колебались внутри диапазона измерений прошлых лет и были незначительными. Концентрации не превышали 150 нг/л. Концентрации γ -ГХЦГ в большей части проб также не превысили 150 нг/л.

Содержание бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах заповедников в течение десятилетия составило от 0,5 до 1,3 нг/л.

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

5.9. Радиоактивное загрязнение окружающей среды

Результаты мониторинга радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды техногенными радионуклидами в 2007-2016 годах на территории России приведены в таблице 5.3.

Таблица 5.3. Радиоактивность объектов окружающей среды на территории России в 2007-2016 годах

Радио- нуклид, параметр	Единицы измерений	Среднегодовые данные по стране										Допустимые уровни
		2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016	
Воздух												ДОН _{нас.} , Бк/м ³
	Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере											
ΣВ	10 ⁻⁵ Бк/м ³	15,1	15,4	17,9	14,5	14,9	15,1	17,4	16	13,9	15,0	-
¹³⁷ Cs	10 ⁻⁷ Бк/м ³	2,8	2,3	2,4	2,4	54,8	2,5	2,6	2,6	2,4	1,8	27
⁹⁰ Sr	10 ⁻⁷ Бк/м ³	0,9	0,97	0,95	0,73	0,83	0,89	0,88	0,63	0,85*	1,19	2,7
²³⁹⁺²⁴⁰ Pu (Обнинск)	10 ⁻⁹ Бк/м ³	5,4	5	9,9	11	6	3	24,9	7,1	27,0*	8,2	2,5·10 ⁻³
	Радиоактивные атмосферные выпадения											
ΣВ	Бк/м ² сутки	1,3	1,4	1,3	1,2	1,1	1,14	1,1	1,13	1,2	1,1	-
¹³⁷ Cs	Бк/м ² год	< 0,4	< 0,3	< 0,3	< 0,3	0,82	0,16	0,18	0,14	0,19	0,14	-
³ H	кБк/ м ² год	1,4	1,34	1,21	1,15	1,21	1,26	1,04	0,8	0,83	0,87	-
	Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках											
³ H	Бк/л	2,4	2,6	2,5	2,2	2,5	2,3	1,9	1,7	1,6	1,7	-
	Вода											УВ, Бк/л
	Объемная активность радионуклидов в речной воде											
⁹⁰ Sr**	мБк/л	5,1 (5,7)	4,5 (6,0)	4,3 (5,6)	4,2 (4,3)	4,1 (4,5)	4,8 (5,0)	4,3 (4,5)	4,9 (5,0)	4,8 (5,0)	4,6 (5,2)	4,9
³ H	Бк/л	1,9-3,8	2,1-3,3	1,6-3,1	1,6-2,9	1,6-2,5	1,3-3,4	1,2-2,7	1,2-2,4	1,0-2,3*	1,1-2,2	7 600
	Объемная активность радионуклидов в морской воде											
⁹⁰ Sr	мБк/л	1,0-6,6	1,1-6,1	1,4-7,4	0,9-5,0	1,2-5,1	1,1-5,4	1,0-6,7	1,2-8,9	1,1-3,5	1,5-6,1	-

Примечание: ДОН_{нас.} - допустимая объемная активность радионуклида в воздухе для населения по НРБ-99/2009;

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

* - уточненные данные;

⁹⁰Sr** - дано осреднение без учета проб, отобранных в 2007-2012 годах в водах рек Кама, Вишера, Колва, в 2013-2015 годах - без р. Нева, в 2016 г. рек Кама, Вишера, Колва, Нева, данные в скобках с учетом всех проб;

"-" - Допустимые уровни не установлены.

6. Загрязнение окружающей среды регионов России

6.1. Атмосферный воздух в городах

Наблюдательная сеть мониторинга загрязнения атмосферного воздуха в населенных пунктах

Количественный состав наблюдательной сети мониторинга загрязнения атмосферного воздуха представлен на рис. 6.1 и 6.2.

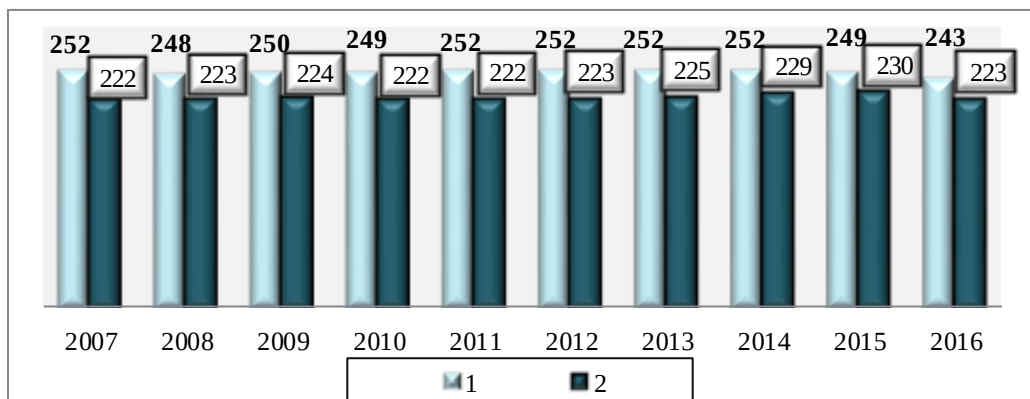


Рис. 6.1. Количество городов с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2) за период 2007-2016 гг.

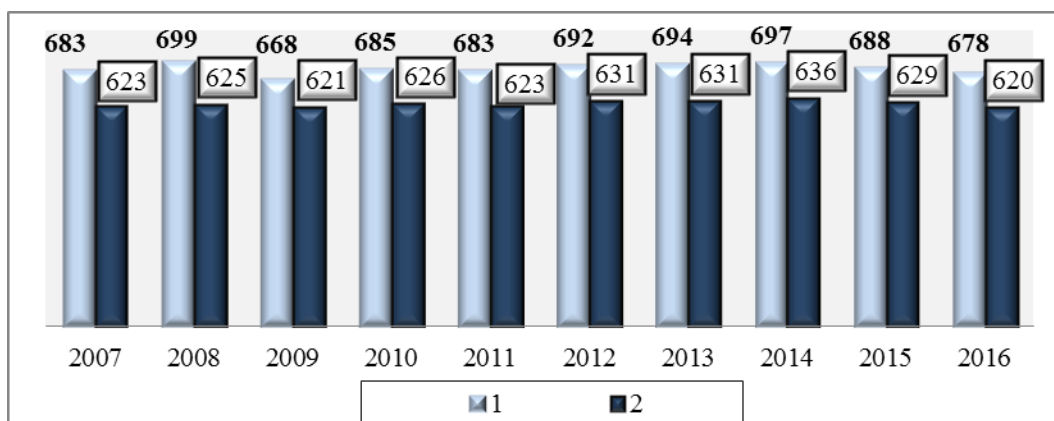


Рис. 6.2. Количество станций в городах с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2) за период 2007-2016 гг.

Показатели качества воздуха

Для определения уровня загрязнения атмосферы используются следующие характеристики и показатели:

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

Степень загрязнения атмосферного воздуха оценивается при сравнении фактических концентраций с ПДК.

ПДК — предельно допустимая концентрация примеси для населенных мест, устанавливаемая Главным санитарным врачом Российской Федерации².

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

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

² Гигиенические нормативы «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест» (ГН 2.16.1338-03. М, 2003), с дополнениями №№ 1-11.

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

Оценка тенденций изменения качества воздуха в городах

Общий характер динамики и тенденций изменений качества воздуха в городах за десятилетний период представлен на рис. 6.3-6.6.

Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха городов медленно улучшается. Однако, рассматривая конкретные показатели, видно, что оно остается по-прежнему неудовлетворительным:

За 10 лет количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, снизилось на 63 (рис. 6.3).

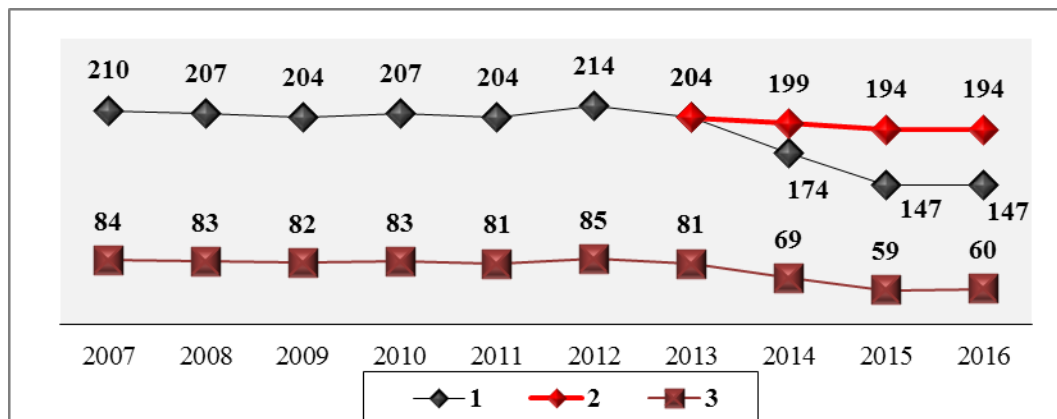


Рис. 6.3. Количество городов РФ, в которых среднегодовые концентрации одного или нескольких веществ превышали 1 ПДК, с учетом прежней и новой ПДК формальдегида и фенола (1, 2) и доля городов, %, в общем числе городов, где проводятся регулярные наблюдения (3) за период 2007-2016 гг.

Вместе с тем снижение показателя обусловлено повышением в 2014 году величины норматива ПДКс.с. формальдегида более чем в 3 раза, по сравнению с прежней³. Если учитывать прежние ПДК формальдегида, то количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, в 2016 году составило бы 194 вместо 147 и уменьшилось бы за последние 10 лет лишь на 16 городов (рис. 6.3).

Как видно из рисунка 6.3 доля городов, где наблюдается сверхнормативное загрязнение атмосферного воздуха, в общем числе городов с наблюдениями, в 2007 году составляла 84% и сохранялась до 2013 года на уровне не ниже 81%. Однако, из-за введенного изменения в 2014 году ПДК формальдегида, величина показателя составила не 79%, а 69%. В 2015 году из-за существенного снижения концентраций бенз(а)пирена в городах на Европейской части России и из-за изменения ПДКс.с. фенола⁴ величина показателя снизилась еще на 10% и составила в 2016 году 60%.

Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю комплексный ИЗА) как высокий и очень высокий, за 10 лет снизилось на 91 город (рис. 6.4). Повторим, резкое уменьшение количества городов не связано с улучшением состояния загрязнения атмосферного воздуха в этих городах, а явилось результатом изменения ПДКс.с. формальдегида в 2014 году. Это в свою очередь, привело к занижению оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом и, соответственно, комплексного ИЗА.

В список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в России в 2016 году (Приоритетный список) включено 20 городов (рис. 6.4), с учетом прежней ПДКс.с. формальдегида их было бы 29. Поэтому можно говорить об уменьшении количества городов в Приоритетном списке только на 8 городов за 10 лет.

³ Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 17 июня 2014 года №37 г. Москва «О внесении изменения № 11 в ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

⁴ Постановление Главного государственного санитарного врача Российской Федерации от 12 января 2015 г. № 3 г. Москва «О внесении изменения в ГН 2.1.6.1338-03 «Предельно допустимые концентрации (ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест».

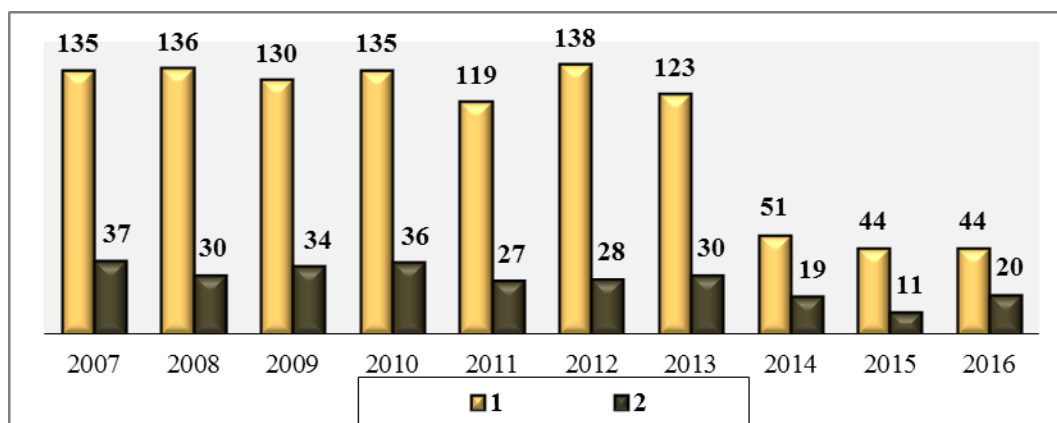


Рис. 6.4. Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферного воздуха высокий и очень высокий (ИЗА > 7) (1), из них — города Приоритетного списка (2) за период 2007-2016 гг.

Во всех 159 городах, где проводятся наблюдения за концентрациями формальдегида, вещество является приоритетным. При использовании для оценки прежней ПДК количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю ИЗА) как высокий и очень высокий, составило бы 100 городов вместо 44 (рис. 6.4).

Аналогичная картина снижения доли численности городского населения, %, испытывающего воздействие высокого и очень высокого загрязнения воздуха в период 2007-2016 гг. по сравнению с предшествующими годами десятилетнего периода, представлена на рисунке 6.5.

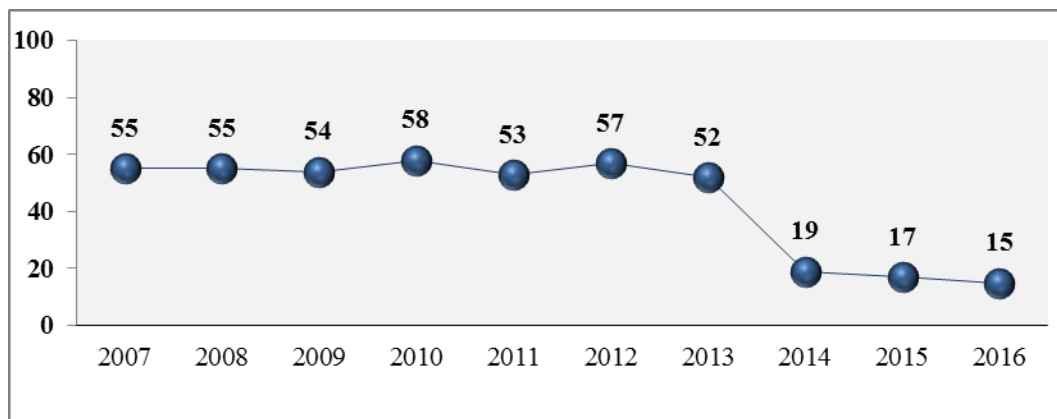


Рис. 6.5. Численность городского населения, %, испытывающего воздействие высокого и очень высокого загрязнения воздуха за период 2007-2016 гг.

Показаны два графика увеличения, количества городов, где среднегодовые концентрации формальдегида превышают 1 ПДК, за десять лет с учетом прежней и новой величины ПДКс.с. (рис. 6.6).

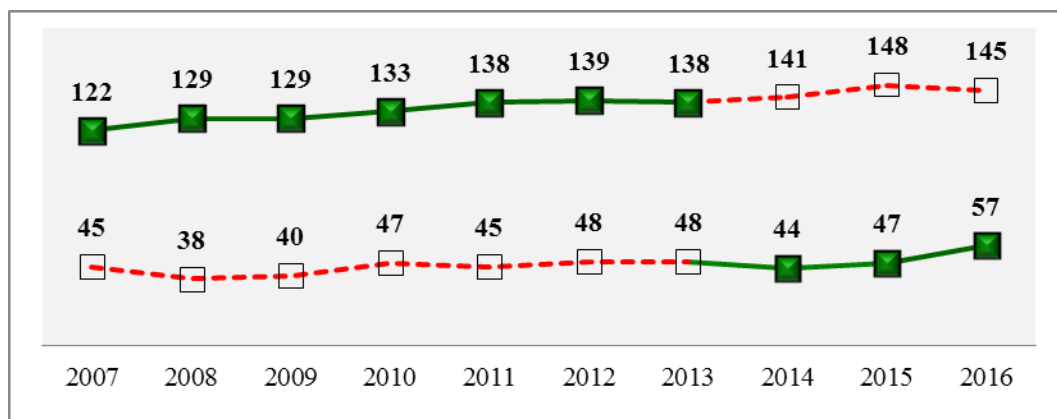


Рис. 6.6. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации формальдегида превышают прежнюю (верхний ряд значений) и новую (нижний ряд) ПДКс.с. за период 2007-2016 гг.

Из рисунка видно, что в обоих случаях наблюдается тенденция роста концентраций формальдегида в атмосферном воздухе городов. По данным Росстата, объем выбросов формальдегида за 10 лет увеличился в 2 раза.

6.2. Почвенный покров

В 2007-2016 годах наблюдения за уровнем загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) - тяжёлыми металлами (ТМ), фтором, нефтью и нефтепродуктами (НП), сульфатами, нитратами, бенз(а)пиреном (БП) и другими - проводились на территориях Республики Башкортостан, Республики Марий Эл, Республики Мордовия, Республики Северная Осетия-Алания, Республики Татарстан, Удмуртской Республики, Чувашской Республики, Краснодарского края, Приморского края, Иркутской, Кемеровской, Кировской, Московской, Нижегородской, Новосибирской, Омской, Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Свердловской, Томской и Ульяновской областей. Для каждой территории определён перечень ТПП, измеряемых в почве. В 2016 году наблюдения за загрязнением почв ТПП проводились в районе 37 населённых пунктов. Для определения в почвах уровней массовых долей ТМ, мышьяка, НП, фтора, сульфатов, бенз(а)пирена и нитратов было обследовано 33, 1, 24, 15, 8, 2 и 12 населённых пунктов соответственно.

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

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

В 2016 году 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)).

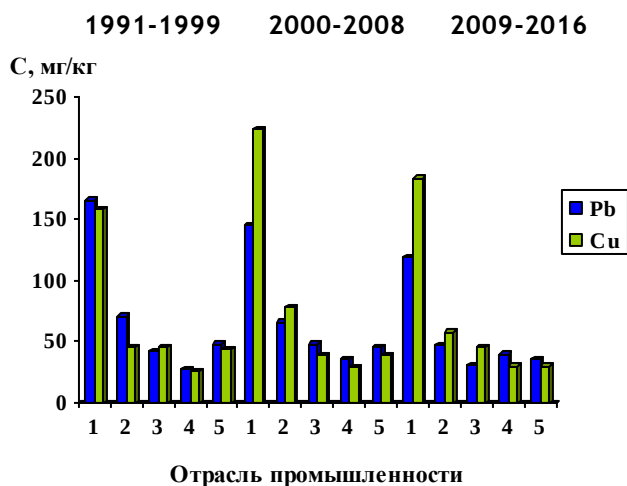
Приоритетными при выборе пунктов наблюдений за загрязнением почв ТМ являются районы, в которых находятся предприятия цветной и чёрной металлургии, энергетики, машиностроения и металлообработки, топливной и энергетической, химической и нефтехимической промышленности, предприятия по производству строительных материалов, строительной промышленности. Динамика средних массовых долей ТМ по отраслям промышленности, усреднённых за 8 или 9 лет, в почвах пятикилометровых зон вокруг предприятий представлена на рис. 6.7.

Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом ТМ проводится по показателю загрязнения Z_{ϕ} (с учётом фонов) и/или Z_k (с учётом кларков), являющимся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье человека.

Согласно показателю загрязнения Z_{ϕ} , к опасной категории загрязнения почв ТМ относится 2,2% обследованных за последние десять лет (в 2007-2016 годах) 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 - 9,3%.

Результаты наблюдений с 2007 по 2016 годы 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.

а)



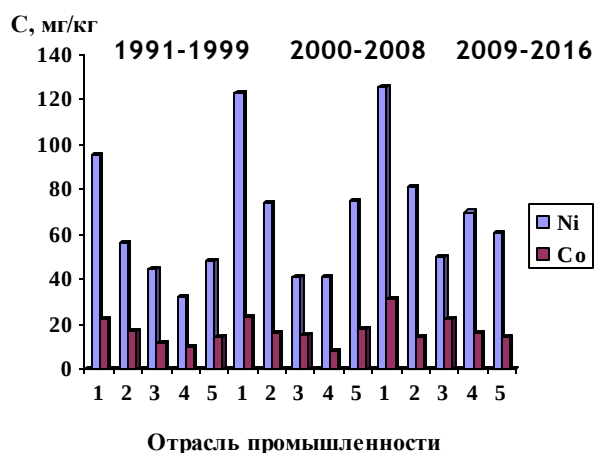


Рис. 6.7. Динамика средних по отраслям промышленности массовых долей, усредненных за определенные периоды: а) свинца и меди, б) никеля и кобальта в почвах 5-километровых зон вокруг предприятий металлургической промышленности (1), машиностроения и металлообработки (2), топливной и энергетической промышленности (3), химической и нефтехимической промышленности (4), строительной промышленности и производства стройматериалов (5)

Почвы 88,5% населённых пунктов (в среднем) по показателю загрязнения $Z_{\text{ф}}$ 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.

Перечень населённых пунктов с умеренно опасной категорией загрязнения почв ТМ представлен в табл. 6.1.

Таблица 6.1. Перечень населённых пунктов РФ с умеренно опасной категорией загрязнения почв металлами (2007-2016 гг.)

Республика, край, область, населённый пункт	Год наблюдений	Зона обследования радиусом, км, вокруг источника	Приоритетные техногенные металлы
Умеренно опасная категория загрязнения, $16 \leq Z_{\text{ф}} < 32$ и $13 \leq Z_{\text{ф}} \leq 15$ при $Z_{\text{к}} \geq 20$			
Иркутская область	2014	Территория города	Свинец, кобальт, кадмий
г. Свирск	2016	УМН-3, 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	2014	Заречная часть	Цинк, медь, железо
Оренбургская область	2009	От 0 до 5*	Медь, цинк, свинец, кадмий
г. Медногорск	2016	Территория города	Медь, свинец, кадмий
г. Орск			
Приморский край	2016	От 0 до 20 от города*	Цинк, свинец, кадмий
г. Дальнегорск	2016	От 0 до 1 от села	Свинец, кадмий, цинк
с. Рудная Пристань	2010	Территория посёлка	Цинк, медь, свинец
п. Славянка			
Республика Башкортостан	2011	От 0 до 1*	Медь, цинк, свинец, кадмий
г. Баймак	2011	От 0 до 1	Медь, цинк, свинец
г. Белорецк	2014	ТГ	Кадмий, свинец
г. Давлеканово	2011	От 0 до 1	Медь, кадмий, цинк, свинец
г. Сибай	2011	От 0 до 1	Цинк, медь, кадмий, свинец
г. Учалы			
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	2012	От 0 до 1	Медь, цинк, хром, никель
г. Верхняя Пышма	2014	0 до 5	Медь, свинец, кадмий, цинк
г. Ревда	2016	УМН-1	Свинец, медь, цинк, кадмий
г. Первоуральск	2014	Территория города	Никель, хром, кобальт, цинк
г. Полевской	2013	От 0 до 1	

* По показателю $Z_{\text{к}}$ почвы относятся к опасной категории загрязнения

** По показателю $Z_{\text{к}}$ почвы относятся к чрезвычайно опасной категории загрязнения

В основном, с 2007 года явного накопления общего содержания ТМ в обследованных в 2016 году почвах городов и их окрестностей не зарегистрировано (табл. 6.2), за исключением, возможно, свинца, кадмия и кобальта в почвах г. Зима.

Тенденция к увеличению средних массовых долей цинка отмечена в почвах г. Стерлитамак Республики Башкортостан, цинка и железа - в почвах г. Нижний Тагил Свердловской области, кадмия - в почвах городов Набережные Челны и Нижнекамск Республики Татарстан, свинца, кадмия и кобальта - в почвах г. Саянск Иркутской области.

Таблица 6.2. 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
Дальнегорск, Приморский край 5-км зона от ЗАО ГХК «БОР»	1986	в	348	1104	19	424	35	-
	2007	к	351	866	11	445	26	2,0
	2016	к	212	978	12	433	27	1,9
Зима, Иркутская обл.	1996	в	57	880	47	240	46	-
	2003	в	29	510	31	97	41	-
	2009	в	41	571	25	131	27	0,08
	2016	к	100	138	48	132	33	1,98
Йошкар-Ола, Республика Марий Эл	2013	в	53	102	22	63	50	<4,0
	2014	в	94	507	23	31	16	1,3
	2015	в	<35	789	33	85	41	<5,0
	2016	в	<24	660	<22	63	16	<2,2
Нижнекамск, Республика Татарстан ПМН	2008	к	13	684	50	100	22	0,28
	2010	к	14	-	54	92	19	0,64
	2014	к	17	493	35	62	31	0,68
	2016	к	14	514	46	71	28	1,13
Самара Самарская обл. ПМН (УМН-2)	2006	к	14	390	56	110	35	0,83
	2012	к	23	438	43	135	22	1,6
	2014	к	9	209	33	92	14	0,5
	2016	к	5	290	69	95	24	0,3
Ревда, Свердловская обл. ПМН	2008	к	377	1262	36	778	1715	12
	2010	к	341	1272	29	429	1177	6,0
	2012	к	396	679	24	440	1236	7,3
	2016	к	249	1360	25	370	905	5,8
	2008	п	72	111	2,0	252	571	5,0
	2010	п	77	69	1,9	131	362	3,4
	2012	п	215	43	2,0	194	524	5,1
	2016	п	58	92	2,1	136	314	3,4
Уфа, Республика Башкортостан	2002	к	32	-	77	65	53	0,37
	2009	к	34	-	123	153	41	0,23
	2016	к	28	-	57	104	39	0,30

Увеличение массовых долей подвижных форм свинца прослеживается в почвах с. Рудная Пристань Приморского края, кадмия - в почвах г. Невьянск Свердловской области, в последних из которых выявляется тенденция к уменьшению валовой массовой доли ртути.

Динамика средних значений массовых долей кислоторастворимых форм ТМ в почвах УМН-1 г. Свирск Иркутской области представлена на рис. 6.8.

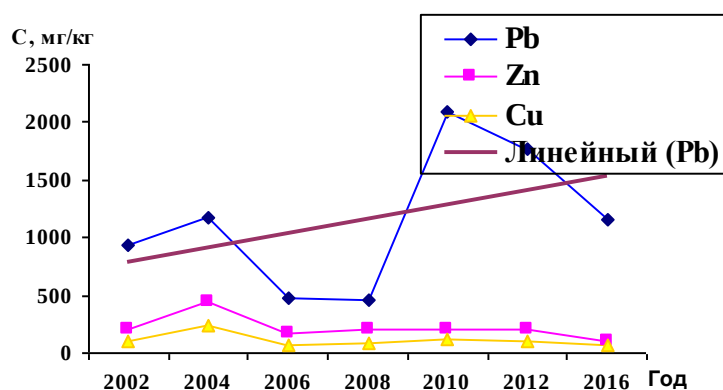


Рис. 6.8. Динамика средних массовых долей ТМ (С) в почве УМН-1 г. Свирск Иркутской области, расположенного в 0,5 км на юг от ЗАО «Актех-Байкал»

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

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

С 2012 по 2016 год обнаружено загрязнение почв: - кадмием - в городах Белебей (к 4,5 и 16 ОДК), Верхняя Пышма (вод > 14 и > 28 Ф, Ф < 0,01 мг/кг), Владикавказ (в 94 и 324 ОДК), Давлеканово (к 8 и 51 ОДК), Кировград (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 (к 3 и 27 ОДК, п 33 и 314 ПДК), Владикавказ (в 7 и 33 ОДК), Кировград (к 6 и 42 ОДК, п 91 и 966 ПДК), Невьянск (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), Владикавказ (в 3 и 4 ОДК), Давлеканово (к 4 и 10 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 (к 3 и 20 ПДК, п 7 и 30 ПДК), Верхняя Пышма (п 4 и 28 ПДК), Владикавказ (в 64 и 294 ПДК), Дальнегорск (30-километровая зона к 7 и 52 ПДК, п 7 и 20 ПДК), Зима (к 3 и 6 ПДК), Иркутск (пятикилометровая зона вокруг города к 5 и 9 ПДК), Каменск-Уральский (п 5 и 47 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 (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); - цинком - в городах Владикавказ (в 27 и 40 ОДК), Дальнегорск (к 3 и 7 ОДК, п 3 и 6 ПДК), 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 2016 году наблюдения за загрязнением почв мышьяком проводились в г. Орск Оренбургской области. Почвы города, согласно ПДК (2 мг/кг), загрязнены токсикантом (4 и 5 ПДК), согласно ОДК (10 мг/кг), содержание мышьяка в почвах находится в пределах нормы.

Наблюдения за загрязнением почв фтором проводились в Иркутской, Кемеровской, Новосибирской, Самарской и Томской областях, за загрязнением атмосферных выпадений фтористыми соединениями - в Иркутской области.

Динамика массовой доли фтора по валу в почвах района г. Братск, представлена на рис. 6.9.

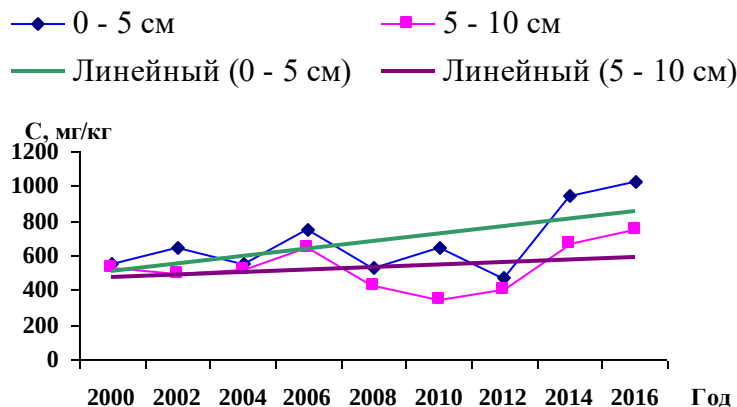


Рис. 6.9. Динамика средней массовой доли фтора по валу (С) в слое почвы от 0 до 5 см и от 5 до 10 см в районе г. Братск (пробы отобраны на удалении 2 (С), 8 (СВ), 12 (ВСВ) и 30 (СВ) км от ОАО «РУСАЛ-БраЗ», направления указаны в скобках)

Фоновое содержание фтора по валу в почве составляет 24 мг/кг. Среднее значение валовой массовой доли фтора в почвах г. Братск по результатам наблюдений 2016 года составляет в слое почвы от 0 до 5 см - 1025 мг/кг (47 Ф), от 5 до 10 см - 750 мг/кг (31 Ф), максимальное значение - 1400 (58 Ф) и 1000 (42 Ф) мг/кг соответственно.

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

В 2016 году в Иркутской области в районах расположения ОАО «РУСАЛ Братск» и его филиала продолжились наблюдения за атмосферными выпадениями фтористых соединений.

Среднегодовое значение плотностей выпадений фторидов (1,52 кг/км²·месяц), зарегистрированное в районе п. Листвянка, принято за фоновое.

В районе г. Братск наибольшая среднегодовая плотность выпадений фторидов (60,4 Ф), как и максимальная, за месяц (85,4 Ф в ноябре), были отмечены в п. Чекановский, расположенном в 2 км от ОАО «РУСАЛ Братск». Среднегодовая и максимальная за месяц плотности выпадений фторидов составили соответственно в г. Иркутск 1,6 и 6,3 Ф (в марте), в г. Шелехов - 24,4 и 57 Ф (в декабре).

С 2007 по 2016 год в районе г. Братск наблюдается тенденция к увеличению, а в городах Иркутск и Шелехов - к уменьшению загрязнения атмосферных выпадений фтористыми соединениями.

В 2016 году наблюдения за массовой долей НП в почвах и её динамикой проводились на территориях Западной Сибири, Республики Марий Эл, Республики Мордовия, Республики Татарстан, Иркутской, Нижегородской и Самарской областей. Обследовались почвы как вблизи наиболее вероятных мест импактного загрязнения - вблизи добычи, транспортировки, переработки и распределения НП, - так и в районах населённых пунктов и за их пределами.

Наблюдения за загрязнением почв бенз(а)пиреном в 2016 году осуществлялись в районе г. Дальнегорск и с. Рудная Пристань Приморского края. В одной пробе почвы из восьми, отобранных в районе г. Дальнегорск, содержание БП составило 1 ПДК (ПДК 0,02 мг/кг). Почвы с. Рудная Пристань загрязнены БП (2 и 6 ПДК).

По результатам наблюдений 2016 года наибольшее загрязнение почв НП (1384 и 4709 мг/кг или 15 и 52 Ф, Ф 90 мг/кг) было зафиксировано в зоне нефтяного пятна площадью 31,75 га, образовавшегося вблизи п. Тыреть Заларинского района Иркутской области в результате аварии, произошедшей в марте 1993 года на 654 км нефтепровода «Красноярск - Иркутск». Динамика средних массовых долей НП в почвах района аварии представлена на рис. 6.10.

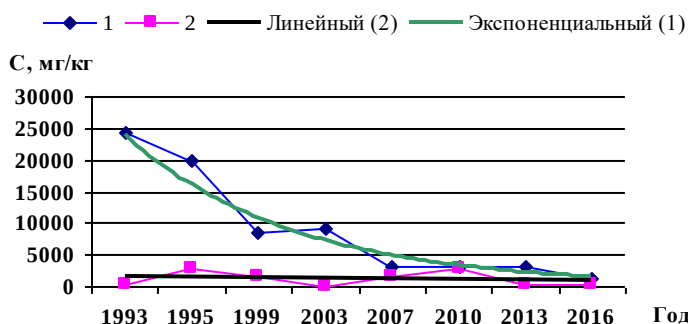


Рис. 6.10. Динамика средних массовых долей НП в почвах нефтяного пятна (1) и за его пределами по разным направлениям до 250 м (2) вблизи п. Тыреть Заларинского района Иркутской области

Загрязнение почв НП (среднее содержание НП выше 500 мг/кг) отмечается в городах Йошкар-Ола Республики Марий Эл (647 и 5200 мг/кг или 13 и 108 Ф, Ф 48), Казань Республики Татарстан (535 и 1860 мг/кг или 8 и 30 Ф, Ф 63 мг/кг), Омск Омской области (микрорайон «Иртышская набережная» 623 и 2588 мг/кг или 16 и 65 Ф, Ф 40 мг/кг), Томск Томской области (ПМН 602 и 1325 мг/кг или 6 и 13 Ф, Ф 100 мг/кг). В почвах ПМН г. Томск отмечается тенденция к увеличению содержания НП.

Наблюдения за уровнем загрязнения почв нитратами проводились на территориях Западной Сибири, Самарской и Свердловской областей. Загрязнена нитратами только почва ПМН г. Новосибирск (1,6 и 2,7 ПДК). В целом наблюдается тенденция к уменьшению нитратов в почвах или сохранению их на уровне содержания за последние пять лет.

Наблюдения за загрязнением почв сульфатами осуществлялись на территориях Приморского края, Иркутской и Самарской областей. В районах городов Зима (1 и 4 ПДК) и Саянск (1 и 3 ПДК) почвы загрязнены сульфатами. На отдельных участках почв ПМН в г. Самара, НПП «Самарская Лука» Волжского района Самарской области концентрации сульфатов составляют от 1 до 2 ПДК.

Тенденция к накоплению содержания сульфатов в обследованных почвах не выявлена. С 2007 года наблюдается уменьшение массовых долей сульфатов в обследованных почвах Приморского края.

Основные поступления пестицидов в почву происходят вследствие их применения в сельскохозяйственном секторе экономики. 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 субъектах РФ, где проводились наблюдения за рассматриваемый период, наиболее широко применялись гербициды на основе глифосата, 2,4-Д, МЦПА, дикамбы, феноксапроп-П-этила, трифлуралина. Были обследованы почвы сельскохозяйственных угодий, отдельных лесных массивов, зон отдыха в 481 пункте на территории 115 районов, в 156 хозяйствах. На территории 8 субъектов Российской Федерации были обследованы почвы вокруг 10 складов и мест захоронения пестицидов, непригодных к употреблению или запрещенных к применению.

В последние годы участки, почва которых загрязнена пестицидами выше установленных гигиенических нормативов, были обнаружены на территории 13 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. Превышений нормативов содержания метафоса, далапона, триазиновых гербицидов в почве не было зарегистрировано. Загрязненные участки почв пестицидами выявляются на территории Российской Федерации ежегодно, при этом до 2014 года наблюдалась тенденция снижения доли загрязненных почв. В 2015 и 2016 годах доля загрязненных почв на выборочно обследованной территории увеличилась. Наиболее высокое содержание персистентных хлорорганических пестицидов наблюдалось в почвах садов, не подвергающихся пахоте. Загрязненные почвы также были обнаружены на локальных участках, прилегающих к территориям пунктов хранения или захоронения пестицидов. Сохраняется загрязнение на многолетних пунктах наблюдений, расположенных в зонах отдыха, почва которых не подвергается механической обработке.

6.3. Поверхностные воды

Поступление в водные объекты сточных вод большинства видов промышленного и коммунального хозяйства является главной причиной их загрязнения минеральными, биогенными и органическими веществами, многие из которых токсичны.

Отдельные водные объекты, в первую очередь - водохранилища - подвергаются интенсивным процессам евтрофирования, сопровождающимися эволюцией экосистем. Современный уровень очистки сточных вод недостаточен, даже в водах, прошедших биологическую очистку, содержится такое количество соединений азота и фосфора, которое вполне достаточно для интенсивного роста и развития многочисленных микроорганизмов и приводит к изменению состояния водных экосистем. Существенное влияние на эти процессы оказывают стоки с сельскохозяйственных угодий, пастбищ, животноводческих ферм.

Природное состояние поверхностных вод подвержено практически постоянному многолетнему антропогенному воздействию, также существенно различающемуся в зависимости от освоенности территории, социально-экономического статуса субъектов Российской Федерации, базирующихся на площади водосборов рек и водохранилищ. При этом общий объем антропогенных нагрузок на многие речные бассейны превышает потенциал самоочищения воды водных объектов.

Наметившаяся в последние годы положительная тенденция некоторого снижения антропогенной нагрузки на поверхностные воды в отдельных регионах ЕТР РФ не вызвала быстрого улучшения качества воды, а проявилась на текущий момент в преобладании на Европейской части страны стабилизации состояния загрязненности воды водных объектов по большинству компонентов химического состава, на фоне которой в ряде регионов как в малых, так средних и больших водных объектах проявляется тенденция некоторого улучшения качества воды, снижения загрязненности водотоков, реже водоемов.

На современном уровне поверхностные воды Европейской и Азиатской территории Российской Федерации отличаются большим разнообразием. По степени загрязненности вода водных объектов варьирует в широком диапазоне от «условно чистой» до «экстремально грязной», существенно отличаясь не только во временном, но и пространственном аспектах.

Особую тревогу вызывают некоторые водные объекты Вологодской, Архангельской и Мурманской областей, на отдельных участках которых вода оценивается как «грязная», в единичных створах как «экстремально грязная». Экологическое состояние воды малых рек Мурманской области продолжает находиться в критическом состоянии. В ряде водных объектов Кольского полуострова ежегодно регистрируется множество случаев высокого и экстремально высокого загрязнения воды соединениями металлов.

Водные объекты Московской, Калужской, Липецкой, Воронежской и других областей находятся под влиянием сточных вод предприятий, относящихся к металлургической, электронной, энергетической и других отраслей промышленности и пока остаются в более напряженном экологическом состоянии. В Московской, реже во Владимирской, Смоленской, Рязанской, Тульской областях вода многих водных объектов на некоторых участках или в единичных створах характеризуется как «грязная».

Разнообразен состав и качество поверхностных вод Поволжья, испытывающих на себе влияние сосредоточенных в этом регионе крупнейшего комплекса машиностроительных производств, мощных производственных объединений в сфере авиационно-космической техники, химических и нефтехимических производств. В наибольшей степени загрязнены водные объекты, характеризующиеся как «грязные», расположенные в Республиках: Башкортостан, Удмуртия, Татарстан; областях: Саратовская, Самарская, Нижегородская. Высокий уровень загрязненности воды этих водных объектов обусловлен влиянием сточных вод предприятий ЖКХ, химической и нефтехимической, машиностроительной, оборонной, черной и цветной металлургии, энергетической, металлургической отраслей промышленности и др.

На юге страны наиболее напряжена экологическая обстановка участка р. Волга на территории Астраханской области от с. Верхне-Лебяжье до г. Астрахань и в бассейне р. Дон на территории Ростовской области, вода здесь оценивается как «грязная». Водохозяйственные проблемы Нижней Волги обусловлены как природными условиями региона, так и несоответствием качества очистки сточных вод ряда отраслей экономики экологическим требованиям при многоцелевом использовании водных ресурсов.

Многолетнее широкомасштабное использование водных ресурсов Сибирского и Дальневосточного Федеральных округов в качестве приемников сточных вод различных видов промышленности сказалось и продолжает сказываться на ухудшении качества поверхностных вод.

На территории Азиатской территории Российской Федерации наиболее острая экологическая ситуация характерна для:

- нефтегазопромысловых районов Юго-Западной Сибири;
- Ямало-Ненецкого Автономного округа (реки Надым, Пур, Таз, приустьевые участки Оби п. Горки - г. Салехард, относящиеся к Арктической зоне Российской Федерации);
- Кузбасса;
- Норильского промышленного района;
- территории Среднего Енисея, Верхнего и Среднего Приангарья, прежде всего Братско-Илимского района, на которых преобладают алюминиевое, целлюлозно-бумажное, и др. производства;
- г. Красноярск;
- зоны Канско-Ачинского топливно-энергетического комплекса.

Особенно резко негативное влияние хозяйственной деятельности сказывается на состоянии малых рек. Ряд малых рек, расположенных на территории отдельных Федеральных округов, требует неотложных водоохранных мероприятий. В течение десятилетий остается в крайне неудовлетворительном состоянии и характеризуется как «грязная» или «экстремально грязная» вода малых рек в:

Центральном ФО: р. Яуза, г. Москва; р. Рожая, д. Домодедово; р. Воймега, г. Рошаль; р. Верда, г. Скопин; р. Медвенка, д. Сареево; р. Закза, д. Большое Сареево; р. Мышега, г. Алексин; р. Дон, г. Донской;

Северо-Западном ФО: р. Черная Речка, г. Кириши; р. Роста, г. Мурманск; р. Нюдуай, г. Мончегорск; р. Колос-Йоки, пгт Никель; р. Луоттни-йоки; р. Хауки-Лампи-йоки, г. Заполярный; руч. Варничный, г. Мурманск; р. Пельшма, г. Сокол;

Приволжском ФО: р. Падовая, г. Самара;

Уральском ФО: р. Исеть, г. Екатеринбург; р. Миасс, г. Челябинск; р. Пышма, г. Березовский; р. Тагил, г. Нижний Тагил; р. Блява, г. Медногорск;

Сибирском ФО: р. Каменка, г. Новосибирск; р. Кача, г. Красноярск; р. Модонкуль, г. Закаменск;

Дальневосточном ФО: р. Рудная, п. Дальнегорск, р.п. Краснореченский; р. Дачная, г. Арсеньев; р. Березовая, с. Федоровка; р. Черная, с. Сергеевка; р. Омчак, п. Омчак, п. Транспортный; р. Охинка, г. Оха (табл. 6.3).

Вместе с тем, следует отметить, что антропогенные изменения качества поверхностных вод Российской Федерации в настоящее время не носят повсеместного, глобального характера. Большинство водных объектов Российской Федерации соответствуют «загрязненным» водам.

Таблица 6.3. Число створов, характеризуемых «грязной» и «экстремально грязной» водой

Класс качества	Годы									
	2007	2008	2009	2010	2011	2012	2013	2014	2015	2016
<i>Центральный Федеральный округ</i>										
«грязная»	27	27	30	27	25	25	25	24	25	35
«экстремально грязная»	-	-	-	-	2	2	2	3	2	2
<i>Северо-Западный Федеральный округ</i>										
«грязная»	12	13	14	13	16	15	17	17	15	17
«экстремально грязная»	2	1	2	3	2	3	2	2	3	2
<i>Южный Федеральный округ</i>										
«грязная»	1	1	1	3	3	3	3	2	3	3
«экстремально грязная»	-	-	-	-	-	-	-	-	-	-
<i>Приволжский Федеральный округ</i>										
«грязная»	3	3	3	3	3	2	3	3	2	3
«экстремально грязная»	-	-	-	-	-	1	-	-	1	-
<i>Уральский Федеральный округ</i>										
«грязная»	8	10	8	10	10	12	11	12	9	9
«экстремально грязная»	6	4	6	4	4	2	3	2	5	5
<i>Сибирский Федеральный округ</i>										
«грязная»	3	3	2	3	3	3	3	3	3	2
«экстремально грязная»	-	-	1	-	-	-	-	-	-	1
<i>Дальневосточный Федеральный округ</i>										
«грязная»	10	10	10	10	10	10	9	8	11	12
«экстремально грязная»	4	4	4	4	4	4	4	3	2	2

Такие крупнейшие реки как Волга, Обь, Енисей потеряли питьевое значение. Река Волга и ее притоки являются на протяжении последнего десятилетия наиболее грязными, и ситуация практически мало меняется (рис. 6.11).

Практически не снижается число случаев экстремально высокого (ЭВЗ) и высокого загрязнения (ВЗ) поверхностных вод (рис. 6.12).

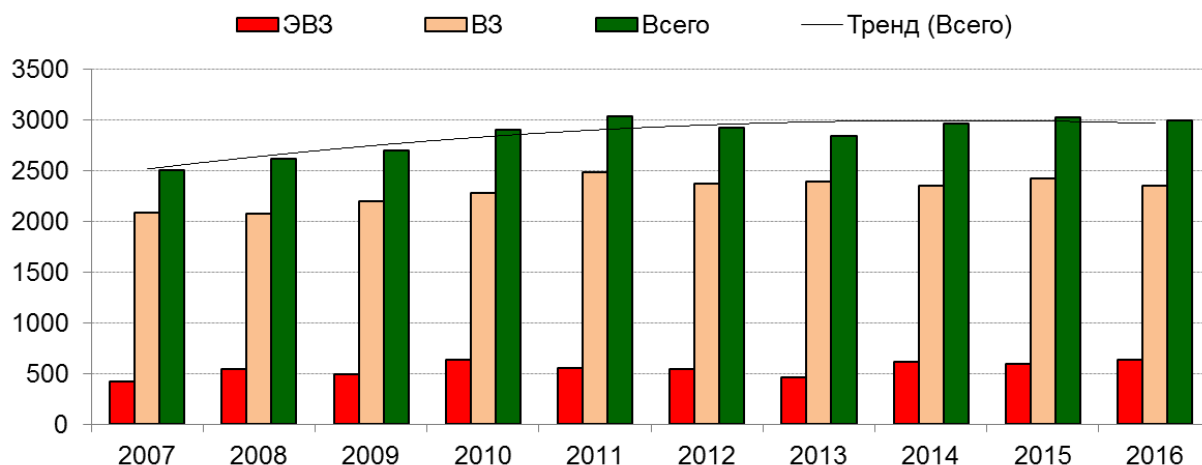


Рис. 6.12. Динамика количества случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши на территории Российской Федерации

Примерно 60% всех случаев связано с загрязнением поверхностных вод взвешенными веществами, марганцем, нитритным и аммонийным азотом (рис. 6.13). Суммарный вклад цинка, железа и дефицита растворённого кислорода в загрязнение поверхностных вод составляет около 10-14% ежегодно. Доля загрязнения поверхностных вод тяжелыми металлами (железо общее, ртуть, никель, молибден, кадмий, свинец) за последние годы находится в пределах 23 -30% от общего числа случаев. В 2016 году увеличилось до 28 количество случаев загрязнения поверхностных вод свинцом по сравнению с показателями 2011-2014 гг., когда регистрировалось от 3 до 8 случаев в год. Несколько лет подряд наблюдается тенденция снижения количества случаев ВЗ и ЭВЗ ртутью и общим железом.

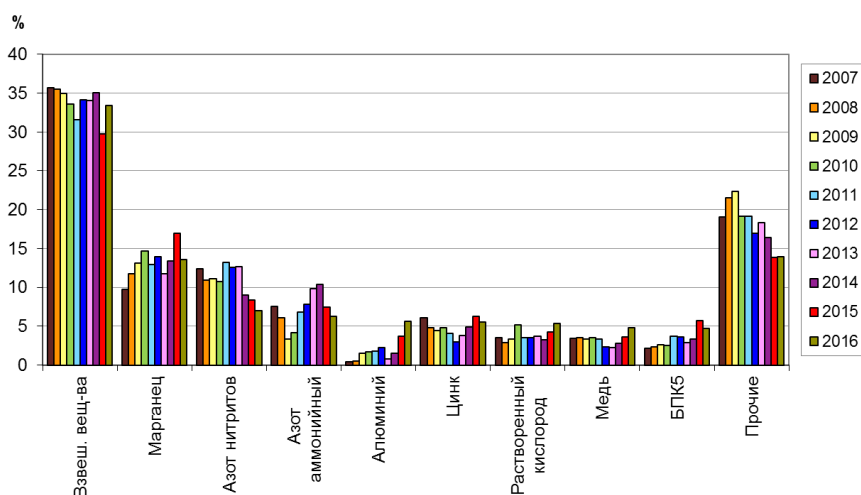


Рис. 6.13. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по ингредиентам (в % от общего количества случаев ВЗ и ЭВЗ на территории Российской Федерации)

Максимальное количество случаев приходится на Центральный и Уральский регионы (рис. 6.14). На протяжении последних десяти лет на Свердловскую область приходится наибольшее среди субъектов Российской Федерации количество случаев ВЗ и ЭВЗ. За период 2010-2016 гг. в Челябинской, Мурманской и Новосибирской областях показатели ВЗ и ЭВЗ находятся примерно на одном уровне, в отличие от Нижегородской и Иркутской областей, где участились случаи загрязнения примерно в два раза. В Хабаровском крае по сравнению с 2012-2013 гг. число ВЗ и ЭВЗ выросло примерно на 75%.

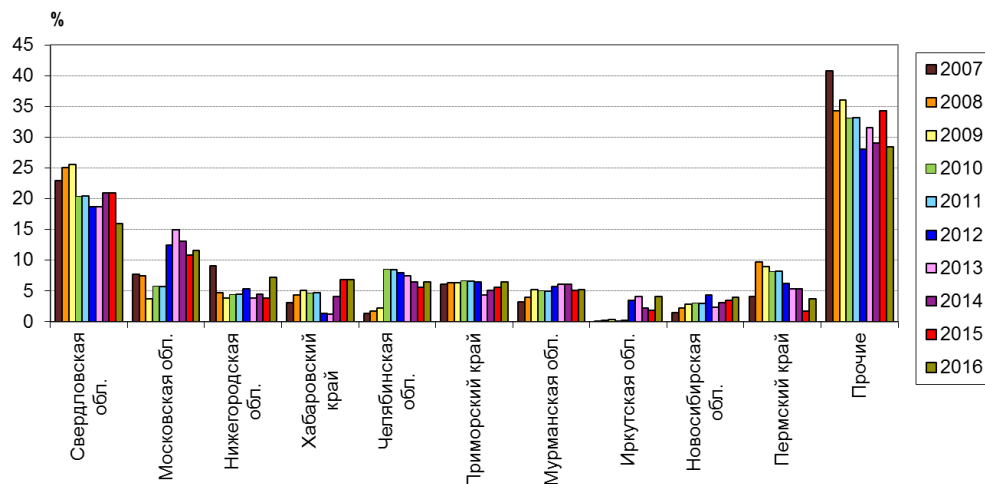


Рис. 6.14. Распределение случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам Российской Федерации за период 2007-2016 гг.

6.4. Морские воды

Данные системы государственного мониторинга гидрохимического состояния и уровня загрязнения морских вод и донных отложений в контролируемых прибрежных районах морей Российской Федерации позволяют сделать заключение об отсутствии значительных изменений качества морской среды за последние годы. Основная часть станций мониторинга расположена на участках акватории вблизи основных источников поступления загрязняющих веществ в морскую среду, таких, как устья рек, крупные города, порты или перевалочные пункты сырья и нефтепродуктов, транспортные узлы и т.п.

В Росгидромете принята комплексная характеристика загрязненности морских вод. Она рассчитывается на основе концентраций трех приоритетных загрязняющих веществ, превышающих в наибольшей степени установленные ПДК, а также растворенного кислорода. Наиболее загрязненными акваториями морей России традиционно являлись акватории Мурманского морского торгового порта Кольского залива Баренцева моря и бухты Золотой Рог залива Петра Великого Японского моря (рис. 6.15).

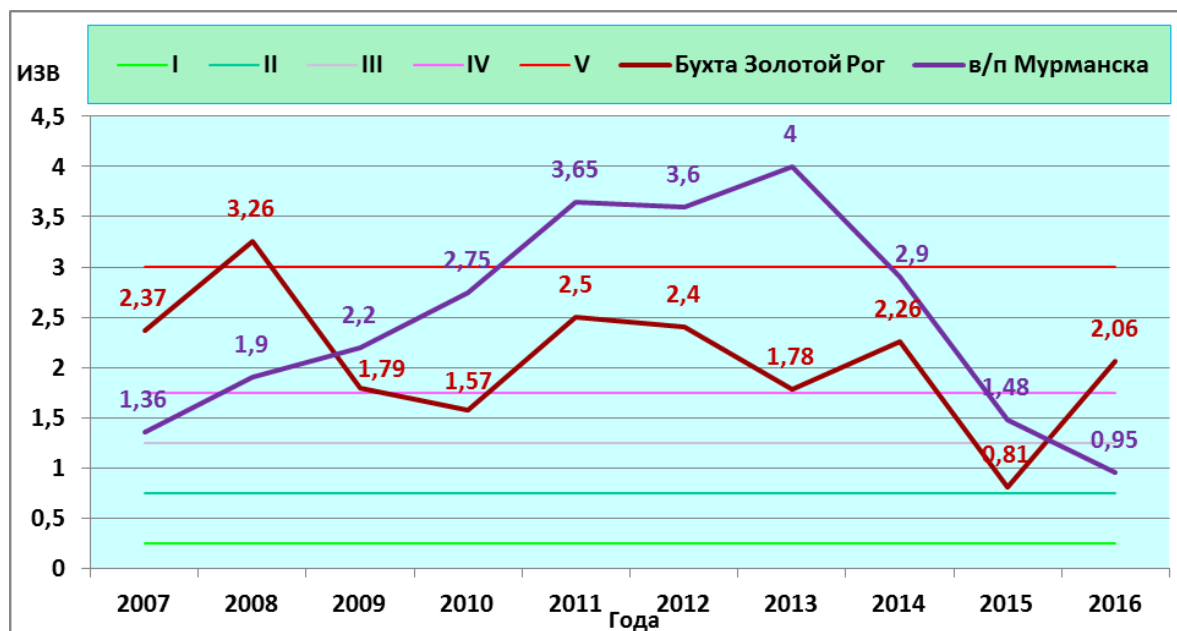


Рис. 6.15. Динамика комплексных индексов загрязненности вод (ИЗВ) в водах торгового порта Мурманска и бухты Золотой Рог Японского моря. Римскими цифрами отмечены верхние пределы интервалов значений ИЗВ, соответствующих классам качества морских вод (I - очень чистые, II - чистые, III - умеренно загрязненные, IV - загрязненные, V - грязные).

В 2016 г. на водпосту торгового порта г. Мурманска содержание нефтяных углеводородов изменялось от 0,029 до 0,149 мг/дм³ (3 ПДК); а среднегодовое значение составило 0,070 мг/дм³ (1,4 ПДК). В водах акватории порта были зафиксированы тяжелые металлы, средняя концентрация которых составила: меди - 5,3 (1,1 ПДК); никеля - 1,4

(0,1 ПДК); марганца - 10,8 (0,2 ПДК); железа - 37,5 (0,8 ПДК) и кадмия - 0,26 мкг/дм³ (0,03 ПДК). Содержание свинца, хрома, а также детергентов и взвешенных веществ было ниже предела обнаружения. Содержание ртути в июле было на уровне 0,01 мкг/дм³ (0,1 ПДК). В водах водпоста были зарегистрированы в незначительных количествах хлорорганические соединения, максимальное содержание пестицидов группы ДДТ составило 7,0 нг/дм³ (0,7 ПДК), а ГХЦГ - 1,8 нг/дм³ (0,2 ПДК). Концентрация аммонийного азота в течение года изменялась в пределах от 43,5 до 1014,5 мкг/дм³, в среднем 373,7 мкг/дм³; среднегодовое содержание фосфора фосфатного составило 104,8 мкг/дм³, предел колебаний 0,00-345,18 мкг/дм³. Содержание легкоокисляемых органических веществ по БПК₅ варьировало от аналитического нуля до 2,3 мгО₂/дм³ (0,8 ПДК). В районе расположения водпоста кислородный режим морских вод был удовлетворительным в течение всего года. Содержание растворенного кислорода изменялось в пределах 9,34-11,42 мгО₂/дм³, среднегодовая концентрация составляла 10,12 мгО₂/дм³. В целом, по результатам наблюдений в 2016 г. воды Кольского залива в районе расположения водпоста торгового порта г. Мурманска соответствуют «умеренно загрязненным» водам. Следует отметить, что за последние годы качество вод в районе расположения водпоста торгового порта г. Мурманска улучшилось за счет уменьшения средних концентраций нефтяных углеводородов, железа и меди.

Абсолютный максимум концентрации нефтяных углеводородов в морской воде составил 35,6 ПДК (1,78 мг/дм³) и был зафиксирован в мае в придонном слое на выходе из бухты Золотой Рог. Среднегодовое содержание НУ во всех прибрежных районах залива Петра Великого повысилось: в бухте Золотой Рог - с 1 до 4,2 ПДК; в бухте Диомид - с 1,2 до 1,9 ПДК; в проливе Босфор Восточный - с 0,6 до 2 ПДК; в Амурском заливе - с 0,4 до 2,6 ПДК (в 6,5 раз); в Уссурийском заливе - с 0,6 до 2,2 ПДК; в заливе Находка - с 0,4 до 1,8 ПДК.

Абсолютный максимум концентрации нефтяных углеводородов в морской воде составил 35,6 ПДК (1,78 мг/дм³) и был зафиксирован в мае в придонном слое на выходе из бухты Золотой Рог. Среднегодовое содержание НУ во всех прибрежных районах залива Петра Великого повысилось: в бухте Золотой Рог - с 1 до 4,2 ПДК; в бухте Диомид - с 1,2 до 1,9 ПДК; в проливе Босфор Восточный - с 0,6 до 2 ПДК; в Амурском заливе - с 0,4 до 2,6 ПДК (в 6,5 раз); в Уссурийском заливе - с 0,6 до 2,2 ПДК; в заливе Находка - с 0,4 до 1,8 ПДК.

Среднее содержание фенолов в прибрежных водах залива Петра Великого изменялось в диапазоне 0,7-1 ПДК, максимальные значения были отмечены в летнее время в Уссурийском заливе (более 3 ПДК), в Амурском заливе (2,8 ПДК) и в бухте Диомид (2,7 ПДК). Среднегодовая концентрация фенолов почти во всех прибрежных районах практически не изменилась. Только в проливе Босфор Восточный отмечено некоторое увеличение содержания фенолов с 0,6 до 0,8 ПДК. Содержание АПАВ в 2016 г. изменялось в диапазоне 1,6-2,3 ПДК; наибольшие значения были зарегистрированы в бухте Золотой Рог (4,3 ПДК) и в Уссурийском заливе (4,5 ПДК). По сравнению с предыдущим десятилетием уровень загрязненности морских вод АПАВ резко повысился во всех прибрежных районах в 2,5-7 раз.

В 2016 г. по сравнению с 2015 г., когда воды всех прибрежных районов залива Петра Великого относились к «чистым» или «умеренно-загрязненным», качество вод всех районов залива Петра Великого ухудшилось. Качество воды бухты Золотой Рог ухудшилось от «умеренно-загрязненных» до «грязных», качество вод бухты Диомид, Амурского и Уссурийского заливов - от «умеренно-загрязненных» до «загрязненных», а качество вод пролива Босфор Восточный и залива Находка - от «чистых» до «загрязненных» и «умеренно-загрязненных» соответственно; в бухте Находка качество вод хуже («загрязненные») чем в заливе Находка в целом - «умеренно-загрязненные».

Качество вод различных участков залива Петра Великого существенно различается. Бухта Золотой Рог и бухта Диомид - это самые загрязненные акватории в заливе Петра Великого. Максимальные концентрации многих загрязняющих веществ, включая нефтяные углеводороды, СПАВ, фенолы, железо, ртуть, кадмий и другие тяжелые металлы, в водах бухты Золотой Рог и бухты Диомид многократно превышали установленные нормативы. В бухте Золотой Рог нарушен кислородный режим: в 2016 г. было отмечено 6 случаев снижения содержания растворенного кислорода ниже норматива, вплоть до 2,74 мгО₂/дм³ (уровень ВЗ). Состояние донных отложений в этой бухте можно характеризовать как кризисное. Уровень загрязненности других прибрежных районов залива Петра Великого по сравнению с бухтами Золотой Рог и Диомид, можно считать относительно благополучным, а качество их вод оценивается как удовлетворительное. Приоритетными загрязняющими веществами для залива Петра Великого являются нефтяные углеводороды (максимум 35,6 ПДК), фенолы (2,8 ПДК), детергенты (4,5 ПДК), железо (7 ПДК) и ртуть (2,8 ПДК).

Шельф полуострова Камчатка. Авачинская губа. Авачинская губа представляет собой замкнутый водоем с высокой антропогенной нагрузкой, соединенный с Тихим океаном довольно узким проливом. Источники поступления загрязняющих веществ и интенсивность стока сохраняются на постоянном уровне в течение многих лет. В 2016 г., также как и в предыдущие годы, воды Авачинской губы были загрязнены фенолами (среднее содержание 3,0 / максимальное 21 ПДК), нефтяными углеводородами (2,8/14,8 ПДК) и детергентами (0,9/3,7). Концентрации НУ и СПАВ, увеличивающиеся в течение последних 10 лет, достигли своего максимума. Концентрация аммонийного азота была значительно меньше норматива. К числу естественных загрязнителей морских вод относится обусловленная весенним речным стоком большая мутность воды, составлявшая в среднем 7,2 ПДК и достигавшая 16,7 ПДК в придонном слое в Раковой бухте в мае 2016 г.

Кислородный режим в целом удовлетворительный и следует естественному сезонному ходу. Средняя годовая концентрация растворенного кислорода составила 9,55 мгО₂/дм³. В летний период из-за обострения вертикальной стратификации за счет понижения солености и повышения температуры поверхностных вод отмечалось нарушение кислородного режима и образование дефицита кислорода в придонных водах. Минимальное значение составило 2,37 мгО₂/дм³ в придонном слое на глубине 20 м в приустьевой зоне реки Паратунка в сентябре 2016 г.

В 2016 г. по сравнению с предыдущими годами качество вод Авачинской губы ухудшилось и соответствовало «грязным водам», что обусловлено более высокими средними концентрациями фенолов, нефтяных углеводородов и СПАВ, а также понижением содержания растворенного кислорода (рис. 6.16).

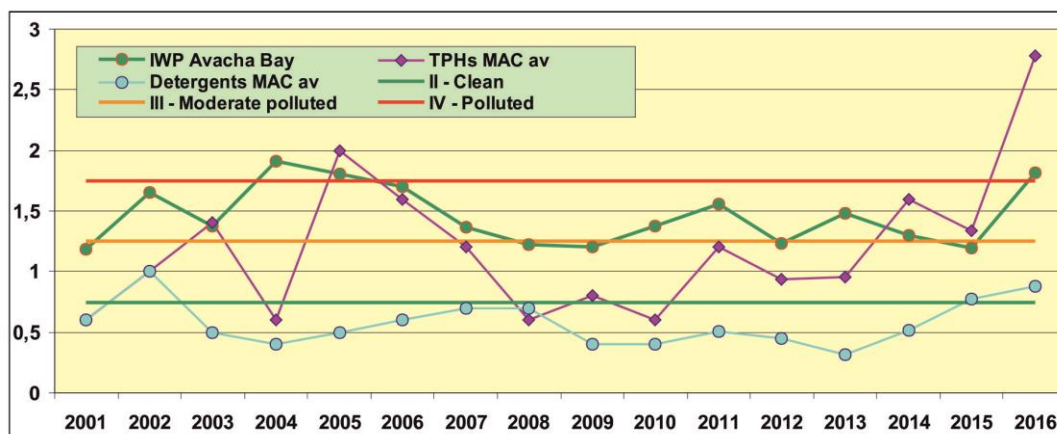


Рис. 6.16. Динамика изменения Индекса Загрязненности Вод (IWP) и средних ПДК нефтяных углеводородов (TPHs MAC) и СПАВ (Detergents MAC) в водах Авачинской губы Камчатки в 2001-2016 гг.

Шельф Крымского п-ва по качеству загрязненности морских вод относится к чистым водам.

Крым. Севастопольская бухта. Содержание основных показателей загрязнения вод Севастопольских бухт соответствовало естественному диапазону: соленость - 16,89-18,20‰; pH - 8,21-8,43; фосфаты - 1-8 мкг/дм³; общий фосфор - 6-48 мкг/дм³; аммонийный азот - 0-131 мкг/дм³; нитритный азот - 0-2,7 мкг/дм³; нитратный азот - 12-68 мкг/дм³. Кислородный режим вод бухт был в пределах нормы: диапазон содержания растворенного кислорода в поверхностном слое составил 7,16-9,15 мгО₂/дм³, в среднем 7,90 мгО₂/дм³; в придонных водах - 5,88-9,96 мгО₂/дм³, в среднем 8,14 мгО₂/дм³. В водах бухты и среднее, и минимальное содержание кислорода в последние годы изменялось значительно (рис. 6.17). В целом средние значения содержания растворенного кислорода и в бухте, и в порту Ялты, и в Керченском проливе существенно менее подвержены межгодовой изменчивости по сравнению с минимальными значениями.

Крым. Порт Ялта. Концентрация нефтяных углеводородов на акватории морского пассажирского порта изменялась от аналитического нуля до 0,05 мг/дм³ (1 ПДК, поверхностный слой, август); среднее значение составило 0,01 мг/дм³. Содержание СПАВ варьировало от нуля до 45 мкг/дм³ (0,45 ПДК, июнь) на поверхности и до 8 мкг/дм³ в придонном слое; среднее за год 7 мкг/дм³ (менее 0,1 ПДК). Фенолы обнаружены не были. Концентрация хлорорганических пестицидов α-ГХЦГ была в диапазоне 0-1,64 нг/дм³ (0,16 ПДК), максимум наблюдался в августе в поверхностном слое; среднегодовая концентрация составила 0,24 нг/дм³. Содержание линдана (γ-ГХЦГ) составляло 0-2,33 нг/дм³ (0,23 ПДК); максимум наблюдался в декабре в придонном слое; среднегодовая величина 0,27 нг/дм³. В 2016 г. в водах акватории морского пассажирского порта альдрин, гептахлор, ПХБ и ДДТ не были обнаружены. ДДЭ был зафиксирован только в придонном слое в феврале (0,51 нг/дм³) и ноябре (0,56 нг/дм³); ДДД был отмечен в поверхностной слое в июне (0,71 нг/дм³) и у дна в июле (0,54 нг/дм³). Значения концентрации аммонийного азота в водах порта изменялись от 5 до 42 мкг/дм³. Максимум наблюдался в декабре на поверхностном горизонте. Превышения ПДК не было отмечено. Значения растворенного в воде кислорода варьировали 5,74-10,60 мгО₂/дм³ в поверхностном слое и 6,44-10,37 мгО₂/дм³ в придонном слое. Минимум был отмечен в сентябре. Среднегодовое значение растворенного кислорода составило 8,59 мгО₂/дм³ (94% насыщения). Воды морского пассажирского порта оцениваются как «чистые».

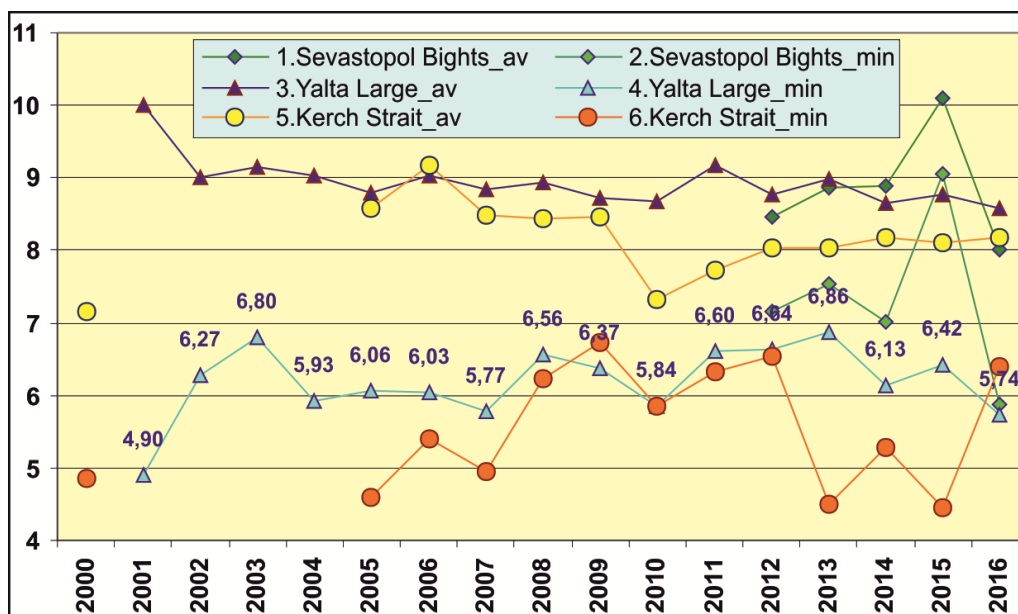


Рис. 6.17. Многолетняя динамика средней и минимальной концентрации растворенного в воде кислорода (мгО₂/дм³) в прибрежных водах Крыма

Крым. Керченский пролив. Приоритетным загрязняющим веществом сохраняются нефтяные углеводороды (среднее содержание - 0,66 ПДК, максимальное - 4,6 ПДК). Максимальные значения концентрации нефтяных углеводородов в последние четыре года существенно превышали установленный норматив 0,05 мг/дм³ как в условно выделяемых в проливе Азовских водах с соленостью менее 13‰, так и в более соленых черноморских водах. Содержание аммонийного азота было незначительным (среднее - 0,01 ПДК, максимальное - 0,04 ПДК). Максимальная концентрация пестицида DDE не достигала даже 0,01 ПДК. Пестициды группы ГХЦГ и полихлорбифенилы в водах пролива не были обнаружены. Воды пролива оцениваются как «чистые».

Район Сочи-Адлер. В 2016 г. уровень загрязнения прибрежных вод района Большого Сочи между эстуариями рек Мзымта и Сочи по сравнению с предыдущим годом уменьшился, и воды оценивались как «чистые». Средние годовые концентрации большинства нормируемых загрязняющих веществ, за исключением свинца, были существенно ниже установленных для морских вод нормативов. В то же время максимальная концентрация превышала ПДК: нефтяных углеводородов - до 2,2 ПДК, железа - 2,4 ПДК, свинца - 3,3 ПДК, взвешенных веществ - 2,1 ПДК. Наибольшее содержание легкоокисляемых органических веществ (по БПК₅) составляло 0,86 ПДК. Растворенная ртуть в водах района выявлена не была.

В отличие от 2015 года, когда воды акватории порта Сочи были наиболее загрязненными по сравнению с эстуарными участками рек Сочи, Хоста и Мзымта и открытыми морскими водами, в 2016 г. наибольшее загрязнение было зафиксировано в более удаленных от берега открытых водах, что обусловлено ростом средних значений концентрации свинца, железа и нефтяных углеводородов.

Воды всей акватории от Мзымты до Сочи характеризуются единичной повторяемостью превышения ПДК нефтяных углеводородов, взвешенных веществ, железа и устойчивой повторяемостью превышения ПДК свинца. Максимальные значения концентраций нефтяных углеводородов, взвешенных веществ, железа и свинца превышали ПДК в 2-10 раз. Общий уровень загрязнения незначительный, а воды характеризовались как «чистые» и «умеренно загрязненные». Некоторое локальное ухудшение связано с увеличением концентрации свинца. В многолетней динамике состояние вод района оценивается как стабильное.

В целом, шельфовые зоны морей России по гидрохимическим показателям находятся в удовлетворительном состоянии за исключением ряда локальных станций мониторинга Финского залива Балтийского моря, Авачинской губы, острова Сахалин, бухты Золотой Рог (г. Владивосток). К наиболее чистым водам в последние годы рассматриваемого периода относятся шельфовые воды Крымского полуострова.

Заключение

В работе рассмотрены данные мониторинга состояния и загрязнения окружающей среды Российской Федерации, полученные по результатам наблюдений и анализа территориальных подразделений и научных институтов Росгидромета за 2007-2016 годы. Данные мониторинга загрязнения (в основном абиотической составляющей) являются важным элементом информационной поддержки реализации задач государственного надзора и контроля за источниками выбросов и сбросов загрязняющих веществ, а также поддержкой для эффективного перспективного планирования природоохранной и экономической деятельности государства.

За рассматриваемый десятилетний период загрязнение окружающей среды происходило в условиях изменения климата и экономической ситуации в стране. Анализируя климатические особенности, следует отметить, что по данным наблюдений продолжилось потепление климата. В последнем десятилетии (2007-2016 гг.) скорость роста среднегодовой температуры для России в целом уменьшилась и составила $0.29^{\circ}\text{C}/10$ лет. Особенно значительно уменьшение в ЕЧР: тренд 2007-2016 гг. - $0.23^{\circ}\text{C}/10$ лет. Абсолютный объем парниковых газов за этот период практически не снизился.

Осадки за десятилетний период незначительно превышали средние многолетние значения.

За указанный период наблюдений примерно на 80% площади территории России происходило снижение интенсивности атмосферных выпадений азота (I_N) в зимние месяцы со скоростью до $25 \text{ кг}/\text{км}^2\cdot\text{мес.}$ за 10 лет. На остальной территории страны за этот период наблюдался рост I_N в зимние месяцы со скоростью до $25 \text{ кг}/\text{км}^2\cdot\text{мес.}$ за 10 лет. Экстремальные скорости снижения или роста I_N со скоростью более $25 \text{ кг}/\text{км}^2\cdot\text{мес.}$ за 10 лет отмечались лишь на небольших участках - менее 5% площади территории страны.

В период с 2007 по 2016 год водные ресурсы Российской Федерации (сток рек, сформированный на территории страны плюс приток извне) проявили тенденцию медленного снижения в противоположность к предыдущему периоду, начавшемуся в 1980 году. При этом во все годы периода, кроме 2012 г., они оставались выше нормы (среднего многолетнего значения за период с 1936 по 1980 год). Наибольшее значение $4868,6 \text{ км}^3$, превышающее норму на 14,3%, имело место в начале периода, в 2007 году, наименьшее $4173,0 \text{ км}^3$, отклоняющееся от нормы в меньшую сторону на 2,0%, - в 2012 году. Снижение по линии тренда составило 110 км^3 (2,6% по отношению к норме), или в среднем 11 км^3 ежегодно. Следует, однако, отметить статистическую незначимость визуально наблюдаемого тренда.

Практически не снижается количество опасных гидрометеорологических явлений (ОЯ), связанных в основном со штормовыми ветрами, осадками, засухой, паводками и наводнениями. В ряде регионов ущерб от ОЯ исчисляется миллиардами рублей.

В период 2007-2016 гг. толщина озонового слоя (ОСО) в каждом регионе РФ была несколько ниже нормы. Наименьшая амплитуда межгодовых вариаций ОСО наблюдается на Дальнем Востоке, наибольшая - на Севере европейской территории РФ. Очевидно и совпадение максимумов и минимумов вариаций ОСО в межгодовых изменениях.

За последний десятилетний период (2007-2016 гг.) по данным станции Териберка концентрация метана увеличилась на 77 млрд^{-1} , а концентрация CO_2 возросла на 21 млн^{-1} .

Анализ всей совокупности экспериментальных данных показал, что в последние 10 лет радиационная обстановка на территории Российской Федерации была спокойной.

Около 90% территории страны можно отнести к фоновым условиям, которые за последние 10 лет мало отличаются от средних многолетних условий XX века.

Окружающая среда в городах и на прилегающих территориях подвергается существенному негативному воздействию, источниками которого являются объекты промышленности, строительства, энергетики и транспорта.

За 10 лет количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, снизилось на 63.

Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по комплексному показателю) как высокий и очень высокий, за 10 лет снизилось на 91 город. Резкое уменьшение количества городов не связано с улучшением состояния загрязнения атмосферного воздуха в этих городах, а явилось результатом изменения ПДК с.с. формальдегида в 2014 году. Это в свою очередь, привело к занижению оценки уровня загрязнения атмосферного воздуха формальдегидом и, соответственно, комплексного показателя.

В список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в России в 2016 году (Приоритетный список) включено 20 городов, с учетом прежней ПДКс.с. формальдегида их было бы 29. Поэтому можно говорить об уменьшении количества городов в Приоритетном списке только на 8 городов за 10 лет.

Атмосферные выбросы загрязняющих веществ в городах и на дорогах федерального значения приводят к образованию вокруг них ареалов с загрязнением почв токсикантами промышленного и транспортного происхождения.

Наблюдения за загрязнением почв тяжелыми металлами (ТМ), мышьяком, фтором, нефтепродуктами, сульфатами, нитратами, бенз(а)пиреном проводятся в основном, на территории городов и их окрестностях в расположении крупных предприятий промышленности машиностроения и металлообработки, металлургической, топливной, энергетической, химической, нефтехимической, строительной промышленности и производства стройматериалов.

Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом тяжелых металлов проводится по показателям загрязнения Z_f (с учетом фонов) и (или) Z_k (с учетом кларков), являющимся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье человека.

Коэффициенты вариации массовых долей техногенных ТМ в почвах вблизи мощных источников выбросов ТМ в атмосферу, особенно в ближней зоне, могут достигать 200% и более. Это свидетельствует о высокой неоднородности (пятнистости) загрязнения почв ТМ. Почва, по сравнению с воздухом и водой, является более консервативной средой, и процесс самоочищения почв происходит очень медленно. Поэтому за период времени от 1 года до 5 лет и, возможно, за больший период (особенно на больших территориях) можно лишь с определенной степенью вероятности утверждать об изменениях уровней массовых долей ТМ в почвах. В основном, 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 целом за десятилетний период явного накопления общего содержания ТМ в обследованных почвах городов и их окрестностей не наблюдается.

К опасной категории относятся обследованные почвы вокруг городов Свердловской области (Уральский Федеральный округ): Кировград (кадмий, медь, свинец, цинк), Реж (кадмий, никель), Ревда (медь, свинец, кадмий, цинк). Умеренно опасной категории загрязнения почв комплексом тяжелых металлов (ТМ) соответствуют почвы городов: Асбест (никель), Первоуральск (медь, свинец), Верхняя Пышма (медь), Полевской (медь), Берёзовский (свинец) и Невьянск (медь, свинец, цинк), Нижний Тагил (марганец). Выявлена тенденция к накоплению свинца и хрома в почвах г. Первоуральск и меди, цинка и свинца в почвах г. Ревда, кадмия в почвах г. Невьянск.

В Сибирском федеральном округе в последние годы отмечается тенденция к накоплению в почвах фтора в районе города Братск. В Дальневосточном федеральном округе опасная категория загрязнения почв в 2016 году была зарегистрирована в г. Свирк (свинец), умеренно опасная в г. Слюдянка (никель, кобальт, свинец) и г. Черемхово (свинец, медь, цинк). Тенденция к увеличению массовой доли подвижных форм свинца наблюдается в почвах в районе с. Рудная Пристань, которые расположены на полиметаллическом рудном месторождении.

В Приволжском федеральном округе к умеренно опасной категории загрязнения почв ТМ относятся почвы однокилометровых зон вокруг основных источников в городах Баймак, Белорецк, Сибай, Учалы и почвы г. Давлеканово Республики Башкортостан (кадмий, никель). В Нижегородской области умеренно опасной категории загрязнения почв ТМ соответствуют почвы г. Дзержинск, отдельных административных районов г. Нижний Новгород, в Оренбургской области - почвы гг. Медногорск (медь) и Орск. Тенденция к уменьшению массовых долей меди и никеля с 2007 года выявляется в почвах г. Белебей Республики Башкортостан. Тенденция к увеличению массовых долей цинка отмечена в почвах г. Стерлитамак Республики Башкортостан, кадмия - в почвах городов Набережные Челны и Нижнекамск Республики Татарстан.

Почвы, обследованные в других федеральных округах, относятся к категории умеренно опасных или ТПП не были обнаружены.

Кроме контроля за загрязнением почв токсикантами промышленного происхождения, подразделениями Росгидромета ведутся выборочные обследования почв сельскохозяйственного назначения, отдельных лесных массивов, зон отдыха на наличие в них остаточных количеств пестицидов.

Основные поступления пестицидов в почву происходят вследствие их применения в сельскохозяйственном секторе экономики. 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 субъектах РФ, где проводились наблюдения за рассматриваемый период, наиболее широко применялись гербициды на основе глифосата, 2,4-Д, МЦПА, дикамбы, феноксапроп-П-этила, трифлуралина.

В последние годы участки, почва которых загрязнена пестицидами выше установленных гигиенических нормативов, были обнаружены на территории 13 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. Превышений нормативов содержания метафоса, далапона, триазиновых гербицидов в почве не было зарегистрировано.

Загрязненные участки почв пестицидами выявляются на территории Российской Федерации ежегодно, при этом до 2014 года наблюдалась тенденция снижения доли загрязненных почв. В 2015 и 2016 годах доля загрязненных почв на выборочно обследованной территории увеличилась. Наиболее высокое содержание персистентных хлорорганических пестицидов наблюдалось в почвах садов, не подвергающихся пахоте. Загрязненные почвы также были обнаружены на локальных участках, прилегающих к территориям пунктов хранения или захоронения пестицидов. Сохраняется загрязнение на многолетних пунктах наблюдений, расположенных в зонах отдыха, почва которых не подвергается механической обработке.

Одним из основных источников загрязнения пресных поверхностных вод в XXI веке остаются сточные воды промышленных предприятий и жилищно-коммунального хозяйства. В последнее десятилетие сброс сточных вод, по данным Росстата, снизился значительно - на 19,6 млрд. м³/год. В составе сточных вод к этому времени снизился также объем загрязненных сточных вод примерно на 7,5 млрд. м³/год. Однако в последние годы это снижение существенно замедлилось в связи с нестабильной и малоэффективной работой очистных сооружений, что не могло не сказаться на качестве поверхностных вод. В связи с этим качество вод основных рек страны практически мало изменилось за более чем десятилетний период, варьируя в отдельных створах от «условно-чистой» до «экстремально-грязной». Ниже населенных пунктов качество воды по гидрохимическим показателям изменялось в диапазоне от «загрязненной» до «экстремально грязной».

Практически не снижается число случаев экстремально высокого (ЭВЗ) и высокого загрязнения (ВЗ) поверхностных вод. Анализ внутригодового распределения случаев ЭВЗ и ВЗ показывает, что максимум их приходится на весну. Максимальное количество случаев приходится на Центральный и Уральский регионы. Две трети случаев ЭВЗ и ВЗ приходится на водные объекты Московской и Свердловской областей.

На протяжении десятилетнего периода мониторинга морских вод по гидрохимическим показателям, традиционно наиболее загрязненным являлись шельфовые зоны Баренцева моря (Кольский залив), Авачинской губы (полуострова Камчатка), бухты Золотой Рог (залив Петра Великого) Японского моря. Следует отметить, что во время подготовки Зимних Олимпийских игр в Сочи, в связи со строительством грузового порта в Адлере, ухудшилось качество морских вод на прилегающей акватории. Однако, уже в 2014 году качество шельфовых вод на российской части акватории Черного моря по гидрохимическим показателям существенно улучшилось и относилось к «чистым» водам. Существенно улучшилось к 2016 году качество воды в Кольском заливе, которое относится к «умеренно загрязненным». Дальнейшее ухудшение качества морских вод к концу десятилетнего периода наблюдалось в Авачинской губе и бухте Золотой Рог. В целом, на большей части шельфовых зон морей России качество воды изменялось от «чистой» до «загрязненной», за исключением портовых городов.

Несмотря на незначительное снижение техногенной нагрузки на окружающую среду за последние десять лет по расчетным данным, проводимым Росстатом, данные мониторинга не свидетельствуют об адекватном улучшении качества окружающей среды, кроме фоновых районов, радиационной обстановки и большей части шельфовых зон морей. По-прежнему неудовлетворительная экологическая обстановка складывается в городах и прилегающих территориях, где проживает более 70% жителей страны. Эта ситуация свидетельствует о необходимости модернизации системы управления в области охраны окружающей среды.

Федеральная служба по гидрометеорологии
и мониторингу окружающей среды
(Росгидромет)

**ТЕНДЕНЦИИ И ДИНАМИКА
ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ПО ДАННЫМ МНОГОЛЕТНЕГО
МОНИТОРИНГА ЗА ПОСЛЕДНИЕ
10 ЛЕТ**
Аналитический обзор

Под редакцией проф. Черногаевой Г.М.

© Росгидромет, 2017 г.