МИНИСТЕРСТВО ПРИРОДНЫХ РЕСУРСОВ И ЭКОЛОГИИ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

РОСГИДРОМЕТ

О Б З О Р

СОСТОЯНИЯ И ЗАГРЯЗНЕНИЯ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ В РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ ЗА 2009 г.

МОСКВА
2010

УДК 551.550.42

Редакционная комиссия: академик РАН Ю.А. Израэль, д.г.н., проф. Г.М. Черногаева, к.х.н. В.И. Егоров, к.г.н. А.С. Зеленов, Ю.В. Пешков.

В Обзоре рассматриваются состояние и загрязнение окружающей среды на территории Российской Федерации за 2009 год по данным наблюдений, проводимых межрегиональными территориальными Управлениями Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды. Материалы к Обзору по природным средам подготовлены институтами Росгидромета: Главной геофизической обсерваторией им. А.И. Воейкова, Гидрохимическим институтом, Государственным океанографическим институтом им. Н.Н. Зубова, НПО «Тайфун», Институтом глобального климата и экологии, Государственным гидрологическим институтом, Гидрометцентром России, Центральной аэрологической обсерваторией, Институтом прикладной геофизики, а также Северо-Западным филиалом НПО «Тайфун» и ГУ «Московский ЦГМС – Р».

Обобщение материалов выполнено Институтом глобального климата и экологии Росгидромета и РАН и Управлением мониторинга загрязнения окружающей среды, полярных и морских работ Росгидромета.

Обзор предназначен для широкой общественности, ученых и практиков природоохранной сферы деятельности. С Обзором можно ознакомиться на сайте Росгидромета http://www.meteorf.ru/ и на сайте ГУ ИГКЭ Росгидромета и РАН http://downloads.igce.ru/publications/reviews/review2009.pdf

© Росгидромет, 2010 г.
© Перепечатка любых материалов из Обзора только со ссылкой на Росгидромет

Содержание

Предисловие **5**

1. Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности 2009 года **6**

1.1. Гелиогеофизическая обстановка 6

1.2. Опасные гидрометеорологические явления 9

1.3. Температура воздуха 11

1.4. Атмосферные осадки 17

1.5. Снежный покров 22

1.6. Водные ресурсы 24

2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему и состояние окружающей среды **29**

2.1. Характеристика государственной сети наблюдений за состоянием и загрязнением окружающей среды 29

2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему 31

2.2.1. Эмиссия парниковых газов 31

2.2.2. Содержание CO_2 и CH_4 в атмосфере 33

2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферного воздуха 35

2.3.1. Прозрачность атмосферы 35

2.3.2. Электрические характеристики атмосферы 38

2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями 40

2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ *42*

2.3.4. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе 44

2.3.5. Ионный состав атмосферных осадков 47

2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков 50

2.3.6.1. Атмосферные выпадения соединений серы и азота в Российской Арктике *53*

2.3.7. Фоновое загрязнение атмосферных осадков 58

2.3.8. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ по данным сети мониторинга ЕМЕП 59

2.3.9. Загрязнение воздуха и осадков по данным станций мониторинга ЕАНЕТ 62

2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности 66

2.4.1. Фоновые массовые доли токсикантов промышленного происхождения в почвах Российской Федерации 67

2.5. Загрязнение поверхностных вод 70

2.5.1. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети гидрохимического мониторинга 70

2.5.2. Фоновое загрязнение поверхностных вод (по данным СКФМ) 74

2.5.3 Состояние загрязнения поверхностных вод малых озер запада ЕТР 75

2.6. Радиационная обстановка на территории России 78

2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха 79

2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод 81

2.6.3. Радиоактивное загрязнение местности 82

3. Загрязнение окружающей среды регионов России 83
3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов 83
3.1.1. Характеристики загрязнения атмосферного воздуха 83
3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха за 5 лет 84
3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах страны 86
3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха по территориям субъектов РФ 88
3.2. Загрязнение почвенного покрова 90
3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения 90
3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов 97
3.3. Качество поверхностных вод 104
3.3.1. Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям 104
3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов 117
3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации 118
3.3.4. СОЗ в экосистемах отдельных водных бассейнов 122
3.3.5. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ 126
3.3.6. Химическое загрязнение морей России 129

4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных объектов 140
4.1. Московский регион 140
4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха 140
4.1.2. Качество поверхностных вод 141
4.1.3. Характеристика радиационной обстановки 142
4.1.4. Влияние процессов урбанизации и аномалий погоды в зимний период на численность и биоразнообразие шмелей 142
4.2. Состояние озера Байкал 144
4.3. Состояние отдельных компонентов планктона экосистемы юго-восточной части Балтийского моря 150
4.4. Комплексная оценка загрязнения окружающей среды побережий арктических морей и архипелага Шпицберген 156
4.4.1 Стойкие загрязняющие вещества в Российской Арктике 165
4.5. Загрязнение окружающей среды в районах расположения объектов по уничтожению химического оружия 167
4.5.1. Загрязнение атмосферного воздуха 167
4.5.2. Качество поверхностных вод 168
4.5.3. Состояние почв 170

Заключение 172

Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета 176

Список авторов 177

Предисловие

Представленные в Обзоре обобщенные характеристики и оценки состояния абиотической составляющей природной среды (атмосферного воздуха, поверхностных вод и почв) получены по данным наблюдений государственной сети, являющейся основой осуществления мониторинга состояния окружающей среды в Российской Федерации.

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 и контроля за источниками выбросов (сбросов) вредных веществ в природную среду.

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

Руководитель Росгидромета А.В. Фролов

1. Гелиогеофизические и гидрометеорологические особенности 2009 года

1.1. Гелиогеофизическая обстановка

Гелиогеофизическая обстановка в 2009 году соответствовала фазе минимума двадцать третьего цикла и началу двадцать четвертого цикла солнечной активности

Фаза максимума 23-го цикла имеет двухвершинную структуру (по числу Вольфа (W) и потоку радиоизлучения (F) на длине волны =10,7): первичный максимум наблюдался весной 2000 года, вторичный максимум отмечался осенью 2001 года. По 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.

Такие параметры как число Вольфа W и поток радиоизлучения F на длине волны 10,7 см относятся ко всему наблюдаемому диску, поэтому мы называем их интегральными характеристиками. По совместному поведению W и F интегральная солнечная активность в течение всего времени года была низкой (W<100), средние значения для каждого месяца даны в таблице 1.1.

Анализ приведенных в таблице 1.1. данных позволяет отметить, что минимум солнечной активности, исходя из среднемесячных значений W и $F_{10,7}$, пришелся на август 2009 года.

Среднегодовые значения основных индексов, характеризующих солнечную активность в последний двадцать один год, приведены в таблице 1.2.

Вспышечная активность Солнца

В течение 2009 года было зарегистрировано:

а) в Hα - диапазоне - 30 субвспышек;

б) в рентгеновском диапазоне (1-8 ангстрем) - 28 всплесков класса С: из них 11 всплесков - в последней декаде октября и 14 всплесков - в декабре.

Состояние магнитного поля Земли

По данным среднеширотных станций РФ геомагнитное поле было слабо возмущено в течение одних суток (14 февраля), в остальное время изменялось от очень спокойного до неустойчивого (оценка по ApMos).

На станциях Санкт-Петербург и/или Магадан, Хабаровск было зарегистрировано:

— 4 бури с внезапным началом, три из них очень слабой интенсивности ApMos<20, одна буря слабой интенсивности - ApMos=20.

— 2 бури с постепенным началом, обе бури очень слабой интенсивности с ApMos <15.

Радиационная обстановка в ОКП

В течение года на КА «GOES» не зарегистрировано ни одного вторжения солнечных космических лучей (СКЛ) в околоземное космическое пространство (ОКП).

Состояние радиационной обстановки в течение всего 2009 года характеризуется как невозмущенное.

Состояние ионосферы Земли

Состояние ионосферы средних широт по данным станции Москва (ПЭБ Электроугли - Ф г.м. = 51,7 град) и/или станции Санкт-Петербург (Горьковская - Ф г.м. = 56 град.) характеризовалось в течение 14% времени года (50 суток) слабыми отрицательными отклонениями критических частот слоя F2-foF2 от медианных значений, в течение двух суток - умеренными отрицательными отклонениями, в течение 5 суток - умеренными положительными отклонениями; 18% времени года (64 суток)- слабыми положительными отклонениями.

Большая часть отрицательных отклонений регистрировалась в ноябре и декабре (баллы 2 и 1), положительных отклонений – в феврале и апреле.

Умеренное поглощение в полярной ионосфере (станция Салехард) отмечалось в течение 5 суток, слабое поглощение - 70 суток (19% времени года).

Следует также отметить, что в течение всего года наблюдалось ухудшение условий радиосвязи на трассах в высоких широтах из-за низкой плотности ионизации основного отражающего слоя F2 (станция Мурманск), особенно в утренние (8-9 мск) и в ночные (20-21 мск) часы с января по март и октябре-декабре.

По сведениям, полученным от постоянных потребителей радиопрогнозов Мурманского региона, практическое ухудшение условий радиосвязи в КВ - диапазоне отмечалось в течение 22% времени года (80 суток).

Табл. 1.1. *Среднемесячные значения чисел Вольфа - W и потока радиоизлучения на длине волны 10,7 см - F в 2009 г. (по оперативным данным американского регионального прогностического центра RWC Boulder)*

месяц	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
W	2,8	2,5	0,8	1,3	4,0	6,6	5,1	0,4	6,4	7,0	7,7	15,8
$F_{10,7}$	69,9	70,1	69,3	69,7	70,6	68,6	68,3	67,4	70,4	72,4	73,7	76,8

Табл. 1.2. *Среднегодовые характеристики активности*

Год	W	F10.7	Вспышечная активность				J	Геомагнитные бури, с Ар		
			Σ	>1	M	X		15-30	30-50	>50
1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11
1989	219 M	214	5780	140	605	58	10	24	20	13
1990	205	187	5430	67	265	16	5	26	9	9
1991	219 M	208	5230	140	595	53	7	18	11	13
1992	141	153	2780	36	193	10	4	25	8	5
1993	78	110	1740	20	73	0	0	25	14	1
1994	48	85	700	3	24	0	1	19	9	2
1995	29	78	400	3	11	0	0	21	9	2
1996	13 M	72	190	0	4	1	0	17	3	0
1997	30	81	530	6	20	3	1	19	4	0
1998	88	117	1410	24	96	15	5	16	8	6
1999	136	154	3220	35	170	4	0	23	9	2
2000	172 M	180	3580	54	214	17	4	23	11	8
2001	170 M	181	2780	46	298	20	9	22	7	7
2002	177	179	2420	30	210	12	2	32	7	3
2003	109	129	1150	26	159	21	4	32	15	7
2004	69	106,5	610	18	121	12	3	26	5	4
2005	50	92	450	23	103	19	5	22	9	7
2006	26	80	130	7	10	4	3	29	3	1
2007	13	72,5	190	9	10	0	0	29	1	0
2008	4,6 M	69,0	18	0	1	0	0	20	1	0
2009	5,0 м	70,6	30	0	0	0	0	6	0	0

В столбцах:
1 - год,
2 - W по Боулдеру,
3 - $F_{10,7}$,
4 - суммарное количество вспышек Σ, наблюдаемых в линии Hα,
5 - из них - оптического балла >1,
6 и 7 - рентгеновских вспышек классов M и X,
8 - количество протонных вспышек в ОКП с интенсивностью в максимуме более 100 частиц/см^2 с^1 с энергией Ер>25 МэВ,
9, 10 и 11 - количество по данным наземных станций РФ магнитных бурь с Ар в диапазонах 15 - 30, 30 - 50 и более 50, соответственно

Фаза минимума текущего одиннадцатилетнего цикла солнечной активности (23-й от начала отсчета в 1755 г.), началась в 2006 году и продлилась до 2009 года (рис. 1.1.)

Объяснение этого факта возможно на основе данных успешно развивающегося в последнее десятилетие нового направления исследований Солнца - гелиосейсмологии. В этих исследованиях используется, как и в обычной сейсмологии, анализ данных наблюдений колебаний на поверхности Солнца для получения информации о процессах внутри светила. Полученная картина эволюции потоков вещества на глубине 7 000 км под фотосферой (наблюдаемая в видимом свете поверхность Солнца), приведена на рисунке 1.2.

Здесь различными цветами показано широтное распределение скоростей движения в восточно-западном направлении и его изменение от года к году. По форме структура напоминает известные «бабочки Маундера», демонстрируя связь «внешних» проявлений солнечной активности (СА) с движениями солнечной плазмы на некоторой глубине под фотосферой.

Из приведенных на рисунке изменений положения потоков можно усмотреть, почему предыдущий минимум СА (1996 г.) уступает настоящему. Предположительно это связано со сравнительно более медленным смещением к экватору (наклон полос желтого цвета) в 2007-2008 гг. областей с максимальными скоростями движений. Соответственно, на пересечение того же диапазона гелиоширот (~30°÷20°, где появляются первые в цикле активные области) затрачивается больше времени, чем в прошлом цикле.

Последняя фаза минимума стала одной из самых продолжительных и глубоких. Неоднократно наблюдались последовательности из десятков дней, когда на Солнце вовсе не было пятен. Не было ни сильных вспышек, ни значительных возмущений в межпланетной среде, которые, с одной стороны, вызывают на Земле магнитные бури, с другой затрудняют проникновение внутрь солнечной системы высокоэнергичных заряженных частиц из межзвездного пространства - галактических космических лучей (ГКЛ). В результате, интенсивность ГКЛ заметно возросла. Так, по данным космического радиационного мониторинга на метеорологических спутниках системы «Метеор» регистрируемые на орбите потоки ГКЛ в полярных зонах Земли увеличились с 2003 года до 2009 года в 2,4 раза. Это означает соответствующее возрастание радиационной нагрузки на космические системы. На уровне тропосферы вариация потоков ГКЛ меньше, так как наиболее изменчивая низкоэнергичная их часть поглощается в более высоких слоях атмосферы. Тем не менее, увеличение достигает 30-40%.

Имеется ряд научных публикаций с указанием на положительную корреляцию вариаций космических лучей с облакообразованием и интенсивностью осадков. Такие изменения и их связь с процессами очищения атмосферы от загрязнений, либо их переноса могут быть связаны с вопросами, рассматриваемыми в других разделах настоящего Обзора.

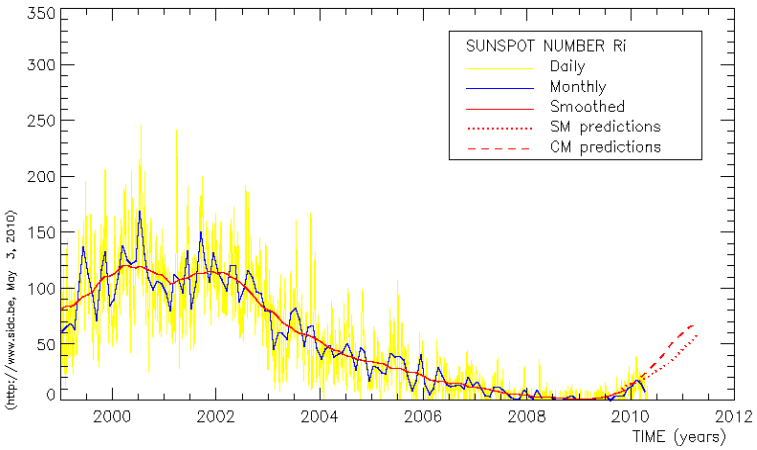


Рис. 1.1. Изменение чисел Вольфа в течение 23-го цикла солнечной активности

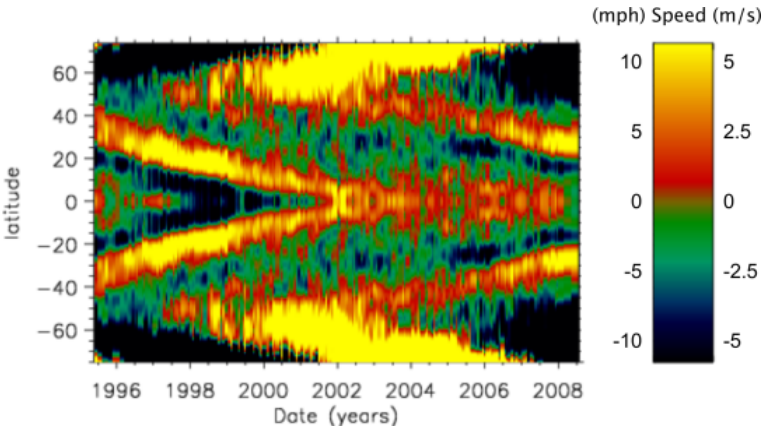


Рис. 1.2. Движения в подфотосферном слое на глубине 7000 км

1.2. Опасные гидрометеорологические явления

В 2009 году на территории России было зарегистрировано 390 случаев возникновения опасных метеорологических явлений (ОЯ)

В таблицах 1.3. и 1.4. показано распределение ОЯ по месяцам и федеральным округам. Учитывались все опасные явления погоды, имевшие место на территории РФ, независимо от наличия информации об ущербе. Суммарное количество ОЯ в таблицах 1.3. и 1.4. может не совпадать, т.к. ОЯ часто охватывают большие территории и одновременно наблюдаются в нескольких федеральных округах.

Количество зарегистрированных ОЯ по сравнению с 2008 годом снизилось на 4% (14 случаев). Наиболее высокая повторяемость (95 случаев) приходится на сильные осадки. Часто наблюдался сильный ветер (75 случаев), который, как правило, наносит наиболее значительный ущерб секторам экономики и частному сектору. КНЯ отмечались 80 раз, и хотя по своим параметрам они не достигали критериев ОЯ, но в значительной степени затрудняли жизненную и хозяйственную деятельность регионов.

Наибольшая повторяемость ОЯ приходится на теплый период года (с мая по сентябрь) – 220 случаев (56%), что обусловлено активной конвекцией, которая наблюдается по всей территории России.

ОЯ – опасные гидрометеорологические явления

КНЯ – комплекс неблагоприятных явлений

Табл. 1.3. Распределение ОЯ по месяцам за 2009 год

Месяц	Сильный ветер	Осадки	Заморозки	Жара	Мороз	Туман	КНЯ	Гололедные явления	Метель	Град	Смерч	Пыльные бури	Всего ОЯ
Январь	8	4			4		2	1	7	-	-		26
Февраль	8	2			6		3	2	9	-	-		30
Март	7	5			2		4	-	6	-	-		24
Апрель	8	2	4				3	-	7	-	-		24
Май	11	6	5				7	-	1	1	-		31
Июнь	12	13	9	3			18	-	-	9	-		64
Июль	6	22	2	9			13	-	-	4	1		57
Август	1	22	6				9	-	-	2	2		42
Сентябрь	2	8	8				3	-	-	1	4		26
Октябрь	7	6	3				5	-	-	-	1		22
Ноябрь	4	2			3	1	4	-	1	-	1		16
Декабрь	1	3			8		9	3	4	-	-		28
ГОД-2009	75	95	37	12	23	1	80	6	35	17	9		390
ГОД-2008	89	80	34	9	11	6	98	13	30	24	10		404

Табл. 1.4. Распределение ОЯ за 2009 г. по территории федеральных округов

№	Явления	СЗФО	ЦФО	ПрвФО	ЮФО	УрФО	СибФО	ДВФО	Всего
1	Ветер	6	3	9	8	7	44	14	91
2	Сильные осадки	4	8	14	18	8	17	26	95
3	Метель	3	1	2		2	13	14	35
4	Пыльная буря								
5	Смерч			1	7	1			9
6	Мороз		2	4	1	-	13	3	23
7	Жара		2	3	3	1	2	1	12
8	Град		1	2	8	2	4		17
9	Гололедные явления			1	3	1	3	1	9
10	Заморозки	7	9	11	5	6	13	2	53
11	Туман		1	1					2
12	КНЯ	4	10	16	12	9	35	13	99
	Всего - 2009	24	37	64	65	37	144	74	445
	Всего - 2008	28	44	67	70	35	154	77	475

По своим температурным характеристикам 2009 год в целом для территории России был заметно холоднее 2008 года. Периодов сильных морозов в 2009 г. было отмечено 23 случая (в 2008 г. - только 11), а периодов с аномально жаркой погодой - 12 случаев (в 2008 г. - 9). Наиболее холодным выдался декабрь 2009 г., когда на территории страны были зарегистрированы 8 случаев экстремально низких температур. Количество заморозков в вегетационный период в 2009 году наблюдалось на 9% больше, чем за аналогичный период 2008 года.

Из таблицы 1.4. следует, что на территории Сибирского федерального округа зарегистрировано 144 случая (32%) ОЯ, что на 7% меньше, чем в 2008 г. Это связано с размерами территории и разнообразием циркуляционных процессов, приводящих к опасным явлениям. В большинстве федеральных округов в 2009 г. количество ОЯ снизилось на 5-15% по сравнению с 2008 г. В Уральском федеральном округе количество ОЯ выросло на 6%.

Динамика количества всех зарегистрированных ОЯ за период с 1998 по 2009 гг. приведена в таблице 1.5.

На рисунке 1.3. приведены аналогичные данные о динамике количества ОЯ за 1996-2009 гг., но относящиеся лишь к опасным явлениям и комплексам метеорологических явлений (включая гидрологические и агрометеорологические явления), которые являлись источником чрезвычайных ситуаций, угрожали жизнедеятельности населения или нанесли значительный экономический ущерб (общее число и количество непредусмотренных ОЯ). На рисунке 1.4. информация об ОЯ - источниках чрезвычайных ситуаций в 2009 г. детализирована по месяцам.

Наибольшая активность возникновения опасных явлений на территории Российской Федерации, по-прежнему, наблюдается в период с мая по август. В целом за 2009 год число ОЯ, нанесших значительный ущерб отраслям экономики и жизнедеятельности населения, составило 385. Это на 36 больше, чем в 2008 году, но на 51 меньше, чем в рекордном 2007 году. Общее число ОЯ и КМЯ (включая агрометеорологические и гидрологические) в 2009 году составило 923, что на 15% меньше, чем 2008 году, когда их было 1 090.

***Табл. 1.5.** Динамика количества ОЯ за период с 1998 по 2009 гг.*

Годы	Месяцы												Всего за год
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12	
1998	19	15	12	12	14	17	28	16	19	19	20	15	206
1999	20	10	9	9	14	10	15	15	16	8	14	12	152
2000	9	2	6	10	15	17	18	17	20	7	8	12	141
2001	12	12	4	5	27	30	30	25	17	14	16	19	211
2002	16	15	17	11	24	27	41	35	28	17	16	29	276
2003	21	17	13	14	16	35	41	36	27	17	18	17	272
2004	23	29	27	21	23	54	49	61	26	20	28	28	389
2005	19	19	49	31	28	52	48	38	21	24	14	21	364
2006	27	20	29	21	39	64	49	56	26	22	30	24	407
2007	39	40	21	9	56	61	56	52	38	25	28	20	445
2008	29	25	18	19	28	47	83	45	27	12	30	41	404
2009	26	30	24	24	31	64	57	42	26	22	16	28	390

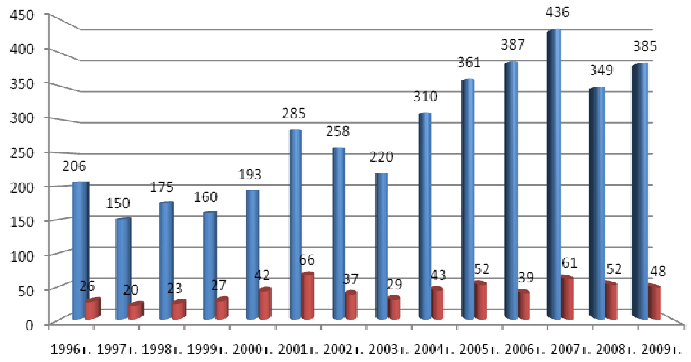


***Рис. 1.3.** Распределение количества ОЯ по годам: общее количество и количество непредусмотренных ОЯ*

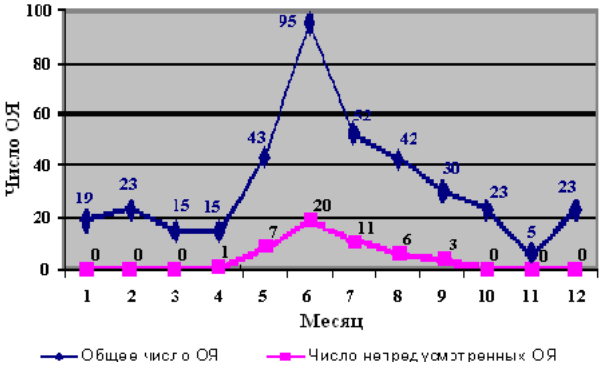


***Рис. 1.4.** Распределение ОЯ по месяцам в 2009 году*

1.3. Температура воздуха

Приводится информация о состоянии климата Российской Федерации и ее регионов в 2009 году в целом и по сезонам, данные об аномалиях климатических характеристик и экстремальных погодных климатических явлениях. Под аномалиями понимаются отклонения наблюденных значений от «нормы», за которую принято многолетнее среднее за базовый период (1961-1990 гг., по рекомендации ВМО).

Все оценки получены на основе данных гидрометеорологических наблюдений на станциях государственной наблюдательной сети Росгидромета. Данные наблюдений месячного разрешения усреднялись сначала внутри календарных сезонов каждого года и за год в целом, а затем – по территории рассматриваемых регионов. Зимний сезон включает декабрь предыдущего года. Среднегодовые значения относятся к календарному году, т.е. к интервалу времени с января по декабрь рассматриваемого года. Пространственное осреднение выполнено по данным 455 станций России, стран СНГ и Балтии (каталог станций см. на сайте http://climatechange.su/), из которых 310 российских. В осреднении участвуют все станции внутри региона (российские) и влияющие станции смежных территорий, находящиеся в непосредственной близости от границ региона.

Многолетние изменения температуры воздуха

Временные ряды средних годовых и сезонных аномалий температуры, осредненных по территории России в целом и по ее физико-географическим регионам за период с 1936 по 2009 гг., приведены на рисунках 1.5.–1.7.

На всех временных рядах показан линейный тренд, характеризующий тенденцию (среднюю скорость) изменений температуры на интервале 1976-2009 гг. Тренд рассчитан методом наименьших квадратов и выражен в градусах за десятилетие (°С/10 лет).

В 2009 г. средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, превысила «норму» 1961-1990 гг. на 0,55°С, так что 2009 год для территории России в целом оказался лишь 23-им по рангу теплых лет с 1936 года. В рекордном 2007 г. положительная аномалия составляла 2,1°С.

Для каждого из рассматриваемых регионов 2009 год был холоднее 2008 года. Это относится и к сезонным аномалиям 2009 г., осредненным по территории России и каждому из регионов (рис. 1.7.).

Исключение составляет более теплое, чем в 2008 г., лето в Средней Сибири, занимающее 9-е место по рангу теплых летних сезонов (аномалия 1,09°С против 0,94°С в 2008 г.). В этом регионе самым теплым (с 1936 г.) было лето 2001 г., когда сезонная температура была выше нормы на 2,36°С.

Несмотря на понижение температуры по сравнению с 2008 г., существенных изменений в тенденциях ее климатических изменений за период 1976-2009 гг. практически не произошло. Как и в период 1976-2008 гг., линейный тренд температуры положителен по всем регионам и во все сезоны, кроме Восточной Сибири зимой. Количественные оценки трендов (табл. 1.6.) несколько изменились, но общие закономерности сохранились. По-прежнему, в зимний сезон тренды температуры наименее существенны (вклад в дисперсию ниже 15%). Незначителен на фоне суммарной изменчивости тренд весенних температур на Европейской территории, в Приамурье и Приморье, летних температур - в Западной Сибири и осенних – в Западной и Средней Сибири и в Прибайкальском регионе.

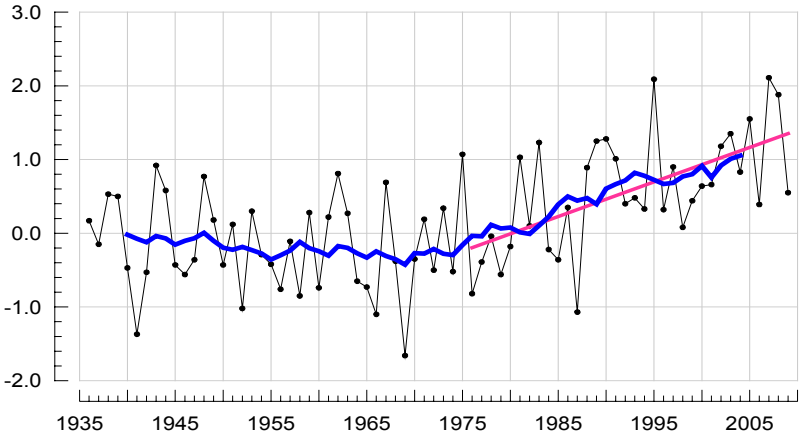


Рис. 1.5. *Аномалии среднегодовой (январь-декабрь) температуры приземного воздуха (°С), осредненные по территории РФ, 1936-2009 гг.*

Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг.
Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением.
Линейный тренд проведен по данным за 1976-2009 гг.

Рис. 1.6. Сезонные аномалии температуры приземного воздуха (°С), осредненные по территории РФ, 1936-2009 гг.

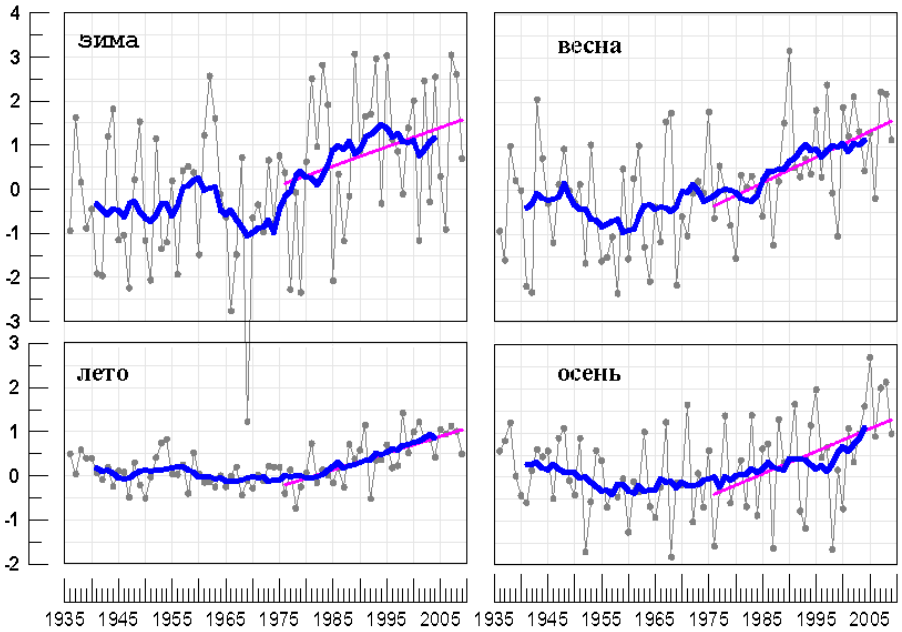
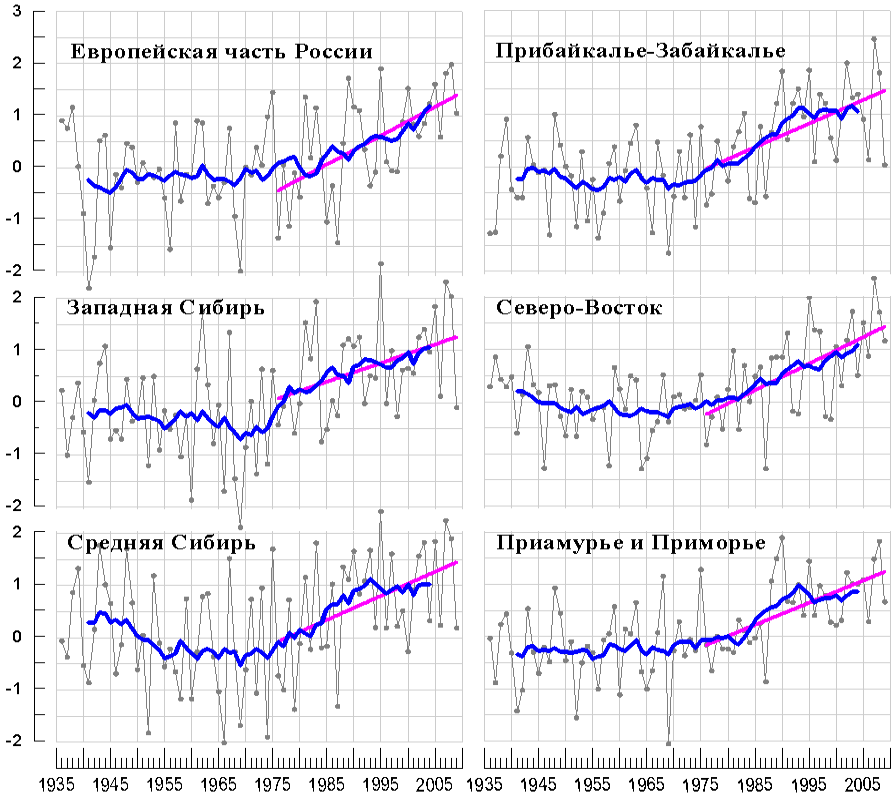


Рис. 1.7. Средние годовые аномалии температуры приземного воздуха (°С) для регионов России, 1936-2009 гг.



Аномалии рассчитаны как отклонения от среднего 1961-1990 гг.
Сглаженная кривая получена 11-летним скользящим осреднением.
Линейный тренд проведен по данным за 1976-2009 гг.

***Табл. 1.6.** Оценки линейного тренда регионально осредненной температуры приземного воздуха для регионов России за 1976-2009 гг: b, °С/10 лет - коэффициент линейного тренда, D% - вклад тренда в дисперсию*

	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	D%	b	D%	b	D%	b	D%	b	D%
Россия	0,47	35	0,44	7	0,58	27	0,38	48	0,51	20
Европейская часть	0,56	34	0,83	14	0,37	11	0,43	22	0,60	22
Западная Сибирь	0,36	16	0,40	3	0,62	16	0,16	4	0,36	5
Средняя Сибирь	0,46	21	0,50	4	0,60	17	0,41	27	0,36	4
Прибайкалье и Забайкалье	0,46	29	0,44	5	0,71	26	0,54	40	0,24	4
Восточная Сибирь	0,51	35	-0,14	2	0,82	30	0,46	38	0,86	38
Приамурье и Приморье	0,42	38	0,54	12	0,41	14	0,25	17	0,49	26

В среднем по территории России темпы потепления незначительно замедлились: тренд средних годовых температур составил в 1976-2009 гг. +0,47°С/10 лет при вкладе в дисперсию 35%, а в 1976-2008 гг. - +0,52°С/10 лет и 39%, соответственно. Пространственное распределение локальных коэффициентов линейного тренда температур за 1976-2009 гг., рассчитанных непосредственно по данным наблюдений на территории России, для всех сезонов приведено на рисунке 1.8. Основные черты этих распределений хорошо согласуются с анализом регионально осредненных рядов.

В целом, представленные оценки указывают на продолжающуюся тенденцию к потеплению во все сезоны, кроме зимы в Восточной Сибири. Наибольшая скорость современного потепления отмечается в западных районах Европейской территории России и в Якутии (зимой), на юге Красноярского края и в Предбайкалье (зимой и весной), на Чукотке и в Магаданской области (весной и осенью), наименьшая – в Западной Сибири, где тренд практически отсутствует во все сезоны, кроме весеннего. Тенденция к похолоданию на территории России сохраняется лишь в зимний период в северо-восточном регионе (Чукотка, Магаданская область, восточные районы Якутии).

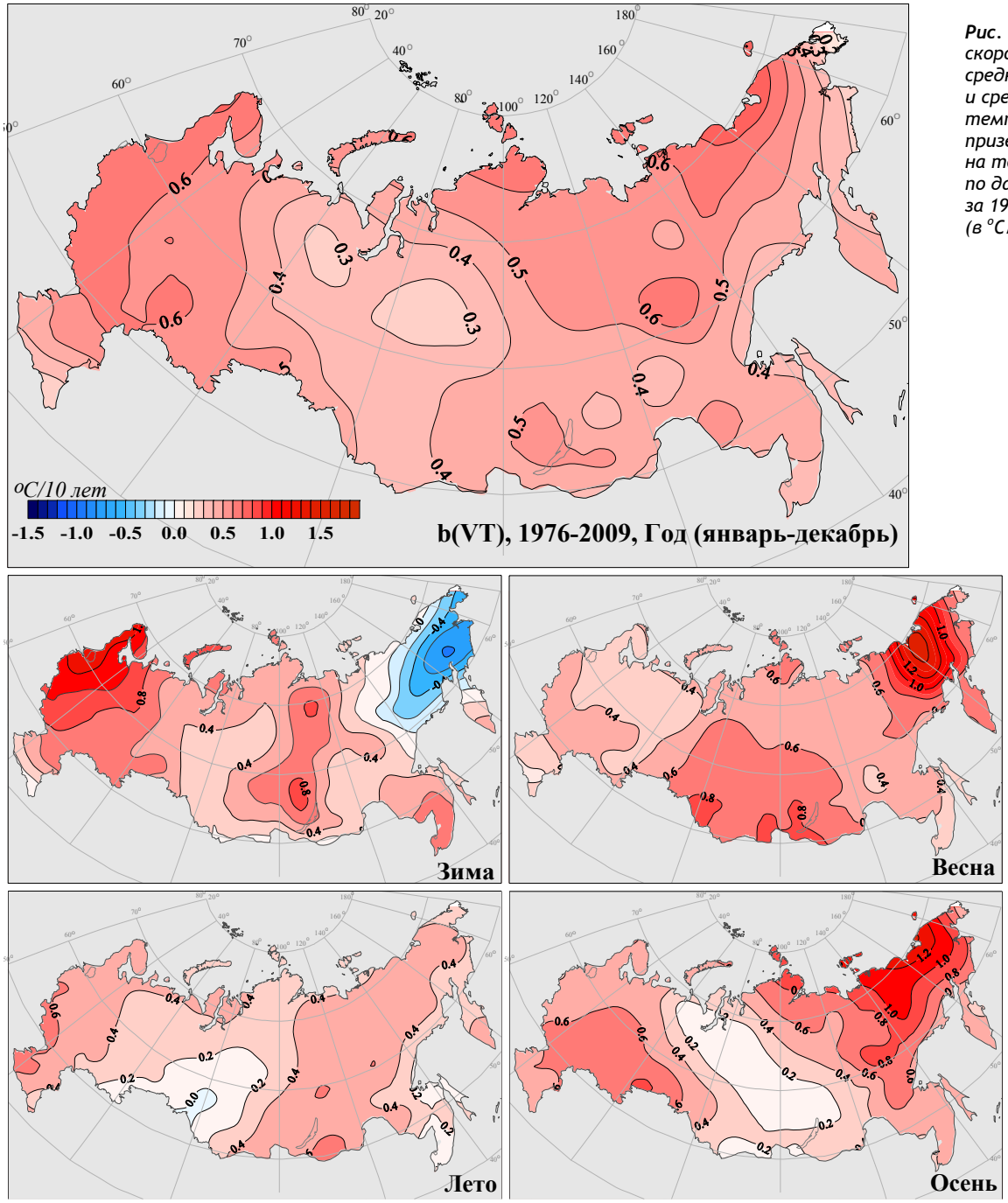


Рис. 1.8. *Средняя скорость изменения среднегодовой и средних сезонных температур приземного воздуха на территории России по данным наблюдений за 1976-2009 гг. (в °С/10 лет)*

Особенности температурного режима в 2009 г.

Значения сезонных и годовых аномалий температуры 2009 года, осредненных по территории России в целом и каждому из регионов, приведены в таблице 1.7. Для каждого значения аномалии приведен также ее ранг во временном ряду соответствующей климатической переменной за 1936-2009 гг.

Как уже отмечалось, 2009 год в целом для территории России, как в среднем за год, так и во все сезоны был заметно холоднее 2008 г., но притом более теплый, чем в среднем базовый период (теплее нормы).

Регионально осредненные аномалии температуры также были положительными в целом за год во всех рассматриваемых регионах. Наиболее теплым 2009 год был в Восточной Сибири (аномалия +1,16°С) и Европейской части России (аномалия +1,03°С). Весной (самый теплый сезон минувшего года по уровню аномалии) регионально осредненная температура во всех регионах была выше нормы. Осень самой теплой была на Европейской территории России (ЕТР) (аномалия +2,17 °С, ранг 4). Ниже нормы отмечалась температура зимой - в Средней и Восточной Сибири, летом - в Западной Сибири, в Приамурье и Приморье, осенью - в Прибайкалье и Забайкалье.

Таким образом, 2009 год был самым теплым лишь в Восточной Сибири, и самыми теплыми сезонами оказались весна в Восточной Сибири, лето в Средней Сибири, осень на ЕТР.

Более детально региональные и сезонные особенности температурного режима 2009 года на территории России представлены на рисунке 1.9.

Зима была теплая на Европейской территории РФ. Аномалия температуры, осредненная по этому региону, составила +2,81°С. Обширная область отрицательных аномалий, охватывающая практически всю азиатскую территорию России, протянулась от южных районов Западной Сибири через Якутию до Чукотки. В центрах очагов аномалии достигают значений от -2,3°С в Западной Сибири до -4,3°С на Чукотке.

Декабрь 2008 года. Две области тепла сформировались на севере Европейской территории и Западной Сибири и на севере Дальневосточного ФО - в Магаданской области и на Чукотке. Среднемесячные аномалии температуры на побережье Баренцева и Карского морей составили более 8°С, как и на побережье Восточно-Сибирского моря. На ряде станций были зафиксированы рекордные значения среднемесячной температуры, в т.ч. на станциях Усть-Хайрюзова (аномалия +7,1°С, Сахалин) и Холмск (аномалия +3,2°С, Камчатка). В центрах областей аномалии превысили 10°С. Очаги тепла разделялись областью холода над западными районами Якутии, с аномалиями до -6°С.

Январь. Обширная область положительных аномалий средней месячной температуры охватывала Среднюю Сибирь и запад Якутии. В центре этой области на севере Красноярского края температура превышала норму на 9,8°С. На многих станциях наблюдались экстремальные аномалии, превысившие значения 90%-процентилей (более высокие температуры наблюдались в прошлом лишь в 10% случаев). Вторая область положительных аномалий (до +5°С в центре) занимала почти всю европейскую часть России, кроме ее южных районов.

Очень холодно было на территории Корякского и Чукотского АО, где среднемесячные аномалии температуры достигали -7,2°С.

Февраль. На всей азиатской части страны было экстремально холодно со средними месячными аномалиями, достигающими -7,1°С (на севере Якутии). В некоторых районах сильные морозы наблюдались в течение 7-9 дней подряд. На многих станциях Дальневосточного ФО февраль попал в число 10% самых холодных февралей за период наблюдений с 1936 года. Среднесуточная температура в Томской области в отдельные дни опускалась до -35…-39°С, что на 10-20°С ниже нормы. На станции Кабанск (Забайкалье, республика Бурятия) перекрыт абсолютный минимум февральских температур«-41,1°С».

На европейской части РФ февраль был теплым со средними месячными аномалиями температуры до +4,1°С на севере и до +5°С на юге.

Весной температура превышала норму на всей территории РФ, кроме Южного ФО. Области максимальных положительных аномалий - на востоке Якутии (более 3,5°С). На Европейской территории России температурные условия близки к норме. Но в каждом из весенних месяцев отмечались обширные области отрицательных аномалий.

Март. В междуречье Енисея и Лены - холодно со среднемесячными аномалиями температуры до -3,7°С. На остальной территории страны (исключая восточную территорию Чукотки) наблюдались положительные аномалии температуры. Экстремально тепло было на востоке Якутии (средние месячные аномалии температуры до +7,5°С).

Табл. 1.7. *Средние годовые и сезонные аномалии температуры приземного воздуха в регионах России в 2009 году: vT - отклонения от средних за 1961-1990 гг.; R - ранг текущих значений в ряду убывающих температур за 1936-2009 гг.*

	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	vT, °C	*R*	*vT, °C*	*R*	*vT, °C*	*R*	*vT, °C*	*R*	*vT, °C*	*R*
Россия	0,55	23	0,7	29	1,17	16	0,49	21	1,0	18
Европейская часть РФ	1,03	14	2,81	14	0,37	25	0,42	33	2,17	4
Западная Сибирь	-0,12	45	0,28	35	1,23	20	-0,13	47	0,94	23
Средняя Сибирь	0,16	41	-0,35	48	0,98	23	1,09	9	0,17	36
Прибайкалье и Забайкалье	0,01	43	0,08	37	1,61	17	0,49	32	-0,65	56
Восточная Сибирь	1,16	10	-0,45	36	2,14	9	0,79	17	1,53	15
Приамурье и Приморье	0,64	18	1,11	19	1,2	11	-0,19	54	0,37	33

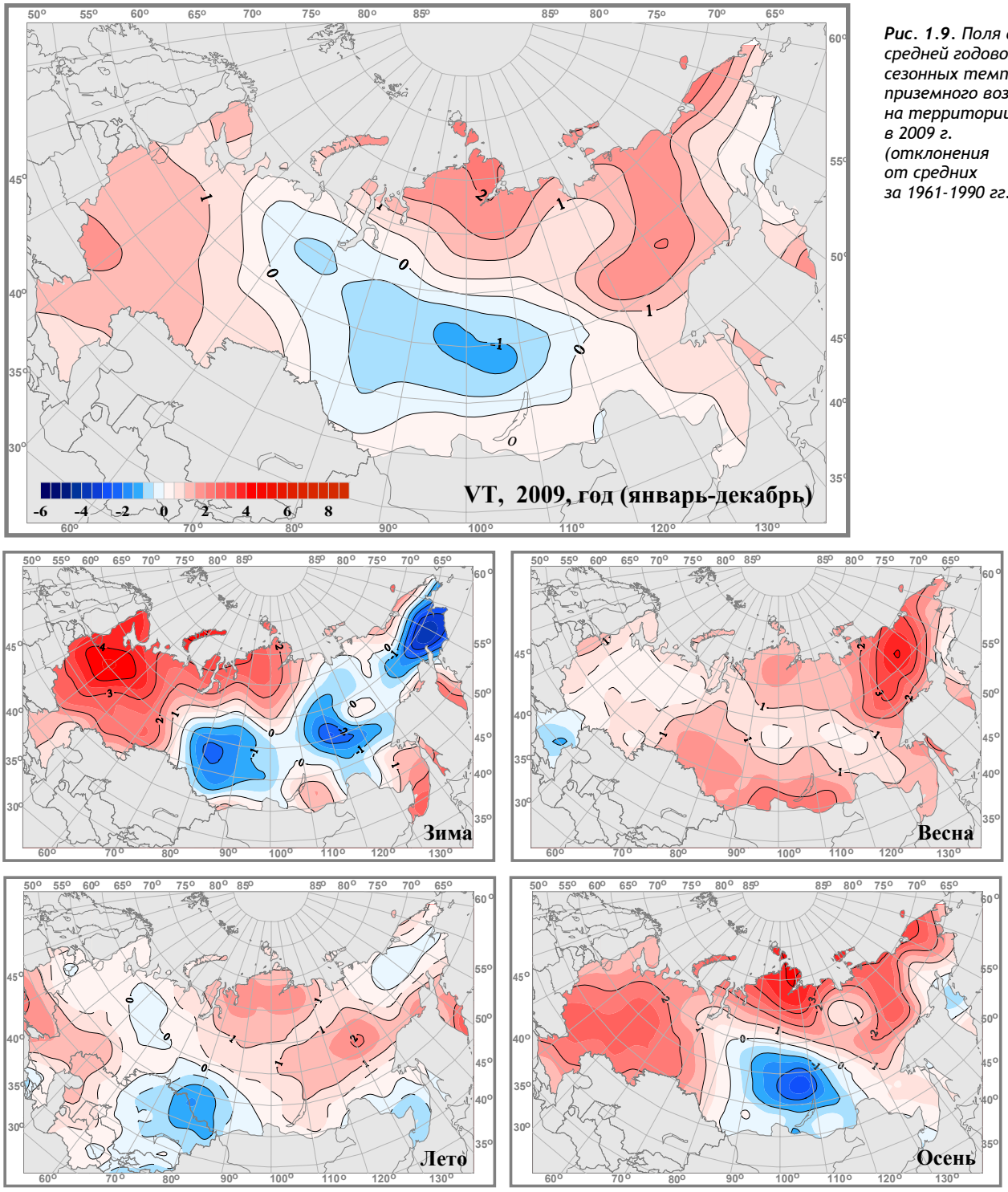


Рис. 1.9. *Поля аномалий средней годовой и сезонных температур приземного воздуха на территории России в 2009 г. (отклонения от средних за 1961-1990 гг.)*

Апрель. Почти вся Европейская часть России (ЕЧР), включая территорию Южного ФО, была занята областью холода, тогда как на азиатской территории наблюдалась обширная область положительных аномалий от Эвенкии до Таймыра, с аномалиями выше +6°С. В Забайкалье и Прибайкалье на большинстве станций апрель 2009 г. попал в число 5% самых теплых апрелей с 1936 года. В целом в Забайкалье и Прибайкалье более теплый апрель наблюдался лишь в 1997 г. (+5,06°С), а в Средней Сибири - в 1943, 1997 и 2007 гг. (+5,01, +6,92 и +5,58°С, соответственно).

На европейской территории России при сравнительно небольших отрицательных аномалиях среднемесячных температур (до -3°С), в средней полосе и на юге во второй половине месяца были зафиксированы рекордные холода и новые суточные абсолютные минимумы температуры в Тамбове, Курске, Липецке, Краснодаре, Минводах, Сочи, Махачкале.

Май. На большей части России аномалии среднемесячной температуры не превышали по абсолютной величине 2-3°С. Области отрицательных аномалий охватывали центральные районы Сибири и юг европейской части РФ (территория Южного ФО) с заморозками в третьей декаде в Волго-Вятском районе, Поволжье и на Урале. На остальной территории было тепло. Самые крупные положительные аномалии наблюдались на Колыме и на Чукотке (на 6°С выше нормы), несколько ниже - в Приамурье, Приморье и на Сахалине (на 3°С выше нормы).

Летом по России в целом температура была близкой к норме. Наиболее теплым лето было в Средней Сибири, где осредненная по территории аномалия составила +1,1°С (на девятом месте по рангу теплых летних сезонов с 1936 года). Ниже нормы средняя за сезон температура была в Западной Сибири, Приамурье и Приморье (аномалия составила -0,13°С и -0,19°С, соответственно).

Июнь. Область положительных аномалий охватывала ЕЧР (с очагом тепла в южных районах, аномалия в центре +3,9°С) и территорию Якутии, Чукотки и Магаданской области, где аномалии достигали более +4°С. На станции Оймякон («полюс холода») аномалия среднемесячной температуры составила +5,4°С. На трех станциях Дальневосточного ФО (Ключи, Сеймчан, Среднекан) были зафиксированы рекордно высокие значения июньской температуры.

В то же время на юге Сибирского ФО было холодно - отрицательные аномалии температуры достигали -3,3°С.

Июль. На большей части территории России - температура около нормы. Области аномалий, как положительных, так и отрицательных, по сравнению с июньским полем, существенно слабее. Аномалии тепла (до +2,0 …+3,5°С) на юге ЕЧР и на Таймыре разделялись областью отрицательных аномалий (-1,5 … -2,2°С), протянувшейся от границ с Казахстаном до побережья Белого моря.

В Дальневосточном регионе наибольшие температурные контрасты наблюдались на северо-востоке, где сформировались очаги тепла в Магаданской области и на Камчатке и очаг холода - в Чукотском АО.

Август. Как и в июле, на большей части России средняя месячная температура оказалась близкой к норме. На этом фоне можно отметить две области сравнительно небольших (до 1,5- 2,0°С) аномалий: положительных - на севере Западной Сибири и отрицательных - в Центральном и Южном федеральных округах.

Осень была теплая на европейской части России и в Восточной Сибири и холодная в Забайкалье и Прибайкалье.

Сентябрь для России оказался самым аномально теплым месяцем 2009 года. Почти вся территория России была занята положительными аномалиями температуры с основными очагами в Европейской части России и в Якутии (более 3°С). На 50 станциях среднемесячная температура оказалась выше 95%-го процентиля (уровень, выше которого на этих станциях температура поднималась лишь в 5% случаев) и еще на 38 станциях она была выше 90%-процентиля. Лишь в Предбайкалье отмечались слабые отрицательные аномалии температуры.

Октябрь был для России также теплым месяцем. Большая часть территории России, кроме северо-западных районов и Забайкалья, была занята положительными аномалиями температуры с максимумами аномалий 5,4°С на Таймыре и северо-востоке страны.

Ноябрь. Обширная область холода охватила территорию Сибири (кроме ее северных районов). Аномалии в центре этой области достигали -7,2°С, тогда как в Европейской части России температура была выше нормы на 3,9°С, а в северных районах Сибири - на 5,5°С.

Декабрь оказался самым холодным месяцем года. Почти вся Европейская территория России (за исключением Южного ФО), Западная, Средняя Сибирь, часть Якутии были заняты обширной областью отрицательных аномалий температуры, превышающих 10-11°С в центрах очагов холода. На 38 станциях этой области декабрь 2009 г. попал в число 10% самых холодных декабрей с 1936 г.

В Тюменской области, в Эвенкии, в северных районах Красноярского края и Иркутской области аномалии среднемесячной температуры воздуха достигли -9…-11°С. В Забайкальском крае минимальные температуры составляли -35…-42°С, а в северных и восточных районах - до -45°С. В Перми были перекрыты абсолютные суточные минимумы температуры воздуха 16 и 17 декабря (-41,4°С и -38,4°С, соответственно).

В восточных районах страны декабрь был гораздо теплее обычного. Максимальные положительные аномалии среднемесячной температуры воздуха (9-10°С) отмечались в Чукотском АО.

Таким образом, 2009 год оказался для России заметно холоднее (аномалия 0,55°С) в сравнении с 2008 годом (аномалия +1,87°С) и даже в сравнении со всеми годами начавшегося столетия, кроме 2006 г. (в 2006 г. аномалия среднегодовой температуры была еще ниже, +0,39°С). В ранжированном (по убыванию) временном ряду среднегодовых температур, осредненных по территории России, 2009 год занимает всего лишь 23 место (за период наблюдений с 1936 г.). Лишь для Восточной Сибири 2009 год попал в число десяти самых теплых лет рассматриваемого периода.

Наиболее обширные области положительных аномалий отмечались в сентябре: на 50 станциях температура была выше 95%-го процентиля и еще на 38 станциях - выше 90%-го процентиля.

Самыми аномально холодными месяцами оказались февраль и декабрь: на 21 станции в феврале и 38 станциях в декабре температура была ниже соответствующего 10%-го процентиля.

Существенных изменений в тенденциях климатических изменений температуры с добавлением 2009 г. не выявлено. Как и в период 1976-2008 гг., линейный тренд температуры за 1976-2009 гг. положителен по всем регионам и во все сезоны, кроме Восточной Сибири зимой. В Западной Сибири тренд практически отсутствует во все сезоны, кроме весеннего. Тенденция к похолоданию на территории России сохраняется лишь в зимний период в северо-восточном регионе (Чукотка, Магаданская область, восточные районы Якутии).

1.4. Атмосферные осадки

Все приводимые в данном разделе оценки, как и для температуры, получены по данным станционных наблюдений месячного разрешения, усредненным сначала внутри календарных сезонов каждого года и за год в целом, а затем – по территории регионов

Зимний сезон включает декабрь предыдущего года. Количество осадков, выпавших за год/сезон, представлено в мм/месяц (средняя за год/сезон месячная сумма осадков).

Количество осадков, выпавших в целом за год по всей территории России, в 2009 году было значительно выше нормы – год оказался одиннадцатым по рангу влажных лет с 1936 г.

Многолетние изменения атмосферных осадков

Временные ряды среднегодовых аномалий месячных сумм осадков (мм/месяц), осредненных по территории России и ее физико-географических регионов, представлены на рисунках 1.10. и 1.11. Сглаженный ход соответствует 11-летней скользящей средней. На всех временных рядах показаны линейные тренды за 1976–2009 гг., оцененные методом наименьших квадратов. Числовые оценки трендов (значения коэффициентов линейного тренда и доля объясненной им дисперсии) приведены в таблице 1.8.

Представленные в таблице 1.8. оценки трендов осадков за 1976-2009 гг., в сравнении с аналогичными оценками за 1976-2008 гг., изменились очень несущественно. Тренд годовых сумм осадков за 1976-2009 гг., в среднем по России, составляет 0,85 мм/мес/10лет и описывает 27% межгодичной изменчивости (в 1976-2008 гг. он составлял 0,84 мм/мес/10 лет при 26% объясненной дисперсии).

Наиболее заметен рост годовых сумм осадков в Средней Сибири (за счет осеннего сезона) и рост весенних осадков в целом по России (за счет Западной и Восточной Сибири).

В целом, следует отметить, что в период 1976-2009 гг. на территории России линейные тренды в ходе осадков выражены значительно слабее, чем в ходе температуры. Как правило, они ответственны за слишком малую долю межгодичной изменчивости осадков и указывают на наличие в некоторых регионах России в отдельные сезоны слабой тенденции к увеличению осадков, а также на намечающуюся тенденцию к уменьшению осадков в регионе Восточной Сибири в экстремальные сезоны.

На рисунке 1.12. приведены распределения локальных коэффициентов линейных трендов осадков, дающие пространственную картину современных тенденций в изменении режима осадков на территории России в течение 1976-2009 гг.

Оценки трендов получены по станционным данным об осредненных за год/сезон месячных суммах осадков, выраженных в % от нормы (относительные аномалии). Коэффициенты трендов приведены в %/10 лет.

Распределения подтверждают основной вывод о наличии слабой тенденции к увеличению годовых сумм осадков. Прослеживаются также отдельные области с тенденцией к увеличению весенних осадков на Европейской территории, в Западной и Восточной Сибири. В Восточной Сибири выделяются значительные по площади области с тенденцией к некоторому уменьшению зимних (Чукотка и Хабаровский край) и летних (Чукотка и Камчатка) осадков.

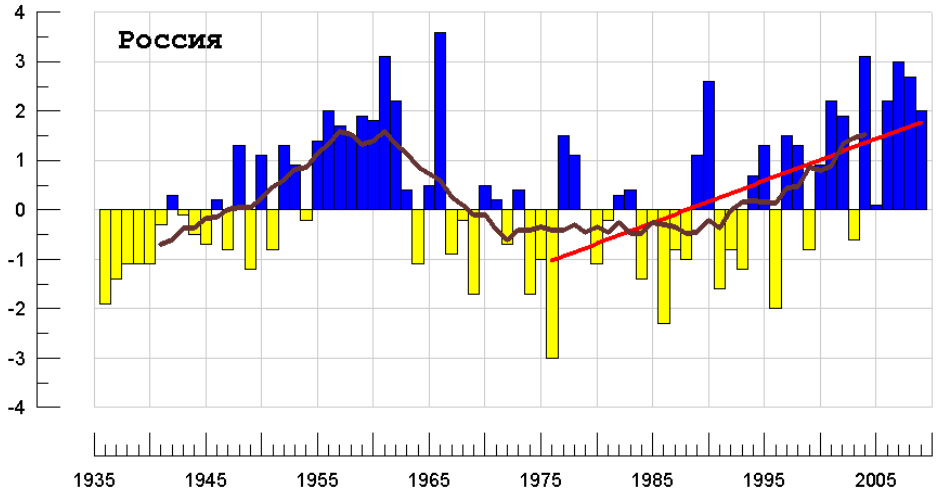


Рис. 1.10. *Осредненные за год по территории России аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936-2009 гг.*

Сглаженная кривая соответствует 11-летнему скользящему осреднению.

Линейный тренд показан за 1976-2009 гг.

Сглаженная кривая соответствует 11-летнему скользящему осреднению.

Линейный тренд показан за 1976-2009 гг.

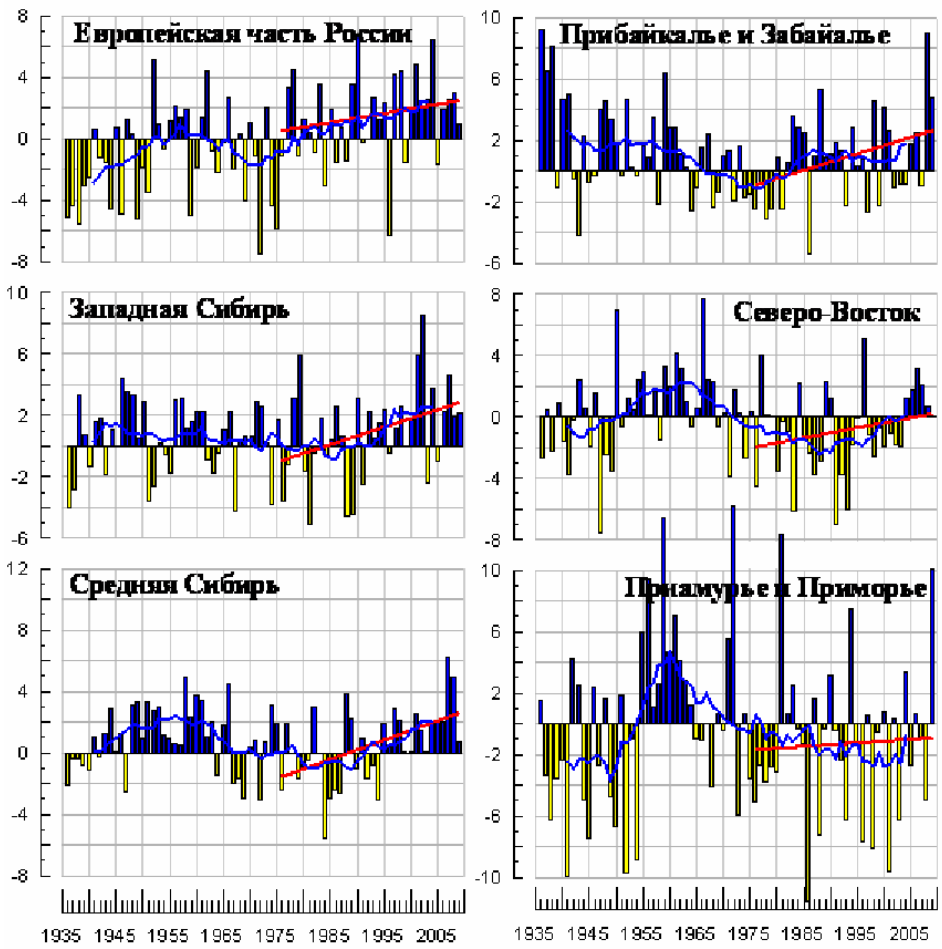


Рис. 1.11. Осредненные за год по территории регионов России аномалии месячных сумм осадков (мм/месяц) за 1936-2009 гг.

***Табл. 1.8.** Оценки линейного тренда регионально осредненных месячных сумм атмосферных осадков для регионов России за 1976-2009 гг.:b, мм/мес /10 лет - коэффициент линейного тренда, D% - вклад тренда в дисперсию*

	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	b	D%	b	D%	b	D%	b	D%	b	D%
Россия	0,85	27	0,50	7	1,63	27	0,33	2	0,70	6
Европейская часть	0,52	3	0,82	3	2,18	14	-1,20	2	-0,16	0
Западная Сибирь	1,14	13	1,44	14	2,34	24	0,60	1	0,27	0
Средняя Сибирь	1,26	26	0,30	1	0,94	13	2,40	14	1,44	18
Прибайкалье и Забайкалье	1,07	13	0,56	7	0,31	1	1,42	3	2,19	20
Восточная Сибирь	0,66	5	-0,64	4	1,50	24	-0,37	0	1,60	11
Приамурье и Приморье	0,23	0	0,49	2	1,96	5	-0,62	0	-1,55	4

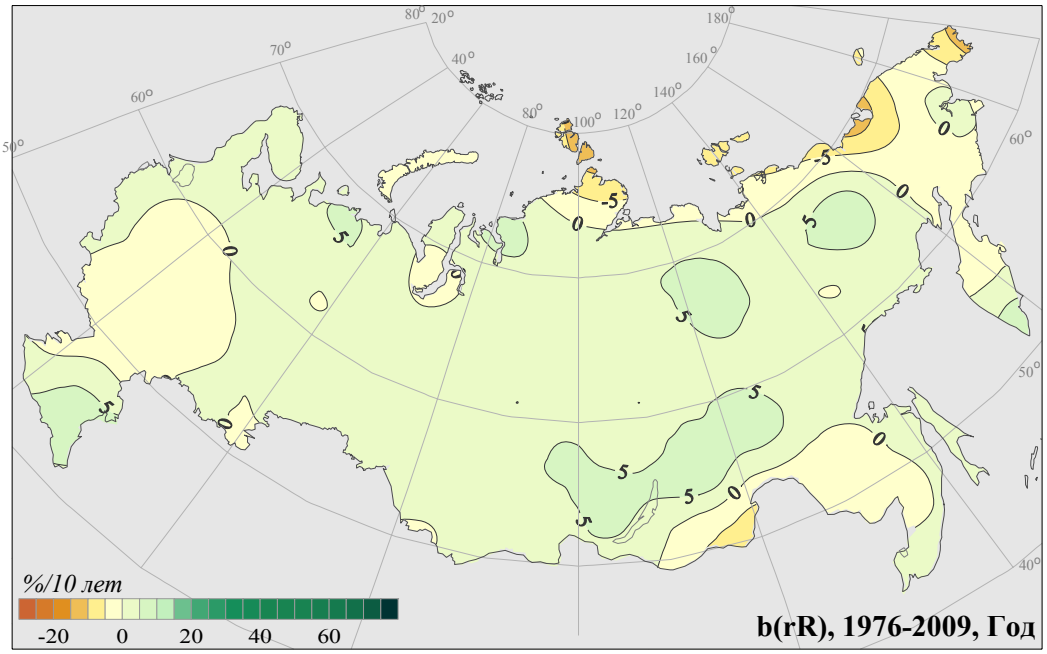
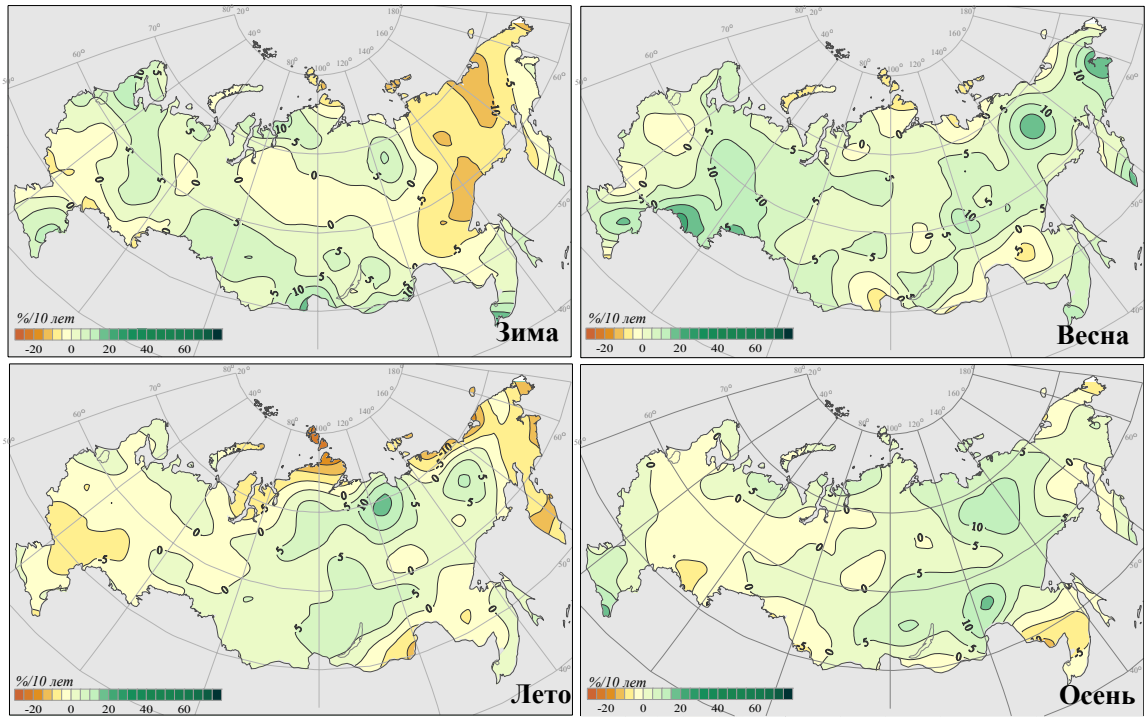


Рис. 1.12. *Пространственные распределения локальных коэффициентов линейного тренда атмосферных осадков за 1976-2009 гг. на территории России (%/10 лет), в среднем за год и по сезонам*



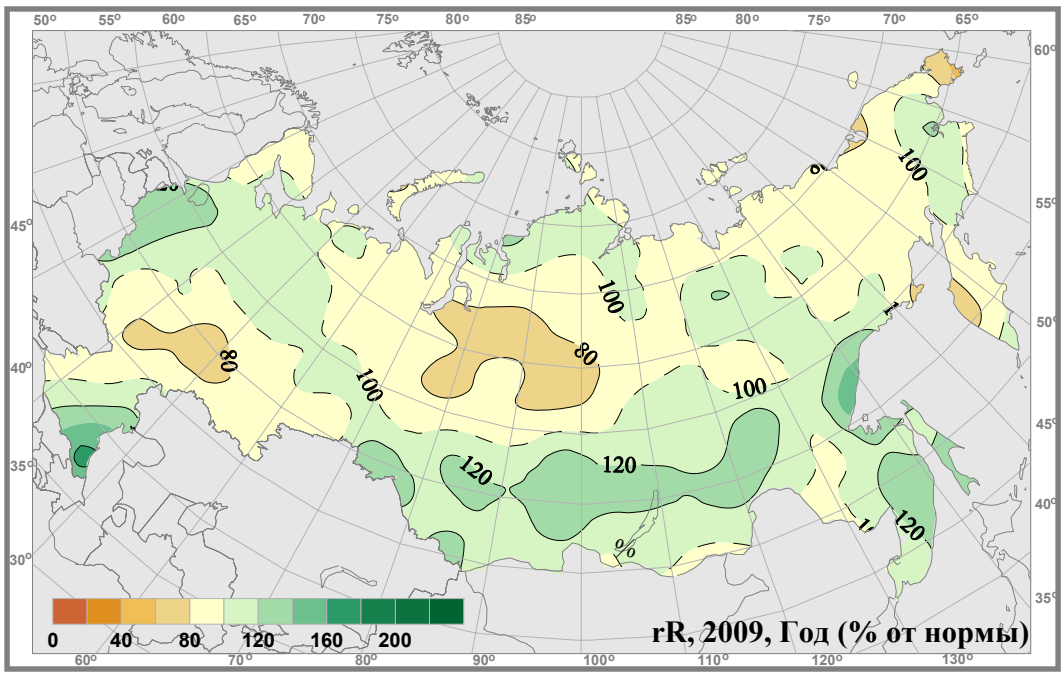
Особенности пространственного распределения осадков в 2009 г.

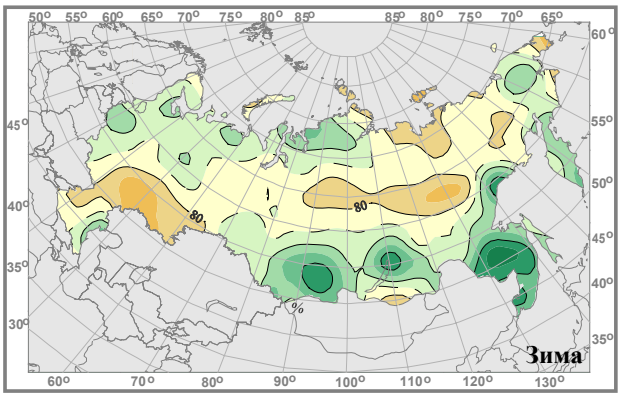
Числовые значения сезонных и годовых аномалий осадков (мм/месяц) в 2009 г., в среднем по территории России и ее регионов, приведены в таблице 1.9. Для каждого значения аномалии приведен ее ранг (по убыванию осадков) за 1936-2009 гг. Как видно из таблицы, 2009 год в целом по России был довольно влажным - он вошел в число 11 самых влажных лет за рассматриваемый период. Годовые суммы осадков в 2009 г. были выше нормы (аномалии положительны) во всех регионах, кроме Восточной Сибири. По уровню годовых сумм осадков, 2009 год оказался в Приамурье и Приморье на четвертом месте, а в Прибайкалье и Забайкалье на восьмом месте среди наиболее влажных лет за период с 1936 г. К аномально влажным сезонам можно отнести зиму и осень в Прибайкалье и Забайкалье (ранги 2 и 3), зиму и лето в Приамурье и Приморье (ранг 3), весну в Средней и Восточной Сибири (ранги 3 и 5). Однако в каждом сезоне были регионы с дефицитом осадков (табл. 1.9.).

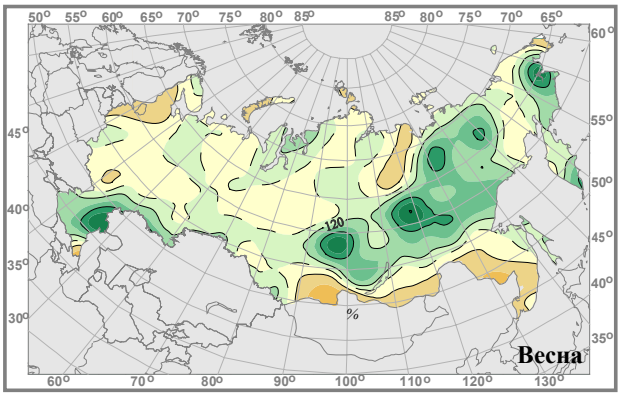
В целом, количество выпавших за 2009 год осадков превышало норму во всех регионах, особенно в Приамурье и Приморье и в Прибайкалье и Забайкалье. Дефицит осадков отмечался в Поволжье в течение всех сезонов, кроме весеннего.

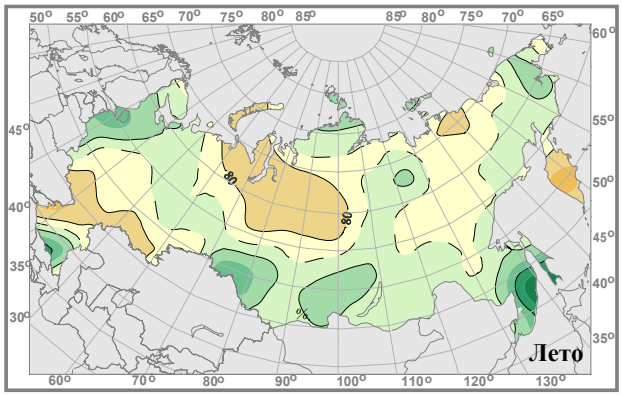
Региональные и сезонные особенности распределения осадков на территории Российской Федерации в 2009 г. подробнее представлены на рисунке 1.13.

Рис. 1.13. *Поля аномалий средних годовых и сезонных сумм осадков (% от нормы) на территории России в 2009 г. (отношение к средним за 1961-1990 гг.)*









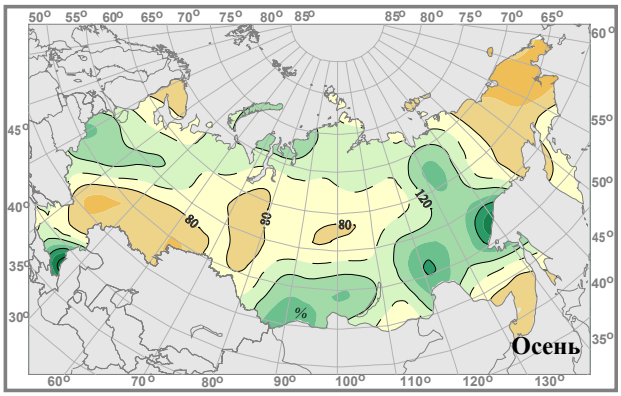


Табл. 1.9. *Средние годовые и сезонные аномалии месячных сумм осадков в регионах России в 2009 году:*
vR (мм/месяц)- отклонения от средних за 1961-1990 гг.;
R - ранг текущих значений в ряду убывающих осадков за 1936-2009 гг.

	Год		Зима		Весна		Лето		Осень	
	vR	*R*	*vR*	*R*	*vR*	*R*	*vR*	*R*	*vR*	*R*
Россия	2,0	11	1,4	18	1,8	26	4,0	11	0	43
Европейская часть	1,0	33	-1,6	43	-0,4	42	0,3	35	0,1	38
Западная Сибирь	2,1	25	3,3	16	3,2	25	2,6	35	-1,9	50
Средняя Сибирь	0,7	40	-0,5	35	5,1	3	-0,7	50	1,9	25
Прибайкалье и Забайкалье	4,8	8	5,5	2	-2,1	54	13,0	11	9,7	3
Восточная Сибирь	0	38	1,7	20	4,7	5	-1,1	43	-1,4	45
Приамурье и Приморье	10,1	4	7,0	3	-4,8	53	32,1	3	-9,2	65

Зима была снежной на территории Приморского и Хабаровского краев. В районе Комсомольска-на-Амуре количество выпавших за зиму осадков составило около 150% нормы, на Алтае и в Забайкалье – около 130-140% нормы. В этих районах на многих станциях зима попала в число 10% самых снежных зимних сезонов. В Приморском крае наиболее снежными месяцами были январь и февраль.

В районе Южного Урала и в Якутии осадки составили лишь 60-80% нормы.

Декабрь 2008 г. В бассейне р. Обь и на большей части Дальневосточного ФО выпало более 160% нормы. В то же время на юге Центрального, Приволжского и Уральского ФО наблюдался дефицит осадков (менее 40% нормы). На 20 станциях в этих районах декабрь попал в число 10% самых сухих месяцев. В Пензе и Октябрьском Городке были зафиксированы рекорды минимального выпадения осадков (5 мм и 3 мм, соответственно).

Январь. На многих станциях Дальневосточного ФО январь оказался среди 10% самых сухих январей за 1936-2009 гг. - осадки составили менее 40% нормы. На пяти станциях были зафиксированы рекордные минимумы осадков: в Среднекане (7 мм), в Каменском (1 мм), а на станциях Усть-Мома, Оймякон, Сусуман осадков не было вовсе.

Избыток осадков был зафиксирован в Хабаровском и Приморском краях, на Сахалине (более 160% нормы). На некоторых станциях январь был среди 10% самых влажных.

Февраль. Осадки менее 40% нормы отмечались в Приволжском ФО и в Якутии. На пяти станциях (в Сухане, Тонгулаке, Якутске, Чурапче, Охотничьем) повторились рекорды минимумов месячных сумм осадков. В Вилюйске впервые за последние 74 года в феврале осадков не наблюдалось.

В Волгоградской и Ростовской областях, на Алтае, в Забайкалье, в Приморье сумма осадков составила 140% нормы и более, на некоторых станциях февраль был среди 10% самых влажных.

Весной количество выпавших осадков в целом по России было близко к норме (аномалия осадков составила +2 мм/месяц). Однако в Средней и Восточной Сибирь весенний сезон 2009 г. оказался, соответственно, на 3-м и 5-м месте среди наиболее влажных весен за 1936-2009 гг. В Иркутской области, в Якутии, на Чукотке и в предгорьях Северного Кавказа выпавшие осадки составили 120-150% нормы.

На северо-западе РФ, на севере Якутии, на юге Дальневосточного ФО весной наблюдался дефицит осадков (60-80% нормы).

Март. На Чукотке и на побережье Охотского моря выпало около 4-х месячных норм осадков, а на шести станциях были зафиксированы их рекордно высокие значения. В Забайкалье и в южных областях европейской части РФ выпало около 2-х месячных норм осадков.

Дефицит осадков наблюдался в Сибирском ФО. Так, в Омской области осадки составили лишь 40% нормы, а на станции Барабинск в марте была зафиксирована сумма осадков 1 мм - рекордно низкое количество осадков на этой станции для марта (с 1936 г.).

Апрель. На европейской части РФ - сухо (менее 40% нормы), на 16-ти станциях апрель попал в число 10% самых сухих за 1936-2009 гг. Сухо было и на юге Дальневосточного и Сибирского ФО (60-40% нормы).

Избыток осадков (до 160% нормы) был зафиксирован на Таймыре и в Корякском автономном округе.

Май. Избыток осадков (более 160% нормы) наблюдался в центральных районах Сибирского и Дальневосточного ФО (на 31 станции май попал в число 10% самых влажных), в Волгоградской и Астраханской областях и в предгорьях Кавказа (140% нормы и более).

Дефицит осадков имел место на Среднем Урале, в низовьях р. Лена и на юге Дальневосточного ФО (60-40% нормы).

Лето наиболее влажным было в Приамурье и Приморье, на Алтае и в Прибайкалье. Области с дефицитом осадков отмечались в низовьях р. Волга и бассейне р. Кубань, в Западной Сибири, в Камчатском крае.

В июне обширные области на территории России были заняты интенсивными аномалиями, как положительными, так и отрицательными. Область дефицита осадков (до 60-40% нормы) протянулась от Кавказа через Поволжье до п-ва Таймыр, охватила Восточную Сибирь и Камчатский край. На станции Магадан зафиксирован минимум июньских осадков с 1936 г. Во многих областях на юге ЕЧ России наблюдалась почвенная засуха и суховеи (на фоне жаркой погоды).

В нескольких областях (Самарская, Саратовская, Оренбургская) почвенная засуха сопровождалась атмосферной засухой.

Избыток осадков (до 160-180% нормы) наблюдался на западе и севере ЕЧ России, в южных районах Сибирского и Дальневосточного ФО, на Чукотке. Рекордно высокие значения июньских осадков были зафиксированы на станциях: Новгород, Сортавала, Аян, Золотой, Корсаков, Южно-Сахалинск.

В июле области с аномально высокими и низкими осадками не столь обширны. Избыток осадков (до 140-160% нормы) отмечался в предгорьях Кавказа, в Республике Карелия, на юге Западной Сибири, в Якутии, на Чукотке, в Приморье. На станциях Купино (Новосибирская область) и Южно-Курильск был перекрыт ранее наблюдавшийся максимум осадков.

Дефицит осадков наблюдался в Поволжье (до 40% нормы) на фоне жаркой погоды (до 35-40°С), что привело к атмосферной засухе. Столь же сухо было в Восточной Сибири и в Камчатском крае.

В августе на обширной территории, включающей Ростовскую, Курскую, Белгородскую области и часть Западной Сибири, на фоне теплой погоды также наблюдался дефицит осадков (около 60% нормы).

Область избыточных осадков протянулась широкой полосой вдоль всей южной границы России: от Республики Дагестан и низовьев р. Волга через южный Урал и далее вдоль южного горного массива Средней и Восточной Сибири до Чукотки, включая Приморье и Магаданскую область. Почти две нормы месячной суммы осадков выпало в Республике Дагестан и в Магаданской области. На станциях Среднекан, Омск и Оленья Речка количество выпавших осадков было зафиксировано как рекордное с 1936 г. На девяти станциях Дальневосточного ФО август 2009 г. попал в число 5% самых влажных.

На северном побережье более 160% нормы осадков выпало на Таймыре.

Осенью количество выпавших осадков в целом по России было близким к норме. Однако в Прибайкалье и Забайкалье сезон оказался влажным - большее количество осенних осадков (в среднем по региону) выпадало здесь лишь в 1936 и в 2008 гг. (14,2 и 11,7 мм/месяц, соответственно).

Ниже 80% нормы осадков выпало в Поволжье, в Западной Сибири, на Чукотке и в Приморье.

В сентябре в средней полосе Европейской части страны и на Урале отмечался дефицит осадков (80-40% нормы). Так же сухо было на Чукотке и в Магаданской области.

Область с осадками более 120-140% нормы занимала Северный Кавказ, Среднюю Сибирь, Прибайкалье и Забайкалье.

В октябре область осадков ниже нормы (80-60% нормы) распространилась на Южный ФО и юг Западной Сибири, на Среднюю Сибирь, Забайкалье и Приморье.

Избыток осадков (более 140% нормы) наблюдался на западе Европейской части России, на Алтае, на побережье Охотского моря. Так, в Аяне выпало более 5 месячных норм осадков.

В ноябре сохранились небольшие области с осадками более 120% нормы на западе Европейской России, в предгорьях Кавказа, на Алтае, в Предбайкалье, в Магаданской области. Менее 80% нормы выпало в Поволжье, Средней Сибири, в Приморье и на Чукотке.

В декабре сильные снегопады отмечались в Курганской и Свердловской областях. В Кемеровской области и в горных районах Республики Алтай выпало более 2-х норм осадков; на некоторых станциях Приморского края месячная норма осадков была превышена в 4-6 раз.

Таким образом, по количеству выпавших осадков в целом по России 2009 год был влажным (на 11 месте по рангу влажных лет за период 1936-2009 гг.).

Годовые суммы осадков в 2009 г. были выше нормы во всех регионах. В Приамурье и Приморье по уровню годовых сумм осадков 2009 год оказался на 4-ом, а в Прибайкалье и Забайкалье - на 6-ом месте среди наиболее влажных лет. К аномально влажным сезонам можно отнести зиму и осень в Прибайкалье и Забайкалье (ранги 2 и 3), зиму и лето в Приамурье и Приморье (ранг 3), весну в Средней Сибири (ранг 3). Дефицит осадков отмечался в Поволжье во все сезоны, кроме весеннего.

Линейные тренды в ходе осадков на интервале 1976-2009 гг. выражены значительно слабее, чем в ходе температуры. Как правило, они ответственны за слишком малую долю межгодичной изменчивости и указывают на наличие в некоторых регионах России в отдельные сезоны слабой тенденции к увеличению осадков, а также на намечающуюся тенденцию к уменьшению осадков в регионе Восточной Сибири (Чукотка, Хабаровский край) зимой и летом.

1.5. Снежный покров

Граница снежного покрова

Снегонакопление в Европейской части России началось в конце второй - начале третьей декад ноября и было неустойчивым. Образование устойчивого снежного покрова проходило в поздние сроки: на юге и западе территории - на 20-40 дней позже обычного, в центре - на 30-50 дней позже нормы, на севере - на 30-40 дней позже средних многолетних сроков. В Москве устойчивый снежный покров появился только в конце декабря. На азиатской территории страны зимой 2008-2009 гг. образование устойчивого снежного покрова проходило неравномерно. В сроки, близкие к обычным, или позже них на 5-10 дней установился снежный покров в Якутии, в центральных районах Красноярского края, на севере Забайкалья и в Томской области. Позже обычного на 25-40 дней (местами до 50 дней) установился снежный покров в Зауралье, в Омской и Тюменской областях. На остальной территории устойчивый снежный покров установился позже обычных сроков на 10-25 дней. Самые поздние даты появления снежного покрова (конец января) были отмечены на юге Приморского края и Камчатки.

Таяние снежного покрова в марте на большей части европейской территории задержалось до конца месяца. 1 апреля 2009 г. граница снежного покрова проходила по линии Брянск-Воронеж-Саратов-Челябинск-Куган-Омск, тогда как в 2008 г. в конце марта граница снежного покрова проходила по крайнему северу, а большая часть европейской территории была без снега. 7 мая 2009 г. граница снежного покрова проходила по линии Архангельск-Сыктывкар-Серов-Колпашево-Енисейск-Якутск-Николаевск на Амуре. На Таймыре снежный покров растаял в середине июня.

Запасы воды в снежном покрове

В таблице 1.10. приведены подробные данные о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ по состоянию на 10 марта 2009 г. Для сравнения в таблице также приведены значения нормы и данные о запасах воды по состоянию на 10 марта 2008 г.

В европейской части России к началу марта запасы воды в снежном покрове были близкими или ниже нормы для этого времени года и, преимущественно, меньше прошлогодних. Более высокие, чем в 2008 г., оказались запасы воды в снеге в бассейнах р. Оки, р. Москвы, Рыбинского, Чебоксарского и Волгоградского водохранилищ. В бассейне р. Дон запасы воды в снеге на 10 марта были на 30% выше средних многолетних значений и в несколько раз превышали прошлогодние запасы. На реках севера ЕЧР запасы воды в снеге колебались около нормы (в пределах 30% ниже и выше нормы) и на всех реках были меньше прошлогодних (составляли 75-90% от них).

На азиатской территории к началу марта запасы воды в снежном покрове были около нормы или выше нормы на 15-40%. В бассейне р. Тобол они были ниже нормы на 40% и меньше, чем в 2008 году на 45%. В бассейнах Саяно-Шушенского, Красноярского, Братского, Усть-Илимского водохранилищ запасы воды в снежном покрове превышали норму на 19-63% и были больше прошлогодних на 30-100%. В бассейне оз. Байкал накопленные запасы воды в снежном покрове составили 106 мм (129% нормы), что на 63% больше, чем в 2008 году (на 31 марта 2008 года запасы воды в снеге здесь составляли 65 мм). В Иркутской области запасы воды в снеге были выше средних показателей за последние несколько лет, особенно в поймах и притоках рек Бирюса, Киренга, Нижняя Тунгуска. В Якутии запасы воды в снежном покрове на 10-50% больше нормы были накоплены в верховьях Вилюя, на Средней Лене, а также на крайнем юге территории. В остальных районах Якутии запасы воды в снежном покрове в начале марта были близкими к норме или до 30% ниже ее. Запасы воды на 50-200% выше нормы сформировались к середине марта в бассейне реки Амур и на полуострове Камчатка.

***Табл. 1.10**. Сведения о запасах воды в снежном покрове по бассейнам крупных рек и водохранилищ РФ по состоянию на 10 марта 2009 г. (в сравнении с нормой и с влагозапасами 2008 г.): w2009, w2008 - запасы воды в снеге в 2009 и 2008 гг.*

№ п/п	Бассейны рек	Запасы воды на 10 марта				
		норма		w2008	w2009	
		мм	мм	мм	% от нормы	% от w2008
1	*р. Волга, в т.ч.*	115	105	79	69	75
2	до вдхр. Рыбинское	101	77	104	103	135
3	р. Кострома и р. Унжа	125	150	103	82	69
4	р. Москва	95	26	79	83	304
5	р. Ока, включая бассейн р. Москва	88	37	82	93	222
6	р. Сура	70	79	50	71	63
7	р. Ветлуга	123	166	96	78	58
8	вдхр. Чебоксарское	89	63	78	88	124
9	р. Вятка	141	155	90	64	58
10	вдхр. Куйбышевское	130	137	72	55	53
11	вдхр. Саратовское	89	49	47	53	96
12	вдхр. Волгоградское	60	24	59	98	246
13	р. Кама	179	187	106	59	57
14	р. Белая	134	130	55	41	42
15	*р. Дон, в т.ч.*	51	10	63	130	630
16	р. Хопер	66	50	71	130	142
17	р. Медведица	57	17	65	125	382
	Реки севера					
18	р. Северная Двина	116	174	108	93	62
19	р. Сухона	121	196	89	74	45
20	р. Вага	118	161	85	72	53
21	р. Юг	111	152	80	72	53
22	р. Пинега	97	159	114	118	72
23	р. Вычегда	131	190	122	93	64
24	р. Нарва	51		70	137	
25	р. Волхов	62		70	113	
26	р. Мезень	134	170	145	108	85
	Реки и водохранилища Сибири					
27	р. Верхняя Обь	182	126	172	95	137
28	р. Тобол	62	54	42	68	78
29	р. Енисей (вдхр. Саяно-Шушенское)	116	93	186	160	200
30	р. Енисей (вдхр. Красноярское)	131	119	220	168	185
31	р. Ангара (оз. Байкал)	75	53	98	130	185
32	р. Ангара (вдхр. Братское)	67	63	90	134	143
33	р. Ангара (вдхр. Усть-Илимское)	109	103	126	115	122

1.6. Водные ресурсы

Водные ресурсы Российской Федерации в 2009 году составили 4 488,6 км^3, превысив среднее многолетнее значение на 5,4 %

Большая часть этого объёма - 4 270,0 км^3 - сформировалась в пределах России, и 218,6 км^3 воды поступило с территорий сопредельных государств.

На реках Северо-Западного, Центрального, Сибирского и Дальневосточного федеральных округов (табл. 1.11.) наблюдалась повышенная водность, в Южном федеральном округе водность рек соответствовала средней многолетней величине. В Приволжском и Уральском федеральных округах водные ресурсы были несколько ниже средних многолетних значений.

Водные ресурсы бассейнов крупнейших рек России (годовой сток рек) в 2009 году (табл. 1.12.) в большинстве своём существенно отличались от средних многолетних значений.

На реках Севера - Северной Двине и Печоре - третий год подряд продолжалась фаза повышенной водности, хотя превышение стока этих рек над средними многолетними значениями значительно снизилось по сравнению с 2008 годом. На реках южного склона Европейской части России - Дона, Терека и Кубани - наблюдалась пониженная водность. В бассейне р. Дон она имела место и в два предыдущих года, причём в 2009 году водность значительно снизилась по сравнению с 2008 годом.

В бассейне р. Волг в 2009 году водные ресурсы соответствовали норме.

В бассейне одной из крупнейших рек Сибири – Оби – второй год подряд наблюдалась незначительно отличающаяся от нормы пониженная водность.

В бассейнах двух других крупнейших сибирских рек - Енисея и Лены - фаза повышенной водности сохранялась на протяжении последних трёх лет, хотя сток этих рек в 2009 году несколько снизился по сравнению с 2008 годом.

В бассейнах крупнейших рек Дальнего Востока - Колымы и Амура - произошла смена характера водности. Повышенная водность, имевшая место на Колыме в 2007 и 2008 годах, в 2009 году сменилась пониженной. Наоборот, пониженная водность, наблюдавшаяся на Амуре в течение последних нескольких лет, в 2009 году повысилась, причём превышение стока над среднемноголетним значением было весьма значительным.

Водные ресурсы субъектов Российской Федерации в 2009 году (табл. 1.13.) также имели отклонения от средних многолетних значений как в большую, так и в меньшую стороны.

Табл. 1.11. Ресурсы речного стока по федеральным округам

Федеральные округа	Площадь территории, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов, км^3/год	Водные ресурсы 2009 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северо-Западный	1 687,0	607,4	652,5	7,4
Центральный	650,2	126,5	134,0	5,9
Приволжский	1 037,0	271,3	266,8	-1,7
Южный	591,3	309,0	309,0	0,0
Уральский	1 818,5	597,3	593,1	-0,7
Сибирский	5 145,0	1 321,1	1 412,3	6,9
Дальневосточный	6 169,3	1 847,8	2 019,1	9,3
РФ в целом	17 098,3	4 258,6	4 488,6	5,4

Табл. 1.12. Ресурсы речного стока по речным бассейнам

Речной бассейн	Площадь бассейна, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов[1], км^3/год	Водные ресурсы 2009 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северная Двина	357,0	101,0	106,0	5,0
Печора	322,0	129,0	140,0	8,5
Волга	1 360,0	238,0	238,0	0,0
Дон	422,0	25,5	15,4	-39,6
Кубань	57,9	13,9	11,7	-15,8
Терек	43,2	10,5	10,3	-1,9
Обь	2 990,0	405,0	397,0	-2,0
Енисей	2 580,0	635,0	690,0	8,7
Лена	2 490,0	537,0	661,0	23,1
Колыма	647,0	131,0	114,0	-13,0
Амур	1 855,0	378,0	450,0	19,0

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

Табл. 1.13. Ресурсы речного стока по субъектам Российской Федерации

Субъекты Федерации	Площадь бассейна, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов[1], км^3/год	Водные ресурсы 2009 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Северо-Западный федеральный округ				
Республика Карелия	180,5	55,9	53,1	-5,0
Республика Коми	416,8	164,8	173,5	5,3
Архангельская область, в том числе:	589,9	387,2	404,5	4,5
Ненецкий АО	176,8	212,1	220,2	3,8
Вологодская область	144,5	47,7	54,5	14,3
Калининградская область	15,1	22,7	20,3	-10,6
Ленинградская область	83,9	89,2	110,0	23,3
Мурманская область	144,9	65,7	80,1	21,9
Новгородская область	54,5	21,4	30,6	43,0
Псковская область	55,4	12,0	17,2	43,3
Центральный федеральный округ				
Белгородская область	27,1	2,7	1,9	-29,6
Брянская область	34,9	7,3	6,7	-8,2
Владимирская область	29,1	35,2	34,7	-1,4
Воронежская область	52,2	13,7	9,6	-29,9
Ивановская область	21,4	57,3	65,8	14,8
Калужская область	29,8	11,3	11,1	-1,8
Костромская область	60,2	53,4	62,1	16,3
Курская область	30,0	3,8	2,6	-31,6
Липецкая область	24,0	6,3	6,0	-4,8
Московская область	45,8	18,0	19,8	10,0
Орловская область	24,7	4,1	3,3	-19,5
Рязанская область	39,6	25,7	25,6	-0,4
Смоленская область	49,8	14,2	18,4	29,6
Тамбовская область	34,5	4,1	3,1	-24,4
Тверская область	84,2	25,2	34,9	38,5
Тульская область	25,7	10,6	10,6	0,0
Ярославская область	36,2	35,8	47,4	32,4
Приволжский федеральный округ				
Республика Башкортостан	142,9	34,2	25,1	-26,6
Республика Марий Эл	23,4	110,4	115,5	4,6
Республика Мордовия	26,1	4,9	3,5	-28,6
Республика Татарстан	67,8	229,6	233,2	1,6
Удмуртская Республика	42,1	63,3	71,7	13,3
Чувашская Республика	18,3	119,0	121,4	2,0
Пермский край	160,2	56,0	63,3	13,0
Кировская область	120,4	40,0	41,0	2,5
Нижегородская область	76,6	105,8	112,1	6,0
Оренбургская область	123,7	12,6	7,8	-38,1
Пензенская область	43,4	5,6	4,5	-19,6
Самарская область	53,6	236,8	239,5	1,1
Саратовская область	101,2	241,5	242,7	0,5
Ульяновская область	37,2	231,2	236,1	2,1

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

Табл. 1.13. *Ресурсы речного стока по субъектам Российской Федерации (продолжение)*

Субъекты Федерации	Площадь бассейна, тыс. км^2	Среднее многолетнее значение водных ресурсов[1], км^3/год	Водные ресурсы 2009 года, км^3/год	Отклонение от среднего многолетнего значения, %
Южный федеральный округ				
Республика Адыгея	7,8	14,1	14,2	0,7
Республика Дагестан	50,3	20,5	26,5	29,3
Республика Ингушетия	3,6	1,7	2,0	17,6
Республика Кабардино-Балкария	12,5	7,5	7,8	4,0
Республика Калмыкия	74,7	1,1	2,1	90,9
Карачаево-Черкесская Республика	14,3	6,1	7,1	16,4
Республика Северная Осетия – Алания	8,0	8,0	7,6	-5,0
Чеченская Республика	15,6	10,8	11,0	1,9
Краснодарский край	75,5	23,0	24,2	5,2
Ставропольский край	66,2	5,5	5,7	3,6
Астраханская область	49,0	237,7	237,8	0,0
Волгоградская область	112,9	258,6	251,8	-2,6
Ростовская область	101,0	26,2	14,9	-43,1
Уральский федеральный округ				
Курганская область	71,5	3,5	3,0	-14,3
Свердловская область	194,3	30,2	28,3	-6,3
Тюменская область, в том числе:	1 464,2	583,7	583,0	-0,1
Ханты-Мансийский АО	534,8	380,8	373,6	-1,9
Ямало-Ненецкий АО	769,3	581,3	582,0	0,1
Челябинская область	88,5	7,4	4,7	-36,5
Сибирский федеральный округ				
Республика Алтай	92,9	34,0	41,2	21,2
Республика Бурятия	351,3	97,1	99,5	2,5
Республика Тыва	168,6	45,5	66,0	45,1
Республика Хакасия	61,6	97,7	130,5	33,6
Алтайский край	168,0	55,1	965,5	3,8
Забайкальский край	431,9	75,6	94,8	25,4
Красноярский край	2 366,8	930,2	938,4	3,5
Иркутская область	774,8	309,4	396,7	28,2
Кемеровская область	95,7	43,2	43,5	0,7
Новосибирская область	177,8	64,3	58,9	-8,4
Омская область	141,1	41,3	31,7	-23,2
Томская область	314,4	182,3	178,2	-2,2
Дальневосточный федеральный округ				
Республика Саха (Якутия)	3 083,5	881,1	969,0	10,0
Камчатский край	464,3	275,1	235,2	-14,5
Приморский край	164,7	46,2	49,8	7,8
Хабаровский край	787,6	491,2	600,9	22,3
Амурская область	361,9	170,6	197,9	16,0
Магаданская область	462,5	124,9	131,0	4,9
Сахалинская область	87,1	57,2	74,4	30,1
Еврейская автономная область	36,3	217,7	248,9	14,3
Чукотский АО	721,5	194,6	191,0	-1,8

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

Для большинства субъектов федерации Северо-Западного федерального округа была характерна повышенная водность рек с превышением среднемноголетних значений от 4,5% в Архангельской области до 43% и выше в Новгородской и Псковской областях. Сток р. Невf превысил среднее многолетнее значение на 21,4%. Существенно снизилась, по сравнению с нормой, водность рек в Республике Карелия и в Калининградской области. Запасы воды в Ладожском озере в 2009 году увеличились на 7,10 км^3 по сравнению с 2008 годом, а в Онежском озере, напротив, уменьшились на 4,36 км^3 (табл. 1.14.).

В Центральном федеральном округе водность рек изменялась от довольно низкой в Белгородской, Брянской, Воронежской, Курской, Орловской и Тамбовской областях (ниже нормы на 8,2-31,6%) до средней во Владимирской, Калужской, Липецкой, Рязанской и Тульской областях и высокой в Ивановской, Костромской, Московской, Смоленской, Тверской и Ярославской областях (превышение нормы от 10,0% до 38,5%). Общее превышение водных ресурсов Центрального федерального округа в 2009 году над нормой составило 5,9% и распределение водности по областям определилось довольно высокой водностью реки Волги в пределах округа, стоком её главного притока - р. Ока, близким к норме, а также весьма высоким стоком основных рек Смоленской области - Западной Двины и Днепра. Запасы воды в волжских водохранилищах округа - Иваньковском, Угличском и Рыбинском - уменьшились в 2009 году по сравнению с 2008 годом на 0,83 км^3, в основном за счёт Рыбинского водохранилища, запасы воды которого снизились на 0,79 км^3, а уровень воды - на 0,18 м. Потери воды на дополнительное испарение с него составили 0,50 км^3 (при 0,59 км^3 со всех трёх водохранилищ вместе взятых).

В Приволжском федеральном округе, водные ресурсы которого были ниже нормы на 1,7%, картина водности рек была столь же разнообразной. Весьма низкими значениями водных ресурсов характеризовались Республики Башкортостан и Мордовия, Оренбургская и Пензенская области (ниже нормы на 19,6-38,1%). В Пермском крае, Республиках Марий Эл и Удмуртской, а также в Нижегородской области водность была повышенной. Для остальной части территории округа водность была близка к норме.

Запасы воды в водохранилищах Волжско-Камского каскада (Иваньковском, Угличском, Рыбинском, Горьковском, Чебоксарском, Куйбышевском, Камском, Воткинском, Саратовском, Волгоградском), расположенных в трёх федеральных округах, уменьшились в 2009 году на 17,37 км^3. Наиболее значительно понизились запасы воды в Куйбышевском (11,1 км^3) и Камском (3,26 км^3) водохранилищах. Потери воды на дополнительное испарение с водохранилищ каскада составили 3,17 км^3.

Запасы воды в Ириклинском водохранилище на реке Урал в 2009 году уменьшились на 0,44 км^3, а его уровень понизился на 2,17 м.

Весьма разнообразной в 2009 году была водность рек субъектов федерации, входящих в Южный федеральный округ, суммарные водные ресурсы которого были близки к своему среднему многолетнему значению. Особенно значительное (от 16,4% до 90,9%) превышение водных ресурсов над нормой наблюдалось в Республиках Карачаево-Черкесская, Ингушетия, Дагестан, Калмыкия. В Ростовской области водные ресурсы были значительно ниже среднего многолетнего значения. В остальных субъектах федерации в составе округа водные ресурсы были близки к их нормам.

Запасы воды в Краснодарском водохранилище увеличились на 0,02 км^3, что привело к повышению уровня этого водоёма на 0,09 м. Дополнительное испарение воды с его поверхности составило 0,27 км^3.

В Цимлянском водохранилище запасы воды в 2009 году уменьшились, по сравнению с 2008 годом на 2,79 км^3, а его уровень понизился на 1,23 м. Дополнительное испарение с поверхности этого водохранилища составило 1,00 км^3.

Водные ресурсы всех областей Уральского федерального округа были ниже нормы. Если в Тюменской области, как и в округе в целом, они были весьма близки к норме (ниже, соответственно на 0,1% и 0,7%), то в сравнительно малообеспеченных водой Свердловской, Курганской и Челябинской областях они отличались от нормы существенно (ниже, соответственно на 6,3%, 14,3% и 36,5%). При этом ситуация с водными ресурсами Ханты-Мансийского и Ямало-Ненецкого автономных округов, входящих в состав Тюменской области, по существу не отличалась от той, что имела место во всей области.

Табл. 1.14. *Изменение запасов воды крупнейших озер Российской Федерации*

Озеро,	Средний многолетний запас воды, км^3	Средний многолетний уровень воды, м	Запасы воды, км^3		
			на 01.01.09	на 01.01.10	годовое изменение
Ладожское	911,00	5,10	904,70	911,80	7,10
Онежское	292,00	33,00	298,88	294,52	-4,36
Байкал[1]	23 000,00	455,00			0,94
Ханка	18,30	68,90	17,98	18,58	0,60

[1] *Для озера Байкал, запасы воды которого очень велики и не сопоставимы с их годичными колебаниями, изменение объема вычислялось как произведение годового приращения уровня воды на среднюю многолетнюю площадь зеркала этого водоема*

В Сибирском федеральном округе состояние водных ресурсов (6,9% выше нормы по округу в целом) существенно различалось в субъектах федерации, расположенных в бассейнах рек Енисей и Амур, где водность была довольно высокой, и в разных частях бассейна р. Обь, где водность, высокая в верхнем течении, была относительно низкой в среднем течении. Соответственно, в Республиках Алтай, Бурятия, Тыва, Хакасия, Алтайском, Красноярском и Забайкальском краях, Иркутской области превышение среднемноголетних значений водных ресурсов составило от 2,5% до 45,1%. С другой стороны, в Новосибирской, Омской и Томской областях водные ресурсы были ниже нормы на 2,2-23,2%. Наибольшие значения водных ресурсов (выше нормы на 21,2-45,1%) наблюдались в Республиках Алтай и Тыва, Иркутской области и Забайкальском крае, где расположены истоки рек Обь, Енисей, Ангара и Амур. В субъектах федерации, расположенных в бассейнах указанных рек ниже по течению, наблюдалось значительное снижение этого показателя, вплоть до -23,2% в Омской области. Запасы воды в Новосибирском водохранилище увеличились по сравнению с 2008 годом на 0,65 км^3. Дополнительное испарение воды с его поверхности составило 0,25 км^3.

Запасы воды в озере Байкал повысились на 0,94 км^3. Увеличение запасов воды в водохранилищах Ангаро-Енисейского каскада составило 19,51 км^3, в том числе 14,83 км^3 в Братском и 6,08 км^3 в Красноярском водохранилищах, что вызвало рост их уровней, соответственно на 3,54 и на 3,41 м. Потери воды на дополнительное испарение с поверхности водохранилищ каскада составили около 1,64 км^3.

Дальневосточный федеральный округ в 2009 году характеризовался наиболее значительным превышением водных ресурсов над средним многолетним значением (9,3%). Водность рек округа была выше нормы во всех субъектах федерации, кроме Камчатского края и Чукотского автономного округа, где она была ниже нормы, соответственно, на 14,5% и 1,8%. Лидирующее положение по водности рек занимала Сахалинская область, в которой превышение над нормой достигло 30,1%. В Республике Саха, в Приморском и Хабаровском краях, в Амурской области и в Еврейской автономной области, расположенных в бассейнах рек Лена и Амур, в связи с высокой водностью этих рек превышение над нормой составило от 7,8% до 22,3%. В Магаданской области превышение было минимальным (4,9%) по причине относительно низкого стока реки Колыма в 2009 году.

Запасы воды в озере Ханка повысились на 0,60 км^3, а в Зейском водохранилище - на 3,41 км^3. Уровень воды в этом водохранилище вырос на 1,48 м.

В целом 2009 год по условиям формирования водных ресурсов был для России достаточно благоприятным.

Водные ресурсы Российской Федерации в 2009 году превысили норму более чем на 5%, что соответствует общей тенденции увеличения водных ресурсов страны, начиная с 1980 года.

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

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

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

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

ОСНОВНЫЕ ПРИНЦИПЫ РЕЖИМНЫХ НАБЛЮДЕНИЙ

— комплексность и систематичность наблюдений;

— согласованность сроков их проведения с характерными гидрологическими ситуациями и изменением метеорологических условий;

— определение показателей едиными методиками на всей территории страны.

— обеспечения органов государственного управления, хозяйственных организаций и населения систематической и экстренной информацией об изменениях уровней загрязнения (в том числе и радиоактивного) атмосферного воздуха, почв, водных объектов под влиянием хозяйственной деятельности и гидрометеорологических условий, прогнозами и предупреждениями о возможных изменениях уровней загрязненности;

— обеспечения заинтересованных организаций материалами для составления рекомендаций в области охраны окружающей среды и рационального использования природных ресурсов, составления планов развития хозяйства с учетом состояния окружающей среды и других вопросов развития экономики.

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

ОСНОВНЫЕ ВИДЫ НАБЛЮДЕНИЙ

— за загрязнением атмосферного воздуха в городах и промышленных центрах;

— за загрязнением почв пестицидами и тяжелыми металлами;

— за загрязнением поверхностных вод суши и морей;

— за трансграничным переносом веществ, загрязняющих атмосферу;

— комплексные наблюдения за загрязнением природной среды в биосферных заповедниках;

— за химическим составом и кислотностью атмосферных осадков и снежного покрова;

— за фоновым загрязнением атмосферы;

— за радиоактивным загрязнением окружающей среды.

В 2009 г. количественный состав государственной сети наблюдений следующий:

Наблюдения за загрязнением атмосферы проводились регулярно в 224 городах и населенных пунктах Российской Федерации. В большинстве городов измеряются концентрации от 4 до 38 веществ.

Наблюдениями за загрязнением поверхностных вод суши по гидрохимическим показателям охвачены 1 190 водных объектов, на которых находится 1 815 пунктов (2 488 створов, 2 820 вертикалей, 3 252 горизонтов). Измеряются концентрации от 116 ингредиентов.

Наблюдения за загрязнением поверхностных вод суши по гидробиологическим показателям производятся в пяти гидрографических районах на 74 водных объектах по 202 створам. Программа наблюдений включает от 2 до 6 показателей.

Наблюдения за загрязнением морской среды по гидрохимическим показателям проводятся на 320 станциях в прибрежных районах 11 морей, омывающих территорию Российской Федерации. В отобранных пробах определяется до 24 ингредиентов.

Сеть станций наблюдения атмосферного трансграничного переноса веществ включает 4 станции на европейской территории России (программа ЕМЕП) и 4 станции на АТР (программа ЕАНЕТ). По программе ЕМЕП производится отбор и анализ проб атмосферных аэрозолей, газов

(диоксидов азота и серы) и атмосферных осадков. По программе ЕАНЕТ производится отбор проб атмосферного воздуха и осадков и анализ основных кислотообразующих веществ.

Пунктами сети *наблюдений за загрязнением почв* пестицидами являются сельскохозяйственные угодья (поля), отдельные лесные массивы зон отдыха (парки, пионерлагеря, санатории, дома отдыха) и прибрежных зон. Отбор почв производился в хозяйствах, расположенных на территориях 38 субъектов РФ. В отобранных пробах определяется 24 наименования пестицидов и их метаболитов.

Для оценки загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения ежегодно проводится отбор проб в районах 66 городов и 101 городе раз в 5 лет (около 2000 проб). В отобранных пробах определяется до 25 ингредиентов промышленного происхождения.

Сеть комплексного мониторинга загрязнения природной среды и состояния растительности (СМЗР) насчитывает 30 постов, которые располагаются на территории 11 УГМС.

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

Сеть станций, осуществляющих *наблюдения за химическим составом и кислотностью осадков*, состоит из 142 станций федерального уровня. Пробы осадков на содержание от 12 компонентов анализируются в 12 кустовых лабораториях.

Система контроля загрязнения снежного покрова на территории России осуществляется на 565 пунктах. В пробах определяются концентрации основных ионов и значения pH.

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

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

Наблюдения за радиационной обстановкой окружающей среды на стационарной сети осуществляются на 1 285 пунктах.

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

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

2.2. Оценка антропогенного влияния на климатическую систему

2.2.1. Эмиссия парниковых газов

Приводимые ниже оценки антропогенных выбросов и абсорбции (поглощения) парниковых газов (ПГ), нерегулируемых Монреальским протоколом, за период 1990-2008 гг. выполнены методами расчетного мониторинга

Методической основой оценок служат соответствующие руководящие документы Межправительственной группы экспертов по изменению климата (МГЭИК) и руководящие документы по проведению национальных инвентаризаций парниковых газов, одобренные Рамочной Конвенцией ООН об изменении климата (РКИК ООН). В основу подхода МГЭИК положен расчетный метод оценки выбросов и поглощения, основанный на использовании количественных данных об объемах конкретных видов деятельности, приводящих к выбросам или к абсорбции ПГ. Основной объем исходной информации для расчетов по РФ получен из материалов экономической, лесной и других видов статистики. В настоящий Обзор включены выполненные впервые оценки за 2008 г., а также уточненные оценки за 1990-2007 гг., которые были подвергнуты частичному пересмотру в результате учета рекомендаций Группы экспертов РКИК ООН по рассмотрению национальных кадастров парниковых газов, представленных согласно обязательствам по РКИК ООН и Киотскому протоколу. Согласно требованиям РКИК ООН и рекомендациям МГЭИК уточнение оценок будет проводиться ежегодно.

Выбросы и поглощение парниковых газов по секторам[1] представлены в таблице 2.1. (значения приведены с округлением) и на рисунке 2.1.

[1] Группировка выбросов производилась по секторам в соответствии с методологией МГЭИК. Следует иметь в виду, что сектора МГЭИК не соответствуют секторам (отраслям) экономики в отечественном понимании. В частности, к энергетическому сектору МГЭИК относит выбросы от сжигания всех видов ископаемого топлива, а также технологические выбросы и утечки топливных продуктов в атмосферу, независимо от того в каких отраслях экономики они происходят.

Динамика выбросов в 1990-2008 гг. в основном определялась экономической ситуацией в стране, а также изменениями, происходившими в структуре топливопотребления. В период 1990-1998 гг. в Российской Федерации происходило общее уменьшение выбросов, затронувшее все секторы и обусловленное спадом производства. После 1998 г., в период подъема экономики, происходившего как в сфере производства, так и в сфере потребления, выбросы в промышленности и энергетике увеличились, а выбросы, связанные с отходами производства и потребления, даже превзошли уровень 1990 г. - базового года РКИК ООН и Киотского протокола, превысив этот уровень к 2008 году на 22 %. Однако, в целом, темпы увеличения выбросов в этот период существенно отставали от темпов роста ВВП, что связано как с некоторым общим повышением энергоэффективности экономики, так и с происходившими в этот период структурными изменениями, в частности, с ростом доли непроизводственного сектора в экономике страны. В 2008 г. выбросы в секторе «Промышленные процессы» впервые с 1999 г. сократились по сравнению с предшествующим годом, что связано с началом экономического спада. Для сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство», в котором потоки парниковых газов, и, в частности, CO_2 подвержены значительной межгодовой изменчивости (обусловленной лесными пожарами, изменениями в землепользовании и межгодовыми климатическими вариациями) в таблице 2.1. приведено среднее многолетнее значение поглощения парниковых газов из атмосферы.

Совокупный выброс парниковых газов в РФ, без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства, составил в 2008 г. 2 229,6 млн.т.CO_2-экв., что соответствует 110,1 % выброса 2000 г. или 67,1% выброса 1990 г.

Табл. 2.1. Выбросы парниковых газов по секторам

Сектор	Выбросы, тыс. т CO_2-экв.				
	1990	1998	2000	2007	2008
Энергетика	2 707 410	1 639 432	1 661 706	1 786 043	1 833 138
Промышленные процессы	236 688	124 152	157 559	192 736	181 136
Использование растворителей и другой промышленной продукции	562	517	523	541	544
Сельское хозяйство	318 912	158 891	149 535	138 451	144 09
Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство (в среднем за 1990-2008 гг.)			-253 237[1]		
Отходы	58 147	50 607	55 524	70 009	70 656
Всего, без учета землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства	3 321 718	1 973 599	2 024 848	2 187 781	2 229 565
Всего, с учетом землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства (в среднем за 1990-2008 гг.)	2 021 540				

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

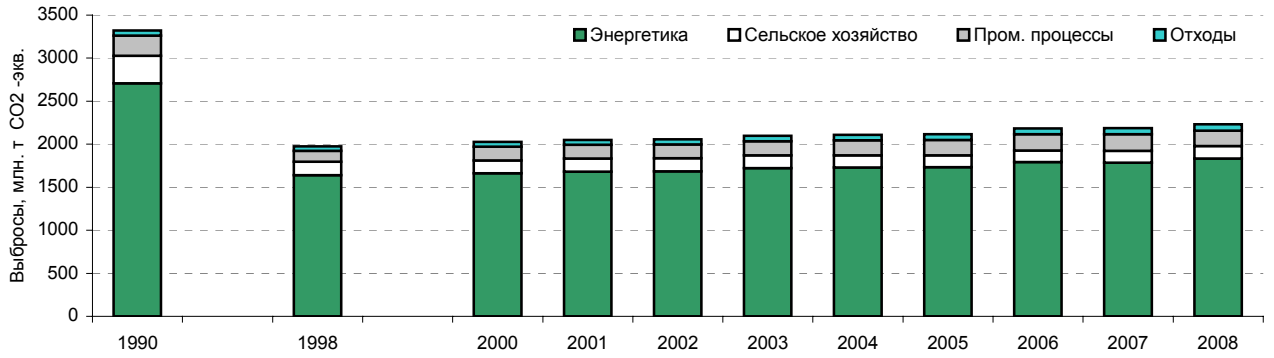


Рис. 2.1. *Динамика выброса парниковых газов в атмосферу без учета землепользования, изменения землепользования и лесного хозяйства*

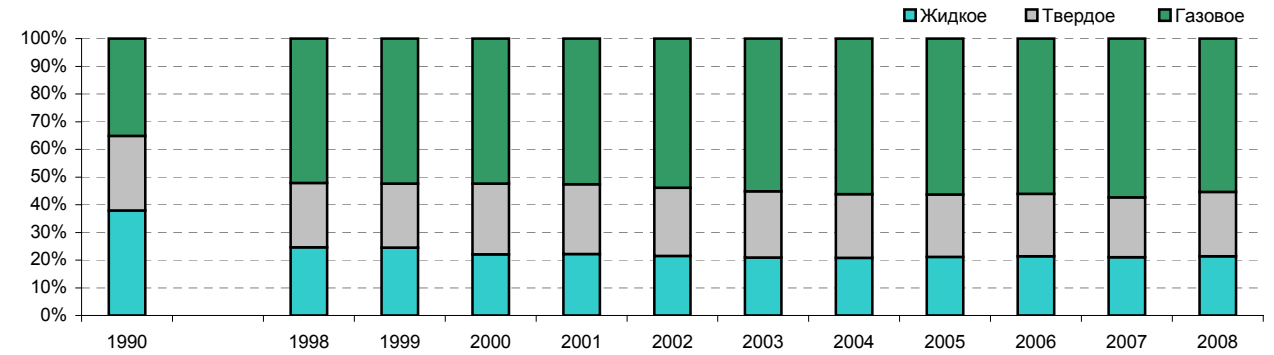


Рис. 2.2. *Изменение вклада отдельных видов топлива в выброс CO_2 от сжигания ископаемого топлива (сектор «Энергетика»)*

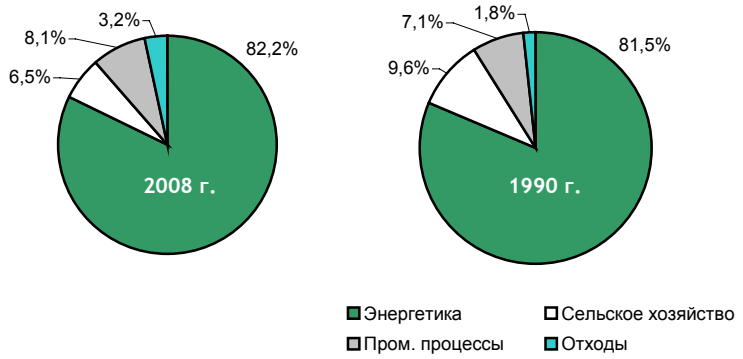


Рис. 2.3. *Распределение общего выброса парниковых газов (CO_2 -экв.) по секторам в 1990 и 2008 гг. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)*

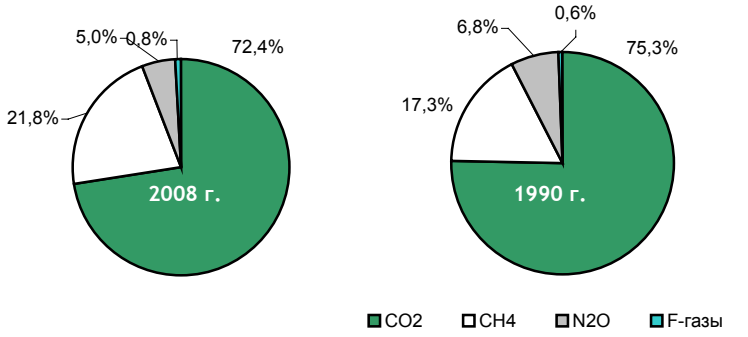


Рис. 2.4. *Доля отдельных парниковых газов в их общем выбросе (CO_2 -экв.) в 1990 и 2008 гг. (без учета сектора «Землепользование, изменение землепользования и лесное хозяйство»)*

Распределение выбросов по секторам за период 1990-2008 гг. не претерпело значительных изменений. По-прежнему доминирующую роль играют выбросы энергетического сектора, доля которых в совокупном выбросе (без учета землепользования, изменений землепользования и лесного хозяйства) в 2008 г. составила 82,2%. Рисунок 2.2. иллюстрирует изменение выбросов от сжигания различных видов ископаемого топлива в энергетическом секторе. Возрос вклад в совокупный выброс промышленности и сектора обращения с отходами. В то же время несколько уменьшилась доля сельскохозяйственного сектора, в котором, после происходившего в 1991-1998 гг. спада, рост выбросов не возобновился (рис. 2.3.).

Вклад отдельных парниковых газов в их общий выброс на территории РФ иллюстрирует рисунок 2.4. Ведущая роль принадлежит CO_2, основным источником которого служит энергетический сектор - сжигание ископаемого топлива. Отмечается рост вклада CH_4 в общий выброс. Некоторое уменьшение доли N_2O связано с сокращением использования азотных удобрений, обусловленным экономическим положением сельхозпроизводителей. Вклад фторсодержащих газов (F-газы) увеличился в результате замены озоноразрушающих хладагентов в холодильной технике, кондиционировании воздуха и других видах оборудования на озонобезопасные вещества с высокими потенциалами глобального потепления.

2.2.2. Содержание CO_2 и CH_4 в атмосфере

Мониторинг парниковых газов (CO_2 и CH_4) проводится на станции Териберка (69°12 с.ш., 35°06 в.д.), расположенной в условиях, близких к фоновым, и в районе крупного промышленного центра (г. Санкт-Петербург). Измерения выполняются рекомендованными ВМО методами, сопоставимость с данными мировой сети мониторинга парниковых газов подтверждена результатами международных сравнений.

С 1988 г. данные станции Териберка представляются в мировой центр данных (МЦД) по парниковым газам (WDCGG) в Японию и используются при проведении глобального анализа поля концентрации указанных газов, выполняемого МЦД.

Результаты измерений CO_2 и CH_4 на станции Териберка

Измерения концентрации CO_2 и CH_4 выполняются на станции Териберка с 1988 г. и 1996 г. соответственно. Результаты измерений за последние 11 лет представлены в таблице 2.2. За последний десятилетний период концентрация CO_2 увеличилась на 5,2% (19 млн$^{-1}$), рост концентрации CH_4 составил 1,8% (33 млрд$^{-1}$).

Межгодовая изменчивость концентрации парниковых газов на станции Териберка представлена на рисунке 2.5. Основные особенности межгодовой изменчивости, наблюдаемые на станции Териберка, отражают глобальные изменения поля концентрации рассматриваемых газов и согласуются с данными зарубежных станций фонового мониторинга.

Вместе с тем, конкретное расположение станции приводит к ряду особенностей. Так, по сравнению со станциями ГСА Алерт (82°28' с.ш., 62°30' в.д.) и Барроу (71°19' с.ш., 156°36' в.д.), расположенными в том же широтном поясе, на станции Териберка наблюдаются более высокие концентрации за счет поступления обогащенных CO_2 и CH_4 воздушных масс, прошедших над территорией Европы, что особенно заметно в зимний период в условиях ограниченного перемешивания воздушных потоков. В летний период естественные источники и стоки парниковых газов, обладающие большей мощностью в районе расположения станции Териберка, приводят к относительно более низким концентрациям CO_2 (сток за счет поглощения растительностью) и повышенным концентрациям метана (эмиссия болотного происхождения).

Как видно из рисунка 2.5., в 2009 г. продолжался рост концентрации как CO_2 (1,9 млн$^{-1}$), так и CH_4 (10,1 млрд$^{-1}$), однако скорость роста снизилась. Следует отметить, что после довольно длительного периода стабилизации уже третий год происходит существенный рост концентрации CH_4, который суммарно составил 30 млрд$^{-1}$ или 1,5%. Увеличение концентрации как CO_2, так и CH_4 наблюдалось практически в течение всех месяцев 2009 года.

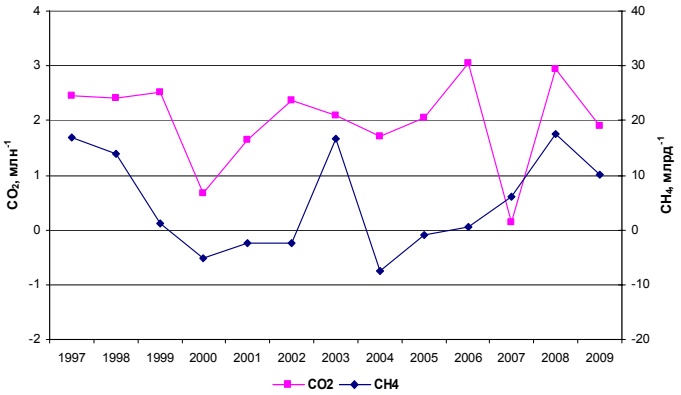


Рис. 2.5. Межгодовой рост концентрации CO_2 и CH_4 по результатам измерений на станции Териберка

Табл. 2.2. Среднегодовые значения и межгодовой рост (Δ) концентрации CH_4 и CO_2 на станции Териберка

Год	CH_4, млрд$^{-1}$	ΔCH_4, млрд$^{-1}$	CO_2, млн$^{-1}$	ΔCO_2, млн$^{-1}$
1999	1 872,5	1,2	370,8	2,5
2000	1 867,4	-5,1	371,5	0,7
2001	1 865,0	-2,4	373,2	1,7
2002	1 862,6	-2,4	375,5	2,4
2003	1 879,2	16,7	377,6	2,1
2004	1 871,7	-7,5	379,3	1,7
2005	1 870,7	-1,0	381,4	2,0
2006	1 871,3	0,5	384,4	3,0
2007	1 877,3	6,0	384,6	0,2
2008	1 894,9	17,6	387,5	2,9
2009	1 905,0	10,1	389,4	1,9

Результаты измерений концентрации метана в районе Санкт-Петербурга

Для контроля изменений эмиссии метана в районе Санкт-Петербурга с 1996 г. проводится мониторинг CH_4 в интегрированных за месяц пробах воздуха в окрестностях Санкт-Петербурга на станции Воейково (59°57' с.ш., 30°42' в.д., 12 км восточнее административной границы города). С 2000 г. такие измерения были организованы непосредственно в Санкт-Петербурге. Вход заборной линии установлен на крыше здания ГГО (ул. Карбышева, 7). Интегрирование осуществляется путем накопления воздуха в течение месяца в специальные мешки большого объема. На основе полученных данных определяется превышение концентрации метана над фоновым уровнем, в качестве которого использованы данные станции Териберка (рис. 2.6.). К сожалению, по техническим причинам, измерения в Санкт-Петербурге были прерваны во второй половине 2009 г., поэтому среднегодовое значение получено только для Воейково.

Среднее превышение концентрации CH_4 над фоновым уровнем в окрестностях Санкт-Петербурга (станция Воейково) составляет 79 ± 38 млрд$^{-1}$ для периода с 1996 г. по 2009 г., и непосредственно в Санкт-Петербурге 176 ± 64 млрд$^{-1}$ для периода с 2000 г. по июнь 2009 г. В 2009 г. в Воейково наблюдались относительно высокие концентрации метана, так что среднегодовое превышение достигло значения 102 млрд$^{-1}$. Оценка изменчивости среднемесячных значений показала, что относительно высокие концентрации метана наблюдались как в зимние, так и в летние месяцы 2009 г., что свидетельствует о том, что антропогенная составляющая внесла вклад в наблюдаемый рост концентрации метана, однако, это могло произойти как за счет изменения интенсивности эмиссии с территории Санкт Петербурга, так и за счет систематического изменения условий переноса и разбавления примеси. 2009 г. явился третьим годом за период наблюдений с величиной среднегодовой концентрации метана, превышающей фоновые значения более чем на 100 млрд$^{-1}$.

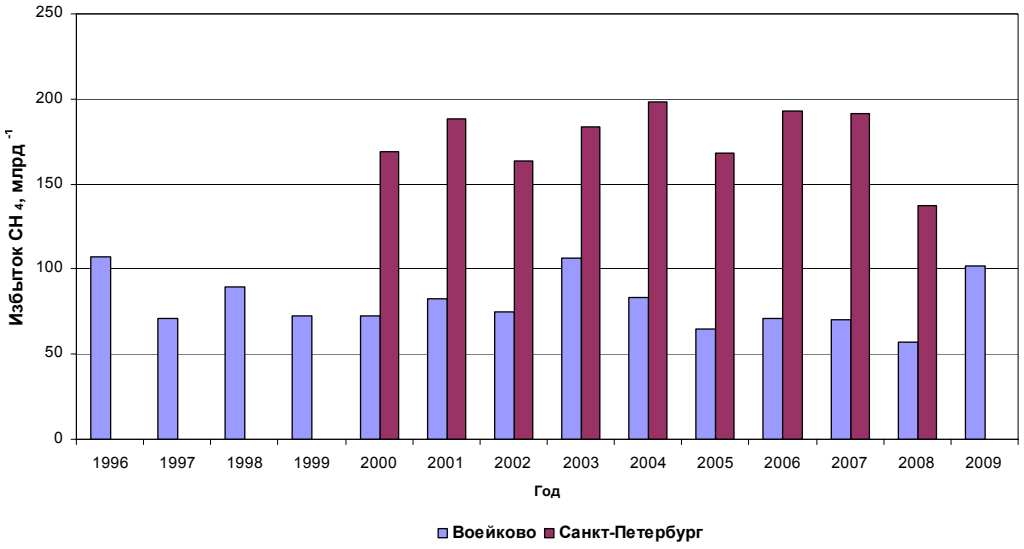
Основные выводы

По данным станции Териберка за последний десятилетний период концентрация CO_2 увеличилась на 5,2% (19 млн$^{-1}$), рост концентрации CH_4 составил 1,8% (33 млрд$^{-1}$).

в 2009 г. продолжался рост концентрации как CO_2 (1,9 млн$^{-1}$), так и CH_4 (10,1 млрд$^{-1}$), однако скорость роста снизилась. После довольно длительного периода стабилизации уже третий год происходит существенный рост концентрации метана, который суммарно составил 30 млрд$^{-1}$ или 1,5%.

Среднее превышение концентрации CH_4 над фоновым уровнем в окрестностях Санкт-Петербурга (станция Воейково) составляет 79 ± 38 млрд$^{-1}$ и непосредственно в Санкт-Петербурге 176 ± 64 млрд$^{-1}$. 2009 г. явился третьим годом за период наблюдений, в который величина среднегодовой концентрации метана в Воейково, превысила фоновое значение более чем на 100 млрд$^{-1}$.

Рис. 2.6. *Среднегодовое превышение концентрации CH_4 над фоновым уровнем*



2.3. Оценка состояния и загрязнения атмосферного воздуха

2.3.1. Прозрачность атмосферы

Основные показатели прозрачности атмосферы - коэффициент прозрачности (P_2) и оптическая плотность атмосферы (ОПА) - связаны между собой соотношением: ОПА = – ln P_2 = – 0,5·ln ($S_{\rho,30}$ / S_0), где $S_{\rho,30}$ - величина измеренного потока прямой солнечной радиации в кВт/м^2, приведенная к среднему расстоянию от Земли до Солнца и оптической массе атмосферы m = 2 (т.е. к высоте Солнца 30°); S_0 - величина потока радиации на верхней границе атмосферы. Эти показатели не дают прямых значений аэрозольной оптической плотности, однако, позволяют косвенно судить об аэрозольном ослаблении в атмосфере. Параметр ОПА = – ln P_2 представляет собой оптическую плотность атмосферы для прямой солнечной радиации в актинометрическом диапазоне длин волн Δλ = 0,3-4 мкм. Ее вариации, как и вариации P_2, определяются преимущественно изменениями аэрозольной составляющей и влагосодержанием атмосферы.

В таблице 2.3. приведены средние значения этих характеристик, полученные в 2009 г. и доверительные интервалы ±σ для среднегодовых значений P_2 и ОПА.

В 2009 г. на всех перечисленных в таблице станциях (кроме станции Усть-Вымь), включая парные фоновым городские станции, прозрачность атмосферы была повышенной – среднее за год значение P_2, согласно классификации С.И.Сивкова, не выходило за рамки интервала 0,747< P_2 ≤0,826. Самая высокая прозрачность и самая низкая ОПА по-прежнему характерны для горной станции Шаджатмаз (средние годовые значения P_2=0,820; ОПА=0,199). Однако, как и в 2008 г., данную станцию нельзя причислить к разряду станций с высокой прозрачностью, как это было в прежние годы, поскольку среднее годовое значение P_2 не превышает величины 0,826. Самая низкая прозрачность и самая высокая ОПА наблюдались на станции Усть-Вымь (P_2=0,745; ОПА=0,296). В 2009 г. станция Хужир и станция Памятная показали одинаковые значения прозрачности и оптической плотности атмосферы (P_2=0,779; ОПА=0,250). Это неожиданный результат, поскольку станция Памятная расположена в степной зоне и обычно прозрачность на ней заметно ниже, чем на станции Хужир, находящейся на острове озера Байкал.

Из городских станций наименьший средний за год коэффициент прозрачности был зафиксирован в г. Иркутск (P_2=0,756; ОПА=0,281), для городов Сыктывкар и Курган коэффициенты прозрачности были практически равны (0,771 и 770 соответственно).

На рисунке 2.7. показано, как изменились P_2 и ОПА в 2009 г. по сравнению с 2008 г., рисунок 2.8. дает представление о том, какова величина (в процентах) произошедших изменений для каждой станции.

Таким образом, в 2009 г. по сравнению с предшествующим годом прозрачность уменьшилась (а ОПА, соответственно, увеличилась) на всех фоновых станциях (Туруханск, Усть-Вымь, Воейково, Памятная, Хужир, Шаджатмаз) и на городской станции Иркутск. Возросла прозрачность, причем незначительно, только на двух городских станциях - Сыктывкар и Курган. Конкретные значения изменений Δ (%) P_2 и ОПА в 2009 г. по сравнению с 2008 г. представлены в таблице 2.4.

Из приведенных рисунков и таблицы следует, что самые существенные изменения характеристик оптического состояния атмосферы были зафиксированы на станции Усть-Вымь (максимальный рост ОПА на 24,4% и падение прозрачности на 5,6%), а также на станциях Воейково и Памятная (табл. 2.4.).

Представление о внутригодовой изменчивости характеристик прозрачности атмосферы в 2009 г. на фоновых станциях и в парных им городах дает рисунок 2.9. Наиболее приближены к классическому годовому ходу внутригодовые изменения прозрачности и ОПА на парных станциях Хужир и Иркутск. На них максимум прозрачности (минимум ОПА) приходится на январь, а минимум P_2 (максимум ОПА) - на июль. В течение всего года (за исключением февраля) оптическая плотность атмосферы в городе выше (прозрачность ниже) по сравнению с фоновой станцией, что обусловлено более высоким загрязнением атмосферы в городе, особенно в теплый период года - с апреля по август.

Табл. 2.3. Коэффициент прозрачности и оптическая толщина атмосферы в 2009 г. на фоновых станциях России

Станция	Район расположения	Широта в град. с.ш.	Долгота в град. в.д.	P_2	ОПА
Туруханск	Красноярский край	65,8	87,9	0,785 ± 0,016	0,242 ± 0,020
Усть-Вымь	Республика Коми	62,2	50,1	0,745 ± 0,037	0,296 ± 0,050
Сыктывкар[1]	Республика Коми	61,9	50,9	0,771 ± 0,035	0,261 ± 0,046
Воейково	Ленинградская обл.	60,0	30,7	0,769 ± 0.028	0,269 ± 0,045
Памятная	Западная Сибирь	56,0	65,7	0,779 ± 0,025	0,251 ± 0,033
Курган[1]	Западная Сибирь	55,5	65,4	0,770 ± 0,027	0,263 ± 0,022
Хужир	о-в Ольхон (оз. Байкал)	53,2	107,3	0,779 ± 0,023	0,250 ± 0,029
Иркутск[1]	Восточная Сибирь	52,3	104,3	0,756 ± 0,041	0,281 ± 0,054
Шаджатмаз	Сев. Кавказ	43,7	42,7	0,820 ± 0,023	0,199 ± 0,028

[1] *городские станции, являющиеся парными к фоновым, указанным на строку выше*

Фоновые станции:
1 - Туруханск,
2 - Усть-Вымь,
4 - Воейково,
5 - Памятная,
7 - Хужир,
9 - Шаджатмаз
Парные им города:
3 - Сыктывкар,
6 - Курган,
8 - Иркутск

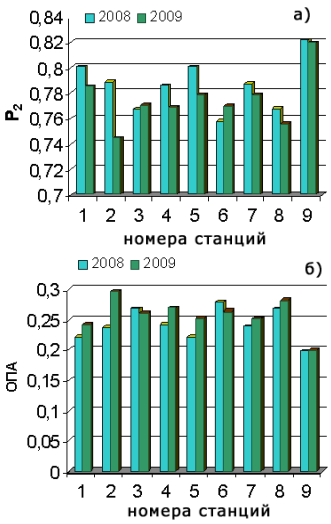


Рис. 2.7. Коэффициент прозрачности (а) и оптическая плотность атмосферы (б) в 2008 и 2009 годах

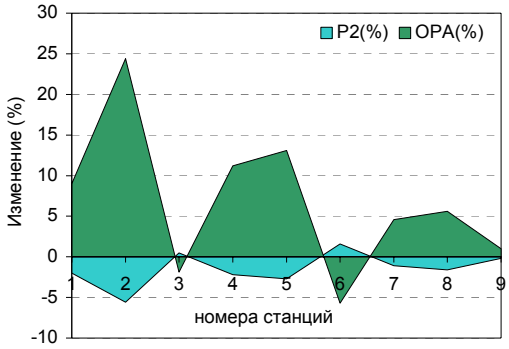


Рис. 2.8. Изменения (%) коэффициента прозрачности и ОПА в 2009 г. по сравнению с 2008 г.

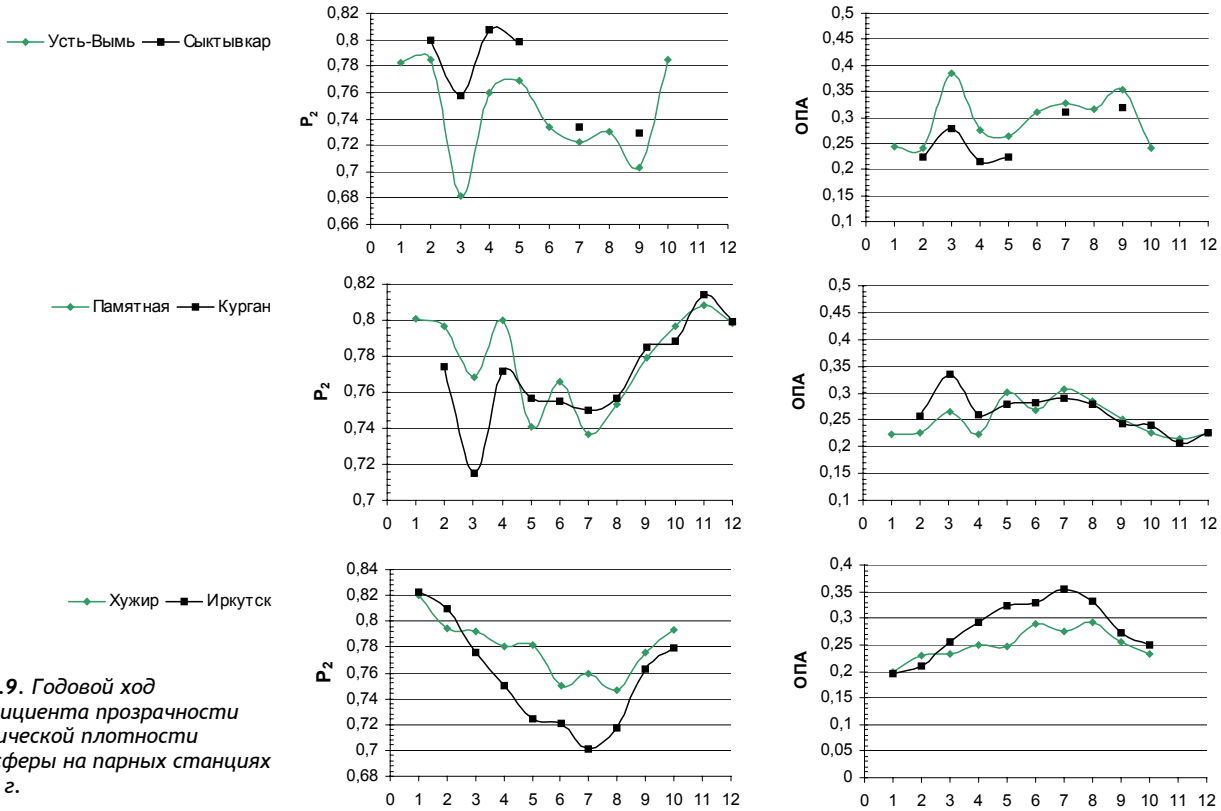


Рис. 2.9. Годовой ход коэффициента прозрачности и оптической плотности атмосферы на парных станциях в 2009 г.

***Табл. 2.4.** Изменения Δ (%) коэффициента прозрачности P2 и ОПА в 2009 г. по сравнению с 2008 г. на станциях фонового мониторинга*

№	Станция	Δ P_2 (%)	Δ ОПА(%)
1	Туруханск	-2	9
2	Усть-Вымь	-5,6	24,4
3	Сыктывкар*	0,5	-1,9
4	Воейково	-2,2	11,2
5	Памятная	-2,7	13,1
6	Курган*	1,6	-5,7
7	Хужир	-1,1	4,6
8	Иркутск*	-1,6	5,6
9	Шаджатмаз	-0,2	1

[1] *городские станции, являющиеся парными к фоновым, указанным на строку выше*

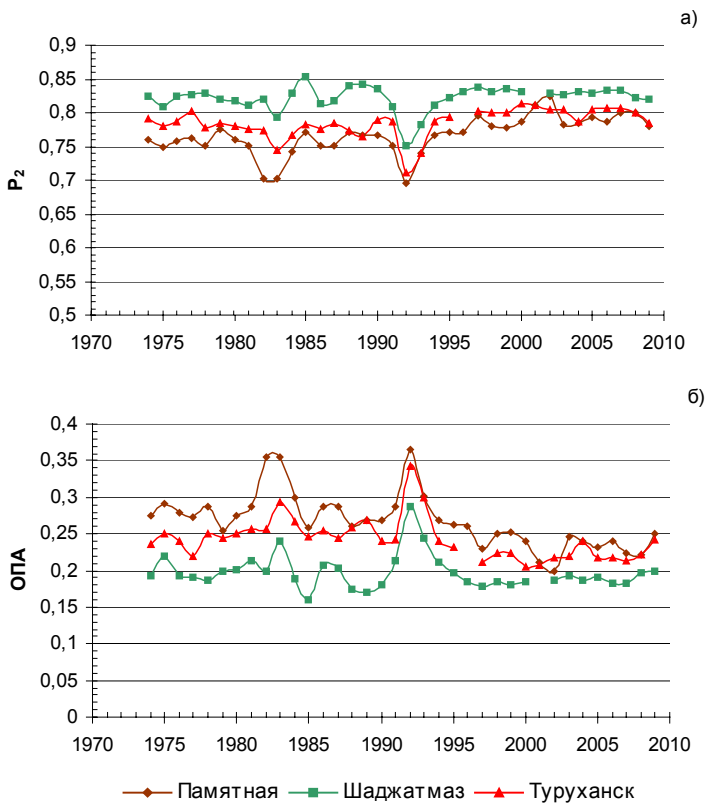
Различий в уровне прозрачности атмосферы на парных станциях Памятная и Курган меньше, чем на вышеуказанной паре Хужир-Иркутск. Более того, в отдельные месяцы коэффициент прозрачности в городе превосходил, хотя и незначительно, P_2 на фоновой станции, что обычно связано с изменениями направления ветра и локальных условий загрязнения атмосферы.

На паре станций, Усть-Вымь и Сыктывкар, в течение всего года (на станции Сыктывкар в отдельные месяцы наблюдения не проводились из-за плохой погоды) прозрачность на фоновой станции Усть-Вымь была ниже (ОПА выше), чем на парной городской станции. Особое внимание обращает на себя резкое падение прозрачности (подъем ОПА) на обеих станциях в марте. По данным специалистов Северного УГМС в марте 2009 г. на станции Усть-Вымь наблюдалось самое низкое значение прямой радиации за последние 10 лет. Интересно отметить, что значительное уменьшение прозрачности в марте 2009 г. отмечалось и на паре станций Памятная-Курган (рис. 2.9.), но не прослеживалось на восточносибирской паре станций Хужир-Иркутск.

На рисунках 2.10. представлена межгодовая изменчивость коэффициента прозрачности P_2 (2.10. а) и оптической плотности атмосферы ОПА (2.10. б) для трех фоновых станций - Туруханск, Памятная и горной станции Шаджатмаз.

УГМС

Межрегиональное территориальное управление Федеральной службы по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды



Из рисунка видно, что в основном кривые межгодовой изменчивости коэффициента прозрачности и оптической плотности атмосферы на станции Туруханск повторяют конфигурацию кривых P_2 и ОПА на длиннорядных станциях Шаджатмаз и Памятная, что подтверждает репрезентативность всех трех станций в качестве фоновых. Самые сильные искажения кривых межгодовой изменчивости P_2 и ОПА на этих станциях вызывают последствия вулканических извержений. Особенно заметны периоды падения прозрачности и, соответственно, роста ОПА после двух наиболее мощных извержений – вулканов Эль-Чичон (1982) и Пинатубо (1991). Если станцию Шаджатмаз можно рассматривать в некотором приближении как фиксирующую изменения глобального фонового состояния атмосферы, то станции Туруханск и Памятная отражают изменения состояния атмосферы в регионах, где они расположены, и на них сильнее сказываются влияния локальных источников загрязнения атмосферы.

Из рассмотренных трех длиннорядных станций за весь исследуемый период наблюдений наиболее низкий уровень загрязнения атмосферы по данным измерений ОПА наблюдается на горной северо-кавказской станции Шаджатмаз (рис. 2.10. б), несколько выше он на сибирской станции Туруханск и наиболее высокий на степной станции Памятная. Если рассматривать весь период наблюдений в целом (1974-2009 гг.), то статистически значимых трендов оптической плотности и прозрачности атмосферы на рассматриваемых станциях не обнаружено.

Тем не менее, при сопоставлении средних уровней ОПА за 1974-1996 гг. (за исключением тех лет, когда проявлялись последствия вулканических извержений) и за 1997-2009 гг. оказалось, что средние значения ОПА снизились для станции Памятная на 14%, для станции Шаджатмаз на 3,1% и для станции Туруханск на 10,6%.

Для понимания реальной картины изменений ОПА на указанных длиннорядных станциях было использовано скользящее пятилетнее осреднение значений ОПА (рис. 2.11.). При этом из рассмотрения были исключены годы, когда сказывались последствия вулканических извержений - 1982-1984 гг. и 1991-1993 гг. Из рисунка 2.11. видно, что на всех фоновых станциях с 1992 г. до начала 2000-х годов наблюдается тенденция к снижению ОПА, что, по всей вероятности, связано с общим падением экономики в России в это время.

Рис. 2.10. *Межгодовая изменчивость P2 (а) и ОПА (б) с 1974 по 2009 гг. на станциях Шаджатмаз, Памятная и Туруханск*

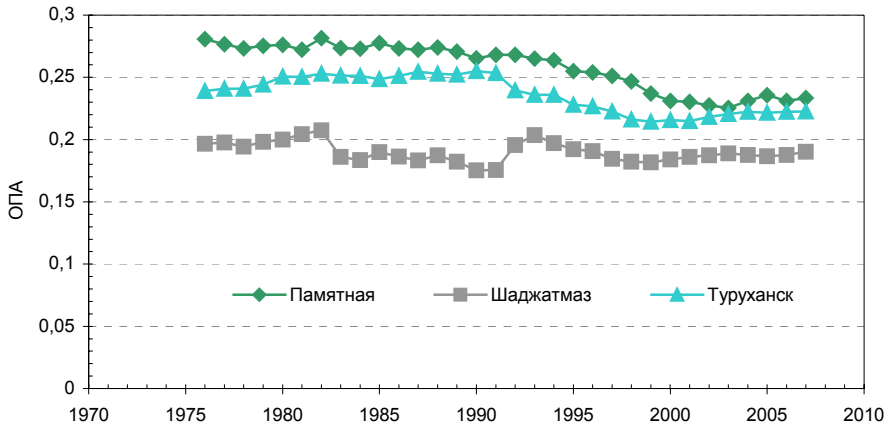


Рис. 2.11. Результаты скользящего пятилетнего осреднения значений ОПА за весь период наблюдений для станций Памятная, Шаджатмаз и Туруханск

Основные выводы

1. В 2009 г. по сравнению с предшествующим годом прозрачность уменьшилась (а ОПА, соответственно, увеличилась) на всех фоновых станциях и на городской станции Иркутск. Возросла прозрачность, причем незначительно, только на двух городских станциях - Сыктывкар и Курган.

2. Самое низкое среднегодовое значение P_2 и самое высокое значение ОПА наблюдались на станции Усть-Вымь (P_2=0,745; ОПА=0,296). Там же были зафиксированы наиболее существенные изменения ОПА (рост ОПА составил 24,4%). На паре станций Усть-Вымь и Сыктывкар отмечалось аномально резкое снижение прозрачности (подъем ОПА) в марте 2009 г. В этом месяце на станции Усть-Вымь было зарегистрировано самое низкое значение прямой радиации за последние 10 лет.

3. Анализ восстановленных данных для трех станций - Туруханск, Памятная и Шаджатмаз - за период 1974-2009 гг. не выявил статистически значимых трендов прозрачности и оптической плотности атмосферы. Крупные вулканические извержения по-прежнему остаются главной причиной значительных изменений P_2 и ОПА при рассмотрении их межгодовой изменчивости.

4. Однако сравнение средних уровней ОПА за 1974-1996 гг. и за 1997-2009 гг. (при исключении из рассмотрения периодов влияния вулканов на состояние атмосферы) показало снижение средних значений ОПА на трех длиннорядных станциях (рис. 2.10. б): на станции Памятная на 14%, на станции Шаджатмаз на 3,1% и на станции Туруханск на 10,6%.

5. Анализ скользящих пятилетних средних значений ОПА на указанных длиннорядных станциях за весь период наблюдений позволил выявить общий период снижения оптической плотности атмосферы с 1992 г. и до начала 2000-х годов, что, скорее всего, обусловлено общим спадом промышленного производства в стране в этот период.

2.3.2. Электрические характеристики атмосферы

В данный раздел включены данные совместных измерений градиента потенциала V' электрического поля атмосферы и удельных полярных электрических проводимостей L+ и L- воздуха, выполненных на станции Воейково (В) ГУ «ГГО» и в ОГМС Иркутск (И), а также данные измерений V' в ОГМС Верхнее Дуброво (ВД) в окрестностях Екатеринбурга и на аэрологической станции в Южно-Сахалинске (ЮС)

Общая продолжительность измерений в Воейково составляет 60 лет, в Иркутске - 50 лет, в Верхнем Дуброво - 52 года, в Южно-Сахалинске - 41 год. Датчики V', L+ и L- установлены в пределах одного-трех метров от земли. Наблюдения в Воейково, Иркутске и Верхнем Дуброво включены в программу комплексного фонового мониторинга атмосферы с 1980 г.

Обобщенные по сезонам результаты измерений V'с за 2005-2009 гг. приведены в таблице 2.5. Существенные вариации значений V'с, вычисленных по среднемесячным значениям V', обусловлены изменчивостью погодных условий в одни и те же сезоны разных лет. Сильнейшее влияние на значения V' оказывают грозы, метели и осадки.

В таблице 2.6. приведены обобщенные по сезонам результаты измерений удельной суммарной электрической проводимости воздуха и данные расчета отношений Кс удельной положительной к удельной отрицательной проводимости воздуха в ОГМС Иркутск и на станции Воейково за 2005-2009 гг.

Некоторое увеличение электрической проводимости воздуха, начавшееся в 2008 г., продолжилось в 2009 г. на обеих станциях, однако, причина этого на данный момент до конца не выяснена. Существенных изменений значений Кс в 2009 г. по сравнению с соответственными данными 2005-2008 гг. не отмечалось.

В 2009 г. на станциях Южно-Сахалинск, Иркутск, Верхнее Дуброво и Воейково не произошло существенных изменений среднегодового хода V' по сравнению с предшествующим периодом. Также не выявлены значительные изменения среднегодового хода L_S в Иркутске и Воейково. Среднемесячные значения К колеблются в пределах от 1,0 до 1,3.

На фоне тенденций последних лет существенных изменений характеристик атмосферного электричества приземного слоя атмосферы, полученных на станциях Воейково, Иркутск, Верхнее Дуброво, Южно-Сахалинск в 2009 г., не произошло. Тем не менее, в Иркутске и Воейково, по сравнению с указанным периодом, наблюдается некоторое увеличение среднемесячных значений L_S, причины которого устанавливаются.

Табл. 2.5. *Сезонные (V'c), среднегодовые (V'г) и среднемесячные минимальные и максимальные (в скобках) значения градиента потенциала электрического поля атмосферы V' (даВ/м) в 2005-2009 гг. на станциях Верхнее Дуброво (ВД), Воейково (В), Иркутск (И), Южно-Сахалинск (ЮС)*

Пункт наблюдений	Период наблюдений, годы	V'_c, V'				$V'_г$, V'
		Зима Декабрь-Февраль	Весна Март-Май	Лето Июнь-Август	Осень Сентябрь-Ноябрь	
ВД	2009	16(13,19)	13(11,15)	11(11,12)	14(14,15)	14(11,19)
	2008	12(10,16)	18(13,21)	14(13,15)	12(9,15)	14(9,21)
	2007	13 (8,19)	13 (10,17)	10 (10,11)	10 (9,11)	11 (8,19)
	2006	17 (15,20)	12 (10,15)	12 (12,13)	10 (7,14)	13 (7,20)
	2005	18 (12,22)	15 (11,17)	12 (10,13)	11 (11,12)	14 (10,22)
В	2009	12(9,15)	12(10,16)	8(7,8)	8(6,8)	10(6,16)
	2008	8(6,10)	11(9,14)	10(7,13)	10(7,12)	10(6,14)
	2007	13 (11,18)	10 (7,12)	10 (9,11)	10 (9,10)	11 (7,18)
	2006	13 (11,14)	11 (7,16)	9 (7,10)	9 (6,10)	10 (6,16)
	2005	11 (10,12)	8 (4,15)	9 (5,13)	-	9 (4,13)C
И	2009	12(10,13)	8(6,11)	6(5,6)	9(6,10)	9(5,13)
	2008	11(10,12)	8(7,10)	5(4,5)	7(5,8)	8(4,12)
	2007	11 (9, 13)	9 (7,12)	6 (6,7)	8 (5,9)	8 (5, 13)
	2006	10 (10,11)	9 (5,11)	5 (4,6)	-	8 (4,11)C
	2005	10 (10,10)	7 (5,10)	5 (5,6)	7 (6,9)	7 (5,10)
ЮС	2009	31(24,39)	20(10,29)	9(7,12)	17(15,20)H	19(7,39)
	2008	32(26,40)	20(11,31)	11(8,15)	16(15,18)	20(8,40)
	2007	32(29,36)H	-	-	19(13,25)H	-
	2006	32 (27,37)	20 (14,17)	12 (10,14)	19 (15,24)	21 (10,37)
	2005	31 (29,36)	26 (13,33)	11 (10,12)	19 (16,26)	22 (10,36)

1. Среднегодовые значения величин, вычисленные по данным трех сезонов, отмечены символом «С»
2. Среднесезонные значения величин, вычисленные по данным за два месяца, отмечены символом «Н»
3. В скобках указаны минимальные и максимальные значения соответствующих характеристик

Табл. 2.6. *Сезонные (L_C) и среднегодовые ($L_Г$) значения удельной суммарной электрической проводимости воздуха, сезонные значения отношений Кс удельной положительной к удельной отрицательной электрической проводимости воздуха, минимальные и максимальные среднемесячные значения L_S (в скобках) в 2005-2009 гг. на станциях Воейково (В) и Иркутск (И) (L - в фСм/м, Кс - в относительных единицах)*

Пункт наблюдений	Год	Величины	Зима Декабрь-Февраль	Весна Март-Май	Лето Июнь-Август	Осень Сентябрь-Ноябрь	Средние значения
В	2009	L_c , $L_г$, L_s	21(20,22)	21(19,22)	26(24,28)H	21(18,25)	22(18,28)
		K_c	1,0	1,1	1,0H	1,0	
	2008	L_c , $L_г$, L_s	16(15,17)	20(17,24)	22(18,23)	21(18,23)	20(15,23)
		K_c	1,0	1,0	1,0	1,0	-
	2007	L_c , $L_г$, L_s	17 (15,18)	17 (13,19)	19 (19,20)	18 (15,21)	18 (13,21)
		K_c	1,0	1,0	1,1	1,0	-
	2006	L_c , $L_г$, L_s	18 (16,19)	16 (13,18)	20 (18,22)	17 (15,19)	18 (13,22)
		K_c	1,2	1,1	1,1	1,0	-
	2005	L_c , $L_г$, L_s	17 (16,18)	18 (16,21)	20 (20,21)	-	18 (16,21)C
		K_c	1,3	1,2	1,1	-	-
И	2009	L_c , $L_г$, L_s	15(14,16)	18(16,19)	20(17,21)	30(35,24)	21(14,35)
		K_c	1,0	1,0	1,0	1,0	
	2008	L_c , $L_г$, L_s	16(16,16)	17(17,18)	16(13,18)	22(21,23)	18(13,23)
		K_c	1,0	1,0	1,1	1,0	-
	2007	L_c , $L_г$, L_s	13(12,14)H	15(14,18)	16(15,18)	16(12,21)	15(12,21)
		K_c	1,0	1,0	1,0	1,0	-
	2006	L_c , $L_г$, L_s	13 (12,14)	12(11,12)	11(10,11)H	-	12(10,14)C
		K_c	1,0	1,0	1,0	-	-
	2005	L_c , $L_г$, L_s	-	13(13,14)	13(10,16)	12(9,16)	13 (9,16)C
		K_c	-	1,0	1,1	1,0	-

1. Среднегодовые значения величин, вычисленные по данным трех сезонов, отмечены символом «С»
2. Среднесезонные значения величин, вычисленные по данным за два месяца, отмечены символом «Н»
3. В скобках указаны минимальные и максимальные значения соответствующих характеристик

2.3.3. Состояние озонового слоя над Россией и прилегающими территориями

Наземные наблюдения общего содержания озона (ОСО) над странами СНГ проводятся на станциях озонометрической сети СНГ под методическим руководством Главной геофизической обсерватории им. А.И. Воейкова Росгидромета

Сетевые станции оснащены фильтровыми озонометрами М-124, погрешность измерений которых оценивается на уровне ±(5-8)%. Сбор оперативных данных, их архивация, визуализация (построение карт полей ОСО и ультрафиолетовой радиации), анализ полей ОСО и ультрафиолетовой радиации, отправка оперативных данных сети СНГ в Мировой центр данных по озону и ультрафиолетовой радиации (WOUDC; Канада) производятся в Центральной аэрологической обсерватории (ЦАО) Росгидромета. Дополнительно в ЦАО используются данные зарубежных наземных станций (с погрешностью 1-3%) и спутниковые, измеренные с помощью аппаратуры OMI (NASA, США; их погрешность в умеренных широтах оценивается в ±3%); последние используются также для оценки качества наблюдений на отечественной озонометрической сети. При расчете отклонений ОСО в качестве «норм» используются значения, усредненные за период 1974-1984 гг.

В целом за 2009 г. поле отклонений среднегодовых значений ОСО (рис. 2.12.). Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы для всех анализируемых станций лежат в интервале от -7 до +8% (при погрешности ~5% на каждой станции). Длительность существенных отклонений (выше 20-25%) ежедневных значений ОСО от нормы в отдельных регионах не превышала 3 суток. Наибольший дефицит среднегодовых значений ОСО (7%) был зарегистрирован на станции Гурьев, а наибольшее превышение над нормой (8%) - на станции Мурманск.

В течение 2009 года отдельные существенные отклонения ежедневных значений ОСО от нормы, превышающие 2,5 среднеквадратических отклонения, отмечались:

— 6 и 7 февраля повышенные на 50-58% значения ОСО над северными районами Европейской части территории России (550-584 ед.Д.);

— с 6 по 8 июля повышенные на 22-28% значения ОСО над Кольским полуостровом (394-416 ед. Д.);

— 15 и 16 октября пониженные на 30% значения ОСО над южным побережьем Белого моря (194-196 ед. Д.);

— 9 ноября пониженные на 32-34% значения ОСО над северными районами Европейской части территории России (180-202 ед.Д.). 10 ноября пониженные на 20-30% значения ОСО от северо-востока Европейской части территории России до Крыма (188-238 ед. Д.).

Известно, что в умеренных и высоких широтах Северного полушария наибольшие среднемесячные отклонения ОСО от норм обычно наблюдаются в конце зимы - начале весны. В частности, среднемесячные отклонения ОСО в марте, в среднем, примерно вдвое превышают среднегодовые отклонения ОСО, и поэтому используются для характеристики состояния ОСО всего года. Поля ОСО в марте 2009 г. и его отклонения от норм приведены на рисунке 2.13. Близость к нормам поля ОСО в конце зимы - начале весны обусловила отсутствие заметных аномалий поля ОСО и в оставшийся период года. Небольшие отклонения от норм глобальных гео- и гелиофизических факторов (арктического колебания, квазидвухлетних колебаний, солнечной активности и пр.), которые оказывают влияние на состояние озонового слоя, также не вызвали заметных аномалий в поле ОСО над Россией. Долговременные тенденции изменения ОСО над территорией России иллюстрируются ходом его среднегодовых значений в отдельных пунктах наблюдений (рис. 2.14.). Наибольшие среднемесячные отрицательные аномалии ОСО (до 30-40%) наблюдались в марте-апреле 1995 и 1997 гг. над северными районами Восточной Сибири, в частности, Республикой Саха (Якутия). Такой ход изменений ОСО в целом хорошо совместим с его ходом в соответствующих широтных поясах (рис. 2.15.), хотя и имеются некоторые различия по долготам (в частности, над Россией гораздо слабее, как за ее рубежами, была выражена аномалия 1993 г.). Видно, что в марте 2009 г. в умеренных широтах Северного полушария значения ОСО были примерно на 6% ниже, чем в конце 1970-х гг., а в целом за год – ниже примерно на 3%. В совокупности рисунки 2.13.-2.15. иллюстрируют, что ОСО в умеренных широтах Северного полушария до середины 1990-х гг. уменьшалось, а теперь постепенно возвращается к состоянию, характерному для 1970-х гг., хотя все еще остается более низким.

ЕДИНИЦА ОСО

е.Д. - единица Добсона, соответствует слою чистого озона толщиной 0,01 мм при нормальном давлении 760 мм рт. ст. и температуре 0°С

Весенняя Антарктическая озоновая аномалия (ВАОА) 2009 г., в наблюдениях за которой активно участвуют Россия (на станциях «Мирный» и «Новолазоревская») и Украина (на станции «Вернадский»), по оценкам специалистов США по величине занимаемой площади оказалась на 10-м месте за все время спутниковых наблюдений с 1979 г., а по глубине (минимуму ОСО) - на 7-м; наиболее крупные ВАОА наблюдались в конце 1990-х гг. Такая динамика поведения ВАОА в 2000-х гг., как и поведение ОСО в умеренных и высоких широтах Северного полушария, свидетельствует о постепенном восстановлении озонового слоя в глобальном масштабе; при таких темпах изменений можно ожидать, что восстановление ОСО до уровня 1970-х гг. произойдет через несколько десятков лет.

Значения общего содержания озона над территорией Российской Федерации в 2009 г., в среднем, были примерно на 3% ниже, чем в конце 1970-х гг., существенных аномалий в течение года не наблюдалось. Наблюдаемая динамика изменений общего содержания озона (уменьшение примерно до 1996 г. и дальнейший рост) позволяют ожидать восстановления озонового слоя примерно к 2050 г.

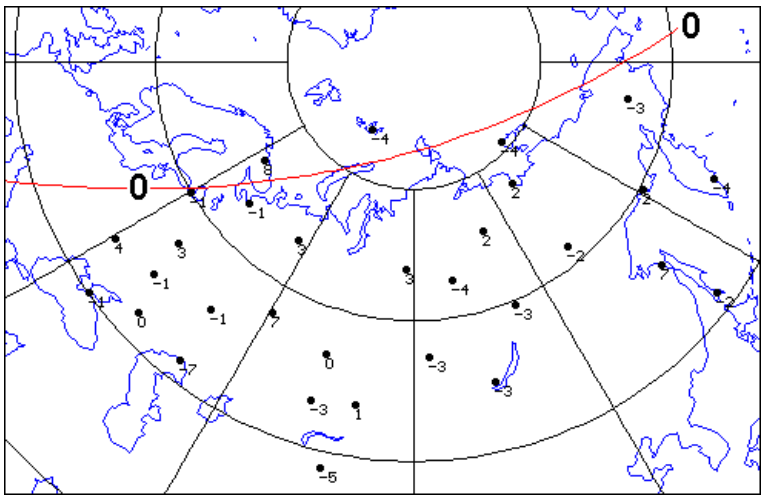


Рис. 2.12. *Поле отклонений (%) общего содержания озона от многолетнего среднего в целом за 2009 г. (расположение станций отмечено точками)*

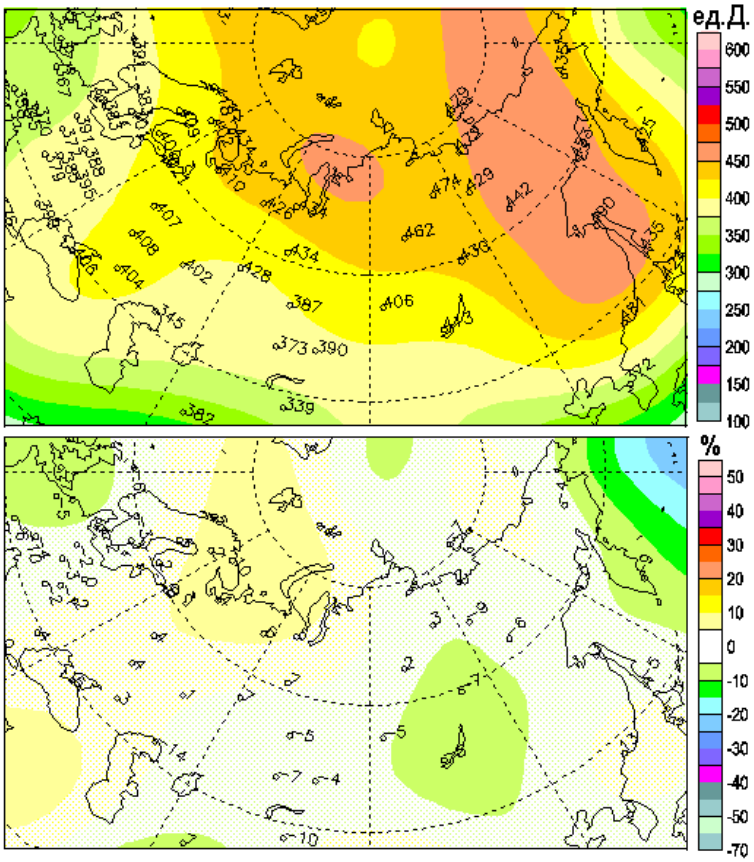


Рис. 2.13. *Поле общего содержания озона (ед.Д.; вверху) в марте 2009 г. и его отклонение (%; внизу) от соответствующего среднего значения за 1973-1984 гг.*

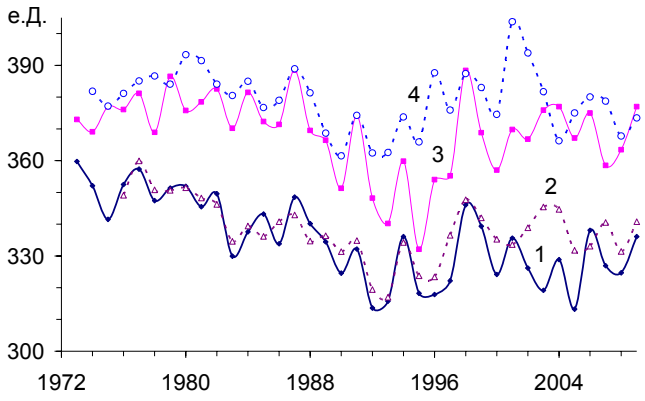


Рис. 2.14. *Ход среднегодовых значений ОСО в пунктах наблюдений С.-Петербург (1; 60° N, 30° E), Воронеж (2; 52° N, 39° E), Якутск (3; 62° N, 130° E), Большая Елань (4; 47° N, 143° E)*

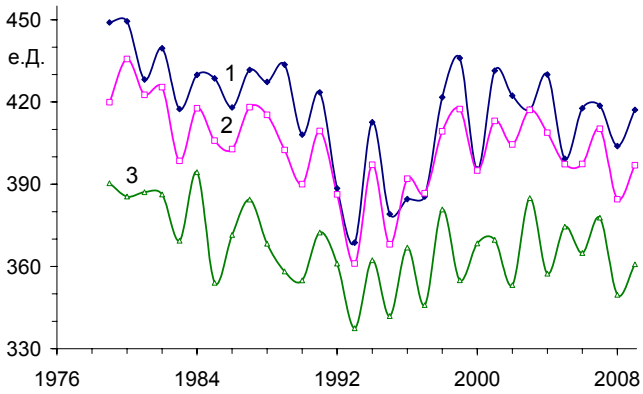


Рис. 2.15. *Межгодовой ход среднемартовских среднезональных значений ОСО в широтных поясах: 60-65° N (1), 50-55° N (2) и 40-45° N (3) по данным исследовательской группы США по анализу данных спутниковой аппаратуры TOMS-OMI*

2.3.3.1. Особенности состояния озонового слоя над регионами РФ

Анализ полученных результатов измерений общего содержания озона (ОСО) на озонометрических станциях России в 2009 г., также как и в предыдущие годы, был произведен на основе разделения поля ОСО над территорией РФ на регионы со сравнительно однородным содержанием озона в каждом из них: Север и Юг Европейской территории России, Западная Сибирь, Восточная Сибирь и Дальний Восток

В настоящем Обзоре использованы только те данные озонометрических станций, которые прошли критический просмотр в ГГО и соответствуют нормам качества, установленным методическими документами. Практически каждый регион в 2009 г. представлен тремя-пятью станциями. Минимальным числом станций представлены декабрь и январь, поскольку из-за полярной ночи наблюдения на высокоширотных станциях прекращаются.

В таблице 2.7. приведены ежемесячные значения ОСО за 2009 г. в регионах, отклонения от нормы (в процентах), а также ранее рассчитанная для каждого региона и для каждого месяца норма (средние многолетние значения за 1973-2002 гг. и среднеквадратичные отклонения (СКО), как оценка временной изменчивости ОСО). Отклонения среднемесячных значений ОСО в регионах от нормы в течение 2009 г. представлены на рисунке 2.16. Многолетние ряды отклонений среднегодовых значений от нормы ОСО в регионах вместе с данными за 2009 г. показаны на рисунке 2.17. Минимальные значения ОСО и отклонений от нормы отмечены голубым, максимальные - розовым цветом.

На Севере ЕТР вариации содержания озона в 2009 году было предельно аномальными В феврале наблюдались максимально высокие значения ОСО за весь период наблюдений с 1973 года (на 19% выше нормы), а в ноябре исключительно низкие (на 19% ниже нормы). На нескольких станциях региона в середине ноября толщина озонного слоя уменьшилась до 180 Д.е. С мая по октябрь содержание озона оставалось несколько ниже нормы. Среднегодовое значение озона оказалось равным среднему многолетнему.

На Юге ЕТР содержание озона в течение 2009 г. было преимущественно ниже нормы. Минимальные значения ОСО наблюдались в июне (-9%) и ноябре (-6,9%). Только в феврале-апреле и в декабре наблюдались значения выше нормы (всего лишь на 1-3%). Среднегодовое значение оказалось ниже нормы на 2,2%.

В Западной Сибири содержание озона в 2009 г. в среднем было близким к норме. Большие колебания ОСО наблюдались в начале года (отклонения от -7,6% в январе до +6,1% в феврале) и в конце года (от -11% в ноябре до +11% в декабре). Большую часть года (с марта по сентябрь) отличие от нормы было близким к 1%. Среднегодовое значение ОСО оказалось равным среднему многолетнему.

Табл. 2.7. Общее содержание озона в различных регионах России в 2009 г. и отклонения от нормы (%)

Регионы	Месяцы											
	1	2	3	4	5	6	7	8	9	10	11	12
Общее содержание озона в 2009 г., Д.е.												
Север ЕТР	361	450	413	407	364	345	318	310	277	279	232	314
Юг ЕТР	335	380	385	388	360	320	318	317	295	277	280	323
Западная Сибирь	333	406	399	396	382	350	332	323	309	287	268	360
Восточная Сибирь	372	438	433	401	398	342	321	300	301	308	337	409
Дальний Восток	428	460	435	434	391	362	333	308	320	329	359	420
Отклонения ОСО в 2009 г. от нормы, %												
Север ЕТР	6,6	19	5,8	2,1	-4,1	-2	-4,3	-1,7	-7,8	-3,8	-19	0,8
Юг ЕТР	-3,3	2,3	1,4	2,7	-1,6	-9	-4,3	-1,1	-4,4	-6,6	-6,9	1,2
Западная Сибирь	-7,6	6,1	1,3	1,1	0,2	-1	-0,3	0,7	0,0	-3,4	-11	11
Восточная Сибирь	-4,2	5,7	1,0	-6,3	-0,9	-4	-1,8	-4,9	-4,0	-1,8	4,2	20
Дальний Восток	0,0	2,9	-4,0	0,8	-1,5	0,4	1,0	-1,2	0,9	-0,7	-1,2	6,8
Норма и среднеквадратические отклонения, Д.е.												
Север ЕТР	339	379	391	398	379	352	332	315	301	289	287	312
	27	33	30	25	14	12	11	11	10	14	18	22
Юг ЕТР	346	372	380	378	366	350	333	321	308	297	300	319
	19	22	21	20	14	12	10	10	9	10	11	15
Западная Сибирь	360	383	393	392	381	354	334	321	309	298	300	323
	19	24	29	26	16	11	10	10	10	13	14	18
Восточная Сибирь	388	415	429	428	402	358	327	316	314	313	323	340
	24	29	34	32	22	13	11	10	11	16	16	25
Дальний Восток	429	448	453	432	398	360	330	312	317	332	358	392
	19	20	23	22	17	12	11	11	14	16	30	21

Норма - средние многолетние значения и среднеквадратические отклонения за 1973-2002 гг.

В Восточной Сибири в течение всего 2009 года наблюдались значительные вариации содержания озона. Практически весь год преобладали пониженные значения ОСО. Наиболее низкое содержание озона наблюдалось в апреле (-6,3%). Беспрецедентно высоким оказалось содержание озона в декабре, средние многолетние значения были превышены на 20%. Благодаря резкому повышению содержания озона в декабре среднегодовой уровень ОСО оказался близким к норме.

На Дальнем Востоке состояние озонового слоя в течение всего 2009 года было весьма близким к норме. Сравнительно небольшие отклонения наблюдались в марте (-4%) и в декабре (+6,8%).

Комплексный анализ поля ОСО, полученного по данным озонометрической сети Росгидромета и данным измерений со спутника, и поля температуры на уровне 30 гПа позволяют подтвердить теснейшую связь этих полей.

В январе 2009 г. богатый озоном теплый воздух высотного антициклона вытеснил циркумполярный вихрь, который обычно располагается над полюсом и Северной Атлантикой, в полосу Европа - полюс - Канада. В феврале циркумполярный вихрь был полностью разрушен. Потепление в стратосфере было настолько сильным, что центр высотного антициклона с теплым, богатым озоном воздухом в течение всего февраля и марта располагался вблизи полюса. (Обычно область с максимальной на уровне 30 гПа температурой располагается на территории Восточной Сибири, Дальнего Востока, Восточной Канадой). Перестройка поля температуры в стратосфере с зимнего режима на летний в 2009 году прошла не в марте-апреле как обычно, а в конце января-феврале. Только к маю поле озона и поле температуры 30 гПа перешло в состояние, близкое к среднему многолетнему. В конце 2009 г. тихоокеанский антициклон с большим содержанием озона (с центром в Восточной Сибири) и высокой температурой на уровне 30 гПа оказывал сильное влияние на расположение циркумполярного вихря, смещая его на север Европы.

Таким образом, синоптический анализ процессов, происходящих в поле озона, помогает выявить ряд факторов, существенно влияющих на состояние защитного озонного слоя.

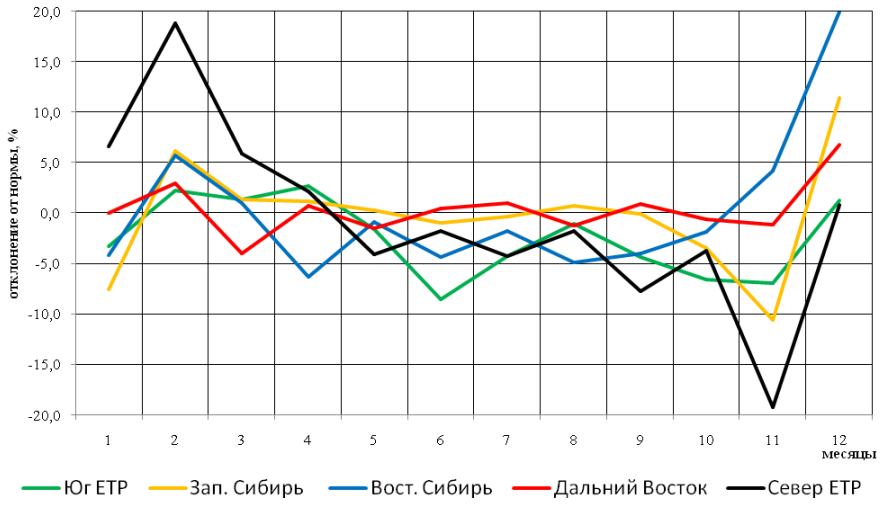


Рис. 2.16. *Отклонения среднемеячных значений ОСО от нормы в пяти регионах РФ в 2009 г.*

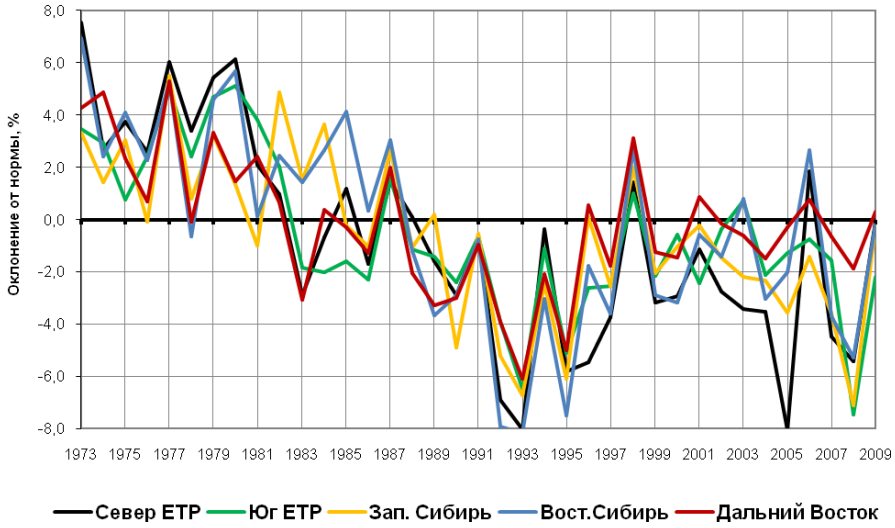


Рис. 2.17. *Отклонения среднегодовых значений ОСО от нормы в пяти регионах РФ 1973-2009 гг.*

2.3.4. Фоновое содержание загрязняющих веществ в атмосферном воздухе

Тяжелые металлы

Среднегодовые концентрации свинца в воздухе фоновых районов ЕТР составили 2,9-5,3 нг/м^3. Значительных изменений концентраций свинца в атмосфере фоновых территорий по сравнению с 2008 г. не произошло (рис. 2.18.). Среднегодовые концентрации кадмия в атмосферном воздухе в центральных районах ЕТР оставались на уровне, наблюдавшемся в последние годы - менее 0,2 нг/м^3. На юге ЕТР (Астраханский БЗ) среднегодовые концентрации кадмия в атмосфере достигали 0,95 нг/м^3.

Сезонные изменения содержания свинца и кадмия в воздухе не имели ярко выраженного характера, в центральных районах ЕТР среднесезонные концентрации за холодный период были на 10-15% выше, чем за теплый период. Максимальные среднесуточные концентрации были существенно больше среднегодовых - 32,0 нг/м^3 (Воронежский БЗ) и 3,9 нг/м^3 (Астраханский БЗ) для свинца и кадмия соответственно. Фоновое содержание ртути в атмосферном воздухе в центральном районе ЕТР остается стабильно низким: в 2009 г. среднегодовая концентрация составила 2,7 нг/м^3.

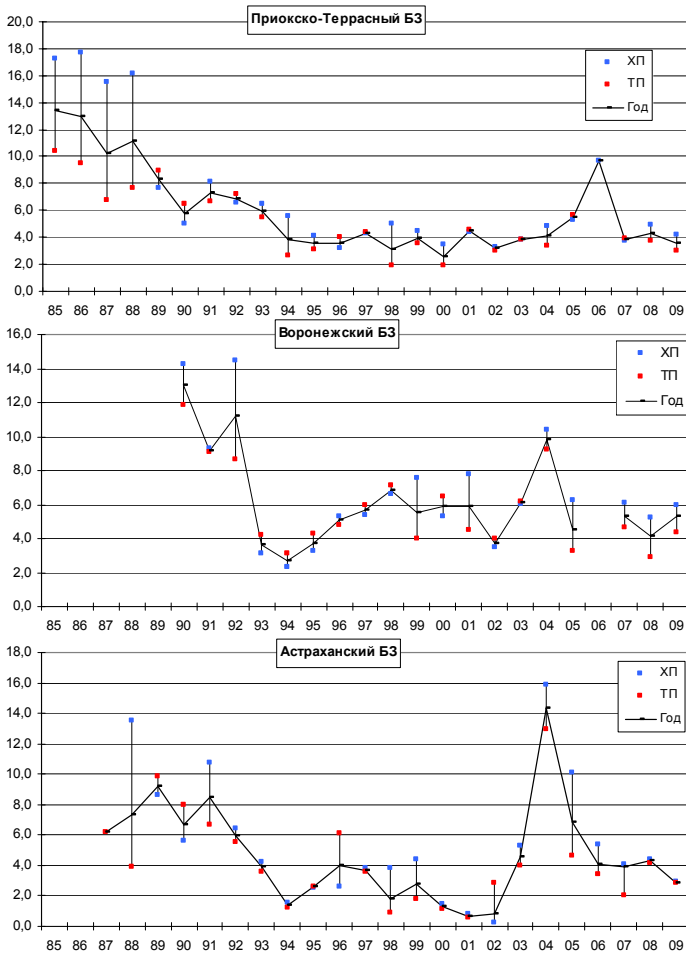


Рис.2.18. Изменение фонового содержания свинца (нг/м^3) в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3)

Диоксид азота

В 2009 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида азота в воздухе на европейской территории оставались на уровне прошлых лет, изменяясь от 2,5 до 4,1 мкг/м^3 (рис. 2.19.). Сезонные изменения фоновых концентраций диоксида азота выражены незначительно, хотя в холодный период в центре ЕТР повышается повторяемость среднесуточных высоких концентраций, достигающих 24 мкг/м^3 (Приокско-Террасный БЗ).

Оценка фонового загрязнения атмосферного воздуха и осадков выполнена по данным сети станций комплексного фонового мониторинга (СКФМ) и специализированных станций Глобальной службы атмосферы (ГСА ВМО). В 2009 г. наблюдения за фоновым загрязнением атмосферного воздуха проводились на четырех СКФМ, обеспечивая необходимый объем информации только для характеристики регионального фонового загрязнения атмосферы в Центральных районах Европейской территории России (ЕТР).

Анализ загрязнения атмосферного воздуха подготовлен с использованием осредненных значений концентраций измеряемых на СКФМ веществ в воздухе за месяцы, сезоны и год, рассчитанных из рядов годового цикла наблюдений с октября 2008 г. по сентябрь 2009 г.

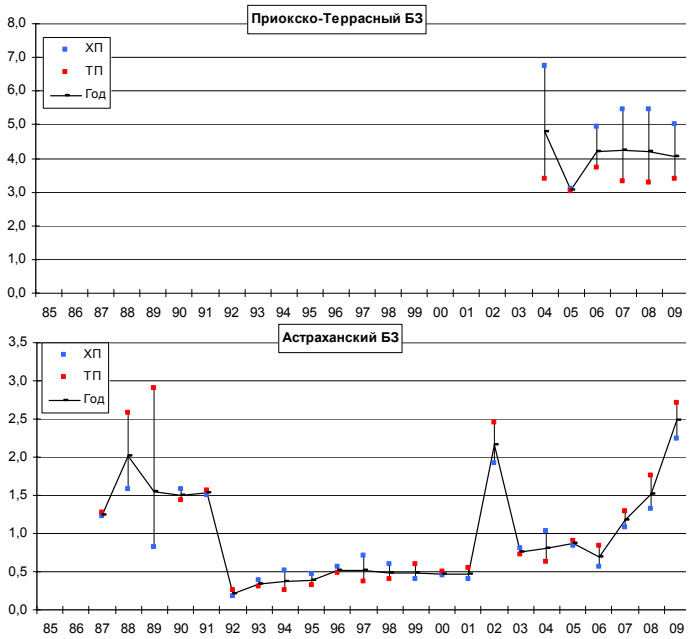


Рис. 2.19. Изменение фонового содержания диоксида азота в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3)

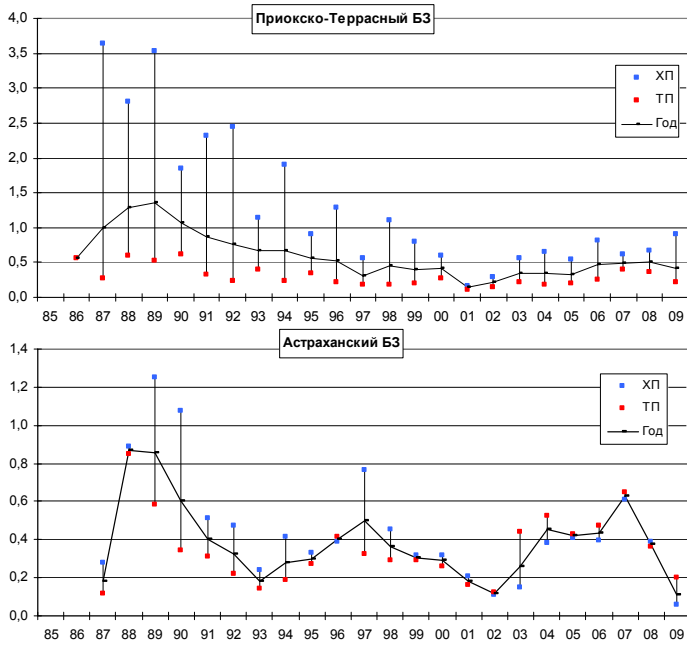


Рис. 2.20. *Изменение фонового содержания диоксида серы в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3)*

Диоксид серы

В 2009 г. среднегодовые фоновые концентрации диоксида серы на равнинных станциях ЕТР оставались на низком уровне - от 0,1 мкг/м^3 до 0,4 мкг/м^3 (рис. 2.20.). В холодный период года наблюдались более высокие концентрации диоксида серы- в среднем за сезон около 0,9 мкг/м^3, увеличиваясь в отдельные сутки до 10 мкг/м^3. В долгосрочной динамике можно отметить стабилизацию уровней концентраций года после отмечавшегося их уменьшения в течение 10 предыдущих лет.

Хлорорганические пестициды

В 2009 г. на ЕТР среднегодовые значения фоновых концентраций сумм изомеров ГХЦГ и ДДТ в воздухе оставались низкими, на уровне, близком к пределу обнаружения аналитическими методами (как и в прошлые годы от 30% до 50% проб ниже предела измерения). В целом, содержание пестицидов в воздухе по данным измерений в 2009 г. находилось в пределах колебаний уровня их концентраций за последние 10 лет.

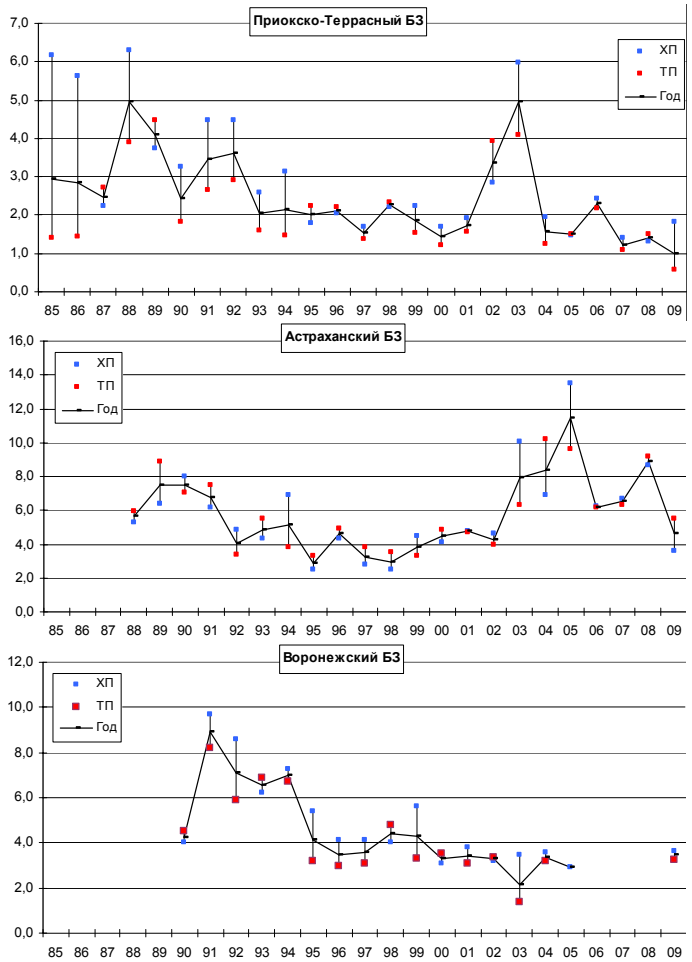


Рис. 2.21. *Изменение фонового содержания сульфатов в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3)*

Сульфаты

В 2009 г. среднегодовые фоновые концентрации сульфатов в центре ЕТР составляли 1,0 мкг/м^3, при этом значения меньше 5 мкг/м^3 были зарегистрированы в 95% измерений (рис. 2.21.). В южных районах ЕТР среднегодовые концентрации составляли около 4,6 мкг/м^3. В целом, относительно повышенные концентрации сульфатов в центре ЕТР характерны в холодный период года, в южных районах – в теплый период. Значительные межгодовые колебания средних концентраций не позволяют однозначно охарактеризовать тренды изменений, хотя можно проследить стабилизацию уровней сульфатов в центре ЕТР в последние 10 лет после их уменьшения в предыдущие годы, а в южных регионах - некоторый рост концентраций.

Полиароматические углеводороды

Как и в предыдущие годы, в 2009 г. содержание бенз(а)пирена и бензперилена в атмосфере фоновых районов центра ЕТР в среднем не превышало 0,15 нг/м^3, а в южных районах - 0,02 нг/м^3 (рис. 2.22.).

Взвешенные частицы

В 2009 г. среднегодовые концентрации взвешенных частиц в воздухе на ЕТР изменялись в пределах 16-36 мкг/м^3, практически сохраняясь на уровне значений последних 10 лет (рис. 2.23.). Эпизодические повышенные концентрации взвешенных частиц наблюдались в теплый период года: среднесуточные концентрации достигали 120-190 мкг/м^3 (Астраханский и Приокско-Террасный БЗ).

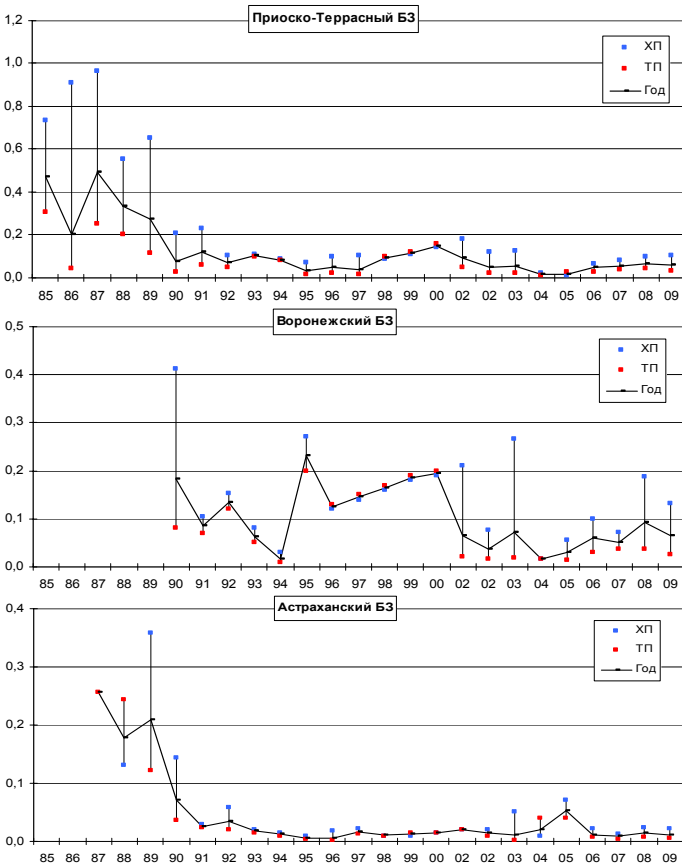


Рис. 2.22. *Изменение фонового содержания бенз(а)пирена в атмосферном воздухе фоновых районов (нг/м^3)*

Анализ изменения содержания загрязняющих веществ в атмосферном воздухе на европейской территории России за последние 10-15 лет показывает, что фоновое содержание антропогенных примесей в воздухе центра ЕТР остается низким.

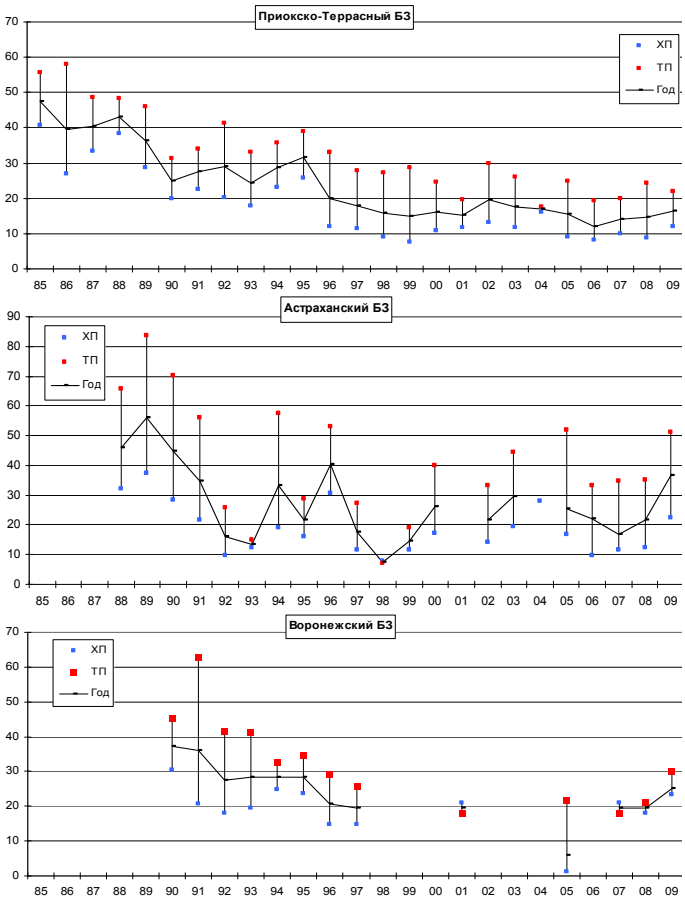


Рис. 2.23. *Изменение фонового содержания взвешенных частиц в атмосферном воздухе фоновых районов (мкг/м^3)*

2.3.5. Ионный состав атмосферных осадков

Российские станции, входящие в систему Глобальной службы атмосферы (ГСА) ВМО, распределены по трем зонам: Европейская территория России (ЕТР) - Усть-Вымь, Приокско-Террасный БЗ и Воронежский БЗ; Азиатская территория России (АТР) - Туруханск, Хужир и Терней (Сихотэ-Алинский БЗ); горные станции - Кавказский БЗ и Шаджатмаз. К группе на ЕТР добавлена метеостанция Воейково.

На всех станциях в 2009 г. (табл. 2.8.) среднегодовая минерализация осадков (М) заметно повысилась по сравнению с уровнем 2008 года и колебалась в интервале от 6,5 мг/л (Приокско-Террасный БЗ) до 13,1 мг/л (Воронежский БЗ). Абсолютное минимальное значение за месяц близко к 2 мг/л (Кавказский БЗ), а абсолютные максимальные за месяц составляли: 29,0 мг/л (Усть-Вымь), 35,5 мг/л (Воейково), 10,8 мг/л (Приокско-Террасный БЗ), 119,5 мг/л (Воронежский БЗ), 18,6 мг/л (Шаджатмаз), 21,1 мг/л (Кавказский БЗ), 36,1 мг/л (Хужир), 16,6 мг/л (Туруханск) и 78,0 мг/л (Терней).

В 2009 году минерализация осадков на станциях ГСА определялась тремя компонентами: сульфатами, гидрокарбонатами и нитратами, которые вместе обеспечивали от 53% (Усть-Вымь) до 69% (Кавказский БЗ) суммы ионов. Содержание циклической составляющей осадков хлоридов на всех станциях изменяется в пределах 0,4-1,3 мг/л.

Сульфаты преобладают на станциях Усть-Вымь, Приокско-Террасный БЗ, Туруханск и Терней. На других станциях ЕТР и на АТР выпадают осадки гидрокарбонатного типа. На всех равнинных станциях ЕТР наблюдается повышенное содержание нитратов; на Северном Кавказе и на станциях АТР их количество меньше. Следовательно, фоновое загрязнение воздуха оксидами серы и азота несколько выше в западных районах, а запыленность (карбонаты и гидрокарбонаты) больше в восточных районах России.

В таблице 2.9. показано выпадение серы и азота с осадками. В целом на территории РФ серы выпало в 2009 г. больше, чем суммарного азота. Исключение составляют станции Усть-Вымь, Воейково и Шаджатмаз, где доля серы от азота составляет 0,7-0,9. На АТР повсеместно азота суммарного выпадает меньше, чем серы. Азот аммиачный на ЕТР находится в соотношении к азоту нитратному от 0,34 (Кавказский БЗ) до 2,32 (Воейково). На всех станциях АТР азота аммиачного выпадает примерно в 2,5 раза больше, чем азота нитратного.

Табл. 2.8. Средневзвешенные за год концентрации ионов в осадках на станциях фонового мониторинга, 2009 г

Станция	q, мм	SO_4	Cl	NO_3	HCO_3	NH_4	Na	K	Ca	Mg	Mg	M	pH	k, мкСм\см
		мг/л												
Усть-Вымь	689,4	2,2	0,9	1,2	1,6	0,7	1,4	0,2	0,9	0,2	0,01	9,5	5,8	22,5
Воейково	915,2	2,0	0,7	1,3	2,3	0,9	0,6	0,3	0,6	0,1	0,02	8,9	5,9	20,9
Приокско-Террасный БЗ	497,2	1,7	0,8	1,1	1,1	0,3	0,5	0,2	0,7	0,2		6,5	5,8	14,0
Воронежский БЗ	500,0	3,0	0,9	1,6	3,9	0,3	1,5	0,4	1,2	0,3	0,01	13,1	6,0	32,8
Кавказский БЗ	1949,6	1,4	0,4	0,7	3,3	0,1	0,3	0,1	1,4	0,2	0,04	7,7	6,1	14,0
Шаджатмаз	796,9	1,8	0,8	1,7	5,0	0,6	0,6	0,4	1,7	0,3	0,01	12,8	6,5	25,8
Туруханск	427,8	3,4	1,0	0,6	2,9	0,7	0,7	0,3	0,4	0,8		10,8	6,3	23,3
Хужир	239,4	1,9	1,1	0,6	3,7	0,4	0,9	0,4	0,2	0,5		9,8	6,3	28,8
Терней	1 175,3	2,2	1,0	1,0	0,6	0,4	0,6	0,2	0,5	0,1	0,10	6,8	5,2	33,8

Табл. 2.9. Выпадение с осадками серы, азота и суммы ионов, 2009 г

Станция	$S(SO_4)$	$N(NO_3)$	$N(NH_4)$	ΣN	M	S / Σ N	N(H) / N(O)
	т/км^2.год						
Усть-Вымь	0,51	0,19	0,38	0,58	6,5	0,89	2,00
Воейково	0,60	0,28	0,64	0,92	8,2	0,65	2,32
Приокско-Террасный БЗ	0,28	0,13	0,11	0,24	3,2	1,18	0,87
Воронежский БЗ	0,50	0,18	0,10	0,29	6,5	1,75	0,58
Кавказский БЗ	0,88	0,30	0,10	0,41	15,1	2,17	0,34
Шаджатмаз	0,47	0,30	0,37	0,67	10,2	0,70	1,22
Туруханск	0,49	0,06	0,23	0,29	4,6	1,70	3,92
Хужир	0,15	0,03	0,08	0,11	2,3	1,39	2,34
Терней	0,86	0,27	0,36	0,64	8,0	1,36	1,33

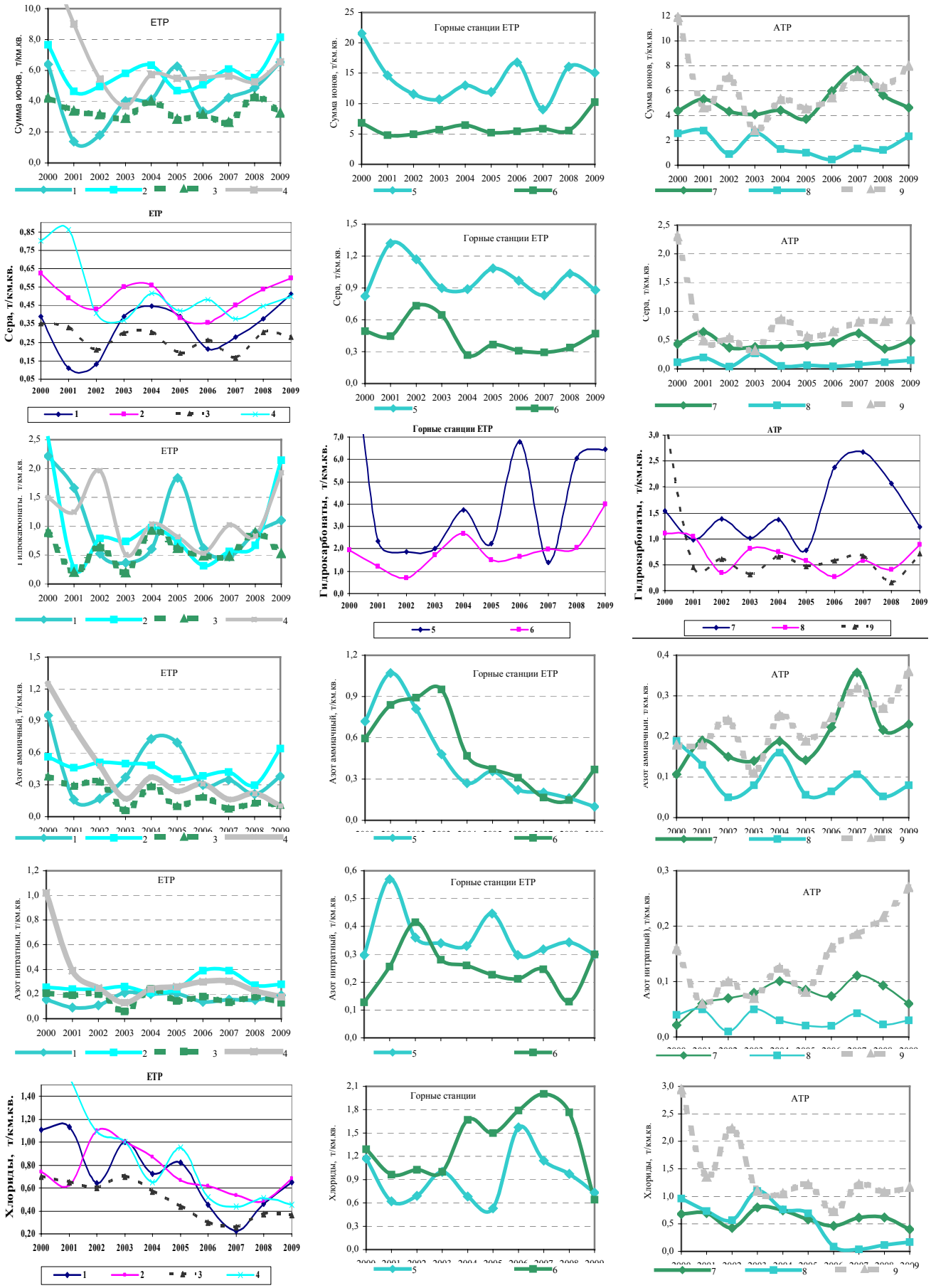


Рис. 2.24. *Изменение величины влажных выпадений суммы ионов, серы, гидрокарбонатов, азота и хлоридов за период 2000-2009 гг. на фоновых станциях: 1 - Усть-Вымь, 2 - Воейково, 3 - Приокско-Террасный БЗ, 4 - Воронежский БЗ, 5 - Кавказский БЗ, 6 - Шаджатмаз, 7 - Туруханск, 8 - Хужир, 9 - Терней*

На рисунке 2.24. приводится временной ход изменений величины среднегодовых выпадений с осадками суммы ионов и преобладающих компонентов. Распределение данных по зонам дает некоторое представление о характере влияния физико-географических и климатических условий на качественный и количественный химический состав атмосферных осадков в течение последних десяти лет.

Суммарные выпадения всегда более высокие на горных станциях из-за постоянно повышенного количества выпадающих осадков (Шаджатмаз, Кавказский БЗ). На других станциях общее выпадение также определяется суммой осадков, которые оказались аномально высокими на станциях Усть-Вымь (689,4 мм), Воейково (915,2 мм) и Терней (1175,3 мм). В общем влажные выпадения изменяются от 0,3 т/км^2 год (Хужир) до 1,5 т/км^2 год (Воейково и Терней). За весь рассматриваемый период ни на одной из станций не обнаружено значимых направленных изменений этой величины.

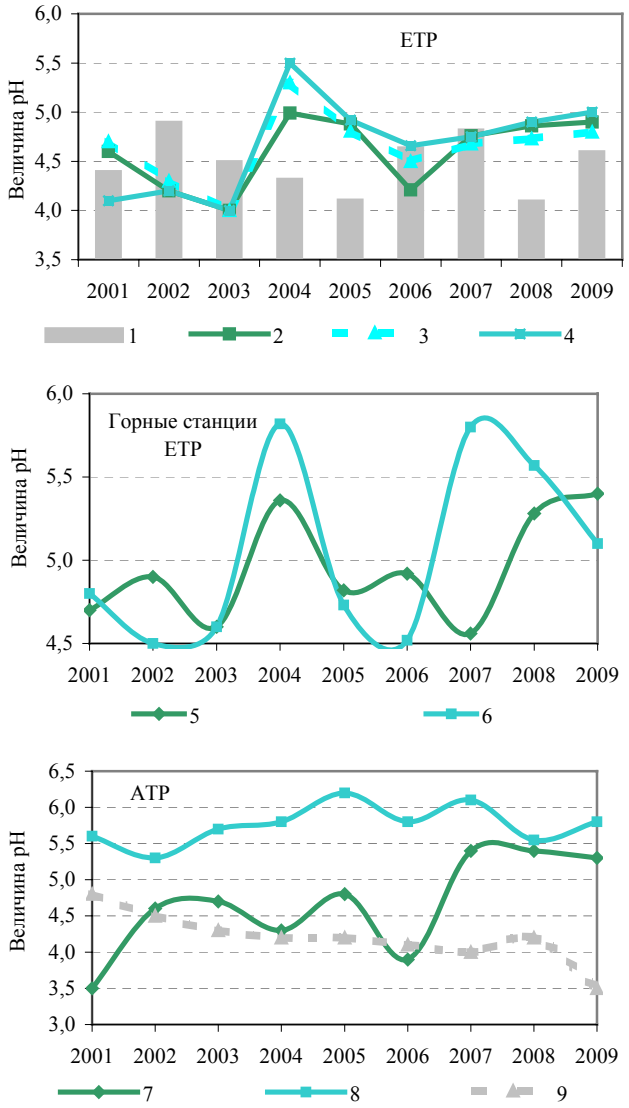


Рис. 2.25. *Абсолютная минимальная величина pH на фоновых станциях РФ в 2001-2009 гг.*
1 - Усть-Вымь, 2 - Воейково, 3 - Приокско-Террасный БЗ, 4 - Воронежский БЗ, 5 - Кавказский БЗ, 6 - Шаджатмаз, 7 - Туруханск, 8 - Хужир, 9- Терней

Отдельные компоненты ведут себя поразному. В течение 2000-2009 гг. сера на ЕТР и АТР выпадала в пределах 0,1-0,9 т/км^2 год, а в горах от 0,3 т/км^2 год до 1,3 т/км^2 год. Изменение ее содержания со временем похожие для станций, расположенных в лесной (Усть-Вымь – Воейково) и лесостепной (Приокско-Террасный и Воронежский БЗ) зонах.

Диапазон изменений азота нитратного на ЕТР примерно сохранился (0,1-0,4 т/км^2 год). При этом в Воейково за последние три года азота нитратного стало выпадать в 1,5 раза больше. На станции Терней количество азота (NO_3^-) постепенно с 2005 г. возрастает со скоростью примерно 0,05 т/км^2 год) и хорошо согласуется с кислотностью осадков (рис. 2.25.). На горной станции Кавказский БЗ выпадение азота снизилось на 0,05 т/км^2 год. Азот аммиачный на ЕТР последние годы колебался в пределах 0,1-0,8 т/км^2 год. На станциях Усть-Вымь и Воейково за последние 4 года отмечено возрастание примерно в два раза азота аммиачного. На станциях Шаджатмаз и Кавказский БЗ азот аммиачный сохраняется на уровне 0,1-0,4 т/км^2 год. На всех азиатских станциях предыдущее снижение сменилось повышением количества аммиачного азота.

Наибольшим колебаниям, как обычно, подвержены выпадения гидрокарбонатов, связанных с запыленностью воздуха, суммой осадков, содержанием углекислого газа в воздухе и кислотностью осадков.

Если в качестве основного источника хлоридов рассматривать Мировой океан, то следует признать, что в последние годы интервал выпадений хлоридов заметно сократился и составлял в 2009 г. примерно 0,2-1,2 т/км^2 год.

На рисунке 2.25. представлены временные характеристики абсолютной величины pH. На фоне повсеместных значительных колебаний этой величины выделяется синхронность ее изменения на станциях ЕТР: Воейково, Приокско-Террасный и Воронежский БЗ. Если величину pH=5,0 выбрать в качестве критической и рассматривать отклонения от нее, то проявляются некоторые географические особенности рассматриваемых станций. С величины pH=5,0 начинает проявляться токсичность природных вод, а в самих осадках уменьшается поглощение диоксида углерода и возрастает растворимость карбоната кальция, концентрация гидрокарбонатов в осадках снижается до аналитического нуля. На рисунке 2.26. представлены три характерных хода. В Приокско-Террасном БЗ (кривая 3) величина pH изменяется от 4,1 до 5,3 и остается, в основном, ниже критической величины. На станции Хужир (кривая 8) за весь период кислотность осадков никогда не была выше критической. Характерной особенностью осадков на станции Терней (кривая 9) является постоянный рост кислотности осадков, который можно описать выражением: $\Delta pH = -0{,}11 \cdot x - 0{,}23$. Начальное абсолютное значение pH осадков в Сихотэ-Алинском БЗ составляло примерно 4,75. Ежегодно величина pH уменьшалась примерно на 0,11 единиц pH и достигла 3,5 в 2009 г.

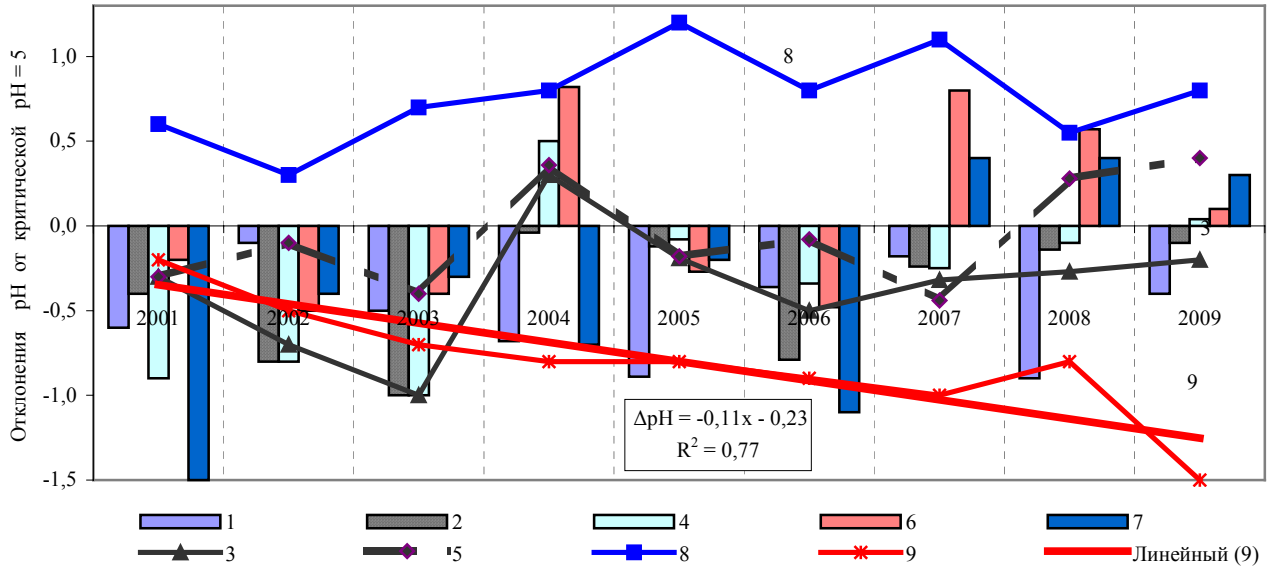


Рис. 2.26. Отклонения абсолютной минимальной величины pH от критического значения pH=5,0 за период 2001-2009 гг. по станциям: 1 - Усть-Вымь, 2 - Воейково, 3 - Приокско-Террасный БЗ, 4 - Воронежский БЗ, 5 - Кавказский БЗ, 6 - Шаджатмаз, 7 - Туруханск, 8 - Хужир, 9 - Терней

2.3.6. Кислотность и химический состав атмосферных осадков

В 2009 году Федеральная сеть по химическому анализу атмосферных осадков на территории Российской Федерации включала 142 станции, что на 6 станций больше, чем в 2008 году. Станции распределяются по семи Федеральным округам (ФО) неравномерно: ЦФО - 24, ЮФО - 2, СЗФО - 28, ДВФО - 21, СФО - 36, УФО - 9 и ПФО - 19 пунктов.

Средневзвешенные концентрации ионов в 2009 г. по ЦФО (Центр РФ), СЗФО (Северо-Запад и Север РФ), ПФО (Поволжье) различаются не более чем на 15%.

Средневзвешенная минерализация осадков по РФ (табл. 2.10.) колеблется от 10,3 мг/л (ЮФО) до 33,2 мг/л (ПФО). По сравнению с 2008 г. сумма ионов уменьшилась в ЦФО и возросла в ПФО и УФО примерно на 10%.

По общему загрязнению воздуха ЦФО, СФО и ПФО можно отнести к среднему уровню, остальные - к низкому. Через осадки отчетливо проявился качественный состав загрязнителей. Повсеместно в осадках преобладают гидрокарбонаты, составляя от 30% (СЗФО) до 41% (ЦФО) в суммарной минерализации. На ЕТР вклад сульфатов составляет от 13% (ЦФО) до 20% (ПФО); в восточных регионах от 21% (УФО и ДВФО) до 27% (СФО). Максимальная доля хлоридов (до 16,4%) наблюдается в Северо-Западном и Дальневосточном ФО. Содержание нитратов находится во всех округах на уровне 5-10% от общей суммы ионов.

В связи с увеличением доли гидрокарбонатов можно предположить, что запыленность воздуха России возросла в 2009 г. примерно на 5% по сравнению с 2008 годом. Соответственно кислотность атмосферных осадков уменьшилась почти на 25%.

Катионная часть осадков составляет около 30% суммы ионов. В большинстве случаев преобладает кальций, составляя 9-15%. В СЗФО и ДВФО осадки содержат больше натрия или его количество примерно одинаково с кальцием и составляет около 10% общей минерализации.

В приведенных результатах наблюдается тесная связь между минерализацией «М» и удельной электропроводностью «k» осадков. С коэффициентом аппроксимации 0,86 минерализация М = 0,5 • k + 1,3. Эта линейная зависимость показывает, что минимально возможная минерализация осадков близка к 1,3 мг/л, а удельная электропроводность осадков примерно в 2 раза больше минерализации.

Карбонаты попадают в осадки с техногенной пылью, а также в результате выветривания горных пород. Так как величина pH рассматриваемых значений достаточно высокая, они частично образуются при растворении диоксида углерода из воздуха. Аэрозольные источники карбонатов связаны с катионами кальция и магния, поэтому содержание гидрокарбонатов в осадках должно быть, по крайней мере, не меньше суммы кальция и магния. Для того, чтобы наглядно показать эти соотношения, весовые концентрации были переведены в эквивалентные проценты (%-экв.). Представленные на рисунке 2.27. значения, качественно указывают на преобладание хлорида натрия в СЗФО и ДВФО, а также, по-видимому, на связь суммы кальция и магния с гидрокарбонатами в ЦФО, УФО и ПФО. Заметно возросла доля аммиачного азота, которая сравнялась с нитратной в ЮФО и СЗФО, а в других Федеральных округах превзошла нитратную составляющую в 1,5-2,0 раза. Только в ЦФО нитратные загрязнения осадков превышают аммиачные примерно в 2,5 раза.

По сравнению с 2008 годом уменьшилось содержание хлоридов в ДВФО и сульфатов в СФО. Возросла запыленность и содержание гидрокарбонатов в центральных и южных районах ЕТР, в Поволжье и на Урале.

Наиболее устойчивыми оказались значения для ионов калия, аммиачного и нитратного азота, которые сохранились на уровне до 10%-экв.

На рисунке 2.28. представлены данные об изменении минерализации осадков за период с 2005 по 2009 гг. для каждого Федерального округа. Из рисунка видно, что только в ЦФО осадки стали заметно чище, возможно, в результате увеличения суммы осадков. Уменьшилась незначительно минерализация в УФО. Во всех остальных округах она возросла с 10-20 мг/л до 20-30 мг/л.

Данные, приведенные на рисунках 2.29.-2.31., показывают динамику изменений в осадках по годам отдельных компонентов: гидрокарбонатов, сульфатов и суммы соединений азота.

Самая низкая концентрация HCO_3 наблюдалась в 2006 г. на территории УФО (от 10% до 20%). В ЦФО доля гидрокарбонатов остается самой высокой (до 50%), хотя в 2009 г. она несколько понизилась. По сравнению с предыдущими годами возросла в 1,5 раза доля гидрокарбонатов в УФО, ДВФО и СФО.

Преобладающие уровни сульфатов в осадках остались в прошлом (рис. 2.30.). В 2005 г по УФО и в 2006-2007 гг. по СФО концентрация их составляла от 30% до 40% в общей минерализации. Последние годы доля сульфатов в осадках держится на уровне 15% в СЗФО, ЦФО, ЮФО и 25% - в ПФО, УФО, ДВФО и СФО.

Несмотря на наличие в окружающей среде мощных природных и антропогенных источников аммиака и оксидов азота, их доля в минерализации осадков (наряду с калием) остается самой низкой. В эквивалентной форме (рис. 2.27.) только эти компоненты повсеместно попадают в интервал от 0 до 10%. Следует обратить внимание на несколько особенностей, характерных для этих соединений. По современным воззрениям на кислотно-основные равновесия в растворах ионы калия и аммония относятся к «жестким» кислотам, а нитраты и аммиак - к «жестким» основаниям, поэтому их совместное нахождение в высоких концентрациях несовместимо. Все соединения этих компонентов гигроскопичны и хорошо растворимы в воде, поэтому любое повышение влагосодержания в воздухе должно приводить к их «сухому выпадению». Соединения азота и калий относятся к биогенным компонентам и, следовательно, принимают участие в биохимических реакциях аэрофлоры и фауны. Наиболее высокие концентрации соединений азота отмечались в 2006 г. на территории УФО (до 25%). Со временем в СЗФО, ЦФО, ЮФО и УФО содержание их стабилизировалось на уровне до 10-15%, а в ДВФО и СФО - до 20-25%. Только в ПФО на 2009 г. приходится возрастание доли азота с 15-20% до 20-25%.

По рисунку 2.32. можно проследить за ходом изменения доли суммы ионов в осадках по интервалам $M \le 15$, $15 < M \le 30$ и $M > 30$ мг/л за период с 1995 по 2009 гг. Видно, что доля осадков с минерализацией меньше или равной 15 мг/л (региональный фон) постепенно возрастает, начиная особенно с 2003 г.

За пятнадцатилетний период тенденция эта описывается линейной зависимостью $M = 1{,}4 \cdot x + 24{,}8$ с коэффициентом аппроксимации 0,7. Следовательно, в начале рассматриваемого периода (1995 г.) наиболее чистые осадки составляли около 25%. Ежегодно их доля возрастала примерно на 1,4% и в 2009 г. она составляет почти половину всех осадков в РФ. Из рисунка 2.32. также следует, что понижение уровня загрязнения осадков происходит за счет уменьшения доли осадков с максимальной минерализацией ($M > 30$ мг/л).

По общему загрязнению воздуха ЦФО, СФО и ПФО можно отнести к среднему уровню, остальные - к низкому.

Таким образом, в 2009 году запыленность воздуха России возросла примерно на 5% по сравнению с 2008 годом, и соответственно кислотность атмосферных осадков уменьшилась почти на 25%.

Доля наиболее чистых осадков в 2009 г. составляла почти половину всех осадков в РФ. Понижение уровня загрязнения осадков происходит за счет уменьшения доли осадков с максимальной минерализацией.

***Табл. 2.10.** Средневзвешенные концентрации ионов в осадках по Федеральным округам, 2009 г.*

ФО	q, мм	SO_4	Cl	NO_3	HCO_3	NH_4	Na	K	Ca	Mg	Zn	M	pH	ϰ мкСм/см
		мг/л												
ЦФО	586,5	3,8	2,1	3,1	12,1	0,6	1,2	1,4	4,1	1,1	0,3	29,7	6,4	50,0
ЮФО	1 373,3	1,6	0,6	1,2	4,2	0,3	0,5	0,2	1,5	0,2		10,3	6,3	19,9
СЗФО	625,8	2,7	2,6	1,4	4,8	0,4	1,6	0,6	1,4	0,6	0,2	16,2	6,1	31,2
ДВФО	641,9	4,0	3,2	1,0	5,8	0,5	1,6	0,4	1,1	1,0	0,1	18,8	6,0	36,9
СФО (Н)	515,6	7,2	2,0	1,4	9,5	0,7	1,2	0,7	1,6	2,4		26,8	6,6	60,7
СФО	515,6	4,7	2,0	1,4	9,1	0,6	1,2	0,7	1,4	1,9		23,0	6,6	53,0
УФО	426,5	4,2	1,5	1,4	7,5	0,8	1,3	0,5	1,6	0,9		19,7	6,3	38,4
ПФО	423,3	6,7	2,3	2,0	11,9	0,9	1,4	0,9	3,6	0,9	2,5	33,2	6,4	60,5

Примечание. ЦФО - Центральный Федеральный округ, ЮФО - Южный Федеральный округ (горные станции Шаджатмаз и Кавказский БЗ), СЗФО - Северо-Западный Федеральный округ, ДВФО - Дальневосточный Федеральный округ, СФО - Сибирский Федеральный округ, СФО (Н) - СФО с учетом данных по г. Норильску, УФО - Уральский Федеральный округ, ПФО - Приволжский Федеральный округ

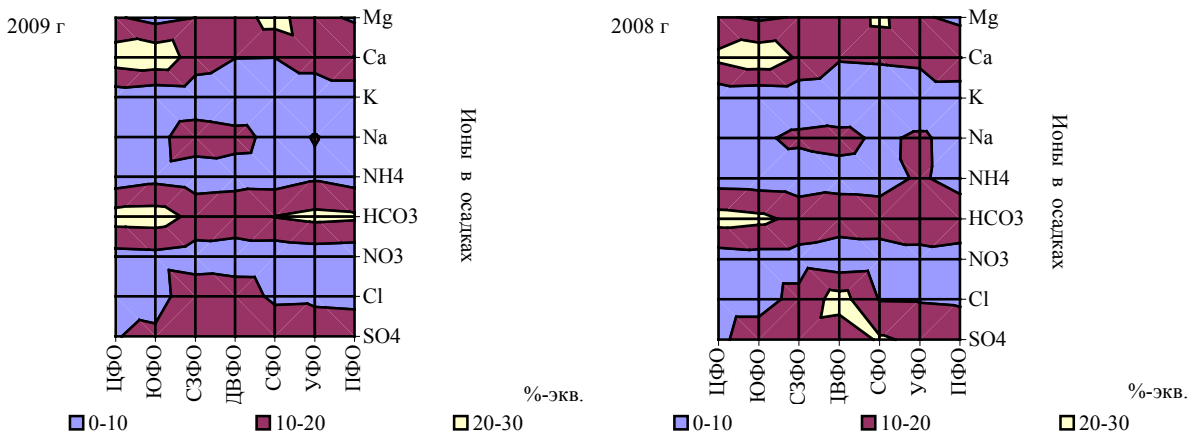


Рис. 2.27. Распределение содержания ионов (%-экв.) в осадках по Федеральным округам, 2008 и 2009 гг.

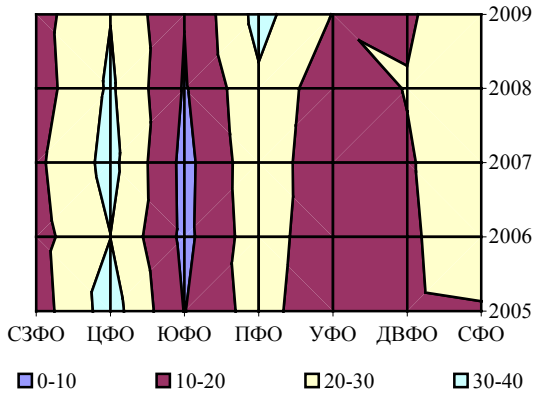


Рис. 2.28. Изменение минерализации осадков по Федеральным округам за период 2005-2009 гг.

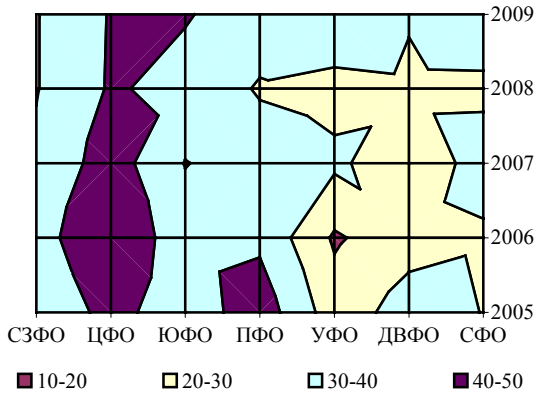


Рис. 2.29. Изменение доли гидрокарбонатов по Федеральным округам за период 2005-2009 гг.

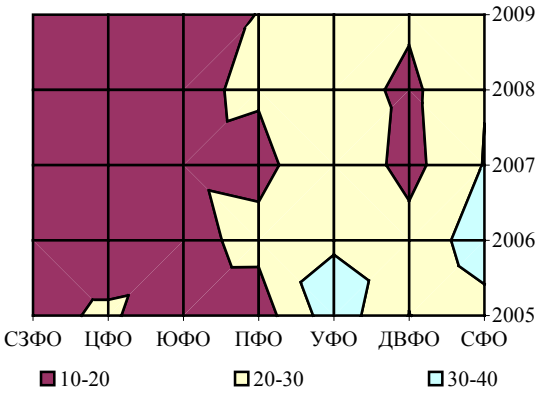


Рис. 2.30. Изменение доли сульфатов по Федеральным округам за период 2005-2009 гг.

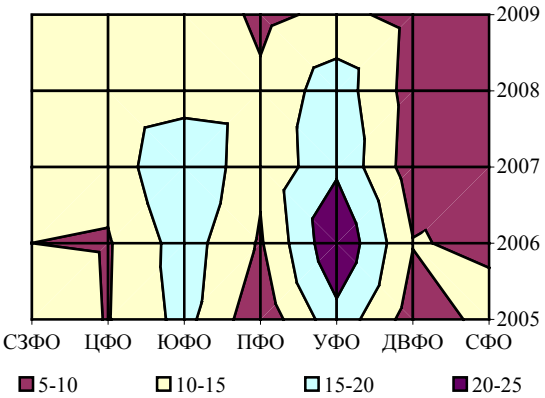
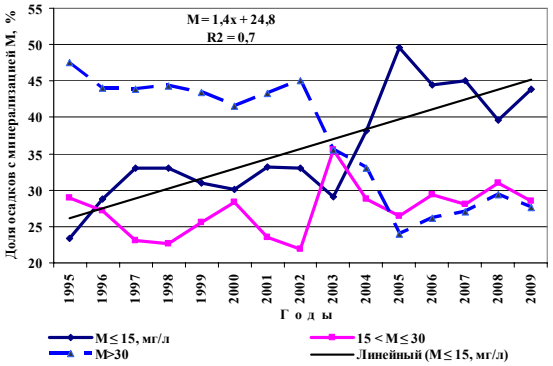


Рис. 2.31. Изменение доли суммы нитратов и аммония по Федеральным округам за период 2005-2009 гг.

Рис. 2.32. Тенденция изменения доли минерализации осадков по интервалам: М ≤ 15, 15 < М ≤ 30 и М > 30 мг/л за период 1995-2009 гг.



2.3.6.1. Атмосферные выпадения соединений серы и азота в Российской Арктике

По результатам мониторинга загрязнения и закисления снежного покрова, полученным в периоды зимних сезонов 2006-2009 гг., составлены характеристики уровней загрязнения серой и соединениями азота, а также проявлений закисления снежного покрова на территории Российского сектора Арктики. Территорией исследования являлась континентальная часть Арктики, ограниченная с севера побережьями морей Северного Ледовитого Океана и с юга – Северным полярным кругом. На северо-востоке в площадь исследования включены районы севера Магаданской области и полностью Чукотский п-ов. Данные по островам морей Северного Ледовитого Океана ограничиваются результатами наблюдений на четырех островах Карского моря и на одном острове в районе Земли Франца – Иосифа. Исходные данные по загрязнению и закислению снежного покрова для Арктики получены от 118 станций.

Для анализа исходных данных в пределах Континентальной Арктики выделены следующие регионы: Кольский п-ов, Ненецкий автономный округ, п-ов Таймыр, север Красноярского края, север Республики Саха - Якутия, север Магаданской области и Чукотский п-ов.

Концентрации загрязняющих веществ в снежном покрове

В таблице 2.11. приведены осредненные концентрации загрязняющих веществ по выделенным регионам за два наиболее полно представленных зимних сезона и характеристики условий формирования снежного покрова.

На Кольском п-ве на региональном фоне концентраций сульфатной серы в снеге от 0,14 мг/л до 1,0 мг/л выделяются ореолы повышенных содержаний до 5,4 мг/л, обусловленных выбросами промышленных объектов Мончегорска, Никеля, Заполярного, Мурманска, Оленегорска, Ковдора, а также повышенные концентрации серы (до 1,2 мг/л) в прибрежных зонах Баренцева и Белого морей. Диапазон изменений концентраций нитратного азота колеблется от 0,03 мг/л до 0,22 мг/л. Вблизи промышленных источников и в прибрежных зонах концентрации нитратного азота составляют 0,16-0,26 мг/л. Концентрации аммонийного азота варьируют от 0,04 мг/л до 0,21 мг/л.

В регионе Ненецкого автономного округа и севера Республики Коми наблюдаются одни из самых низких уровни содержания сульфатной серы на территории континентальной Арктики. Диапазон изменений концентраций составляет 0,2-0,4 мг/л (в среднем 0,31 мг/л).

Повышенные концентрации серы (0,4-1,5 мг/л), обусловленные влиянием моря, фиксируются на острове Колгуев и на п-ове Канин Нос.

Концентрации нитратного азота варьируют от 0,08 мг/л до 0,25 мг/л (среднее 0,14 мг/л). Концентрации аммонийного азота изменяются от 0,03 мг/л до 0,16 мг/л (среднее 0,06 мг/л).

На территории Ямало-Ненецкого автономного округа, где расположены объекты нефте - и газодобычи, существенных увеличений концентраций серы в снежном покрове по сравнению региональным фоном (0,24-0,90 мг/л) не наблюдается. Концентрации нитратного азота в регионе повышены и находятся в пределах 0,175-0,45 мг/л (среднее 0,29 мг/л). При этом, наиболее высокие концентрации (0,30-0,45 мг/л) отмечаются в местах нефтедобычи, в районах Уренгоя, Тазовского, Ноябрьска. Наблюдается большой разброс значений концентраций аммонийного азота от 0,07 мг/л до 0,90 мг/л. (среднее 0,29 мг/л), и его распределение не имеет закономерной связи с местами нефте- и газодобычи.

Территории Таймыра и Севера Красноярского края отличаются самыми высокими в Арктике концентрациями сульфатной серы. Для регионального фона 75% определений серы находятся в пределах от 0,8 мг/л до 1,6 мг/л. Аномальные концентрации 5-6 мг/л прослеживаются на расстоянии до 250 км в северном и южном направлениях от Норильска.

Табл. 2.11. *Средние значения продолжительности холодного и теплого периодов года (осреднение по многолетним данным); средние концентрации сульфатной серы, нитратного и аммонийного азота и коэффициенты вариации (v %) их распределения в регионах*

Регионы	Кол-во дней залегания устойчивого снежного покрова	Атмосферные осадки за период залегания снежного покрова, мм	Максимальный влагозапас в снеге, мм	S (SO_4) мг/л		N (NO_3) мг/л		N (NH_4) мг/л	
				Средняя концентрация, мг/л	V %	Средняя концентрация, мг/л	V %	Средняя концентрация, мг/л	V %
Кольский п-ов	148	152	144	0,55	57	0,14	49	0,21	108
Ненецкий АО, север Коми	172	234	139	0,31	40	0,14	44	0,06	84
Ямало-Ненецкий АО	158	196	164	0,43	47	0,29	32	0,22	88
Таймыр	204	156	128	0,85	73	0,32	61	0,12	118
Север Красноярского края	190	240	247	1,27	40	0,15	61	0,24	91
Север Якутии	180	82	90	0,34	0,59	0,10	59	0,18	58
Север Магаданской области	185	134	139	0,72	55	0,11	16	0,28	99
Чукотка	187	134	106	0,77		0,02		0,27	

Кроме того, повышенные концентрации до 4 мг/л наблюдались в Хатанге. За последние 10 лет повышения концентраций серы до 8 мг/л периодически регистрировались в районе мыса Челюскин.

Концентрации нитратного азота варьируют от 0,07 мг/л до 0,62 мг/л (среднее 0,32 мг/л).

Корреляции с концентрациями серы не проявляются. Концентрации аммонийного азота, в основном, варьируют в пределах 0,08-0,24 мг/л (среднее 0,12 мг/л).

Север Якутии (район от п-ова Таймыр до р. Индигирка), так же как и Ненецкий автономный округ, отличается самыми низкими концентрациями сульфатной серы от 0,08 мг/л до 0,46 мг/л (среднее 0,34 мг/л). Концентрации нитратного азота изменяются от 0,007 мг/л до 0,23 мг/л (среднее 0,1 мг/л), концентрации аммонийного азота - от 0,07 мг/л до 0,33 мг/л (среднее 0,18 мг/л).

Север Магаданской области и Чукотка характеризуются практически одинаковыми и относительно высокими концентрациями сульфатной серы (среднее 0,72 мг/л и 0,77 мг/л соответственно) и аммонийного азота (среднее 0,28 мг/л и 0,27 мг/л соответственно).

Разброс концентраций сульфатной серы фиксируется в пределах от 0,2 мг/л до 0,4 мг/л., а аммонийного азота - от 0,04 мг/л до 0,94 мг/л. Концентрации нитратного азота очень низкие - от 0,09 мг/л до 0,15 мг/л (среднее 0,11 мг/л). Повышенные концентрации серы и аммонийного азота в регионах Колымы и Чукотки предположительно обусловлены вулканической деятельностью и переносом загрязняющих веществ с Камчатского п-ова. Большинство действующих вулканов Камчатской зоны «в свободное от извержений время» находятся в стадии чрезвычайно активной фумарольной и сольфатарной деятельности, выпуская в атмосферу водяной пар и газы. Фумаролы выбрасывают струи газа с очень высокой температурой от 300°С до 500°С и даже до 800°С. Выбросы сольфатарий отличаются только менее высокой температурой выбросов. Преимущественный состав газофазных выбросов: диоксид серы, сероводород, диоксид углерода, хлористый водород, метан. Состав примесей в снежном покрове Колымы, Чукотки и Камчатки весьма схожий и отличается от других регионов повышенными содержаниями серы, хлора и аммония.

Нагрузки атмосферных выпадений соединений серы и азота

Расчетным путем, на основе данных мониторинга содержания серы и азота в снеге, количеству дней залегания устойчивого снежного покрова, влагозапасу, а также по осредненным концентрациям в осадках теплого периода года получены оценки среднегодовых уровней нагрузок атмосферных выпадений серы, нитратного и аммонийного азота. В таблице 2.12. представлены оценки уровней фоновых нагрузок на территориях выделенных регионов. Расчеты выполнены без учета экстремальных значений в ореолах загрязнения крупных промышленных предприятий. Пространственное распределение нагрузок серы и суммы соединений азота приведены на картах-схемах (рис. 2.33., 2.34.).

Из анализа данных таблицы 2.12. и прилагаемых карт-схем можно сделать следующие выводы:

— повышенные нагрузки серы, в 2-4 раза превышающие критические уровни для лесных и водных экосистем, наблюдаются в зоне влияния предприятий цветной металлургии на Кольском полуострове, на Таймыре и севере Красноярского края;

— на территориях всех рассматриваемых регионов Арктики уровни атмосферных выпадений аммонийного азота выше выпадений азота нитратного;

— по сумме выпадений нитратного и аммонийного азота, превышающих нижние значения установленные для ЕТР 280 кг/км^2 год, выделяется площадь Ямало-Ненецкого автономного округа. Здесь фиксируются самые высокие нагрузки суммарного азота (среднее 297 кг/км^2 год). Повышенными уровнями нагрузок суммарного азота отличаются также районы на севере Красноярского края (среднее 229 кг/км^2 год).

***Табл. 2.12.** Нагрузки атмосферных выпадений серы и азота в Арктике (региональный фон)*

Регионы	S (SO_4) кг/км^2			N (NO_3)			N (NH_4)			Σ N
	$U_{хол.}$	$U_{тепл.}$	$U_{год.}$	$U_{хол.}$	$U_{тепл.}$	$U_{год.}$	$U_{хол.}$	$U_{тепл.}$	$U_{год.}$	$U_{год.}$
Кольский п-ов	85	190	275	22	29	51	32	87	119	170
Ненецкий АО, север Коми	55	99	154	25	27	52	11	23	34	86
Ямало-Ненецкий АО	108	166	274	73	67	140	55	102	157	297
Таймыр	119	125	244	45	28	73	17	21	38	111
Север Красноярского края	314	446	760	37	32	69	59	101	160	229
Север Якутии	34	41	75	10	7	17	18	26	44	61
Север Магаданской области	108	245	353	16	22	38	41	114	155	193
Чукотка	82	155	237	2	2	4	29	81	110	114
Острова Карского моря	24	29	53	6	4	10	10	15	11,5	21

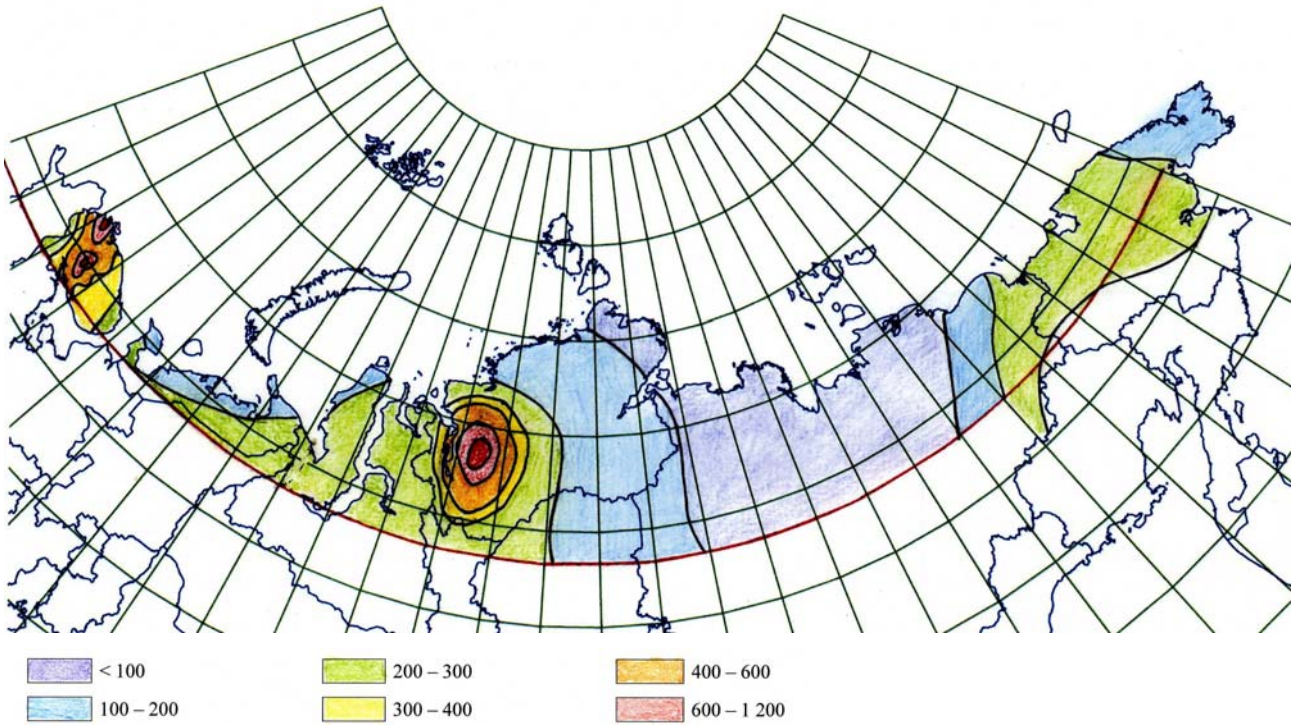


***Рис. 2.33**. Нагрузки серы кг/км^2 год на территории Российского сектора Арктики*

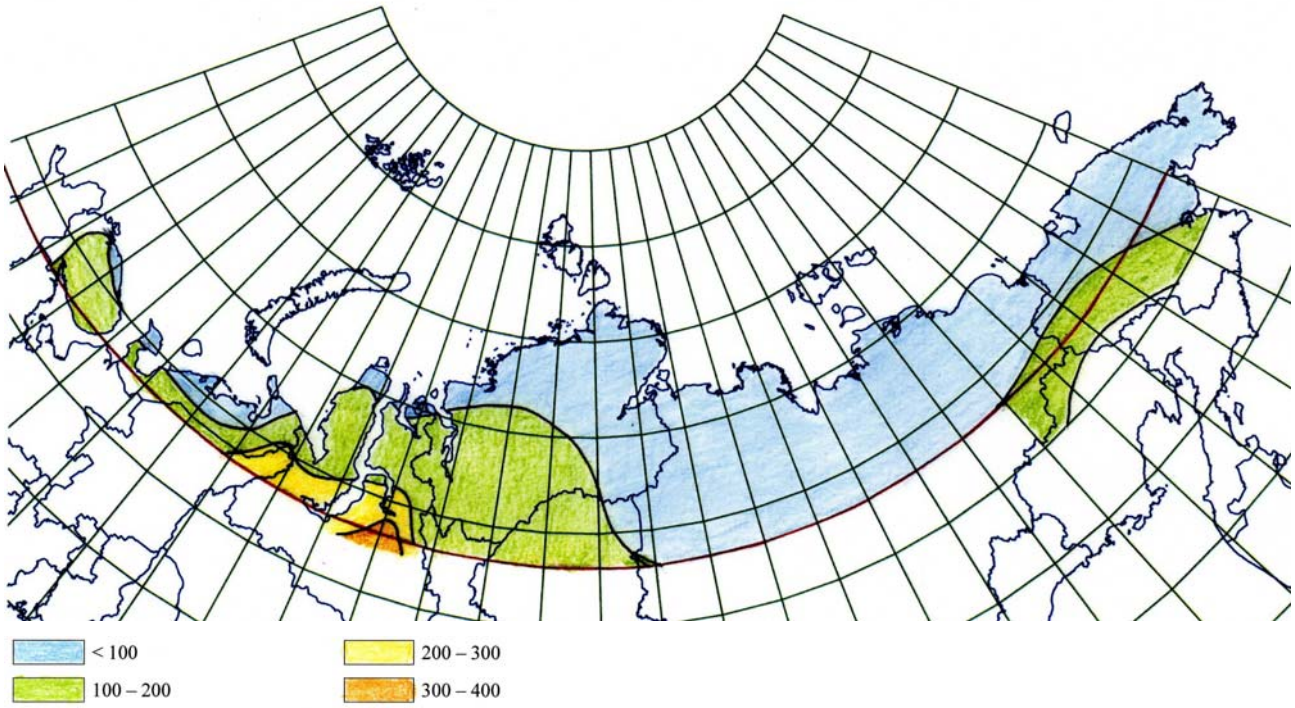


***Рис. 2.34**. Нагрузки суммарного азота кг/км^2 год (нитратного +аммонийного) на территории Российского сектора Арктики*

Кислотно-щелочные характеристики снежного покрова

За период 2006-2009 гг. на территории Российской части континентальной Арктики проведено 274 измерения значений pH в пробах снежного покрова. Результаты представлены в таблице 2.13.

Наибольшая частота проявлений закисления снега (pH меньше 5,6) наблюдалась на Кольском п-ове (46% случаев), в Ямало-Ненецком автономном округе (69%) и на севере Якутии (30%). На Кольском п-ве и, частично, в Ямало-Ненецком автономном округе закисление снега обусловлено повышенным содержанием сульфат-иона.

Вместе с тем, в большинстве случаев определяющем фактором пониженных значений pH (меньше 5,6) является также сокращение в снеге концентраций нейтрализующих кислоты катионов Na, K, Mg,Ca. Например, в ореоле распространения высоких концентраций серы в районе влияния Норильска закисление снега не наблюдается в связи с высокой минерализацией снежного покрова. На севере Якутии повышенная частота проявлений закисления обусловлена самыми низкими в Арктики концентрациями всех нейтрализующих кислоты катионов.

Динамика изменений интенсивности выпадений серы и нитратного азота

Изменения интенсивности зимних выпадений серы и нитратного азота (в единицах кг/км^2 сутки) прослеживается за 16-летний период времени по данным пяти групп станций (общее количество 18), не связанных с ореолами загрязнения от крупных промышленных источников выбросов. Осредненные данные представлены в таблицах 2.14. и 2.15. В целом, для арктических районов России характерно снижение интенсивности выпадений серы и нитратного азота, начиная с 1991-1992 гг. в регионах Европейской части России.

По выпадениям серы наибольшие изменения отмечены на Кольском п-ове и на севере Архангельской области. По сравнению с периодом 1987-1988 гг. интенсивность выпадений в 2008-2009 гг. сократились в 1,8 и 1,45 раза соответственно.

По выпадениям нитратного азота, за тот же период времени, наибольшее снижение интенсивности (в 2,1-2,3 раза) также фиксируется на Кольском п-ве, на севере Архангельской области и в Республике Коми.

Оценки масс среднегодовых выпадений соединений серы и азота

В таблице 2.16. приведены результаты расчетов масс среднегодовых выпадений серы, нитратного азота, аммонийного азота и суммы соединений азота на территорию континентальной Арктики России. В расчетах учтены экстремальные нагрузки в ореолах ближнего следа загрязнения промышленных предприятий.

В результате получено, что на рассматриваемой площади, размером 5 010 тыс. км^2., ежегодно выпадает: сульфатной серы - 1 160 тыс. тонн; нитратного азота - 250 тыс. тонн; аммонийного азота - 490 тыс. тонн; суммы соединений азота - 740 тыс. тонн.

***Табл. 2.13**. Распределение значений pH в снежном покрове Российского сектора Арктики за период 2006-2009 гг.*

Регионы	Количество измерений	Интервалы значений pH, количество измерений в %									
		3,5-4,0	4,0-4,4	4,4-4,8	4,8-5,2	5,2-5,6	5,6-6,0	6,0-6,4	6,4-6,8	6,8-7,2	7,2-7,8
Кольский п-ов	62		1	6	15	23	26	12	12		5
Ненецкий АО, север Коми	27						18	12	59	11	
Ямало-Ненецкий АО	39	4		12	12	41	15	12	4		
Таймыр и север Красноярского края	42				3	16	22	28	19	16	6
Север Якутии	51			4	8	18	20	25	21	4	
Север Магаданской области	32					6	19	60	9	6	
Чукотка	21					5	67	14	14		

Табл. 2.14. Динамика изменений интенсивности выпадений серы в Северных регионах РФ

Регионы	Средняя интенсивность зимних выпадений серы, кг/км^2 сутки															
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1999	2001	2003	2004	2006	2007	2008	2009
Мурманская область	0,9	0,7	0,7	0,8	0,7	0,6	0,6	0,6	0,7	0,5	0,5	0,4	0,6	0,6	0,5	0,6
Архангельская область	1,0	1,2	0,9	0,9	0,7	0,5	0,6	0,5	0,5	0,7	0,5	0,6	0,4	0,6	0,7	0,5
Республика Коми	0,6	0,5	0,5	0,4	0,5	0,4	0,4	0,4	0,4	0,6	0,5	0,4	0,7	0,5	0,5	0,5
Тюменская область	0,7	0,9	0,9	0,8	0,6	0,7	0,6	0,8	0,7	0,75	0,6	0,5	0,6	0,7	0,5	0,6
Магаданская область	0,75	0,5	0,5	0,72	0,65	0,65	0,60	0,65	0,55	0,50	0,8	0,7	0,5	0,8	0,65	0,75

Табл. 2.15. Динамика изменений интенсивности выпадений нитратного азота в Северных регионах РФ

Регионы	Средняя интенсивность зимних выпадений нитратного азота, кг/км^2 сутки															
	1989	1990	1991	1992	1993	1994	1995	1996	1999	2001	2003	2004	2006	2007	2008	2009
Мурманская область	0,20	0,22	0,17	0,15	0,16	0,17	0,16	0,15	0,20	0,12	0,24	0,22	0,18	0,20	0,24	0,20
Архангельская область	0,55	0,45	0,30	0,28	0,25	0,19	0,22	0,22	0,20	0,18	0,18	0,24	0,24	0,22	0,16	0,18
Республика Коми	0,50	0,38	0,42	0,28	0,20	0,22	0,19	0,18	0,20	0,19	0,22	0,26	0,20	0,18	0,24	0,17
Тюменская область	0,40	0,35	0,35	0,28	0,34	0,30	0,35	0,32	0,34	0,38	0,42	0,36	0,40	0,28	0,32	0,35
Магаданская область	0,15	0,10	0,0.8	0,15	0,12	0,12	0,10	0,09	0,09	0,10	0,14	0,12	0,16	0,12	0,10	0,14

Табл. 2.16. Оценки масс среднегодовых выпадений в континентальной части Российской Арктики

Регионы	Площадь тыс. км^2	Сера		Нитратный азот		Аммонийный азот		Суммарный азот	
		Средневзвешенная нагрузка кг/км^2 год	Масса выпадений тонн/год	Средневзвешенная нагрузка кг/км^2 год	Масса выпадений тонн/год	Средневзвешенная нагрузка кг/км^2 год	Масса выпадений тонн/год	Средневзвешенная нагрузка кг/км^2 год	Масса выпадений тонн/год
Кольский п-ов	145	319	46 255	51	7 395	119	17255	170	24 650
Ненецкий АО, север Коми	218	154	33 570	52	11 336	34	7 412	86	18 748
Ямало-Ненецкий АО	750	274	205 500	140	105 000	157	117 750	297	222 750
Таймыр и север Красноярского края	1 034	304	314 600	70	72 380	81	83 754	151	156 134
Север Якутии	1 325	76	99 370	17	22 525	44	58 300	61	80 825
Север Магаданской области	800	353	282 400	38	30 400	155	124 000	193	154 400
Чукотка	738	237	175 000	4	2 952	110	81 180	114	84 134
Итого	5 010		1 156 895		251 986		489 651		741 641

2.3.7. Фоновое загрязнение атмосферных осадков

Тяжелые металлы

В 2009 г. среднегодовые фоновые концентрации свинца в атмосферных осадках наблюдались в интервале значений на ЕТР от 1 мкг/л до 4 мкг/л, в Сибири - около 2,5 мкг/л. Внутригодовой ход концентраций свинца в атмосферных осадках в большинстве случаев характеризуется более высокими значениями в теплое полугодие. Концентрации кадмия в осадках практически на всей территории России не превышали 0,3 мкг/л, за исключением Астраханского БЗ, где среднегодовая концентрация достигла 19 мкг/л, а максимальная концентрация превысила 45 мкг/л (рис. 2.35.).

Среднегодовые концентрации ртути в атмосферных осадках на ЕТР в 2009 г. изменялись от 0,4 мкг/л в центре до 0,6 мкг/л на юге, в то же время в южных районах Сибири средние концентрации ртути были существенно ниже - менее 0,1 мкг/л.

Среднегодовые концентрации меди в атмосферных осадках на ЕТР изменялись от 2,5 мкг/л до 4,5 мкг/л. В южных районах Сибири средние концентрации меди были на том же уровне - около 2,8 мкг/л.

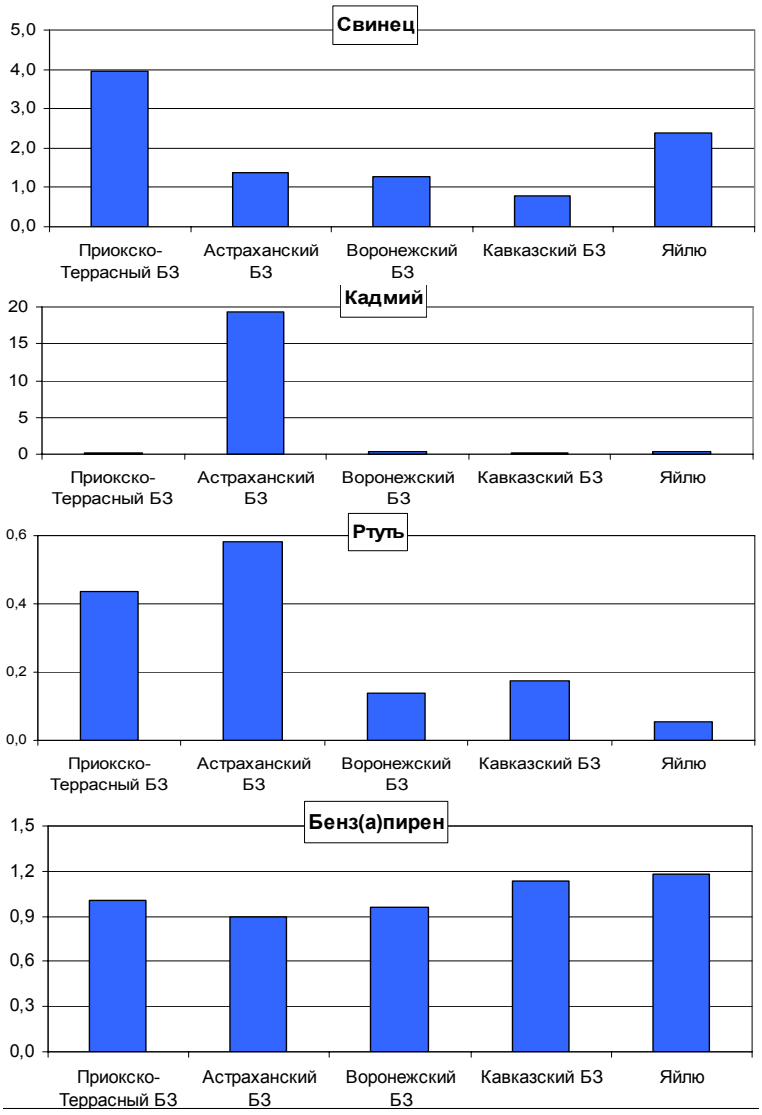


Рис. 2.35. *Концентрации загрязняющих веществ в атмосферных осадках фоновых районов в 2009 г. (Pb, Cd, Hg - мкг/л, бенз(а)пирен - нг/л)*

Полиароматические углеводороды

В 2009 г. среднегодовая концентрация бенз(а)пирена в осадках в фоновых районах ЕТР изменялась от 0,9 нг/л до 1,2 нг/л, что несколько ниже прошлогодних значений, при этом более высокие уровни значений наблюдались в холодное полугодие.

Пестициды

По данным наблюдений фоновых станций в 2009 г., как и в прошлые годы, содержание пестицидов в атмосферных осадках сохранилось на низком уровне. Концентрации ДДТ и γ-ГХЦГ в большей части проб были близки к пределам обнаружения изомеров. Значимые среднегодовые значения наблюдались только в Приокско-Террасном и Воронежском БЗ - около 7-8 нг/л γ -ГХЦГ и 70-120 нг/л сумма ДДТ.

2.3.8. Выпадения серы и азота в результате трансграничного переноса загрязняющих воздух веществ по данным сети мониторинга ЕМЕП

Главную роль в трансграничном загрязнении играют выбросы в атмосферу

Это связано с тем, что в этом случае реализуются возможности дальнего, в том числе трансграничного, переноса загрязняющих веществ. Наблюдения в 2009 г. проводились в рамках «Совместной программы наблюдения и оценки распространения загрязнителей воздуха на большие расстояния в Европе - ЕМЕП» (Co-operative Programme for Monitoring and Evaluation of the Long-range Transmission of Air Pollutants in Europe - EMEP) на четырех станциях ЕМЕП, расположенных в северо-западном регионе России (Янискоски, Пинега) и на станциях Данки, Лесной заповедник, расположенных в центральной части России и на юге Московской области. Работы по программе ЕМЕП предусматривают регулярный анализ содержания в атмосфере и атмосферных осадках химических соединений, определяющих кислотно-щелочной баланс. На основании экспериментально полученных данных оценены реальные величины концентраций и нагрузок соединений серы и азота в северо-западном и центральном районе России.

Традиционно наибольший интерес проявляется к степени закисления атмосферных осадков. Кислотность атмосферных осадков определяется концентрацией свободных ионов водорода, которая зависит от соотношения закисляющих и нейтрализующих анионов и катионов. Это соотношение определяется как природными, так и антропогенными факторами. В различных районах земного шара степень кислотности атмосферных осадков, выраженная величиной pH, варьирует в весьма широких пределах - от менее 4,0 до более 7,0. Весьма условно можно подразделить осадки на кислые при pH менее 4, на слабокислые (4<pH<5), на нейтральные (5<pH<7) и слабощелочные при pH более 7.

Отбор проб осадков в рамках программы ЕМЕП производился при суточной экспозиции с хранением проб в холодильнике, что если и не снимает полностью проблему химического и биологического изменения состава пробы в процессе отбора, позволяет получать надежные результаты. В России программа станций ЕМЕП ориентирована на решение проблемы закисления окружающей среды, т.е. приоритетными являются кислотообразующие соединения серы и азота, а также нейтрализующие вещества. Формально аммоний-ион должен быть отнесен к нейтрализующим веществам, однако в почве аммонийный азот является донором свободных ионов водорода и вносит свой вклад в закисление почв.

Наблюдения показали, что диапазон значений величины pH осадков, отобранных на станциях ЕМЕП, весьма широк и простирается от значений менее 4 до значений более 7. Таблица 2.17. дает представление о частотном распределении осадков в различных диапазонах кислотности. Очень кислые осадки (pH < 3) не выпадали ни разу за весь период наблюдений.

Данные таблицы показывают, что атмосферные осадки северо-западной части ЕТР следует отнести в целом к разряду слабокислых и нейтральных. Наиболее вероятно выпадение осадков в диапазоне pH от 5 до 6. Вероятность выпадения осадков с высокой кислотностью весьма мала на всей исследуемой территории. Исходя из данных таблицы, можно сделать вывод о практическом пространственном постоянстве кислотности осадков для исследуемой территории: различие между максимальным и минимальным значениями pH составляет 0,3 единицы. Таким образом, анализ химического состава атмосферных осадков показал, что осадки, выпадающие в районе станций ЕМЕП, можно классифицировать как слабокислые.

Важными характеристиками, дающими представление о степени опасности закисления окружающей среды, являются величины выпадений из атмосферы соединений серы и азота, которые в долгосрочной перспективе могут привести к понижению кислотности почвы. Выпадение из атмосферы загрязняющих веществ, в частности, соединений серы и азота, может осуществляться двумя путями - с атмосферными осадками (мокрые выпадения) и при поглощении вещества из атмосферы элементами подстилающей поверхности (сухие выпадения). Годовой поток мокрых выпадений серы и азота (нитратного и аммонийного) на подстилающую поверхность определяется их содержанием в осадках и количеством последних.

Величины выпадений основных ионов с атмосферными осадками не постоянны год от года. В одной точке пространства долгопериодные вариации определяются неравномерностью выпадений самих осадков (количество осадков год от года может варьировать в пределах десятков процентов), а также изменениями величин выбросов загрязняющих веществ в Европе. Последнее обстоятельство является важнейшим для программы ЕМЕП, поскольку ее целью является подтверждение того, как принимаемые природоохранные меры в масштабах стран и Европы в целом отражаются на качестве окружающей среды.

Табл. 2.17. Выпадения с осадками серы и азота, кислотность и частотное распределение величин pH атмосферных осадков в районах расположения российских станций ЕМЕП (2010 г.)

Станция / широта, °N	Выпадения, г/м²/год		pH	Доля проб в диапазоне pH, %				
	S	N		< 4	4 - 5	5 - 6	6 - 7	> 7
Янискоски, 69	0,21	0,09	4,83	0	44	56	0	0
Пинега, 65	0,24	0,30	5,46	0	6	62	30	2
Лесной заповедник, 56	0,31	0,47	5,28	0	17	65	17	1
Данки, 55	0,28	0,33	4,93	1	36	50	14	1

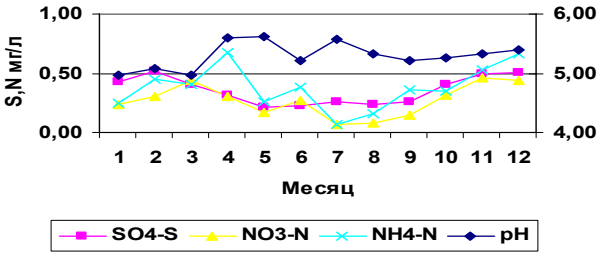


Рис. 2.36. *Сезонный ход кислотности осадков (pH, правая шкала) и концентраций соединений серы и азота (мг элемента в литре, левая шкала) на станции ЕМЕП «Лесной заповедник» (RU-20) в 2009 г.*

Диапазон изменений общей минерализации осадков на станциях ЕМЕП, рассчитанный на основе среднегодовых концентраций, лежит в пределах от 1 мг/л до 15 мг/л. Анализ данных ионного баланса атмосферных осадков показал, что сульфат-ион является доминирующим кислотным анионом для всех станций ЕМЕП. Его вклад в ионный баланс составляет 17-31% , однако вклад нитрат-ионов и ионов аммония довольно существенен (7-15% и 10-22% соответственно).

Концентрации сульфатов максимальны в районах, прилегающих к западной границе России и подверженных влиянию трансграничного переноса. На ст. «Лесной заповедник» среднегодовая концентрация сульфатной серы в осадках в 2009 г. составляла 0,36 мгS/л, на ст. «Янискоски» - 0,45 мгS/л, на ст. «Пинега» - 0,39 мгS/л, на ст. «Данки» - 0,50 мгS/л.

Характер меридианного распределения содержания нитратов в осадках соответствует распределению концентраций сульфатов в осадках. На ст. «Лесной заповедник» среднегодовая концентрация нитратов в осадках в 2009 г. составляла 0,23 мгN/л, на ст. «Янискоски» - 0,07 мгN /л, на ст. «Пинега» - 0,14 мгN/л, на ст. «Данки» - 0,27 мгN/л.

Необходимо отметить широкий диапазон варьирования концентраций ионов аммония в осадках. На ст. «Лесной заповедник» среднегодовая концентрация ионов аммония в осадках в 2009 г. составляла 0,31 мгN/л, на ст. «Янискоски» - 0,12 мгN /л, на ст. «Пинега» - 0,14 мгN/л, на ст. «Данки» - 0,33 мгN/л.

Концентрации серы и азота в осадках подвержены сезонным вариациям. На рисунке 2.36. показан сезонный ход концентраций серы и азота на станции ЕМЕП «Лесной заповедник» в 2009 г. Максимальные концентраций сульфат ионов на станции ЕМЕП наблюдались в весенний и осенний период. Содержание серы в осадках в холодный и теплый период может отличаться более чем в пять раз (рис. 2.36.). Сезонная зависимость на ст. «Пинега» и ст. «Янискоски» выражена не столь ярко.

Наиболее высокая концентрация нитратов и ионов аммония в осадках наблюдается в холодный период года, что соответствует сезонной изменчивости концентраций окислов азота в атмосферном воздухе и указывает на важную роль антропогенных источников в формировании уровней содержания нитратов в осадках. Количество в атмосфере окисленных серы и азота во многом определяется действием отопительных систем в холодный период года, тогда как аммонийный азот в большей степени поступает в атмосферу в теплый период года.

Оценка выпадений с осадками осуществлялась на основе средневзвешенных месячных концентраций и количества выпавших осадков. Величины мокрых выпадений для районов рассматриваемых станций лежат в пределах 0,21-0,31 г/м^2 в год для серы и 0,09-0,47 г/м^2 в год для азота. На всех станциях ЕМЕП количество мокрых выпадения серы и азота в зимний период существенно ниже, чем в летний. Доля аммонийного азота составляет порядка 60% от мокрого суммарного выпадения азота для станциях ЕМЕП.

На рисунке 2.37. показано, как изменялись среднегодовые значения выпадений серы из атмосферы с осадками на российских станциях ЕМЕП. Для каждой станции по точкам проведена линия линейного тренда. Из рисунка следует, что вариации год от года относительно велики, однако это не мешает увидеть долговременные закономерности для ряда лет. Можно констатировать, что за период действия Гетеборгского протокола величины выпадений для совокупности всех станций практически не изменились. Незначительные тренды) вполне могут быть объяснены незначительностью статистического материала при высокой межгодовой вариабельности значений.

Среднегодовые темпы выпадений с осадками суммы нитратного и аммонийного азота представлены на рисунке 2.38. Из рисунка следует, что в целом российские станции ЕМЕП фиксируют рост выпадений азота. Темп этого роста закономерно меняется от станции к станции, что может быть, как и ранее объяснено незначительностью статистического материала при высокой межгодовой вариабельности значений.

Степень экологической опасности за счет выпадения из атмосферы закисляющих веществ определяется как интенсивностью выпадений, так и чувствительностью почв. Совокупным показателем является критическая нагрузка, определяемая как «максимальное количество подкисляющих выпадений, которые в долгопериодной перспективе экосистема может выдерживать без какого-либо ущерба».

Необходимо отметить, что критические нагрузки рассчитаны с учетом суммы сухих и мокрых выпадений всех химических соединений серы и азота. Ранее выполненные оценки для условий расположения российских станций ЕМЕП показали, что сухие выпадения дают вклад около 40% от суммарных. В таблице 2.18. сопоставлены значения интенсивности выпадений с осадками, полные выпадения и значения критических нагрузок по сере и азоту для районов расположения станции. Измеренные значения взяты как средние за весь период наблюдений на данной станции. Величины критических нагрузок оценены с использованием методических рекомендаций ЕЭК ООН .

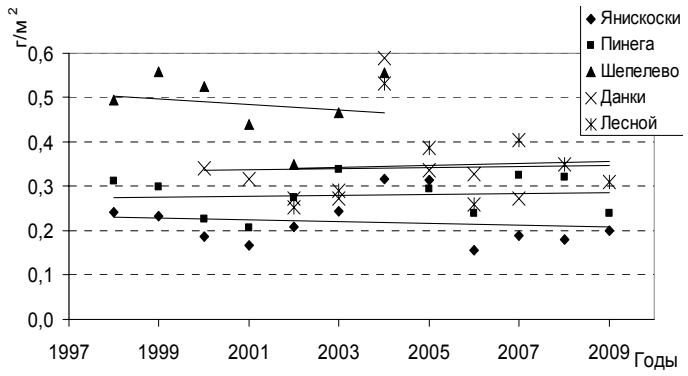


***Рис. 2.37**. Среднегодовые выпадения сульфатной серы из атмосферы с осадками, г S / м^2 / год*

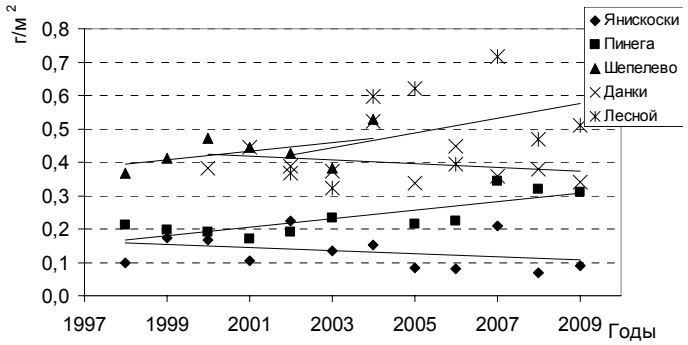


***Рис. 2.38**. Среднегодовые выпадения суммы нитратного и аммонийного азота из атмосферы с осадками, г N / м^2 / год*

Для азота вклад «сухих» выпадений составляет около 10%. Следует однако отметить, что эта величина возможно несколько занижена, поскольку программа мониторинга на станциях ЕМЕП не предусматривает измерений газообразной азотной кислоты, аммиака и оксидов азота. Возможно, что поглощение этих веществ поверхностью может до двух раз увеличить значимость вклада «сухих» выпадений.

В таблице 2.18. сопоставлены значения измеренных и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП. Значения критических нагрузок по азоту носят ориентировочный характер.

На основе данных таблицы 2.18. можно сделать вывод, что выпадения серы лишь в районе северных станции (Пинега) сравнимы с критическими величинами. В случае азота выпадения близки или даже превышают критические значения для центральной части рассматриваемого региона. Это весьма тревожный симптом, особенно с учетом того обстоятельства, что выпадения азота с осадками год от года растут.

***Табл. 2.18**. Сравнение суммарных выпадений и критических нагрузок серы и азота в районах расположения российских станций ЕМЕП, г/м^2/год*

Станция	Суммарные выпадения и критические нагрузки для серы		Суммарные выпадения и критические нагрузки для азота	
	Выпадения	Нагрузки	Выпадения	Нагрузки
Янискоски	0,21	0,32-0,64	0,09	<0,28
Пинега	0,24	0,32-0,64	0,30	<0,28
Лесной заповедник	0,31	1,6-2,4	0,47	0,56-0,98
Данки	0,28	1,6-2,4	0,33	0,56-0,98

2.3.9. Загрязнение воздуха и осадков по данным станций мониторинга ЕАНЕТ

В регионе Восточной Азии успешно продолжает работу сеть мониторинга выпадения кислотных осадков (Acid Deposition Monitoring Network in East Asia - EANET), организованная по инициативе ряда стран в конце XX века для получения информации о роли кислотных выпадений и их воздействии на состояние природных экосистем в восточной части азиатского континента и архипелагов в западной части Тихого океана. При организации программы наблюдений, размещении станций и формировании организационной структуры был использован успешный опыт ЕМЕП и национальных сетей мониторинга осадков в Северной Америке.

В настоящее время в рамках программы ЕАНЕТ работают 13 стран: Индонезия, Вьетнам, Китай, Камбоджа, Лаос, Малайзия, Монголия, Мьянма, Республика Корея, Россия, Таиланд, Филиппины, Япония. Всего в регионе в 2008-2009 гг. проводились наблюдения на 52 станциях (из них 19 фоновых и 13 региональных) за химическим составом и кислотностью осадков, и 42 станциях (в т.ч. 17 фоновых и 12 региональных) - за содержанием веществ в атмосферном воздухе. На территории России с 2000-2001 гг. постоянно действуют 4 станции мониторинга, три из которых расположены в Байкальском регионе - городская станция Иркутск, региональная станция Листвянка и фоновая станция Монды; и одна в Приморском крае - региональная станция Приморская. Анализ проб и сбор первичной информации проводится в Лимнологическом институте СО РАН и Приморским УГМС, обработка и обобщение данных, их оценка и публикация осуществляются ИГКЭ. В настоящее время станции, работающие по программе ЕАНЕТ, предоставляют единственные и уникальные данные измерений загрязнения воздуха вне городов на азиатской территории России. Ниже приведены сведения о сезонных и пространственных изменениях концентраций основных кислотообразующих веществ в воздухе и осадках на станциях ЕАНЕТ по данным измерений в 2009 году. Относительно короткий период наблюдений не позволяет еще судить о временных трендах концентраций и выпадений кислотообразующих веществ на подстилающую поверхность.

По данным измерений в 2009 г. содержание диоксида серы в воздухе преобладало среди газовых примесей на всех станциях ЕАНЕТ, расположенных в Байкальском регионе (рис. 2.39.). Тем не менее, на фоновой станции Монды средний уровень концентраций SO_2 в 2009 г. был несколько ниже, чем в предыдущие годы, что привело к увеличению доли аммиака среди измеряемых газов. На станции Приморская, в отличие от предыдущих лет, содержание аммиака и диоксида серы было в среднем за год ниже, чем на региональных станциях в районе Байкала, оставаясь все же примерно в 4,5-5 раз выше, чем значения, наблюдаемые на фоновом уровне. Наиболее высокие концентрации азотной кислоты среди станций ЕАНЕТ отмечались на станции Приморская, тогда как на фоновой станции Монды большая часть измерений были ниже порога чувствительности методов. К сожалению, используемые методы отбора проб не позволяют определять содержание оксидов азота в воздухе, поэтому требуется проведение экспериментальных исследований по исследованию уровней их содержания на станциях мониторинга ЕАНЕТ.

Среди веществ в составе аэрозолей наибольшие массовые концентрации определялись для сульфатов, при этом наиболее высокие значения SO_4^{2-} характерны для атмосферы в Приморском крае (рис. 2.40.). В Байкальском регионе содержание SO_4^{2-} в воздухе на региональной станции Листвянка в 2,5-3 раза превышает фоновый уровень загрязнения, характерный для фоновой станции Монды. Концентрации соединений азота (особенно аммония) в аэрозолях на региональном уровне в Приморском крае также выше, чем в Байкальском регионе. В химическом составе атмосферных аэрозолей на всех станциях ЕАНЕТ преобладают сульфат-ионы, составляя зимой 50-75% массы (рис. 2.41.), а также кальций и аммоний среди катионов. В 2009 г. в теплое время года практически не отмечалось уменьшения вклада сульфатов на континентальных станциях, тогда как в Приморье преобладание SO_4^{2-} даже постоянно возрастает.

Анализ сезонного изменения содержания аэрозольных сульфатов и аммония в воздухе показывает, что на станции Монды в годовом ходе наблюдаются более высокие концентрации весной, что особенно заметно было в 2009 г. (рис. 2.42.). На региональном уровне (ст. Листвянка) годовой ход аммония соответствует изменениям, характерным для фоновых районов - максимум, как и на ст. Монды, отмечается в весенний период и прослеживается в начале лета, а годовой ход сульфатов совпадает с городским - ярко выражен максимум в зимний период. Однако, в 2009 г. уровень среднемесячных концентраций был ниже характерных значений многолетнего хода в 3-10 раз для аммония и 1,2-1,7 раза для сульфатов. В городских условиях (ст. Иркутск) максимум концентраций как сульфатов, так и аммония приходится на зимний период, что связано с отопительным сезоном. На станции Приморская в годовом ходе сульфатов и аммония в воздухе также концентрации в зимний период выше летних, в 2009 г. - почти в 3-5 раз.

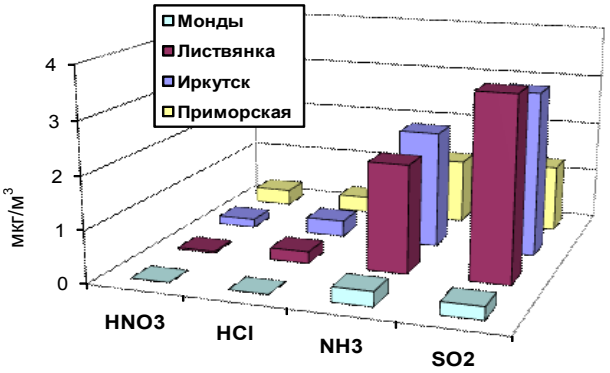


Рис. 2.39. Среднегодовое содержание газовых примесей в воздухе по данным измерений на станциях ЕАНЕТ в 2009 г. (мкг/м^3)

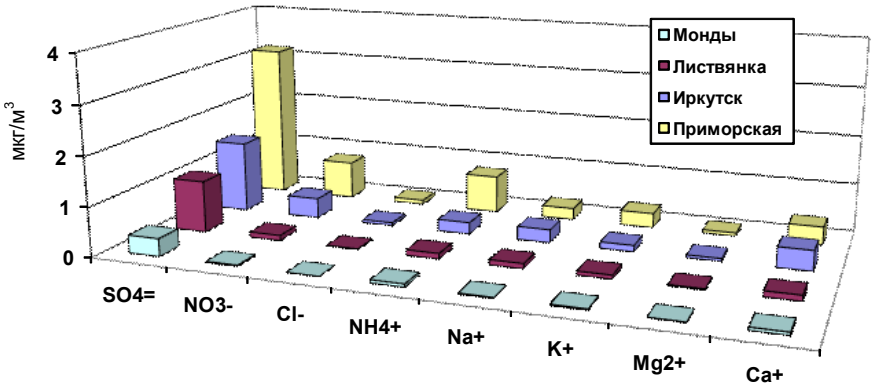


Рис. 2.40. Среднегодовые концентрации веществ, составляющих атмосферные аэрозоли, по данным измерений на станциях EANET в 2009 г. (мкг/м³)

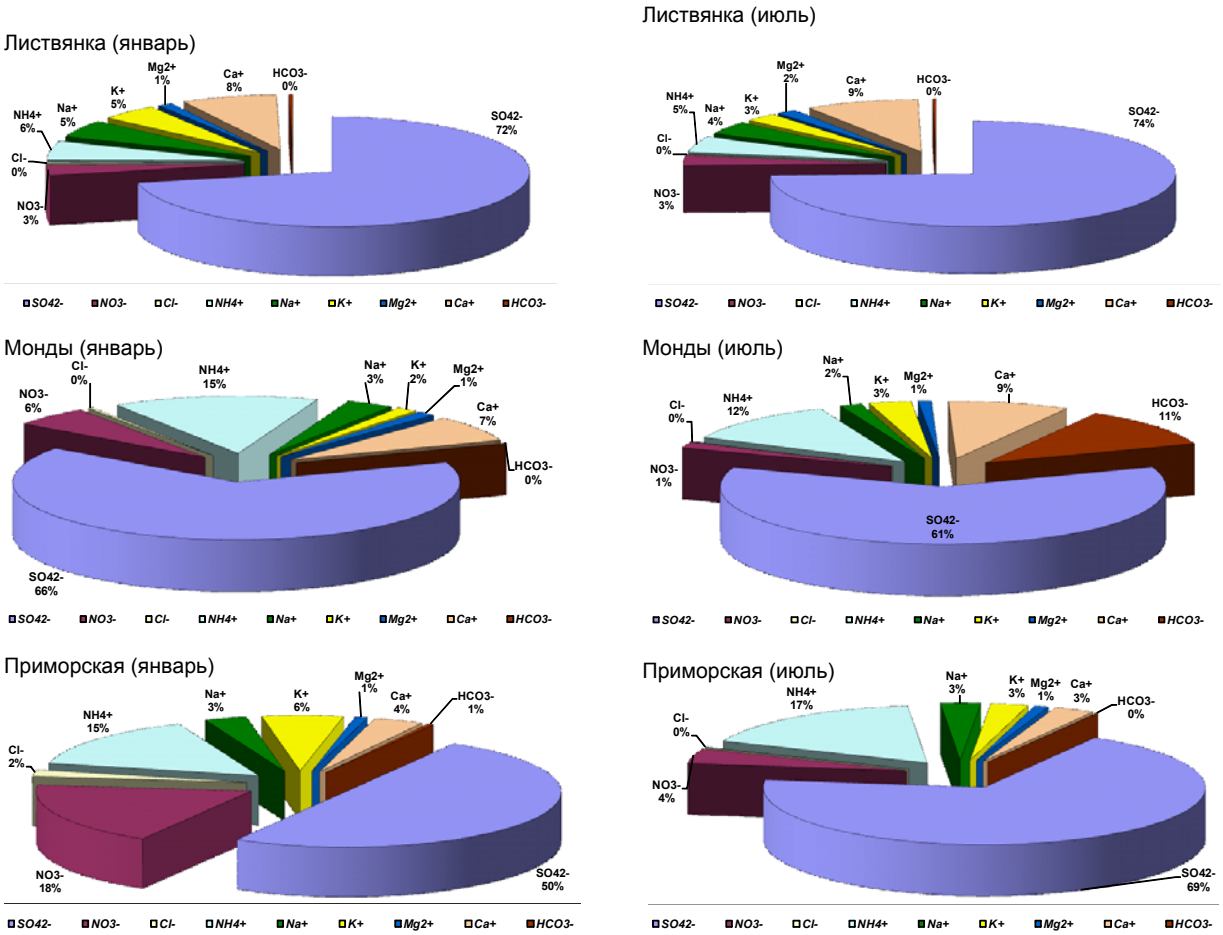


Рис. 2.41. Химический состав аэрозолей на станциях EANET в зимний (слева) и летний (справа) период по наблюдениям 2009 г.

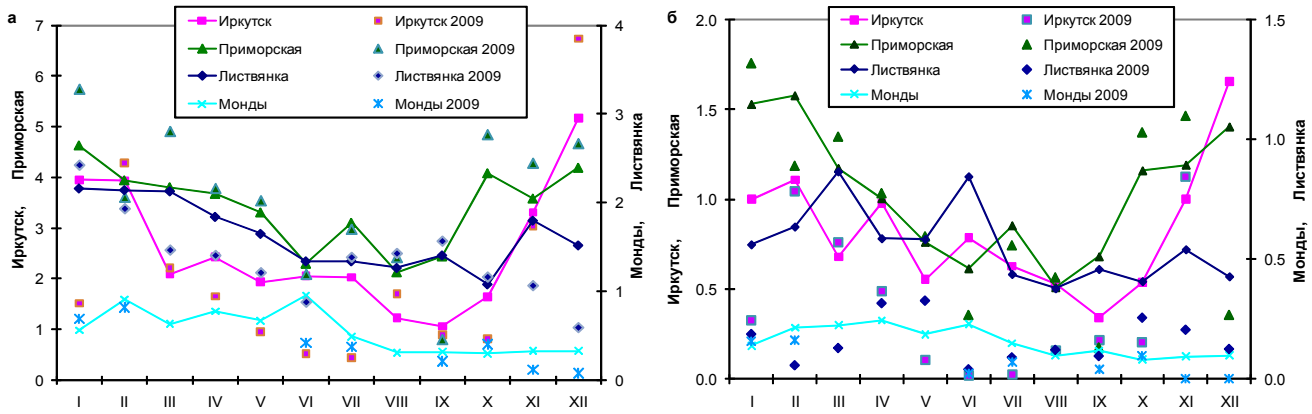


Рис. 2.42. Средний многолетний (2000-2008 гг.) сезонный ход и среднемесячные концентрации в 2009 г. сульфатов (а) и аммония (б) в аэрозолях на станциях EANET. (мкг/м³)

В многолетнем ходе средних концентраций заметны аномально высокие значения диоксида серы в Прибайкальском регионе (ст. Листвянка и Иркутск), что объясняется чрезвычайно суровой зимой 2005-2006 гг. в Восточной Сибири (рис. 2.43.). При этом характерно, что уровни концентрации сульфатов не показали таких изменений, оставаясь в диапазоне близких значений (1-3 мкг/м^3) в 2003-2009 гг. Отмечается небольшой рост средних концентраций сульфатов и нитратов в Приморье, однако, в связи с отсутствием других сетей измерений в этом регионе, необходимо провести дополнитеьные исследования динамики сезонных значений.

В программу мониторинга атмосферы на станциях ЕАНЕТ включены также наблюдения за загрязнением осадков. В предыдущие годы по данным многолетних наблюдений было определено, что на региональном уровне по уровню загрязнения осадков сульфатами в холодный период года более высокие концентрации наблюдаются в Дальневосточном регионе, а уровень загрязнения осадков нитрат-ионами несколько выше на юге Восточной Сибири. В 2009 г. по данным наблюдений эти закономерности также в основном прослеживались (рис. 2.44. и 2.45.), с небольшими изменениями для весеннего периода и ранней осени, когда уровни сульфатов в осадках на ст. Листвянка были выше, чем на остальных. Зимой в Байкальском регионе также прослеживается значительный вклад нитратов в химический состав осадков. Содержание катионов аммония в осадках на региональных станциях увеличивается весной до 0,5-2 мг/л при средних значениях зимой и летом менее 0,2-0,3 мг/л.

Годовой ход выпадений основных ионов, формирующих кислотность осадков, на региональных станциях Листвянка и Приморская по данным наблюдений в 2009 году представлен на рисунках 2.44. и 2.45. На станции Листвянка (рис. 2.44.) годовой ход потоков основных кислотообразующих ионов на подстилающую поверхность обусловлен, в основном, годовым ходом осадков: максимальные концентрации в осадках сульфат-иона, иона аммония и нитрат иона приходятся на переходные сезоны и зимние месяцы, а в сезонных изменениях их потоков четко выражен летний максимум. Максимальные потоки сульфатов с осадками на подстилающую поверхность в 2009 году наблюдались в июне (выше 0,14 г/м^2), а средние значения в осенние-зимние месяцы не превышали 0,02-0,03 г/м^2, несмотря на относительно высокие значения концентраций в осадках. На станции Приморская значительные месячные потоки на подстилающую поверхность сульфатов (выше 0,3 г/м^2) весной и осенью обусловлены относительно высокими концентрациями сульфат иона в осадках (4-9 мг/л) и значительными месячными суммами осадков в начале и конце теплого периода года.

Анализ пространственных закономерностей распределения влажных выпадений соединений серы и азота по данным мониторинга на станциях ЕАНЕТ показывает, что уровень годовых выпадений сульфатов связан с условиями расположения (классом) станции. Наибольший вклад в выпадения загрязняющих веществ на подстилающую поверхность вносят соединения серы в теплый период. В городских условиях, по данным наблюдений на станции Иркутск, велика доля соединений серы в суммарном годовом потоке кислотных осаждении с осадками, а по мере удаления от города возрастает вклад соединений азота в суммарный поток на подстилающую поверхность (рис. 2.46.). На станции Монды максимум осадков приходится на июль, выпадения в течение этого же сезона и составляют основную часть потоков влажного выпадения.

Таким образом, региональные особенности формирования интенсивности выпадений кислотных соединений на подстилающую поверхность в Приморском и Байкальском регионе выражаются в отчетливом проявлении влияния количества осадков на поток в районе станции Листвянка и равно-значимом влиянии осадков и концентраций на суммы выпадений ионов на станции Приморская. При сравнимых уровнях содержания основных кислотообразующих ионов в осадках, уровень выпадений на подстилающую поверхность в Приморском регионе значительно выше, что обусловлено значительно более высоким количеством выпадающих осадков, чем в Байкальском регионе (табл. 2.19.). При этом величина потоков (без учета сухих выпадений) еще ниже уровней критических нагрузок, предлагаемых в ЕМЕП для оценки выпадений. Тем не менее, для фоновых территорий (в том числе, горных, с бедными почвами) общие выпадения серы могут быть близки к критическим значениям.

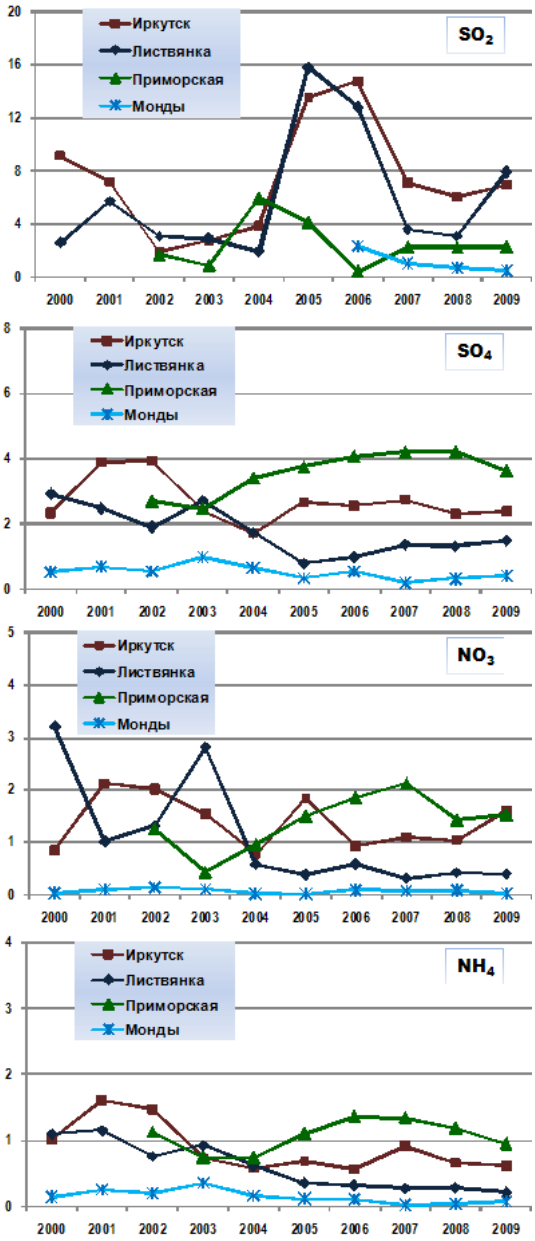


Рис. 2.43. Изменения средних годовых концентрации соединений серы и азота в воздухе на станциях ЕАНЕТ (мкг/м^3)

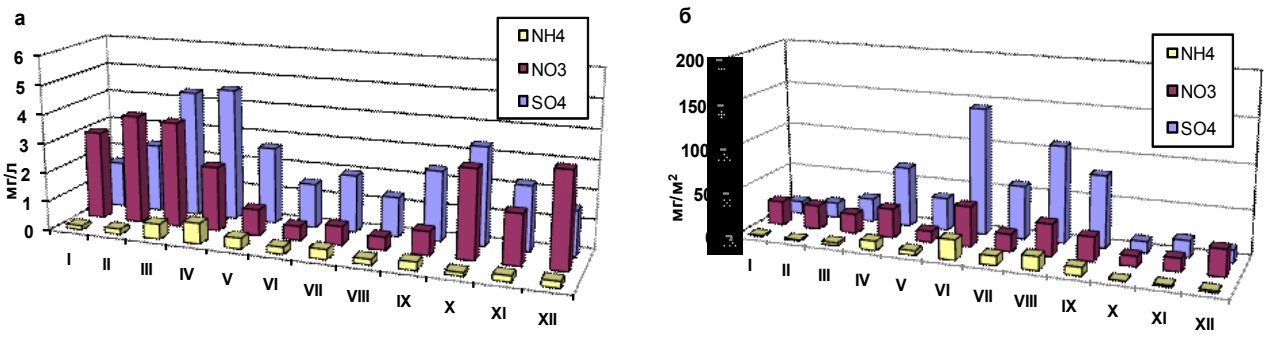


Рис. 2.44. Годовой ход концентраций (а) и выпадений (б) основных кислотообразующих ионов с осадками на станции Листвянка в 2009 году

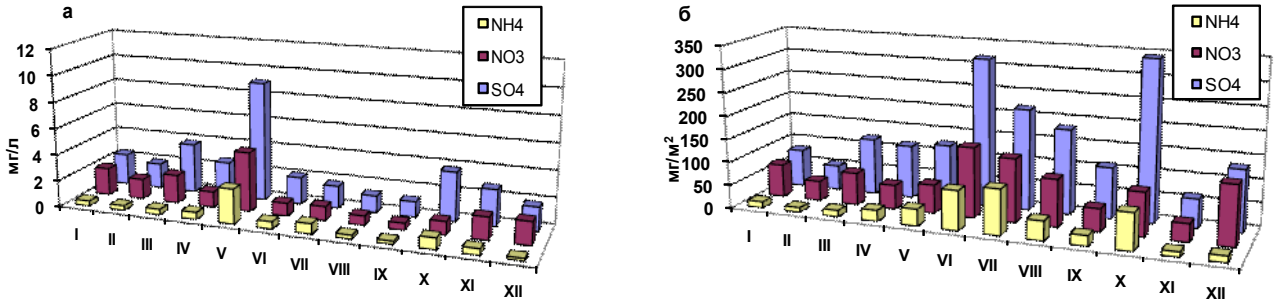


Рис. 2.45. Годовой ход концентраций (а) и выпадений (б) основных кислотообразующих ионов с осадками на станции Приморская в 2009 году

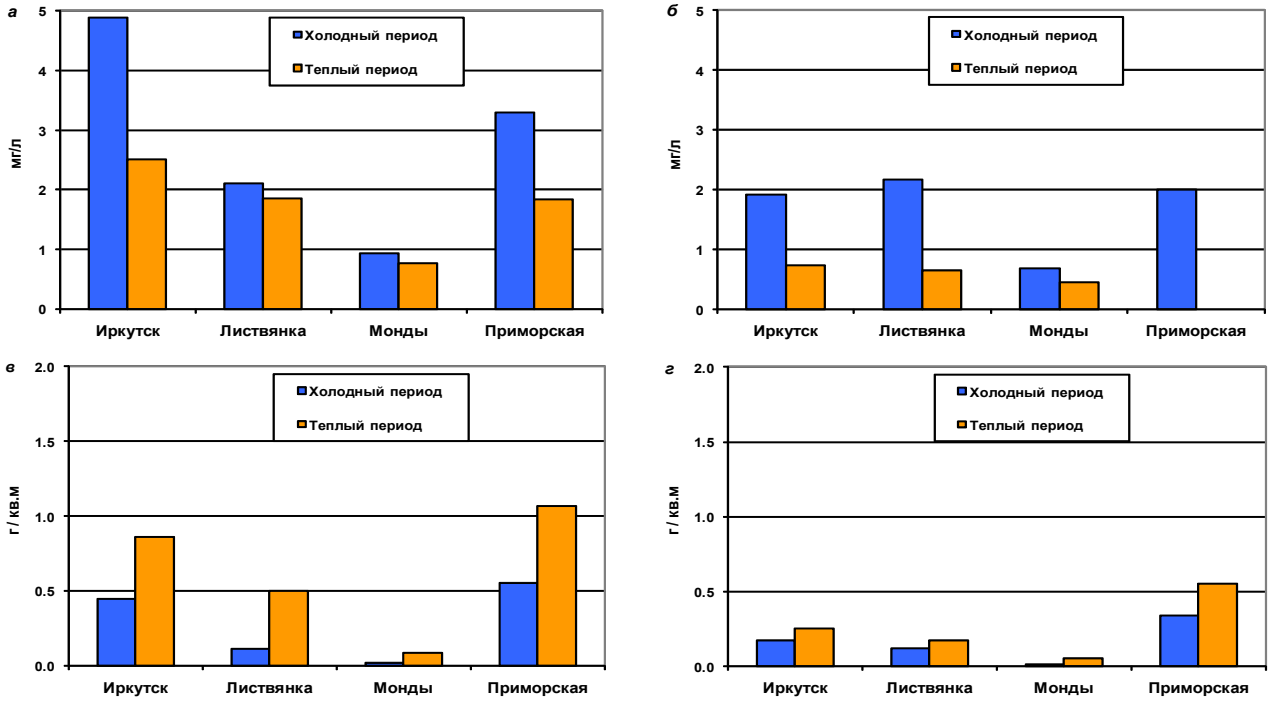


Рис. 2.46. Среднесезонные концентрации сульфатов (а, в) и нитратов (б, г) в атмосферных осадках (мг/л) и суммы влажных выпадений (г/м²) на станциях ЕАНЕТ в 2009 году

Табл. 2.19. Сравнение суммарных выпадений серы и азота с осадками на станциях ЕАНЕТ в 2009 г. и критических нагрузок, используемых в ЕМЕП, г/м2/год

Станция	Влажные выпадения (в единицах элемента)				Критические нагрузки (ЕМЕП)	
	S (SO_4)	N (NO_3)	N (NO_2)	N (NH_4)	S_{CL}	N_{CL}
Листвянка	0,44	0,07	0,0005	0,07	1,6-2,4	0,56-0,98
Монды	0,20	0,01	0,0003	0,04	0,32-0,64	< 0,28
Приморская	0,54	0,20		0,31	1,6-2,4	0,56-0,98

2.4. Содержание загрязняющих веществ в почвах и растительности

Тяжелые металлы

Содержание тяжелых металлов в почвах районов фоновых станций практически не изменилось и в 2009 г. находилось в интервалах средних значений по результатам многолетних наблюдений. Концентрация свинца в поверхностном слое почв на европейских СКФМ составила 3-25 мг/кг, кадмия - до 0,5 мг/кг.

В центральных районах ЕТР в травянистой растительности и листве деревьев содержание свинца составляло до 13 мг/кг, кадмия - до 1,9 мг/кг. В целом, полученные значения соответствуют результатам длительных наблюдений на СКФМ (табл. 2.20., 2.21.).

Пестициды

В 2009 г. концентрации пестицидов практически не повысились по сравнению с наблюдениями 1996-2008 гг., оставаясь на уровнях близких к пределу обнаружения: γ-ГХЦГ не более 3 мкг/кг, сумма ДДТ 10-85 мкг/кг. В пробах травяной растительности концентрация пестицидов наблюдалась в пределах изменений значений в 1995-2009 гг.: γ-ГХЦГ 1-15 мкг/кг, сумма ДДТ 18-84 мкг/кг (табл. 2.20., 2.21.).

Табл. 2.20. Фоновое загрязнение почв по данным СКФМ

Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Ртуть, мг/кг		Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		г-ГХГЦ, мкг/кг	
диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.
Кавказский БЗ, 1982-2007 гг.											
0,5-181,0	25	0,03-1,7	0,16	0,006-0,2	0,1*	0,05-48,7	1,3*	нпо-32	21	0,2-5,6	2,1
Приокско-Террасный БЗ, 1984-2007 гг.											
0,6-28,3	2,9	0,01-1,9	0,07	0,007-0,34	0,1*	0,3-32,5	2,4*	нпо-56	39	нпо-3,9	0,8
Баргузинский БЗ, 1982-2004 гг.											
0,5-29,5	3,5*	0,01-1,6	0,1*	0,05-0,5	0,1*	0,6-5,1	1,8*	нпо-25	3*		
Астраханский БЗ, 1988-2007 гг.											
1,5-14,0	3,7	0,04-10,6	0,1	0,004-0,08	0,06*	2,8-10,1	3,6*	нпо-72	25	нпо-5,4	1,3
Воронежский БЗ, 1999-2007 гг.											
1,3-29	29	0,03-0,5	0,5			0,2-18,1	18,1	нпо-58	58	нпо-8,7	2,9
Яйлю, 1999-2007 гг.											
1,8-17	17	0,04-0,46	0,46	0,04-0,2	0,03*	0,1-3,7	3,7	нпо-84	84	нпо-1,7	0,9
Смоленское поозерье, 2009 г.											
	3,7		0,18				0,43		10		0,7
Центрально-лесной БЗ, 1988-2008 гг.											
0,2-23	10,5*	0,04-15	0,63*	0,007-036	0,11*	2,9-54	22,1*				

нпо - ниже предела обнаружения
** - последнее измерение*

Табл. 2.21. Фоновое загрязнение растительности по данным СКФМ

Свинец, мг/кг		Кадмий, мг/кг		Ртуть, мг/кг		Бенз(а)пирен, мкг/кг		сумма-ДДТ, мкг/кг		г-ГХГЦ, мкг/кг	
диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.
Кавказский БЗ, 1982-2009 гг.											
0,2-54,5	13	0,02-1,9	1,9	0,006-0,2	0,1*	2,2-7,3	2,6*	нпо-60	50,7	нпо-15,3	15,3
Приокско-Террасный БЗ, 1984-2009 гг.											
0,04-11,7	11,7	0,06-1,5	1,4	0,002-0,2	0,1*	1,7-15,7	3,2*	нпо-87	51	нпо-12,3	1,0
Баргузинский БЗ, 1982-2003 гг.											
0,002-42,6	1,3*	0,01-3,3	0,1*	0,002-0,2	0,1*	2,7-8,2	3,6*				
Астраханский БЗ, 1988-2009 гг.											
0,02-17,7	2,3	0,01-6,7	0,5	0,03-0,1	0,05*	2,2-9,5	4,1*	нпо-89	78,4	нпо-2,9	0,9
Воронежский БЗ, 1999-2009 гг.											
0,1-6,8	4,6*	0,1-0,7	0,2*				0,4	нпо-105	84,1	нпо-6,4	4,9
Яйлю, 2001-2009 гг.											
0,5-11,0	11	0,05-0,7	0,7				нпо	нпо-86	27	нпо-3,0	0,7
Смоленское поозерье, 2009 г.											
	3,7		0,8			0,3-0,6	0,6		18,1		9,4
Центрально-лесной БЗ, 1988-2009 гг.											
0,004-14	2,6*	0,05-1,07	0,39*	0,008-0,46	0,1*	1,7-10,2	5,6				2,8

нпо - ниже предела обнаружения
** - последнее измерение*

2.4.1. Фоновые массовые доли токсикантов промышленного происхождения в почвах Российской Федерации

Для сравнения уровней загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) вблизи источников промышленных выбросов с фоновыми значениями соответствующих химических веществ ежегодно проводится отбор проб почв в фоновых районах, прилегающих к техногенным

В почвах определяется содержание тяжелых металлов, нефти и нефтепродуктов (НП), фтора, сульфатов и др. Значения фоновых массовых долей ингредиентов в почвах представляются в Ежегодниках загрязнения почв ТПП на территории деятельности соответствующего УГМС.

Каждое лето отбираются от 1 до 10 объединенных проб почв в фоновых районах. В таблице 2.22. приведены значения фоновых массовых долей металлов и мышьяка, в таблице 2.23. - НП, фтора, сульфатов и нитратов в почвах. Некоторые данные обобщены (по району или региону) или скорректированы на основе результатов многолетних наблюдений или результатов наблюдений за загрязнением почв соответствующих территорий, обследованных в 2009 году. Результаты многолетних наблюдений за фоновыми уровнями массовых долей химических веществ в почвах в районе пос. Мариинск Свердловской области представлены в таблице 2.24., в почвах участков фоновых районов Самарской области и Западной Сибири - на рисунках 2.47.-2.50.

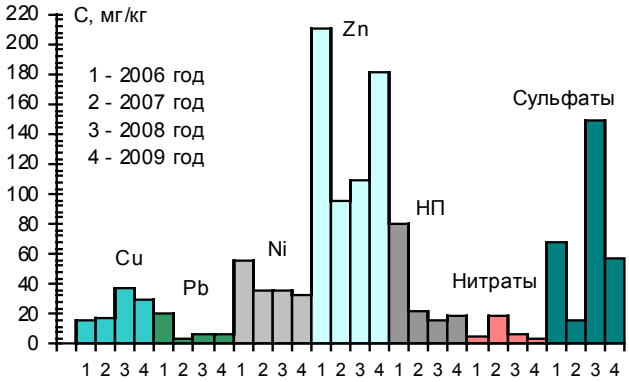


Рис. 2.47. Динамика средних массовых долей (С) меди, свинца, никеля, цинка, нефти и нефтепродуктов (НП), нитратов, сульфатов в почвах фонового участка площадью 10 га, расположенного вблизи агрометеостанции «Аглос» в Волжском районе Самарской области, находящегося на расстоянии 20 км в юго-западном направлении от г. Самара. Почвы - чернозём дерновый и чернозём обыкновенный суглинистый с pH_{KCl} >5,5.

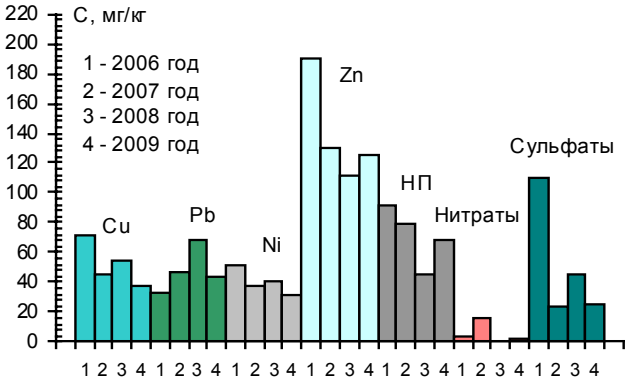


Рис. 2.48. Динамика средних массовых долей (С) меди, свинца, никеля, цинка, нефти и нефтепродуктов (НП), нитратов, сульфатов в почвах фонового участка площадью 10 га, расположенного в Национальном парке «Самарская Лука» в Волжском районе Самарской области, находящегося на расстоянии 30 км в западном направлении от г. Самара. Почвы - чернозём дерновый и чернозём обыкновенный суглинистый с pH_{KCl} ≤5,5.

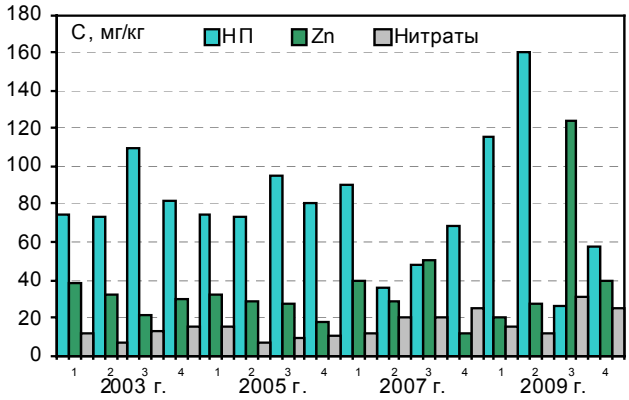


Рис. 2.49. Динамика фоновых значений массовых долей (С) НП, цинка и нитратов в почвах Западной Сибири: 1 - с. Прокудское (для г. Новосибирск), 2 - с. Ярское (для г. Томск), 3 - д. Калинкино (для г. Кемерово), 4 - пос. Сарбала (для г. Новокузнецк)

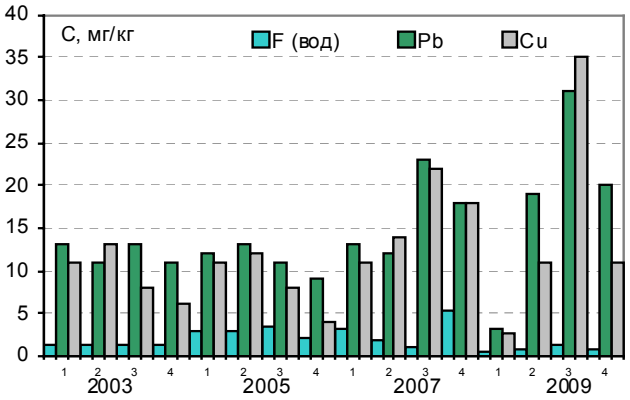


Рис. 2.50. Динамика фоновых значений массовых долей (С) водорастворимого фтора, свинца и меди в почвах Западной Сибири: 1 - с. Прокудское (для г. Новосибирск), 2 - с. Ярское (для г. Томск), 3 - д. Калинкино (для г. Кемерово), 4 - пос. Сарбала (для г. Новокузнецк)

Табл. 2.22. *Массовые доли металлов и мышьяка в почвах фоновых районов Российской Федерации, мг/кг*

Форма нахож-дения	Cr	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Hg(в)	V	Mo	Sn	Sr	Al	As
Верхнее Поволжье, г. Нижний Новгород, 2009 г.																
в	<85	35	386	<21	78	<9,2	<3,2	<4			<26	4,1	<2,3			
г. Дзержинск, 2009 г.																
в	<85	27	<299	28	103	<14	<4,8	<4		<0,028	<43	4,2	<1,9			
г. Кирово-Чепецк, 2009 г.																
в	<124	<14	379	<26	132	<13	<3,7	<4			37	3,9	<1,9			
г. Саранск, 2009 г.																
в	<97	50	524	37	154	30	8,2	<4			72	4,0	<1,9			
Западная Сибирь, г. Кемерово, д. Калинкино ЮЮЗ, 58 км от ГРЭС, 2009 г.																
к		31			124	35		<0,20								
г. Новокузнецк, пос. Сарбала, ЮЮВ 32 км от ГРЭС, 2009 г.																
к		20			40	11		<0,1								
г. Новосибирск, с. Прокудское, ПЗРО «Радон», 2009 г.																
к		3,1			20	2,6		<0,1								
г. Томск, с. Ярское, Ю 43 км от ГРЭС-2, 2009 г.																
к		19			28	11		0,16								
Иркутская область, г. Зима, 2009 г.																
в		12	777	23	64	12	21	но	31700	0,03						
г. Саянск, 2009 г.																
в		10	610	23	57	15	7,8	но	36300	0,04						
Московская область, Наро-Фоминский район, 2009 г.																
к	30	8	400	16	40	11	8	0,5	10000							
Омская область, районы, 2009 г.																
в	88	25	859	37	56	25	<10				68			162		9,1
Оренбургская область, г. Медногорск*, 2009 г.																
к		24	390	48	96	46		0,6							4560	
Приморский край, Владивосток, 2009 г.																
к	25	28	750	14	70	14	13	но								
п	но	но	65	но	8,6	но	но	но								
вод	но	но	0,20	но	0,10	но	но	но								
РеспубликаБашкортостан, г. Давлеканово, 2009 г.																
в		11		88	40	20		но								
г. Ишимбай, 2009 г.																
в		14			107	21		но								
г. Стерлитамак, 2009 г.																
в		15		110	77	23		но								
г. Уфа, 2009 г.																
В		10		90	71	25		но								
Республика Татарстан, г. Казань (для суглинистых почв), 2009 г.																
к	150	9	300	14	23	8,3	5,7	0,15								
г. Казань (для песчаных почв), 2009 г.																
к	113	10	300	2	13	2,5	5	0,03								
г. Нижнекамск (для суглинистых почв), 2009 г.																
к	280	10	275	36	30	11	6	0,15								
г. Нижнекамск (для супесчаных почв), 2009 г.																
к	210	5,3	370	15	18	3	7	но								
г. Набережные Челны, 2009 г.																
к	280	9	250	30	30	11	6	0,1								
Самарская область, г. Самара, 2009 г.																
к		19	330	33	70	20		0,7							1145	
Волжский район, Национальный природный парк «Самарская Лука», З 30 км от г. Самара, 2009 г.																
к		43	161	31	126	37		0,8							1200	
Волжский район, Агрометеостанция «Аглос», ЮЗ 20 км от г. Самара, 2009 г.																
к		6	201	32	181	29		0,7							1820	
Свердловская область, 1989-2009 гг.																
к	44	28	944	35	83	66	19	1,1	21060	0,04						
Свердловская область, 1996-2009 гг.																
п	0,8	4,8	119	1,8	16	3,9	08	0,3								
вод	0,06	0,15	1,5	0,25	0,75	0,82	0,07	0,02								
пос. Мариинск, 2009 г.																
к	36	23	1020	27	80	60	20	0,9	24540	0,054						
п	0,9	2,9	80	1,0	21	4,3	<0,3	0,3								
вод	0,07	0,12	1,4	0,22	0,59	0,58	0,09	<0,02								

Для почв городов фоновые массовые доли определяют в почвах, аналогичных городским, вне зоны локального загрязнения почв, сформированной вокруг города

* *Значения фоновых массовых долей скорректированы в ИПМ ГУ «НПО «Тайфун»*

в *- валовая форма,* ***к*** *- кислоторастворимые,* ***п*** *- подвижные,* ***вод*** *- водорастворимые формы;*
но *- не обнаружено, т.е. ниже предела обнаружения.*

***Табл. 2.23**. Массовые доли НП, фтора, сульфатов и нитратов, мг/кг, в почвах фоновых районов Российской Федерации*

Место наблюдения	Год наблюдения	НП	Фтор		Сульфаты	Нитраты
			в	вод		
Верхнее Поволжье, г. Нижний Новгород	2009	<153				
г. Дзержинск, д. Дубки	2009	113				
Западная Сибирь, г. Новосибирск, с. Прокудское	2009	115		0,40		16
г. Кемерово, д. Калинкино, ЮЮЗ 58 км от ГРЭС	2009	26		1,2		31
г. Новокузнецк, пос. Сарбала, ЮЮВ 32 км от ГРЭС	2009	58		0,76		25
г. Томск, с. Ярское, Ю 43 км от ГРЭС-2	2009	160		0,74		12
г. Омск	2009	40				
Иркутская область, г. Зима	2009			1,1	547	
г. Саянск	2009			1,1	353	
г. Братск	2009		24			
пос. Жилкино	2009	40				
Оренбургская область, г. Медногорск	2009	40		1,1	125	12
Приморский край, г. Владивосток	2009			1,3	17	
Республика Татарстан, г. Казань	2009	50* 20**				
г. Нижнекамск	2009	73* 70***				
г. Набережные Челны	2009	70*				
Самарская область, г. Самара	2009	50		0,5	35	7
Волжский район, Национальный природный парк «Самарская Лука», З 30 км от г. Самара	2009	68		1	25	2
Волжский район, Агрометеостанция «Аглос», ЮЗ 20 км от г. Самара	2009	19		1	57	4
Свердловская область	1994-2009 1995-2009			1,9		2,8
пос. Мариинск	2009			<0,2		3,0

Для почв городов фоновые массовые доли определяют в почвах, аналогичных городским, вне зоны загрязнения почв, сформированной вокруг города
** Для суглинистых почв*
*** Для песчаных почв*
****Для супесчаных почв*

***Табл. 2.24**. Динамика фоновых массовых долей ТПП, в почвах в районе пос. Мариинск Свердловской области (30 км на Ю от г. Ревда), мг/кг*

Год наблюдения	Количество проб, шт.	Показатель	Cr	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Hg (вал)	Нитраты	Фтор
Кислоторастворимые формы														
1999	1		50	20	925	46	61	278	23	0,5	27600	0,01		
2001	1		50	10	776	53	80	27	44	0,24	22200	0,13		
2002	1		46	50	848	38	137	71	21	1,5	34800	0,08		
2003	4	Ср	95	30	766	34	97	89	46	1,1	18200	0,05		
2004	3	Ср	107	26	895	37	89	94	20	1,1	24500	0,043		
2005	5	Ср	48	40	1100	32	109	88	22	1,2	23400			
2006	5	Ср	46	28	1150	37	97	77	19	0,82	19200	0,066		
2007	5	Ср	41	30	1260	34	110	120	24	1,1	24600	0,056		
2008	5	Ср	45	34	558	32	84	79	20	1,0	23130	0,028		
2009	5	Ср	36	23	1020	27	80	60	20	0,9	24540	0,054		
Подвижные формы														
1999	1		1,7	6,9	109	5,0	7	25	0,6	0,58				
2001	1		1,0	2,3	64	2,3	4,2	0,8	1,5	<0,01				
2002	1		0,5	11,5	211	1,2	44	2,7	1,2	1,12				
2003	4	Ср	0,85	6,9	220	3,9	14	3,8	1,4	0,40				
2004	3	Ср	1,2	3,5	140	2,4	17	5,2	1,2	0,48				
2005	4	Ср	0,8	5,7	115	0,63	16	5,3	0,75	0,20				
2006	5	Ср	0,76	4,9	123	1,0	24	3,8	0,72	0,28				
2007	5	Ср	0,78	5,1	107	1,1	14	4,2	0,98	0,32				
2008	5	Ср	0,74	9,8	85	0,84	20	4,7	1,08	0,32				
2009	5	Ср	0,9	2,9	80	1,0	21	4,3	<0,3	0,3				
Водорастворимые формы														
1999	1		0,05	0,46	0,84	0,36	0,62	1,9	0,12	0,05				
2001	1		<0,01	<0,01	1,1	<0,01	1,1	0,10	<0,01	<0,01			9,3	
2002	1		0,36	0,27	1,2	0,17	1,3	1,6	0,17	<0,01			0,6	<0,20
2003	4	Ср	0,085	0,20	3,2	0,27	1,6	2,2	0,15	0,07			2,0	<0,20
2004	3	Ср	0,02	0,13	1,7	0,78	0,41	1,9	0,05	0,03			4,6	<0,20
2005	4	Ср	0,02	0,043	0,55	0,05	0,15	0,42	0,028	0,025			2,5	<0,20
2006	5	Ср	0,02	0,06	0,50	0,072	0,25	0,48	0,022	0,01			2,1	<0,20
2007	5	Ср	0,03	0,09	1,1	0,046	0,31	0,37	0,046	<0,01			3,5	<0,20
2008	5	Ср	<0,036	0,13	1,83	0,23	0,92	0,78	0,086	0,03			3,0	<0,20
2009	5	Ср	0,07	0,2	1,4	0,22	0,59	0,58	0,09	<0,09			3,0	<0,2

2.5. Загрязнение поверхностных вод

2.5.1. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным сети гидрохимического мониторинга

Бассейн Азовского моря

р. Дон, г. Данков, г. Лебедянь, г. Задонск. В 2009 г. вода р. Дон выше г. Данков, г Лебедянь, г. Задонск характеризовалась 3 классом качества разрядов «а» и «б» как «загрязненная» и «очень загрязненная». Среднегодовое содержание легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) не превышало ПДК. Наиболее высокая максимальная концентрация легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) достигала 2,68 мг/л (выше г. Лебедянь), при этом число случаев превышения 1 ПДК колебалось в пределах от 62,5% до 75%. В створах выше городов среднегодовые концентрации в воде соединений меди (кроме створа выше г. Лебедянь), нитратного азота, соединений цинка, нефтепродуктов, как и в предыдущие годы, не превышали ПДК, аммонийного и нитритного азота, соединений железа незначительно превышали ПДК.

На рисунке 2.51. показано изменение в многолетнем плане среднегодовых концентраций главных ионов и загрязняющих веществ в фоновом створе р. Дон, г. Данков. В 2009 г. подтвердилось практически не меняющееся во временном аспекте содержание в воде как главных ионов, так и легко- и трудноокисляемых органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК), соединений минерального азота и железа, хороший режим растворенного в воде кислорода, что подтверждается незначительной разницей среднегодового и минимального содержания растворенного в воде кислорода как в отдельные сезоны года, так и в межгодовом плане.

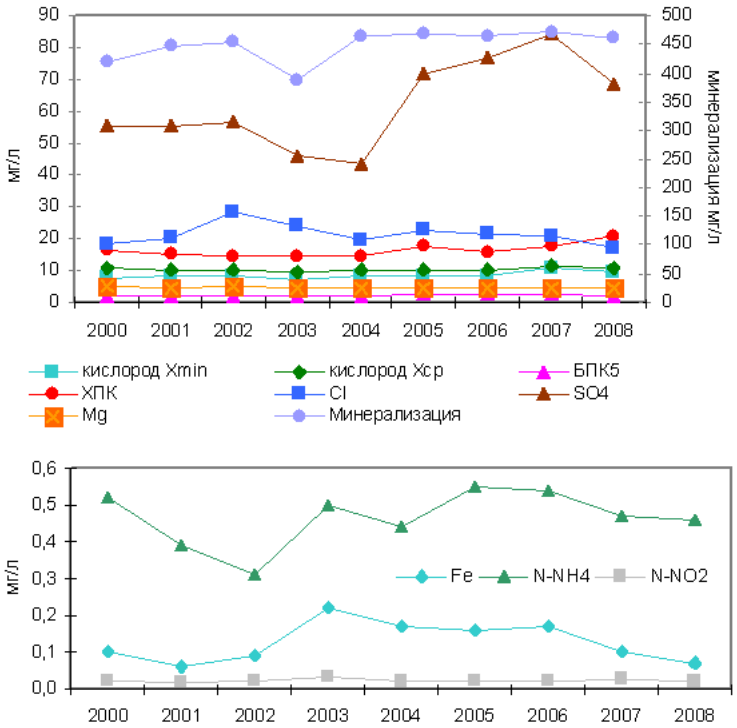


Рис. 2.51. Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды р.Дон, г.Данков за многолетний период

На территории Липецкой области (г. Данков, г. Лебедянь, г. Задонск) среднегодовое содержание основных загрязняющих веществ в воде р. Дон не превышало 1-2 ПДК, максимальные концентрации аммонийного, нитритного азота, соединений железа достигали 3-4 ПДК, более высокая разовая концентрация соединений меди (5 ПДК) фиксировалась в воде реки ниже г. Лебедянь. В 2009 г. на этом участке реки наблюдалось увеличение числа проб с нарушением нормативов по соединениям железа от 12-33% до 62-75%, в створах г. Лебедянь – по соединениям меди от 38% до 62-88%.

р. Ворона, г. Уварово. В 2009 г. по комплексу гидрохимических показателей вода реки в черте г. Уварово характеризовалась 2-м классом качества («слабо загрязненная»). В результате увеличения количества загрязняющих веществ от 3 до 5 из 13, учтенных в комплексной оценке, изменился класс качества воды ниже г. Уварово от 2-го на 3-й, разряда «а», вода оценивалась как «загрязненная». У г. Борисоглебск качество воды несколько улучшилось до 2-го класса («слабо загрязненная» вода), количество загрязняющих веществ снизилось от 6 до 3 из 13, используемых при расчете комплексной оценки. Средняя минерализация воды мало изменилась по сравнению с 2007-2008 гг. и составляла 477-636 мг/л, максимальная не превышала 528-708 мг/л и была ниже ПДК. Среднегодовое содержание в воде соединений железа (кроме г. Борисоглебск), АСПАВ, аммонийного, нитритного азота было ниже 1 ПДК, соединений меди, цинка, никеля соответствовало нулевым значениям. По-прежнему в воде реки у г. Уварово содержание нефтепродуктов повышено до 2,5-3 ПДК (максимальная концентрация достигала 4 ПДК), в черте г. Борисоглебск соответствовало нулевым значениям. В воде реки в районе г. Борисоглебск снизилось содержание соединений меди до нулевых значений. Среднегодовые концентрации легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) и трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) изменялись в пределах 1,64-1,98 мг/л и 15,0-19,6 мг/л соответственно. Режим растворенного в воде кислорода в целом был удовлетворительным, минимальная концентрация кислорода находилась на уровне 4,68 мг/л (ниже г. Уварово).

Вода ряда проток верхнего течения Дона характеризовалась как «слабо загрязненная» (2 класс качества) - р. Лесной Воронеж, р. Метыра, р. Битюг (3 км к В от рп. Анна, 2 км к В от г. Бобров), р. Тихая Сосна (выше г. Алексеевка).

р. Савала. Качество воды реки в 2009 г. ухудшилось до 3 класса, вода характеризовалась как «загрязненная». В 2009 г. отмечалось увеличение количества загрязняющих веществ в воде реки от 3 до 5 из 12, используемых в комплексной оценке. Режим растворенного в воде кислорода был удовлетворительным, минимальная концентрация составляла 7,76-7,92 мг/л. Среднегодовое содержание в воде реки легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) у г. Жердевка не превышало ПДК, трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) было в пределах или незначительно превышало 1 ПДК. В течение года в воде реки, как и в предыдущие годы, не обнаружены соединения меди, цинка. Концентрации нитратного азота, соединений железа не превышали ПДК, аммонийного азота незначительно превышали ПДК в 14-29% проб воды. Мало изменились среднегодовые и максимальные концентрации нитритного азота и достигали 1 и 4 ПДК, повторяемость случаев превышения ПДК снизилась от 71-100% до 43%. Несколько снизилось количество проб, в которых фиксировалось нарушение нормативов по нефтепродуктам от 100% до 71%, среднегодовые и максимальные концентрации составляли 1-3 ПДК. Минерализация воды была невысокой и составляла в среднем 466-476 мг/л.

Река Северский Донец, с. Беломестное. Качество воды реки в 2009 г. незначительно улучшилось и характеризовалось 3 классом разряда «а» («загрязненная» вода). В воде реки снизилось среднегодовое и максимальное содержание соединений марганца до 4 ПДК, 10 ПДК и нитритного азота до значений ниже ПДК и 4 ПДК; уменьшилась повторяемость случаев превышения ПДК от 69% и 38% до 54% и 8% соответственно. Минерализация воды мало изменилась и колебалась от 521 мг/л до 703 мг/л. Среднегодовое содержание в воде реки трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), аммонийного, нитратного азота, соединений меди, цинка, железа, фенолов, нефтепродуктов не превышало ПДК, легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) незначительно превышало ПДК, максимальное достигало: соединений железа, фенолов, фосфатов - 2 ПДК, соединений меди - 3 ПДК, нитритного азота - 4 ПДК, соединений марганца - 10 ПДК. Содержание растворенного в воде кислорода находилось на уровне 6,88 мг/л.

Бассейн Баренцева моря

р. Пинега, с. Кулогоры. В 2009 г. качество воды реки, как и в предыдущие годы, определялось природным фоном. Максимальные концентрации, отмечаемые в период весеннего половодья, достигали: соединений меди до 2,5 ПДК, цинка до 3 ПДК, железа до 5 ПДК. В 2009 г. уменьшилось количество проб, в которых наблюдалось нарушение нормативов лигносульфонатами от 75 до 25%, максимальная концентрация превышала ПДК в 2 раза, среднегодовая была ниже ПДК. В воде реки повышено содержание трудноокисляемых органических веществ (по ХПК): среднегодовое до 2 ПДК, максимальное до 3 ПДК. В течение последних 10 лет среднегодовое содержание соединений железа, меди, цинка колебалось, в основном, в пределах 2-3 ПДК. Минимальное содержание растворенного в воде кислорода составляло 5,05 мг/л. В единичной пробе наблюдалось превышение установленного норматива по аммонийному азоту до 2 ПДК.

Бассейн Карского моря

Притоки озера Байкал

р. Голоустная. В воде реки большинство загрязняющих веществ не превышало ПДК. Следует отметить появившуюся тенденцию увеличения содержания в воде нитритного азота, нефтепродуктов, соединений железа, меди и цинка. По комплексу показателей вода реки оценивалась 2 классом как «слабо загрязненная».

р. Б. Сухая. В 2009 г. по сравнению с 2008 г. в воде реки появились фенолы в концентрациях до 4 ПДК, увеличилось содержание соединений железа до 2,4 ПДК. Содержание аммонийного азота, соединений меди, цинка, взвешенных веществ осталось на уровне 2008 г. и не превышало допустимых значений. Вода реки характеризовалась 2 классом как «слабо загрязненная».

р. Мантуриха. Концентрации большинства загрязняющих веществ в воде р. Мантуриха не превышали ПДК, за исключением соединений железа, фенолов и трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), максимальные значения которых не превышали 8,6; 8 и 1,6 ПДК (23,9 мг/л). Среднегодовое содержание соединений железа и фенолов составляло 3 и 4 ПДК. По сравнению с 2008 г. класс качества воды реки не изменился (2 класс, «слабо загрязненная»).

р. Бугульдейка. В 2009 г. содержание ряда ингредиентов в воде р. Бугульдейка незначительно повысилось до величин, не превышающих ПДК - нитратного азота, взвешенных веществ, соединений железа и нефтепродуктов; трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) и фосфатов снизилось, превышение предельно-допустимых концентраций наблюдалось по легкоокисляемым органическим веществам (по $БПК_5$) до 2,4 мг/л и соединениям меди до 2,4 ПДК. Комплексная оценка качества воды показала, что вода оценивается как «условно чистая» 1 классом качества.

рр. Сарма, Выдриная, Хара-Мурин, Утулик. Концентрации подавляющего большинства химических веществ в водах рек не превышали предельно-допустимых. Максимальные концентрации превышали ПДК: в воде р. Сарма - соединений меди до 2,3 ПДК; в воде р. Выдриная, Хара-Мурин, Утулик - фенолов в 2-3 раза. Увеличение содержания в воде рек одних показателей было сбалансировано уменьшением других; в результате комплексная оценка показала, что в целом качество воды рек в 2009 г. по сравнению с предыдущим периодом не изменилось и продолжало характеризоваться 1 классом качества («условно чистая»).

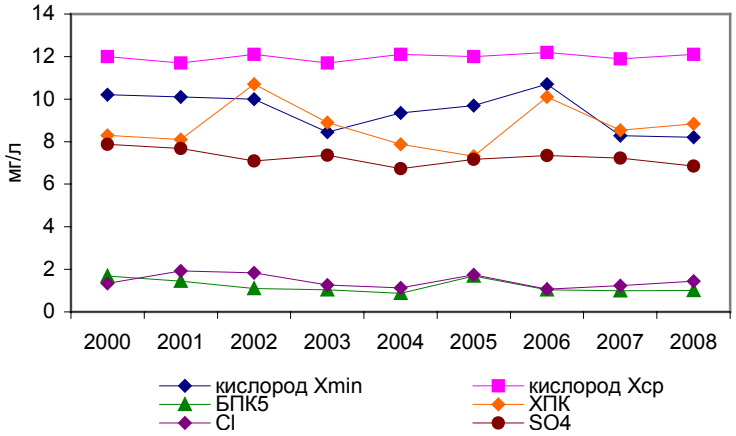


Рис. 2.52. *Изменение среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища, ГМС-Исток Ангары за многолетний период*

р. Мысовка. В устье реки наблюдались превышения ПДК трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), соединений железа и фенолов, с максимальным содержанием 30,2 мг/л, 7 ПДК и 3 ПДК соответственно, среднегодовое содержание соединений железа и фенолов превышало ПДК в 2 раза. Согласно комплексной оценке изменений в качестве воды реки по сравнению с 2008 г. не произошло. Вода по-прежнему характеризовалась 2 классом качества («слабо загрязненная»).

р. Снежная. В воде устья реки максимальные концентрации фенолов достигали 3 ПДК, соединений меди - 1,2 ПДК. По сравнению с 2008 г. незначительно возросло содержание в воде реки аммонийного азота, снизились концентрации взвешенных веществ, соединений железа и цинка. В результате в 2009 г. качество воды реки улучшилось по сравнению с 2008 г. от 2 класса («слабо загрязненная») до 1 класса («условно чистая»).

вдхр. Иркутское. Качество воды водохранилища определяется химическим составом байкальских вод, являющихся основным источником формирования водной массы водоема, а также влиянием судоходства и сточных вод очистных сооружений пос. Листвянка (санаторий «Байкал» и комплекс Лимнологического института СО АН), реакреационной деятельностью в районе водохранилища.

На рисунке 2.52. показано изменение в многолетнем плане среднегодовых концентраций отдельных ингредиентов и показателей качества воды Иркутского водохранилища в створе ГМС Исток Ангары. Содержание в воде водохранилища легко- и трудноокисляемых органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК) в многолетнем плане практически не меняется, оставаясь невысоким, не превышающим или незначительно превышающим ПДК. В 2009 г. в воде Иркутского водохранилища отмечались превышения ПДК соединений меди и легкоокисляемых органических веществ в 1,1-1,2 раза. Содержание хлоридов и сульфатов в воде водохранилища значительно ниже ПДК. Режим растворенного в воде водохранилища кислорода хороший.

В створах пос. Патроны и в районе г. Иркутск среднегодовое содержание соединений меди превышало ПДК в 1,8 и 1,1 раза соответственно; фенолов - колебалось на уровне ПДК; максимальная концентрация легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) составляла 1,1 и 1,4 ПДК.

По комплексу показателей вода Иркутского водохранилища продолжала оцениваться как «условно чистая» (1 класс качества).

Бассейн Восточно-Сибирского моря

р. Лена. В 2009 г. качество воды р. Лена в фоновом створе верхнего течения (рп. Качуг, г. Усть-Кут) ухудшилось, у рп. Качуг от 1 класса качества («условно чистая») до 2 класса («слабо загрязненная»), у г. Усть-Кут от 1 класса до 3 класса, разряда «а» («загрязненная»). Ухудшение качества воды р. Лена обусловлено увеличением максимального содержания у рп. Качуг легко- и трудноокисляемых органических веществ, соединений железа и марганца до 3,7; 2,3; 1,7 и 1,4 ПДК; у г. Усть- Кут легко- и трудноокисляемых органических веществ, нитритного азота, соединений железа и меди до 4,2; 2,4; 1,5; 3,4 и 2 ПДК соответственно.

В фоновом створе г. Киренск качество воды не изменилось, и продолжало характеризоваться 2 классом («слабо загрязненная»).

р. Бытантай, с. Асар. С 2006 г. наблюдалось ухудшение качества воды р. Бытантай от «слабо загрязненной» до «загрязненной» в 2007-2008 гг. В 2009 г. вода реки продолжала характеризоваться как «загрязненная». Среднегодовые концентрации основных загрязняющих веществ в воде реки остались на уровне 2007-2008 гг., соединений железа увеличились до 3,1 ПДК, максимальная концентрация составляла 9 ПДК.

Бассейн Тихого океана

В 2009 г. качество поверхностных вод Камчатки мало изменилось по сравнению с предыдущим периодом наблюдений.

В целом по водотокам полуострова на четверть снизилась повторяемость превышения ПДК фенолов, при практически не изменившейся среднегодовой концентрации; по отдельным створам наблюдений отмечалось увеличение содержания в воде нефтепродуктов, соединений свинца, меди и цинка. Более чем в 70% от общего числа створов наблюдений выявлено по 5-6 загрязняющих веществ, в четырех створах - по 7, а в фоновом створе р. Паужетка - 8. В рр. Кавыча, Кирганик (бассейн р. Камчатка) и Быстрая (бассейн р. Паратунка) выявлено по 4 загрязняющих вещества. К характерным загрязняющим веществам исследуемых рек относятся нефтепродукты и соединения меди. По частоте и кратности превышения ПДК выделяются нефтепродукты. В большей степени, чем другие водотоки, нефтепродуктами загрязнена р. Озерная и ее приток р. Паужетка. В меженные периоды и в половодье в реках зарегистрировано 14 случаев высокого загрязнения воды нефтепродуктами до 33,8-49,6 ПДК. В результате в 2009 г. в воде этих водных объектов вдвое, до 32,3-37,2 ПДК, увеличилось среднегодовое содержание нефтепродуктов. Увеличение содержания в воде этих рек нефтепродуктов продолжается в течение нескольких последних лет, видимых загрязнений прибрежной полосы и водной поверхности рек (нефтяная пленка) не наблюдается.

Во время межени зарегистрировано по одному случаю ВЗ нефтепродуктами воды р. Камчатка в районе п. Козыревск и ее притока р. Быстрая - с. Эссо в двух створах: соответственно 49,2; 37,4 и 46,8 ПДК.

В 2009 г. по сравнению с 2008 г. увеличилось содержание нефтепродуктов в 2-3 раза в воде рр. Быстрая, выше с. Эссо, Кавыча, Плотникова, Большая Воровская, Удова; уменьшилось в среднем в 2,5 раза в воде р. Камчатка, выше п. Ключи и Авача, Средняя Авача, ниже г. Елизово. Наименее загрязнены нефтепродуктами поверхностные воды бассейнов рр. Авача, Средняя Авача; Паратунка и Большая, Быстрая - в среднем до 1,3-3,9 ПДК.

Загрязнение водотоков Камчатки соединениями меди чаще всего носит природный характер, поскольку большая часть территории края относится к меденосной внутренней зоне Тихоокеанского рудного пояса. Возможно поступление соединений меди со стоками с сельскохозяйственных угодий и частных подсобных хозяйств, использующих медьсодержащие препараты. Для всех водных объектов, за исключением рр. Большая, Быстрая и Большая Воровская, соединения меди являются характерным загрязняющим веществом с повторяемостью случаев превышения ПДК 57-100%. Средние за год концентрации соединений меди находились в диапазоне 2,7 ПДК (р. Большая Воровская) - 7,2 ПДК (р. Быстрая - приток р. Паратунка).

Содержание соединений свинца, возросшее в 2008 г. практически во всех реках, сохранилось и в 2009 г. Наибольшее среднегодовое содержание 1,4-2,1 ПДК при 71-100% повторяемости случаев превышения ПДК обнаружено в воде притоков р. Камчатка, протекающих вблизи Эссовского гидротермального месторождения (рр. Уксичан, Быстрая и Анавгай), а также в воде рр. Озерная и Паужетка.

Нарушение санитарной нормы соединениями цинка, как и ранее, наблюдалось в 14% от общего количества проанализированных за год проб воды, максимальная величина не превышала 4,2 ПДК.

Концентрации соединений кадмия 1,05-1,31 мкг/л были зарегистрированы в воде р. Камчатка, с. Долиновка и ниже п. Ключи, рр. Озерная и Удова в различные периоды наблюдений, 4,56 мкг/л в воде рр. Авача, Средняя Авача, ниже г. Елизово в половодье.

Уровень загрязненности воды большей части рек фенолами в 2009 г. не изменился, лишь в отдельных створах р. Камчатка и некоторых ее притоках, в рр. Быстрая и Паужетка, ниже п. Паужетка содержание фенолов уменьшилось в 1,9-3,7 раза (в среднем до 2 ПДК). Снизилось и число водотоков, для которых эти загрязняющие вещества являются характерными, от 90% в 2008 г. до 50% в 2009 г. В воде остальных водных объектов среднегодовые концентрации фенолов составляли 1-4 ПДК, максимальные, в основном, не превышали 7 ПДК. Только в воде рр. Авача, Средняя Авача, ниже г. Елизово и ее притоке р. Корякская в период дождевого паводка концентрации фенолов достигали 12 и 15 ПДК.

Содержание в речных водах легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) в 2009 г. соответствовало уровню содержания в 2006-2008 гг., в третьей части проб, отобранных в водных объектах Камчатки, величина $БПК_5$ превышала ПДК максимумом в 2,6 раза в р. Быстрая, выше с. Эссо на подъеме половодья.

В 2009 г. в р. Паужетка, ниже п. Паужетка содержание трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) достигало 2 ПДК. Величина ХПК превышала ПДК в единичных случаях, в основном, в бассейнах рр. Озерная, реже Авача, Средняя Авача.

Нитритный азот в воде водных объектов Камчатки чаще всего либо отсутствовал, либо наблюдался в малых количествах, разовые повышенные концентрации 1,4-3,9 ПДК отмечались в воде 7 створов наблюдений.

Вода большей части рек полуострова маломинерализована. Наибольшие величины суммарного содержания главных ионов 122-150 мг/л наблюдались в зимнюю межень в водотоках, подверженных влиянию близости вулканов и минеральных термальных источников: р. Камчатка, п. Козыревск и п. Ключи, рр. Красная, Озерная, Паужетка.

В 2009 г., как и в предыдущие три года, взвешенные вещества в речной воде содержались в небольших количествах - в среднем по водотокам 25,5 мг/л. Максимальные концентрации 256-333 мг/л были зафиксированы в половодье в р. Камчатка, п. Козыревск и ниже п. Ключи и р. Красная, соответственно, наибольшими для этих водотоков были и средние за год их величины: 54,4-58,3 мг/л.

Режим растворенного кислорода в воде рек Камчатки в течение 2009 г. был удовлетворительным. Только в водотоках бассейна р. Камчатка и в р. Брюмка в зимнюю межень и на подъеме половодья наблюдался небольшой дефицит насыщения воды кислородом - 2-11%.

В качестве воды рек бассейна существенных изменений в течение трех последних лет не произошло. В отдельных створах наблюдений в воде среднегодовое содержание нефтепродуктов возросло, фенолов - снизилось, соединений меди, цинка, свинца и других металлов, взвешенных, биогенных, органических веществ, главных ионов - не изменилось.

Вода большей части рек Камчатки (60%) характеризуется как «загрязненная» (3 класс качества, разряд «а»). Наиболее загрязнена в 2009 г. вода р. Паужетка (фоновый створ), которая оценивается 4 классом качества, разряда «а» («грязная»); вода р. Камчатка (с. Долиновка); р. Быстрая, р. Уксичан (с. Эссо), р. Анавгай (с. Анавгай) характеризуется 3 классом качества, разряда «б» - «очень загрязненная»; вода рек Кавыча, Кирганик, Быстрая, Ключевка - 2 классом качества («слабо загрязненная»).

2.5.2. Фоновое загрязнение поверхностных вод (по данным СКФМ)

Тяжелые металлы

Фоновое содержание ртути, свинца, кадмия в поверхностных водах большинства фоновых районов России соответствовало интервалам величин, наблюдаемых в последние годы, и составило для ртути 0,1-41 мкг/л, свинца 0,8-3,5 мкг/л, кадмия - 0,1-39,4 мкг/л. На Азиатской территории России фоновые концентрации тяжелых металлов, как правило, ниже, чем на ЕТР (табл. 2.25.).

Пестициды и ПАУ

Концентрации р,р-ДДТ и суммы изомеров ДДТ в поверхностных водах большинства фоновых территорий оставались низкими. Концентрации ДДТ и γ-ГХЦГ в большей части проб были близки к пределам обнаружения изомеров (табл. 2.25.).

Содержание бенз(а)пирена и бензперилена в поверхностных водах заповедников, как и в прошлые годы, составило от 0,9 до 5,2 нг/л.

Табл. 2.25. Фоновое загрязнение поверхностных вод по данным СКФМ

Свинец, мкг/л		Кадмий, мкг/л		Ртуть, мкг/л		Бенз(а)пирен, нг/л		сумма-ДДТ, нг/л		г-ГХГЦ, нг/л	
диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.	диапазон	2009 г.
Кавказский БЗ, 1982-2009 гг.											
0,2-16,0	1,4	0,03-1,0	0,18	0,03-1,4	0,13	0,05-8,9	5,2		395	нпо-27	27
Приокско-Террасный БЗ, 1987-2009 гг.											
0,04-39,4	3,5	0,03-3,5	0,23	0,03-8,7	0,2	0,05-12,9	2,0		394	2,4-33,2	25,1
Баргузинский БЗ, 1982-2008 гг.											
0,2-7,4	1,7*	0,01-1,5	0,09*	0,01-9,7	1,03*	0,05-16,3	1,0*			нпо-2,8	1,9*
Астраханский БЗ, 1988-2009 гг.											
0,2-128,0	3,4	0,04-90,8	39,4	0,03-74	41	нпо-11,7	2,3		91,7	нпо-63,5	14
Воронежский БЗ, 1990-2009 гг.											
0,5-50	2,1	0,01-4,6	0,12	0,003-1,0	1,0	0,05-5,6	2,1		49,5	нпо-8,8	14,4
Яйлю, 2002-2009 гг.											
0,3-3,6	2,6	0,03-0,7	0,43	0,01-0,08	0,22	0,2-3,6	0,9		127	нпо-10,9	6,1
Смоленское поозерье, 2009 г.											
	1,8		0,13		3,5		0,9				
Центрально-лесной БЗ, 1988-2009 гг.											
0,2-66,6	0,8*	0,03-5,7	0,5*	0,03-0,5	0,2*	0,05-22,0	1,3*			нпо-15	нпо

нпо - ниже предела обнаружения
** - последнее измерение*

2.5.3 Состояние загрязнения поверхностных вод малых озер запада ЕТР

В ходе проводимых исследований для организации фоновых наблюдений за загрязнением природной среды на территории национального парка «Смоленское Поозерье» (биосферный резерват программы ЮНЕСКО «Человек и биосфера» (МАБ)) в 2009 г. определялись концентрации макроионов, тяжелых металлов и стойких органических загрязнителей в оз. Сапшо, являющемся одним из центральных водосборных объектов. В 2007-2008 гг. также проводилось обследование территории парка с отбором проб поверхностных вод на нескольких небольших реках и озерах ледникового происхождения, являющихся истоковыми или проточными для основных рек (р. Ельша и р. Половья) и их притоков.

Характерной особенностью района является отсутствие транзитных рек и расположение на водоразделе, где берут начало притоки 3-го порядка р. Западная Двина (рис. 2.53.). Это исключает возможность загрязнения водных объектов парка поверхностными водами извне. Значительная залесенность влияет на ход весеннего половодья, снижая высоту уровня воды и увеличивая продолжительность этого периода до 20 дней и более. Кроме того, вместе с наличием проточных озер сток рек отличается более выраженной зарегулированностью, несмотря на то, что основной объем стока рек приходится на весенний период (50-70% годового стока).

Результаты анализов, представленные в таблице 2.26. и на рисунке 2.54., показывают, что в 2009 г. содержание макроионов в озере было значительно ниже уровней, допустимых рыбохозяйственными нормативами. Немного повышенные значения $БПК_5$ характеризуют весеннюю ситуацию перед и сразу после схода льда. Содержание тяжелых металлов отмечалось в пределах вариаций их фоновых значений по наблюдениям СКФМ (табл. 2.25. и 2.27.). Для весенних проб воды характерно практически полное отсутствие пестицидов и бенз(а)пирена.

Обзор исследований за трехлетний период показал, что водоемы можно охарактеризовать как чистые, они не испытывают заметной антропогенной нагрузки (табл. 2.26. и 2.28.). Большинство показателей, используемых в качестве основных на государственной сети наблюдений, находятся в пределах естественных изменений. Даже концентрации марганца (Mn^{+2}), повсеместно превышающие рыбохозяйственный ПДК в 2-10 раз, отражают природные особенности питания рек в период межени и малой воды. На рр. Ельша и Половья отмечаются высокие уровни железа, что характерно для поступающих болотных вод. Вариации концентраций свинца, кадмия и пестицидов в воде озер и рек на территории парка, полученные сотрудниками ИГКЭ по результатам обследований 2007-2009 гг., невысоки и согласуются с данными сети СКФМ.

Результаты анализов проб воздуха в районе оз. Сапшо в июле 2009 г. показали, что район Смоленского Поозерья можно отнести к наиболее чистым территориям европейской территории России. Концентрации газовых оксидов серы и азота составляли 0,12-0,50 мкг/м^3 и 0,9-1,8 мкг/м^3, соответственно; уровни содержания свинца и кадмия не превышали 6,5 и 0,23 нг/м^3, бенз(а)пирена 0,011-0,019 нг/м^3.

Несмотря на то, что приведенные данные получены при рекогносцировочных обследованиях, имеют предварительный характер и требуют дальнейших исследований, можно заключить, что указанный биосферный национальный парк является одним из наиболее удачных мест для размещения станции СКФМ, способной отслеживать уровни и динамику фонового загрязнения западной части Европейской территории России. Слабая нарушенность экосистем, практически отсутствие трансграничного загрязнения с водными потоками и значимого антропогенного влияния позволит получать обоснованные данные о состоянии загрязнения природных сред вследствие глобального и регионального загрязнения атмосферы.

Табл. 2.26. *Концентрации веществ и макроионов в поверхностных водах оз. Сапшо (национальный парк «Смоленское Поозерье»), мг/л*

Определяемые соединения	2009 г., март	2009 г., май	2008 г., октябрь	2007 г., октябрь
Взвешенные вещества	2,0	4,0	<2,0-3,0	<2,0
Водородный показатель (pH)	7,5	8,3	7,9-8,0	7,6-7,7
Кальций (Ca^{+2})	33,2	30,1	33,1-35,9	29,5-36,3
Магний(Mg^{+2})	5,9	6,1	3,0-5,4	4,9-14,4
Сульфаты (SO_4^{-2})	6,9	3,7	8,7-9,9	11,5-11,7
Нитраты (по N_{NO3})	1,67	1,93	0,10-0,12	0,72-0,96
Нитриты (по N_{NO2})	0,002	0,004	<0,006	<0,01-0,01
Аммоний солевой (N_{NH4})	0,03	0,027	0,15-0,18	0,15-0,24
Хлориды (Cl^-)	8,24	7,8	13,2-14,0	12,4-12,9
Фосфаты (P)	0,005	0,005	<0,05	<0,05
СПАВ (анионоактивные)	0,018	0,007	0,054-0,123	0,057-0,067
Кремний	1,9	1,54	1,06-1,07	1,74-1,85
Железо ($Fe_{общ.}$)	0,11	0,011	0,051-0,115	0,071-0,13
Марганец (Mn^{+2})			0,025-0,045	0,08-0,10
ХПК	58,1	36,9	19,0-24,2	32,6-35,8
$БПК_5$	3,5	2,3	2,0-2,8	1,4-1,6

р. Сапша
1. пос. Пржевальское

оз. Сапшо
2. пос. Пржевальское
3. пляж санатория
4. исток р. Сапши
5. пляж пос. Пржевальское
6. устье р. Круглыш

оз. Рытое
7. б/о Чайка
8. центр озера

оз. Чистик
9. пляж у д. Никитинки
10. стоянка Березки

оз. Баклановское
11. б/о Баклановское
12. центр озера
13. д. Бакланово, в районе дачного строительства

оз. Петровское
14. д. Петровское
15. д. Петраково

оз. Дго
16. д. Рыковщина

р. Половья
17. д. Холм
18. граница парка

оз. Ельша
19. д. Подосинки

оз. Б. Стречное
20. у подхода
21. колодец у д. Старый двор
22. источник Серафима Соровского
23. оз. Лошамье
24. р. Должица, д. Петрочаты

Рис. 2.53. *Национальный парк «Смоленское Поозерье». Точки отбора проб*

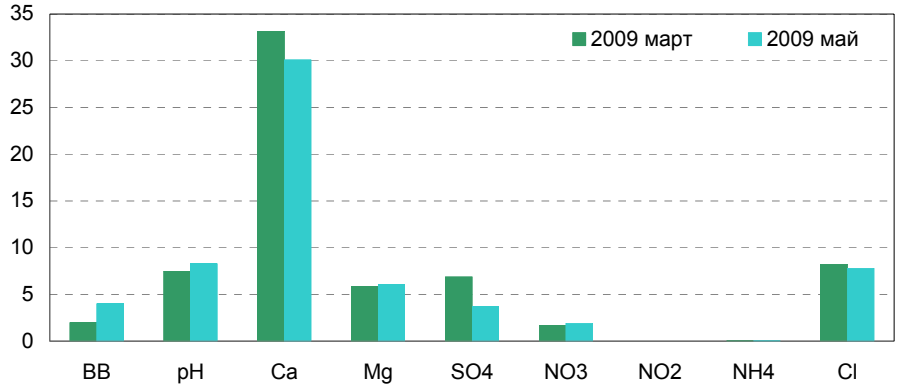


Рис. 2.54. *Концентрации основных макроионов (мг/л) и pH в воде оз. Сапшо (национальный парк «Смоленское Поозерье»)*

Табл. 2.27. *Концентрации загрязняющих веществ в поверхностных водах озер и рек национального парка «Смоленское Поозерье» (2008 г - пробы отобраны в августе)*

Загрязняющие вещества	оз. Сапшо					оз. Бахлановское, д. Баклаково	р. Половья		р.Ельша, д. Подосинки	оз. Лошамье		Грунтовые воды	
	створ пос. Пржевальское		устье р. Сапша		устье р. Круглыш		д. Холм	граница парка				колодец у д. Старый двор	источник Серафима Соровского
	2009 г., март	2009 г., май	2009 г., июль	2008 г.	2008 г.	2008 г.	2008 г.	2008 г.	2009 г., июль	2009 г., июль	2008 г.	2008 г.	2008 г.
Cd, мкг/л	0,2	0,3	0,1	0,05	0,03	0,06	0,03	0,15	0,12	0,09	0,67	0,18	0,51
Pb, мкг/дм^3			1,1	0,5	3,5	0,3	0,4	1,9	1,8	0,4	1,8	6	1,8
Cu, мкг/л	-	0,2	1,5	1	2,2	1,3	0,9	2,3	3,9	1,4	3,6	6,6	9,6
Hg^{2+}, мкг/дм^3			1	0,01	0,04	-	0,8	0,21	0,19	3,5			0,007
α- ГХЦГ, нг/л	-	-	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2	<0,2
γ- ГХЦГ нг/л	-	-	<0,2	3,2	4,7	<0,2	0,8	2,5	1,3	<0,2	<0,2	2,5	<0,2
ДДЕ, нг/л	-	-	7	<0,2	8,4	<0,2	<0,2	<0,2	10,5	4,9	<0,2	<0,2	<0,2
ДДД, нг/л	-	-	18,1	<0,2	2,7	<0,2	<0,2	<0,2	13,1	48,3	<0,2	<0,2	<0,2
ДДТ, нг/л	-	-	<0,2	<0,2	24,4	<0,2	<0,2	6,6		15,5	<0,2	<0,2	<0,2
3,4 -БП, нг/л	-	-	<0,3	1,1	0,6	0,8	1,1	2	<0,3	0,9	0,9	1,1	0,9
1,12 БПЛ, нг/л	-	-	1,5	1,6	1,6	1,6	2,2	4,4	<0,8	<0,8	1,6	2,1	1,6

Табл. 2.28. *Концентрации веществ и макроионов в поверхностных водах национального парка «Смоленское Поозерье» (2007-2008 гг.), мг/л*

Определяемые соединения	оз. Рытое		оз. Чистик		оз. Баклановское		оз. Петровское	оз. Дго		р. Половья		оз. Ельша	оз. Б. Стречное
	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2007 г.	2008 г.	2008 г.	2007 г.
Водородный показатель (pH)	7,4-7,6	8,1-8,2	7,5-7,6	7,9	7,5-7,8	8,0-8,2	7,6-8,0	7,53	7,68	7,52	7,56	7,5	5,7
Кальций (Ca^{+2}), мг/дм^3	46,1-43,9	43,7-44,7	36,3-34,5	31,06-32,06	40,1-43,3	40,7-41,7	39,9-40,7	15,63	17,43	47,09	47,49	33,07	3,01
Магний(Mg^{+2}), мг/дм^3	11,9-13,9	8,03-9,85	5,96-12,8	5,23-5,35	9,24-12,53	8,88-9,48	7,66-11,67	4,26	1,82	10,21	10,58	3,53	1,22
БПК$_5$, мг/дм^3	1,13-1,8	1,2-1,3	1,12-1,6	1,2-1,4	1,3-1,42	1,1-1,3	1,2-2,4	1,48	1,3	1,13	1,3	1,7	0,96
Нитраты (по N_{NO3}), мг/дм^3	0,27-0,64	0,06-0,13	0,16-0,17	0,08-0,10	0,26-0,34	0,08-0,09	0,16-0,12	0,359	0,17	1,205	0,19	0,44	0,162
Нитриты (по N_{NO2}), мг/дм^3	<0,01	<0,006	<0,01	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,01	<0,006	0,01	<0,006	<0,006	<0,01
Аммоний солевой (N_{NH4}), мг/дм^3	0,18-0,31	0,05	<0,05-0,09	<0,05	0,07-0,11	<0,05	<0,05-0,44	0,17	0,16	0,17	0,34	0,39	0,07
Сульфаты (SO_4^{-2}), мг/дм^3	9,9-14,7	5,34-5,8	11,7-14,50	6,46-6,93	16,33-25,3	13,3-13,8	2,06-4,77	5,67	<2,0	19,00	5,62	2,81	5,17/0,11
Хлориды (Cl^-), мг/дм^3	3,33-4,29	3,31	35,24	34,28	3,33-4,29	3,55-3,78	3,78-4,49	<1	0,71	4,29	4,26	2,60	1,00
Фосфаты (P), мг/дм^3	<0,05	<0,05-0,07	<0,05	<0,05-0,07	<0,05	0,08-0,09	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	<0,05	0,05	<0,05
СПАВ (анионоактивные), мг/дм^3	<0,015-0,079	0,029-0,054	0,025-0,72	0,02-0,034	0,032-0,116	0,025-0,034	0,049-0,054	0,082	0,034	0,052	0,064	0,088	0,096
Железо ($Fe_{общ.}$), мг/дм^3	0,055-0,059	0,050-0,054	<0,05	<0,05	0,062-0,065	0,05	0,05-0,55	0,122	0,135	0,242	0,251	0,936	0,089
Марганец (Mn^{+2}), мг/дм^3	0,038-0,068	0,030-0,45	0,004-0,033	0,035-0,04	0,054-0,073	0,065-0,418	0,055-0,101	0,134	0,055	0,059	0,040	0,101	0,027

2.6. Радиационная обстановка на территории России

Глобальное загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами на территории РФ было обусловлено атмосферными ядерными взрывами, проводившимися в 1954-1980 гг. в процессе испытаний ядерного оружия на полигонах планеты

На некоторых территориях РФ имело место дополнительное радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды: на ЕТР в 1986 г. вследствие радиационной аварии на Чернобыльской АЭС, на АТР в 1957 г. вследствие радиационной аварии на ПО «Маяк», расположенном в Челябинской области, и в 1967 г. из-за ветрового выноса радионуклидов с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда сливались жидкие радиоактивные отходы этого предприятия. Кроме того, источниками локального радиоактивного загрязнения окружающей среды являются некоторые предприятия ядерно-топливного цикла, такие как Сибирский химический комбинат в Томской области, Горно-химический комбинат (ГХК) в Красноярском крае, ПО «Маяк» в Челябинской области и некоторые другие.

Наблюдения за радиоактивным загрязнением объектов окружающей среды на территории России осуществляются сетью радиационного мониторинга Росгидромета. В 2009 г. наблюдения за мощностью экспозиционной дозы (МЭД) гамма-излучения проводились на 1 285 станциях и постах. Дополнительно измерения МЭД проводились на 25 постах в крупных городах и автоматических метеостанциях в ближних зонах отдельных АЭС. Наблюдения за радиоактивными атмосферными выпадениями проводились на 409 станциях, за объемной активностью радионуклидов в приземном слое атмосферы - на 48 станциях, за объемной активностью трития в атмосферных осадках - на 33 пунктах и в водах рек - на 15 постах, за объемной активностью ^{90}Sr в водах рек и озер - на 47 постах и в морях - на 10 станциях.

Результаты мониторинга радиоактивного загрязнения объектов окружающей среды техногенными радионуклидами в 2009 г. на территории России за пределами отдельных территорий, загрязненных в результате аварийных ситуаций, приведены в таблице 2.29. Там же для сравнения приведены данные о загрязнении объектов окружающей среды в предыдущие годы, начиная с 2000 г.

Анализ всей совокупности экспериментальных данных показал, что в последние 10 лет радиационная обстановка на территории Российской Федерации была спокойной. Радиационная обстановка в 2009 г. по сравнению с 2008 г. существенно не изменилась.

Табл. 2.29. Радиоактивность объектов окружающей среды на территории России в 2000-2009 гг.

Радионуклид	Единицы измерений	Среднегодовые по стране										Допустимые уровни
		2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.	2009 г.	
Воздух												$ДОА_{нас.}$, Бк/м^3
Объемная активность радионуклидов в приземной атмосфере												
$\Sigma\beta$	10^{-5} Бк/м^3	17,4	16,8	15,9	15,9	16,1	17,3	16,0	15,1	15,4	17,9	–
^{137}Cs	10^{-7} Бк/м^3	3,9	3,7	4,9	4,1	2,8	2,9	2,6	2,8	2,3	2,3	27
^{90}Sr	10^{-7} Бк/м^3	1,20	1,33	1,19	1,36	1,19	0,87	0,90	0,90	0,97	0,95	2,7
$^{239,240}Pu$ (Обнинск)	10^{-9} Бк/м^3	8,7	5,8	7,9	10,6	8,0	4,0	4,3	5,4	5,0	9,9	$2,5 \cdot 10^{-3}$
Радиоактивные атмосферные выпадения												
$\Sigma\beta$	Бк/м^{2}сутки	1,4	1,4	1,4	1,4	1,4	1,3	1,3	1,3	1,3	1,4	–
^{137}Cs	Бк/м^{2}год	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,4	< 0,3	< 0,3	–
^{3}H	кБк/ м^{2}год	1,24	1,72	1,37	1,46	1,26	1,39	1,40	1,40	1,34	1,21	–
Объемная активность радионуклидов в атмосферных осадках												
^{3}H	Бк/л	2,3	3,2	2,8	2,5	2,4	2,8	2,8	2,4	2,6	2,5	–
Вода												УВ, Бк/л
Объемная активность радионуклидов в речной воде												
^{90}Sr**	мБк/л	5,9	6,0	4,8	5,5	6,2	5,7 (6,4)	5,3 (6,7)	5,1(5,7)	4,5(6,0)	4,3(5,6)	5
^{3}H	Бк/л	1,7–3,7	2,3–4,1	2,0–3,3	1,8–3,6	1,8-3,0	1,8-3,5	1,9-3,5	1,9-3,8	2,1-3,3	1,6-3,1	7 700
Объемная активность радионуклидов в морской воде												
^{90}Sr	мБк/л	1,7–16,0	1,9–13,0	2,0-17,0	2,1–3,6	1,8-10,7	1,7-12,2	1,5-6,0	1,0-6,6	1,1-6,1	1,5-7,4	–

$ДОА_{нас.}$ 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
*^{90}Sr** в скобках дано осреднение с учетом проб, отобранных в 2005-2009 гг. в водах рр. Кама, Вишера, Колва*

2.6.1. Радиоактивное загрязнение приземного слоя воздуха

Загрязнение атмосферы техногенными радионуклидами на территории РФ в настоящее время, в основном, обусловлено ветровым подъемом и переносом радиоактивной пыли с поверхности почвы, загрязненной в предыдущие годы в процессе глобального выведения продуктов испытаний ядерного оружия из стратосферного резервуара

В отдельных районах России на радиоактивное загрязнение приземного слоя атмосферы оказывает влияние ветровой перенос радиоактивных продуктов с загрязненных территорий, появившихся вследствие упомянутых выше радиационных аварий.

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

Как видно из таблицы 2.29., в период с 2000 г. по 2009 г. среднегодовая, взвешенная по территории России, объемная суммарная бета-активность долгоживущих радионуклидов (период полураспада более 4-х суток) в приземной атмосфере незначительно колеблется от года к году. Среднегодовые, взвешенные по территории России, суточные выпадения суммарной бета-активности долгоживущих радионуклидов практически не меняются с 2000 г.

Однако, в отдельные дни 2009 г. в приземном слое атмосферы наблюдалась повышенная объемная суммарная бета-активность радионуклидов. По данным оперативного мониторинга радиоактивного загрязнения атмосферы в 2009 г. зарегистрировано 147 таких случаев (в 2008 г. - 118 случаев): 18 случаев десятикратного и более превышения выпадений суммарной бета-активности радионуклидов над фоновыми уровнями и 129 случаев пятикратного и более превышения объемной суммарной бета-активности радионуклидов над фоновыми уровнями. Наиболее высокие значения среднесуточной объемной суммарной бета-активности радионуклидов в приземном слое атмосферы отмечались в п. Огурцово Новосибирской области (НЗХК) - 356-377·10^{-7} Бк/м^3, в Барнауле - 296·10^{-5} Бк/м^3, в п. Сухобузимское Красноярского края (ГХК) - 294·10^{-5} Бк/м^3 и в Н. Новгороде (ОКБ, ПЗРО «Нижегородский филиал» ФГУП «РосРАО» -бывший Нижегородский СК «Радон») - 269·10^{-5} Бк/м^3. Здесь и далее в скобках указаны радиационно опасные объекты, в 100-км зонах которых расположены указанные населенные пункты. Во всех случаях повышенное загрязнение наблюдалось не более одних суток, и в большинстве проб были обнаружены только продукты распада естественных радия и тория.

Наибольшие суточные выпадения суммарной бета-активности радионуклидов наблюдались в Астрахани и Волгограде - 37 и 27 Бк/м^2·сутки, соответственно.

Максимальные превышения среднесуточной объемной суммарной бета-активности радионуклидов над фоновыми значениями в 2009 г. наблюдались в п. Огурцово Новосибирской области - в 29 раз и в гг. Хабаровске, Барнауле и Благовещенске - в 24, 22 и 16 раз, соответственно.

Максимальные превышения суточных выпадений суммарной бета-активности долгоживущих радионуклидов над фоновыми значениями в 2009 г. наблюдались в п. Абакан (Хакасская) - в 28 раз, в пп. Дзержинское, Тутончаны, Курагино (Красноярский край) - в 22-24 раза.

За пределами отдельных территорий, загрязненных в результате упомянутых выше аварийных ситуаций, среднегодовая взвешенная по территории России объемная активность ^{137}Cs в воздухе в 2009 г. составляла, как и в предыдущий год, 2,3·10^{-7} Бк/м^3 (табл. 2.29.). Объемная активность ^{137}Cs в приземном слое атмосферы медленно уменьшается за счет снижения содержания ^{137}Cs в верхнем пылящем слое из-за радиоактивного распада и миграционных процессов. За последние 10 лет она уменьшилась в 1,7 раза, а с 1992 г. (11·10^{-7} Бк/м^3) - в 4,8 раза.

Повышенные по сравнению с фоновыми среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в 2009 г. наблюдались в Нововоронеже (Нововоронежская АЭС) в сентябре - 73·10^{-7} Бк/м^3 и в Курчатове (Курская АЭС) в апреле - 42·10^{-7} Бк/м^3. Повышенные в 9,6 и в 6,5 раза по сравнению с фоновыми среднегодовые объемные активности ^{137}Cs наблюдались в окрестностях тех же радиационно опасных объектов: в Нововоронеже и в Курчатове - 22·10^{-7} Бк/м^3 и 15·10^{-7} Бк/м^3, соответственно. Однако, регистрируемые в этих населенных пунктах объемные активности ^{137}Cs были на шесть-семь порядков ниже допустимой объемной активности ^{137}Cs в воздухе для населения (ДОА$_{НАС.}$) по НРБ-99/2009.

Объемная активность ^{90}Sr в приземном атмосферы также как и ^{137}Cs постепенно уменьшается. Средневзвешенная по территории РФ объемная активность ^{90}Sr за 2009 г. практически не изменилась в сравнении с 2008 г. и составила 0,95·10^{-7} Бк/м^3. Повышенные по сравнению с фоновыми среднеквартальные объемные активности этого радионуклида в 2009 г. наблюдались: во 2-ом квартале в пп. Огурцово Новосибирской области (НЗХК) - 4,1·10^{-7} Бк/м^3 и В. Дуброво Свердловской области (Белоярская АЭС)- 5,0·10^{-7} Бк/м^3, в 3-ем квартале в пп. Огурцово и Нововоронеж (Нововоронежская АЭС) - 4,5·10^{-7} Бк/м^3 и В. Дуброво - 10,3·10^{-7} Бк/м^3, в 4-ом квартале в п. В. Дуброво - 5,0·10^{-7} Бк/м^3 и Иркутске (АЭХК и ПЗРО «Иркутский филиал» ФГУП «РосРАО» - бывший Иркутский СК «Радон») - 5,4·10^{-7} Бк/м^3.

Приведенные значения превышали средневзвешенную по территории РФ объемную активность ^{90}Sr в 3-10 раз, однако, даже самое высокое значение было более чем на шесть порядков ниже допустимой объемной активности ^{90}Sr в воздухе для населения (ДОА$_{НАС.}$=2,7 Бк/м^3) по НРБ-99/2009.

Объемная активность $^{239,240}Pu$ в приземном слое атмосферы, ежемесячно измерявшаяся в г. Обнинске, в 2009 г. изменялась от $1,5 \cdot 10^{-9}$ до $59 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3. В целом, среднегодовая объемная активность этого изотопа в воздухе г. Обнинска за этот период составляла $9,9 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3, что на четыре порядка ниже допустимой объемной активности во вдыхаемом воздухе для населения по НРБ-99/2009.

Среднеквартальная объемная активность $^{239,240}Pu$ в приземном слое воздуха г. Курска в 2009 г. (по измерениям объединенных за квартал проб) составляла $1,7 \cdot 10^{-9}$ Бк/м^3.

На большей части ЕТР и АТР выпадения ^{137}Cs из атмосферы на подстилающую поверхность в 2009 г. были на уровне или ниже предела обнаружения. Средневзвешенные по территории РФ выпадения ^{137}Cs в 2009 г. составляли <0,3 Бк/м^2·год.

Выпадения ^{90}Sr глобального происхождения на территории РФ за пределами загрязненных зон были ниже предела обнаружения (<0,3 Бк/м^2·год).

Среднемесячное содержание трития (^3H) в атмосферных осадках и месячные выпадения его из атмосферы с осадками в 2009 г. изменялись в диапазоне (1,7-3,0) Бк/л и (51-203) Бк/м^2·месяц, соответственно. Из приведенных данных (табл. 2.29.) видно, что среднегодовое содержание трития в осадках в 2009 г. осталось примерно на уровне предыдущих лет и составляло 2,5 Бк/л. Годовые выпадения трития с осадками в 2009 г. также соответствовали уровням предыдущих лет и составляли 1,21 кБк/м^2·год.

На загрязненных в результате Чернобыльской аварии территориях Европейской части России вследствие ветрового подъема пыли с загрязненной почвы и хозяйственной деятельности населения до сих пор наблюдается повышенное содержание радионуклидов в воздухе. Основным дозообразующим радионуклидом на загрязненных территориях является ^{137}Cs.

Среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в ближайшем к загрязненной зоне г. Брянске в 2009 г. изменялись в пределах от 6 до $18 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 при среднегодовом значении $11 \cdot 10^{-7}$Бк/м^3, что примерно в 4,5 раза выше среднегодового (фонового) уровня для территорий, расположенных вне загрязненных зон, и на семь порядков ниже ДОА$_{НАС.}$ по НРБ-99/2009.

Объемная активность и выпадения ^{90}Sr и суммарной бета-активности радионуклидов на этих территориях в 2009 г. не превышали средних значений, характерных для незагрязненной территории России.

Выпадения ^{137}Cs в загрязненной зоне стабильно уменьшаются, однако до сих пор превышают фоновые уровни, характерные для не загрязненных зон. В 2009 г. выпадения ^{137}Cs в загрязненной зоне (усредненные по 12 пунктам) почти в 7 раз превышали уровни, наблюдавшиеся на всей территории РФ, и составляли 2,1 Бк/м^2·год. В отдельных населенных пунктах выпадения ^{137}Cs были намного выше. Максимальные выпадения ^{137}Cs в 2009 г. наблюдались в п. Красная Гора Брянской области - 9,6 Бк/м^2·год (в 2004-2008 гг. выпадения ^{137}Cs составляли от 13,8 до 17,8 Бк/м^2·год).

Повышенное содержание техногенных радионуклидов в приземном слое воздуха регулярно регистрируется и в районах, расположенных в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» на Южном Урале. В п. Кыштым (ПО «Маяк») максимальная среднемесячная объемная активность ^{137}Cs ($15,6 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3) наблюдалась в мае 2009 г., при среднегодовом значении $10 \cdot 10^{-7}$Бк/м^3, что примерно в 4,3 раза выше среднегодового (фонового) уровня для территорий, расположенных вне загрязненных зон, но на семь порядков ниже ДОА$_{НАС.}$ по НРБ-99/2009.

Выпадения ^{137}Cs в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» (усредненные по 14 пунктам) остались примерно на уровне 3-х предыдущих лет. Средняя годовая сумма выпадений ^{137}Cs из атмосферы в 2009 г. в этом районе (6,8 Бк/м^2·год) была в 34 раза выше фонового значения для Уральского региона. Максимальные выпадения ^{137}Cs наблюдались в п. Новогорный - 14,5 Бк/м^2·год .

Средняя величина выпадений ^{90}Sr за год вокруг ПО «Маяк» (по тем же пунктам) уменьшилась по сравнению с 2008 г. и составила 4,15 Бк/м^2·год, что в 2,4 раза выше регионального фонового уровня. Максимальные выпадения ^{90}Sr наблюдались в п. Новогорный - 9,5 Бк/м^2·год

Среднегодовое содержание трития в осадках в 2009 г. в п. Новогорный (отбор производился с июля по декабрь) составляло 35 Бк/л, что в 14 раз выше среднего значения по территории РФ (табл. 2.29.).

В 2009 г. заметных изменений в уровнях радиоактивного загрязнения приземного слоя атмосферы в окрестностях АЭС и других радиационно-опасных объектов, за исключением ПО «Маяк», не наблюдалось.

В течение 2009 г. в г. Обнинске (ГНЦ РФ ФЭИ, ФГУП «НИФХИ им. Л.Я. Карпова»), как и в предыдущие годы, в приземном слое атмосферы было зарегистрировано 35 случаев появления изотопов радиоактивного йода, в основном - в молекулярной форме. Все регистрируемые величины были на 3-5 порядков ниже допустимого уровня по НРБ-99/2009. Максимальное значение ^{131}I в молекулярной форме ($40 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) наблюдалось 04.02-05.02.2009; в аэрозольной форме ($3 \cdot 10^{-5}$ Бк/м^3) - 28.03-29.03.2009. Кроме того, в 2009 г., как и в предшествующие годы, отмечен ряд случаев появления в атмосфере гг. Курск, Курчатов и Нововоронеж некоторых продуктов деления и нейтронной активации. Как правило, концентрации этих радионуклидов были на 5-7 порядков ниже допустимых для населения по НРБ-99/2009. Появление следов этих радионуклидов в атмосфере указанных городов однозначно связано с деятельностью расположенных вблизи этих городов радиационно-опасных объектов, таких как Курская и Нововоронежская АЭС.

2.6.2. Радиоактивное загрязнение поверхностных вод

Основной вклад в радиоактивное загрязнение поверхностных вод на территории России вносит техногенный ^{90}Sr, смываемый осадками с загрязненной глобальными выпадениями поверхности почвы

В среднем, в воде рек России объемная активность ^{90}Sr за последние 10 лет с 2000 по 2009 гг. стабилизировалась на уровне (4,3-6,2) мБк/л (табл. 2.26.). В 2009 г. она составила 4,3 мБк/л. Это значение на три порядка ниже уровня вмешательства для населения УВ=5,0 Бк/л при поступлении этого радионуклида с водой. В осреднение не включались результаты измерений ^{90}Sr в речной воде, отобранной в пп. Чердынь (р. Колва), Рябинино (р. Вишера), Тюлькино (р. Кама), расположенных в регионе, где возможно прослеживается влияние одновременного взрыва трех зарядов (мощностью 15 кТ каждый), проведенного в мирных целях («Канал») в марте 1971 г. на глубине 128 м. Среднегодовые объемные активности ^{90}Sr в речной воде указанных пунктов в 2009 г. составляли 18, 15, и 11 мБк/л, соответственно. Эти значения в 2-3,5 раза выше среднего по рекам России.

Объемная активность трития в водах основных рек России (в основном, в их устьевых участках), как видно из таблицы 2.29., со временем медленно уменьшается, также как и активность трития в осадках. В 2009 г. практически во всех пунктах наблюдения она осталась на уровне 2008 г. Средняя удельная активность ^{3}H в основных реках России колебалась в пределах (1,6-3,1) Бк/л (табл. 2.29.). Меньшее из этих значений относится к р. Северная Двина (п. Соломбала), а большее - к р. Амур (г. Благовещенск).

На АТР наиболее загрязнённой остается р. Теча, вследствие фильтрации вод через плотину из искусственных и естественных водоемов на территории ПО «Маяк» в обводные каналы и выноса радионуклидов из Асановских болот. В связи с прекращением прямых сбросов в р. Течу жидких радиоактивных отходов, а также в связи со строительством в 1951-1964 гг. плотин и обводных каналов, поступление радионуклидов в р. Течу было существенно ограничено. Тем не менее, загрязнение реки радионуклидами, в большей степени ^{90}Sr, до сих пор остается достаточно высоким. Этот радионуклид более чем на 95% находится в водорастворимом состоянии и поэтому мигрирует на большие расстояния по гидрографической системе. В настоящее время в воде р. Течи он является основным дозообразующим радионуклидом. Среднегодовая объемная активность ^{90}Sr в воде р. Течи (п. Муслюмово) в 2009 г. была в 1,3 раза выше, чем в 2008 г. и составляла 12,3 Бк/л. Это значение в 2,5 раза выше уровня вмешательства для населения по НРБ-99/2009 и более чем на три порядка выше фонового уровня для рек России. В воде р. Исети (п. Мехонское), после впадения в нее рек Течи и Миасса, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr сохранилась примерно на уровне 2008 г. и составляла 0,95 Бк/л, что в 5,3 раза ниже УВ. В водах рек Караболка и Синара, протекающих по территории Восточно-Уральского радиоактивного следа, среднегодовая объемная активность ^{90}Sr также сохранилась примерно на уровне 2008 г. и составляла 1,2 и 0,2 Бк/л, соответственно.

В р. Тече наблюдалось и повышенное содержание трития по сравнению с фоновыми уровнями для рек России. Среднегодовая объемная активность трития в 2009 г. в р. Тече (п. Муслюмово, отбор производился 9 месяцев) составляла 125 Бк/л, что превышает фоновый уровень (2,4 Бк/л) более, чем в 50 раз.

Уровни загрязнения морской воды ^{90}Sr практически мало меняются от года к году. Среднегодовые объемные активности этого радионуклида в 2009 г. в поверхностных водах Белого, Баренцева, Каспийского, Охотского и Японского морей, а также в водах Тихого океана у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) колебались в пределах от 1,4 мБк/л в водах Авачинской губы до 7,4 мБк/л в водах Каспийского моря.

2.6.3. Радиоактивное загрязнение местности

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2009 г., повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве и практически не сказалось на уровнях загрязнения, сложившихся ранее

Географическое распределение техногенного радиоактивного загрязнения почвы на территории России в 2009 г. не изменялось.

В течение 2009 г. мощность экспозиционной дозы γ-излучения на местности (МЭД), кроме загрязненных районов, на территории Российской Федерации была в пределах колебаний естественного радиационного фона.

После Чернобыльской аварии некоторые территории Европейской части РФ были загрязнены техногенными радионуклидами. Радиационная обстановка на этих территориях до сих пор определяется наличием долгоживущего продукта аварии - ^{137}Cs. Наибольшие площади загрязнения расположены в Брянской и Тульской областях. В этих районах после аварии регистрируются повышенные значения мощности экспозиционной дозы гамма-излучения, которые мало меняются от года к году. В 2009 г. на территориях Гордеевского, Злынковского, Клинцовского, Новозыбковского и Красногорского районов Брянской области с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs более 15 Ки/км^2 максимальные значения МЭД колебались от 27 мкР/ч до 48 мкР/ч (с. Ущерпье Клинцовского района). На территориях 18 районов Брянской, Калужской, Орловской и Тульской областей с плотностью загрязнения почвы ^{137}Cs 5-15 Ки/км^2 максимальные значения МЭД изменялись от 12 мкР/ч до 34 мкР/ч (с. Творишино Гордеевского района, п. Красная Гора Красногорского района), а на территориях с плотностью загрязнения ^{137}Cs 1-5 Ки/км^2 значения МЭД колебались в пределах от 11 до 27 мкР/ч (с. Мартьяновка Клинцовского района). Эти значения мало отличаются от данных предыдущего года.

На Азиатской территории России (АТР) имеется несколько зон, загрязненных в результате радиационных аварий на предприятиях ядерно-топливного цикла. Наиболее значительным является Восточно-Уральский радиоактивный след (ВУРС), который образовался в результате взрыва емкости с радиоактивными отходами на ПО «Маяк» 29 сентября 1957 г. В зоне ВУРС приоритетным нуклидом является ^{90}Sr. Кроме ВУРС, в районе ПО «Маяк» имеется «цезиевый» радиоактивный след. Своим происхождением он обязан ветровым выносам радиоактивной пыли с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда ранее сливались жидкие радиоактивные отходы этого предприятия. Этот след расположен широким веером и частично наложился на зону ВУРС. Загрязнение почвы ^{137}Cs и ^{90}Sr в этих районах АТР в 2009 г. не изменилось и подробно описано в «Обзоре загрязнения окружающей природной среды в Российской Федерации в 2003 г.». Среднегодовая мощность экспозиционной дозы гамма-излучения на этих территориях по данным 12 пунктов наблюдения варьировала от 10 мкР/ч до 12 мкР/ч, что находится в пределах колебаний естественного радиационного фона на территории России.

3. Загрязнение окружающей среды регионов России

3.1. Загрязнение атмосферного воздуха населенных пунктов

3.1.1. Характеристики загрязнения атмосферного воздуха

Наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха в городах России проводились в 250 городах, на 668 станциях,

из них регулярные наблюдения Росгидромета выполнялись в 224 городах на 621 станции (рис. 3.1., 3.2.).

В 2009 году выполнено 4,3 млн. наблюдений, в том числе на сети Росгидромета 4,0 млн.

Для определения уровня загрязнения атмосферы используются следующие характеристики загрязнения воздуха:

— средняя концентрация примеси в воздухе, мг/м^3 или мкг/м^3 ($q_{ср}$);

— среднее квадратическое отклонение $q_{ср}$, мг/м^3 или мкг/м^3 ($\sigma_{ср}$);

— максимальная разовая концентрация примеси, мг/м^3 или мкг/м^3 ($q_м$);

Загрязнение воздуха определяется по значениям средних и максимальных разовых концентраций примесей. Степень загрязнения оценивается при сравнении фактических концентраций с ПДК.

Средние концентрации сравниваются с ПДК среднесуточными (ПДК$_{с.с.}$), максимальные из разовых концентраций — с ПДК максимально разовыми (ПДК$_{м.р.}$).

В соответствии с существующими методами оценки уровень загрязнения 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*.

ПДК

Предельно допустимая концентрация примеси для населенных мест, установленная Минздравсоцразвития России (Гигиенические нормативы ГН 2.16.1338-03 «Предельно допустимые концентрации(ПДК) загрязняющих веществ в атмосферном воздухе населенных мест»)

ИЗА

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

СИ

Наибольшая измеренная разовая концентрация примеси, деленная на ПДК. Она определяется из данных наблюдений на станции за одной примесью, или на всех станциях рассматриваемой территории за всеми примесями за месяц или за год. В тексте приведено количество городов, в которых СИ > 5 или СИ > 10.

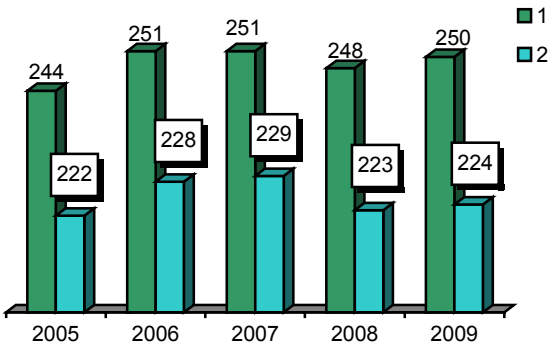


Рис. 3.1. *Количество городов с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)*

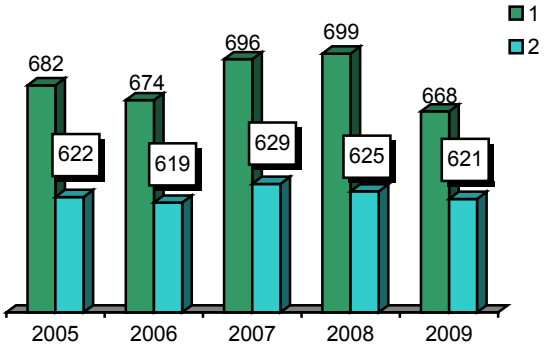


Рис. 3.2. *Количество станций в городах с наблюдениями за загрязнением воздуха (1), в том числе на сети Росгидромета (2)*

3.1.2. Тенденции изменений загрязнения атмосферного воздуха за 5 лет

По данным регулярных наблюдений на станциях Росгидромета за период 2005-2009 гг. снизились средние за год концентрации взвешенных веществ на 8,2%, диоксида серы - на 19%, увеличились концентрации диоксида азота - на 2,6% (табл. 3.1.)

Количество городов, где средние концентрации какой-либо примеси превышают 1 ПДК, за пять лет снизилось (рис. 3.3.). Количество городов, в которых максимальные концентрации превышают 10 ПДК, за пять лет возросло на 5, но по сравнению с предыдущим годом снизилось на 7 городов. Количество городов, в которых уровень загрязнения атмосферы оценивается (по показателю ИЗА) как высокий и очень высокий за пять лет уменьшилось на 10 (рис. 3.4.), что обусловлено снижением за этот период концентраций бенз(а)пирена (БП) и других веществ.

Количество городов, включаемых в Приоритетный список городов с наибольшим уровнем загрязнения воздуха в России, за пять лет сократилось на 7.

Табл. 3.1. Тенденция изменений средних концентраций примесей в городах РФ за период 2005-2009 гг.

Вещество	Кол-во городов	Тенденция средних за год концентраций, %
Взвешенные вещества	224	-8,2
Диоксид серы	233	-19,0
Диоксид азота	236	+2,6
Оксид азота	137	-10,3
Оксид углерода	210	0
Бенз(а)пирен	170	-12,1
Формальдегид	149	-5,0

Тенденция изменений загрязнения воздуха отдельными веществами

Количество городов, где средние концентрации диоксида азота превышают 1 ПДК, увеличилось (рис. 3.5.), но по сравнению с предыдущим годом снизилось на 8.

Количество городов, где средние за год концентрации взвешенных веществ превышали 1 ПДК за пять лет снизилось на 2 (рис. 3.6.).

Количество городов, где среднегодовые концентрации формальдегида, превышают 1 ПДК, за пять лет увеличилось на 9 (рис. 3.7.). Количество городов, где среднегодовые концентрации бенз(а)пирена превышают ПДК, за пять лет существенно не изменилось и составило 161 (рис. 3.8.). Вместе с тем, количество городов, в которых максимальные из средних за месяц концентрации бенз(а)пирена превышали 10 ПДК, в последние годы увеличилось на 8.

Общий характер тенденции средних концентраций взвешенных веществ, диоксида серы, оксида углерода, оксидов азота и бенз(а)пирена за последние пять лет показан на рисунках 3.9.-3.13.

Среднегодовые концентрации взвешенных веществ снизились на 8,2%, выбросы твердых веществ за период 2004-2008 гг. снизились на 10% (рис. 3.9.).

Среднегодовые концентрации диоксида серы за последние пять лет снизились на 15%, выбросы снизились - на 6,3% (рис. 3.10.).

Средние за год концентрации оксида углерода не изменились, а выбросы снизились на 8,2% (рис. 3.11.).

Средние концентрации диоксида азота увеличились на 2,6%, оксида азота - снизились на 10,3% (рис. 3.12.).

Динамика суммарных выбросов оксидов азота не может быть определена, так как в 2006 г. изменилась методика расчета выбросов от автотранспорта. В этой связи более высокие выбросы в 2006 г. по сравнению с 2005 г. не означают их роста. Суммарные выбросы (М) NO_x (в пересчете на NO_2) за период 2006-2008 гг. увеличились на 10,4% (рис. 3.12.)

Средние концентрации бенз(а)пирена за пять лет снизились на 12,1% (рис. 3.13.).

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

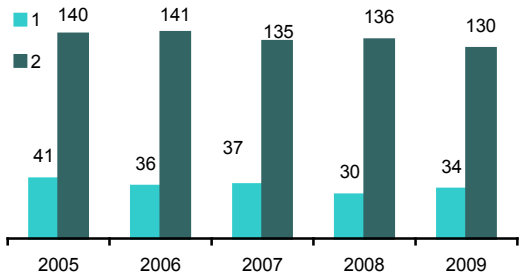


Рис. 3.4. Количество городов в Приоритетном списке (1) и городов, в которых уровень загрязнения высокий (ИЗА>7) (2)

Рис. 3.5. Количество городов, в которых среднегодовые концентрации диоксида азота превышали 1 ПДК (1), СИ диоксида азота >10 (2)

* В 2006 г. изменилась $ПДК_{м.р.}$ для диоксида азота, поэтому тенденция этого показателя не сравнима

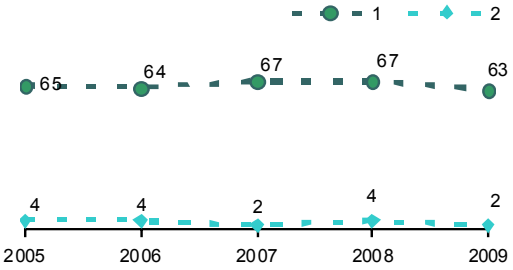


Рис. 3.6. *Количество городов, в которых среднегодовые концентрации взвешенных веществ превышали 1 ПДК (1), СИ взвешенных веществ больше 10 (2)*

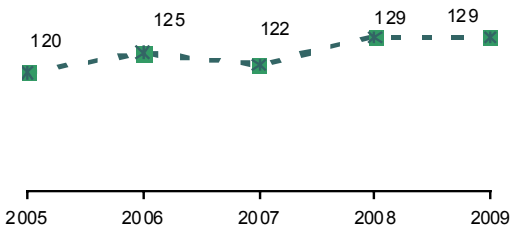


Рис. 3.7. *Количество городов, в которых среднегодовые концентрации формальдегида превышали 1 ПДК*

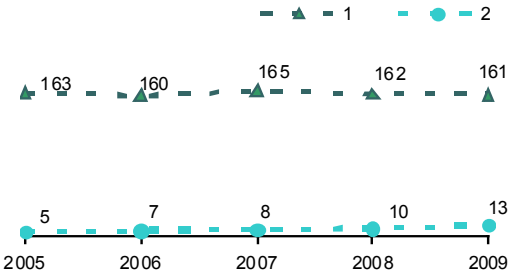


Рис. 3.8. *Количество городов, в которых среднегодовые концентрации бенз(а)пирена превышали 1 ПДК (1), СИ бенз(а)пирена больше 10 (2)*

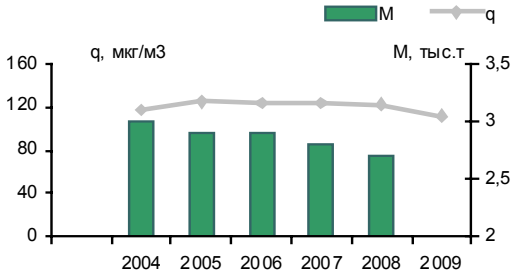


Рис. 3.9. *Среднегодовые концентрации (q) взвешенных веществ и выбросы (M) твердых веществ*

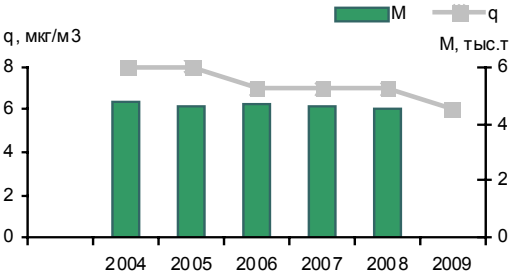


Рис. 3.10. *Среднегодовые концентрации (q) и выбросы (M) диоксида серы*

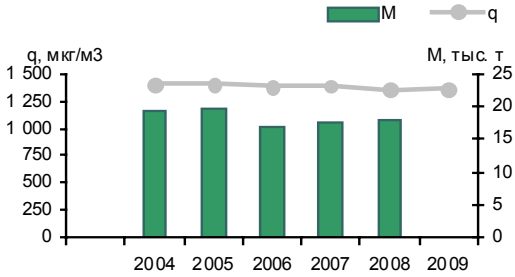


Рис. 3.11. *Среднегодовые концентрации (q) и выбросы (M) оксида углерода*

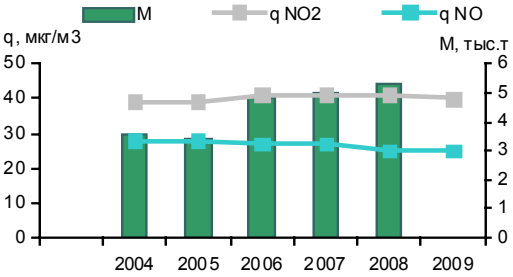


Рис. 3.12. *Среднегодовые концентрации диоксида (q_{NO2}) и оксида азота (q_{NO}) и выбросы (Mп) NOx (в пересчете на NO_2) от стационарных источников*

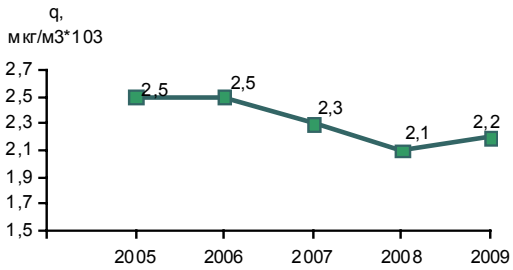


Рис. 3.13. *Среднегодовые концентрации бенз(а)пирена*

Ростом химической активности атмосферы можно объяснить увеличение количества городов, где средние концентрации вторичных веществ, формальдегида и диоксида азота выше 1 ПДК, а также снижение загрязнения воздуха бенз(а)пиреном.

3.1.3. Общая оценка уровня загрязнения атмосферного воздуха в городах страны

Средние и средние из максимальных концентрации основных загрязняющих веществ, полученные по данным наблюдений в городах России, даны в таблице 3.2.

Данные наблюдений показывают, что уровень загрязнения атмосферы остается высоким. В 130 городах (64% городов, где оценен уровень загрязнения), степень загрязнения воздуха оценивается как очень высокая и высокая (рис. 3.14.) и в 18% городов - как низкая.

В городах с высоким и очень высоким уровнем загрязнения атмосферы проживает 56,3 млн. чел., что составляет 54% населения России (рис. 3.15.).

На рисунке 3.16. показаны средние концентрации примесей в целом по городам России в единицах ПДК. Средняя концентрация формальдегида была выше ПДК в 2,9, бенз(а)пирена - в 2,2, концентрации других веществ не превышали 1 ПДК.

В целом по городам России средние из максимальных концентраций всех измеряемых примесей, кроме диоксида серы и оксида азота, превышают 1 ПДК. Максимальные концентрации взвешенных веществ, сероводорода, сероуглерода, фенола, формальдегида и фторида водорода выше 1 ПДК более чем в 2 раза, хлорида водорода – в 3,5 раза, бенз(а)пирена - в 5 раз (рис. 3.17.).

В 204 городах (82% городов, где проводятся наблюдения) средние за год концентрации какого-либо вещества превышают 1 ПДК. В этих городах проживает 65,0 млн. чел. (рис. 3.18.). Превышают 1 ПДК средние за год концентрации взвешенных веществ в 63 городах, бенз(а)пирена - в 161 городе, диоксида азота - в 98 городах, формальдегида - в 129 городах.

Максимальные концентрации превышают 10 ПДК в 27 городах (табл. 3.3.). В этих городах проживает 9,5 млн. человек (рис. 3.19.).

Средние за месяц концентрации бенз(а)пирена превышают 10 ПДК в 13 городах, 5 ПДК - в 52 городах с населением 28 млн. человек. В 6 городах максимальные концентрации этилбензола выше 10 ПДК.

Приоритетный список 2009 г. включает 34 города с общим числом жителей в них 9,7 млн. чел. (табл. 3.4.). В этот список включены города с очень высоким уровнем загрязнения воздуха, для которых комплексный индекс загрязнения атмосферы (ИЗА) равен или выше 14. ИЗА г. Москва в 2009 г. составил 13,8, что близко к критерию для включения его в Приритетный список. Без реализации дополнительных мероприятий по снижению выбросов загрязняющих веществ г. Москва в 2010 г. может быть включен в этот список. В Норильске формирование очень высокого уровня загрязнения обусловлено значительными выбросами SO_2, составляющими более 1,9 млн. тонн в год.

Почти во всех этих городах очень высокий уровень загрязнения связан со значительными концентрациями бенз(а)пирена и формальдегида, в 15 - с концентрациями диоксида азота, в 17 - взвешенных веществ, в 3 - фенола.

В Приоритетный список вошли 7 городов с предприятиями цветной и черной металлургии, 6 городов с предприятиями нефте- и газодобычи и нефтехимии. Во многих городах определяющий вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят предприятия топливно-энергетического комплекса и автотранспорт. Загрязнение воздуха в Братске достигло самого высокого уровня среди городов Приоритетного списка. Средние концентрации бенз(а)пирена и формальдегида в этом городе составили 5-7 ПДК, диоксида азота – 2 ПДК.

Табл. 3.2. *Сведения о степени загрязнения воздуха городов России по данным стационарных станций в 2009 г.*

Примесь	Число городов	Средние концентрации (мкг/м^3)	
		$q_{ср}$	$q_м$
Пыль	224	111,0	1029,0
Диоксид азота	236	40,0	330,0
Оксид азота	137	25,0	247,0
Диоксид серы	233	6,0	160,0
Оксид углерода	210	1362	8662
Бенз(а)пирен (q, мкг/м^3*10^{-3})	170	2,2	5,0

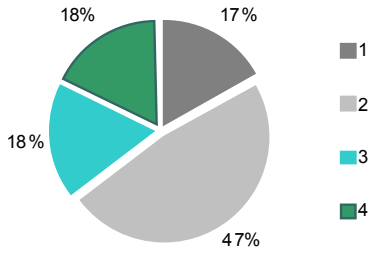


Рис. 3.14. *Количество городов (%), где ИЗА ≥ 14 (1), 7-13 (2), 5-6 (3), <5 (4)*

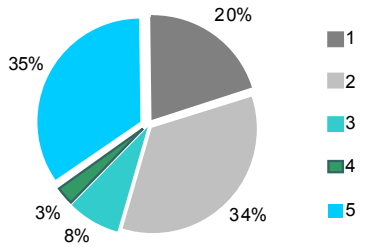


Рис. 3.15. *Численность населения (%) в городах, где ИЗА ≥ 14 (1), 7-13 (2), 5-6 (3), < 5 (4), уровень загрязнения не оценивался из-за отсутствия наблюдений или их недостаточного количества (5)*

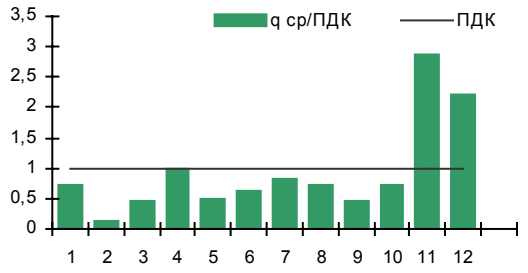


Рис. 3.16. Средние концентрации примесей в городах России

1 - взвешенные вещества (224),
2 - диоксид серы (233),
3 - оксид углерода (210),
4 - диоксид азота (236),
5 - оксид азота (137),
6 - сероуглерод (6),
7 - фенол (98),
8 - фторид водорода (31),
9 - хлорид водорода (32),
10 - аммиак (68),
11 - формальдегид (149),
12 - БП (170)

Цифры в скобках указывают количество городов, в которых проводились наблюдения за данной примесью

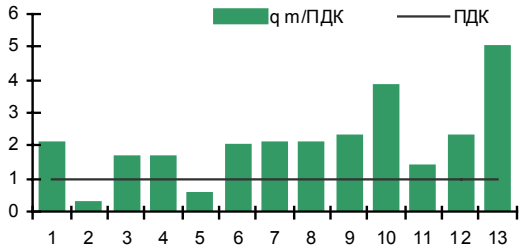


Рис. 3.17. Средние из максимальных концентрации примесей в городах России

1 - взвешенные вещества,
2 - диоксид серы,
3 - оксид углерода,
4 - диоксид азота,
5 - оксид азота,
6 - сероводород,
7 - сероуглерод,
8 - фенол,
9 - фторид водорода,
10 - хлорид водорода,
11 - аммиак,
12 - формальдегид,
13 - БП

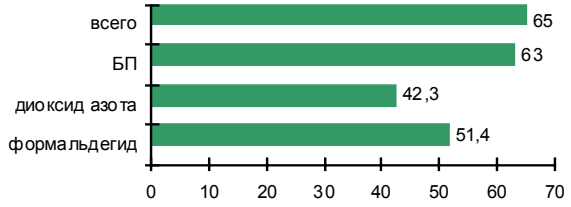


Рис. 3.18. Число жителей в городах (млн.), находящихся под воздействием средних концентраций примесей в воздухе выше 1 ПДК (всего), концентраций бенз(а)пирена (БП), диоксида азота, формальдегида

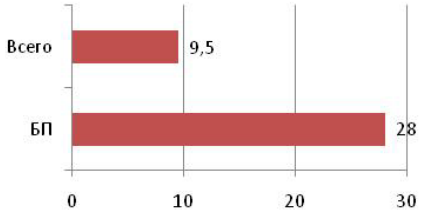


Рис. 3.19. Число жителей в городах (млн.), находящихся под воздействием максимальных концентраций примесей в воздухе выше 10 ПДК (всего) и 5 ПДК бенз(а)пирена

***Табл. 3.3.** Перечень городов Российской Федерации, в которых были зарегистрированы случаи высокого загрязнения (ВЗ) атмосферного воздуха (максимальные разовые концентрации отдельных примесей 10 ПДК$_{м.р.}$ и более) в 2009 г.*

№	Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц., ПДК[1]	№	Город	Примесь	Кол-во случаев	Макс. конц., ПДК[1]
1	Абакан	бенз(а)пирен[3]	1	10,5	16	Нижний Тагил	этилбензол	1	19
2	Александровск-Сахалинский	сажа	1	35,7	17	Никель	диоксид серы	3	14,0
3	Белоярский	формальдегид	7	14,8	18	Петровск-Забайкальский	бенз(а)пирен[3]	3	11,2
4	Братск	бенз(а)пирен[3]	2	16	19	Томск	хлорид водорода	1	10,3
5	Губаха	этилбензол	1	11,1	20	Уссурийск	бенз(а)пирен[3]	1	12,1
6	Екатеринбург	этилбензол	25	40,9	21	Уфа	этилбензол	4	13
7	Зима	бенз(а)пирен[3]	2	12			сероводород	1	13,8
8	Иркутск	бенз(а)пирен[3]	1	11			хлорид водорода	5	40,1
9	Казань	формальдегид	2	27,1	22	Челябинск	этилбензол		13,8
10	Корсаков	взвеш. вещ-ва[2]	25	22,0	23	Черногорск	бенз(а)пирен[3]	1	12,0
11	Красноярск	бенз(а)пирен[3]	1	10,4	24	Чита	бенз(а)пирен[3]	6	14,0
12	Курган	бенз(а)пирен[3]	1	13,3	25	Череповец	сероводород[3]	-	10,5
13	Кызыл	бенз(а)пирен[3]	1	10,2	26	Южно-Сахалинск	сажа	2	14,1
14	Магнитогорск	бенз(а)пирен[3]	1	11,7			оксид углерода	2	14,0
		этилбензол	2	13,9			взвеш. вещ-ва[2]	1	16,0
15	Минусинск	бенз(а)пирен[3]	2	13	27	Ясная Поляна	Формальдегид[4]	4	25,0

[1] Приведены наибольшие разовые концентрации примеси, деленные на ПДК$_{м.р.}$
[2] Приведены среднесуточные (среднегодовые) концентрации, деленные на ПДК$_{с.с.}$
[3] Приведены среднемесячные концентрации, деленные на ПДК$_{с.с.}$
[4] Приведена максимальная из разовых концентрация, деленная на ПДК$_{м.р.}$ леса

3.1.4. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха по территориям субъектов РФ

В 130 городах РФ (64% городского населения) уровень загрязнения воздуха характеризуется как высокий и очень высокий (ИЗА>7). На территориях Иркутской, Оренбургской, Ростовской, Самарской областях, Красноярского края и Республики Башкортостан имеются 5–7 городов с таким уровнем загрязнения, в Свердловской области (включая г. Екатеринбург) и Ханты-Мансийском автономном округе – 4 города (табл. 3.5.).

В 36 субъектах РФ, где наблюдения проводятся только в 1–3 городах, в каждом из них наблюдается высокий и очень высокий уровень загрязнения воздуха.

В 40 субъектах РФ более 54% городского населения находится под воздействием высокого и очень высокого загрязнения воздуха, в 10 из них (Астраханская область, г. Санкт-Петербург, г. Москва, Новосибирская, Омская, Оренбургская, Самарская области, Республика Хакасия, Хабаровский край, Чувашская Республика) – более 75% городского населения.

В 204 городах РФ средняя за год концентрация одного или нескольких веществ превышает ПДК (Q > 1 ПДК).

В Республике Башкортостан, Ленинградской, Нижегородской, Оренбургской, Ростовской, Самарской, Сахалинской, Свердловской (включая г. Екатеринбург) областях, Забайкальском, Красноярском, Приморском краях, Ханты-Мансийском автономном округе и Республике Саха (Якутия) имеется 5–8 таких городов, в Московской области – 9, в Иркутской области – 14.

В Карачаево-Черкесской Республике нет городов, в которых средняя за год концентрация одного или нескольких веществ превышала бы ПДК.

В 18 субъектах Российской Федерации есть города, в которых максимальная концентрация какого-либо вещества в течение года превышала 10 ПДК (СИ > 10). В Иркутской и Сахалинской областях имеется по 3 таких города. Всего в РФ таких городов 27.

Табл. 3.4. *Города с наибольшим уровнем загрязнения воздуха и вещества его определяющие в 2009 г.**

Город	Загрязняющие вещества	Город	Загрязняющие вещества
Ачинск	ВВ, БП, Ф	Нижний Тагил	БП, NH_3, Фенол, Ф
Белоярский	Ф	Новокузнецк	ВВ, NO_2, БП, Ф, HF
Благовещенск, Амурская область	БП, Ф	Норильск	Выбросы SO_2 и NO_2
Братск	ВВ,NO_2,БП, Ф, HF	Новочеркасск	ВВ, БП, СО, Ф
Екатеринбург	NO_2, БП, ЭБ, Ф	Петровск-Забайкальский	БП
Зима	NO_2, БП, Ф	Радужный	Ф
Иваново	БП, Фенол, Ф	Салехард	Ф, БП
Иркутск	ВВ, NO_2, БП, Ф	Саратов	NO_2, БП, Ф
Красноярск	ВВ, NO_2, БП, Ф	Селенгинск	ВВ, NO_2, БП, Ф
Курган	БП, Сажа, Ф	Ставрополь	БП, Ф
Кызыл	ВВ, БП, Ф	Тюмень	ВВ, NO_2, БП, Ф
Лесосибирск	ВВ, БП, Фенол, Ф	Улан-Удэ	ВВ, NO_2, БП, Ф
Магадан	БП, Ф	Уссурийск	ВВ, NO_2, БП
Магнитогорск	ВВ, NO_2, БП, Ф	Чегдомын	ВВ, БП, Ф
Минусинск	БП, Ф	Черногорск	БП, Ф
Нерюнгри	ВВ, NO_2, БП, Ф	Чита	ВВ, NO_2, БП, Ф
Нижнекамск	БП, Ф	Южно-Сахалинск	ВВ, NO_2, БП, Сажа, Ф

Ф — формальдегид, ВВ — взвешенные вещества, БП — бенз(а)пирен, ЭБ — этилбензол
*Города Приоритетного списка **не ранжируются** по степени загрязнения воздуха*

Табл. 3.5. *Характеристики уровня загрязнения воздуха в субъектах РФ в 2008 г.*

Субъект РФ	Количество городов, в которых			Население (%)
	ИЗА > 7	Q > ПДК	СИ > 10	в городах с В и ОВ уровнем ЗВ
Республика Башкортостан	5	5	1	64
Республика Бурятия	2	4	0	71
Республика Дагестан	1	1	0	40
Карачаево-Черкесская Республика	0	0	0	0
Республика Карелия	1	2	0	2
Республика Коми	1	3	0	34
Республика Мордовия	1	1	0	64
Республика Саха (Якутия)	3	5	0	65
Республика Северная Осетия – Алания	0	1	0	0
Республика Татарстан	3	3	1	66
Республика Тыва	1	1	1	67
Удмуртская Республика	1	1	0	62
Республика Хакасия	3	3	2	80
Чувашская Республика - Чувашия	2	2	0	79
Алтайский край	3	3	0	69
Забайкальский край	2	5	2	46
Камчатский край	1	2	0	72
Краснодарский край	1	2	0	10
Красноярский край	6	6	2	61
Таймырский автономный округ (в составе Красноярского края)[1]	1	1	0	99
Пермский край	2	4	1	55
Приморский край	2	6	1	52
Ставропольский край	1	3	0	24
Хабаровский край	3	3	0	77
Амурская область	2	3	0	42
Архангельская область	0	4	0	0
Астраханская область	1	1	0	76
Белгородская область	2	3	0	57
Брянская область	1	1	0	48
Владимирская область	1	1	0	31
Волгоградская область	2	2	0	67
Вологодская область	1	2	1	37
Воронежская область	1	1	0	64
Ивановская область	1	1	0	47
Иркутская область	7	14	3	66
Калининградская область	1	1	0	59
Калужская область	1	1	0	45
Кемеровская область	3	3	0	54
Кировская область	0	2	0	0
Костромская область	0	2	0	0
Курганская область	1	1	1	65
Курская область	1	1	0	55
Ленинградская область	0	5	0	0
Липецкая область	1	1	0	67
Магаданская область	1	1	0	69
Московская область	2	9	0	5
Мурманская область	1	3	1	7
Нижегородская область	3	5	0	13
Новгородская область	0	1	0	0
Новосибирская область	3	4	0	76
Омская область	1	1	0	81
Оренбургская область	5	5	0	78
Орловская область	1	1	0	60
Пензенская область	1	1	0	56
Псковская область	0	2	0	0
Ростовская область	5	6	0	61
Рязанская область	1	1	0	63
Самарская область	6	8	0	89
Саратовская область	2	2	0	54
Сахалинская область	3	6	3	52
Свердловская область	4	5	2	53
Смоленская область	0	1	0	0
Тамбовская область	0	1	0	0
Тверская область	1	1	0	40
Томская область	1	1	1	69
Тульская область	3	3	1	50
Тюменская область	1	2	0	70
Ульяновская область	1	1	0	66
Челябинская область	3	3	2	59
Ярославская область	0	2	0	0
г. Москва	1	1	0	100
г. Санкт-Петербург	1	1	0	100
Еврейская автономная область	1	1	0	62
Ханты-Мансийский автономный округ	4	7	1	14
Ямало-Ненецкий автономный округ	1	1	0	9
Всего по РФ	130	204	27	54

[1] По данным о выбросах за 2008 г. в Норильске

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

3.2. Загрязнение почвенного покрова

3.2.1. Загрязнение почв токсикантами промышленного происхождения

В 2004-2009 гг. наблюдения за уровнем загрязнения почв токсикантами промышленного происхождения (ТПП) - тяжёлыми металлами (ТМ), мышьяком, фтором, нефтью и нефтепродуктами (НП), сульфатами, нитратами - проводили на территориях Республики Башкортостан, Республики Мордовия, Республики Татарстан, Приморского края, Иркутской, Кемеровской, Кировской, Московской, Нижегородской, Новосибирской, Омской, Оренбургской, Самарской, Свердловской и Томской областей. Для каждой территории наблюдений определён свой перечень ТПП, измеряемых в почве.

Загрязнение почв тяжелыми металлами и мышьяком

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

В почвах измеряются массовые доли алюминия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, никеля, олова, свинца, ртути, хрома, цинка и других элементов в различных формах (валовых (в), подвижных (п), кислоторастворимых (к, извлекаемых 5н азотной кислотой), водорастворимых (вод).

Оценка степени опасности загрязнения почв комплексом ТМ проводится по показателю загрязнения $Z_ф$ (с учетом фонов) и (или) $Z_к$ (с учетом кларков), являющемуся индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье человека.

Приоритет при выборе пунктов наблюдений за загрязнением почв ТМ отдается предприятиям цветной и чёрной металлургии, энергетики, машиностроения и металлообработки, химической, нефтехимической промышленности, предприятиям по производству стройматериалов.

Динамика усредненных за несколько лет показателей загрязнения почв ($Z_ф$, $Z_к$) вокруг предприятий различных отраслей промышленности представлена на рисунке 3.20. Наибольшее количество рассмотренных предприятий для каждой преобладающей отрасли промышленности в выбранном техногенном районе составляет 25.

Согласно показателю загрязнения $Z_ф$ к опасной категории загрязнения почв ТМ относится 6,5% обследованных за последние десять лет (2000-2009 гг.) населённых пунктов, их отдельных районов, одно- и пятикилометровых зон вокруг источников загрязнения, пунктов многолетних наблюдений (ПМН), к умеренно опасной - 9,7%. Список данных городов и посёлков представлен в таблице 3.6. Почвы 83,8% населённых пунктов (в среднем) по показателю загрязнения $Z_ф$ относятся к допустимой категории загрязнения ТМ, хотя отдельные участки населённых пунктов могут иметь более высокую категорию загрязнения ТМ, чем в целом по городу.

Формирование и динамика ореолов загрязнения почв ТМ, поступающими от источников промышленных выбросов, зависят как от объёмов выбросов ТМ, так и от многих факторов, связанных с миграцией загрязняющих веществ через атмосферу, поступлением их на почву, с миграцией в почве и из почвы в сопредельные среды. С удалением от источника промышленных выбросов массовые доли атмотехногенных ТМ в почвах уменьшаются (рис. 3.21., 3.22.) до фоновых (примерно на расстоянии от 5 до 20 км в зависимости от мощности источника). Особенно сильно могут быть загрязнены ТМ почвы 1-км зоны вокруг крупного источника промышленных выбросов ТМ в атмосферу (рис. 3.22.).

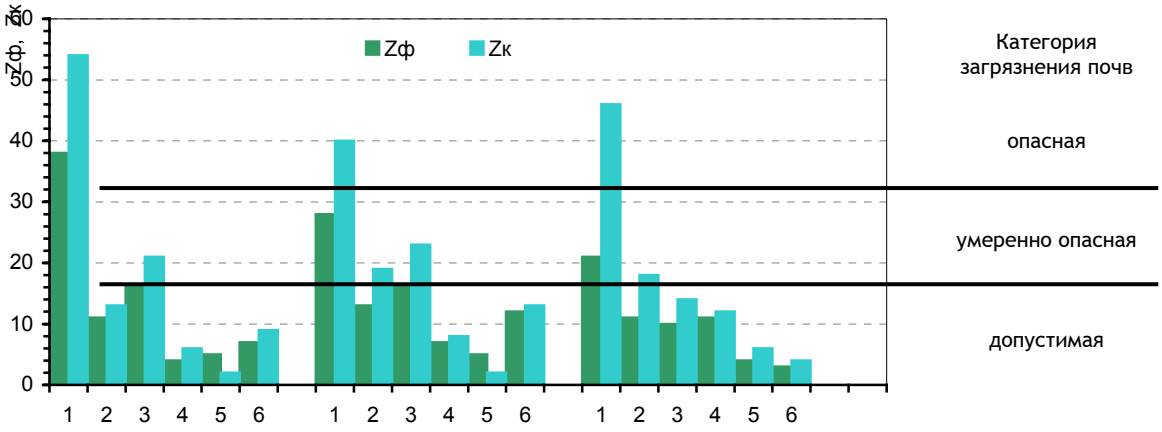


Рис. 3.20. *Динамика средних по отраслям промышленности усреднённых за период от 6 до 8 лет показателей загрязнения почв комплексом ТМ $Z_ф$ и $Z_к$ вокруг предприятий цветной металлургии (1), чёрной металлургии (2), машиностроения и металлообработки (3), топливной и энергетической промышленности (4), химической и нефтехимической промышленности (5), строительной промышленности и производства стройматериалов (6)*

Табл. 3.6. *Список городов и поселков Российской Федерации с различной категорией опасности загрязнения почв комплексом металлов, установленной за последние девять лет наблюдений*

Населенный пункт	Год наблюдения	Зона обследования радиусом, км, вокруг предприятий-источников промышленных выбросов металлов	Приоритетные техногенные металлы
Опасная категория загрязнения, 32¤ Zф<128			
Баймак	2005	от 0 до 1	Медь, кадмий, свинец, цинк
Кировград[1]	2008	от 0 до 1	Цинк, свинец, медь, кадмий
Кировград	2008	от 0 до 5	Цинк, свинец, медь, кадмий
Нижний Новгород	2003	Сормовский район	Свинец, медь, хром, никель
Ревда[1]	2009	от 0 до 1	Медь, свинец, кадмий, цинк
Реж	2008	от 0 до 5	Никель, кадмий, кобальт, цинк
Рудная Пристань	2007	от 0 до 1 от посёлка	Свинец, кадмий, цинк
Свирск[1]	2009	Участок многолетних наблюдений; 0,5	Свинец, медь, марганец, цинк
Сибай	2005	от 0 до 1	Медь, кадмий, свинец
Учалы	2005	от 0 до 1	Медь, свинец, кадмий
Умеренно опасная категория загрязнения, 16¤ Zф<32 и 13¤ Zф¤ 15 при Zк≥20			
Асбест	2009	территория города	Никель, хром, свинец
Баймак	2004	территория города	Медь, кадмий, свинец, цинк
Белорецк	2005	от 0 до 1	Свинец, цинк, медь
Верхняя Пышма	2007	территория города	Медь, хром, никель
Дальнегорск[2]	2007	от 0 до 20 вокруг города	Свинец, кадмий, цинк
Екатеринбург	2000	территория города	Медь, цинк, хром, никель, свинец
Медногорск[2]	2009	От 0 до 5	Медь, цинк, свинец, кадмий
Невьянск	2001	территория города	Медь, цинк, свинец
Нижний Новгород	2007	Нижегородскийи Советский районы	Свинец, цинк
Нижний Новгород	2008	Автозаводской и анавинский районы	Свинец, цинк, медь
Нижний Новгород	2009	Канавинский, Московский районы и часть Сормовского района	Медь, цинк, свинец
Нижний Тагил	2006	территория города	Медь, свинец, цинк
Первоуральск	2009	территория города	Хром, свинец, никель, цинк, медь
Полевской	2008	от 0 до 5	Никель, хром, цинк
Ревда[2]	2009	от 0 до 5	Медь, свинец, цинк, кадмий
Ревда[2]	2009	Участок многолетних наблюдений;1	Медь, свинец, цинк, кадмий
Рудная Пристань[2]	2007	от 0 до 5 от посёлка	Свинец, кадмий, цинк
Свирск[2]	2009	Участок многолетних наблюдений; 4,0	Свинец, цинк, медь
Сибай	2005	от 0 до 5	Медь, кадмий, свинец
Слюдянка	2005	от 0 до 4	Свинец, цинк, медь
Учалы	2005	территория города	Медь, кадмий, свинец, цинк

[1] *По показателю загрязнения $Z_к$ почвы участка относятся к чрезвычайно опасной категории загрязнения*
[2] *По показателю загрязнения $Z_к$ почвы относятся к опасной категории загрязнения*

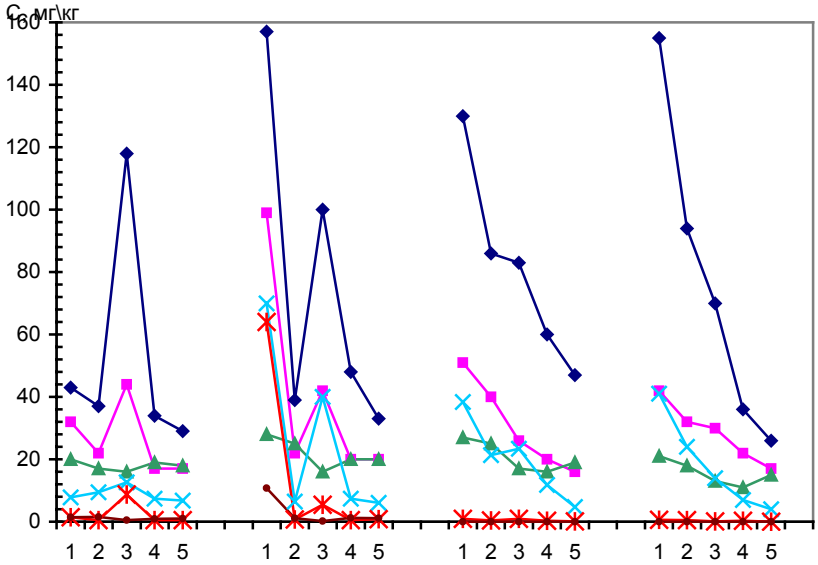


Рис. 3.21. *Динамика средних массовых долей (С) валовых (1993 и 1998 гг.) и кислоторастворимых (2004 и 2009 гг.) форм свинца (-□-), меди (-□-), никеля (-□-), и подвижных форм свинца (-Х-), меди (-Ж-), никеля (-●-) в почвах территории г. Владивосток (1) и в почвах зон радиусами от 0 до 1 км (2), от 1,1 до 5 км (3), от 5,1 до 20 км (4), от 20,1 до 35 км (5) от города*

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. Именно этот факт приводит к тому, что даже осуществляя два независимых друг от друга пробоотбора в один и тот же год на одной и той же территории, но с разными схемами точек отбора, мы будем получать средние значения массовых долей ТМ, которые при больших коэффициентах вариации могут достаточно сильно отличаться друг от друга, находясь в рамках варьирования среднего при определённой доверительной вероятности. 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 определённой степенью вероятности утверждать об изменениях уровней массовых долей ТМ в почвах (кроме отдельных исключений) (табл. 3.7.). 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.

Динамика средней валовой массовой доли свинца в почвах территорий городов Верхнего Поволжья приведена на рисунке 3.23.

Основным критерием гигиенической оценки степени 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 (или) более (в каждом конкретном случае), служит показателем загрязнения почв данным ТМ. Опасность загрязнения тем выше, чем выше концентрация ТМ в почве и выше класс опасности ТМ.

В таблице 3.8 представлен список городов, в почвах которых средняя массовая доля каждого определяемого ТМ в валовой или кислоторастворимых формах за период наблюдений 2005-2009 гг. превышает или достигает 1 ПДК, 1 ОДК или 4 Ф.

Рассмотрим загрязнение почв металлами в подвижных формах (извлекаемых ацетатно-аммонийным буфером). Здесь и далее первая цифра в скобках обозначает среднюю массовую долю ТМ в почвах изучаемой площади, вторая цифра - максимальную массовую долю.

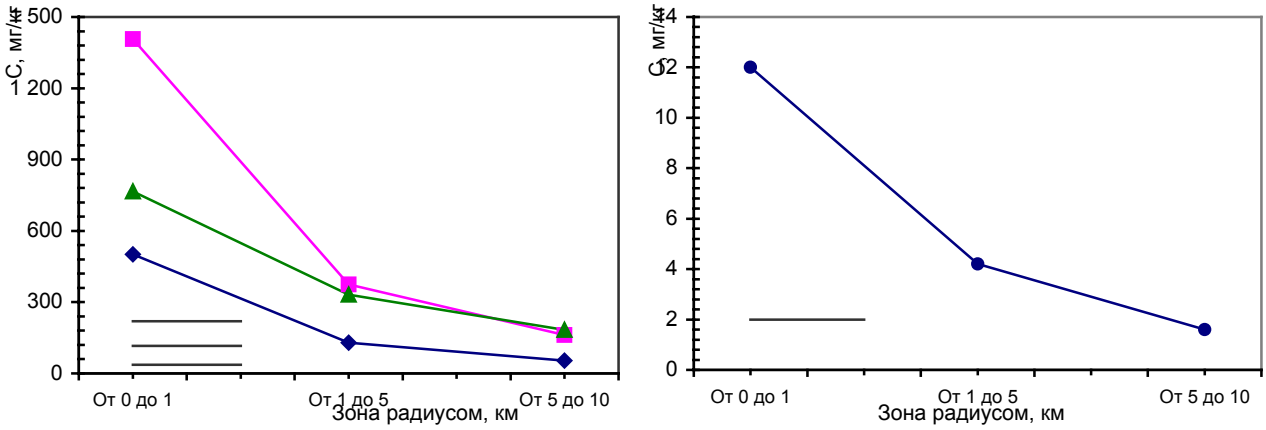


Рис. 3.22. *Изменения средних (С) массовых долей свинца, меди, цинка и кадмия в почвах зон в зависимости от расстояния от источника - ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод» (СУМЗ) в г. Ревда, установленные в 2009 году. На рисунках даны наибольшие ОДК металлов в почве*

Рис. 3.23. *Динамика средней валовой массовой доли свинца (С) в почвах территорий городов Верхнего Поволжья: Дзержинска, Ижевска, Кирово-Чепецка, Саранска*

По результатам наблюдений 2009 года загрязнение почв (средняя массовая доля ТМ в почвах территории города не ниже 1 ПДК или 4 Ф) подвижными формами кадмия обнаружено в городах (или в 5- километровых зонах вокруг источников, расположенных в этих городах) Первоуральск (6 и 21 Ф), Ревда (14 и 113 Ф); марганца - в городах Первоуральск (1 и 9 ПДК), Ревда (1 и 3 ПДК); меди - в городах Асбест (1 и 3 ПДК), Первоуральск (19 и 91 ПДК), Ревда (47 и 320 ПДК); никеля - в г. Асбест (4 и 9 ПДК); свинца - в городах Владивосток (7 и 53 ПДК), Первоуральск (5 и 15 ПДК), Ревда (12 и 140 ПДК); хрома - в г. Первоуральск (1 и 17 ПДК); цинка - в городах Владивосток (2 и 4 ПДК), Качканар (1 и 12 ПДК), Михайловск (1 и 9 ПДК), Первоуральск (5 и 16 ПДК), Ревда (4 и 12 ПДК).

Уменьшение средних массовых долей подвижных форм ТМ в почвах примерно в 2 раза и более (до 10 раз) в 2009 году по сравнению с 2004 годом отмечено в городах Асбест (кобальта, марганца, никеля, свинца, хрома), Владивосток (марганца), Качканар (кадмия, кобальта, марганца, меди, никеля, свинца), Михайловск (кобальта, марганца, никеля, свинца, хрома), Первоуральск (кобальта, никеля), Ревда (кобальта).

Увеличение средней массовой доли подвижных форм кадмия примерно в 2 раза выявлено в почвах городов Михайловск и Ревда, подвижных форм хрома - в г. Первоуральск.

В 2009 году загрязнение почв водорастворимыми формами меди зафиксировано в городах Первоуральск (4 и 18 Ф), Ревда (4 и 20 Ф, ПМН 8 и 28 Ф); никеля - в г. Асбест (4 и 6 Ф); свинца - в городах Первоуральск (9 и 31 Ф), Ревда (1-километровая зона от СУМЗ 9 и 35 Ф); хрома - в городах Асбест (4 и 6 Ф), Первоуральск (4 и 24 Ф); цинка - в городах Владивосток (4 и 6 Ф), Ревда (ПМН 5 и 13 Ф).

Тенденция к увеличению массовых долей водорастворимых форм ТМ в почвах прослеживается в городах Владивосток (марганца), Качканар (свинца, хрома), Михайловск (кадмия, кобальта, хрома), Первоуральск (свинца), Ревда (кобальта, хрома).

Тенденция к уменьшению массовых долей водорастворимых форм ТМ наблюдается в почвах городов Асбест (кадмия, меди), Качканар (кадмия, кобальта, марганца, меди, никеля), Михайловск (меди), Первоуральск (кадмия, меди, цинка).

Соотношение значений средних массовых долей различных форм ТМ в почвах техногенных районов и их динамику демонстрируют рисунки 3.21. и 3.24.

В 2009 году загрязнение почв мышьяком зафиксировано только на отдельных участках в городах Дзержинск (в 2 ОДК) и Новосибирск (к 4 ОДК).

***Табл. 3.7**. Динамика средних значений массовых долей металлов, мг/кг, в почвах территорий отдельных промышленных городов и их окрестностей, обследованных в 2009 году*

Город	Год	Формы[1] ТМ	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd
Асбест	1994	к	27	560	413	69	41	-	-
	1999	к	40	658	540	125	56	31	1,41
	2004	к	39	718	409	181	44	29	1,06
	2009	к	53	617	500	144	49	31	1,8
Качканар	1999	к	19	614	29	73	55	19	0,30
	2004	к	30	610	37	84	64	22	0,77
	2009	к	22	457	34	99	70	21	0,50
Медногорск. Зона радиусом 5 км вокруг ООО «ММСК»	1987	к	410	760	89	-	30	40	-
	2009	в	115	395	40	491	308	-	1,97
Михайловск	1994	к	23	603	54	81	37	-	-
	1999	к	38	822	55	144	29	15	1,32
	2004	к	31	675	57	110	37	15	1,35
	2009	к	29	655	55	115	38	16	1,00
Нижнекамск ПМН	2008	к	13	684	50	100	22	1,7	0,28
	2009	к	24	325	28	63	38	5,5	0,22
Первоуральск	1994	к	61	1 048	49	269	206	-	-
	1999	к	62	1 142	52	228	241	22	2,52
	2004	к	118	942	56	338	396	24	3,13
	2009	к	104	797	71	302	277	22	2,8
Свирск. Участок многолетних наблюдений площадью 1 га, расположенный на расстоянии 0,5 км от завода «Востсибаккумулятор»	1994	в	1 500	2 200	84	320	100	25	-
	1999	в	324	698	54	123	45	12	-
	2004	в	1 167	1 782	102	448	230	29	-
	2009	в	3 010	2 030	57	157	97	19	0,75
Стерлитамак	2003	к	29	-	88	42	22	-	0,31
	2009	в	32	-	174	93	29	-	0,05
Уфа	2002	к	32	-	77	65	53	-	0,37
	2009	в	34	-	123	153	41		0,23

[1] Формы ТМ:
к - кислоторастворимые формы; в - валовая;

Табл. 3.8. *Список населённых пунктов, обследованных в 2005-2009 годах, в почвах территорий которых средние значения массовых долей, мг/кг, валовых и кислоторастворимых форм ТМ равны или превышают 1 ПДК, 1 ОДК (максимальную) или 4 Ф (в зависимости от имеющегося критерия)*

Металл, критерий, млн$^{-1}$, город	Массовая доля	
	средняя	максимальная
Ванадий ПДК 150		
Братск	183	300
Кадмий ОДК 2,0		
Реж	15,0	102,0
Кировград	7,1	66,0
Ревда	5,6	39,0
Ревда (ПМН)	5,2	12,0
Баймак	4,0	10,0
пос. Рудная Пристань[1]	3,9	11,0
Сибай	3,3	14,0
Первоуральск	2,8	10,0
Учалы	2,1	5,3
Дальнегорск[1]	2,0	9,8
Марганец ПДК 1500		
Алапаевск	2 220	8 850
Свирск (УМН-1)	2 030	2 900
Нижние Серги	1 520	8 380
Нижний Тагил	1 510	3 850
Медь ОДК 132		
Кировград	975	4 416
Ревда (ПМН)	886	2 053
Ревда	569	3 540
Учалы	420	1 030
Баймак	360	1 500
Свирск (УМН[2]-1)	330	940
Верхняя Пышма	320	12 640
Медногорск	308	790
Сибай	290	1 500
Первоуральск	276	1 098
Краснотурьинск	240	1 030
Нижний Тагил	180	680
Никель ОДК 80		
Реж	791	5 993
Асбест	518	1 656
Давлеканово	185	275
Ишимбай	184	309
Стерлитамак	174	316
Полевской	165	1 420
Екатеринбург	150	790
Верхняя Пышма	130	450
Алапаевск	130	360
Уфа	121	174
Нижние Серги	110	660
Баймак	110	160
Камышлов	96	280

Металл, критерий, млн$^{-1}$, город	Массовая доля	
	средняя	максимальная
Октябрьский	95	140
Бирск	92	132
Берёзовский	91	290
Янаул	90	200
Учалы	88	260
Сысерть	88	180
Богданович	87	330
Невьянск	87	300
Дюртюли	86	101
Туймазы	85	150
Свирск (УМН-3)	84	120
Белебей	83	200
пос. Култук	82	97
Благовещенск	81	277
Свинец ПДК 32		
Свирск (УМН-1)	3 010	4 100
пос. Рудная Пристань[1]	540	1 330
Дальнегорск[1]	350	1 420
Кировград	252	962
Ревда (ПМН)	240	674
Ревда	199	1 474
Белорецк	130	1 000
Учалы	130	360
Медногорск	115	417
Первоуральск	100	342
Баймак	90	590
Владивосток[1]	81	430
Слюдянка	74	520
Новосибирск (ПМН)	71	144
Невьянск	67	230
Екатеринбург	66	240
Нижний Новгород	65	500
Нижние Серги	60	150
Берёзовский	59	220
пос. Култук	58	140
Асбест	55	343
Бирск	54	473
Алапаевск	54	240
Сибай	54	150
Верхняя Пышма	54	180
Нижний Тагил	53	260
Сухой Лог	52	181
Кушва	50	130
Реж	50	372
Кемерово (ПМН)	48	68

Металл, критерий, млн$^{-1}$, город	Массовая доля	
	средняя	максимальная
Полевской	46	217
Артёмовский	44	1 140
Самара	43	120
Краснотурьинск	41	140
Артём	41	51
Шелехов	40	140
Новокузнецк (ПМН)	39	50
Камышлов	38	100
Белебей	38	92
Богданович	37	58
Омск	36	79
Можайский район Московской области	34	110
Каменск-Уральский	34	95
Сысерть	33	57
Стерлитамак	32	124
Отрадный	32	106
Томск (ПМН)	32	37
Хром		
Реж, Ф 45	358	1 150
Асбест, Ф 44	249	526
Полевской, Ф 45	205	1 166
Цинк ОДК 220		
Кировград	1 223	3 450
пос. Рудная Пристань[1]	540	2 020
Нижний Новгород	537	2 320
Медногорск	491	866
Дальнегорск[1]	440	1 510
Слюдянка	430	1 200
Учалы	430	560
Ревда	414	2 265
Ревда (ПМН)	394	1 075
Баймак	350	590
Первоуральск	307	1 555
Кушва	290	1 770
пос. Култук	290	520
Полевской	277	2 205
Белорецк	270	460
Янаул	270	420
Екатеринбург	260	4 690
Невьянск	260	620
Новокуйбышевск	250	910
Томск (ПМН)	250	480
Сухой Лог	241	1 558
Нижний Тагил	220	660

[1] *Значения массовых долей в почвах 5-км зоны от населённого пункта*
[2] *УМН - участок многолетних наблюдений*

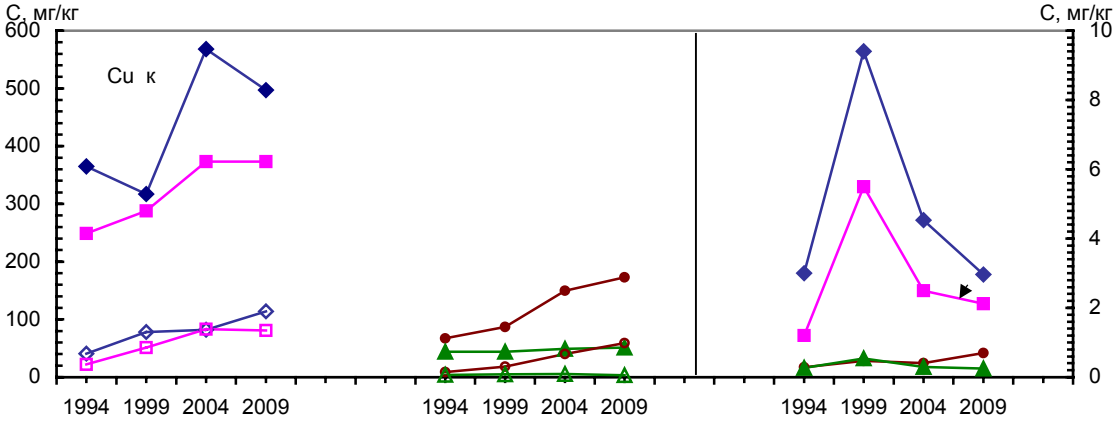


Рис. 3.24. *Динамика средних массовых долей (С) кислоторастворимых (к), подвижных (п), водорастворимых (вод) форм меди, цинка, свинца, никеля в почвах 10-километровой зоны от ОАО «Среднеуральский медеплавильный завод» и ОАО «Ревдинский завод по обработке цветных металлов» в г. Ревда, принятые за один источник*

Загрязнение почв фтором

Источниками загрязнения окружающей среды соединениями фтора являются алюминиевые заводы, предприятия по производству фосфорных удобрений и другие.

В 2009 году наибольшее загрязнение почв валовой формой фтора зарегистрировано в г. Братск (с окрестностями). Средняя и максимальная массовые доли фтора в слое почвы от 0 до 5 см составили соответственно 500 мг/кг (21 Ф, Ф= 24 мг/кг) и 1 100 мг/кг (46 Ф), в слое почвы от 5 до 10 см - 300 мг/кг (12,5 Ф) и 600 мг/кг (25 Ф) соответственно. С 2008 по 2009 год в среднем массовые доли фтора в поверхностном слое почвы от 0 до 10 см в г. Братск уменьшились примерно в 1,5 раза.

Наблюдения за атмосферными выпадениями фторидов в городах Братск, Иркутск, Шелехов и Листвянка (фоновый район) показали в среднем сокращение атмосферных выпадений за год (с начала января до конца декабря 2009 года) на каждом пункте наблюдений от 1,03 (г. Иркутск) до 2,4 раз (пос. Листвянка).

За последние шесть лет (в 2004-2009 гг.) зафиксировано загрязнение водорастворимыми формами фтора в целом почв территорий городов Братск, Каменск-Уральский, Краснотурьинск, Шелехов и отдельных участков почв в городах Артём (в 20-километровой зоне вокруг города), Верхняя Пышма, Полевской, Ревда, Черемхово.

Загрязнение почв нефтепродуктами

Наблюдения за массовой долей НП в почвах и её динамикой проводятся как на участках наиболее вероятных мест импактного загрязнения - вблизи добычи, транспортировки, переработки и распределения НП, так и в районах населённых пунктов (табл. 3.9.).

Наиболее сильно загрязнена НП почва поля площадью 5 га в СПО «Россия» Сызранского района Самарской области, в которой средняя и максимальная массовая доля НП составили соответственно 4 216 мг/кг (84 Ф, Ф=50 мг/кг) и 7 823 мг/кг (156 Ф). Эти значения ниже, чем в 2004 году, в 1,7 раза и в 3,1 раза соответственно. Загрязнены НП почвы г. Медногорск (522 мг/кг или 13 Ф и 5 100 мг/кг или 129 Ф), обследованные впервые на НП.

Загрязнение почв нитратами и сульфатами

Средняя массовая доля нитратов в почвах городов, за которыми проводились наблюдения в 2009 году, в несколько раз ниже 1 ПДК (130 млн$^{-1}$). Загрязнены нитратами на уровне 1 ПДК отдельные участки почв городов Качканар, Первоуральск, Ревда (ПМН). Сравнивая результаты наблюдений 2005 и 2009 годов, можно сделать вывод об уменьшении нитратов в среднем в почвах городов Урала со временем. В почвах пунктов многолетних наблюдений городов Западной Сибири средние массовые доли нитратов варьируют в определённых пределах, оставаясь, примерно на прежнем уровне, кроме постепенного незначительного возрастания массовой доли нитратов, начиная с 2001 года, в почвах ПМН г. Новокузнецк.

Изменение средних массовых долей сульфатов в почвах характеризует рисунок 3.25.

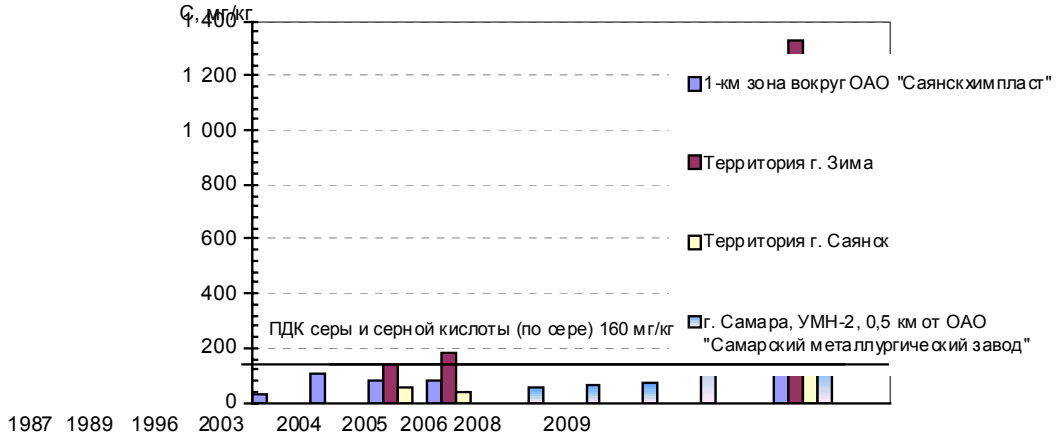


Рис. 3.25. *Динамика средних массовых долей сульфатов (С)*

Табл. 3.9. *Динамика средней массовой доли НП, мг/кг, в почвах городов, обследованных в 2009 году*

Город	Год	Средняя массовая доля		Город	Год	Средняя массовая доля	
		в почвах города	фоновая			в почвах города	фоновая
Дзержинск, территория города	1999	190	16	Новосибирск, ПМН	2002	150	62
	2003	430	50		2005	160	75
	2009	250	113		2006	480	75
Иркутск, территория Жилкинской нефтебазы	1990	636	40		2007	150	90
	1997	260			2008	120	101
	2009	177			2009	308	115
КазаньЮ территория города	2008	650	54	Омск, территория города	2003	680	40
	2009	440	50		2005	360	
Кемерово, ПМН	2001	230	83		2006	270	
	2002	220	85		2008	450	
	2005	240	95		2009	630	
	2007	300	48	Томск, ПМН	2001	310	20
	2009	153	26		2003	230	73
Набережные Челны, ПМН	2008	610	68		2005	230	73
	2009	350	70		2006	460	57
Нижнекамск, ПМН	2008	330	82		2008	175	58
	2009	294	73		2009	253	160
Нижний Новгород, районы: Канавинский, Московский, Сормовский (часть)	1994	310	50	Самара, УМН-1	2006	89	50
	2009	360	153		2007	64	
Новокузнецк, ПМН	2001	210	20		2008	67	
	2002	230	61		2009	226	
	2005	240	80	Самара, УМН-2	2006	82	50
	2006	150	100		2007	34	
	2008	130	84		2008	74	
	2009	137	58		2009	74	

ПМН - пункт многолетних наблюдений;
УМН - участок многолетних наблюдений, входящий в состав ПМН

3.2.2. Загрязнение почв остаточными количествами пестицидов

Применение пестицидов в России в 2009 году

«Государственный каталог пестицидов и агрохимикатов, разрешенных к применению на территории Российской Федерации. 2009 год» устанавливает перечень химических средств защиты растений (пестицидов) и регуляторов роста растений (РРР) и основные регламенты их эффективного и безопасного применения. По состоянию на декабрь 2009 г. зарегистрировано более 900 пестицидных препаратов, представляющих собой как химические вещества и их смеси, так и препараты биологического действия. В основе этих препаратов заложено 240 действующих веществ (д.в.) пестицидов. В современных условиях хозяйствования система учета применения пестицидов, к сожалению, не дает полной информации о фактической пестицидной нагрузке на окружающую среду Российской Федерации. По данным Минсельхоза России в Российской Федерации в 2008-2009 гг. замедлился рост применения пестицидов, наблюдавшийся в последние годы. В 2009 г. наиболее широко применялись гербициды на основе 2,4-Д, глифосата, МЦПА; дикамбы, а также феноксапроп-П-этил, глюфосинат аммоний, метсульфурон-метил, С-метолахлор, триасульфурон, клопиралид, трифлуралин, прометрин; инсектициды диазинон, диметоат, ацетохлор, синтетические пиретроиды; фунгициды дифеноконазол, тебуканазол, карбендазим.

Загрязнение остаточными количествами пестицидов почв сельскохозяйственных угодий, водосборов, лесных массивов, а также складов хранения и захоронения пестицидов (химических средств защиты растений)

В 2009 г. на содержание остаточных количеств (ОК) пестицидов обследовано 34,3 тыс. га (рис. 3.26.). Загрязненные (выше установленных гигиенических нормативов) площади составили 1,4% весной и 3,2% осенью от обследованной территории. Загрязненная почва обнаружена на территории 17 субъектов Российской Федерации (в 2008 г. - 12 регионов) (рис. 3.27.). В 2009 г. загрязнение отмечено по суммарному ДДТ - 2,2% от обследованной площади в 27,3 тыс. га (в 2008 г. - 4%), ГХЦГ - 0,02 % от обследованной в 27,3 тыс. га (в 2008 г. - 1,3%); по гербицидам трифлуралину - 1,7 % от обследованной в 9 546 га (в 2008 г. - 1,3%); 2,4-Д - 1,4 % от обследованной в 10 710 га (в 2008 г. - 1,3%); ГХБ на локальных участках. Не обнаружено почв, загрязненных ОК триазиновых гербицидов, фосфорорганических инсектецидов, синтетических пиретроидов, полихлорированными бифенилами. В 2009 г. было проведено обследование вокруг 18 объектов хранения неликвидных пестицидов. В большинстве случаев распространения загрязнения не произошло, однако, выявлены объекты, вблизи которых почвы значительно загрязнены.

Загрязненные участки обнаруживаются на территории Российской Федерации ежегодно, при этом наблюдается небольшой тренд на снижение доли загрязненных почв.

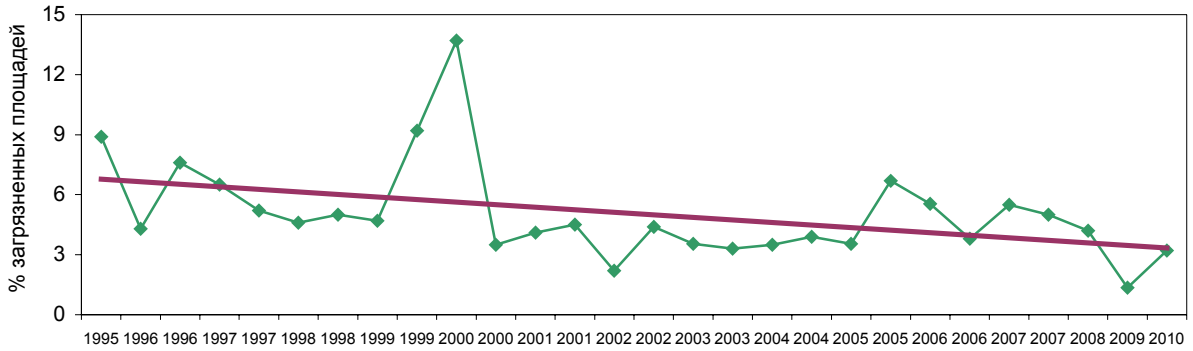


Рис. 3.26. *Доля загрязненных почв, % от обследованной*

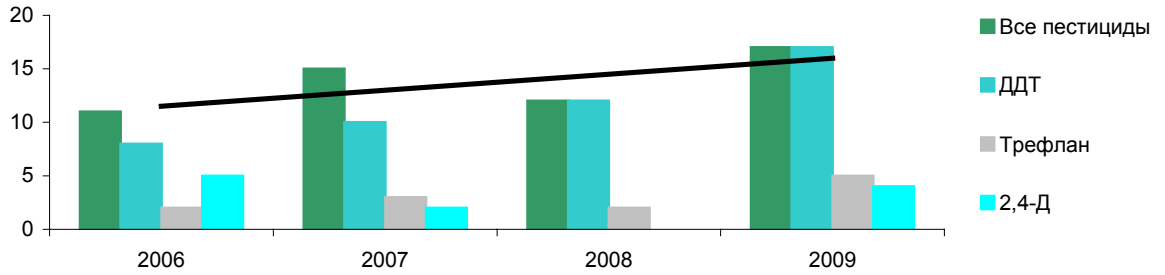


Рис. 3.27. *Число субъектов Российской Федерации, на территории которых обнаружено превышение нормативов содержания пестицидов в почве*

Центральные области

В 2009 г. на территории Центрального региона обследованы почвы областей: Владимирской (108 га в Вязниковском районе), Калужской (49 га в Сухиническом районе), Костромской (районы 2 складов хранения устаревших пестицидов в Костромском районе), Московской (160,5 га в Наро-Фоминском районе), Рязанской (548 га в 5 районах), Тульской (134 га в Щекинском районе) и Ярославской (162 га в Переяславль-Залесском, Ростовском, Рыбинском и Ярославском районах). В почве не обнаружены превышения ПДК контролируемых пестицидов - ДДТ и его метаболита ДДЭ, изомеров ГХЦГ и трифлуралина.

ОК суммарного ДДТ в почвах Владимирской области обнаружены в пределах 0,009-0,16 ПДК (среднее содержание 0,0009 мг/кг); суммарного ГХЦГ не превышали 0,09 ПДК (среднее содержание 0,006 мг/кг); ОК трифлуралина весной и осенью находились в пределах 0,1-0,3 ОДК (среднее содержание 0,013 мг/кг). В почвах Калужской области на 40 га под многолетними травами ОК суммарного ДДТ не превышали 0,11 ПДК, суммарного ГХЦГ - 0,08 ПДК; ОК трифлуралина обнаружены на уровне О,2 ОДК.

В Московской области при обследовании весной 160,5 га под многолетними травами и озимыми максимальные уровни суммарного ДДТ составляли 0,04 ПДК (рис. 3.28.), суммарного ГХЦГ - 0,13 ПДК; трифлуралина - 0,3 ОДК.

В Костромской области обследование почв под сельскохозяйственными культурами не проводилось. Обследованы территории вблизи складов хранения пестицидов в ОПХ «Минское» и Учхозе «Костромское Костромского района. Во всех 64 пробах, отобранных по четырем румбам на расстоянии 0,2; 0,5; 1,0 и 1,5 км от места складирования, обнаружены ОК контролируемых пестицидов. Максимальное содержание ДДТ соответствовало 0,4 ПДК, ГХЦГ - 0,09 ПДК, трифлуралина - 0,4 ОДК. Почвы сельскохозяйственных угодий содержали ОК ХОП на уровне не более 0,12 ПДК, а трифлуралина - не более 0,3 ОДК.

В Рязанская области почвы обследованы весной (283 га) и осенью (265 га) в Клепиковском, Михайловском, Ряжском, Сасовском и Скопинском районах. Загрязненных почв не обнаружено - максимальные уровни ХОП не превышали весной 0,40 ПДК и осенью - 0,20 ПДК соответственно в почве под зерновыми, картофелем, огородами, парами и зябью. Среднее содержание трифлуралина в обследованных почвах составило весной 0,17 ОДК и осенью 0,15 ОДК при максимально обнаруженной концентрации 0,4 ОДК.

В Тульской области почвы обследованы только весной (134 га) под зерновыми, капустой, картофелем и пашней. Максимальные уровни ОК ХОП не превышали 0,21 и 0,17 ПДК суммарных ДДТ (рис. 3.28.) и ГХЦГ соответственно, трифлуралина - 0,3 ОДК.

В Ярославской области в Переяславль-Залесском районе («ЗАО им. Ленина») осенью были обследованы почвы под картофелем рядом с заброшенным складом удобрений(7 га). Обнаружены ОК суммарного ДДТ и суммарного ГХЦГ на уровне 0,14 и 0,11 ПДК соответственно, ОК трифлуралина составляли 0,3 ОДК. Обследование почв (15 га) весной под картофелем в Ростовском р-не (территория метеостанции) показало наличие ОК ДДТ на уровне 0,08 ПДК; ГХЦГ - 0,06 ПДК; ОК трифлуралина составляли 0,2 ОДК. В Рыбинском районе весной обследованы почвы СПК им. Ленина (25 га) под озимыми культурами - ОК оставляли: суммарного ДДТ в пределах 0,09-0,12 ПДК; ГХЦГ - на уровне 0,06 ПДК, трифлуралина на уровне 0,2 ОДК. Обследование осенью 40 га почвы (под капустой) на территории СПК «Заветы Ильича» выявило также определенные количества ХОП на уровне 0,04-0,06 ПДК; ОК трифлуралина на уровне 0,2 ОДК. Весенний отбор проб под зерновыми на площади 40 га на территории СПК «Рыбинский» показал, что содержание ОК ХОП не превышало 0,09 ПДК; ОК трифлуралина - 0,1 ОДК.

Центрально-Черноземные области

В 2009 г. обследованы почвы в 6 областях ЦЧО весной и осенью по 470 га на содержание ХОП, по 190 га на содержание трифлуралина, по 838 га на содержание 2,4-Д, и по 193 га на содержание триазиновых гербицидов. Загрязненные ДДТ почвы обнаружены в Белгородской (55 га под бобовыми), Курской (140 га яблоневого сада) и Липецкой (16 га весной и 40 га осенью под зерновыми) областях. В Липецкой области обнаружены почвы, загрязненные трифлуралином (80 га под зерновыми) и 2,4-Д (137 га под паром). Максимальное содержание гербицидов превысило гигиенический норматив в 5,3 и 2,9 раза соответственно.

В Курской области на территории плодсовхоза «Обоянский» Обоянского района обследованные почвы в садах (по 200 га весной и осенью) в среднем содержание суммарного ДДТ весной составляло 0,6 ПДК и 1,5 ПДК - осенью; максимальные соответственно 0,8 и 2,5 ПДК (рис. 3.28.). В хозяйстве «Марьино» Рыльского района обследовано поле (200 га) под зерновыми культурами на содержание 2,4-Д. Уровень среднего содержания ОК 2,4-Д составил 0,5 ПДК весной и 0,2 ПДК осенью, максимальный 0,9 ПДК и 0,3 ПДК весной и осенью соответственно.

В Липецкой области на территории ОАО АПО «Дружба» Грязинского района обследовано весной и осенью по 80 га почвы под зерновыми культурами. Загрязненные почвы ОК суммарного ДДТ составили 20% (16 га) и 50 % (40 га) весной и осенью соответственно от обследованной территории. Уровень среднего содержания ОК суммарного ДДТ составил 0,6 ПДК весной и 0,8 ПДК осенью, максимальный 1,6 ПДК и 1,3 ПДК весной и осенью соответственно. Вся обследованная площадь (80 га) хозяйства ОАО АПО «Дружба» загрязнена ОК гербицида трифлуралина. Средние уровни содержания трифлуралина при этом составляли весной 3,4 ОДК, осенью - 1,8 ОДК, максимальные соответственно 5,3 и 2,6 ОДК. Также обследованы по 137 га весной и осенью территории АПК «Задонские Нивы Черноземья» Задонского района под

паром на содержание 2,4-Д. При весеннем отборе ОК гербицида 2,4-Д не выявлено, осенью загрязнение составило 100% обследуемой территории (137 га). Обследование на ОК триазиновых гербицидов не проводилось.

В Белгородской области при обследовании по 110 га почв весной и осенью под бобовыми культурами в ООО «Агроникольское» Белгородского района загрязненная почва ОК суммарного ДДТ обнаружена в пробах осеннего отбора и составила 50% от обследованной площади. Средние уровни ОК суммарного ДДТ составили весной 0,2 ПДК, осенью - 1,1 ПДК при максимальных значениях 0,7 ПДК и 1,6 ПДК весной и осенью соответственно. На этой же обследованной территории трифлуралина не обнаружено. Также не выявлено ОК 2,4-Д при обследовании 101 га почв Агропредприятия «Потудань» Старооскольского района под зерновыми культурами.

В Воронежской области весной и осенью обследовано по 200 га почвы под зерновыми культурами на содержание в ней 2,4-Д (СХ «Ведуга» Семилукского района), ОК 2,4-Д не выявлено.

В Брянской области на территории колхоза «Прогресс» Клинцовского района обследовано весной и осенью по 200 га почв под зерновыми на содержание в них 2,4-Д, ОК 2,4-Д не обнаружено. В этом же хозяйстве были обследованы почвы площадью 43 га на содержание триазиновых гербицидов, ОК триазиновых гербицидов не выявлено.

В Тамбовской области на содержание ОК ХОП были обследованы почвы в Мичуринском районе под зерновыми, где было отобрано по 10 проб весной и осенью с площади 80 га. Загрязнение ОК суммарного ДДТ было выявлено на 8 га (10%) осенью при средних уровнях 0,2 ПДК весной и 0,8 ПДК осенью и максимальных 0,4 ПДК и 1 ПДК весной и осенью соответственно. Обследованы почвы (по 150 га) Сосновского района в хозяйстве ООО «Агровиста-Тамбов» ОП «Сосновское» на содержание триазиновых гербицидов. На обследованной площади ОК триазиновых гербицидов не выявлено

Северный Кавказ

При обследовании почв на площади 2 770 га весной и 2 570 га осенью в Краснодарском и Ставропольском краях, Ростовской области, Карачаево-Черкесской республике ни по одному из 15 контролируемых пестицидов не выявлено превышения ПДК или ОДК. Максимальные уровни суммарного ДДТ не превышали 0,24 ПДК (рис. 3.28.), суммарного ГХЦГ - 0,09 ПДК, трифлуралина - 0,21 ОДК, ТХАН - 0,18 ОДК, 2,4-Д - 0,20 ПДК (рис. 3.29.), метафоса - 0,22 ПДК; ОК триазиновых гербицидов (атразин, прометрин, семерон, симазин, пропазин) и инсектицида фозалона не обнаружено.

Как и в предыдущие годы, проводилось комплексное обследование водосборов (почва, вода и донные отложения) рек Койсуг, Дон и Азовского оросительного канала. На участке, прилегающем к оросительному каналу, среднее содержание ХОП составило 0,007 мг/кг весной и 0,011 мг/кг осенью (в 2008 г. - 0,005 мг/кг и 0,007 мг/кг соответственно), среднее содержание ГХЦГ составляло 0,004-0,005 мг/кг. В районе р. Сал в Семикаракорском районе Ростовской области среднее ДДТ составляло 0,008-0,014 мг/кг. В почвах также обнаружены ОК ГХЦГ, трифлуралина, метафоса, ТХАН, 2,4-Д. Как и в предыдущем году, подтверждено присутствие пестицидов в донных отложениях р.Дон, р.Койсуг в диапазоне концентраций ХОП - 0,003-0,014 мг/кг, метафоса - 0,004-0,009 мг/кг. В воде содержание пестицидов ниде нижнего предела обнаружения используемых методик анализа.

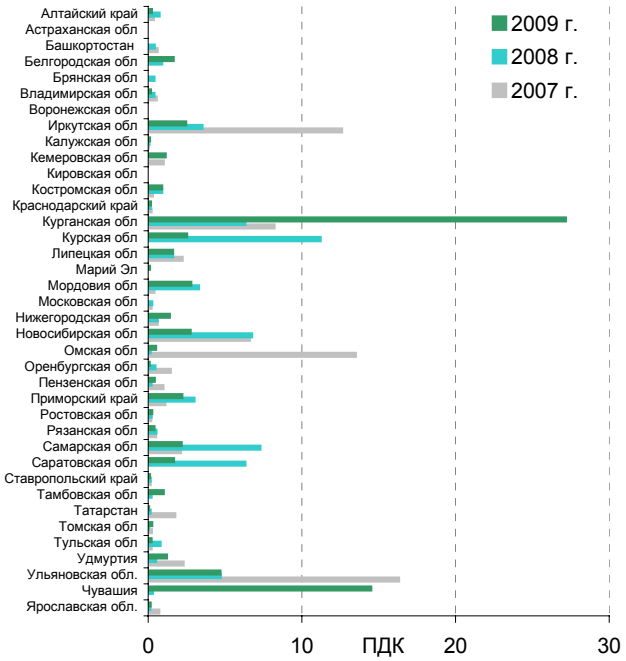


Рис. 3.28. Максимальные обнаруженные содержания в почвах суммарного ДДТ

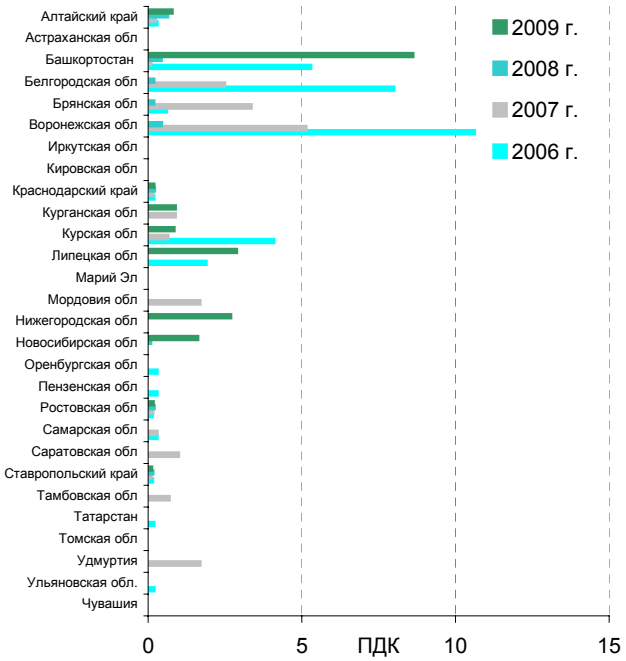


Рис. 3.29. Максимальные обнаруженные содержания в почвах 2,4-Д

Верхнее Поволжье

В 2009 г. обследовано весной 2 164 га и осенью 2 140 га в Республиках Марий Эл, Мордовия, Удмуртия и Чувашия в областях Кировской и Нижегородской на содержание пестицидов 9 наименований. Загрязненная ДДТ почва (1,4 ПДК) на сельскохозяйственных угодьях весной обнаружена только в Нижегородской области на площади 4 га под овощами. Осенью загрязненные ОК суммарного ДДТ почвы обнаружены на территории Канашского района Чувашской республики, Селтинского района Удмуртской республики, Березняковского райна Мордовской республики. Загрязнение в среднем было на уровне 6,2 ПДК (0,62 мг/кг) при максимальном уровне 14,5 ПДК в почвах под паром. На территориях Кировской области и Республики Марий Эл содержание ОК суммарного ДДТ не превышало ПДК. В целом по обследованной территории средние значения ОК суммарного ДДТ в почве составили весной 0,002 мг/кг и осенью 0,019 мг/кг.

Загрязненных ОК суммарного ГХЦГ почв не обнаружено. Максимальные уровни содержания ОК данного пестицида весной в Канашском районе Чувашской республики достигали 0,1 ПДК в почве под зерновыми, 0,8 ПДК в почве под паром Порецкого района той же республики и 0,2 ПДК в Лысковском районе Нижегородской области в почве под паром.

Почв, загрязненных ОК гербицидов 2,4-Д, трифлуралина, симазина, атразина, прометрина, в 2009 г. не обнаружено.

В 2009 г. продолжено обследование почв в местах складирования и захоронения пестицидов на территории Кировской области и Удмуртской республики, впервые обследованы почвы в местах складирования и захоронения пестицидов на территории Нижегородской области в Борском и Арзамасском районах.

В с. Кантаурово Борского района весной в районе разрушенного склада ядохимикатов было проведено обследование почвы на расстоянии 40-300 м от склада. Результаты анализа показали, что содержание ОК суммарного ДДТ, симазина (симазин+атразин), прометрина, трефлана и ПХБ в отобранных пробах почвы было ниже пределов обнаружения используемых МВИ.

Максимальное содержание суммарного ГХЦГ составило 0,9 ПДК, максимальное содержание ОК ГХБ достигло 3,7 ОДК в пробе, отобранной на расстоянии 40 м на восток от склада. Максимальные уровни содержания ОК 2,4-Д кислоты достигли 2,7 ПДК, 0,4 ПДК и 0,3 ПДК в пробах почвы, отобранных на расстоянии 100 м на запад от склада, 40 м на восток от склада и 150 м на запад от склада соответственно (рис. 3.29.).

На территории колхоза «Дружба» Арзамасского района Нижегородской области, «Батыр» Селтинского района, с. Сигаево Сарапульского района республики Удмуртия, ОК контролируемых пестицидов в почве не обнаружено.

В отчетном году на территории Нижегородской области были продолжены работы по опытной реализации региональной системы мониторинга стойких органических загрязнителей на территории деятельности Верхне-Волжского УГМС в рамках подсистемы мониторинга загрязнения г. Дзержинска Нижегородской области, отобраны и проанализированы пробы почвы г. Дзержинска, его пригородной и промышленной зон. Результаты анализа проб почвы, отобранных в селитебной и промышленных частях города, показали, что содержание суммарного ДДТ, ГХЦГ и ГХБ было ниже допустимых значений. Максимальные концентрации составили: суммарного ДДТ - 0,4 ПДК (рис. 3.28.) на территории парка культуры и отдыха, суммарного ГХЦГ - 0,7 ПДК и ГХБ - 0,7 ОДК на территории промсвалки, расположенной на ул. Науки. В 2008 г. на окраине г. Дзержинска на территории промышленной свалки были обнаружены ОК суммарного ГХЦГ на уровне 72,8 ПДК

28.10.2009 г. государственными инспекторами по охране окружающей среды совместно с представителем Нижегородского ЦГМС-Р выявлено несанкционированное размещение пестицидов в двух ямах на территории грузового порта г. Дзержинска в водоохраной зоне р. Оки. Расстояние от места захоронения отходов до уреза воды составляло 80 м. ГУ «Нижегородский ЦГМС-Р», Управлением Россельхознадзора по Нижегородской области и Республике Марий Эл и МП «РЦэм» г. Дзержинска (имеет лицензию Росгидромета) в районе захоронения были отобраны и проанализированы пробы грунта из самого захоронения, пробы почвы вокруг захоронения, пробы поверхностной воды Бабинского затона (р. Ока).

В почвах внутри и на границе ям с захороненными ядохимикатами были обнаружены пентахлорнитробензол, альфа- и гамма-гексахлорциклогексан, пропахлор, ДДТ, пропазин, гексахлорбензол; произошло загрязнение почвы внутри и по периметру ям гексахлорбензолом на уровне 23 ОДК, паратионметилом - от 7до 19 ПДК , симазином - 4,5 и 7 ПДК, малатионом - 1,8 ПДК. По данным МП «РЦэм» г. Дзержинска в почве из ям с захоронением и в шламе с территории порта обнаружен гамма-ГХЦГ в концентрациях (ориентировочное значение) от 6300 до 20000 мг/кг. Содержание ДДТ в почве территории Грузового порта вблизи ям с захоронением составило 0,15 мг/кг. Также в отдельных пробах почвы выявлено высокое содержание цинка (ориентировочное значение 3900 мг/кг) и свинца (ориентировочное значение 860 мг/кг).

В почвах, отобранных на расстоянии 50 м в сторону Бабинского затона (р. Ока) от ям с захоронениями, токсиканты сельскохозяйственного происхождения (ГХБ, ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, трифлуралин 2,4-Д кислота, ПХБ) не обнаружены. Поверхностного стока от места размещения отходов в момент осмотра до уреза воды не установлено, попадания отходов в поверхностный водный объект (р. Ока) не зафиксировано. Осадки, прошедшие в ноябре 2009 г. могли способствовать смыву загрязняющих веществ в поверхностный водный объект (р. Ока) и поступлению пестицидов в подземные воды. Оперативно были приняты меры по утилизации захоронения пестицидов. Нижегородской природоохранной прокуратурой по данному факту проведена проверка на предмет возбуждения уголовного дела.

Среднее Поволжье

В 2009 году наблюдения за загрязнением почв пестицидами на территории деятельности Приволжского УГМС проводились в 5-ти областях (Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Ульяновской) и Республике Татарстан. Обследовано 1 989 га сельхозугодий весной и 1 805 га осенью, 50 полей в 15 хозяйствах, расположенных в 14 сельскохозяйственных районах. В почве определялись пестициды 14 наименований, а также ПХБ. Для оценки распространения загрязнения проведен отбор и анализ проб на территории Национального природного парка «Самарская Лука» и на наблюдательном участку АГМС Аглос.

В 2009 году загрязненные ОК суммарного ДДТ почвы обнаружены весной на 0,6% от обследованной площади при максимальном 1,48 ПДК и осенью 1,1% от обследованной площади при максимальном 2,16 ПДК. Среднее содержание в почве обследованной территории ОК суммарного ДДТ весной и осенью составило 0,06 ПДК и 0,05 ПДК (), что значительно ниже, чем весной и осенью предыдущего года,

Загрязненные ОК суммарного ДДТ почвы обнаружены весной и осенью только в садах ООО «Сад» Приволжского района Самарской области на площади 12 га (8,2% от обследованной) и 20 га (13,6% от обследованной) при максимальном 1,48 ПДК и 2,16 ПДК. В других обследованных хозяйствах Оренбургской, Пензенской, Самарской, Саратовской, Ульяновской областей и Республики Татарстан ОК суммарного ДДТ в почве наблюдалось на уровне сотых - десятых долей ПДК, как и в предыдущие годы наблюдений, либо вообще не было обнаружено.

Незначительное количество ОК суммарного ГХЦГ обнаружено весной и осенью в некоторых хозяйствах Оренбургской, Самарской, Ульяновской областей. Максимальное содержание ОК суммарного ГХЦГ наблюдалось в единичных случаях весной под зерновыми в ФХ Мелекесского района Ульяновской области и кормовыми травами в ООО «Мир» Безенчукского района Самарской области на уровне 0,02 ПДК, и осенью - 0,09 ПДК в ООО «Мирный» Абдулинского района Оренбургской области под кормовыми травами. В почвах Пензенской, Саратовской областей и Республики Татарстан ОК суммарного ГХЦГ не было обнаружено, как и в большинстве хозяйств региона в предыдущие годы наблюдений.

Среднее содержание ОК ГХБ в почве региона наблюдалось на уровне 0,07 ОДК (0,002 мг/кг). Максимальное содержание ОК ГХБ наблюдалось под зерновыми культурами на уровне 0,23 ОДК весной в ФХ Мелекесского района Ульяновской области и осенью - 0,37 ОДК в ООО «Кувандыкская сельскохозяйственная компания» Кувандыкского района Оренбургской области и в ООО «Городище-Агро» Городищенского района Пензенской области.

В 2009 г. загрязненные ОК трифлуралина почвы обнаружены только весной на 11,6% от обследованной площади 406 га при максимальном содержании 2,04 ОДК (в садах ООО «Кошелевский посад» Сызранского района). Среднее содержание ОК трефлана в почве по региону составило 0,29 ОДК (0,029 млн$^{-1}$) весной и 0,04 ОДК (0,004 млн$^{-1}$) осенью, что несколько выше, чем в предыдущем году весной (когда среднее содержание ОК трефлана составило 0,012 мг/кг), и ниже осенью, когда наблюдалось 0,11 ОДК (0,011 мг/кг). В 2009 г. отмечено увеличение размера площадей загрязнения трифлуралином по сравнению с весной предыдущего года, когда загрязенные площади составили 0,5%. Загрязненные ОК трефлана почвы обнаружены под зерновыми, клубнеплодами, в садах в Земетчинском р-не Пензенской области, Мелекесском районе Ульяновской области, Ставропольском Приволжском и Сызранском районах Самарской области.

Почв, загрязненных триазиновыми гербицидами, не обнаружено. ОК прометрина наблюдалось на уровне тысячных долей ПДК в Ульяновской и Пензенской областях. Осенью триазиновые гербициды обнаружены только в одном хозяйстве Оренбургской области - ООО «Мирный» Абдулинского района. Среднее содержание ОК симазина в почве региона составило 0,003 мг/кг, максимальное - 0,25 ПДК (под кормовыми травами). Среднее содержание ОК прометрина в почве региона - 0,014 мг/кг, максимальное - 0,42 ПДК. В большинстве хозяйств региона ОК симазина и прометрина не обнаружено, как и в предыдущие годы наблюдений.

В 2009 г. при выборочном обследовании почв 12 районов не обнаружено ОК метафоса, гербицидов 2,4-Д, ТХАНа, далапона, как и в предыдущем году наблюдений.

В 2009 г. продолжено обследование почвы вокруг мест складирования и захоронения пестицидов, не пригодных для применения или вышедших из употребления. Пробы почвы отбирали в районе складов ОАО «Сельхозхимия» Ершовского района Саратовской обл. и СПК «Дружба» Сурского района Ульяновской области, СХПК «Хрящевский» Ставропольского района Самарской области. Во всех случаях пробы отбирались на расстояниях до 300 м от склада. В Ершовском районе максимальные обнаруженные уровни ОК суммарного ДДТ составляли 1,66 ПДК (рис. 3.28.); ХОП и ПХБ обнаруживались на расстоянии до 300 м от склада (в 75% проб). В Ульяновской области ХОП содержались в 90% проанализированных проб, в половине из них ПДК был превышен (максимум 4,7 ПДК ДДТ, рис. 3.28.). Также в пробах содержался трифлуралин (максимальное содержание 1,11 ОДК). Вблизи склада в Самарской области пестициды в почвах не обнаружены.

На территории ООО «Сад» в Сызранском районе Самарской области для изучения вертикальной миграции пестицидов был заложен разрез до глубины 2 м. (на участке, почвы которого содержали ОК ГХБ). Было показано, что пестицид проник на всю исследованную глубину, причем наблюдалось накопление ГХБ в нижнем слое гумусоаккумулятивного и в иллювиальном горизонтах.

Республика Башкортостан

Обследованы почвы по 442 га весной и осенью в Аскинском, Балтачевском, Татышлинском и Туймазинском районах на содержание в них суммарного ДДТ, суммарного ГХЦГ и гербицида 2,4-Д. Результаты анализов показали, что в почвах обследованных сельхозугодий остаточных количеств суммарного ДДТ и ГХЦГ не обнаружено. В обследованных почвах весной обнаружены ОК гербицида 2,4-Д, среднее содержание на обследованной территории составило 0,0018 мг/кг, что соответствует 0,2 ПДК. В СПК «Куяштыр» Аскитинского района весной обнаружено загрязнение 2,4-Д до уровня 8,6 ПДК на пробной площадке площадью 8,8 га. При осеннем обследовании тех же хозяйств загрязненных 2,4-Д почв не обнаружено. Периодически наблюдаемое загрязнение почв 2,4-Д связано с широким применением препаратов на основе 2,4-Д для защиты злаковых. Так, в 2006 г. загрязнение было отмечено по 2,4-Д в Белебеевском и Туймазинском районах - максимальные уровни ОК 2,4-Д весной в пределах 2,2-3,6 ПДК, осенью - 4,2-5,3 ПДК (общее загрязнение почв на обследованной территории Башкортостана составляло весной 23,5%, осенью - 2,9%, рис. 3.29.). В 2007-2008 гг. загрязненных почв не было обнаружено. Отсутствие ОК этого гербицида в пробах осеннего отбора 2009 г. может свидетельствовать о благоприятных условиях разложения примененной дозы препаратов.

По данным Управления Россельхознадзора по Республике Башкортостан на территории республики хранится 230 981 кг(л) пестицидов с истекшим сроком годности и запрещенных к применению. Также имеются предприятия, осуществляющие производство и хранение пестицидов и агрохимикатов. В 2009 г. наблюдения за загрязнением территорий, прилегающих к таким объектам, не проводилось.

Курганская область

В 2009 г. при обследовании весной и осенью по 2025 га почвы под различными культурами в Белозерсом, Кетовском, Лебяжьевском, районах и в г. Кургане загрязненные почвы обнаружены (как и прошлые годы) только в Белозерском р-не на территории детского оздоровительного лагеря им. К. Мяготина. Судя по результатам многолетних наблюдений, почвы лагеря загрязнены неоднородно. Так, не смотря на то, что обработки территории пестицидами в 2008-2009 гг. не проводилось, в 2009 г. максимальное содержание суммарного ДДТ на территории лагеря составило 27 ПДК (в 2008 г. - 8,5 ПДК, в 2007 г. - 1,9 ПДК). С 2008 г. лагерь им. К. Мяготина закрыт и детей не принимает.

При обследовании почв на содержание в них ОК 2,4-Д (по 2 048 га весной и осенью) превышений гигиенических нормативов не выявлено. Максимальное содержание 2,4-Д - 0,82 ПДК весной и 0,90 ПДК осенью, среднее содержание по области - 0,022 мг/кг (рис. 3.29.).

В Лебяжьевском районе весной и осенью с поля площадью 240 га на расстоянии 10-200 м от места складирования 127 тонн пестицидов отобрано 20 проб почвы. Также был заложен разрез для проверки позможгности распространения пестицидов от захоронения с грунтовыми водами. В пробах почвы и грунта разреза ОК ХОП не обнаружены. В пробах пахотного горизонта содержалось 0,02 ПДК гербицида 2,4-Д, что связано с обработкой поля препаратом Элант Премиум в году наблюдений. В пробах разреза ОК 2,4-Д не обнаружено. Это свидетельствует о достаточной изоляции места захоронения пестицидов.

Омская область

При обследовании почв под зерновыми, травами, кукурузой и под паром (920 га весной и 790 га осенью) в Называевском, Павлоградском, Тарском и Тевризском районах загрязненных почв не обнаружено. В почвах присутствовали ОК пестицидов - максимальные содержания ДДТ соответствовали 0,16 ПДК (рис. 3.28.), ГХЦГ - 0,06 ПДК, ГХЦГ - 0,17 ОДК. трифлуралина - 0,12 ОДК.

В 2009 г. повторно проведено обследование почв и грунтовых вод на содержание в них хлорорганических пестицидов и трифлуралина на прилегающей территории к полигону захоронения пестицидов вблизи деревне Шулаевка Любинского района. По сводным данным сельхозпредприятий на полигоне в 1973 и в1983 гг. было захоронено более 150 тонн пестицидов довольно обширного перечня - из них ХОП было захоронено около 5,5 тонн.

Были проанализированы 4 пробы почвы на содержание ХОП, трифлуралина, металлов, входящих с состав захороненных ядохимикатов. ОК пестицидов в почве не обнаружены. Грунтовые воды из четырех наблюдательных скважин содержали примеси хлорорганических пестицидов. В одной пробе обнаружен метаболит ДДТ - ДДЭ в концентрациях от 0,006 мкг/л; исходный ДДТ в пробах грунтовой воды не обнаружен. Во всех пробах воды присутствовал гамма-ГХЦГ на уровне 0,005-0,015 мкг/л. В двух пробах обнаружена ртуть - 0,009 и 0,029 мкг/л. Учитывая то, что в 2008 г. пробы воды не содержали ртути (продукта разложения запрещенных к применению ртутьорганических пестицидов), а также возросшее содержание ГХЦГ, можно предположить распространение пестицидов из тела полигона.

Западная Сибирь

Обследовано весной 713 га и осенью на 1 348 га почв на территории Алтайского края, Республики Алтай, Кемеровской, Новосибирской и Томской областей на содержание ХОП, трефлана, 2,4-Д. Средний уровень ОК ДДТ по региону составил 0,003-0,005 мг/кг, ГХЦГ - 0,003-0,007 мг/кг.На сельскохозяйственных угодиях (максимальные обнаруженные содержания ХОП не превышали 0,25 ПДК, трифлуралина - 0,80 ОДК, ОК 2,4-Д - 0,79 ПДК.

Впервые за последние годы на площадке многолетних наблюдений на территории детского оздоровительного лагеря «Лесная сказка» в Искитимском районе Новосибирской области ОК суммарного ДДТ в почве не превысили установленных гигиенических нормативов. (В 2008 г. на игровых площадках суммарный ДДТ был обнаружен весной на уровне 6,75 ПДК).

Загрязненные участки были обнаружены в Кемеровском районе (1,12 ПДК ДДТ), Карасукском районе (до 2,74 ПДК суммарного ДДТ, 6,49 ПДК ГХЦГ), Новосибирском р-не (до 1,03 ПДК ДДТ), Чулымском районе (1,63 ПДК 2,4-Д). Остаточные количества различных пестицидов на обследованных прискладских территориях были обнаружены в при 73% отобранных проб.

Иркутская область

В 2009 г. обследованы почвы на территории Балаганского, Иркутского, Киренского, Тулунского, Заларинского и Зиминского районов Иркутской области весной и осенью по 2 876 га на содержание ОК 17 пестицидов. Как и в 2007-2008 гг., загрязненная почва обнаружена только по ОК суммарного ДДТ. Максимальные концентрации данного пестицида зарегистрированы в Иркутском районе и достигали 2,45 ПДК весной (под кормовыми травами) и 1,56 ПДК осенью (под зерновыми культурами) на площадях в 20 га (рис. 3.28.). Данные значения были зарегистрированы в почвах полей ОАО «Хомутово» в районе водосбора оз. Уселово - под кормовыми травами и под ячменем - в почвах полей ОАО «Барки» с. Хомутово в водосборе р. Куда.

В целом по области, в сравнении с 2008 годом выявленный уровень загрязнения остаточными количествами суммарного ДДТ снизился на 42% в весенний период и на 45% - в осенний период. Также на водосборе р. Куды обнаружены ОК ГХЦГ (максимальное содержание - 0,02 ПДК). В обследованных почвах области отмечались незначительные количества ОК ГХБ только в Иркутском и Зиминском районах. Рассчитанное по результатам анализа 89 проб почвы среднее содержание ОК ГХБ составило 0,0003 мг/кг (водосборы рек Куда,Ушаковка, Шаной и Ухтуйка). Наиболее загрязненными по сумме обнаружения хлорорганических пестицидов оказались водосборные бассейны рек Куда и Ушаковка и водосбор оз. Уселово. Водосбор р. Кот (обследованное ОАО «Сибирская Нива» вблизи д. Ревякино) оказался наиболее «чистым» в отношении ОК хлорорганических пестицидов.

На содержание ОК метафоса были проанализированы 411,9 га почвы Иркутского, Заларинского и Зиминского районов. На обследованной территории ОК метафоса (0,3 ПДК) обнаружено только в серых лесных легкосуглинистых и суглинистых почвах при осеннем пробоотборе на картофельных полях двух хозяйств Иркутского района: ОАО «Барки» и Концерна «Агромир».

ОК фозалона, фосфамида, 2,4-Д, дилора, трифлуралина, пирамина, пиклорама, дельтаметрина, фенвалерата, циперметрина в обследованных почвах не обнаружено.

Как и в 2006-2008гг., обследованы почвы на содержание в них пестицидов в районе складирования пестицидов (ядохимикатов). Обследование проводилось в двух районах - Зиминском (п. Батама) и в Заларинском (с. Ханжиново). Пробы почвы отбирались по 4 румбам на расстоянии 0, 0,5, 1,0, 2,5 и 5 км. ОК пестицидов обнаружены в 12 пробах почвы (т.е. в 30% отобранных проб) на расстояниях до 2,5 км от складов. ПДК был превышен в два раза только в одной пробе - на расстоянии 0,5 км в южном направлении от склада в п. Батама.

Приморский край

При обследовании весной и осенью по 1 072 га почвы в Дальнеречинском, Кировском, Октябрьском, Пограничном, Уссурийском, Черниговском и Яковлевском районах почва, загрязненная ОК суммарного ДДТ обнаружена в пяти районах - 8,9% весной и 7,2% осенью. В 2007 г. загрязненные почвы были обнаружены только осенью на 3%, в 2008 г. - на 12% весной и 2% осенью от обследованной площади.

Максимальные уровни суммарного ДДТ весной составляли 2,2 ПДК под соей в Яковлевском районе, осенью - 1,6 ПДК под соей в Кировском районе (рис. 3.28.). Среднее содержание суммарного ДДТ по краю составило 0,041 мг/кг весной и 0,033 мг/кг осенью. Загрязнение суммарным ГХЦГ до 1,14 ПДК выявлено на одном представительном участке на площади 20 га в СХПК «Кировский». среднее содержание ГХЦГ по краю - 0,0012-0,0010 мг/кг. Обследованные почвы трифлуралином и паратион-метилом не загрязнены. Максимально обнаруженные уровни не превышали 0,06 ОДК и 0,18 ПДК соответственно.

3.3. Качество поверхностных вод

3.3.1. Качество поверхностных вод по гидрохимическим показателям

Анализ динамики качества поверхностных вод на территории Российской Федерации дан на основе статистической обработки данных гидрохимической сети наблюдений в 2009 г. по наиболее характерным для каждого водного объекта показателям

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

На рисунке 3.30. показано количество пунктов, створов в системе Государственной службы наблюдений за качеством поверхностных вод по отдельным управлениям Росгидромета в 2009 г.

Поверхностные воды Калининградской области. Гидрохимический режим и качество поверхностных вод Калининградской области определяется её географическим положением, климатическими особенностями региона, подстилающими грунтами, рельефом и антропогенными факторами. Характерной особенностью рек области является измененный хозяйственной деятельностью их облик и режим, многие реки спрямлены и служат водоприемниками многочисленных осушительных систем, некоторые соединены каналами. Искусственное зарегулирование рек сказывается на их гидрологическом и гидрохимическом режиме.

Климатические условия области отличаются высокой динамичностью и формируются в основном под влиянием воздушных масс, образующихся над Атлантикой и Европой. Реки Калининградской области имеют смешанное питание - дождевое, снеговое, подземное. Часто осенние и зимние паводки бывают выше весеннего половодья. Межень выражена слабо и наблюдается между паводками в начале лета и зимы. Поймы рек расположены низко, местами заболочены. На режиме устьевых участков рек сказывается влияние восточных (сгонных) и западных (нагонных) ветров.

Особенность гидрохимического режима рек Калининградской области является высокое содержание в воде соединений железа, что связано, вероятно, с особенностью геологических структур.

Существенное влияние на качество поверхностных вод Калининградской области оказывают сточные воды коммунального и сельского хозяйства, обуславливая повышенное содержание в воде соединений минерального азота.

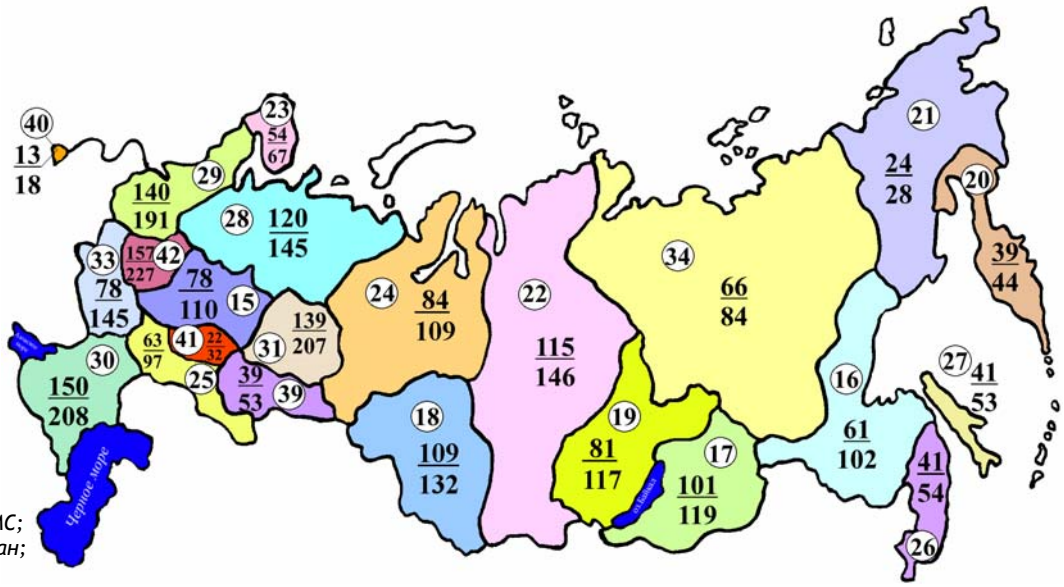
Бассейн р. Неман. В 2009 г. режим растворенного кислорода в воде р. Неман был удовлетворительный, вода реки на территории Калининградской области оценивалась 3 классом качества разряда «а», как «загрязненная».

Рукав Матросовка и р. Шешупе - трансграничные водотоки, впадающие в р. Неман. В воде этих водотоков определяют легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), аммонийный и нитритный азот, соединения железа, в концентрациях превышающих ПДК.

Бассейн р. Преголя. Участок р. Преголя в нижнем течении, находящийся в промышленной зоне г. Калининград, подвержен антропогенному влиянию и сезонным гидрологическим факторам. В летний период, как результат нагонных явлений со

Рис. 3.30. *Количество пунктов (числитель) и створов (знаменатель) в системе ГСН по отдельным УГМС Росгидромета (числа в кружках) в 2008 г.*

15 - Верхнее-Волжское;
16 - Дальневосточное;
17 - Забайкальское;
18 - Западно-Сибирское;
19 - Иркутское;
20 - Камчатское;
21 - Колымское;
22 - Среднесибирское;
23 - Мурманское;
24 - Обь-Иртышское;
25 - Приволжское;
26 - Приморское;
27 - Сахалинское;
28 - Северное;
29 - Северо-Западное;
30 - Северо-Кавказское;
31 - Уральское;
33 - ЦЧО;
34 - Якутское;
39 - Башкирское;
40 - Калининградский ЦГМС;
41 - Республика Татарстан;
42 - Центральное УГМС



стороны Вислинского Залива, уровень загрязненности воды реки возрастает. В 2009 г. качество воды р. Преголя в районе г. Калининград несколько улучшилось в фоновом створе от 4»а» класса («грязная») до 3 класса, разряда «б» («очень загрязненная»); в контрольном створе от 5 класса («экстремально грязная») до 4 класса, разряда «а» («грязная»). Несмотря на незначительное улучшение качества воды в фоновом створе г. Калининград повторяемость концентраций загрязняющих веществ, превышающих ПДК, в 2009 г. составляла: легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$), трудноокисляемых органических веществ (по ХПК), аммонийного азота, соединений железа - 100%; хлоридов и нитритного азота - 91,7%, минерализации - 80%; сульфатов - 75%, магния - 46,7%; лигнина - 20% (рис. 3.31.).

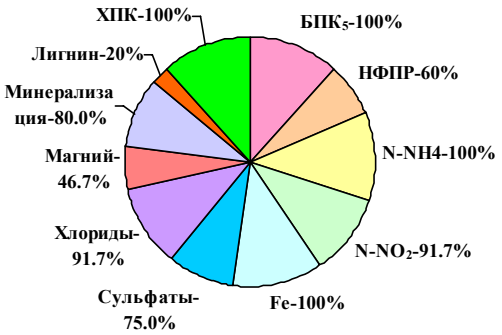


Рис. 3.31. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ, превышающих 1 ПДК (П1) в воде р.Преголя, в черте г. Калининград в 2009 г.

Бассейн р. Дон. Бассейн Дона обладает развитой речной сетью, принадлежащей к бассейну Азовского моря. Основной водной артерией региона является р. Дон, бассейну Дона принадлежат такие значительные реки, как Воронеж, Хопер, Медведица, Сал и др.

Река Дон и ее притоки являются равнинными степными реками, питание которых происходит в основном водами, образующимися от таяния зимних запасов снега, в меньшей степени - грунтовыми и дождевыми водами.

Химический состав поверхностных вод бассейна р. Дон отличается большим разнообразием, что связано с антропогенными факторами и различием физико-географических условий, в которых происходит формирование поверхностных вод бассейна.

Сточные воды предприятий жилищно-коммунального хозяйства, энергетической, химической, металлургической, сельскохозяйственной, пищевой и др. отраслей промышленности, интенсивное судоходство и маломерный флот, транзитный перенос загрязняющих веществ с верховья Дона (Воронежская область), сток с водой р. Северский Донец и его притоков (территория Украины), смыв минеральных удобрений и органических веществ с сельхозугодий и животноводческих ферм, расположенных по берегам, продолжали загрязнять поверхностные воды бассейна Дона.

В верхнем течении качество воды р. Дон в 2009 г. по сравнению с предыдущим многолетним периодом не изменилось, в большинстве створов вода характеризовалась как «загрязненная и «очень загрязненная». Остался высоким уровень загрязненности воды р. Дон ниже г. Данков, г. Лебедянь, характеризуемый 4 классом качества, разряда «а» («грязная вода»).

Качество воды Среднего Дона характеризовалось среднегодовыми концентрациями легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$), соединений меди, аммонийного азота в воде р. Дон, превышающими допустимый уровень и соответствующими значениям прошлого года: $БПК_5$ воды 1,5-1,7 ПДК; соединений меди 2-3 ПДК; аммонийного азота 1 ПДК; концентрации нитритного азота и соединений железа возросли до 1 ПДК и 1-1,7 ПДК соответственно. Повторяемость превышения ПДК составляла: легкоокисляемых и трудноокисляемых органических веществ и соединений меди 83-100%, аммонийного азота 67%, нитритного азота 17-33%,соединений железа 50-83%.

Содержание нитратного азота, соединений цинка, нефтепродуктов не превышало ПДК, фенолы и хлорорганические пестициды в течение года не были обнаружены.

Не произошло существенных изменений в качестве воды Цимлянского водохранилища. Режим растворенного в воде кислорода и водородный показатель в основном были в норме. Периодически (в сентябре и декабре) в створах г. Волгодонск отмечали повышенные значения величины pH до 9,01-9,16. Среднегодовое содержание основных загрязняющих веществ воды водохранилища колебалось в пределах 1-3 ПДК (рис. 3.32.).

Незначительно улучшилось качество воды р. Дон в створах выше и в черте города (район нового водозабора) г. Ростов-на-Дону, в створах г. Азов до 3 класса, разряда «а» и «б», вода оценивалась как «загрязненная» и «очень загрязненная».

Река Северский Донец по-прежнему оказывала существенное негативное влияние на качество воды р. Дон. Не изменилось качество воды р. Северский Донец в черте х. Поповка (трансграничный створ); выше г. Каменск-Шахтинский, в черте г. Белая Калитва, ниже р.п. Усть-Донецкий, несколько улучшились ниже г. Каменск-Шахтинский и г. Белая Калитва и но уровень загрязненности воды остался высоким и соответствовал («грязная вода») 4 классу разряда «а».

Притоки Северского Донца в подавляющем большинстве характеризуются низким качеством воды. Критическими показателями загрязненности воды рек Тузлов, Грушевка, Большой Несветай являлись сульфатные ионы, концентрации в воде которых достигали уровня ВЗ вследствие вымывания сульфатов атмосферными осадками и грунтовыми водами из отвалов горных пород.

Источниками загрязнения поверхностных вод рек бассейна Дона Липецкой, Воронежской, Белгородской, Курской, Орловской и Тамбовской областей являются сточные воды предприятий жилищно-коммунального хозяйства, химической и нефтехимической, других отраслей промышленности.

Характерными загрязняющими веществами воды водных объектов субъектов Российской Федерации Верхнего Дона в целом стабильно остаются соединения марганца ($П_1$ 100% - Липецкая область) трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) (75%) и легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$) (52% - все области, кроме Курской), азот нитритный (51%, $П_{19}$ 1%). Сохраняется устойчивой загрязненность воды соединениями железа (32%), нефтепродуктами (36% - все области, кроме Курской), азотом аммонийным (32%) и соединений меди (41% - все области, кроме Курской и Тамбовской). По-прежнему не устойчива загрязненность фосфатами (17% - Воронежская область), сульфатами (22% - Липецкая, Воронежская и Белгородская области). Единичные случаи превышения ПДК отмечались по соединениям свинца (5% - Воронежская область), цинка (7% - Липецкая область), фенолам (Белгородская и Орловская области) и соединениям магния (3% - Воронежская область), АСПАВ и хлорорганическим пестицидам (2% - Воронежская область).

Бассейн Кубани. На формирование качества поверхностных вод бассейна Кубани существенное влияние оказывают сточные воды различных видов промышленности, сельского и жилищно-коммунального хозяйства и природные факторы - грунты, атмосферные осадки, подрусловые вклинивания термальных и минеральных природных вод. В 2009 г. существенных изменений в качестве поверхностных вод бассейна Кубани не произошло.

Вода р. Кубань ниже г. Краснодар с 1992 г. по 1999 г. характеризовалась от «очень грязной» до «грязной» (4 класс качества, разряды «а», «б» и «в»). Критического уровня загрязненности воды в этот период достигали нефтепродукты, нитритный азот, соединения меди и железа. В последующие годы от 2000 до 2009 гг. качество воды реки улучшилось до 3 класса, разрядов «а» и «б» («загрязненная» и «очень загрязненная» вода), критического уровня загрязненности воды не отмечено ни по одному ингредиенту (рис. 3.33.).

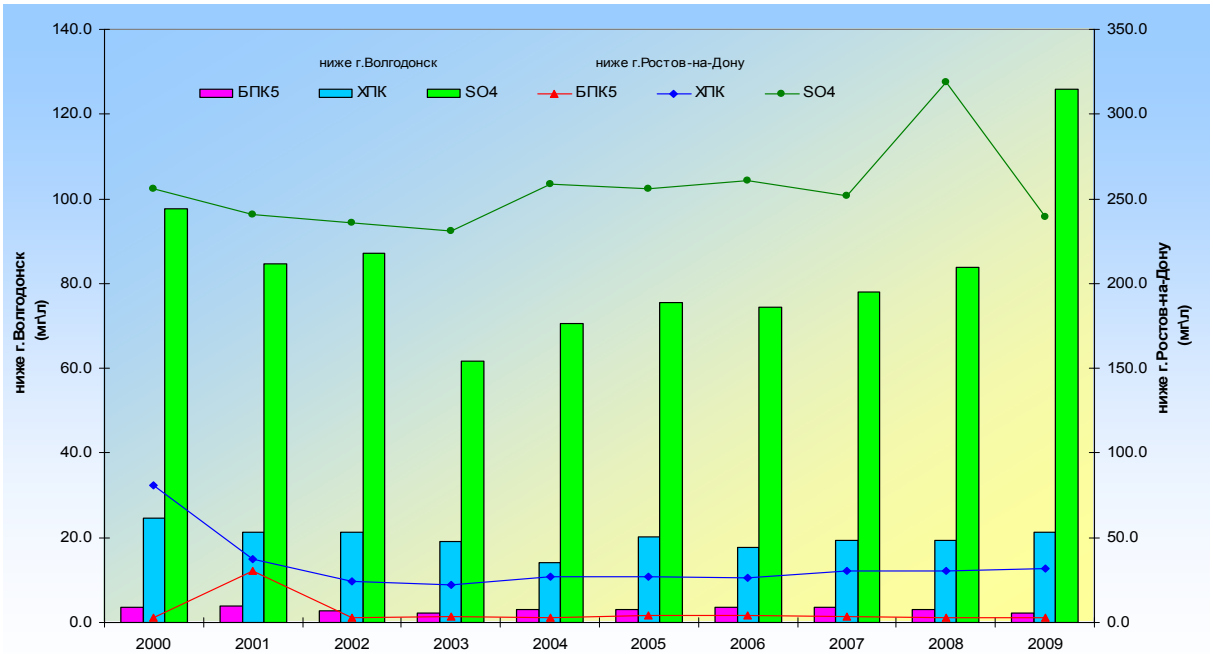


***Рис. 3.32**. Динамика качества воды р. Дон, ниже г. Волгодонск и ниже г. Ростов - на - Дону*

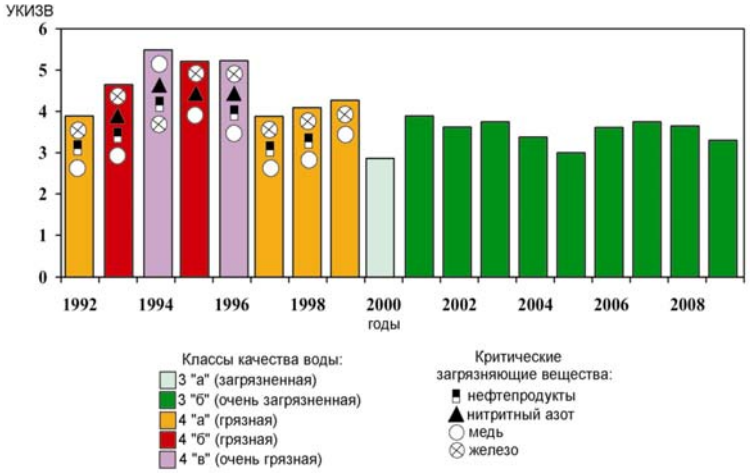


***Рис. 3.33**. Динамика качества воды р. Кубань, 24,5 км ниже г. Краснодар*

Бассейн р. Северная Двина. В верхнем течении в реку Северная Двина загрязняющие вещества поступают со сточными водами предприятий г. Великий Устюг, Красавино, Котлас, льяльными водами судов речного флота и водами притоков Сухона и Вычегда. По комплексным оценкам качество воды по сравнению с предыдущим годом мало изменилось, и в большинстве створов характеризовалась 3 классом, разрядом «б» («очень загрязненная»); в среднем течении (д. Телегово - д. Звоз) в основном 3-м классом разряда «б», за исключением д. Телегово (4 класс, разряд «а»), в створе д. Телегово в 2009 г. наблюдалось улучшение качества воды и изменение класса качества с 4-го разряда «в» на разряд «а».

Основными источниками загрязнения устьевого участка Северной Двины являются сточные воды предприятий целлюлозно-бумажной, деревообрабатывающей промышленности, жилищно-коммунального хозяйства, льяльные воды с судов речного и морского флота. Характерными загрязняющими веществами повсеместно являляются соединения железа, меди, цинка, марганца, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), у г. Новодвинск к ним прибавлялись лигносульфонаты, у г. Архангельск - соединения алюминия. По комплексным оценкам качества воды несколько улучшилось в районе г. Новодвинск, не изменилось у г. Архангельск и характеризовалось 3-м классом, разрядов «а» («загрязненная») и «б» («очень загрязненная») соответственно.

В дельте Северной Двины (рук. Никольский, Мурманский, Корабельный, прот. Маймакса и Кузнечиха) уровень загрязненности воды по большинству нормируемых показателей существенно не изменился. По комплексным характеристикам качество воды в большинстве створов характеризовалось 3 классом, разряда «б» («очень загрязненная»), в руч. Мурманский и прот. Кузнечиха (3 км выше впадения р. Юрас) - 3 классом разряда «а».

На фоне низкой водности в марте, апреле, августе и сентябре 2009 г. в протоках Кузнечиха и Маймакса наблюдались случаи нагонных явлений, сопровождающиеся проникновением морских вод в дельту реки. Наибольшее влияние морских вод проявилось в сентябре 2009 г. в прот. Маймакса, в этот период достигали: минерализация воды 2,42 г/дм^3, концентрация хлоридов - 1,33 г/дм^3, сульфатов - 0,15 г/дм^3, ионов натрия - 0,60 г/дм^3, ионов магния - 0,10 г/дм^3.

Река Сухона. Основными источниками загрязнения реки являются сточные воды предприятий деревообрабатывающей, целлюлозно-бумажной промышленности, жилищно-коммунального и сельского хозяйства, суда речного флота. Качество воды р. Сухона в большинстве створов улучшилось и характеризовалось 3 классом, разряда «б» («очень загрязненная»), в районе впадения р. Пельшма и в створе выше г. Тотьма 3 «а» («загрязненная»). При этом произошло изменение 4-го класса разряда «а» («грязная») на 3 класс, разряда «б» («очень загрязненная») у с. Наремы и выше г. Сокол; на 3 класс разряда «а» («загрязненная») выше г. Тотьма. Ниже впадения р. Пельшма зафиксировано изменение разряда «б» на «а» в пределах 3-го класса качества.

Река Пельшма. На формирование химического состава воды р. Пельшма основное влияние оказывают недостаточно очищенные сточные воды ОАО «Сокольский ЦБК» и объединенных очистных сооружений **г.** Сокол. По комплексным оценкам вода р. Пельшма в последнее десятилетие характеризуется как «экстремально грязная» (5 класс качества). Критического уровня загрязненности воды достигали растворенный в воде кислород, легкоокисляемые и трудноокисляемые органические вещества, фенолы, лигносульфонаты, метанол, аммонийный азот (рис. 3.34.).

Бассейн р. Вычегда. В верхнем и среднем течении р. Вычегда (с. Малая Кужба, г. Сыктывкар, д. Гавриловка, с. Межог) загрязненность воды по большинству нормативных показателей сохранилась на уровне предшествующих лет. По комплексным оценкам качество воды у сс. Малая Кужба и Межог оценивалось 3-м классом разрядом «а» («загрязненная»), в черте г. Сыктывкар 3-м классом разрядом «б» (очень загрязненная»). В створах выше г. Сыктывкар, а также в районе д. Гавриловка наблюдалась смена разряда «б» на «а» в пределах 3-го класса качества («очень загрязненная» на «загрязненная»).

Для реки характерно содержание в воде специфических загрязняющих веществ: метанола до 3 ПДК, лигносульфонатов до 1,2 ПДК, хлорорганических пестицидов группы ДДТ до 0,007 мкг/л, гексохлорана до 0,005 мкг/л, линдана до 0,003 мкг/л. Хлорорганические пестициды определяли в притоках р.Вычегда - рр. Вишера, Весляна и Сысола (у г. Сыктывкар).

Максимальные концентрации зафиксированы в р. Вишера и составили: α-ГХЦГ - 0,006 мкг/дм^3, γ-ГХЦГ - 0,005 мкг/дм^3; пестицидов группы ДДТ - 0,004 мкг/дм^3. В других створах данные вещества определялись в следовых количествах (0,000-0,002 мкг/дм^3).

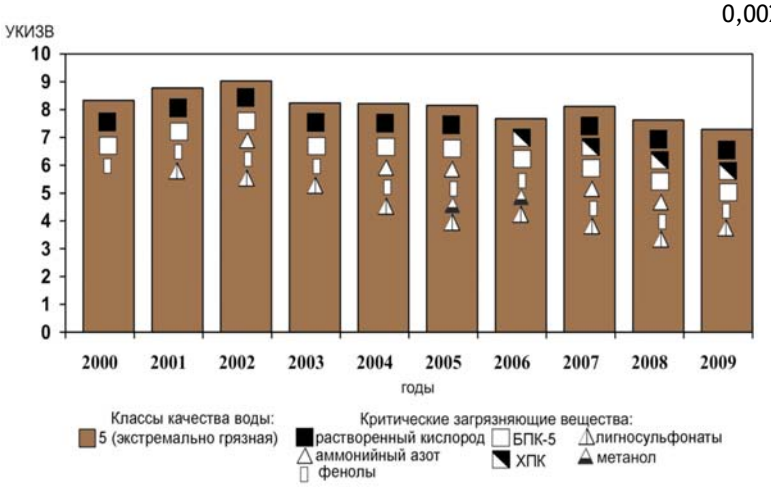


***Рис. 3.34**. Динамика качества воды р. Пельшма, г. Сокол, 1 км ниже сброса сточных вод ОАО «Сокольский ЦБК»*

Малые реки Кольского полуострова. Свыше 30 лет наиболее распространенными загрязняющими веществами малых рек Кольского полуострова являются: соединения никеля, меди, железа, молибдена, дитиофосфаты, сульфаты, аммонийный и нитритный азот, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$) и др., которые поступают со сточными водами РАО «Норильский никель», ОАО «Ковдорский ГОК», ЗАО «Ловозерская горно-обогатительная компания», ОАО «Апатит», ОАО «Кольская ГМК» и др.

В 2009 г. на 23 водных объектах Мурманской области было зарегистрировано 130 случаев высокого загрязнения, на 61 водном объекте - экстремально высокого загрязнения соединениями никеля, молибдена, меди, сульфатами, флотореагентами, соединениями азота и фосфора, органическими и другими веществами. Эти водные объекты расположены в зонах негативного влияния сточных вод предприятий горнодобывающей, горнообрабатывающей и металлургической промышленности: ОАО «Кольская ГМК» - рр. Нюдуай, Хаукилампи-йоки, Колос-йоки; ОАО «Ковдорский ГОК» - рр. Можель и Ковдора; ЗАО «Ловозерская горно-обогатительная компания». В зоне влияния сточных вод г. Мурманск и сельскохозяйственных предприятий находятся р. Роста, руч. Варничный и ручьи бассейна р. Колы.

Ежегодно отмечается, что, высокий уровень загрязненности поверхностных вод Мурманской области наблюдается в водных объектах малой категории и носит локальный характер. При низкой способности к самоочищению в условиях Арктики загрязнение малых северных водотоков, испытывающих постоянную нагрузку сточными водами промышленных комплексов и крупных городов Кольского полуострова, носит хронический характер, что подтверждается гидрохимическими наблюдениями, ежегодно повторяющимися случаями ВЗ и ЭВЗ, высоким уровнем загрязненности воды малых рек полуострова.

Качество воды малых рек Мурманской области находится в критическом состоянии.

Бассейн р. Обь. Вода р. Обь в верхнем течении (с. Фоминское) и в створах Новосибирского водохранилища в 2009 г., как и в предыдущие годы, характеризовалась 3 классом качества, как «загрязненная» и «очень загрязненная», лишь в створе Новосибирского водохранилища у г.Новосибирск как «грязная». Качество воды реки в черте и ниже г.Барнаул; с. Дубровино; г. Новосибирск, с. Александровское осталось низким, как и в предыдущие годы, оценивалось 4 классом, разряда «а» («грязная»).

На территории Западной Сибири от г. Нижневартовск до г. Салехард в многолетнем плане существенных изменений не происходит. В большинстве пунктов наблюдений вода реки характеризовалась как «грязная», «очень грязная», в отдельных пунктах как «экстремально грязная». Не изменился и набор загрязняющих веществ, достигающих критического уровня загрязненности воды – аммонийный и нитритный азот, фенолы, нефтепродукты, соединения меди, легкоокисляемые органические вещества.

Река Полуй, приток Оби в нижнем течении, в многолетнем плане характеризуется низким качеством воды, которая в 2009 г. характеризовалась 4 классом, разряда «в», как «очень грязная». Критического уровня загрязненности достигали 4 показателя: соединения железа и марганца, нефтепродукты и растворенный в воде кислород. В течение 2009 г. в створах г. Салехард отмечено 4 случая ЭВЗ соединениями марганца до 63-95 ПДК, 10 случаев нарушения режима растворенного в воде кислорода, из которых в 7 случаях отмечен острый дефицит кислорода.

Остался высоким уровень загрязненности воды малых рек, на которых расположен г. Новосибирск; вода рек Иня, Камышенка, Нижняя Ельцовка и Ельцовка I, II, Тула, характеризовалась 4 классом качества, разрядов «а», «б», «в», как «грязная» и «очень грязная»; вода рек Плющиха и Каменка - 5 классом, как «экстремально грязная».

Река Иртыш. Ежегодно из Казахстана на территорию России (с. Татарка) вода р. Иртыш поступает загрязненной. Основными загрязняющими веществами в трансграничном створе реки являются легкоокисляемые и трудноокисляемые органические вещества, фенолы, соединения цинка, меди, марганца.

Наиболее высокой была повторяемость числа случаев превышения ПДК трудноокисляемыми органическими веществами и соединениями меди, составлявшая 64-

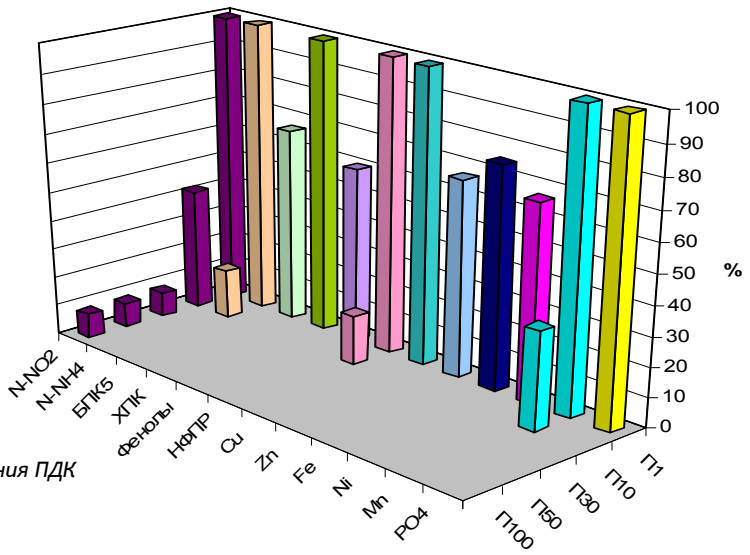


Рис. 3.35. *Повторяемость числа случаев превышения ПДК разного уровня загрязняющими веществами в воде р. Исеть, г. Екатеринбург в 2009 г.*

92%. Наблюдались единичные случаи превышения ПДК нитритного азота, соединений железа, нефтепродуктов, пестицидов nn-ДДЭ и γ-ГХЦГ.

В створах г. Омск, от г. Тара до с. Усть-Ишим вода р. Иртыш оценивалась как «загрязненная» и «очень загрязненная», в нижнем течении на участке от г. Тобольск до г. Ханты-Мансийск как «грязная».

Не улучшилось качество воды рек на территории Свердловской, Курганской, Тюменской и Челябинской областей, наиболее загрязненными из которых являются р. Исеть и р. Миасс. Вода р. Исеть в створах г. Екатеринбург в 2009 г. оценивалась как «экстремально грязная» критического уровня загрязненности воды достигали аммонийный и нитритный азот, фосфаты, соединения марганца.

На рисунке 3.35. показан высокий уровень загрязненности воды р. Исеть, ниже г. Екатеринбург, характеризуемый превышением 10 ПДК аммонийным азотом, нефтепродуктами, соединениями марганца; 30, 50 и 100 ПДК - нитритным азотом.

Река Миасс ниже **г.** Челябинск, в створе д. Новое Поле характеризовалась как «экстремально грязная» (5 класс качества). В 2009 г. критическими показателями загрязненности воды являлись легкоокисляемые органические вещества, растворенный в воде кислород, аммонийный и нитритный азот, фосфаты, соединения цинка и марганца.

Бассейн р. Енисей. Для р. Енисей и его бассейна основными загрязняющими веществами являются: легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$), нефтепродукты, фенолы, соединения железа, меди, цинка, марганца, алюминия. Случаи превышения 10 и 30 ПДК в 2009 г. наблюдались в воде некоторых водных объектов бассейна р. Енисей - по нефтепродуктам, соединениям меди, марганца, сульфатам, магнию. В створах г. Красноярск, кроме распространенных загрязняющих веществ, в воде р. Енисей обнаруживали в 36 км ниже г. Красноярск соединения кадмия 2,8 ПДК, роданиды и мышьяк в концентрациях, не превышающих ПДК.

Вода р. Енисей в большинстве створов (55,5%) в 2009 г. характеризовалась 3 классом качества как «загрязненная» и «очень загрязненная», в 40,8% - 4 классом как «грязная», в 3,7% - 2 классом как «слабо загрязненная».

Наиболее высоким уровнем загрязненности воды характеризовалась р. Енисей, ниже г. Кызыл в 1992-2001, 2003 гг., когда вода реки оценивалась 4 классом, разрядов «а», «б» и «в», как «грязная» и «очень грязная», при этом критического уровня загрязненности воды достигали нефтепродукты, фенолы, соединения железа, меди, цинка лишь в отдельные годы (2002 г. и 2004 г.) - 3 классом разряда «б».

Вода большинства притоков р. Енисей, как и в предыдущие годы, характеризовалась как «очень загрязненная», в отдельных пунктах, как «грязная». Качество воды пунктов Нижней Ангары стабильно низкое, оценивается 4 классом, разряда «а» («грязная» вода).

Качество воды Иркутского водохранилища р. Ангара в 2009 г., как и в 2006-2008 гг., оценивалось 1 классом («условно чистая» вода), определяется составом байкальских вод, являющихся основным источником формирования водной массы водоема, незначительное влияние на качество воды Иркутского водохранилища оказывает судоходство и реакреационная деятельность.

Братское водохранилище в большинстве створов: в черте г. Усолье-Сибирское, в створах г. Свирск ниже сброса сточных вод завода ОАО «Востсибэлемент», в районе г. Братск, в черте р.п. Порожский, в заливах Сухой Лог, Дондир и п.Падун в устье р.Белая, п.Заярск характеризовалось как «слабо загрязненный»; у р.п. Балаганск - как «условно чистый» водоем. Во входном створе Усть-Илимского водохранилища (п. Энергетик, 0,5 км ниже плотины Братской ГЭС характеризовалось как «слабо загрязненный» водоем. По-прежнему наиболее загрязненным створом Усть-Илимского водохранилища является створ у с. Усть-Вихорева, 24,5 км выше п. Седаново. Вода характеризовалась 3 классом качества, разряда «б».

Река Вихорева на протяжении ряда лет является самым загрязненным притоком р. Ангара, основными источниками загрязнения которой являются сточные воды ОАО «Целлюлозно-картонный комбинат» и МПЖКХ г. Братск. Вода р. Вихоревой в многолетнем плане устойчиво характеризуется как «очень грязная», в 2001 г. и 2003 г. - как «экстремально грязная», в 2007-2009 г. - как «грязная» (4 класс качества, разряда «б»). Критическими показателями загрязненности воды в разные годы являлись нефтепродукты, аммонийный и нитритный азот, формальдегид, лигнин, сульфиды и сероводород (рис. 3.36.).

В створе 7 км ниже с. Кобляково, ниже сброса сточных вод ОАО «Группа Илим» для р. Вихорева характерно содержание в воде сульфидов и сероводорода, формальдигида, лигнина, являющихся специфическими загрязняющими веществами, поступающими со сточными водами деревоперерабатывающих производств.

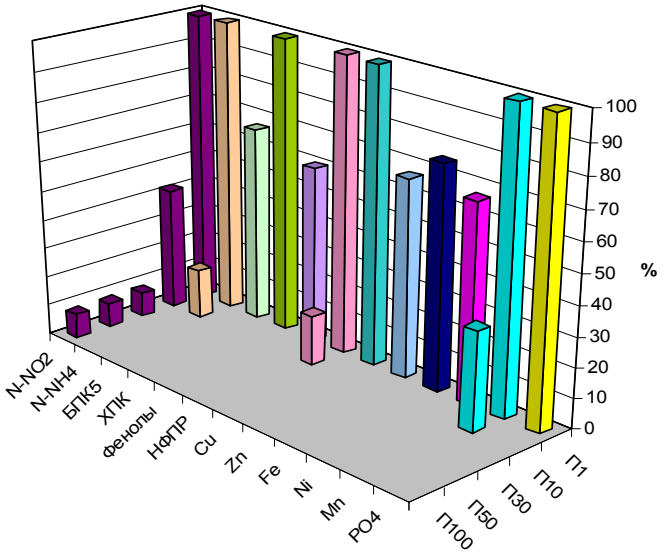


***Рис. 3.36**. Повторяемость числа случаев превышения ПДК разного уровня загрязняющими веществами в воде р. Вихорева, 7 км ниже с. Кобляково в 2009 г.*

Бассейн р. Лена. Гидрохимический режим поверхностных вод р.Лена и ее бассейна обусловлен резко континентальным климатом, длительным периодом ледостава, наличием вечной мерзлоты, нередко выступающей в роли водоупора и низкой самоочищающей способностью.

На качество поверхностных вод р. Лена и ее бассейна в целом, оказывает влияние хозяйственная деятельность объектов горнодобывающей промышленности, энергетики, коммунального хозяйства, водного транспорта, нефтебазового хозяйства, сельского хозяйства при непосредственном сбросе в них сточных вод, а также поступление загрязняющих веществ с прилегающих к населенным пунктам территорий. В бассейн р. Лена осуществляется сброс сточных вод с объектов алмазо и золотодобычи.

В верхнем течении выше (рп. Качуг) г. Киренск вода реки в 2009 г., как и в 2006-2008 гг. характеризовалась 2 классом качества, как «слабо загрязненная», в створе ниже г. Киренск - как «очень загрязненная». У р.п. Пеледуй и г. Олекминск, в среднем течении р. Лена качество воды улучшилось до 3 класса обоих разрядов. В многолетнем плане вода р. Лена, ниже г. Якутск оценивается 3 классом качества, разрядов «а» и «б», как «загрязненная» и «очень загрязненная».

Наиболее распространенными загрязняющими веществами воды р.Лена и ее притоков по-прежнему были фенолы, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) и соединения меди, повторяемость случаев превышения ПДК которыми варьировала в пределах 52-75%. Несколько реже в 2009 г.наблюдались нарушение нормативных требований по легкоокисляемым органическим веществам (по $БПК_5$) и соединениями железа (41-48% случаев превышения ПДК), в 2008 г. загрязненность воды этими ингредиентами выше ПДК фиксировалась в 51-52% проб воды. Критическими показателями загрязненности воды бассейна являлись соединения меди, среднегодовая концентрация которых составляла 5.7 ПДК. Содержание фенолов, в среднем по бассейну, превышало допустимый уровень в 3 раза, трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) и соединений марганца - в 1,6 раза. Средние по бассейну концентрации легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) и соединений железа были не высокими (1,1-1,3 ПДК), нефтепродуктов и соединений цинка - не превышали ПДК. В течение 2009 г. режим растворенного в воде кислорода был удовлетворительный, концентрация кислорода не снижалась ниже 5,22 мг/л (р. Нюя - с. Курум). Наиболее высокие концентрации загрязняющих веществ наблюдали в воде следующих водных объектов: соединений цинка (45 ПДК - уровень В3) - р. Нюя (с. Курум), соединений меди (29 ПДК) - р. Лена (г. Ленск, г. Олекминск, г. Покровск, г. Якутск, с. Жиганск), соединений марганца (25,8 ПДК) - р. Лена (г. Якутск), фенолов (19 ПДК) и соединений железа (7 ПДК) - р. Шестакова (з.с. Камырдагыстах), трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) - 5,4 ПДК - р. Лена г. Якутск.

Бассейн р. Колыма. Характерными загрязняющими веществами поверхностных вод бассейна Колымы являлись нефтепродукты, соединения железа, меди, цинка, свинца, марганца. По сравнению с предыдущим годом, увеличился уровень загрязненности воды реки взвешенными веществами и соединениями марганца. Содержание в воде остальных загрязняющих веществ незначительно уменьшилось, либо осталось на уровне 2008 года. Среднегодовая концентрация взвешенных веществ находилась в пределах 70,6-89,0 мг/л. Максимальная концентрация достигла уровня экстремально высокого загрязнения 976 мг/л и наблюдалась в районе п. Усть-Среднекан в период весеннего половодья. Содержание соединений марганца колебалось среднегодовое от 12 до 16 ПДК, максимальное 35 ПДК наблюдалось у п. Дебин. Среднегодовые концентрации составляли нефтепродуктов 4-7 ПДК, соединений железа 3-4 ПДК, меди 7 ПДК, аммонийного азота и фенолов были ниже ПДК. Максимальные концентрации соединений свинца достигали уровня экстремально высокого загрязнения в районе п. Усть-Среднекан - 5 ПДК. Среднегодовая концентрация АСПАВ была значительно ниже ПДК, соединения ртути в воде р. Колыма не обнаружены.

Качество воды р. Колыма, по сравнению с 2009 г. не изменилось и соответствовало 4 классу, разряда «б» у п. Усть-Среднекан, разряда «а» в районе п. Дебин(«грязная»вода).

На рисунке 3.37. показана в многолетнем плане динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Колыма п. Усть-Среднекан в 2009 г.

Вода рек *Берелех, Талок, Тенке, Омчак, Детрин, Кулу* характеризовалась малой, либо средней (25,6-326 мг/л) минерализацией. Содержание трудноокисляемых органических веществ (по ХПК) варьировало в пределах 2,00-56,2 мг/л, легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) 0,61-4,80 мг/л.

Вода рек Талок и Берелех загрязнена нефтепродуктами до 6-12 ПДК, соединениями железа и цинка до 3-5 ПДК, меди до 22-29 ПДК.

Максимальное содержание взвешенных веществ 409 мг/л наблюдалось в р. Тенке у п. Нелькоба в период весеннего половодья и достигало уровня высокого загрязнения. Среднегодовые концентрации нефтепродуктов составляли 2-9 ПДК, максимальные достигали 6-42 ПДК. Увеличение среднегодовых концентраций нефтепродуктов отмечалось в воде р. Тенке у п. Транспортный, р. Омчак у п. Транспортный и ниже п. Омчак. Высокое загрязнение воды нефтепродуктами в 2009 г. наблюдалось в р. Омчак ниже п. Омчак (42 ПДК).

Концентрации аммонийного азота и фенолов были в пределах: среднегодовые 0-1 ПДК, максимальные 1-5 ПДК, соединений железа среднегодовые 2-5 ПДК, максимальные 4-12 ПДК. Как и в предыдущие годы, диапазон среднегодовых концентраций соединений меди в воде рек района широк: от 8 ПДК в р. Кулу до 18 ПДК в р. Тенке и р. Омчак у п. Транспортный. Максимальные концентрации соединений меди достигали 42 и 48 ПДК в воде рек Детрин и Омчак у п.Омчак, что соответствовало уровню высокого загрязнения. Концентрации соединений цинка не превышали среднегодовые 1-2 ПДК, максимальные 3-5 ПДК. Загрязненность воды рек Тенке и Омчак соединениями марганца увеличилась в 2009 г. до 11-13 ПДК, максимальные концентрации варьировали от 17 ПДК до 30 ПДК. Средние за год концентрации соединений свинца остались на уровне 2009 г. и составляли 1 ПДК, максимальные достигали

2 ПДК. Среднегодовые и максимальные концентрации АСПАВ не превышали ПДК, соединения ртути в воде рек Тенке, Омчак, Детрин, Кулу не обнаружены.

В 2009 г. не изменилось качество воды рек Кулу, Детрин, Тенке, п. Нелькоба, Омчак у п. Транспортный (4 класс качества, разряд «а» - «грязная» вода), несколько ухудшилось до разряда «б» 4 класса воды рек Тенке п. Транспортный, Омчак у п. Омчак.

В течение 2009 г. наблюдалось 5 случаев экстремально высокого загрязнения воды водных объектов бассейна р. Колыма взвешенными веществами; соединений свинца рек Колыма, Оротукан и Хасын, соединений марганца р. Хасын; 36 случаев высокого загрязнения воды взвешенными веществами, соединениями марганца, свинца, меди, нефтепродуктами рек Колыма, Берелех, Тенке, Омчак, Детрин, Дебин, Оротукан, Армань, Хасын, Тауй.

Бассейн р. Волга. Волга - крупнейшая река Европы. Водосборная площадь ее бассейна составляет 1 360 тыс. км^2 - почти треть европейской части Российской Федерации. Благодаря выгодному экономико-географическому положению, полноводности и большой протяженности Волга всегда была главной рекой России. В ее бассейн входят полностью или частично территории 39 субъектов РФ, в том числе восьми республик, 29 областей, Коми-Пермяцкого автономного округа и **г.** Москвы.

Волжский бассейн - важнейший в экономическом отношении регион России. Здесь производится 48% валового регионального продукта, 45% промышленной и 36% сельскохозяйственной продукции России, что определяет высокую степень антропогенной нагрузки.

Наиболее распространенными загрязняющими веществами в бассейне Волги являются легкоокисляемые органические вещества (по БПК$_5$), трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), фенолы, нефтепродукты, соединения железа, меди, в меньшей степени соединения цинка, аммонийный и нитритный азот, превышения ПДК которыми в 2009 г. как по р. Волга, так и по бассейну в целом составляли соответственно: 54 и 52%, 90 и 82%, 45 и 39%, 23 и 34%, 54 и 57%, 86 и 78%, 38 и 23%, 11 и 31%, 20 и 35%, Комплексная оценка качества поверхностных вод бассейна Волги показала, что в большинстве случаев вода оценивалась 3 и 4 классами качества, как «загрязненная» и «грязная».

Вода Иваньковского и Угличского водохранилищ в 2009 г. соответствовала, как правило, 3 классу качества и характеризовалась как «загрязненная» и «очень загрязненная». Характерными загрязняющими веществами воды водохранилищ были трудноокисляемые органические веществ (по ХПК), соединения меди и цинка, средний уровень загрязненности воды которыми практически не изменился и не превышал 2 ПДК.

Согласно комплексной оценке в 2009 г. по сравнению с 2008 г. в 4-х створах контроля Рыбинского водохранилища изменился класс качества с 3-го («загрязненная») на 4-й («грязная»). В 2009 г. сохранилась характерная загрязненность воды Рыбинского водохранилища трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК) (100%), соединениями меди (93%), железа (84%) и цинка (71%), среднегодовые концентрации которых в створах контроля соответственно составляли: 2 ПДК, 2-4 ПДК, 1-3 ПДК и 1-2 ПДК. В 2009 г. неустойчивую загрязненность воды водохранилища аммонийным азотом фиксировали в черте **с.** Брейтово (до 2 ПДК), нитритным азотом - ниже **г.** Череповец (до 4 ПДК).

В верхней части бассейна наиболее загрязненными водными объектами были притоки Иваньковского водохранилища, протекающие по территории Московской области (Дубна, Сестра и Кунья), а также приток Рыбинского водохранилища – р. Кошта, испытывающая влияние сточных вод ОАО «Северсталь» и ОАО «Аммофос». Вода вышеперечисленных водотоков по качеству соответствовала 4 классу («грязная»). Содержание нитритного азота в воде р. Череповец достигало критического уровня загрязненности воды, концентрации составляли: максимальная 29 ПДК, среднегодовая 9 ПДК.

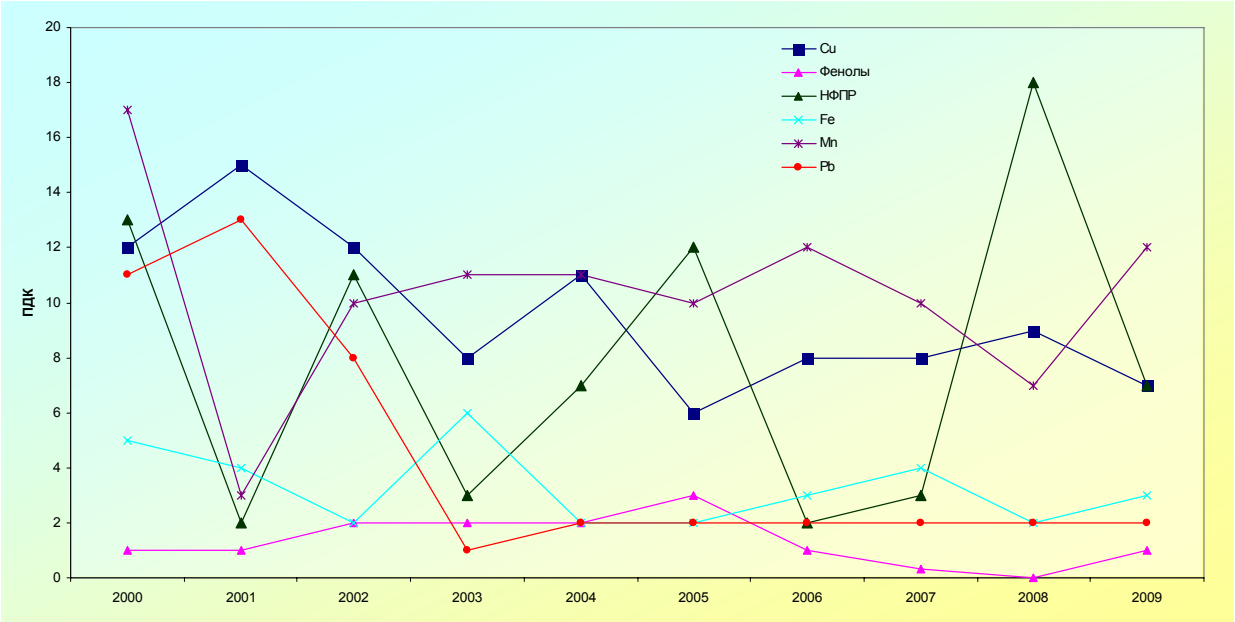


Рис. 3.37. *Динамика среднегодового содержания основных загрязняющих веществ в воде р. Колыма п. Усть-Среднеканг*

Загрязненность воды Горьковского водохранилища в 2009 г. в большинстве створов контроля оценивалась 3 классом качества («загрязненная»), в двух створах (ниже г. Рыбинск и ниже г. Тутаев) - 4 классом («грязная»). Качество воды участка Горьковского водохранилища в 10 км ниже г. Ярославль по сравнению с 2006-2008 гг. улучшилось до уровня качества в 1992-2000 гг. («загрязненная»). В 2009 г. к характерным загрязняющим веществам воды Горьковского водохранилища относились трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) (97%), соединения меди (84%) и железа (70%), среднегодовое содержание которых составляло 2 ПДК, реже - 3 ПДК. Отмечалась характерная загрязненность воды аммонийным азотом в створах выше и ниже г. Ярославль (до 2 ПДК) и ниже г. Кострома (до 6 ПДК), соединениями цинка в районе городов Рыбинск и Тутаев (до 2-3 ПДК); устойчивая - нефтепродуктами в створах ниже г. Тутаев (до 2 ПДК) и в районе г. Чкаловск (до 10 ПДК).

Качество воды большинства притоков Горьковского водохранилища, как и в предыдущие годы наблюдений, соответствовало 3 классу, р. Которосль в створах выше и ниже г. Гаврилов Ям - 4 классу. Для всех притоков водохранилища характерно повышенное содержание соединений железа в воде, как правило, до 4-10 ПДК, в реках Кострома, Меза и Немда - до 16-18 ПДК.

В 2009 г. вода Чебоксарского водохранилища во всех створах контроля характеризовалась как «загрязненная» (3 класс качества). Характерными загрязняющими веществами воды водохранилища были трудноокисляемые органические вещества (по ХПК) ($П_1$=95%), соединения меди ($П_1$=60%), в меньшей степени - соединения железа ($П_1$=48%).

Из загрязняющих веществ, по степени загрязненности ими воды, выделялись соединения меди, среднегодовые концентрации которых изменялись от значений 1 ПДК у г. Чебоксары до 3-6 ПДК в остальных створах контроля, максимальные значения были зафиксированы в 4,2 км ниже г. Нижний Новгород (11 ПДК) и выше г. Кстово (13 ПДК). На участке водохранилища выше и ниже г. Кстово наблюдали характерную загрязненность воды нитритным азотом до 4-6 ПДК (в среднем 2 ПДК) и единичную аммонийным азотом до 3 ПДК и метанолом до 1 ПДК.

В створе 4,2 км ниже г. Нижний Новгород, контролирующего влияние сбросов сточных вод Нижегородской станции аэрации, содержание аммонийного азота в 2008-2009 гг. по сравнению с 2000-2007 гг. снизилось до значений ниже ПДК; нитритного азота в 2002-2009 гг. было более низким по сравнению со значениями в 2000-2001 гг. и колебалось в пределах 1-2 ПДК, соединений меди, нефтепродуктов и легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) в течение десятилетнего периода изменялось в довольно узком диапазоне концентраций (ри**с.** 3.38.).

Качество воды притоков Чебоксарского водохранилища варьировало в пределах 3-4 классов. Вода р. Пыра (4 класс качества), находящейся под влиянием сточных вод Дзержинского промузла, в 2009 г. отличалась стабильным уровнем загрязненности метанолом до 2 ПДК. Загрязненность воды р. Пыра соединениями железа практически выше уровня ЭВЗ до 63 ПДК обусловлена природными условиями. Концентрации нитритного азота, приближающиеся к уровню ВЗ, отмечали в воде рек Кудьма, Барыш, Инсар и Нуя; аммонийного азота, превышающие уровень ВЗ - р. Нуя (16 ПДК).

Вода Куйбышевского водохранилища в 2009 г. в большинстве створов характеризовалась 3 классом («загрязненная») и двух створах (ниже городов Зеленодольск и Чистополь) - 4 классом качества («грязная»). Характерными загрязняющими веществами воды Куйбышевского водохранилища были соединения меди ($П_1$=77%), трудно- и легкоокисляемые органические вещества (соответственно по ХПК и $БПК_5$) ($П_1$=91% и 51%). Среднегодовые концентрации соединений меди в воде, как правило, не превышали 1-3 ПДК, достигая ниже г. Казань 4 ПДК, где была зафиксирована максимальная для водоема концентрация 25 ПДК (по остальной акватории - 3-6 ПДК). Среднегодовые концентрации легкоокисляемых органических веществ (по $БПК_5$) в большинстве створов контроля незначительно превышали принятые допустимые значения, трудноокисляемых органических

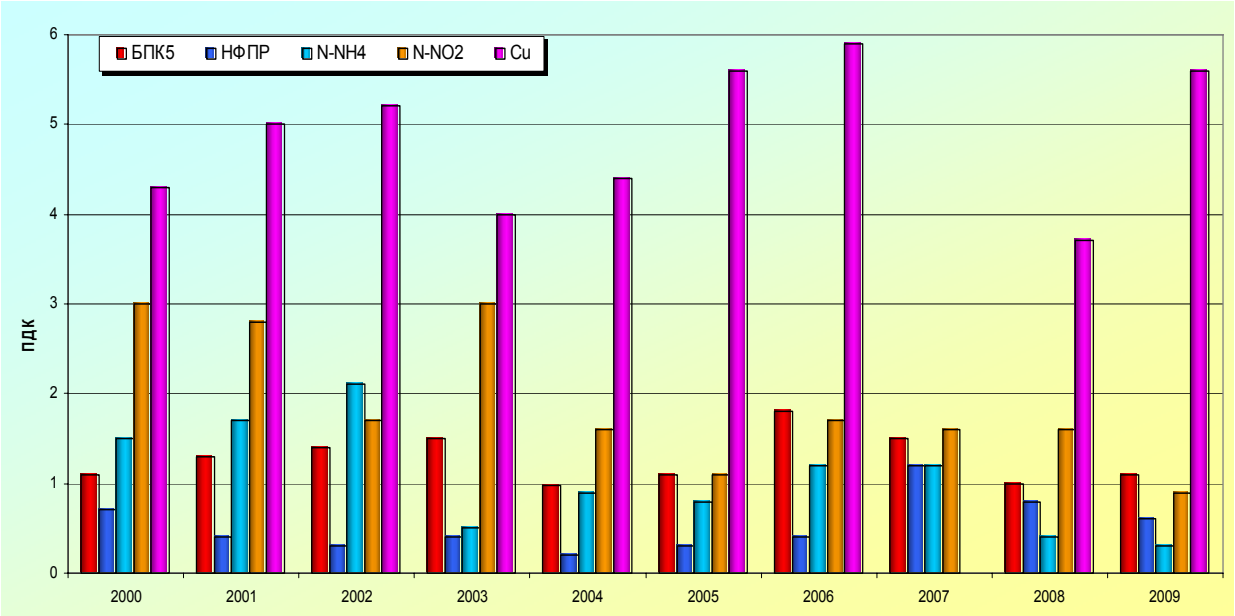


Рис. 3.38. *Динамика загрязняющих веществ в воде Чебоксарского водохранилища, 4,2 км ниже г. Нижний Новгород*

вещества (по ХПК) в отдельных створах достигали 1,5 ПДК. В 2009 г. по сравнению с 2008 г. в воде водохранилища снизилось число случаев превышения ПДК фенолами от 68% до 39%, концентрации не превышали: максимальные 3-7 ПДК, среднегодовые 1-2 ПДК (в створе ниже г. Ульяновск - 3 ПДК). В воде водохранилища ниже сбросов Тольяттинского промузла в единичных случаях концентрации соединений кадмия достигали 2 ПДК.

Вода притоков Куйбышевского водохранилища оценивалась интервалом от «загрязненной» в большинстве створов до «грязной» в пяти створах. Загрязненность воды рек Степной Зай ниже г. Лениногорск и Бугульминский Зай ниже г. Альметьевск аммонийным и нитритным азотом была критической, частота случаев превышения ПДК достигала 100%, максимальные концентрации нитритного азота превышали уровень ВЗ.

В течение последних пяти лет наблюдений вода Саратовского водохранилища по качеству оценивалась 3 классом и характеризовалась как «загрязненная». К характерным загрязняющим веществам воды водохранилища в 2009 г. относились соединения меди ($П_1$=62%), фенолы ($П_1$=53%), нитритный азот ($П_1$=50%), легко- и трудноокисляемые органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК соответственно $П_1$ =75% и $П_1$ =89%). Средний уровень загрязненности воды водохранилища соединениями меди и фенолами составлял 1-2 ПДК, реже - 3 ПДК, легко- и трудноокисляемыми органическими веществами незначительно превышал 1 ПДК. Среднегодовые концентрации нитритного азота по акватории водохранилища приближались или незначительно превышали 1 ПДК, максимальная по водоему концентрация была зарегистрирована ниже г. Хвалынск (9 ПДК). Практически во всех створах контроля отмечали устойчивую загрязненность воды соединениями цинка до 3 ПДК, в среднем не выше 1 ПДК. Единичные случаи загрязненности воды водоема соединениями кадмия наблюдали ниже г. Тольятти и г. Сызрань (до 2 ПДК).

В 2009 г. вода притоков Саратовского водохранилища по качеству варьировала в пределах 3-4 классов («загрязненная» - «грязная»). Наиболее загрязненным водным объектом в бассейне р. Волга по-прежнему осталась р. Падовая (приток р. Самара), в которую поступали сточные воды ОАО «Пивоваренная компания Балтика», ООО «Салют», МП ПОЖКХ п. Стройкерамика. В 2009 г. в воде р. Падовая возросли среднегодовые концентрации нитритного азота до 29 ПДК, фосфатов до 13 ПДК, максимальные значения соответственно достигали 134 ПДК (ЭВЗ) и 28 ПДК (ВЗ). В течение 2009 г. в воде р. Чапаевка ниже г. Чапаевск было зафиксировано 8 случаев высокого и экстремально высокого загрязнения воды хлорорганическими пестицидами.

В 2009 г. вода р. Волга во всех створах контроля в районе **г.** Волгоград оценивалась как «загрязненная». Для этого участка реки характерна высокая стабильность загрязненности воды соединениями меди и цинка ($П_1$=100%) 4-5 ПДК и 2 ПДК соответственно.

Вода р. Волга в створе 5,5 км ниже г. Астрахань в 2009 г. по сравнению с 2006-2008 гг. по качеству снизилась до уровня 2002-2005 гг. соответственно от 3 класса (разряд «б») до 4 (разряд «а»). Характерными загрязняющими веществами воды этого участка реки были соединения железа и меди, нефтепродукты, легко - и трудноокисляемые органические вещества (по $БПК_5$ и ХПК соответственно), максимальные концентрации которых соответственно составляли: 3 ПДК, 49 ПДК (ВЗ), 3 ПДК, 4,5 ПДК и 4 ПДК.

В течение 2000-2009 гг. средний уровень загрязненности воды участка реки в 5,5 км ниже **г.** Астрахань отдельными загрязняющими веществами изменялся незначительно и колебался в подавляющем большинстве лет в пределах: нефтепродукты от 1,4 ПДК до 1,8 ПДК, соединения цинка от 1 ПДК до 2 ПДК, легкоокисляемые органические вещества (по $БПК_5$) от 1,5 ПДК до 1,8 ПДК. Наиболее высокое среднегодовое содержание в воде реки нефтепродуктов отмечали в 2000-2001 гг. и 2003 г. (3-5 ПДК) соединениями меди - в 2002 г. и 2005 г. (7 ПДК и 9 ПДК), фенолов - в 2001 г. и 2002 г. (5 ПДК и 4 ПДК). В 2006-2009гг. по сравнению с более ранним периодом среднегодовые концентрации нефтепродуктов и фенолов снизились соответственно до 1-1,4 ПДК и 1-2 ПДК, соединений меди оставались достаточно высокими 5-6 ПДК (ри**с.** 3.39.).

Река Ока. Степень загрязненности воды изменялась по течению реки. Вода верхнего течения реки от г. Орел до г. Алексин изменялась от 2 класса «слабо загрязненная» в двух створах контроля (в черте и ниже г. Белев) до 3-го класса («загрязненная») в остальных шести створах контроля. Ниже по течению под влиянием загрязненных сточных вод предприятий Московской области (городов Серпухов, Ступино, Кашира и Коломна) качество воды реки в замыкающих створах пунктов наблюдений ухудшалось до 4 класса («грязная» вода). На территории Рязанской и Нижегородской областей состояние воды реки характеризовалось, как правило, 3-м классом качества («загрязненная»), в отдельных створах - 4-м классом («грязная»).

Характерными загрязняющими веществами воды р. Ока в целом были соединения меди ($П_1$=92%), нитритный азот ($П_1$=56%), легко- и трудноокисляемые органические вещества ($П_1$=60% и $П_1$=76%) и, в меньшей степени, - фенолы ($П_1$=46%) и аммонийный азот ($П_1$=34%). В 2009 г. были зарегистрированы 4 случая высокого загрязнения воды нитритным азотом: на участке реки ниже г. Рязань (12 ПДК, 13 ПДК и 49 ПДК) и ниже г. Кашира (10 ПДК).

В январе при проведении строительных работ по автоподъездов к метромосту на правом берегу реки в черте г. Нижний Новгород была зафиксирована максимальная концентрация нефтепродуктов 21 ПДК.

Участок р. Ока ниже г. Коломна находится не только под воздействием загрязненных сточных предприятий жилищно-коммунального хозяйства, но и загрязненных вод р. Москва. На этом участке реки наиболее высокий уровень загрязненности воды аммонийным азотом отмечали в 2005-2008 гг., нитритным азотом в 2005-2006 гг., соединениями меди - в 2000-2001 гг. (рис. 3.40.).

Половина притоков р. Ока, особенно это относится к водным объектам на территории Московской области, характеризовались как «грязные» (4-й класс качества), остальная часть в основном - как загрязненные (3 класс). Критическими загрязняющими веществам воды притоков, протекающих по территории Московской, Тульской и Тамбовской областей чаще всего был нитритный, реже - аммонийный азот.

Река Москва. В 2009 г. так же как и в 2008 г. качество воды реки изменялось от 3 класса («загрязненная») в верхнем течении (д. Барсуки, г. Звенигород, г. Москва в створе 19 км выше города) до 4 класса («грязная») в остальных пунктах наблюдений ниже по течению. Возрастание уровня загрязненности воды по течению реки обусловлено влиянием Люберецкой и Курьяновской станций аэрации, а также загрязненных притоков. В течение 2009 г. в воде р. Москва было отмечено 35 случаев ВЗ аммонийным азотом, 9 случаев нитритным азотом и 2 случая легкоокисляемыми органическими веществами (по $БПК_5$). Максимальные концентрации в воде реки загрязняющих веществ составляли: аммонийного азота 14 ПДК, нитритного 19 ПДК, нефтепродуктов 21 ПДК, соединений железа 13 ПДК, легко- и трудноокисляемых органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК соответственно) 11 ПДК и 4 ПДК.

В воде р. Москва в створе г. Москва 0,01 км выше Бесединского моста в результате участившихся аварийных ситуаций на Курьяновской станции аэрации в 2006-2008 гг. возрастал средний уровень загрязненности воды аммонийным и нитритным азотом, особенно высокие их значения были определены в 2006 г. 9 и 11 ПДК соответственно (рис. 3.41.).

Река Клязьма. Вода реки на территории Московской области находится под влиянием загрязненных сточных вод предприятий городов Щелково, Лосино-Петровский, Павловский Посад, Орехово-Зуево и др., оценивалась как «грязная» (4 класс качества). Из девяти характерных загрязняющих веществ воды, два (аммонийный и нитритный азот) были критическими. В 2009 г. зарегистрировано 15 случаев высокого загрязнения воды реки нитритным азотом (от 11 ПДК до 22 ПДК). На участке реки ниже г. Щелково максимальная концентрация нитритного азота в воде приближалась к уровню ВЗ.

Река Кама. Характерными загрязняющими веществами воды р. Кама и рек ее бассейна являются соединения марганца, меди, железа, нефтепродукты, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), превышение ПДК которыми в бассейне Камы составляло:86,7%, 67,1%, 68,3%, 51,6%, 74,6%.

В течение последнего десятилетия качество воды р. Кама и её водохранилищ достаточно стабильно. В большинстве створов по комплексной оценке вода относится к классу «загрязненная» и варьирует в пределах, 3 класса качества. Среди притоков наиболее распространены «загрязненные» водные объекты, вода которых в многолетнем плане изменяется, как правило, в пределах 3 класса качества.

На химический состав воды Камского водохранилища ниже г. Березники оказывают влияние сточные воды промышленных предприятий, жилищно-коммунального сектора, поверхностный сток с территорий предприятий и города. До 2000 г. превалировали в водохранилище «грязные» воды 4 класса качества. Начиная с 2001 г. наблюдается некоторое улучшение качества воды водохранилища. В 2009 г. в зоне влияния г. Березники вода оценивается, в основном, как «загрязненная». На отдельных участках Нижнекамского водохранилища, р. Белая, ряда притоков р. Кама и р. Белая отмечается из года в год более высокая степень загрязненности воды.

К наиболее загрязненным среди притоков р. Кама многие годы относится р. Чусовая на участке 1,7 км ниже г. Первоуральск, где хронически наблюдается загрязненность воды соединениями меди, фосфатами, соединениями шестивалентного хрома, железа, трудноокисляемыми органическими веществами (по ХПК), соединениями марганца, нитритным азотом, соединениями цинка, сульфатами, фенолами (рис. 3.42.).

В районе влияния Первоуральско-Ревдинского промузла вода р. Чусовая варьирует в узком диапазоне «экстремально грязных» или «очень грязных» вод и характеризуется 5 либо 4 (разрядами «в» и «г») классами качества.

Река Белая постоянно испытывает наибольшую антропогенную нагрузку на участке ниже г. Стерлитамак. Последнее десятилетие по степени загрязненности комплексом присутствующих в воде веществ р. Белая в районе влияния г. Стерлитамак оценивалась как «грязная», характеризовалась 4 классом. В многолетнем плане наблюдается снижение в воде количества веществ, достигающих высокого уровня загрязнения.

Качество воды *р. Косьва* в течение многих лет формируется под влиянием шахтных вод Кизеловского угольного бассейна, соответствует 4 классу. В воде стабильно обнаруживаются случаи высокого и экстремально высокого загрязнения соединениями железа, высоки также концентрации в воде соединений марганца. По сравнению с предыдущими годами в 2009 г. возросла загрязненность воды р. Косьва ниже плотины Широковского водохранилища фенолами, концентрации которых с августа по декабрь достигали уровня высокого загрязнения. По загрязненности комплексом присутствующих в воде веществ, вода р. Косьва ниже г. Губаха оценивается как «грязная».

Бассейн р. Амур. На химический состав поверхностных вод бассейна р. Амур оказывают влияние своеобразные природные условия, характерные для Дальневосточного региона, гидрологические условия, сток четырех крупнейших притоков Зея, Уссури, Бурея и Сунгари, а также сброс 2 водохранилищ - Зейского и Бурейского, наличие сложной системы проток, рукавов и водоемов, многообразие озер, наличие рудоносных и коллекторно-дренажных вод. Водные объекты бассейна испытывают большую антропогенную нагрузку сточными водами золото- и угледобывающих предприятий, предприятий мясной и молочной промышленности, железнодорожного и речного транспорта. На качество воды реки Амур продолжает оказывать негативное влияние р. Сунгари, водосбор которой целиком находится на территории Китайской Народной Республики, качественный состав воды реки формируется под влиянием сброса сточных вод населенных пунктов КНР и поверхностного стока с территорий, активно используемых сельскохозяйственными предприятиями.

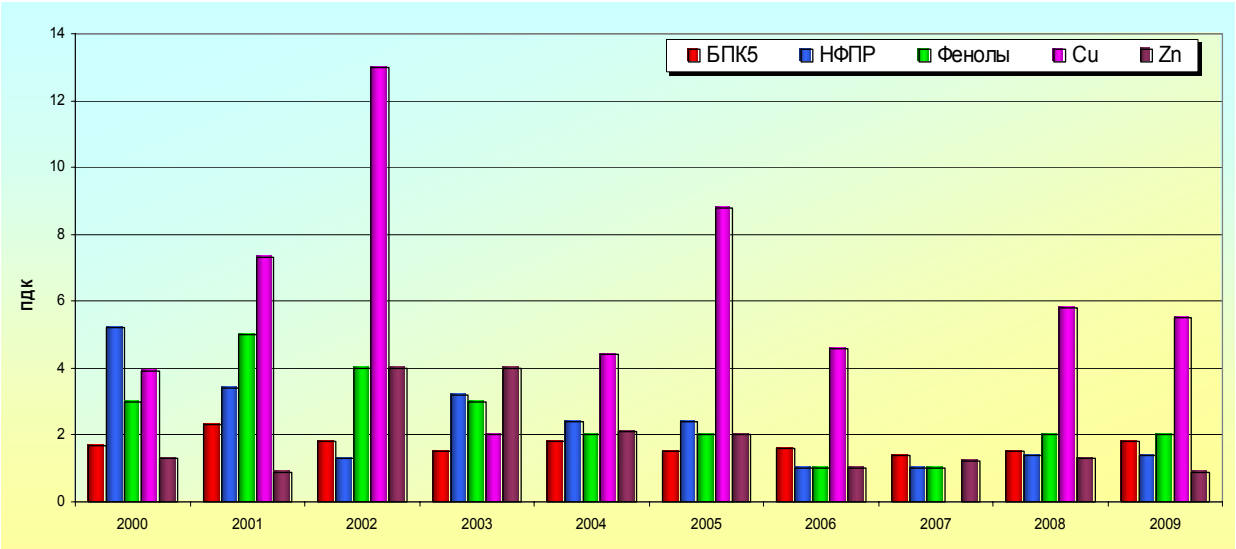


***Рис. 3.39**. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Волга, г. Астрахань*

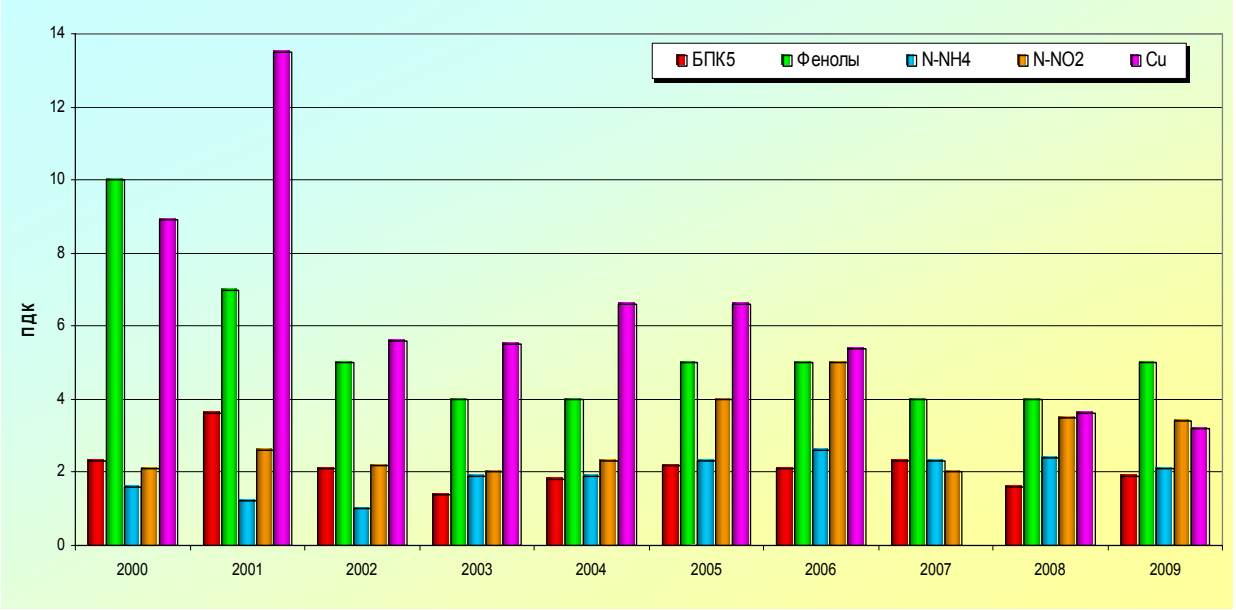


***Рис. 3.40**. Динамика загрязняющих веществ в воде р. Ока, ниже г. Коломна*

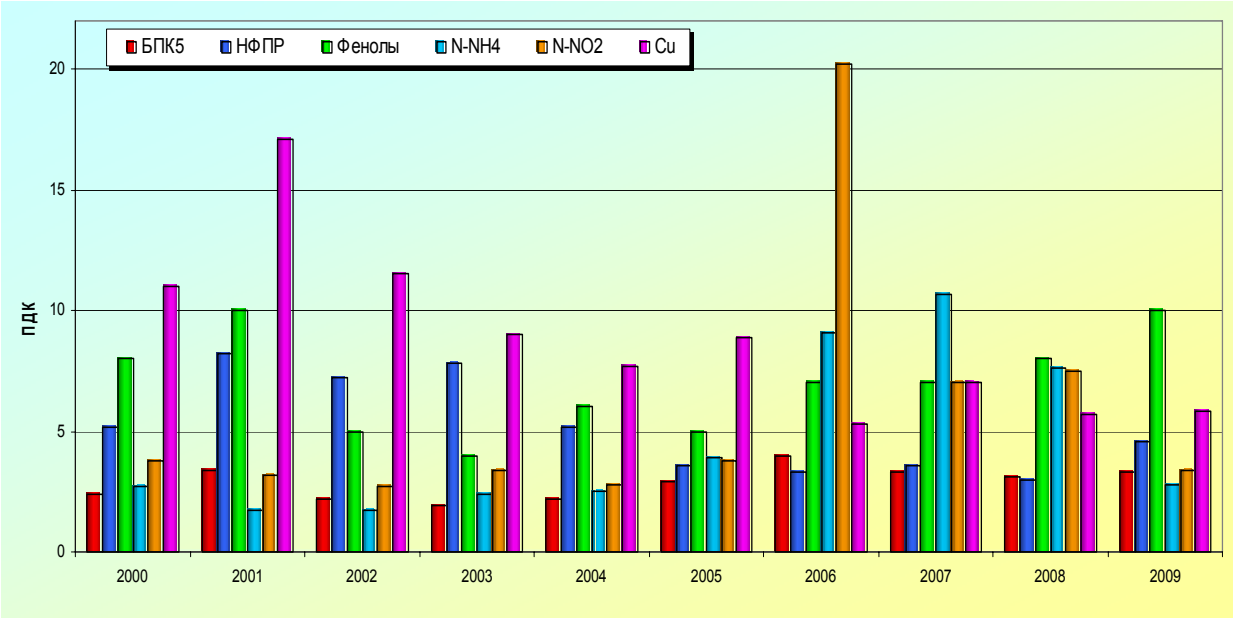


***Рис. 3.41**. Динамика загрязняющих веществ в воде р.Москва, г. Москва*

На протяжении двух последних десятилетий характерными загрязняющими веществами поверхностных вод бассейна р. Амур являлись соединения железа, цинка, меди, фенолы, трудноокисляемые органические вещества (по ХПК), аммонийный азот, превышения ПДК по которым в течение 2009 г. в воде р. Амур и в бассейне Амура составляли: 95,2 и 85,2%; 46,9 и 59,6%; 69,3 и 72,7%; 31,3 и 53,9%; 70,7 и 64,6%; 67,9 и 43,6% соответственно. В 2009 г. отмечали рост числа случаев высокого и экстремально высокого загрязнения по большинству загрязняющих веществ.

Наличие в воде соединений марганца и железа в концентрациях, значительно превышающих ПДК, в отдельных случаях достигающих уровней ВЗ и ЭВЗ, по всей длине реки Амур от **с.** Черняево до устья и ряда притоков обусловлено повышенным природным фоном.

Значительных изменений химического состава воды водных объектов в бассейне не происходит в течение ряда лет. По комплексной оценке вода р. Амур практически на всем протяжении (с. Черняево г. Благовещенск, г. Хабаровск, г. Амурск, г. Комсомольск-на-Амуре, г. Николаевск-на-Амуре) в 2009 г. оценивалась 4 классом и характеризовалась как «грязная», в пункте г. Хабаровск, 3 классом «очень загрязненная».

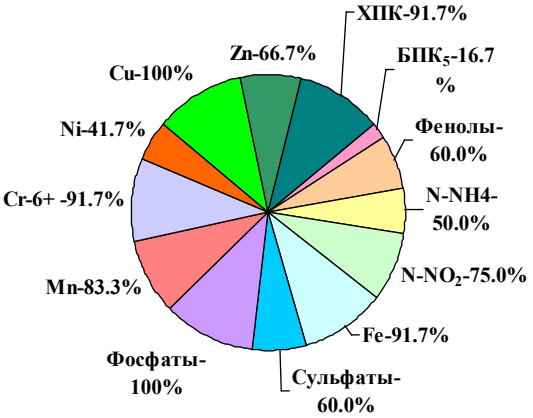


Рис. 3.42. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ превышающих 1 ПДК ($П_1$) в воде р. Чусовая, 1,7 км ниже г. Первоуральск в 2009 г.

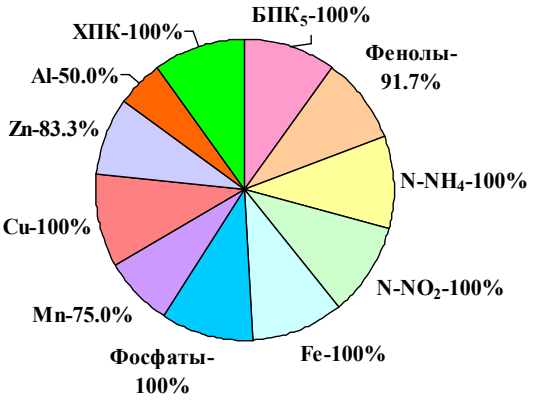


Рис. 3.43. Повторяемость концентраций загрязняющих веществ превышающих 1 ПДК ($П_1$) в воде р. Дачная, г. Арсеньев в 2009 г.

В бассейне р. Амур практически в равной степени представлены «грязные» и «загрязненные» воды 4 и 3 класса качества. Хроническая «экстремально высокая» загрязненность воды характерна для малых водотоков Березовая, Черная (Хабаровский край), Дачная. В р. Дачная у г.Арсеньев в 2009 г. в каждой пробе воды фиксировали загрязненность легко- и трудноокисляемыми органическими веществами (по БПК$_5$ и ХПК), фосфатами, нитритным и аммонийным азотом, соединениями железа и меди, в 91,7% проб отмечали превышение ПДК по фенолам, в 50,0-83,3% по соединениям аммония, марганца, цинка (рис. 3.43.).

Для малых рек Приморья характерен высокий уровень загрязненности воды. В 2008 г. вода р. Арсеньевка, р. Кулешовка, р. Илистая, р. Абрамовка, р. Мельгуновка, р. Комиссаровка, р. Малиновка, р. Бикин оценивалась как «грязная»; р. Дачная, р. Спасовка - как «экстремально грязная».

Качество воды рек бассейна Японского моря в 2009 г. варьирует преимущественно в диапазоне 3-4 классов качества («загрязненная» и «грязная» вода).

Значительно в течение многих лет загрязнена вода р. Кневичанка на участке ниже сброса сточных вод Артем ТЭЦ, рек Раздольная, Раковка, Комаровка в районе г. Уссурийск. В воде ежегодно фиксировали критические уровни загрязнения аммонийным и нитритным азотом, легкоокисляемыми органическими веществами, обнаруживали сероводород и дефицит растворенного в воде кислорода. По качеству вода из года в году соответствовала 5 или разряду «в» 4 класса и оценивалась как «экстремально» или «очень грязная». В 2009 г. значения УКИЗВ несколько снизились, но остались достаточно высокими и составляли 5,84-6,84.

Реки о. Сахалин. Самой загрязненной рекой о. Сахалин в течение многих лет продолжает оставаться р. Охинка, источниками загрязнения которой являются нефтедобывающие предприятия АООТ «Сахалинморнефтегаз», расположенные по всей длине реки, со сточными водами которых поступают загрязняющие вещества, как с поверхностным, так и с подземным стоком, загрязненные нефтепродуктами пластовые воды.

Отсутствие необходимых очистных сооружений, неудовлетворительная работа имеющихся, а также открытая система нефтесбора, потери нефти при транспортировке предприятий АООТ «Сахалинморнефтегаз» определяют экстремально высокую загрязненность воды р. Охинка на участке у г. Оха нефтепродуктами. Периодически отмечается повышенный уровень загрязненности воды реки соединениями азота и металлов. В течение многолетнего периода вода р. Охинка по загрязненности нефтепродуктами оценивается как «экстремально грязная».

Среднегодовая концентрация нефтепродуктов в воде р. Охинка ежегодно находится на уровне экстремально высокого загрязнения, в 2009 г. она составила 108 ПДК.

Загрязненность воды остальных рек Сахалина в течение ряда лет существенно не меняется. Вода большинства рек относится к 3 классу и оценивается как «загрязненная», реже встречаются реки, вода которых оценивается как «грязная» и соответствует 4 классу качества разрядов «а» и «б». В 2009 г. к категории «грязных» отнесены отдельные участки рек Большая Александровка, Поронай, р. Житница, р. Черная, р. Сусуя и р. Красносельская у г. Южно-Сахалинск, в многолетнем плане существенных изменений загрязненности поверхностных вод о. Сахалин не наблюдается.

3.3.2. Гидробиологическая оценка состояния пресноводных объектов

Наблюдения за состоянием пресноводных экосистем на гидробиологической сети Росгидромета проводятся по утвержденным программам и по специальным методам комплексного гидробиологического мониторинга («Руководство по гидробиологическому мониторингу пресноводных экосистем» Спб., Гидрометеоиздат, 1992)

В состав гидробиологических наблюдений входит изучение основных экологических сообществ: фитопланктона, зоопланктона, перифитона и зообентоса. Каждое из этих экологических сообществ наблюдается по целому ряду параметров.

По данным первичных наблюдений рассчитываются специальные обобщенные гидробиологические индексы, которые позволяют формализовать оценку качества вод по шестибалльной шкале: от I класса (очень чистые воды) до VI класса (очень грязные воды).

Влияние загрязнения на водные объекты можно выразить не только через категории экологических градаций, в которых могут находиться экосистемы. При этом по мере роста нагрузки загрязнения на водную среду наблюдаются последовательное ухудшение состояния водных экосистем.

Различаются следующие последовательные градации изменения состояния экосистем:

— экологическое благополучие;
— антропогенное экологическое напряжение;
— антропогенный экологический регресс;
— антропогенный метаболический регресс.

Комплексная оценка (с одной стороны - по качеству вод, а с другой стороны - через категории экологических градаций) позволяет наиболее полно охарактеризовать состояние экосистем.

Оценка состояния пресноводных экосистем по гидробиологическим показателям в 2009 году осуществлялась на 74 водных объектах России на 202 створах в пяти гидрографических районах.

Наиболее загрязненными водными объектами (или их участками), экосистемы которых находятся в состоянии экологического регресса, являются:

В *Каспийском* гидрографическом районе:

а) Бассейн Средней Волги:

— Куйбышевское водохранилище - г. Зеленодольск; г. Казань; г. Ульяновск; г. Тетюши;
— Саратовское водохранилище - г. Тольятти; г. Самара; г. Сызрань; г. Хвалынск; г. Балаково;
— Малые реки Самарской области: р. Кондурча - устье; р. Самара - г. Самара; р. Большой Кинель - пос. Тимашево, Отрадный; р. Чапаевка - г.Чапаевск; р. Кривуша - г. Новокуйбышевск; р. Съезжая - устье; р. Чагра - с. Новотулка.

б) Бассейн Нижней Волги:

— Чебоксарское водохранилище - от Н. Новгорода до г. Кстово;
— р. Ока - г. Дзержинск;
— р. Кудьма.

В *Карском* гидрографическом районе:

а) Бассейн р. Ангара:

— р. Ангара - г. Иркутск; г. Свирск;
— р. Олха - г. Шелехов;
— р. Иркут - г. Иркутск.

б) Бассейн истоков р. Амур:

— р. Ингода - г. Чита;
— р. Чита - г. Чита;
— оз. Кенон - г. Чита.

В *Тихоокеанском* гидрографическом районе

а) Бассейн р. Амур:

— р. Березовая - с. Федоровка;
— р. Черная - с. Сергеевка.

Ситуация в какой-то степени повторяется, по сравнению с предыдущим годом.

По градациям экологического состояния наблюдаемые водные объекты распределились следующим образом. В состоянии экологического благополучия отмечено 20% объектов, в состоянии антропогенного экологического и метаболического регресса - 25%, а в промежуточном состоянии (т. е. в состоянии антропогенного экологического напряжения и с элементами экологического регресса) находятся 65% водных объектов.

Распределение наблюдаемых водных объектов по экологическому состоянию за последние семь лет представлено в таблице 1 (в процентах от наблюдаемого количества водных объектов за каждый год, который берется за 100%).

Результаты мониторинга свидетельствуют о том, что за последний год на поверхностных водах России наметилась тенденция к некоторому улучшению экологического состояния.

Табл. 3.10. Тенденции в изменении экологического состояния водных объектов по данным гидробиологического мониторинга

Экологическое состояние	Количество водных объектов (%)								
	2000 г.	2001 г.	2002 г.	2003 г.	2004 г.	2005 г.	2006 г.	2007 г.	2008 г.
Экологическое благополучие	14	13	14	13	12	21	19	18	20
Антропогенное экологическое напряжение с элементами экологического регресса	59	59	58	60	62	73	68	74	65
Экологический и метаболический регресс	27	28	28	27	26	6	13	8	25
Всего	100	100	100	100	100	100	100	100	100

3.3.3. Водные объекты с наибольшими уровнями загрязнения, аварийные ситуации

В целях повышения оперативности и достоверности информации о случаях высокого, экстремально высокого химического загрязнения атмосферного воздуха, поверхностных вод и почвенного покрова, а также информации об аварийных ситуациях, в ГУ Институт глобального климата и экологии Росгидромета и РАН с 2007 года выполняются разработка и внедрение новой технологии сбора, обработки, передачи и анализа оперативной информации общего назначения (автоматизированная система «Оперативный мониторинг»)

В 2009 году экстремально высокие уровни загрязнения поверхностных вод в Российской Федерации отмечались на 105 водных объектах в 392 случаях, высокие уровни загрязнения - на 264 водных объектах в 1 388 случаях. В 2008 году на 110 водных объектах было зарегистрировано 434 случая ЭВЗ и 1 266 случаев ВЗ на 252 водных объектах.

За последние три года отмечается рост числа случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод (рис. 3.44.). Анализ внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ показывает, что максимум их приходится на начало весны (рис. 3.45.).

Как и в предыдущие годы, максимальную нагрузку от загрязнения испытывают бассейны рек Обь, Волга и Амур (рис. 3.46.). В таблице 3.11. приведено число случаев ВЗ и ЭВЗ, зарегистрированных в 2009 году в бассейнах рек Российской Федерации.

В 2009 году ЭВЗ и ВЗ поверхностных вод было зафиксировано в 53 субъектах РФ. По-прежнему максимальное число случаев ЭВЗ и ВЗ отмечается в Свердловской, Тюменской, Мурманской областях и Приморском крае (рис. 3.47.). По сравнению с прошлым годом, в Московской области число случаев ВЗ и ЭВЗ снизилось почти в два раза и составило 5,6% от общего числа случаев. Более чем в два раза увеличилось число случаев ВЗ и ЭВЗ в Красноярском крае (44 в 2008 г., 90 в 2009 г.), Астраханской (30 и 76) и Магаданской (12 и 28) областях, Республике Северная Осетия - Алания (6 и 21).

Экстремально высокие и высокие уровни загрязнения зафиксированы по 31 ингредиенту. Значительный вклад в загрязнение поверхностных вод вносят марганец, азот нитритный, цинк, железо (половина всех случаев, рис. 3.48.). Более чем в два раза увеличилось число случаев ВЗ и ЭВЗ, связанных с загрязнением поверхностных вод ртутью (40 в 2008 г., 82 в 2009 г.).

В 94 случаях наблюдалось снижение содержания кислорода от 3 мг/л и ниже, в 8 из них содержание кислорода было менее 1 мг/л. Увеличение биохимического потребления кислорода (БПК5) свыше 10 мг/л было зарегистрировано 70 раз.

Более чем на половине пунктов наблюдения (63,5%) зафиксировано два и более случая ВЗ и ЭВЗ (рис. 3.49.). При этом на 96 пунктах (24,5%) отмечено более 5 случаев (рис. 3.50.).

В 2009 году на территории России было зафиксировано 26 аварий (рис.3.51.), в том числе при несанкционированном сбросе стоков - 3, транспортировке - 2, несанкционированной врезке в нефтепроводы - 4, порыве нефтепроводов и авариях на нефтяных скважинах - 4. В 5 случаях наблюдался значительный замор рыбы. 10 раз было зафиксировано обширное образование нефтяной пленки на водной поверхности при авариях и сбросах с судов, а также от невыясненных источников.

ЭКСТРЕМАЛЬНО ВЫСОКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Уровень загрязнения, превышающий ПДК в 5 и более раз для веществ 1 и 2 классов опасности и в 50 и более раз для веществ 3 и 4 классов

ВЫСОКОЕ ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОВЕРХНОСТНЫХ ВОД

Уровень загрязнения, превышающий ПДК в 3-5 раз для веществ 1 и 2 классов опасности, в 10-50 раз для веществ 3 и 4 классов и в 30-50 раз для нефтепродуктов, фенолов, ионов марганца, меди и железа

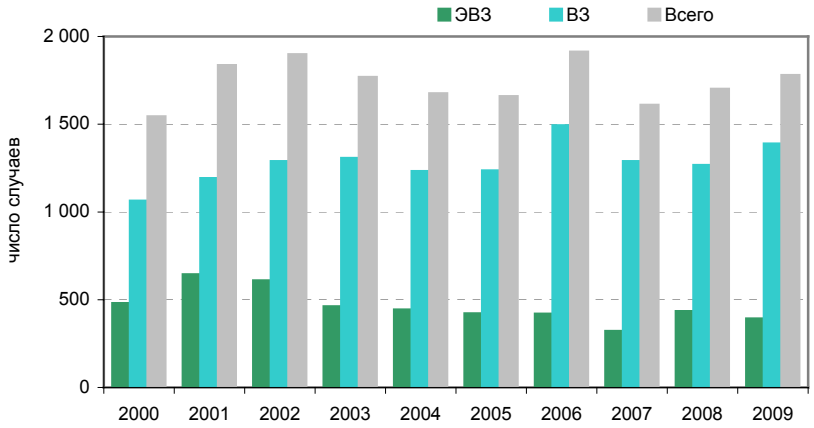


Рис. 3.44. Количество случаев ВЗ и ЭВЗ поверхностных вод суши и морских вод на территории России

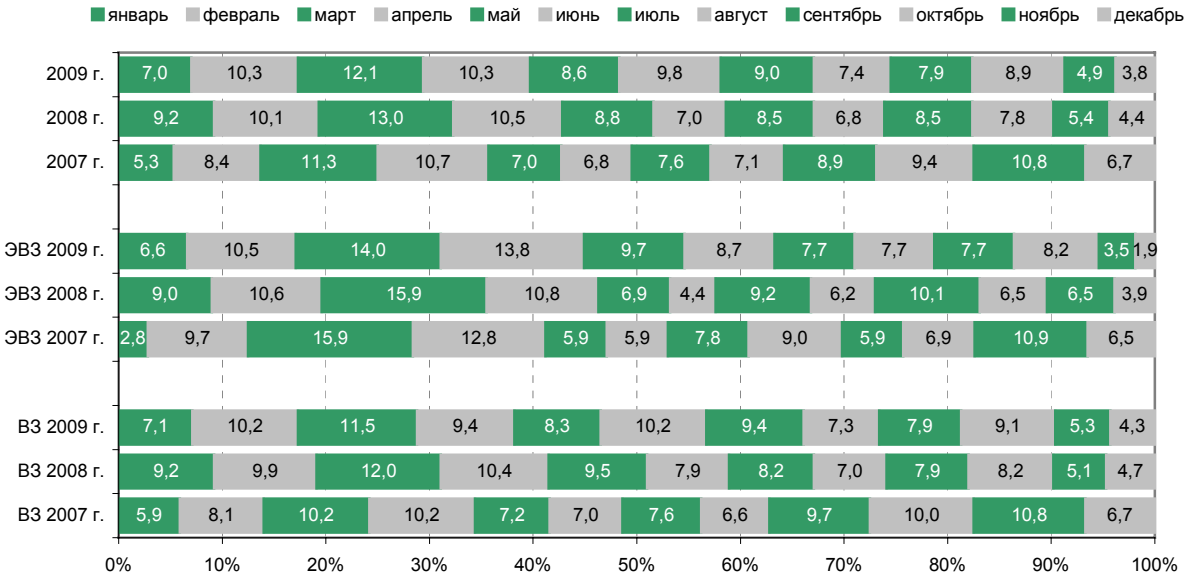


Рис. 3.45. *Внутригодовое распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ*

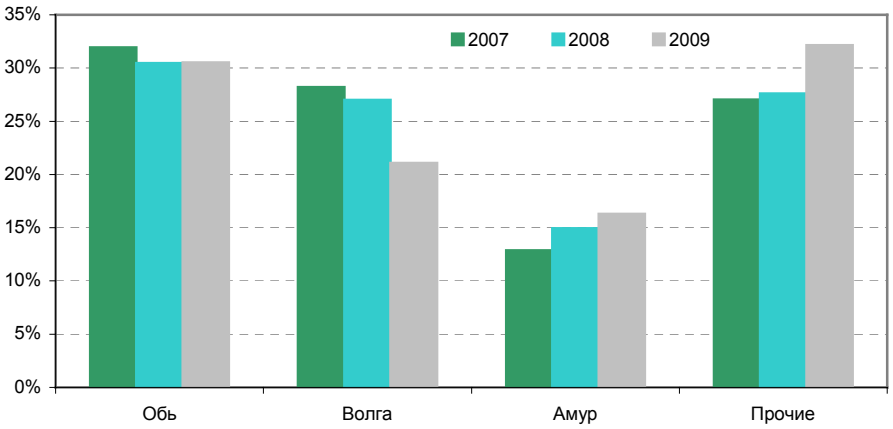


Рис. 3.46. *Распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ по бассейнам рек*

Табл. 3.11. *Экстремально высокое и высокое загрязнение поверхностных вод Российской Федерации в 2009 году*

Бассейны рек	Число случаев			Субъекты Российской Федерации[1]
	ЭВЗ	ВЗ	Сумма	
Обь	181	362	543	Красноярский край, Курганская, Новосибирская, Омская, Свердловская, Тюменская, Челябинская области
Волга	74	301	375	Пермский край, Астраханская, Московская, Рязанская, Самарская, Свердловская, Тульская, Челябинская области
Амур	45	245	290	Забайкальский, Приморский и Хабаровский края, Амурская область
Енисей	10	82	92	Красноярский край
Дон		49	49	Белгородская и Тульская области
Северная Двина	8	33	41	Вологодская область
Колыма	3	20	23	Магаданская область
Терек	1	20	21	Республика Северная Осетия - Алания
Прочие	70	276	346	Приморский и Камчатский края, Мурманская, Новосибирская и Сахалинская области
Итого:	392	1 388	1 780	

[1] *Приведены субъекты РФ, для которых число случаев ВЗ и ЭВЗ более 10*

Рис. 3.47. *Распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ по субъектам РФ*

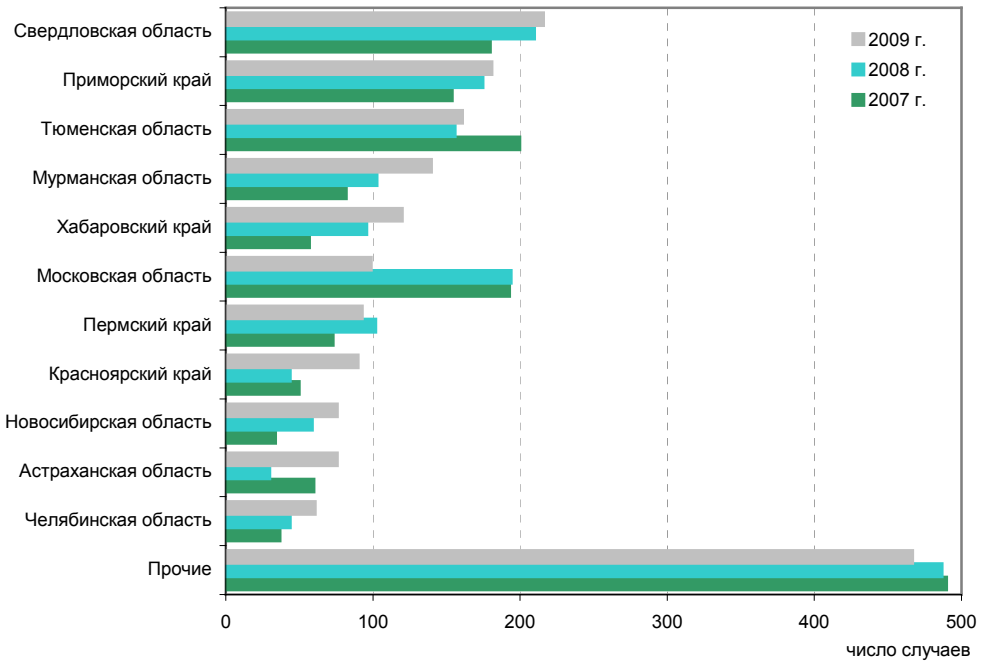


Рис. 3.48. *Распределение числа случаев ВЗ и ЭВЗ по ингредиентам*

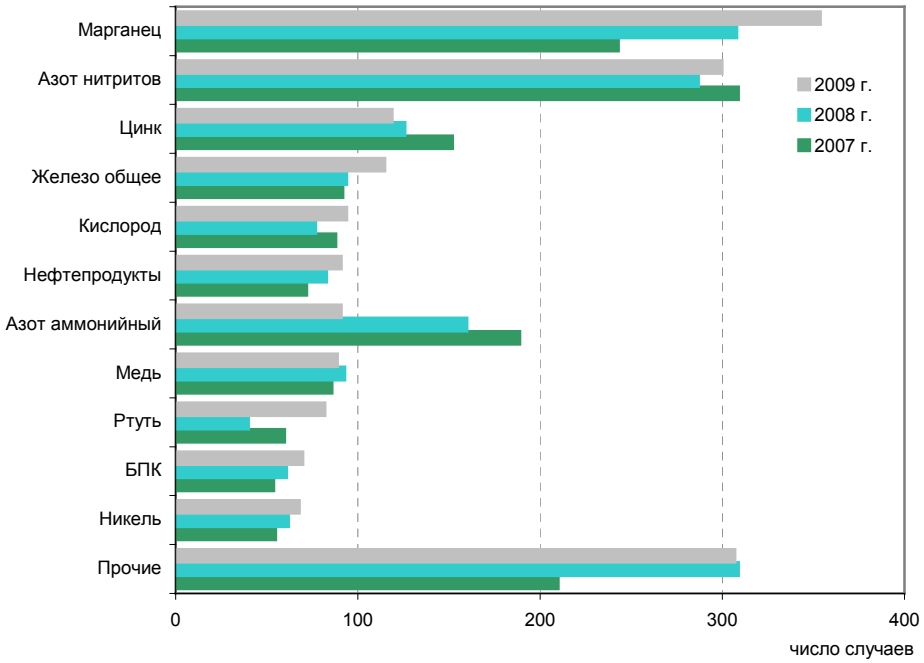
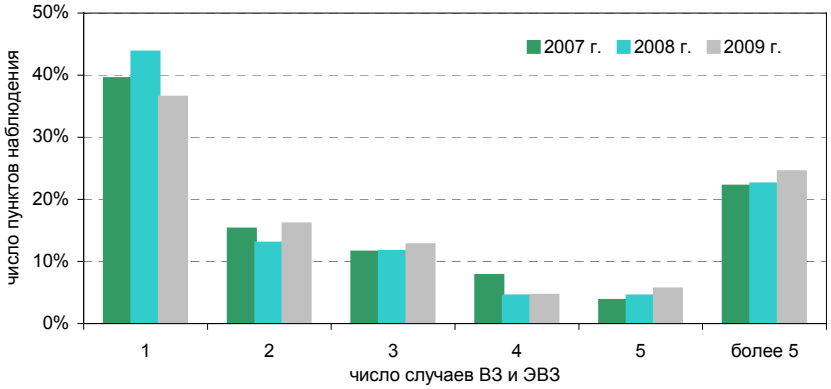


Рис. 3.49. *Повторяемость случаев ВЗ и ЭВЗ на пунктах наблюдения*



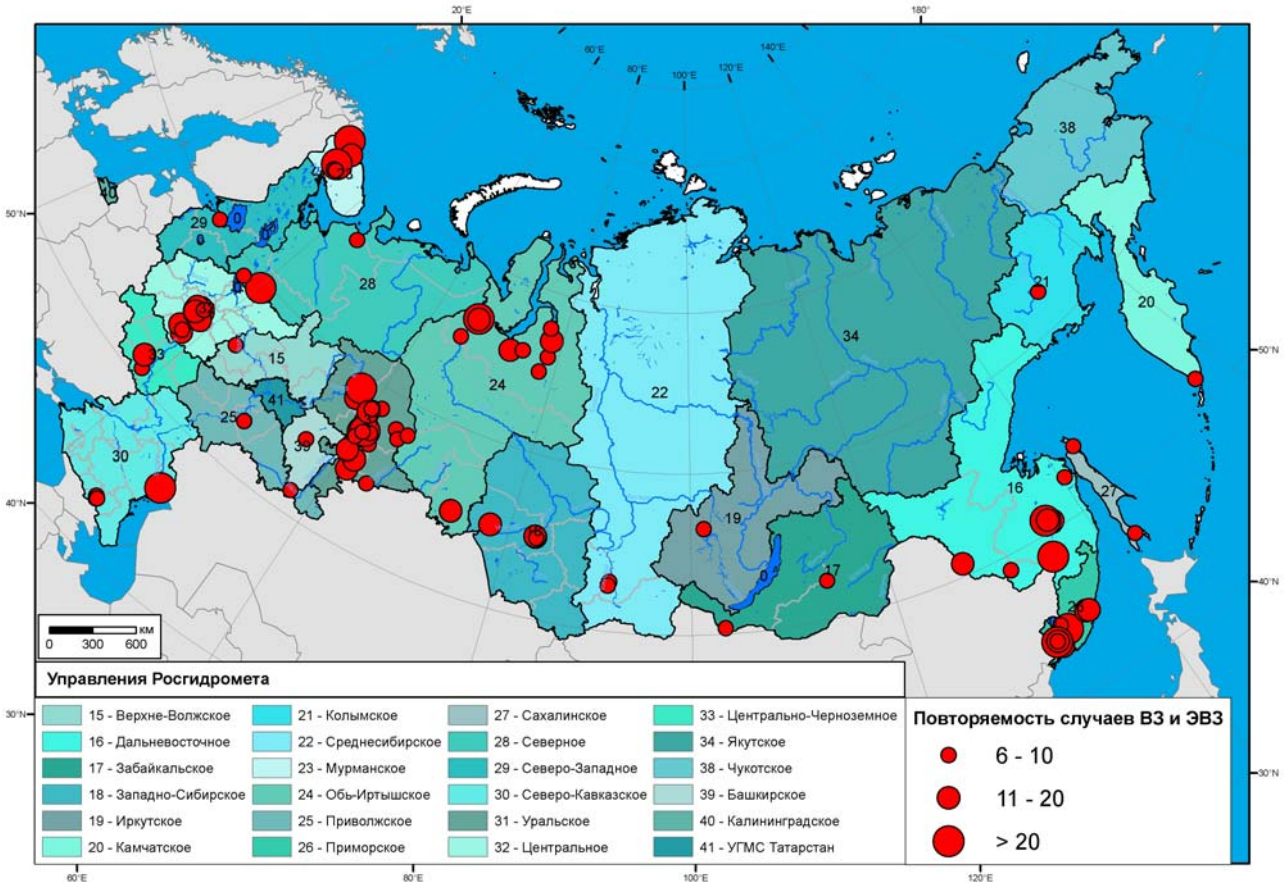


Рис. 3.50. *Распределение повторяемости случаев ВЗ и ЭВЗ для пунктов наблюдения, на которых в 2009 году отмечено более 5 случаев ВЗ и ЭВЗ*

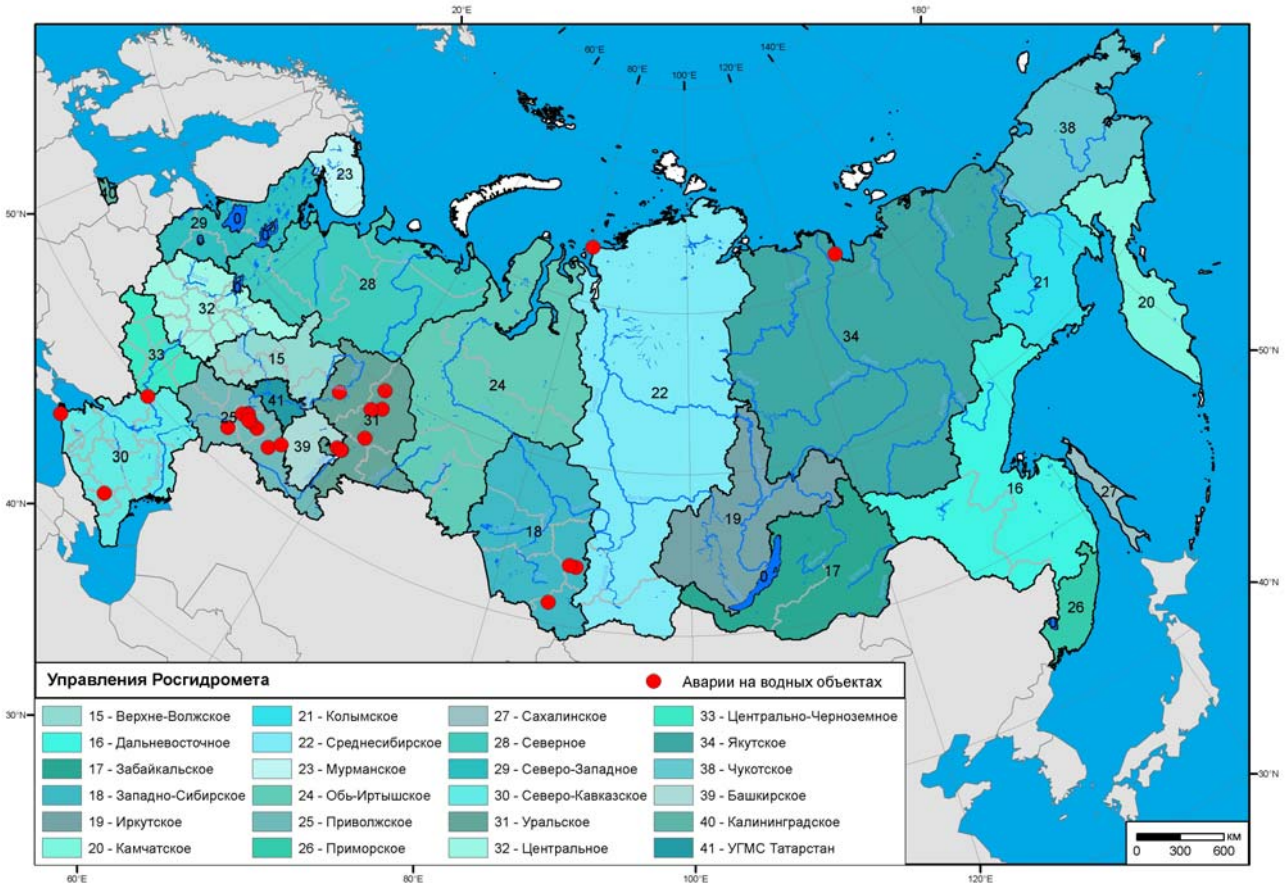


Рис. 3.51. *Аварийные ситуации, приведшие к высоким уровням загрязнения водных объектов в 2009 году*

3.3.4. СОЗ в экосистемах отдельных водных бассейнов

СОЗ в реках Амур и Уссури

В 2009 году организациями Росгидромета (ГУ Читинским ЦГМС-Р, ГУ Хабаровским ЦГМС-РСМЦ и ГУ «НПО «Тайфун») проведены работы по методическому обеспечению совместного российско-китайского мониторинга загрязнения поверхностных вод и донных отложений бассейна рек Амур и Уссури.

В программы работ совместного мониторинга в 2009 году включено определение таких СОЗ, как ПХБ и ПХДД/ПХДФ (изомерспецифический анализ) в донных отложениях рек Амура и Уссури. Пробы донных отложений отбирались в створах рек с левого берега (территория РФ) и с правого берега (территория Китая). Концентрации суммы ПХБ[1] и суммы ПХДД/ПХДФ в диоксиновом эквиваленте (Д.Э.) в донных отложениях рек Амур и Уссури (июль 2009 г.) приведены в таблице 3.12. Концентрация ПХДД/ПХДФ в пробах донных отложений обеих рек не превышает принятый в России ОБУВ $_{ПХДД/ПХДФ}$ в донных отложениях равный 9 нг/кг по 2,3,7,8-ТХДД. Концентрации ПХБ (суммы конгенеров) и ПХДД/ПХДФ (в Д.Э.) в донных отложениях с правого и левого берега Амура практически не отличаются.

[1] Сумма конгенеров ПХБ: 3, 4/10, 8, 19, 17/18, 15, 28/31, 54, 33, 22, 52, 49, 104, 44, 37,74, 70, 95, 155, 101, 99, 119, 81, 87, 110, 77, 151, 149, 123, 118, 114, 188, 153/168, 105, 138/158, 178, 126, 187, 183, 128,176, 177, 202, 114, 171, 156, 201, 157, 180, 191, 169, 170, 199, 189, 208, 194, 205, 206, 209 (по ИЮПАК)

СОЗ - Стойкие органические загрязняющие вещества

Донные отложения реки Уссури в исследованных створах более загрязнены СОЗ, чем отложения реки Амур. В донных отложениях реки Уссури с правого берега установлены более высокие уровни концентраций суммы ПХБ, хотя абсолютные значения этих величин гораздо меньше, чем ОДК для почв. Разница в уровнях суммы диоксинов (в Д.Э.) в донных отложениях с разных берегов реки Уссури отсутствует (недостоверна).

На рисунках 3.52. и 3.53. показан состав конгенеров ПХДД/ПХДФ в донных отложениях рек Амур и Уссури соответственно.

Из рисунка 3.52. видно, что в состав ПХДД/ПХДФ в донных отложениях Амура с обоих берегов преимущественно входят гепта и окта-ХДД и состав их конгенеров (или профиль конгенеров) похожи.

Из рисунка 3.53. следует, что в составе конгенеров ПХДД/ПХДФ в донных отложениях с левого берега реки Уссури преобладают дибензофураны (ПХДФ), с правого - гепта- и окта-ХДД.

Таким образом, концентрации ПХБ и ПХДД/ПХДФ в донных отложениях рек Амур и Уссури в 2009 году продолжали оставаться на фоновом уровне. Сравнительно более высокие концентрации этих СОЗ обнаружены в створе реки Уссури. При этом состав конгенеров ПХДД/ПХДФ одинаков в пробах с правого и левого берега Амура и различается в донных отложениях с разных берегов реки Уссури.

Река Печора

В ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» проведены работы по анализу проб некоторых видов рыб, как индикаторных биообъектов загрязнения СОЗ реки Печоры. Образцы рыб сига, язя и пеляди были отобраны ООО «Аквaплан-нива Баренц» в устье реки Печоры - на выходе в губу Голодная и Коровинская, а также из верховьев реки Печоры - рек Колва и Уса.

В таблицах 3.13. и 3.14. приведены средние значения концентраций СОЗ в пробах мышц и печени разных видов рыб и диапазоны установленных концентраций. Из этих таблиц видно, что концентрации всех СОЗ в мышцах рыб значительно меньше, чем в печени для всех видов рыб, иногда на порядок и более величины. Уровни большинства СОЗ в мышцах рыб, выловленных в верховьях (притоках Уса и Колва) реки Печоры и в устье Печоры (губа Голодная и Коровинская) мало отличаются (табл. 3.13.). Исключение составляют концентрации ПАУ, которые в мышцах рыб из устья Печоры на порядок и более величины выше, чем в рыбах из притоков этой реки.

Из таблицы 3.14. видно, что наблюдается тенденция к увеличению концентрации ГХБ, ГХЦГ, ДДТ, ПХБ и ПАУ в печени рыбы сиг из предположительно более загрязненных низовьев реки Печоры (губа Коровинская).

Табл. 3.12. Концентрации ПХБ и ПХДД/ПХДФ в донных отложениях рек Амура и Уссури, июль 2009 г.

Место отбора	Концентрация суммы ПХБ, мкг/кг	Концентрация ПХДД/ПХДФ, Д.Э нг/кг
р. Амур, створ ниже с. Нижнеленинское		
правый берег	4,37± 0,22	0,015±0,011
левый берег	4,46±0,26	0,0052±0,0039
р. Уссури, створ ниже с. Казакевичево		
правый берег	11,31± 1,26	0,030±0,023
левый берег	7,28± 0,85	0,070±0,052
ОБУВ в донных отложениях	отсутствует	9,0

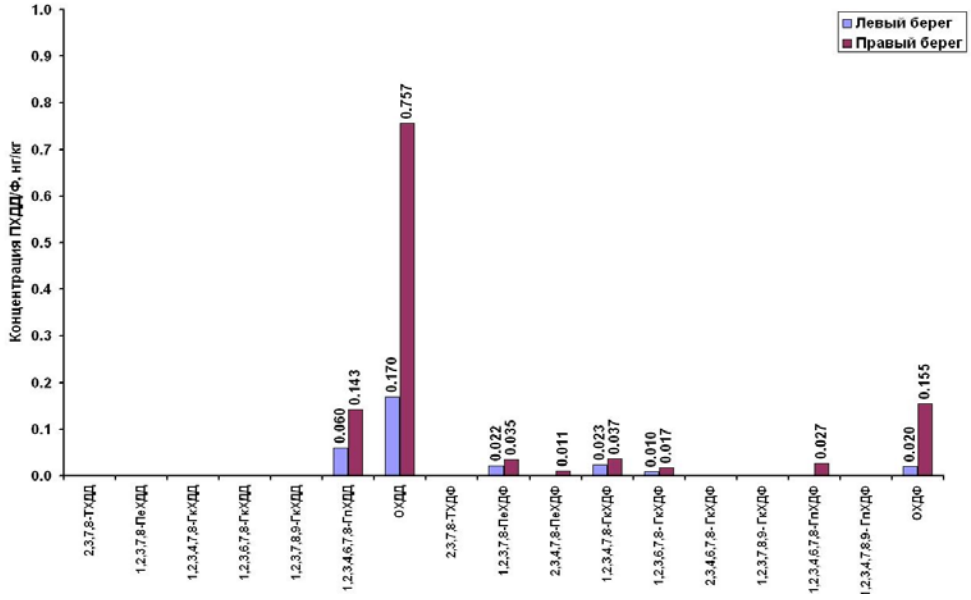


Рис. 3.52. *Состав конгенеров ПХДД/ПХДФ в донных отложениях р. Амур, створ ниже с. Нижнеленинское - с. Тонцзянтонган, нг/кг, июль 2009 г.*

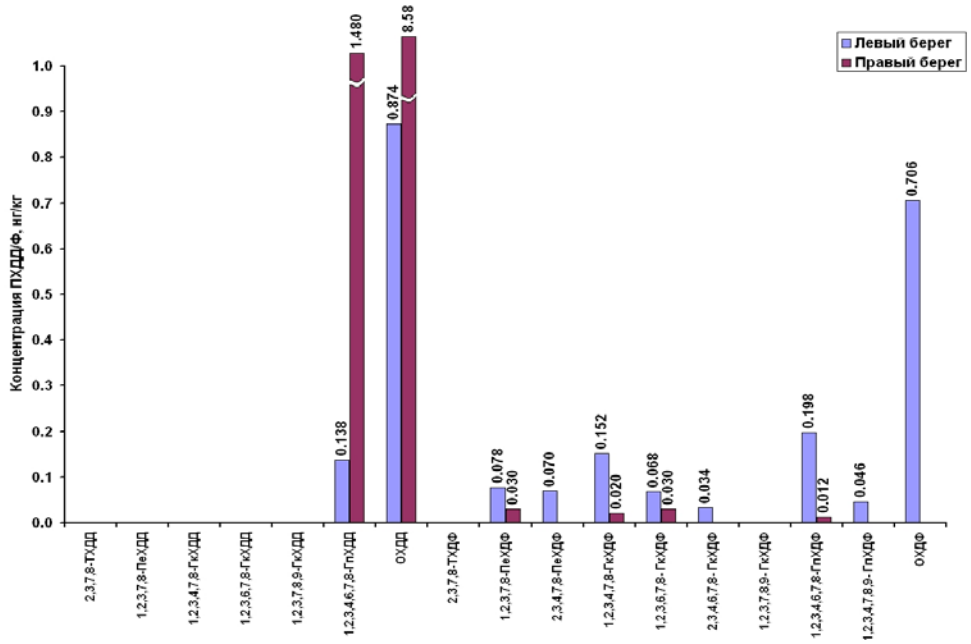


Рис. 3.53. *Состав конгенеров ПХДД/ПХДФ в донных отложениях р. Уссури, створ выше с. Казакевичево, нг/кг, июль 2009 г.*

Табл. 3.13. *Средние концентрации СОЗ в мышцах рыб из реки Печоры и её притоков (мкг/кг сырого веса)*

Соединения	Река Уса, сиг (п=6)[1]	Река Колва, язь (п=5)[1]	Губа Голодная, пелядь (п=5)[1]	Губа Коровинская, сиг (п=3)[1]
ГХБ	0,04	0,16	0,17	0,1
Сумма ГХЦГ	0,02	0,09	0,07	0,03
Сумма ДДТ	0,11	0,13	0,38	0,35
Сумма ПХБ[2]	0,75	1,02	1,05	1,49
Сумма ПАУ[3]	2,04	1,34	382	62,1
Сумма ПБДЭ[4], нг/кг сыр. веса	3,47	2,69	7,16	3,42
Липиды, %	0,35	0,55	0,61	0,37

[1] Объединенные пробы из п образцов

[2] Сумма ПХБ включает следующие конгенеры (по системе ИЮПАК): 6, 8, 18, 16, 26, 25,31+28, 33, 52, 49, 47, 44, 37, 41, 74, 70, 66+95, 60, 84, 101, 99, 97, 87,136, 110+77, 151, 135, 149+118,146, 153, 105, 141, 138, 126, 187,183, 128+167, 174, 177, 171+156,157+201, 180, 170, 199, 196+203, 189, 195, 194, 206, 209.(всего 50 конгенеров)

[3] Сумма ПАУ включает: Нафталин, 1-Метилнафталин, 2-Метилнафталин, С2-Нафталины, С3-Нафталины, С4-Нафталины, Аценафтилен, Аценафтен, Флюорен, С1-Флюорены, С2-Флюорены, С3-Флюорены, Фенантрен, Антрацен, С1-Фенантр./Антрацены, С2-Фенантр./Антрацены, С3-Фенантр./Антрацены, С4-Фенантр./Антрацены, Дибензотиофен, С1-Дибензотиофены, С2-Дибензотиофены, С3-Дибензотиофены, Флюорантен, Пирен, С1-Флюорант./Пирены, С2- Флюорант./Пирены, С3- Флюорант./Пирены, Бензо(а)антрацен, Хризен, С1-Хризены, С2-Хризены, С3-Хризен, Бензо(b+j)флюорантен, Бензо(k)флюорантен, Бензо(е)пирен, Бензо(а)пирен, Перилен, Индено(1,2,3-с,d)пирен, Дибензо(а,h)антрацен, Бензо(g,h,i)перилен

[4] Сумма ПБДЭ включает: 17 конгенеров БДЭ : 17, 28, 47, 49, 66, 71, 85, 99, 100, 138, 153, 154, 183,190, 206, 207/208 и 209

В печени рыбы пелядь эта тенденция отмечена для ГХЦГ, ПХБ. ПАУ и ПБДЭ. Вероятно, кроме загрязнения воды СОЗ, на особенности поглощения СОЗ из речной воды, влияет вид рыбы и содержание в ней липидов.

Особенно заметно накопление ПАУ в печени обоих видов рыбы из губы Коровинская и Голодная, которое свидетельствует о загрязнении водной экосистемы в низовьях реки Печоры. Концентрации ПАУ в рыбах из притоков реки Печоры (от 16,74 до 80,7 мкг/кг сырого веса) значительно меньше, чем из устья реки Печоры (1 046-2 816 мкг/кг сырого веса). На рисунке 3.54. показано относительное распределение соединений группы ПАУ в пробах печени рыбы сиг из устья реки Печоры (губа Коровинская). Из рисунка 3.54. видно, что значительную часть от суммы ПАУ (до 35%) составляют алкилзамещенные гомологи нафталина, которые относятся к ПАУ из нефтяных источников, пиролитические же ПАУ - флюорантен и пирен составляют менее 1 %. Это может свидетельствовать о нефтяном загрязнении устьевых участков реки Печоры.

На рисунке 3.55. показаны относительные количества метаболитов ДДТ (2,4-ДДЕ+ 4,4`-ДДЕ), (2,4-ДДД+ 4,4`-ДДД) и (2,4-ДДТ + 4,4`-ДДТ) в % от суммы ДДТ. Из рисунка 3.55. видно, что в пробах печени всех видов рыб из разных частей реки Печоры преобладают ДДЕ (от 42% до 70%), меньшую часть составляют ДДТ (от 10% до 20%).

Для сравнения в таблице 3.15. приведены уровни концентраций СОЗ в пробах печени рыбы сиг из реки Печора (данные 2009 года) и реки Пасквик (Кольский полуостров), проанализированных в лаборатории ГУ «НПО «Тайфун» в 2006 году. Там же приведены допустимые уровни (ДУ) СОЗ для продуктов и полуфабрикатов из рыбы, утвержденные главным государственным санитарным врачом РФ в Сан ПиН 2.3.2.2401-08.

Из таблицы 3.15. следует, что концентрации ГХБ, суммы ГХЦГ, суммы ДДТ в пробах печени сиг из рек Печора и Пасвик сравнимы между собой. Несколько более высокие концентрации ПХБ и ПБДЭ обнаружены в рыбе из реки Печоры. Однако эти концентрации не превышают нормы Российских СанПиН для пищевых продуктов из рыбы. Концентрации ПАУ в печени рыбы сиг из реки Печоры выше, чем из реки Пасвик за счет возможного загрязнения нефтепродуктами устьевых участков реки Печоры. Однако, присутствия бенз(а)пирена, по которому нормируются рыбные пищевые продукты, во всех пробах рыбы не обнаружено.

Таким образом, по результатам изучения уровней загрязнения рыб из реки Печоры отмечена тенденция к увеличению концентрации ГХБ, ГХЦГ, ДДТ, ПХБ и особенно ПАУ в печени рыбы сиг из предположительно более загрязненных низовьев реки Печоры (губа Коровинская).

Табл. 3.14. *Средние концентрации СОЗ в печени рыб из низовьев Печоры (губы Коровинская и Голодная) и её притоков (рек Уса и Колва), мкг/кг сырого веса*

Соединение	Сиг		Пелядь		Язь
	река Уса, п=6	губа Коровинская, п=3	река Уса, п=4	губа Голодная, п=5[1]	река Колва п=5
ГХБ	0,58 (0,42-0,79)	1,01 (0,59-1,68)	1,29 (0,47-3,91)	1,22	1,35 (0,84-1,63)
Сумма ГХЦГ	0,10 (0,03-0,32)	0,39 (0,1-0,74)	0,06 (0,02-0,19)	0,26	0,25 (0,09-0,58)
Сумма ДДТ	1,16 (0,38-2,02)	2,48 (0,8-4,09)	3,18 (0,37-14,22)	2,03	1,30 (0,32-2,11)
Сумма ПХБ	10,84 (3,12-24,7)	18,62 (5,95-39,0)	7,94 (1,86-29,5)	15,6	15,43 (5,26-41,7)
Сумма ПАУ	16,74 (0-98,1)	1046 (662-1378)	19,2 (0-96,0)	2816	80,7 (37,8-127,1)
Сумма ПБДЭ, нг/кг сыр. веса	82,7 (14,4-189,0)	79,5 (65,8-108,0)	78,0 (10,1-336,4)	162,2	62,6 (24,7-130,5)
Липиды, %	4,78 (1,90-9,20)	4,65 (3,17-6,85)	5,19 (1,2-18,87)	8,45	5,44 (4,25-6,89)

[1] *Объединенные пробы из п образцов*

Табл. 3.15. *Концентрации СОЗ в пробах печени рыб сиг из рек Пасвик и Печоры (мкг/кг сырого веса)*

Соединение	Река Печора	Река Пасвик	Допустимый уровень по СанПин, мкг/кг сырого веса
ГХБ	0,58 - 1,01	0,69 - 1,23	10
Сумма ГХЦГ	0,10 - 0,39	0 - 0,07	20
Сумма ДДТ	1,16 - 2,48	1,66 - 3,47	10
СуммаПХБ	10,8 - 18, 6	4,28 - 7,32	500
Сумма ПБДЭ, нг/кг	79,5 - 82,7	30,3 - 75,5	не установлен
Сумма ПАУ	16,7 - 2816	34 - 331	по бенз(а)пирену - отсутствие

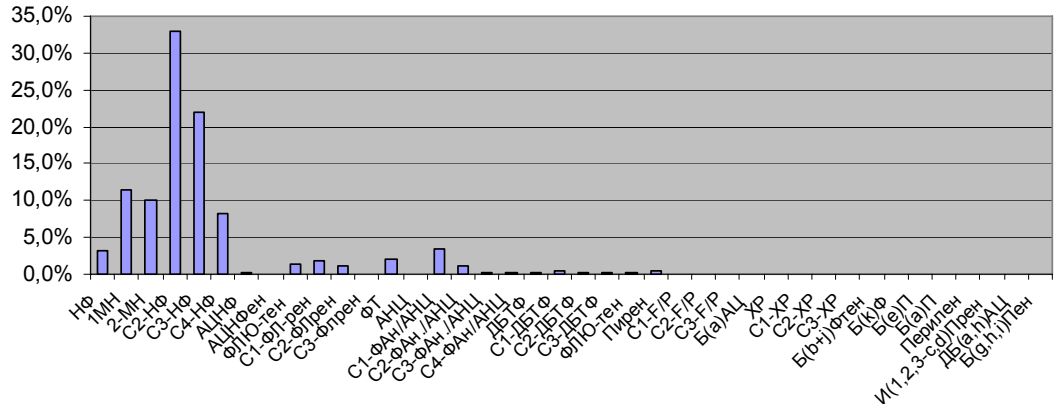


Рис. 3.54. *Относительное количество соединений группы ПАУ (%) в пробах печени рыбы сиг из реки Печоры (губа Коровинская)*

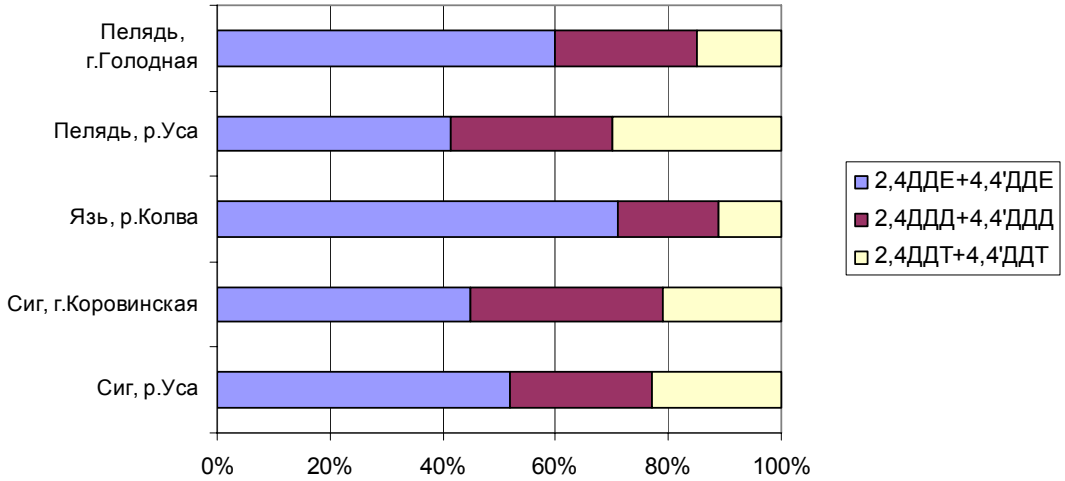


Рис. 3.55. *Относительное количество метаболитов ДДТ (% от суммы ДДТ) в пробах печени рыб из устьевых районов (губа Голодная и Коровинская) и верховьев реки Печоры (рек Уса и Колва)*

3.3.5. Загрязнение поверхностных водных объектов в результате трансграничного переноса химических веществ

Качество трансграничных поверхностных водных объектов в 2009 г. оценено по результатам режимных наблюдений в 61 пункте (61 створе, на 65 вертикалях), расположенных на 50 водных объектах на границе России с сопредельными государствами

Как и в 2008 г., наиболее распространенными загрязняющими веществами воды рек в пограничных районах являлись легко- и труднооксляемые органические вещества (по $БПК_5$ воды и ХПК), соединения меди, железа, марганца, алюминия. Для отдельных регионов характерен индивидуальный набор загрязняющих веществ в поверхностных водах пограничных районов: с Норвегией - соединения железа, меди, никеля, цинка, марганца, ртути; с Финляндией - соединения железа, меди, ртути, $БПК_5$; с Литвой - органические вещества, соединения железа, аммонийный азот; с Польшей - органические вещества, соединения железа, нитритный и аммонийный азот; с Белоруссией - органические вещества, соединения железа, марганца; с Украиной - органические вещества, соединения меди, марганца, нитритный азот; с Грузией - соединения меди; с Азербайджаном - соединения меди, фенолы, сульфаты, нефтепродукты; с Казахстаном - органические вещества, соединения меди, марганца, алюминия, сульфаты; с Монголией - труднооксляемые органические вещества, соединения железа, меди, цинка, марганца, нефтепродукты; с Китаем - органические вещества, соединения железа, меди, цинка, марганца, алюминия, аммонийный азот, фенолы. Перечисленные показатели превышали ПДК в 40-100% проанализированных проб воды.

В число критических показателей загрязненности воды трансграничных поверхностных водных объектов, установленных для 25 пунктов наблюдений, расположенных на 21 водном объекте, в той или иной комбинации входили соединения марганца (13 пунктов), меди (5 пунктов), нитритный азот (4 пункта), соединения никеля, сульфаты (по 3 пункта), дефицит растворенного в воде кислорода и $БПК_5$ (по 2 пункта), нефтепродукты, аммонийный азот (по 1 пункту).

В целом в пограничных районах России нарушение норм качества чаще всего было в пределах от 1 до 10 ПДК, отмечены единичные случаи выше этих значений ПДК.

По степени загрязненности вода р. Патсо-йоки в районе Борисоглебской ГЭС относилась к «условно чистой», рек Патсо-йоки (в районе пгт Кайтакоски), Лендерка, Вуокса, Нарва (2-й створ г. Ивангород, с. Степановщина), Десна, Ипуть и на одной вертикали оз. Чудско-Псковское - к «слабо загрязненной», в остальных варьировала от «загрязненной» до «грязной».

Наиболее загрязненные участки рек, вода которых характеризовалась как «грязная», отмечены на границах с Норвегией (р.Колос-йоки, протока без названия), Польшей (р.Мамоновка), Украиной (рр. Северский Донец, Большая Каменка, Миус), Казахстаном (рр. Ишим, Уй, Тобол), Китаем (протока Прорва, рр. Аргунь, Раздольная, Амур), Монголией (р.Ульдза-Гол).

По сравнению с 2008 г. в 28 пунктах наблюдений, расположенных на 25 водных объектах, произошло изменение уровня загрязненности воды: ухудшение состояния с переходом из одного класса в другой в 7 пунктах наблюдений и с изменением разряда одного и того же класса - в 12 пунктах; улучшение состояния воды с изменением класса произошло в 5 пунктах наблюдений и с изменением разряда одного и того же класса в 4 пунктах. В 33 пунктах степень загрязненности воды осталась на уровне 2008 г.

В связи с поздним поступлением гидрологической информации из УГМС расчет переноса химических веществ приведен только для 2008 г. по результатам наблюдений на 34 реках в районе пересечения границ с Финляндией, Польшей, Белоруссией, Украиной, Грузией, Азербайджаном, Казахстаном, Монголией и Китаем (табл. 3.16.).

Наибольшее количество водной массы внесено на территорию России через границу с Финляндией (40,5% из контролируемой), вынесено с территории России в Белоруссию (37,7%).

Максимальное количество большей части определяемых химических веществ с водой рек поступило на территорию России из Казахстана; органических веществ (рассчитанных по ХПК) - из Финляндии; главных ионов и общего фосфора - из Украины; общего железа и соединений никеля - из Монголии; Σ ДДТ - из Китая.

Самое большое количество главных ионов, общего фосфора, соединений кремния и никеля было вынесено из России на территорию Украины; органических веществ (рассчитанных по ХПК), минерального азота, общего железа, нефтепродуктов и фенолов - на территорию Белоруссии, соединений общего хрома и ХОП - на территорию Казахстана, соединений меди и цинка - на территорию Азербайджана.

Перечень рек, по которым в течение ряда лет через границу переносятся значительные количества химических веществ, приведен в таблице 3.17.

В 2008 г. максимальные количества переносимых реками химических веществ уменьшались в следующей последовательности: сумма главных ионов - 4 615 тыс.т; органические вещества, рассчитанные по ХПК - 282 тыс.т; биогенные вещества (кремний - 49,2 тыс.т, минеральный азот - 10,6 тыс.т, общее железо - 6,28 тыс.т., общий фосфор - 6,1 тыс.т); нефтепродукты - 1,02 тыс.т; соединения цинка - 250 т, меди - 64 т, фенолов - 28 т, общего хрома - 15 т, никеля - 8,4 т; хлорорганические пестициды (сумма изомеров ГХЦГ - 2 кг, сумма ДДТ - 4 кг).

Превалирующие количества большей части определяемых химических веществ, как и ранее, перенесены через границу многоводной р. Иртыш; главных ионов и общего фосфора -

р. Северский Донец; органических веществ (рассчитанных по ХПК) - р. Вуокса; минерального азота - р. Западная Двина; общего железа и соединений никеля - р. Селенга; Σ ДДТ - р. Раздольная.

Значения переноса веществ, следующие после максимальных, отмечены со стоком рек Вуокса (соединения меди), Северский Донец (нефтепродукты и фенолы), Ишим (соединения никеля, Σ ДДТ), Селенга (кремний, соединения цинка и общего хрома), Раздольная (Σ ГХЦГ).

В 2008 г. по сравнению с 2007 г. для ряда рассматриваемых рек отмечен значительный диапазон колебаний переноса химических веществ через границу.

В 2008 г. произошло уменьшение переноса всех определяемых веществ реками Ишим и Раздольная, большей части веществ - р. Иртыш. Со стоком рек Селенга и Онон наблюдалось увеличение переноса большинства химических веществ.

Существенные изменения в переносе отдельных химических веществ перечисленными реками связаны, главным образом, с изменением водности рек.

Динамика переноса химических веществ другими изученными реками была неоднозначна.

Таким образом, в 2009 г. в 19 пунктах наблюдений, расположенных на 18 водных объектах, произошло ухудшение качества воды, в остальных пунктах либо улучшилось, либо осталось неизменным.

Как и в предыдущие годы, наиболее загрязненными остаются участки водных объектов на границах с Норвегией, Казахстаном и Китаем, наименее - на границе с Грузией и Азербайджаном.

В 2008 г. по сравнению с 2007 г. отмечено уменьшение переноса всех определяемых химических веществ реками Ишим и Раздольная, большинства веществ - р. Иртыш. Со стоком рек Селенга и Онон наблюдалось увеличение переноса превалирующей части веществ. Динамика переноса химических веществ остальными изученными реками имела разную направленность.

Табл. 3.16. *Количество химических веществ, тыс.тонн (для соединений меди, цинка, никеля, хрома, фенолов, суммы ДДТ и его метаболитов, суммы изомеров ГХЦГ - тонн), перенесенных реками через границы с сопредельными государствами в 2008 г.*

Граница	Число водных объектов/ пунктов	Водный сток, км³	Органические вещества	Сумма ионов	Сумма азота минерального	Фосфор общий	Кремний	Железо общее	Медь	Цинк	Никель	Хром	Нефтепродукты	Фенолы	Сумма ДДТ	Сумма ГХЦГ
Финляндия																
внос[1]	3/3	27,6	325	1474	4,16	0,224	28,7	2,00	52,9	18,3	нд	нд	0,17	0,027	нд	нд
вынос[2]	1/1	2,86	56,4	29,3	0,12	0,026	7,36	0,67	3,74	нд	нд	нд	0	нд	нд	нд
Польша																
внос[1]	3/3	2,13	46,7	862	3,24	0,415	12,9	0,42	нд	нд	нд	нд	нд	нд	нд	нд
Белоруссия																
вынос[2]	3/3	8,51	210	2024	16,1	1,28	35,3	3,97	нд	14,6	нд	0	0,41	8,15	нд	нд
Украина																
внос[1]	2/2	3,52	89,8	4747	2,19	6,20	13,5	1,05	4,15	23,8	нд	нд	0,39	6,68	0	0
вынос[2]	6/6	7,69	90,8	2985	6,24	1,37	42,7	1,73	4,23	1,86	12,3	6,95	0,11	0,26	0	0
Грузия																
внос[1]	1/1	1,11	6,34	367	1,03	0,035	2,05	1,140	1,17	6,23	нд	нд	0,04	0	0	0
Азербайджан																
вынос[2]	1/1	2,00	16,3	666	0,86	0,048	5,00	0,070	10,5	16,8	нд	нд	0,18	4,60	нд	нд
Казахстан																
внос[1]	3/3	22,6	281	4754	5,00	1,06	52,5	3,16	69,4	260	0,60	14,7	1,12	33,4	0	0,002
вынос[2]	4/4	0,89	17,5	681	1,42	0,159	2,88	0,04	1,24	8,72	3,83	11,4	0,05	0,07	0,005	0,002
Монголия																
внос[1]	4/4	10,4	209	2900	0,645	0,744	41,2	6,52	49,8	117	8,38	0	0,45	5,05	0	0
вынос[2]	1/1	0,65	10,4	36,3	0,047	0,014	2,03	0,02	0,70	5,48	0	0	0,02	1,30	0	0,001
Китай																
внос[1]	1/1	0,75	8,24	94,6	0,512	0,051	2,23	0,43	0,64	15,8	0	1,10	0,03	0,90	0,004	0,001

нд - нет данных
[1] внос на территорию России
[2] вынос с территории России

Табл. 3.17. *Количество химических веществ, тыс.тонн (для соединений меди, цинка, никеля, хрома, фенолов, хлорорганических пестицидов - тонн), перенесенных отдельными реками через границы сопредельных государств в 2007 и 2008 гг.*

Граница, река, пункт	Год	Водный сток, км^3	Органические вещества	Сумма ионов	Сумма азота минерального	Фосфор общий	Кремний	Железо общее	Медь	Цинк	Никель	Хром	Нефтепродукты	Фенолы	Сумма ДДТ	Сумма ГХЦГ
Финляндия																
Патсо-йоки, пгт. Кайтакоски[1]	2007	5,61	33,1	123	0,424	0	14,2	0,18	12,2	19,6	0	4,02	0,04	нд	нд	нд
	2008	5,22	35,5	126	0,374	0	10,3	0,17	6,96	18,3	0	0	0,08	нд	нд	нд
Вуокса, пгт. Лесогорский[1]	2007	19,1	298	1208	2,68	0,267	11,5	2,00	89,3	нд	нд	нд	0,06	нд	0	0,011
	2008	22,0	282	1311	3,37	0,220	17,6	1,68	45,3	нд	нд	нд	0,09	нд	0	0
Белоруссия																
Западная Двина, г. Велиж[2]	2007	3,69	117	671	4,42	0,092	11,1	1,66	3,84	3,39	нд	0	0,03	21,0	нд	нд
	2008	3,89	132	584	10,6	0,244	16,3	2,54	Нд	0,13	нд	0	0,22	4,70	нд	нд
Днепр, г. Смоленск[2]	2007	2,73	Нд	863	5,31	0,899	11,8	0,61	7,70	4,75	нд	0	0,11	3,50	нд	нд
	2008	2,77	49,3	836	4,10	0,789	13,7	0,91	нд	14,5	нд	0	0,18	3,05	нд	нд
Украина																
Северский Донец, х. Поповка[1]	2007	3,64	79,9	4613	2,76	1,30	15,6	0,50	4,80	14,9	нд	нд	0,16	7,40	0	0
	2008	3,45	88,0	4615	2,12	6,10	13,2	1,04	3,94	23,7	нд	нд	0,39	6,50	0	0
Казахстан																
Ишим, с. Ильинка[1]	2007	2,85	63,0	1300	0,544	0,248	9,30	4,13	23,1	73,1	442	нд	0,62	4,60	0	0,014
	2008	0,60	14,4	499	0,164	0,054	0,90	0,03	1,64	1,86	0,61	нд	0,09	0,43	0,001	0,0003
Иртыш, с. Татарка[1]	2007	24,9	306	4134	4,92	0,774	46,3	6,30	215	395	0	26,3	0,97	27,2	0,012	0,019
	2008	21,2	254	3715	4,60	0,837	49,2	2,98	63,9	250	0	14,7	1,02	28,0	0	0,0017
Монголия																
Селенга, пос. Наушки[1]	2007	6,31	62,0	1512	0,873	0,137	28,4	3,13	26,4	20,5	7,15	0	0,20	7,00	0	0,004
	2008	7,49	97,3	1612	0,442	0,250	28,3	6,28	29,6	105	8,37	3,19	0,23	3,33	0	0
Онон, с.Верхний Ульхун[1]	2007	1,27	14,3	112	0,060	0,034	5,42	0,100	2,39	4,59	0	0	0,17	2,96	0	0
	2008	2,91	47,8	231	0,115	0,410	8,56	0,079	7,07	11,2	0	0	0,15	1,70	0	0
Китай																
Раздольная, с.Новогеоргиевка[1]	2007	1,63	32,3	203	0,78	0,139	5,31	1,13	3,55	51,5	0,59	2,48	0,16	6,50	0,006	0,005
	2008	0,746	8,24	94,6	0,51	0,051	2,33	0,43	0,64	15,8	0	1,10	0,033	0,90	0,004	0,001

нд - нет данных
[1] внос на территорию России
[2] вынос с территории России

3.3.6. Химическое загрязнение морей России

Каспийское море

Северный Каспий

В марте, сентябре и декабре 2009 г. проведены гидрохимические исследования морских вод Северного Каспия на 8 станциях III векового разреза и 10 станциях векового разреза IIIа (рис. 3.56.). Пробы воды были отобраны из поверхностного и придонного слоев. В береговой стационарной лаборатории были определены стандартные гидрохимические показатели и концентрация загрязняющих веществ - НУ, фенолов, СПАВ, ХОП и ТМ.

Вековой разрез III

Среднее содержание суммарных нефтяных углеводородов за весь период наблюдений составило 0,09 мг/л (1,8 ПДК). Наибольшее значение (0,34 мг/л, 6,8 ПДК) наблюдалось у морского края дельты Волги в поверхностном слое 11 марта. Концентрация суммарных фенолов изменялась в пределах обычного диапазона от 0,001 до 0,003 мг/л (1-3 ПДК), средняя - 0,002 мг/л. Среднее содержание детергентов составило 0,04 мг/л (0,4 ПДК). Максимум (0,072 мг/л) был отмечен на самой удаленной от берега станции в поверхностном слое 11 марта. В воде района были обнаружены пестициды. Концентрация линдана (γ-ГХЦГ) варьировала от 0,01 нг/л до 0,34 нг/л; наибольшая величина была отмечена в марте на поверхности у берега. Среди контролируемых тяжелых металлов уровень содержания соединений железа в среднем был не выше 2 ПДК, с максимальной концентрацией 0,419 мг/л (8,2 ПДК) в конце сентября в придонных водах в середине разреза. В среднем загрязнение вод соединениями меди составило 6,6 ПДК (32,8 мкг/л), а максимальная величина достигала 58 мкг/л на придонном горизонте 16 декабря. Содержание соединений никеля колебалось в пределах 7,5-118,2 мкг/л (0,8-12 ПДК). Максимальная величина представляет собой случай высокого загрязнения (ВЗ) и наблюдалась в поверхностных водах 26 сентября в средней части разреза. Превышение уровня 1 ПДК по соединениям молибдена наблюдалось почти повсеместно, а средняя концентрация в 2009 г. составила 2,1 мкг/л. В сентябре было отмечено 4 случая ВЗ по содержанию молибдена в диапазоне 3,7-4,3 ПДК.

Основные гидрохимические параметры и содержание биогенных веществ не превышали 1 ПДК. Диапазон величин был, в основном, в пределах естественных межгодовых колебаний. Обращает внимание очень широкий диапазон значений солености на станциях разреза - почти 12‰. Минимум закономерно был отмечен в поверхностном слое на ближайшей к берегу станции в сентябре, а максимальная - в придонных водах в центре разреза в марте. Кислородный режим в водах III векового разреза был в пределах нормы, однако в двух случаях в сентябре у дна концентрация растворенного кислорода снизилась до значений ниже норматива 6 мг/л. Воды III векового разреза по индексу загрязненности вод ИЗВ (1,96) оцениваются как «грязные», V класс качества (табл. 3.18.).

Вековой разрез IIIа

Максимальная концентрация НУ достигала 0,5 мг/л (10 ПДК) и была отмечена на последней станции разреза в поверхностном слое 6 марта. Средняя за период наблюдений величина составила 0,09 мг/л (1,8 ПДК). Содержание фенолов было в пределах от 0,001 до 0,005 мг/л, средняя составила 0,002 мг/л (2 ПДК). В целом содержание фенолов было на фоновом уровне. Концентрация СПАВ доходила до 0,088 мг/л на самой удаленной от берега станции в придонном слое 11 марта, а среднее содержание детергентов составило 0,045 мг/л (0,4 ПДК) и в целом было на уровне значений на восточном разрезе. Концентрация γ-ГХЦГ изменялась от 0,04 до 0,50 нг/л. Максимум отмечен в марте в поверхностных водах самой последней от берега станции разреза.

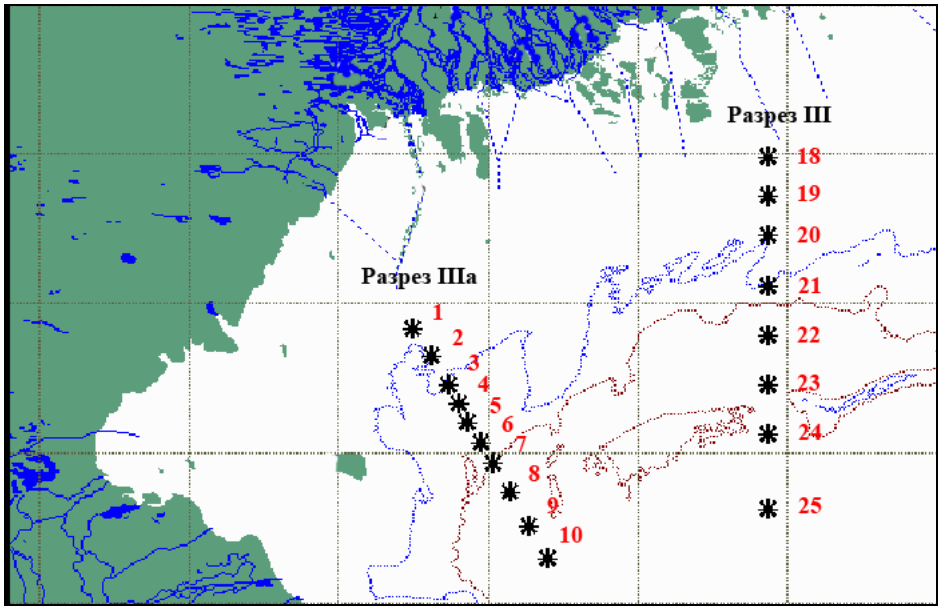


Рис. 3.56. *Расположение станций отбора проб на акватории Северного Каспия в 2009 г.*

Загрязнение вод разреза соединениями железа в среднем было в пределах 2 ПДК. Максимальная концентрация (0,13 мг/л, 2,6 ПДК) наблюдалась на ближайшей к берегу станции в поверхностном слое 10 марта. Наибольший вклад в загрязнение вод было внесено соединениями меди. Среднегодовая концентрация меди составила 25 мкг/л (5 ПДК). Наибольшая концентрация меди (57 мкг/л, 11,4 ПДК) наблюдалась 16 декабря на придонном горизонте в середине разреза. Концентрация соединений никеля варьировала в пределах 4,5-107,4 мкг/л (0,5-10,7 ПДК), максимум превышал норматив высокого загрязнения (ВЗ) зафиксирован 21 сентября в придонном слое вод на ближайшей к берегу станции. Повышенные значения соединений молибдена наблюдались во все сезоны наблюдений. Среднегодовая концентрация составила 2,35 мкг/л (2,4 ПДК). В сентябре было отмечено 2 случая ВЗ (4,3 и 4,4 ПДК) в придонных водах на ближайших к берегу станциях. Содержание биогенных веществ в основном не превышало 1 ПДК. Кислородный режим вод векового разреза IIIа был в пределах нормы. Однако осенью в шести пробах как из поверхностного, так и придонного слоя вод значение растворенного кислорода было ниже норматива 6 мг/л

Воды разреза IIIа в 2009 г. оцениваются как «грязные» (V класс, ИЗВ=1,80).

Загрязнение вод открытой части моря

В 2009 г. продолжены многолетние наблюдения за загрязнением вод открытой части Каспийского моря на четырех станциях разреза о. Чечень - п-ов Мангышлак, расположенных на глубинах от 10 до 23 м. Всего в марте, апреле, мае и ноябре было отобрано 44 пробы воды из поверхностного, промежуточного и придонного слоев воды

Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от 0,01 мг/л до 0,07 мг/л и в среднем составила 0,04 мг/л (0,8 ПДК). Загрязнение вод фенолами в среднем осталось на прежнем уровне 0,003 мг/л (3 ПДК), максимум и минимум составил соответственно 0,001-0,005 мг/л (1-5 ПДК). Концентрация аммонийного азота была ниже 1 ПДК и изменялась от 46 до 545 мкг/л, в среднем 183 мкг/л. Среднее содержание общего азота составило 339 мкг/л, максимум достигал 401 мкг/л, минимум - 262 мкг/л. Концентрация общего фосфора составила 16,3 мкг/л, максимум 28,9 мкг/л. Существенных изменений в кислородном режиме морских вод относительно предыдущих лет не наблюдалось. Диапазон значений составил 89,5-116,2% насыщения. Значение индекса загрязненности вод составило 1,30 (IV класс, загрязненные), что несколько меньше прошлогодней величины (рис. 3.57.).

Загрязнение прибрежных районов Дагестанского побережья

В 2009 г. наблюдения за состоянием Каспийского моря проводились на 33 станциях в прибрежных водах районов у Лопатина, Махачкалы, Каспийска, Избербаша, Дербента и на устьевых взморьях рек Терек, Сулак и Самур (рис. 3.58.). Всего за истекший период на Дагестанском взморье было отобрано 264 пробы морской воды в период с марта по декабрь.

***Табл. 3.18**. Гидрохимические параметры и концентрация загрязняющих веществ в водах Северного Каспия в 2009 г.*

Ингредиент	Вековой разрез III «а»			Вековой разрез III		
	средняя	мин.	макс.	средняя	мин.	макс.
Соленость	9,31	4,03	12,9	10,69	1,17	13,97
Растворённый кислород, мл/л	7,96	5,42	9,48	7,91	4,89	9,1
pH	8,4	7,96	8,88	8,38	8,21	8,82
Фосфор (PO_4), мкг/л	21	2,6	83	27,96	2,6	72
Азот (NO_2), мкг/л	5,15	0,8	19,8	7,19	1	25,7
Азот (NO_3), мкг/л	33,62	0,7	141,8	46,96	1,5	313,9
Азот (NH_4), мкг/л	86,78	8,3	221,8	126,08	7,3	299,4
Si, мкг/л	952,39	564	1732	831,91	558	1166
Фенолы, мг/л	0,002	0,001	0,005	0,002	0,001	0,003
НУ, мг/л	0,09	0,04	0,5	0,09	0,01	0,34
СПАВ, мг/л	0,045	0,027	0,088	0,04	0,029	0,072
Fe общ., мг/л	0,08	0,037	0,13	0,09	0,042	0,419
Cu, мкг/л	25	4,3	57	32,8	4,8	58
Zn, мкг/л	49,44	9	140,4	40,6	8	162,1
Ni, мкг/л	36,45	4,8	107,3	33,18	7,5	118,2
Co, мкг/л	4,42	0,5	24,5	6,04	0,5	34,6
Cd, мкг/л	0,2	0,03	1,45	0,32	0,04	1,74
Pb, мкг/л	1,47	0,5	5,6	1,69	0,3	11,7
Sn, мкг/л	9,28	2,2	38,9	13,87	1,6	39,9
Cr, мкг/л	2,06	0,1	10	2,73	0,1	11,6
Mo, мкг/л	2,35	0,5	4,4	2,12	0,4	4,3
Mn, мкг/л	30,8	4,5	117,9	2,12	0,4	4,3
Hg, мкг/л	0,02	0,01	0,05	0,02	0,01	0,05
Ba, мкг/л	6,75	1,4	19,7	8,7	1,1	26,5
ИЗВ	1,80 («грязные»)			1,96 («грязные»)		

Лопатин. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась в пределах от 0,02 мг/л до 0,08 мг/л, что соответствует 0,4-1,6 ПДК, при среднем значении 0,05 мг/л (1 ПДК). Средняя концентрация фенолов 0,003 мг/л (3 ПДК), минимальная 0,001 мг/л (1 ПДК), максимальная 0,004 мг/л (4 ПДК).

Соленость в период наблюдений изменялась от 3,74‰ до 11,69‰, средняя величина составила 8,28%. Водородный показатель pH изменялся от 8,13 до 8,46, отмечено незначительное повышение по сравнению с 2008 г. Среднегодовое содержание в водах района неорганического фосфора (фосфатов) составило 5,6 мкг/л, силикатов - 350 мкг/л, нитритов - 1,70 мкг/л, нитратов - 13,6 мкг/л. Содержание общего азота составило в среднем 315 мкг/л, максимум был 353 мкг/л, что чуть выше 1 ПДК. Концентрация аммонийного азота была существенно ниже 1 ПДК; диапазон изменений от 57 мкг/л до 251 мкг/л, при среднем значении 179 мкг/л. Кислородный режим за период наблюдений был в пределах нормы.

Значение индекса ИЗВ составило 1,26 (IV класс), что позволяет охарактеризовать воды района как « загрязнённые». Это значительное снижение значения индекса по сравнению с прошлым годом (рис. 3.59.).

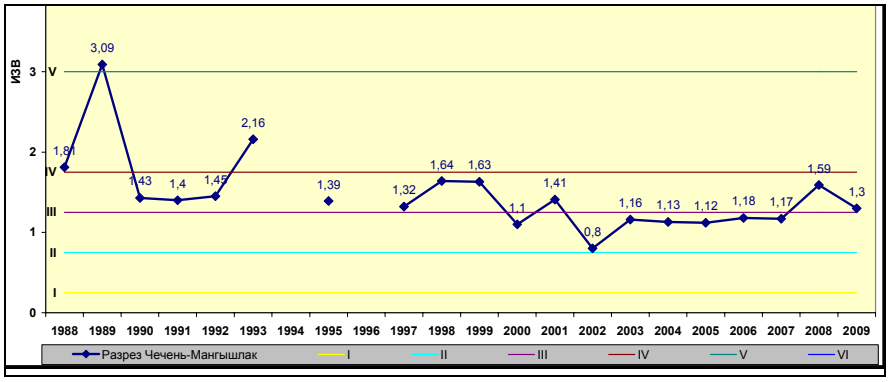


Рис. 3.57. *Многолетняя динамика индекса загрязненности вод открытых вод Каспийского моря на разрезе о. Чечень - п-ов Мангышлак*

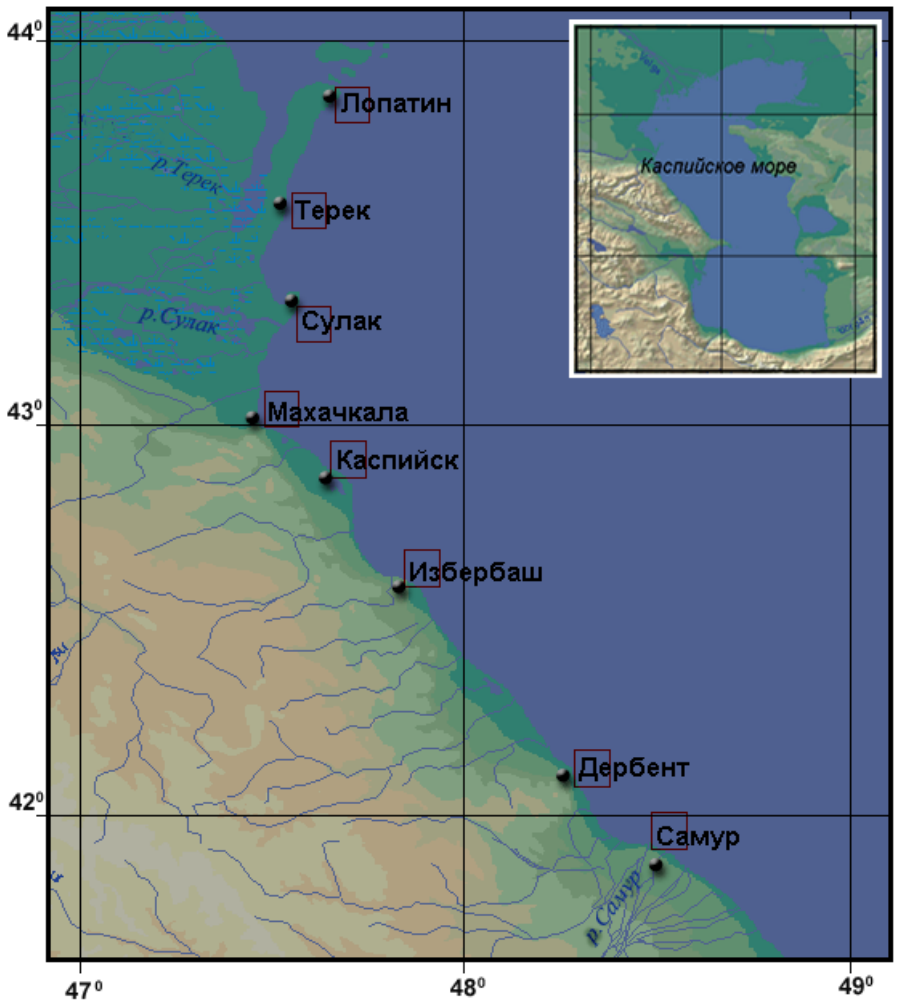


Рис. 3.58. *Расположение районов контроля состояния морской среды у Дагестанского побережья Каспийского моря в 2009 г.*

Взморье р. Терек. Содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах от 0,02 мг/л (0,4 ПДК) до 0,08 мг/л (1,6 ПДК), в среднем 0,05 мг/л (1 ПДК). Загрязнение морских вод фенолами изменялось от 0,001 до 0,005 мг/л в среднем - 0,003 мг/л (4 ПДК). Содержание растворенного в воде кислорода изменялось от 6,21 мл/л до 8,88 мл/л.

Соленость в период наблюдений изменялась от 6,97‰ до 12,75‰. Водородный показатель pH изменялась от 1,38 мг-моль/л до 11,46 мг-моль/л, в среднем 8,04 мг-моль/л. Щелочность вод изменялась от 0,18 до 4,78 мг-моль/л, составив в среднем 2,48 мг-моль/л. Средний уровень неорганического фосфора (фосфатов) составил 4,6 мкг/л, силикатов - 365 мкг/л, нитритов - 1,6 мкг/л, нитратов - 13,6 мкг/л. Концентрация аммонийного азота была существенно ниже 1 ПДК, изменяясь от 90,1 мкг/л до 272 мкг/л, составив в среднем 187 мкг/л; общего азота изменялась от 256 до 374 мкг/л. Содержание общего фосфора - 17,3 мкг/л, максимум - 22,3 мкг/л, минимум - 11,3 мкг/л.

Значение индекса ИЗВ составило 1,27. Воды характеризуются как «загрязнённые» (IV класс).

Взморье р. Сулак. Загрязнение вод НУ изменялось в пределах от 0,03 до 0,07 мг/л (0,6-1,4 ПДК), в среднем 0,05 мг/л (1 ПДК). Максимальная концентрация фенолов составляла 0,004 мг/л (4 ПДК), минимальная - 0,001 мг/л (1 ПДК), средняя 0,003 мг/л (3 ПДК). Содержание растворенного в воде кислорода колебалось от 6,29 до 8,87 мл/л, составив в среднем 7,31 мл/л.

Соленость в период наблюдений изменялась от 4,97‰ до 12,24‰. Водородный показатель pH изменялся от 7,77 до 8,82, среднее значение равно 8,45. Среднегодовое содержание неорганического фосфора (фосфатов) составило 6,1 мкг/л, силикатов - 418 мкг/л, нитритов - 1,61 мкг/л, нитратов - 13,4 мкг/л. Содержание аммонийного азота в среднем составило 203 мкг/л, максимум - 273 мкг/л (ниже 1 ПДК). Концентрация общего азота в воде составила в среднем 335 мкг/л, минимум 261 мкг/л, максимум 390 мкг/л. Максимальное значение общего фосфора составило 25,1 мкг/л. Средняя концентрация составила 16,4 мкг/л, минимальная - 10,1 мкг/л.

Качество вод района несколько улучшилось по сравнению с 2008 г. Значение индекса ИЗВ составило 1,32. Воды характеризуются как «загрязнённые» (IV класс).

Махачкала. Содержание нефтяных углеводородов изменялось от 0,02 до 0,11 мг/л, составив в среднем 0,06 мг/л (1,2 ПДК). Максимальная концентрация фенолов составляла 0,005 мг/л (5 ПДК), минимальная - 0,001 мг/л, средняя - 0,003 мг/л. Содержание растворенного в воде кислорода изменялось от 5,98 до 8,91 мл/л, в среднем 7,46 мл/л.

Температура вод колебалась от 4,1^{0}С до 18,4^{0}С, в среднем - 10,6^{0}С. Соленость изменялась от 5,46‰ до 12,07‰, в среднем составила 9,23‰. Водородный показатель pH изменялся от 8,01 до 8,8. Среднегодовое содержание неорганического фосфора (фосфатов) составило 6,2 мкг/л, силикатов - 345 мкг/л, нитритов - 1,79 мкг/л, нитратов - 13,4 мкг/л. Среднегодовое содержание аммонийного азота составило 212 мкг/л, максимальное значение - 381 мкг/л, минимальное - 121 мкг/л. Концентрация аммонийного азота во всех пробах была существенно ниже 1 ПДК. Концентрация общего азота составила в среднем 333 мкг/л, минимум - 231 мкг/л, максимум - 398 мкг/л. Среднее содержание общего фосфора составило 15,7 мкг/л; максимум - 21,4 мкг/л, минимум - 11,0 мкг/л в июле.

ИЗВ составило 1,57 (рис. 3.60.). Воды характеризуются как «загрязнённые» (IV класс).

Каспийск. Концентрация НУ изменялась от 0,02 до 0,13 мг/л и составила в среднем 0,06 мг/л (1,2 ПДК). Максимальная концентрация фенолов составляла 0,006 мг/л (6 ПДК), минимальная - 0,001 мг/л (1 ПДК), средняя - 0,003 мг/л (3 ПДК). Кислородный режим вод района в целом был в пределах нормы. Температура вод изменялась от 5,3^{0}С до 19,0^{0}С. Соленость морской воды изменялась в пределах 9,86-12,70‰, pH - 8,00-8,88. Среднее содержание неорганического фосфора (фосфатов) составило 6,2 мкг/л, силикатов - 300 мкг/л, нитритов - 11,64 мкг/л, нитратов - 14,5 мкг/л. Усредненная концентрация аммонийного азота составила 162 мкг/л, максимум - 240 мкг/л, минимум - 103 мкг/л. Концентрация общего азота - 330 мкг/л, минимум - 261 мкг/л, максимум - 415 мкг/л. Содержание общего фосфора - 16,8 мкг/л, максимум - 27,3 мкг/л, минимум - 10,8 мкг/л.

В 2009 г. значение индекса ИЗВ составило 1,56. Эта величина позволяет оценить воды района как «загрязнённые» (IV класс), По сравнению с предыдущим годом качество вод улучшилось.

Избербаш. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от 0,02 мг/л до 0,10 мг/л, составив в среднем 0,05 мг/л (1 ПДК). Минимальная концентрация фенолов составляла 0,002 мг/л, максимальная - 0,005 мг/л, средняя - 0,003 мг/л (3 ПДК). Насыщение вод кислородом составило в среднем 99,3%, минимум насыщения равен 85,5%. Температура морской воды от 5,4^{0}С до 19,8^{0}С. Соленость колебалась от 10,2% до 12,7‰. Водородный показатель pH изменялся от 8,14 до 8,80. Содержание неорганического фосфора (фосфатов) в среднем составило 6,0 мкг/л, силикатов - 319 мкг/л, нитритов - 1,56 мкг/л, нитратов - 14,6 мкг/л. Концентрация аммонийного азота в среднем составила 169 мкг/л, минимум - 117 мкг/л, максимум - 243 мкг/л; общего фосфора - 16,0, 10,4 и 22,3 мкг/л, соответственно. Уровень содержания общего азота (329 мкг/л) в целом соответствовал уровню 2008 г.

Значение индекса ИЗВ составило 1,33. В 2009 г. воды района характеризуются как «загрязненные» (IV класс). По сравнению с предыдущим годом качество вод улучшилось (рис. 3.61.).

Дербент. Концентрация нефтяных углеводородов изменялась от 0,03 до 0,08 мг/л, составив в среднем 0,05 мг/л (1 ПДК). Минимальная концентрация фенолов составляла 0,002 мг/л, максимальная - 0,004 мг/л, средняя - 0,003 мг/л (3 ПДК). Содержание растворенного в воде кислорода изменялось от 5,83 мл/л в сентябре до 8,52 мл/л в конце марта на поверхности, в среднем - 7,12 мл/л. Температура воды изменялась от 7,0^{0}С до 18,9^{0}С. Соленость варьировала в диапазоне от 10,96‰ до 11,94‰. Водородный показа-

тель pH изменялся от 8,18 до 8,89. Содержание неорганического фосфора (фосфатов) составило в среднем 5,8 мкг/л, силикатов - 274 мкг/л, нитритов - 1,48 мкг/л, нитратов - 13,8 мкг/л. Концентрация аммонийного азота была существенно ниже 1 ПДК. Диапазон изменений - от 123 мкг/л до 160 мкг/л, при среднем значении 143 мкг/л. Содержание общего азота - 326 мкг/л, максимум - 368 мкг/л, что чуть выше 1 ПДК, минимум - 254 мкг/л. Концентрация общего фосфора изменялась от 13,0 мкг/л до 20,4 мкг/л, в среднем 16,7 мкг/л.

В 2009 г. значение индекса ИЗВ составило 1,56 («загрязненные», IV класс). По сравнению с предыдущим годом качество вод ухудшилось.

Взморье р. Самур. Концентрация НУ изменялась от 0,03 до 0,08 мг/л, составив в среднем 0,05 мг/л (1 ПДК). Средняя концентрация фенолов была 0,003 мг/л (3 ПДК), минимальная - 0,001 мг/л, максимальная - 0,004 мг/л. Насыщение вод кислородом составило в среднем 103%, минимум насыщения - 95,4%. Температура воды изменялась от 7,7^{0}С до 18,9^{0}С; соленость - от 0,30‰ до 11,08‰. Водородный показатель pH изменялся от 8,21 до 8,87. Среднее содержание неорганического фосфора (фосфатов) составило 6,4 мкг/л, силикатов - 284 мкг/л, нитритов - 1,63 мкг/л, нитратов - 13,2 мкг/л. Концентрация аммонийного азота - 160 мкг/л, максимальное значение - 200 мкг/л (ниже 1 ПДК), минимум - 134 мкг/л. Содержание общего азота составило в среднем 324 мкг/л, максимум - 368 мкг/л, что немного выше 1 ПДК, минимум - 255 мкг/л. Концентрация общего фосфора увеличилась, изменяясь от 12,0 мкг/л до 21,2 мкг/л, составив в среднем 15,7 мкг/л.

В 2009 г. значение индекса ИЗВ составило 1,32 (IV класс), воды взморья характеризовались как «загрязненные». По сравнению с предыдущим годом качество вод повысилось.

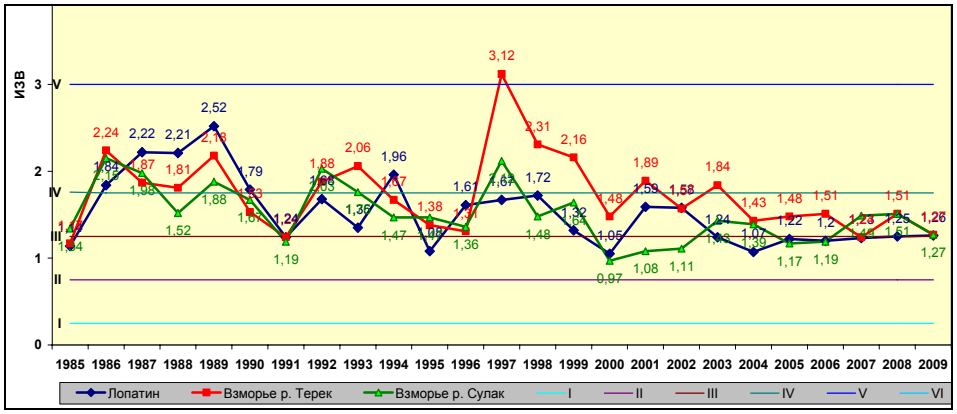


Рис. 3.59. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных районах Дагестанского взморья

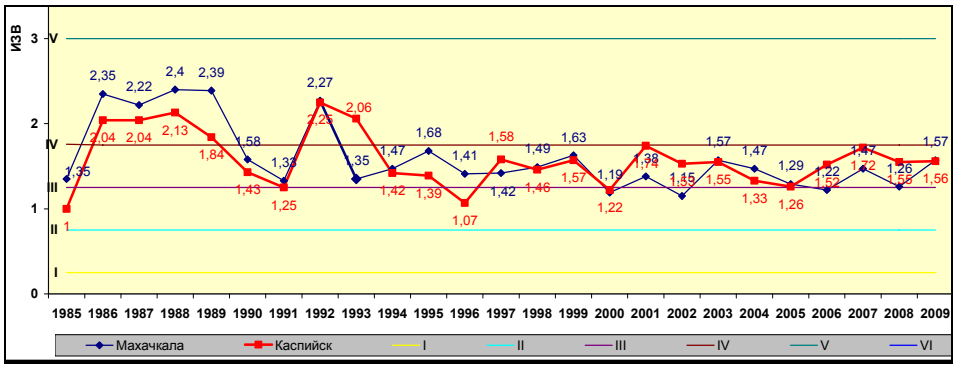


Рис. 3.60. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных районах у гг. Махачкалы и Каспийска

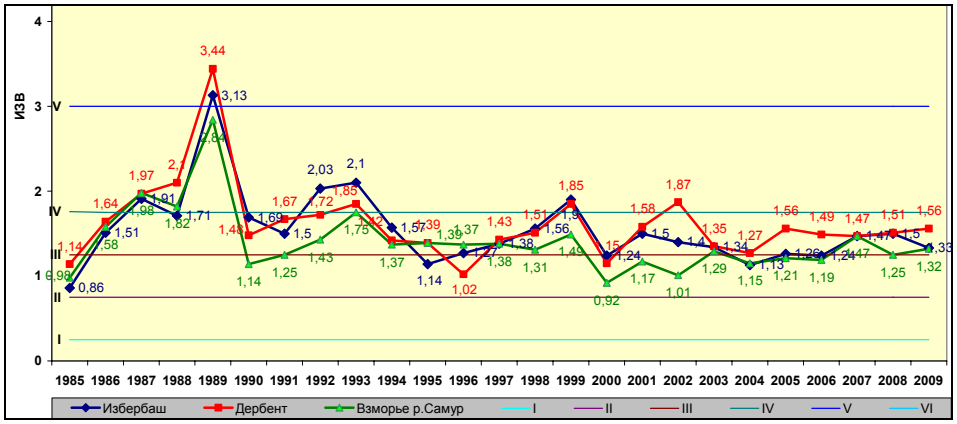


Рис. 3.61. Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в прибрежных районах у гг. Избербаш, Дербент и на взморье реки Самур

Азовское море

Устьевая область р. Дон

В 2009 г. Донская устьевая станция выполнила четыре гидрохимические съемки в устьевой области реки Дон 22 апреля, 21 мая, 2 июля и 15 октября на 3 станциях, расположенных на приустьевом мелководье с глубинами от 2 до 5 м. Пробы воды отбирались из поверхностного и придонного горизонтов в устье рукава Мёртвый Донец, в устье рукава Переволока и в устье рукава Песчаный.

Концентрация нефтяных углеводородов дважды достигала уровня 0,08 мг/л (1,8 ПДК) в июле в устье рукава Переволока и октябре в устье рукава Песчаный на поверхности. На этих же станциях в мае были зафиксированы значения 0,05 мг/л (1 ПДК). Во всех остальных 20 пробах содержание НУ было ниже предела обнаружения использованного метода анализа (0,05 мг/л). Средняя за период наблюдений величина - 0,01 мг/л.

Содержание синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в 11 пробах из 24 отобранных было ниже предела обнаружения 25 мкг/л. В остальных пробах диапазон изменений от 30 до 100 мкг/л (1 ПДК), средняя величина составила 31 мкг/л.

Как и в предыдущие годы, хлорорганические пестициды α-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, ДДТ и ДДЭ в водах устьевой области Дона обнаружены не были. Также не были зафиксированы значимые концентрации растворённой ртути.

Концентрация аммонийного азота изменялась от 100 до 320 мкгN/л и составила в среднем 133 мкгN/л, что незначительно больше прошлогоднего значения. В последние три года максимум аммония фиксировался в придонном горизонте рукава Песчаный. Содержание нитратов изменялось от 40 до 910 мкгN/л, средняя за период наблюдений величина составила 479 мкгN/л. Для нитритов диапазон составил от менее 5 мкгN/л до 37 мкгN/л; среднее значение - 18 мкгN/л.

Концентрация фосфатов изменялась от величин менее предела обнаружения использованного метода анализа (10 мкгР/л) до 234 мкгР/л, а среднее значение составило 99 мкгР/л. Среднегодовое содержание общего фосфора в сравнении с прошлым годом значительно увеличилось с 93 до 176 мкгР/л, а значения варьировали в диапазоне 32-384 мкгР/дм^3. Максимум отмечен в октябре в придонном слое рукава Мертвый Донец. Содержание силикатов в период наблюдений в водах устьевой области Дона изменялось от 1 000 до 6 900 мкг/л, в среднем 2 516 мкг/л.

Кислородный режим в устье реки Дон в исследуемый период был удовлетворительный. Содержание растворённого кислорода изменялось от 5,16 до 7,79 мл/л (82-128% насыщения). Минимум отмечен в октябре в придонном слое рукава Мёртвый Донец. Среднегодовое содержание кислорода (99% насыщения) осталось примерно на уровне последних лет

Балтийское море

Невская губа

В водах губы в 2009 г. гидрохимические съемки проводились в феврале со льда и в период с июня по октябрь (навигационный период) ежемесячно.

Концентрация НУ в водах Невской губы в 2009 г. изменялась в пределах 0,04-0,19 мг/л. Из 192 проб в 145 пробах (76%) содержание нефтяных углеводородов было ниже предела чувствительности метода определения (0,04 мг/л). В 5 пробах концентрация нефтяных углеводородов превышала 1 ПДК. Три из них были зафиксированы в устье р. Невы (0,06 и 0,07 мг/л в июне и 0,19 мг/л (3,8 ПДК) в сентябре на поверхности). Также превышение ПДК наблюдалось в северной части Невской губы в феврале (0,07 и 0,17 мг/л; 3,4 ПДК). По сравнению с 2008 г. содержание НУ в водах Невской губы увеличилось.

Концентрация фенола в водах Невской губы в целом была очень невысокой. В 66 пробах воды из 81 (81%) она была ниже чувствительности метода химического анализа (0,5 мкг/л). Максимальная концентрация (0,8 мкг/л) была зарегистрирована на поверхности в сентябре и в устье р. Невы в феврале у дна. По сравнению с предыдущим годом количество значений выше предела обнаружения несколько возросло.

Из 173 проанализированных проб воды в 88 концентрация СПАВ была ниже предела обнаружения (0,015 мг/л), что составило 51% от общего количества проб. Среднее за время наблюдений содержание СПАВ в толще воды от поверхности до дна составило 0,015 мг/л. В одной из проб, отобранной в июле в устье р. Невы, значение было выше уровня 1 ПДК (0,124 мг/л). По сравнению с 2008 г. загрязненность вод Невской губы СПАВ несколько уменьшилась.

Почти во всех исследованных пробах воды содержание хлорорганических пестицидов (ДДТ и его метаболитов ДДЭ, ДДД, а также α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ) было ниже использованного метода их аналитического определения. В устье Невы концентрация α-ГХЦГ составила 2 нг/л (0,2 ПДК) в феврале, июне и июле. Линдан (γ-ГХЦГ) был обнаружен в феврале (5 нг/л) и июле (2 нг/л).

Металлы. В 2009 г. в центральной части Невской губы концентрация меди была ниже предела обнаружения (0,5 мкг/л) в 37 из 192 проанализированных проб воды. Диапазон значений во всем столбе воды от поверхности до дна составил 0,5-13 мкг/л. В 150 пробах (78%) концентрация меди превышала 1 ПДК (рис. 3.62.). Самые высокие значения были зафиксированы в феврале и составили 13 мкг/л и 10 мкг/л (13 ПДК и 10 ПДК) на поверхности и у дна соответственно.

В центральной части Невской губы в столбе воды от поверхности до дна концентрация цинка была ниже предела чувствительности метода в 77 пробах (40%). Максимальная концентрация 59 мкг/л (5,9 ПДК) зарегистрирована в феврале на поверхности. В целом повышенные значения наблюдались в феврале (в 13 из 14 проб значения были выше 1 ПДК, среднее за месяц 2,7 ПДК) и в октябре (в 21 пробе из 35 больше 1 ПДК, средняя - 1,3 ПДК). В летние месяцы концентрация цинка менялась в диапазоне от 2,2 до 24 мкг/л.

Из общего количества проанализированных проб (192) содержание марганца больше 1 ПДК было в 55 пробах (27%). В 5% значения были ниже предела чувствительности метода (1 мкг/л). Самые высокие концентрации были зафиксированы в летние месяцы и составили 72 мкг/л (7,2 ПДК) в августе на поверхности и 65 мкг/л (6,5 ПДК) в июле у дна. В июле и августе средние значения были выше 1 ПДК - 1,6 и 1,3 соответственно. В октябре во всех пробах концентрации были ниже 1 ПДК.

Как и в 2008 г., в 121 пробе из 192 (63%) концентрация свинца была ниже предела чувствительности метода определения (2 мкг/л). В 4 пробах концентрация превышала 1 ПДК. Максимальная концентрация (8,3 мкг/л; 1,4 ПДК) была зарегистрирована в июле у дна.

В 106 из 192 отобранных проб (55%) концентрация никеля и кадмия была ниже предела обнаружения. В остальных пробах она по никелю не превышала 1 ПДК и менялась в диапазоне от 2,0 до 7,1 мкг/л, максимум был зафиксирован в феврале у дна; по кадмию - от 0,5 до 1,7 мкг/л (1,7 ПДК, октябрь, в устье Б. Невки на поверхности). Количество проб с величинами значений ниже предела определения для кобальта составило 89%, для хрома - 98%. Значимая концентрация этих металлов не превышала 1 ПДК.

Белое море

Двинский залив

В Двинском заливе Белого моря в 2009 г. Северным УГМС было выполнено две гидрохимические съемки с 31 июля по 1 августа и 6-7 ноября на 7 стандартных станциях.

Средняя концентрация НУ в водах залива составила 0,1 мг/л. Максимальное значение достигало 0,08 мг/л (1,6 ПДК) и было отмечено в июле в самой западной точке контроля далеко от устья Северной Двины.

Содержание хлорорганических пестицидов группы ГХЦГ в водах залива в период проведения наблюдений было невысоким и почти на порядок ниже, чем в 2008 г. Средняя концентрация α-ГХЦГ составила 0,004 нг/л, максимальная - 0,03 нг/л; β-ГХЦГ - 0,19 и 1,98 нг/л, соответственно. Линдан и пестициды группы ДДТ в период наблюдений не обнаружены.

Среднее содержание нитритов составило 1,78 мкг/л, максимальная концентрация была примерно в 2 раза выше прошлогодней и составила 5,82 мкг/л в придонном слое в августе в устьевой области Северной Двины. Превышения норматива по нитритам не отмечалось.

Кислородный режим был удовлетворительным: содержание растворенного кислорода в июне изменялось в диапазоне 7,26-10,76 мг/л, составив в среднем 9,03 мг/л. Процент насыщения водных масс кислородом изменялся в диапазоне 69-96%. Минимум зарегистрирован в августе в придонном слое в центре устьевой области реки.

Индекс загрязненности вод Двинского залива не рассчитывался в связи с недостаточным набором наблюдаемых параметров.

Дельта реки Северная Двина

В дельте Северной Двины среднее содержание НУ в воде составило 0,015 ПДК, максимум достигал 0,487 мг/л (9,7 ПДК). Уровень загрязненности вод дельты фенолами был повышенным: среднее содержание составило 0,003 мг/л (3 ПДК), максимальное 0,009 мг/л. Содержание аммонийного азота в среднем за время наблюдений составило 0,08 мг/л, а максимум достигал 0,79 мг/л (2 ПДК). Из хлорорганических пестицидов в водах дельты Северной Двины в период наблюдений был обнаружен α-ГХЦГ в концентрации 1 нг/л. Содержание растворенного кислорода изменялось в интервале 3,88-11,60 мг/л, составив в среднем 7,59 мг/л. Наименьшее значение было ниже норматива и составило 0,65 ПДК.

Устьевая область реки Онеги

В устьевой области р. Онега среднее содержание нефтяных углеводородов составило 0,014 мг/л; максимум достигал 1,2 ПДК. Максимальное содержание аммонийного азота достигало 0,08 мг/л, в среднем - 0,04 мг/л. Из хлорорганических пестицидов обнаружен только метаболит α-ГХЦГ в концентрации 2 нг/л. Кислородный режим в устьевой области Онеги был удовлетворительным: содержание растворенного кислорода изменялось в диапазоне 6,45-9,67 мг/л, составив в среднем 8,59 мг/л.

Устьевая область реки Мезень

В устьевой области Мезени среднее содержание НУ в период наблюдений составило 0,03 мг/л, максимальное - 0,05 мг/л (1 ПДК). Содержание аммонийного азота в воде изменялось от 0,03 до 0,41 мг/л, в среднем - 0,14 мг/л.

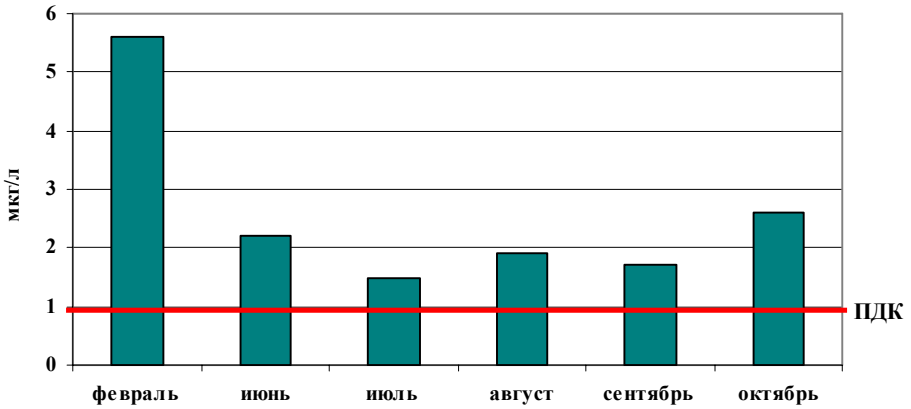


Рис. 3.62. *Среднемесячная концентрация меди в водах Невской губы в 2009 г.*

Хлорорганические пестициды обеих групп в период наблюдений не обнаружены. Кислородный режим был в норме: содержание растворенного кислорода варьировало в диапазоне 6,74-11,70 мг/л, составив в среднем 9,57 мг/л.

Кандалакшский залив

В 2009 г. в Кандалакшском заливе Мурманским УГМС было проведено 6 гидрохимических съемок на водпосту в торговом порту г. Кандалакша.

Содержание нефтяных углеводородов в морских водах составляло 0-0,09 мг/дм^3 и превышало ПДК в одной пробе, отобранной в августе. Уровень загрязненности вод фенолами был невысоким. Их концентрация изменялась от 0,02 мкг/л до 0,11 мкг/л, составив в среднем 0,06 мкг/л. Содержание аммонийного азота варьировало от значений менее предела обнаружения до 55 мкг/л, составляя в среднем 32,2 мкг/л. Содержание взвешенных в воде частиц достигало 5 мг/л, в среднем - 1,3 мг/л.

В водах порта Кандалакша были обнаружены хлорорганические пестициды и все контролируемые тяжелые металлы (табл. 3.19.). И средние, и максимальные значения линдана и его метаболитов были на уровне 0,05-0,15 ПДК, тогда как максимум концентрации ДДТ почти достигал 0,9 ПДК.

Хотя растворенная ртуть была обнаружена во всех пробах, ее концентрация не превышала долей ПДК. Для кадмия это соотношение было еще меньшим, максимум достигал только 0,02 ПДК. Содержание свинца в воде было более высоким, максимум достигал 1,3 ПДК. Для меди этот коэффициент был еще выше и составлял 2,5 ПДК. Превышение ПДК по содержанию железа было отмечено в 5 пробах. Содержание остальных металлов было значительно меньше 1 ПДК.

Кислородный режим воды в порту Кандалакша был удовлетворительным. Содержание растворенного кислорода в воде изменялось от 6,77 до 9,40 мгO_2/дм^3.

Индекс загрязненности вод по наблюдениям в 2009 г. составил 0,85. Качество вод в торговом порту оценивается III классом («умеренно загрязненные»).

Баренцево море

Кольский залив

В 2009 г. было выполнено 6 гидрохимических съемок на водпосту в торговом порту г. Мурманск. Нефтяные углеводороды присутствовали в водах залива в растворенном виде и в виде пленки на поверхности воды. Во всех отобранных в торговом порту пробах концентрация нефтепродуктов была выше предельно допустимого уровня, изменяясь в пределах от 0,05 до 0,17 мг/л (1,0-3,4 ПДК). Максимальное зафиксированное значение было в 3 раза ниже прошлогодней величины. Среднее за год содержание нефтепродуктов было выше 2 ПДК (в 2 раза ниже 2008 г.).

Содержание фенолов в районе водпоста не превышало допустимого уровня, установленного для водных объектов рыбохозяйственного пользования. Средняя концентрация суммы фенолов составляла 0,03 мкг/л, максимальная (0,3 мкг/л) наблюдалась в январе. Содержание детергентов было в пределах нормы, изменяясь в пределах от 10 до 16 мкг/л. Диапазон изменений концентрации взвешенных веществ - 1-4 мг/л.

В прибрежных водах в районе водпоста были обнаружены хлорорганические соединения. Максимальная концентрация γ-ГХЦГ составила 1,4 нг/л (около 0,1 ПДК), гексахлорана - 0,9 нг/л. Концентрация ДДТ в районе водпоста была ниже предела обнаружения использованного метода химического анализа.

Воды акватории порта загрязнены тяжелыми металлами. Средняя за период наблюдений концентрация меди составила 11,1 мкг/л (максимальная 13,8 мкг/л, 2,8 ПДК), никеля - 2 мкг/л, свинца - 1,4 мкг/л, марганца - 11 мкг/л (максимум 19 мкг/л), железа - 181 мкг/л (максимум 277 мкг/л), кадмия - 0,05 мкг/л. Содержание ртути в воде обычно было ниже предела обнаружения, достигая в отдельных пробах 0,02 мкг/л.

Концентрация аммонийного азота в районе, подверженном максимальному влиянию сточных вод, в течение года изменялась в пределах от 124 до 490 мкг/л. Содержание фосфатов в водах залива в районе водпоста в среднем составило 129 мкг/дм^3, диапазон изменений - от 46 мкг/дм^3 до 348 мкг/дм^3. Концентрация органических веществ (по БПК$_5$) практически не изменилась по сравнению с прошлым годом и составила 1,5 мгO_2/л.

Кислородный режим морских вод в торговом порту был удовлетворительным в течение всего года, содержание растворенного кислорода изменялось в пределах 7,15-9,91 мгO_2/л, среднее содержание составило 8,23 мгO_2/л.

Значение индекса загрязненности вод ИЗВ (1,79) несколько снизилось по сравнению с предыдущим годом (2,14), однако качество вод в районе водпоста продолжает оценивается V классом («грязные»).

Табл. 3.19. *Концентрация загрязняющих веществ в водах Кандалакшского залива в 2009 г.*

	ХОП, нг/л			Тяжелые металлы, мкг/л						
	α-ГХЦГ	γ-ГХЦГ	ДДТ	Cu	Ni	Mn	Pb	Fe	Hg	Cd
сред	0,50	0,33	1,65	9,18	3,82	5,75	3,50	53,17	0,032	0,08
макс	1,50	1,00	8,50	12,30	4,70	8,10	13,10	60,00	0,047	0,16
мин	0,00	0,00	0,00	6,60	3,30	3,90	1,20	40,00	0,012	0,03

Тихий океан

Шельф полуострова Камчатка. Авачинская губа

В Авачинской губе в 2009 г. выполнено восемь гидрологических съемок с определением гидрохимических хапактеристик и уровня загрязнения вод. Среднее содержание НУ в морских водах составило 0,8 ПДК, максимальное - 13 ПДК; фенолов - 3 ПДК и 19 ПДК; СПАВ - 0,4 ПДК и 4 ПДК соответственно.

Содержание биогенных элементов в период наблюдений было в пределах фоновых значений.

Кислородный режим в целом был в пределах нормы. Среднее содержание растворенного кислорода в поверхностном слое составило 11,58 мг/л, в придонном - 7,88 мг/л; в толще - 9,62 мг/л. В 2009 г. кислородный минимум пришелся на июнь. Во время проведения гидрохимической съемки на придонных горизонтах двух центральных станций губы отмечались очень низкие концентрации растворенного в воде кислорода: менее 2 мг/л, что соответствует уровню экстремально высокого загрязнения (ЭВЗ). Абсолютный минимум (0,76 мг/л при степени насыщения всего 6,7%) был зафиксирован в придонном слое у входа в бухту Крашенинникова.

Расчетный индекс ИЗВ (НУ - 0,8 ПДК; фенолы - 3 ПДК; СПАВ - 0,4 ПДК; растворенный кислород - 9,62 мг/л) составил 1,20, что соответствует III классу - «умеренно-загрязненные» (рис. 3.63.). По сравнению с 2008 г. качество вод не изменилось.

Охотское море

Залив Анива. Район порта г. Корсакова

Мониторинг состояния морской среды в районе порта г. Корсакова был возобновлен в 2006 г. В 2009 г. с мая по октябрь было проведено 6 гидрохимических съемок на 3 станциях.

В прибрежной акватории залива Анива в районе п. Корсаков среднемесячная концентрация НУ в течение года изменялась в широком диапазоне от 0,4 до 6 ПДК (0,02-0,31 мг/л), составив в среднем 2,2 ПДК. Максимальная концентрация НУ была отмечена в августе.

Среднее содержание фенолов в 2009 г. составило 1,2 ПДК, максимальное (2,5 ПДК) зафиксировано в мае. Среднегодовая концентрация АПАВ составила 0,2 ПДК, максимальная 0,4 ПДК. Содержание аммонийного азота в течение всего периода наблюдений не превышало 0,1 ПДК.

В течение года отмечалась повышенная концентрация меди: среднемесячная концентрация варьировала в диапазоне 0,9-2,6 ПДК, среднегодовая составила 1,8 ПДК; максимальная концентрация - 4 ПДК. Среднегодовое содержание цинка составило 0,8 ПДК, максимальное 2,1 ПДК; свинца - 0,1 и 0,5 ПДК; кадмия - <0,1 и 0,1 ПДК соответственно.

В течение года содержание растворенного кислорода колебалось в диапазоне 3,6-7,2 мг/л, составив в среднем 5,6 мг/л. Таким образом, нужно констатировать, что в течение всего 2009 года кислородный режим был неудовлетворительным.

Расчетный индекс ИЗВ составил 1,84, что соответствует V классу - «грязные». По сравнению с 2008 г. качество вод ухудшилось (в 2008 г. ИЗВ составлял 1,59 - IV класс «загрязненные»).

В донных отложениях прибрежной зоны залива Анива в районе Корсакова содержание нефтяных углеводородов колебалось в пределах 0,025-0,792 мг/г сухого грунта (в среднем 0,243 мг/г, 4,9 допустимой концентрации); фенолов - <0,3-0,5 мкг/г (0,4 мкг/г). Концентрация меди в донных отложениях изменялась в диапазоне - 4,5-24,1 мкг/г (в среднем 11,7 мкг/г); цинка - 10,1-36,5 мкг/г (22,9 мкг/г); кадмия - <0,01-0,10 мкг/г (0,1 мкг/г); свинца - 2,5-14,7 мкг/г (6 мкг/г).

Район пос. Пригородное

Поселок Пригородное расположен к востоку от г. Корсакова. В 2006 г. севернее площадки стоящегося завода по сжижению природного были газа открыты три пункта наблюдений за состоянием морской среды. В 2009 г. было проведено 6 гидрохимических съемок на 3 станциях.

Среднемесячное содержание НУ в прибрежных водах в период наблюдений колебалось в диапазоне от менее 0,4 до 6 ПДК, составив в среднем 2,4 ПДК; максимум (более 12 ПДК) был зафиксирован в мае. Среднегодовое содержание фенолов составило 1 ПДК, максимальное отмечено в мае (2 ПДК). Содержание АПАВ и аммонийного азота было невысоким в течение всего года - менее 0,1 ПДК. Максимум по АПАВ (0,3 ПДК) был зафиксирован в октябре.

Среднегодовое содержание кадмия составило 0,3 ПДК, цинка - 0,7 ПДК, свинца - <0,1 ПДК; максимумы - 0,3, 1,6 и 0,3 ПДК соответственно. Среднегодовое содержание меди в морских водах в районе пос. Пригородное составило 1,5 ПДК; максимальное - 3 ПДК (14,8 мкг/л) и было отмечено в мае.

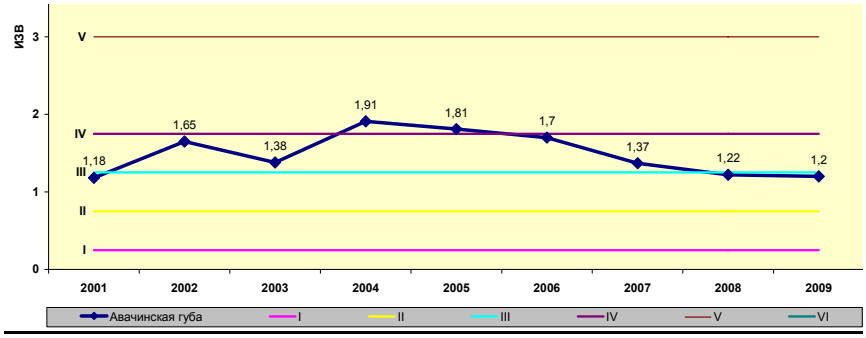


Рис. 3.63. *Динамика индекса загрязненности вод ИЗВ в водах Авачинской губы в период 2001-2009 гг.*

Содержание растворенного кислорода колебалось в интервале 4,4-7,1 мг/л, составив в среднем 5,6 мг/л (89,7% насыщения). В этом районе залива Анива в течение всего 2009 г. кислородный режим был неудовлетворительным.

Расчетный индекс ИЗВ составил 1,73, что соответствует IV классу - «загрязненные». По сравнению с 2008 г. качество вод ухудшилось: в предыдущем году ИЗВ составлял 1,13 - III класс «умеренно-загрязненные».

В донных отложениях содержание нефтяных углеводородов варьировало в пределах от менее предела обнаружения (0,005 мг/г) до 0,048 мг/г сухого остатка (в среднем 0,009 мг/г); содержание фенолов в течение всего периода наблюдений было стабильным: 0,3 мкг/г.

Содержание меди в донных отложениях изменялось в диапазоне 0,9-11,6 мкг/г (в среднем 3,4 мкг/г); цинка - 3,0-10,3 мкг/г (6,2 мкг/г); свинца - 0,7-3,0 мкг/г (1,6 мкг/г); содержание кадмия в течение всего периода наблюдений было стабильно менее 0,1 мкг/г.

Японское море

Залив Петра Великого

В 2009 г. наблюдения за состоянием и уровнем загрязнения вод Японского моря проводились в бухте Золотой Рог, бухте Диомид, в проливе Босфор Восточный, Амурском и Уссурийском заливах, в заливе Находка. В открытых районах залива Петра Великого наблюдения не проводились. В Татарском проливе в районе г. Александровска наблюдения проводились Сахалинским УГМС.

Среднегодовая концентрация нефтяных углеводородов в разных участках прибрежных вод залива Петра Великого изменялась в пределах 1,4-5 ПДК. Абсолютный максимум составил 49 ПДК (уровень ЭВЗ) и был зафиксирован в проливе Босфор Восточный в октябре на прибрежной станции в поверхностном слое. По сравнению с 2008 г. уровень загрязненности прибрежных вод залива Петра Великого НУ несколько снизился.

Среднее содержание фенолов в прибрежных водах изменялось в диапазоне 1-2 ПДК, максимум (9 ПДК) был отмечен в бухте Золотой Рог в ноябре в вершине бухты в поверхностном слое. Средняя концентрация АПАВ в прибрежных водах варьировала в диапазоне 0,5-1,3 ПДК. Максимальная концентрация (1,9 ПДК) была зафиксирована в вершине бухты Золотой Рог в сентябре 2009 г.

В 2009 г. в прибрежных водах залива Петра Великого (Амурский, Уссурийский заливы, бухты Золотой Рог и Диомид, пролив Босфор Восточный и залив Находка) среднегодовое содержание меди, железа, цинка, свинца, марганца, кадмия и ртути в основном было менее 1 ПДК; за исключением бухты Диомид, в которой среднегодовое содержание ртути составило 1 ПДК, и Уссурийского залива по цинку - 1,3 ПДК. Однако во всех прибрежных районах отмечались отдельные случаи превышения 1 ПДК по меди, железу, цинку, кадмию и ртути. Так, в бухте Золотой Рог и в проливе Босфор Восточный максимальная концентрация меди в морской воде составила 2 ПДК и 1,2 ПДК соответственно. Максимальная концентрация цинка составила: в бухте Золотой Рог – 1,7 ПДК, в проливе Босфор Восточный - 5 ПДК, в бухте Диомид - 1 ПДК, в Уссурийском заливе - 8,5 ПДК. Превышение ПДК по растворимому железу было зафиксировано в бухте Золотой Рог - 12 ПДК, в проливе Босфор Восточный - 1,1 ПДК, в заливе Находка - 1,5 ПДК. Максимальная концентрация кадмия составила в бухте Золотой Рог - 2 ПДК, в проливе Босфор Восточный - 1,3 ПДК и в бухте Диомид - 2,4 ПДК. Во всех прибрежных районах залива Петра Великого отмечено повышение уровня загрязненности морских вод ртутью по сравнению с 2009 г.: среднегодовая концентрация колебалась в диапазоне 0,4-1 ПДК; максимальная концентрация - в диапазоне 2-4 ПДК. Максимальные значения концентрации ртути в водах бухты Золотой Рог и Диомид, Амурского залива и пролива Босфор Восточный достигали уровня высокого загрязнения.

Уровень загрязненности морских прибрежных вод ХОП в среднем был ниже или таким же, как и в 2008 г. Среднегодовое содержание α-ГХЦГ и γ-ГХЦГ (линдан) во всех районах наблюдений практически не превысило 0,1 ПДК. Максимальная концентрация α-ГХЦГ (0,6 ПДК) зафиксирована в августе в Уссурийском заливе; максимальная концентрации γ-ГХЦГ (1 ПДК) - в июне в бухте Золотой Рог. Среднегодовая концентрация ДДТ в заливе Петра Великого составила 0,1 ПДК; среднегодовая концентрация ДДЭ - <0,1-0,2 ПДК; среднегодовое содержание изомера ДДД <0,1-0,25 ПДК. Максимальная концентрация ДДТ и ДДЭ была зафиксирована в Уссурийском заливе - 1 ПДК и 1,3 ПДК соответственно, максимум по ДДД был отмечен в проливе Босфор Восточный - 1,8 ПДК.

Гидрологические особенности залива Петра Великого (широко развитое мелководье, взаимодействие речных и морских вод, процессы конвективного перемешивания до дна) способствуют обильному насыщению водной массы кислородом. В период проведения исследований в 2009 г. кислородный режим в прибрежных водах был удовлетворительным. Среднее содержание растворенного кислорода в толще вод колебалось в диапазоне 8,06-9,71 мг/л. Как обычно, ухудшение кислородного режима отмечалось в теплое время года. Было зафиксировано 22 случая снижения концентраций растворенного кислорода ниже 6 мг/л (15 случаев в бухте Золотой Рог, 7 - в Амурском заливе). Абсолютный минимум в Амурском заливе отмечен в сентябре - 3,46 мг/л, в бухте Золотой Рог - 2,39 мг/л (июнь).

Качество вод в большинстве контролируемых акваторий залива в 2009 г. улучшилось. В бухте Золотой Рог состояние вод по ИЗВ изменилось с VI класса («очень грязные») на V класс («грязные»); в проливе Босфор Восточный - с V класса («грязные») на IV («загрязненные»); в бухте Диомид с V класса («грязные») на IV («загрязненные»); в Амурском заливе ИЗВ - с V класса («грязные») на III («умеренно-загрязненные»); в Уссурийском заливе и в заливе Находка - качество вод практически осталось на уровне 2008 г. - IV класс («загрязненные») и III класс («умеренно-загрязненные») (табл. 3.20.).

В донных отложениях прибрежных районов залива Петра Великого в 2009 г. были обнаружены практически все загрязняющие вещества, по которым проводился контроль. Среднее содержание нефтяных углеводородов было чрезвычайно высоким и изменялось в диапазоне 0,11-6,66 мг/г (2,2-133,2 ДК) сухого вещества; максимальная концентрация отмечалась в бухте Золотой Рог - 13,61 мг/г (272 ДК).

Среднее содержание фенолов колебалось в диапазоне 3,53-5,88 мкг/г; максимальные величины отмечены в бухте Золотой Рог (7,9 мкг/г) и в Амурском заливе (8 мкг/г).

Содержание меди, свинца, цинка, марганца и ртути в донных отложениях бухт Золотой Рог и Диомид было значительно выше, чем в других районах. Среднее за год содержание меди в бухте Диомид (480 мкг/г) в 3,5 раза превышает этот же показатель в бухте Золотой Рог (138 мкг/г) и в 10-55 раз в других прибрежных районах залива Петра Великого. По-прежнему, во всех районах залива Петра Великого донные отложения чрезвычайно сильно загрязнены соединениями железа.

Содержание меди в бухте Золотой Рог изменялось в пределах 52-207 мкг/г; в бухте Диомид - 127-535 мкг/г (15,3 ДК); в проливе Босфор Восточный - 6,3-68 мкг/г; в Амурском заливе - 3,2-35 мкг/г; в Уссурийском заливе - 5-46 мкг/г; в заливе Находка - 2,7-17 мкг/г.

Содержание цинка в бухте Золотой Рог изменялось в пределах 55-252 мкг/г, в бухте Диомид - 406-554 мкг/г, в проливе Босфор Восточный - 38-63 мкг/г; в Амурском заливе - 4,5-30 мкг/г; в Уссурийском заливе - 0,4-32 мкг/г.

Содержание свинца в бухте Золотой Рог изменялось в пределах 66-336 мкг/г, в бухте Диомид - 226-316 мкг/г, в проливе Босфор Восточный - 48-93 мкг/г; в Амурском заливе - 3,3-41 мкг/г; в Уссурийском заливе - 5,0-39 мкг/г.

Содержание марганца в бухте Золотой Рог изменялось в пределах 112-376 мкг/г, в бухте Диомид - 134-206 мкг/г, в проливе Босфор Восточный - 121-202 мкг/г; в Амурском заливе - 46-202 мкг/г; в Уссурийском заливе - 26-177 мкг/г.

Содержание ртути в бухте Золотой Рог изменялось в пределах 0,29-1,76 мкг/г, в бухте Диомид - 0,98-1,24 мкг/г, в проливе Босфор Восточный - 0,12-0,36 мкг/г; в Амурском заливе - 0,03-0,18 мкг/г; в Уссурийском заливе - 0,01-0,07 мкг/г.

Концентрация железа во всех исследуемых районах была очень высокой. Среднегодовые значения находились в диапазоне от 5 875 мкг/г в Уссурийском заливе до 42 255 мкг/г в бухте Диомид. Максимальное содержание железа в донных отложениях Амурского залива составило 77 895 мкг/г; бухты Золотой Рог - 54 550 мкг/г; пролива Босфор Восточный - 52 033 мкг/г; бухты Диомид - 48 893 мкг/г; Уссурийского залива - 62 060 мкг/г.

Концентрация различных видов ХОП в донных отложениях в прибрежных районах залива Петра Великого достигала следующих значений: α-ГХЦГ - 10,1 нг/г (пролив Босфор Восточный) и 9,4 нг/г (бухта Диомид); γ-ГХЦГ - 1,3 нг/г (Амурский залив) Максимальная концентрация ДДТ составила 19,2 нг/г (бухта Золотой Рог); ДДЭ - 32,8 нг/г (бухта Золотой Рог); ДДД - 53 нг/г (пролив Босфор Восточный).

Татарский пролив

В 2009 г. регулярные наблюдения за уровнем загрязненности морских вод проводились в прибрежной зоне в районе порта г. Александровска с мая по октябрь. Среднее содержание НУ составило 1 ПДК, максимальное значение (4 ПДК) зафиксировано в сентябре. Среднее содержание фенолов было менее 1 ПДК (0,0009 мг/л); максимальное (3 ПДК) было отмечено в августе. Уровень загрязненности морских прибрежных вод АПАВ не превысил 0,5 ПДК, а аммонийным азотом был ниже 0,1 ПДК.

Среднегодовое содержание меди составило 1,1 ПДК, максимальное - 3,6 ПДК; цинка - 0,7 ПДК и 5 ПДК, свинца <0,1 ПДК и 0,2 ПДК соответственно; уровень загрязненности морских вод кадмием не превысил 0,1 ПДК.

Содержание растворенного кислорода колебалось в пределах 4,5-8,6 мг/л, составив в среднем 6,1 мг/л. Наименьшие концентрации кислорода отмечались с июня по сентябрь, когда температура воды достигала наибольших значений. Абсолютный минимум был зафиксирован в августе и составил 4,5 мг/л, что несколько ниже 1 ПДК (6 мг/л) для безледного периода времени.

По ИЗВ (1,00) морские воды в районе г. Александровска в 2009 г. относились к III классу - «умеренно-загрязненные». Качество вод не изменилось по сравнению с 2007-2008 гг.

В донных отложениях прибрежной зоны района п. Александровска содержание нефтяных углеводородов находилось в диапазоне от менее 0,005 до 0,050 мг/г сухого грунта; фенолов - от менее 0,3 до 0,5 мкг/г; меди - 2,3-10,6 мкг/г; цинка - 2,2-16,5 мкг/г; кадмия - <0,01-0,10 мкг/г; свинца - 0,5-4,6 мкг/г.

***Табл. 3.20.** Оценка качества прибрежных вод Японского моря в 2007-2009 гг. по комплексному индексу загрязненности вод (ИЗВ)*

Район	2007г.		2008г.		2009г.		Среднее содержание ЗВ в 2009 г. (в ПДК)
	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	ИЗВ	класс	
Амурский залив	1,73	IY	1,91	Y	1,11	III	НУ - 1,4; фенолы - 1,4; ртуть - 0,9
бухта Золотой Рог	2,37	Y	3,26	YI	1,79	Y	НУ - 3,4; фенолы - 1,7; АПАВ - 1,1
Пролив Босфор Восточный	1,64	IY	2,80	Y	1,54	IY	НУ - 3,6; фенолы - 2; АПАВ - 0,6
Бухта Диомид	1,94	Y	2,88	Y	1,55	IY	НУ - 2,4; фенолы -1,8; АПАВ - 1,3
Уссурийский залив	0,59	III	1,68	IY	1,71	IY	НУ - 4,8; фенолы - 1; ртуть - 0,4
залив Находка	1,07	III	1,22	III	1,23	III	НУ - 2,2; фенолы - 1; ртуть - 0,5
Татарский пролив, прибрежная зона г. Александровска	0,94	III	1,09	III	1,00	III	НУ - 1; фенолы - 0,9; медь - 1,1

4. Комплексная оценка состояния окружающей среды отдельных регионов и природных объектов

4.1. Московский регион

В 2009 г. ГУ «Московский ЦГМС-Р» выполнил анализ 122,4 тыс. проб атмосферного воздуха, 1 993 проб поверхностных вод, произвел 5 757 измерений мощности экспозиционной дозы излучения (МЭД), 1 825 измерений выпадений из атмосферы.

Наблюдения за качеством *атмосферного воздуха* в Москве осуществляется на 16 стационарных станциях, расположенных во всех административных округах города, кроме ЮЗАО. Станции расположены в жилых районах, вблизи автомагистралей и крупных промышленных объектов. На территории Московской области долгосрочные наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха осуществляются на 19 постах в 9 городах Московской области: (в Подольске и Клину – по 3, Воскресенске, Коломне, Мытищах, Щелково, Серпухове и Электростали – по 2, в Дзержинском - 1) и 1 – в Приокско-Террасном заповеднике. Программой работ предусматривается определение 17 вредных химических веществ и 9 тяжелых металлов. На большинстве постов контроль осуществляется по 5 основным ингредиентам: взвешенным веществам, диоксиду серы, оксиду углерода, оксиду и диоксиду азота. Кроме того на постах производится отбор проб воздуха на специфические ингредиенты: растворимые сульфаты, сероводород, фенол, хлористый водород, аммиак, формальдегид, бензол, ксилол, толуол, ацетон, бенз(а)пирен, тяжелые металлы (железо, кадмий, кобальт, марганец, медь, никель, свинец, хром, цинк). Состав специфических ингредиентов определяется с учетом состава выбросов вредных веществ в атмосферу от предприятий, расположенных в пределах зоны, контролируемой постом наблюдений.

Изучение состава и свойств *поверхностных вод* Московского региона в 2009 г. проводилось на 25 водных объектах в 37 пунктах (60 створах) в бассейнах рек:

— р. Волга (р. Лама, р. Дубна, р. Сестра, р. Кунья, вдхр. Иваньковское);

— р. Ока (р. Нара, р. Протва, р. Лопасня, р. Осетр);

— р. Москва (р. Истра, р. Медвенка, р. Закза, р. Яуза, р. Пахра, р. Рожая, р. Нерская, вдхр. Можайское, вдхр. Рузское, вдхр. Озернинское, вдхр. Истринское);

— р. Клязьмы (р. Воря).

На территории Московской региона проводится мониторинг *радиационной обстановки*, который включает в себя ежедневное наблюдение за тремя видами показателей: мощностью экспозиционной дозы, радиоактивными выпадениями из атмосферы методом горизонтального планшета, содержанием радиоактивных аэрозолей в атмосфере, определяемым при помощи фильтрующей установки. Сеть станций включает в себя 16 пунктов равномерно расположенных в пределах города и области.

4.1.1. Загрязнение атмосферного воздуха

По данным наблюдений в 2009 году высокий уровень загрязнения воздуха наблюдался в Москве и Мытищах, повышенный – в Воскресенске, Дзержинском, Клину, Коломне, Серпухове, Подольске и Электростали, низкий – в Щелково и Приокско-Террасном биосферном заповеднике. Высокое загрязнение в городах связано, главным образом, с повышенными концентрациями бенз(а)пирена, формальдегида и диоксида азота. Основная причина загрязнения атмосферного воздуха городов указанными примесями состоит в значительных выбросах этих веществ крупными энергетическими объектами (ТЭЦ, РТС, КТС) и автомобильным транспортом.

По данным наблюдений в 2009 году степень загрязнения атмосферы в целом по ***г. Москва*** оценивается как высокая: ИЗА$_5$ = 13,8, СИ = 6,5 для бенз(а)пирена и НП = 45% для фенола. Воздух города наиболее загрязнен формальдегидом, фенолом, бенз(а)пиреном и диоксидом азота, которые вносят значительный вклад в величину ИЗА. Характеристика загрязнения атмосферного воздуха.

Проблему загрязнения в Москве, как и в прошлом году, создают выбросы автотранспорта, которые составляют 96% от общих антропогенных выбросов.

В столице насчитывается 5 000 предприятий-природопользователей, выбрасывающих в атмосферный воздух столицы более 500 наименований загрязняющих веществ. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы от стационарных источников выброса вносят 34 предприятия, имеющих валовые выбросы более 100 т/год (ОАО «Московский нефтеперерабатывающий завод», ТЭЦ, ГЭС-1, РТС, АМО ЗИЛ, ФГУП «ГКНЦП им. Хруничева», ММПП «Салют», ОАО «ММЗ «Серп и молот» и др.). Предприятия расположены по всей территории города, образуя промышленные зоны вблизи жилых кварталов. По территории города уровень загрязнения воздуха изменяется от очень высокого до высокого.

Очень высокий уровень загрязнения атмосферного воздуха наблюдался в южном административном округе Москвы на Варшавском шоссе (р-н Нагорный, ЮАО). Определяется он самыми высокими по городу значениями ИЗА$_5$=17,7 и наибольшей повторяемости

(НП) превышений $ПДК_{м.р.}$ фенола, равной 45%. Средние за год концентрации фенола, бенз(а)пирена и диоксида азота здесь составили 2-3 ПДК, формальдегида – 5 ПДК, а максимальные разовые концентрации в отдельные дни достигали 3-4 ПДК. Источниками загрязнения в этих районах, помимо автотранспорта, являются промышленные предприятия, расположенные в промзонах «Нагатино», «Верхние Котлы» и «ЗИЛ». На Садовом кольце (р-н Мещанский, ЦАО) очень высокий уровень загрязнения определялся показателем $ИЗА_5$, равным 16,2. Воздух данного района наиболее загрязнен фенолом, бенз(а)пиреном, диоксидом азота, средние концентрации составляют 2-3 ПДК, и формальдегидом, средняя за год концентрация которого достигала 5 ПДК. Максимальные разовые концентрации этих веществ в отдельные дни превышали ПДК в 2-4 раза. Повторяемость превышений ПДК по фенолу составила 36%. Основным источником выбросов этих веществ (кроме фенола) является автотранспорт.

Очень высокий уровень загрязнения отмечался также на Ивантеевской улице (р-н Богородское, ВАО), в районе промзоны «Калошино». Определялся он высоким содержанием фенола, формальдегида и диоксида азота ($ИЗА_5$ = 16), средние концентрации диоксида азота и фенола составили 2-3 ПДК, формальдегида – 5 ПДК, а максимальные превышали норму в 2-3 раза. Повторяемость превышений ПДК по фенолу составила 35%. Высокий уровень загрязнения ($ИЗА_5$ = 8-10) отмечался в районах Хорошево-Мневники (СЗАО), Дмитровский (САО), Рязанский (ЮВАО) и Можайский (ЗАО). Воздух в этих районах наиболее загрязнен формальдегидом и бенз(а)пиреном, средние концентрации которых равнялись 2-3 ПДК, а максимальная концентрация бенз(а)пирена на Можайском шоссе достигала 6,5 ПДК.

В других контролируемых районах города в отдельные дни года регистрировались концентрации загрязняющих веществ в воздухе, превышающие норму в 1,5-4 раза.

Средние за год концентрации вредных веществ выше 1 $ПДК_{с.с}$ были определены во всех ***городах Московского региона***, кроме Приокско-Террасного биосферного заповедника, в том числе концентрации бенз(а)пирена превышали 1 ПДК во всех 10 городах, где проводились наблюдения, диоксида азота – в 9 городах из 10, формальдегида – в 4 из 6, фенола – в 1 из 4, аммиака – в 1 из 2.

4.1.2. Качество поверхностных вод

Основными источниками загрязнения крупных водотоков региона являются недостаточно очищенные хозяйственно-бытовые и промышленные сточные воды городов Клин, Краснозаводск, Серпухов, Кашира, Коломна, Москва, Воскресенск, Подольск, Наро-Фоминск, Щелково, Ногинск, Орехово-Зуево и других; а также сельскохозяйственные стоки, поступающие непосредственно в реки или через их притоки.

Характерными загрязняющими веществами являются соединения азота и фосфора, взвешенные и органические вещества, нефтепродукты, фенолы, СПАВ, тяжелые металлы. В январе-марте 2009 года на водных объектах Московской области наблюдался период зимней межени, для которого характерны пониженный сток воды и наличие ледовых явлений. Уровни воды на реках были близки к минимальным меженным отметкам, отмечались незначительные колебания. В течение зимы 2009 г. происходила сработка водохранилищ. Наполняемость Рузского, Озернинского, Истринского водохранилищ к началу весеннего половодья составляла 74-80%, Иваньковского и Можайского – 25-37%. Устойчивый подъем уровней воды начался на малых реках 30 марта – 1 апреля, на средних реках – 1-3 апреля, на Оке – 2-3 апреля. К концу первой декады апреля все реки полностью очистились ото льда. Максимальные уровни воды весеннего половодья на большинстве рек отмечались 8-11 апреля, на реках Нерская и Малая Истра – 18-19 апреля, Клязьма и Дубна – 20 апреля. Продолжительность стояния максимальных уровней воды 1-2 суток. Спад половодья проходил неравномерно. В середине апреля резкое потепление вызвало повторный подъем уровней воды, который на некоторых реках превысил первый пик. Весеннее половодье на всех реках области закончилось к середине мая, его продолжительность составила в среднем 30 суток (что меньше средних многолетних значений на 12 суток). Наполнение водохранилищ началось в конце третьей декады марта. К концу половодья наполняемость Рузского, Озернинского, Истринского, Иваньковского водохранилищ достигла 96-99%, Можайского – 49%. С конца мая по ноябрь на водных объектах области наблюдался период летне-осенней межени, который прерывался дождевыми паводками. Наиболее значительные паводки наблюдались в конце второй – начале третьей декады мая. В ноябре, в связи с теплой погодой, на водных объектах Московской области не наблюдались ледовые явления, характерные для этого месяца. В декабре на водных объектах области установился режим зимней межени. В течение месяца наблюдались незначительные разнонаправленные колебания уровней воды.

Температура воды на реках с наименьшей антропогенной нагрузкой в зависимости от сезона года колебалась от минимальных значений (0-0,2^{0}С) в январе-феврале до максимальных (26,0^{0}С) в июле. Средняя по региону температура воды в отчетный период составила 11,4^{0}С, что на 1,2^{0}С меньше, чем в 2008 году.

Оценка качества воды водотоков и водоемов по удельному комбинаторному индексу загрязненности воды (УКИЗВ) показала, что качественный состав поверхностных вод в 2009 году представляется двумя классами четырьмя разрядами (3 класс, разряд «б»; 4 класс, разряды «а», «б», «в»).

По сравнению с 2008 годом в 2009 году гидрохимическая ситуация на водных объектах Московской области остается стабильной. Осредненные концентрации большинства загрязняющих веществ сохраняются на уровне прошлого года. Следует отметить улучшение качества воды р. Москва в створе ниже г. Москва (Бесединский мост МКАД) с переходом из разряда очень грязных вод в разряд грязных вод, и ухудшение качества воды Можайского и Истринского водохранилищ с переходом из класса очень загрязненных вод в класс грязных.

4.1.3. Характеристика радиационной обстановки

В течение 2009 года не наблюдалось превышений допустимых значений по всем показателям мониторинга радиоактивного загрязнения. Наибольшее содержание аэрозолей в воздухе Московского региона наблюдалось в январе-феврале, но в целом значения радиоактивности аэрозолей стабильные и невысокие.

Средние величины радиоактивности выпадений сопоставимы с порогом чувствительности радиометров, то есть отсутствуют выпадения сверх естественных величин. Повышенная радиоактивность в единичные дни связана с естественными изотопами.

4.1.4. Влияние процессов урбанизации и аномалий погоды в зимний период на численность и биоразнообразие шмелей

В данном разделе рассматриваются результаты многолетнего мониторинга видового состава и динамики численности шмелей в Московском регионе. Это – группа насекомых (*Bombus*, *Apidae*, *Hymenoptera*), имеющих большое практическое значение как опылителей многих дикорастущих и культурных растений.

В качестве основного полигона для исследований была выбрана территория муниципального округа (МО) «Нагатинский затон» Москвы. Для сравнения аналогичные учеты были проведены в 2002-2009 гг. в Приокско-Террасном заповеднике, а также в 2004-2009 гг. на территории Нагатинской поймы (так и не созданный парк «Нагатинская пойма», левый берег р. Москвы).

Результаты учета шмелей и их гнездовых паразитов – шмелей-кукушек в жилом районе Москвы выявили явную тенденцию к уменьшению количества видов и численности популяций этих насекомых. Так, если в конце 70-х–начале 80-х гг. XX века на территории МО «Нагатинский затон» обитало 12 видов шмелей (а, с учетом обнаруженного в 2000 г. *B. Soroensis*, 13). Два из них были обильными, 5 – обычными. На этих видах шмелей паразитировало 4 вида шмелей-кукушек, 1 из которых встречались обычно, а 2 редко. За 2000-2004 гг. количество видов шмелей сократилось от 9 до 6, шмелей-кукушек регистрируется не более 3 видов, а в 2004 г. не было ни одного. Снизилась общая численность шмелей, большая часть обычных или обильных видов стала встречаться редко, редкие виды встречаются единично, а виды, встречавшиеся ранее единично, исчезли совсем. Шмели-кукушки встречаются только единично. В 2005-2009 гг. выявлялось от 7 до 11 видов шмелей. Увеличение числа видов в 2007 г. до 11 вряд ли может считаться фактором, свидетельствующем об улучшении условий обитания этих насекомых в городе. Два вида (*B. silvarum* и *B. subbaicalensis*, не отмечавшийся ранее на этой территории) обнаружены на Коломенской набережной, в районе Нагатинского гидроузла, а третий (*B. subterraneus*) – на Нагатинской набережной, отделенной только рекой от Нагатинской поймы. Вполне логично предположить, что имел место залет насекомых с сохранившихся относительно незатронутыми территорий. Впервые для городских кварталов Москвы отмечены *B. subbaicalensis* и *B. schrencki*. Первый из них ранее был известен только по сборам из Московской области, а второй – из Кузьминского и Битцевского лесопарков.

Эти наблюдения подтверждают ранее установленные закономерности изменения биоразнообразия и численности, связанные с ростом антропогенной нагрузки. Однако, в литературных источниках встречается мнение, что условия в городах могут быть и благоприятными для жизнедеятельности шмелей. Но этот вывод сделан на основе изучения фауны шмелей в относительно небольших городах Центрального Нечерноземья России и применительно к небольшому числу урботолерантных видов. Ситуация в мегаполисе может иметь принципиальные отличия.

В конце 70-х – начале 80-х гг. XX в. и в 2000 г. на исследуемой территории в жилой застройке Москвы содоминировали два наиболее экологически пластичных вида - *B. lucorum* и *B. terrestris*. По данным 2001-2005 гг. и 2009 г. доминировал *B. terrestris*, оставшийся единственным в категории обычных по численности. Этот вид характеризуется еще и устойчивостью (наряду с *B. lucorum*) к загрязнению биотопов солями тяжелых металлов, что может означать повышение уровня загрязнения окружающей среды в последние годы. В 2006 г. доминировал *B. hypnorum*, в 2007-2008 гг. все виды отмечались в единичных находках.

В Приокско-Террасном заповеднике за 2001-2009 гг. было обнаружено 16 видов шмелей и 4 вида шмелей-кукушек. Доминантом на данной территории является *B. agrorum*. Это отличие от учетов в городе является вполне естественным, так как указанный вид приурочен, в основном, к лесным биотопам. По данным наблюдений за период 2001-2006 гг. снижения численности и биоразнообразия шмелей в Приокско-Террасном заповеднике не выявлено. К особенностям фауны шмелей заповедника относятся: большая численность доминирующего вида, наличие достаточного количества видов с высокой численностью, обнаружение крайне малочисленных видов, которые исчезли в антропогенных ландшафтах, значительная численность гнездовых паразитов – шмелей-кукушек. Те же особенности присущи данным учета шмелей, полученным в Нагатинской пойме, где за 2004 2009 гг. выявлено 14 видов шмелей и 2 вида шмелей-кукушек.

2007 г. и, особенно, 2008 г. характеризуются снижением численности и биоразнообразия шмелей на всех трех исследовательских полигонах. Причиной столь резкого падения численности шмелей не только в городских кварталах, но и в мало затронутой пока хозяйственно-окультуривающей деятельностью человека Нагатинской пойме и тем более на строго охраняемой территории Приокско-Террасного заповедника, могли быть погодные аномалии зимы 2006-2007 гг. На рисунке 4.1. видно, что зима 2006-2007 гг. характеризуется беспрецедентными по длительности за последние 10 лет оттепелями. Первый

безморозный период наблюдался с 20 ноября по 18 декабря при максимуме среднесуточной температуры 6,4°С и минимуме 2,3°С. Второй – с 1 по 19 января при 6,8°С и 0,3°С (соответственно). Столь длительные оттепели нарушили нормальное протекание зимней диапаузы и процесс холодовой реактивации, что вызвало значительную гибель шмелей во время зимовки. Возможно, что ситуацию также усугубили последовавшие за оттепелями февральские холода, когда среднесуточная температура падала до –21,0°С (22 февраля).

Зимой 2007-2008 гг. более или менее существенных погодных аномалий не было, но снижение численности и биоразнообразия шмелей в 2008 г. усугубилось. В 2009 г. году число видов шмелей в заповеднике стало таким же, как и в городских кварталах Москвы. Зимой 2008-2009 гг. наблюдалась только одна оттепель с 28 ноября по 9 декабря с максимумом среднесуточной температуры 7,7°С и минимумом 0,5°С. В дальнейшем в течение зимы погодных аномалий не отмечалось. В 2009 г. выявились тенденции к восстановлению численности и показателей биоразнообразия шмелей.

Косвенным подтверждением факта негативного влияния зимних погодных аномалий является то, что аналогичное снижение численности в 2007-2008 гг. отмечено не только для шмелей, но и для многих других насекомых, зимующих во взрослом состоянии – бабочек-нимфалид, представителей многих семейств одиночных ос и пчел, складчатокрылых ос. Причем это происходило не только на упомянутых выше территориях, но и в других районах Москвы и Московской области.

Причины резкого сокращения численности и биоразнообразия шмелей в городских условиях заключаются, прежде всего, в росте антропогенной нагрузки на биоценозы. Значительно выросла загазованность городского воздуха, все меньше остается мест, пригодных для обитания шмелей. Большой вред популяциям шмелей наносит ставшее систематическим скашивание газонов. Наряду со злаками, которые можно и нужно косить, работники коммунального хозяйства скашивают цветущие клевер, донник и другие насекомоопыляемые растения, лишая шмелей их пищи. На клумбах высаживаются растения, высоко декоративные, но малопригодные для питания шмелей, например, бархатцы, петуния и многие другие. Окультуривание газонов и скверов ведет к тому, что все меньше остается мест, пригодных для гнездования. По окончании вегетационного периода растительные остатки сгребаются с поверхности почвы, а затем вывозятся на свалки или сжигаются на месте. Это приводит к гибели многих насекомых (не только шмелей), зимующих в подстилке. Лишение почвы ее естественного теплоизолятора способствует более легкому промораживанию, что повышает гибель насекомых, зимующих в почве, в том числе и шмелей. Несомненно и негативное влияние погодных аномалий, подробно рассмотренное выше.

Для сохранения биоразнообразия и численности шмелей необходимо создавать заказники, где будут ограничены всевозможные виды хозяйственной и «окультуривающей» деятельности человека. Принципы функционирования таких заказников давно сформулированы специалистами, но в практическом отношении и в настоящее время достигнуто очень мало. В создавшихся условиях особое значение приобретает создание в городских условиях заказников, где не скашивались бы цветущие медоносы, не уничтожался бы растительный опад и старые трухлявые деревья. Основой для такого энтомологического заказника может быть территория Нагатинской поймы или хотя бы ее часть.

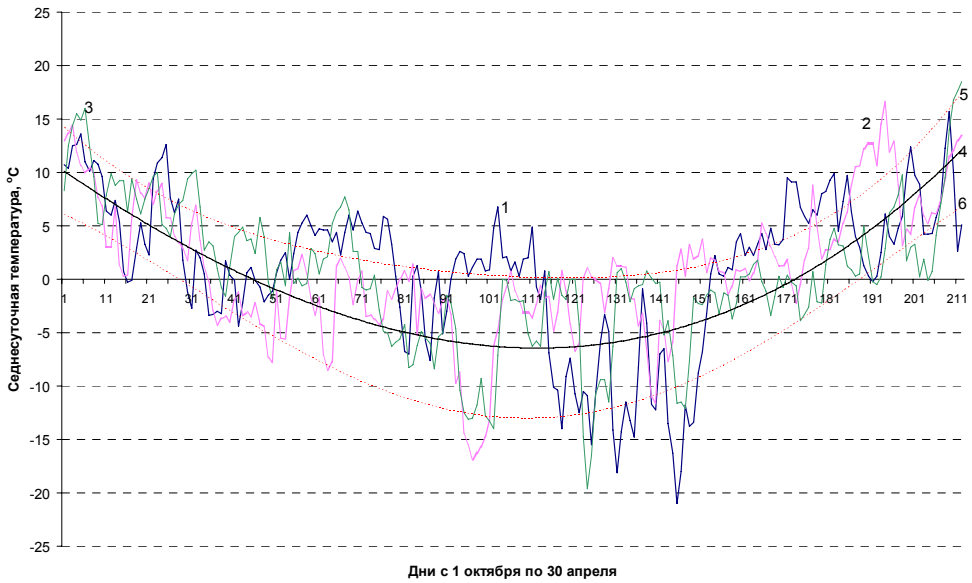


Рис. 4.1. *Погодные аномалии зим 2006-2007 гг., 2007-2008 гг. и 2008-2009 гг.*
- ход среднесуточной температуры воздуха с 1 октября 2006 г. по 30 апреля 2007 г. (1);
- ход среднесуточной температуры воздуха с 1 октября 2007 г. по 30 апреля 2008 г. (2);
- ход среднесуточной температуры воздуха с 1 октября 2008 г. по 30 апреля 2009 г. (3);
- сглаженные средние значения среднесуточной температуры $\bar{x}$ с 1 октября по 30 апреля за 1999-2009 гг. (4);
- сглаженные верхняя (5) и нижняя (6) границы интервала $\bar{x} \pm s$, где s - стандартное отклонение

4.2. Состояние озера Байкал

В 2009 г. пробы воды на химический анализ отбирались в районах портов Байкала, устьях рек и на контрольном створе, расположенном в 100 м от выпуска сточных вод БЦБК. Отбор и анализ проб воды оз. Байкал в портах и на контрольном створе выполнялись Байкальским ЦГМС. Гидрохимические наблюдения на притоках озера проведены Байкальским ЦГМС, Иркутским УГМС и Бурятским республиканским ЦГМС.

В течение всего года Байкальский комбинат не работал. Сточные воды г. Байкальск очищались на введенных (2008 г.) в строй городских коммунальных очистных сооружениях и сбрасывались в озеро Байкал по глубинному рассеивающему выпуску.

Район БЦБК, 100-метровый створ

В 2009 г. на контрольном 100-метровом створе с марта по сентябрь было проведено семь гидрохимических съёмок с отбором проб воды через 10 м по глубине на пяти вертикалях. В течение года на контрольном створе было отобрано 147 проб на определение общих показателей качества воды и 70 проб на летучие фенолы.

Оценка показателей качества воды озера Байкал в контрольном створе проводилась в соответствии с нормами, введенными для створа с 01.01.1985 г.:

- pH 6,5-8,5 единиц,
- сумма минеральных веществ 117 мг/л,
- сульфатных ионов 10 мг/л,
- хлоридных ионов 2 мг/л,
- фенолов 0,001 мг/л,
- взвешенных веществ 1,1 мг/л.

В 2009 г. нарушение качества воды оз. Байкал фиксировалось по содержанию летучих фенолов (февраль, апрель, июль, август) до 3 ПДК и взвешенным веществам (февраль) до 1,4 ПДК. Процент загрязненных проб на 100-метровом створе составил в 2009 г. 10% по фенолам и 1% по взвешенным веществам. В марте, июне и сентябре 2009 г. гидрохимическими съемками не обнаруживались нарушения качества воды озера на контрольном створе.

В сравнении с 2008 г. уровень максимальных концентраций в 2009 г. понизился: по сульфатам от 23 мг/л до 8,4 мг/л; хлоридным ионам от 5,6 мг/л до 1,2 мг/л; сумме минеральных веществ от 115 мг/л до109 мг/л и летучим фенолам от 0,010 мг/л до 0,003 мг/л.

Районы портов

В 2009 г. в районах портов южного Байкала – п. Култук, п. Байкальск и п. Выдрино отбирались пробы воды на химический анализ в марте, мае, июне, августе и октябре.

Максимальные значения показателей и концентраций химических веществ в воде оз. Байкал составляли в районе п. Култук: цветность 21-24 градуса (май-август), хлориды 2,1 мг/л (июнь), нитритный азот 0,005 мг/л, общий азот 0,487 мг/л (июнь), органический азот 0,487 мг/л (июнь) и минеральный фосфор 0,008 мг/л (май).

Как и в 2008 г., в период наблюдений 2009 г. не регистрировалось превышение норм ПДК по содержанию в воде нефтепродуктов. Превышения значений ПДК отмечалось по содержанию в воде летучих фенолов в октябре 2009 г. до 2 ПДК во всех портах, в августе только в порту Выдрино до 3 ПДК и в марте в районе п. Култук до 4 ПДК.

В сравнении с 2008 г. в воде озера в районах портов понизились средние значения величин цветности от 19 до 14 градусов, содержание взвешенных веществ до 0,6 мг/л (в 2,8 раза), минерального и органического фосфора до 0,003 мг/л и 0,013 мг/л (в 2 и 1,5 раза). Среднее содержание растворенного в воде кислорода в 2009 г. возросло до 11,8 мг/л (10,9 мг/л в 2008 г.). Процент насыщения воды кислородом составлял в среднем 99,5% (88,6% в 2008 г.).

Таким образом, в 2009 г. антропогенная нагрузка на озеро Байкал в районе 100-метрового створа и в районах портов южного Байкала снизилась по сравнению с уровнем 2008 г.

В 2010 г. вновь запланирован запуск БЦБК, поэтому срывы комплексного мониторинга озера по гидрохимическим, геохимическим и гидробиологическим показателям недопустимы.

Состояние воды притоков озера

В 2009 г. гидрохимический контроль проведен на четырех крупных притоках оз. Байкал – реках Селенга, Верхняя Ангара, Баргузин, Турка и 25 малых реках, впадающих в озеро. Загрязняющие органические вещества в воде р. Селенга, главном притоке, определяли в 147 пробах (в 147 пробах в 2008 г.). В северной части бассейна озера в реках Верхняя Ангара, Тыя, Холодная (приток р. Кичера), Давша для определения загрязняющих веществ было отобрано 37 проб (37 проб в 2008 г.). В реках Баргузин, Турка и 4 малых притоках, впадающих в средний Байкал, загрязняющие вещества определены в 46 пробах воды (43 проб в 2008 г.), в 18 малых притоках южного Байкала – в 88 пробах (в 73 пробах в 2008 г.). Определения соединений тяжелых металлов были выполнены в 99 пробах воды р. Селенга (99 проб в 2008 г.), в 37 пробах воды четырех северных притоков (в 37 пробах в 2008 г.), в 46 пробах воды притоков среднего Байкала (43 пробы в 2008 г.). Из южных рек Утулик, Хара-Мурин, Снежная, Выдринная, Мысовка, Мантуриха, Большая Речка, Голоустная, Бугульдейка было отобрано 42 пробы воды (37 проб в 2008 г.).

Контроль качества воды р. Селенга проведен на участке протяженностью 402 км в 9 створах, от границы с Монголией (п. Наушки) до дельты.

Величину $БПК_5$ воды, характеризующую качество речной воды по загрязненности легкоокисляемыми органическими веществами, определяли в 147 пробах (147 проб в 2008 г.).

В пограничном створе нарушений нормы содержания легкоокисляемых органических веществ в 2008 г. и 2009 г. не отмечено. В створах, расположенных ниже границы до дельты, нарушения нормы фиксировали в 25 из 138 отобранных здесь проб воды, в 18% случаев контроля (в 22% случаев в 2008 г.). Диапазон величины $БПК_5$ воды, превышающих норму, составлял на контролируемом участке реки 2,07-2,94 мг/л (2,04-3,85 мг/л в 2008 г.). Максимальную величину $БПК_5$ воды, равную 2,94 мг/л, наблюдали в пробе, отобранной 22 декабря 2009 г. в створе г. Улан-Удэ в 0,5 км ниже сброса сточных вод городских очистных сооружений. В 2008 г. максимальная величина $БПК_5$ воды была заметно выше и достигала 3,85 мг/л в пробе, отобранной ниже разъезда Мостовой в октябре. Предельные значения показателя в замыкающем створе составляли 0,93-2,08 мг/л в 2009 г. (1,12-2,14 мг/л в 2008 г.), средневзвешенная величина равна 1,5 мг/л (1,63 мг/л в 2008 г.).

В 2008 г. превышения ПДК нефтепродуктов наблюдали в 20 пробах воды из 147 отобранных по всему российскому участку реки, в 2009 г. - в 21 пробе из 147, частота превышения ПДК нефтепродуктов составляла 14% и оставалась на уровне 2008 г. В 2009 г. отмечен рост средневзвешенных концентраций нефтепродуктов до 0,02-0,04 мг/л (0,03 мг/л в замыкающем створе). По данным 2008 г., в створах, расположенных по основному руслу реки, в том числе и замыкающем, средневзвешенные концентрации нефтепродуктов не превышали 0,02 мг/л.

Уровень содержания труднокисляемых смол и асфальтенов в воде реки повысился в 2009 г. по сравнению с 2008 г. В пограничном створе отмечено повышение максимальной концентрации этих веществ до 0,018 мг/л (ноябрь 2009 г.) с 0,008 мг/л (апрель 2008 г.). В пробах воды, отобранных ниже пограничного створа, повышенные концентрации достигали 0,014-0,019 мг/л (0,010-0,013 мг/л в 2008 г.), средневзвешенные концентрации по створам контроля находились в пределах 0,004-0,007 мг/л (0,006 мг/л в замыкающем створе). В 2008 г. значения средневзвешенных концентраций составляли 0,002-0,004 мг/л (0,003 мг/л в замыкающем створе). Поступление нефтепродуктов через замыкающий створ в озеро в 2009 г. оценено в 0,51 тыс.т (0,4 тыс.т в 2008 г.). Поступление смол и асфальтенов по водному руслу реки через створы от г. Улан-Удэ до замыкающего створа включительно составляло не менее 0,12 тыс.т (0,05 тыс.т в 2008 г.). Вынос углеводородов по сумме нефтепродуктов, смол и асфальтенов повысился до 0,63 тыс.т, от 0,45 тыс.т в 2008 г. примерно на 30%, что позволяет отметить ухудшение качества речной воды по этим показателям и усиление ее негативного влияния на оз. Байкал в 2009 г.

В 2008 г. и в 2009 г. для определения летучих фенолов из реки было отобрано по 147 проб воды. По данным контроля 2009 г., максимальные концентрации летучих фенолов, равные 2 ПДК, были отмечены всего в 6 пробах (в 10 пробах в 2008 г.), отобранных по российскому участку реки. Число проб, в которых концентрации достигали 1 ПДК, возросло до 67 в 2009 г. от 31 в 2008 г. более, чем в 2 раза. Таким образом, частота обнаружения летучих фенолов в речной воде в концентрациях, равных и более ПДК повысилась до 50% от 28% в 2008 г.

В 2009 г. в реку через створы п. Наушки и с. Новоселенгинск транзитом прошло 5 т летучих фенолов (уровень 2008 г.). Поступление летучих фенолов в озеро через замыкающий створ реки оценено в 11 т и сохранилось на уровне 2008 г. В 2008 г. и 2009 г. основная масса летучих фенолов поступала в реку на участке от г. Улан-Удэ до дельты.

СПАВ в концентрациях 0,002-0,180 мг/л отмечены в 68 пробах воды из 80, отобранных в 2009 г., то есть в 85% случаев контроля. Максимальную концентрацию - 0,180 мг/л (1,8 ПДК) наблюдали в пробе, отобранной 23 июня 2009 г. в створе с. Мурзино (дельта). В остальных пробах речной воды повышенные концентрации СПАВ находились в пределах 0,021-0,070 мг/л и нарастали от пограничного створа к замыкающему. Средневзвешенные концентрации в створах ниже пограничного составляли 0,010-0,016 мг/л в 2009 г. и 0,008-0,015 мг/л в 2008 г. В замыкающем створе средневзвешенная концентрация была равна 0,013 мг/л (0,01 мг/л в 2008 г.). Через замыкающий створ в озеро поступило 0,28 тыс.т СПАВ (0,19 тыс.т в 2008 г.).

Контроль содержания жиров в воде реки в 2009 г., как и в предыдущие периоды, был проведен в шести створах, расположенных от г. Улан-Удэ до замыкающего створа включительно. Жиры в концентрации 0,01-0,04 мг/л были обнаружены в 31 пробе воды из 72, отобранных в 2009 г. в 43% случаев контроля. Частота обнаружения жиров в пробах, отобранных в 2008 г. была ниже - 19% (в 14 пробах из 72). Средневзвешенные концентрации жиров по створам повысились до 0,005-0,014 мг/л от уровня 0,001-0,009 мг/л, отмеченного в 2008 г. В замыкающем створе средневзвешенная концентрация возросла до 0,012 мг/л (0,004 мг/л в 2008 г.). Поступление жиров в озеро через замыкающий створ оценено в 0,26 тыс.т и повысилось от 0,08 тыс.т (2008 г.) в 3 раза. В 2009 г. основная масса СПАВ и жиров поступала в реку на участке между створом, расположенном ниже г. Улан-Удэ (0,5 км ниже городских очистных сооружений) и замыкающим створом.

Контроль содержания фторидов в воде реки проведен в четырех створах - пограничном, створе в 2 км выше г. Улан-Удэ, ниже г. Улан-Удэ (0,5 км ниже сброса сточных вод городских очистных сооружений), в створе ниже разъезда Мостовой (127 км от устья). С июля по ноябрь 2009 г. в тех же четырех створах отбирали пробы для определения соединений ртути.

В трех пробах воды из 9, отобранных в пограничном створе, были отмечены превышения ПДК фторидов (в шести пробах из 9 в 2008 г.). Концентрации фторидов, превышающие ПДК, находились в интервале 0,82-1,06 мг/л (0,81-1,13 мг/л в 2008 г.). В воде реки ниже пограничного створа превышающие ПДК концентрации фторидов были отмечены в 8 пробах воды из 21 здесь отобранной. Максимальную концентрацию - 1,30 мг/л (1,7 ПДК) наблюдали 20 августа 2009 г. в пробе воды, отобранной ниже разъезда Мостовой. В семи пробах концентрации фторидов выше

предельно допустимой составляли 0,79-0,88 мг/л. В 2009 г. по сравнению с 2008 г. уровень содержания фторидов в речной воде повысился. Об этом свидетельствует рост средневзвешенных концентраций по створам контроля до 0,64-0,69 мг/л (0,40-0,43 мг/л в 2008 г.), повышение частоты превышения ПДК фторидов на контролируемом участке реки до 37% от 23% в 2008 г.

В 2009 г. в четырех контрольных створах, указанных выше, было отобрано 14 проб воды для определения соединений ртути. Ни в одной из 14 проб воды р. Селенга соединения ртути отмечены не были.

В 2009 г. сохранился регламент контроля содержания соединений хрома, никеля, алюминия и марганца в воде реки. Пробы воды были отобраны в пограничном створе, в створах, расположенных выше и ниже г. Улан-Удэ и ниже разъезда Мостовой, и в замыкающем створе.

Шестивалентный хром в концентрациях 0,5-4,7 мкг/л присутствовал 17 пробах воды из 38 отобранных. Максимальная концентрация - 4,7 мкг/л отмечена в створе п. Наушки в августе 2009 г., в нижерасположенных створах повышенные концентрации составляли 2-3 мкг/л. В 2008 г. концентрации шестивалентного хрома в пробах речной воды не превышали 2 мкг/л, в 2007 г. соединения хрома не фиксировались.

Соединения никеля в концентрациях 0,3-5,3 мкг/л присутствовали в 31 пробе (из 37). На участке от пограничного створа до замыкающего в воде реки повышенные концентрации соединений никеля были отмечены в интервале 2,0-2,8 мкг/л (2,0-2,6 мкг/л в 2008 г.). Максимальную концентрацию - 5,3 мкг/л наблюдали в пробе, отобранной в замыкающем створе в июне 2009 г. В 2008 г. с марта по сентябрь концентрации соединений никеля в пробах воды, отобранных в замыкающем створе, не превышали 2 мкг/л, в том числе и в летние месяцы (июне, июле).

В 2009 г. соединения алюминия в концентрациях 2-44 мкг/л наблюдали в 34 пробах воды (из 37). В двух створах контроля, расположенных ниже очистных сооружений г. Улан-Удэ и ниже разъезда Мостовой в августе 2009 г. были отмечены концентрации 43-44 мкг/л превышающие ПДК. В замыкающем створе соединения алюминия в концентрации 2-33 мкг/л были отмечены в 7 из 8 отобранных проб воды. Существенного изменения в содержании соединений алюминия в воде реки в замыкающем створе по данным 2009 г. не отмечено, предельные концентрации составляли 1-13 мкг/л в 2008 г. и 10-28 мкг/л в 2007 г.

В 2009 г. соединения марганца в концентрациях 17-76 мкг/л (все выше ПДК) наблюдали в каждой пробе воды из 37. В пробах, отобранных от границы до замыкающего створа, концентрации находились в интервале 23-34 мкг/л (13-29 мкг/л в 2008 г.), максимальные значения составляли 67-76 мкг/л (54-70 мкг/л в 2008 г.). В створе в 2 км выше г. Улан-Удэ в апреле 2009 г. наблюдали самую высокую концентрацию - 76 мкг/л, превысившую ПДК почти в 8 раз. В пробах воды замыкающего створа предельные концентрации соединений марганца были ниже, чем в верхнем течении и составляли 17-66 мкг/л (14-55 мкг/л в 2008 г.)

В 2009 г. в 9 контрольных створах р. Селенга было отобрано по 99 проб воды для определения соединений меди, цинка, свинца и кадмия.

Соединения меди в концентрации 0,3-24,5 мкг/л отмечены в 95 пробах воды (из 99). В пограничном створе наблюдали максимальную концентрацию - 24,5 мкг/л 28 мая 2009 г. Ниже пограничного створа повышенные концентрации соединений меди в речной воде находились в пределах 4-14 мкг/л (5-13 мкг/л в 2008 г.). Средневзвешенные концентрации снизились до 1-3 мкг/л от 2-5,6 мкг/л, (уровня 2008 г.).

Соединения цинка в концентрациях 4-63 мкг/л наблюдали в каждой из отобранных 99 проб воды. Самая высокая концентрация - 63 мкг/л была отмечена в створе с. Новоселенгинск 23 сентября 2009 г. (22 мкг/л в августе 2008 г.). Концентрации соединений цинка достигали 25-43 мкг/л в воде реки ниже с. Новоселенгинск их наблюдали чаще всего при пониженном водном стоке в феврале и сентябре-октябре 2009 г. В 2008 г. повышенные концентрации в пробах речной воды находились в пределах 22-37 мкг/л, и были отмечены при повышенной водности реки в мае, июне и августе. В 2009 г. ниже п. Наушки в створах контроля реки средневзвешенные концентрации соединений цинка составляли 15-21 мкг/л (15-20 мкг/л в 2008 г.), в замыкающем створе средневзвешенная концентрация не превышала 20 мкг/л (уровень 2008 г.).

Соединения свинца в концентрациях 0,2-17 мкг/л были отмечены в 97 пробах воды из 99 отобранных. Уровень максимальных концентраций - 12-17 мкг/л наблюдали по всем контрольным створам с сентября по ноябрь 2009 г. при понижении водности реки. В 2008 г. повышенные до 7-12 мкг/л концентрации были отмечены в мае, июне. В замыкающем створе средневзвешенная концентрация была равна 5,3 мкг/л (4,8 мкг/л в 2008 г.).

Соединения кадмия в концентрации 0,2-2,5 мкг/л наблюдали в 13 пробах воды из 99, отобранных в 2009 г. Повышенные концентрации 2,3 мкг/л и 2,5 мкг/л отмечены в двух январских пробах воды, отобранных в створах с. Кабанск, расположенных выше и ниже сброса сточных вод п. Селенгинск. В замыкающем створе концентрации соединений кадмия не превышали 1 мкг/л в трех из 12 отобранных проб воды. В речной дельте (с. Мурзино) соединения кадмия не фиксировались.

По оперативным данным водный сток р. Селенга не превысил 20 км^3 в 2009 г. (в 2008 г., по данным ГВК, был равен 19,1 км^3).

В 2009 г. в озеро с водой р. Селенга поступило: легкоокисляемых органических веществ 30 тыс.т (26,2 тыс. т в 2008 г.), СПАВ - 0,28 тыс.т (0,19 тыс.т), жиров - 0,26 тыс.т (0,08 тыс.т), нефтепродуктов - 0,51 тыс.т (0,4 тыс.т), смол и асфальтенов - 0,12 тыс.т (0,05 тыс.т), летучих фенолов - 11 т (уровень 2008 г.), соединений меди - 61 т (65 т), соединений цинка - 409 т (390 т), свинца - 110 т (92 т), кадмия - 3,2 т (в 2008 г. сток не выявлен). В 2009 г. поступление взвешенных веществ оценено в 0,6 млн. т (уровень 2008 г.).

В 2009 г. по сравнению с 2008 г. влияние главного притока Байкала на озеро усилилось по величине выноса углеводородов в 1,4 раза, по поступлению СПАВ в 1,5 раза, поступление жиров возросло в три раза - до 0,26 тыс.т от 0,08 тыс.т. В 2009 г. величины выноса с водным стоком реки в озеро легкоокисляемых органических веществ, летучих фенолов, соединений меди, цинка, свинца и взвешенных веществ не снизились, сохраняясь на уровне 2008 г.

В 2009 г. из р. Баргузин на контролируемом участке реки от с. Могойто до устья для определения соединений меди, цинка, свинца и кадмия было отобрано 22 пробы воды. В 17 случаях контроля соединения меди обнаружены в концентрации 0,2-9,0 мкг/л (0,2-12 мкг/л в 2008 г.). Максимальную концентрацию 9 мкг/л наблюдали в устьевом створе в октябре 2009 г. В 2008 г. максимальная концентрация достигала 19 мкг/л и была отмечена в створе с. Могойто (226 км от устья) в июне. В каждой из 22 проб воды были отмечены соединения цинка, их предельные концентрации составляли 3,5-50 мкг/л (3,5-24 мкг/л в 2008 г.), наблюдали рост повышенных концентраций до уровня 20-33 мкг/л (19-24 мкг/л в 2008 г.), максимальную концентрацию - 50 мкг/л наблюдали в створе с. Могойто в октябре 2009 г. В каждой пробе воды обнаружены соединения свинца в концентрации 0,7-14 мкг/л (1,8-10 мкг/л в 2008 г.), соединения кадмия в концентрации 0,5 мкг/л отмечены только в одной пробе, отобранной в июле 2009 г.

В р. Турка определения соединений меди, цинка, свинца, кадмия выполнены в 9 пробах воды. Обнаруженные концентрации соединений меди составляли 0,1-4,0 мкг/л (не превышали 2 мкг/л в 2008 г.), соединений цинка находились в интервале 4,3-28 мкг/л (4,5-24 мкг/л в 2008 г.), соединений свинца составляли 0,3-12 мкг/л (не превышали 5 мкг/л в 2008 г.). Соединения кадмия в концентрации 0,7 мкг/л отмечены только в одной пробе, отобранной в марте 2009 г., в 2008 г. эти вещества в речной воде обнаружены не были.

В 2009 г. по сравнению с 2008 г. в воде р. Турка на близких уровнях сохранились концентрации соединений цинка, отмечено повышение в два раза максимальных концентраций соединений меди до 4 мкг/л, соединений свинца - до 12 мкг/л.

Определение содержания соединений меди, цинка, свинца, кадмия выполнено в 12 пробах воды р. Верхняя Ангара и 18 пробах воды р. Тыя. В воде р. Верхняя Ангара концентрации соединений меди составляли 0,2-15 мкг/л (0,1-15 мкг/л в 2008 г.), в воде р. Тыя - 0,5-11 мкг/л (0-14 мкг/л в 2008 г.). В воде р. Верхняя Ангара концентрации соединений цинка изменялись в пределах 6,0-43 мкг/л (2,3-24 мкг/л в 2008 г.), в р. Тыя - в пределах 6,3-31 мкг/л (4,5-21 мкг/л в 2008 г.). Повышенные концентрации соединений меди до 10- мкг/л и соединений цинка до 20-43 мкг/л наблюдали в воде рек при пониженном водном стоке с сентября по ноябрь 2009 г. Соединения свинца были обнаружены в каждой пробе воды р. Верхняя Ангара в концентрациях 0,8-9,6 мкг/л (2,9-7,9 мкг/л в 2008 г.), в каждой пробе воды р. Тыя - в концентрациях 0,8-12 мкг/л (1,7-9,0 мкг/л в 2008 г.). Соединения кадмия в концентрациях, не превышающих 2 мкг/л отмечены в пробах воды, отобранных из рек Верхняя Ангара и Тыя в январе 2009 г. В подавляющем числе проб воды этих рек соединения кадмия в 2008 г. и 2009 г. обнаружены не были.

В 2009 г. в двух крупных притоках среднего Байкала, реках Баргузин и Турка, в наиболее изученных северных реках Верхняя Ангара и Тыя не фиксировали нарушений нормы содержания легкоокисляемых органических веществ. Величины $БПК_5$ воды не превышали 1,07 мг/л в р. Баргузин, 1,68 мг/л в р. Турка, 1,48 мг/л в р. В. Ангара, 1,7 мг/л в р. Тыя.

В 2009 г. по сравнению с 2008 г. состояние рек Баргузин и Турка по показателю нефтепродукты улучшилось.

В пробах воды р. Баргузин, отобранных на контролируемом участке реки, превышения ПДК нефтепродуктов были отмечены в 7 из 22 случаев контроля (в 8 случаях из 22 в 2008 г.). В замыкающем створе реки (п. Баргузин) снизилась в 3 раза максимальная концентрация нефтепродуктов - до 1,4 ПДК (4,2 ПДК в 2008 г.), средневзвешенная концентрация снизилась в 2 раза - до 0,03 мг/л (0,06 мг/л в 2008 г.). В замыкающем створе р. Турка с. Соболиха средневзвешенная концентрация нефтепродуктов также снизилась в 2 раза - до 0,03 мг/л (2009 г.) с 0,06 мг/л (2008 г.). Превышение ПДК было отмечено всего в одной пробе из 9, отобранных в 2009 г., в 2008 г. - в трех пробах из 9.

По северной части озера в воде р. Верхняя Ангара частота превышения ПДК нефтепродуктов повысилась до 44% (33% в 2008 г.), в воде р. Тыя - до 33% (22% в 2008 г.). На уровне значений 2008 г. сохранились максимальные концентрации нефтепродуктов, равные 2,2 ПДК в воде р. Верхняя Ангара (июль 2009 г.) и 3 ПДК в воде р. Тыя (март 2009 г.).

В 2009 г. в 2 пробах из 22, отобранных в р. Баргузин, концентрации летучих фенолов достигали 2 ПДК, в 2 пробах не превышали 1 ПДК, в остальных случаях контроля летучие фенолы в речной воде не фиксировались. В р. Турка максимальная концентрация летучих фенолов - 2 ПДК была отмечена в одной пробе (из 9), отобранной в мае 2009 г., снизившись с концентрации 4 ПДК, отмеченной в воде реки в ноябре 2008 г. В остальных случаях контроля в 2009 г. превышения ПДК фенолов в воде р. Турка отмечены не были.

В воде р. Верхняя Ангара максимальные концентрации летучих фенолов, равные 2 ПДК, наблюдали в 2 пробах из 12, отобранных в 2009 г. В пробах воды р. Тыя, отобранных выше и ниже г. Северобайкальск в январе 2009 г., концентрации летучих фенолов достигали, соответственно, 3 и 2 ПДК. В 2008 г. и 2007 г. в пробах воды этих двух наиболее изученных северных притоков озера превышения ПДК летучих фенолов отмечены не были.

Гидрохимический контроль в устьях малых рек бассейна, впадающих в озеро, проведен на притоках южного Байкала (реки Култучная, Похабиха, Слюдянка, Безымянная, Утулик, Харлахта,

Солзан, Большая Осиновка, Хара-Мурин, Снежная, Выдринная, Переемная, Мишиха, Мантуриха, Мысовка, Большая Речка, Голоустная, Бугульдейка), притоках среднего Байкала (реки Кика, Большая Сухая, Максимиха, Сарма). В 2009 г. из 18, перечисленных выше южных рек, было отобрано 88 пробы воды (73 пробы в 2008 г.), из 4 контролируемых малых притоков среднего Байкала отобрано 15 проб (11 проб в 2008 г.). В устьях северных притоков озера, реках Рель Томпуда, Кичера пробы не отбирали, из рек Холодная (приток р. Кичера) и Давша было отобрано 7 проб воды (7 проб в 2007 г.) Всего из 24 малых притоков озера в 2009 г. было отобрано 110 проб воды (91 проба в 2008 г.). Информация о р. Тыя, малом северном притоке озера, изложена выше.

В 2009 г. Иркутским УГМС проведен контроль содержания соединений меди и цинка в воде малых рек Утулик, Хара-Мурин, Снежная, Выдринная, Мысовка, Мантуриха, Большая Сухая, Голоустная, Бугульдейка, Сарма. Определения соединений металлов были выполнены в 42 пробах воды, отобранных из 10 перечисленных притоков.

По данным контроля в 2009 г. в воде рек Большая Сухая и Сарма (средний Байкал) соединения меди были отмечены в концентрациях 1-2 мкг/л в 5 из 7 отобранных проб воды. Максимальную концентрацию - 2 мкг/л (2 ПДК) наблюдали в воде р. Сарма в июле 2009 г. Соединени цинка в пробах воды тех же рек были отмечены в концентрациях 1-2 мкг/л.

В 27 пробах воды из 35, отобранных в 2009 г. из 8 южных притоков озера, концентрации соединений меди были отмечены в интервале 0,1-1,2 мкг/л. Превышающую ПДК концентрацию - 1,2 мкг/л, наблюдали в воде р. Снежная в мае 2009 г. Соединения цинка в концентрации 0,1-6,4 мкг/л наблюдали в 33 пробах воды южных рек. Максимальная концентрация - 6,4 мкг/л отмечена в майской пробе р. Снежная.

В 2008 г. в пробе воды р. Бугульдейка, отобранной в сентябре, была отмечена максимальная концентрация соединений меди, равная 1,6 мкг/л. Превышения ПДК соединений цинка воде 10 изученных рек в 2008 г. так же отмечены не были. В пробе воды р. Снежная максимальная концентрация составляла 6,4 мкг/л (март 2008 г.).

В сентябре 2009 г. для определения растворенных соединений ртути была отобрана единственная проба воды из р. Голоустная. Соединения ртути в этой пробе воды отмечены не были.

Контроль содержания соединений меди, цинка, свинца и кадмия в реках Холодная (4 пробы), Давша (3 пробы), Кика (4 пробы), Максимиха (4 пробы), Большая Речка (7 проб) проведен ГУ «Бурятский ЦГМС». Для определения соединений металлов из перечисленных рек было отобрано 22 пробы воды (22 пробы в 2008 г.).

В подавляющем числе проб воды, отобранных в 2009 г., соединения меди были отмечены в концентрациях 0,1-7,0 мкг/л (0,8-9,2 мкг/л в 2008 г.). Максимальная концентрация достигала 12,5 мкг/л в пробе воды р. Максимиха, отобранной в июле 2009 г. Содержание соединений цинка в пробах воды рек находили чаще всего в интервале 3-18 мкг/л (2-15 мкг/л в 2008 г.). По данным 2009 г., повышенные концентрации соединений цинка достигали 32 мкг/л в воде р. Кика в октябре, 36 мкг/л в августе и 32 мкг/л в октябре в воде р. Холодная, находились в интервале от 25 мкг/л до 30 мкг/л в пробах воды р. Большая Речка (сентябрь, октябрь, декабрь). Максимальную концентрацию, равную 50 мкг/л, наблюдали в пробе воды р. Максимиха, отобранной в октябре 2009 г. Следует отметить, что уровень повышенных до 25-50 мкг/л концентраций соединений цинка в воде перечисленных выше 5 рек был отмечен в осенних и зимних пробах воды, отобранных в период пониженного стока речных вод. В 2008 г. все концентрации соединений цинка, повышенные до 25-31 мкг/л, были отмечены в пробах, отобранных в мае, июне и августе, то есть при прохождении по рекам основной части годового водного стока. В подавляющем числе проб воды, отобранных в 2009 г., соединения свинца присутствовали в концентрациях 0,2-6,0 мкг/л (0,7-6,0 мкг/л в 2008 г.). В октябре 2009 г. в пробах воды трех рек были отмечены повышенные концентрации, равные 17 мкг/л (реки Холодная, Максимиха) и 11 мкг/л (р. Кика). В 2008 г. повышенные концентрации соединений свинца составляли 10 мкг/л и были отмечены в воде р. Кика в апреле и р. Большая Речка в августе. В отобранных в 2009 г. пробах воды рек Большая Речка, Холодная, Давша, Максимиха соединения кадмия обнаружены не были. Концентрацию, равную 0,2 мкг/л, наблюдали в пробе воды р. Кика, отобранной в марте 2009 г. В 2008 г. уровень обнаруженных в воде рек концентраций соединений кадмия был выше - от 0,6-1,9 мкг/л в воде р. Большая Речка до 4 мкг/л в воде р. Максимиха.

В 2009 г. в реках Холодная, Давша (северный Байкал), Кика, Максимиха, Сарма (средний Байкал), Голоустная, Бугульдейка, (южный Байкал), превышения ПДК фенолов не наблюдали. В воде р. Большая Сухая (средний Байкал) превышения ПДК летучих фенолов были отмечены в 2 пробах воды из 4, отобранных в 2009 г. - максимальная концентрация достигала 4 ПДК в мае, в августе концентрация была ниже, составляя 2 ПДК. В 16 из 18 притоков южного Байкала концентрации, превышающие ПДК фенолов, были отмечены в 34 пробах воды из 82 отобранных. Концентрация летучих фенолов, повышенная до 7 ПДК, была отмечена в марте 2009 г. в воде р. Большая Осиновка, до 8 ПДК - в июньской пробе воды р. Мантуриха. В остальных случаях контроля превышающие ПДК концентрации фенолов в воде 16 загрязненных рек чаще всего составляли 2-3 ПДК. В целом по южной части бассейна озера частота превышения ПДК фенолов в воде рек составляла 39% (41% в 2008 г., 5 % в 2007 г.).

В 2009 г. превышения ПДК нефтепродуктов были отмечены в воде 7 контролируемых малых притоков озера (в 5 реках в 2008 г.) В северной части озера в мартовских пробах воды концентрация нефтепродуктов достигала 2,6 ПДК (р. Холодная), 1,4 ПДК (р. Давша). В средней части бассейна озера превышения ПДК были отмечены в 2 пробах воды (из 4) р. Кика и 2 пробах (из 4) р. Максимиха. Наблюдали снижение максимальной концентрации нефтепродуктов до

1,8 ПДК (2,2 ПДК в 2008 г.) в воде р. Кика, в воде р. Максимиха максимальная концентрация составляла 2 ПДК (уровень 2008 г.). В 2009 г. среди 18 рек, впадающих в южный Байкал, загрязнение воды нефтепродуктами было отмечено в р. Солзан (в 1 пробе из 5), р. Переемная (в 1 пробе из 5), р. Большая Речка (в 2 пробах из 7). В пробах воды р. Солзан (март 2009 г.) и р. Переемная (май 2009 г.) концентрация нефтепродуктов составляла 1,8 ПДК. В пробах воды р. Большая Речка, отобранных в сентябре и октябре 2009 г., концентрации были равны, соответственно, 2,2 ПДК и 1,2 ПДК. В 2009 г. превышения ПДК нефтепродуктов в воде рек, впадающих в озеро по западному берегу (Голоустная, Бугульдейка, Сарма), и в 15 из 18, контролируемых южных рек восточного побережья, отмечены не были.

В 2009 г. контроль содержания пестицидов проведен в воде рек Селенга, Верхняя Ангара, Тыя, Давша, Баргузин, Турка, Максимиха, Большая Речка, Голоустная, Бугульдейка, Хара-Мурин, Снежная. В 31 пробе воды всех перечисленных 12 рек в 2009 г. были выполнены определения изомеров ГХЦГ и ДДТ. В устьях рек Голоустная, Бугульдейка, Хара-Мурин, Снежная, выполнено по 8 определений ДДД и ДДЭ. По результатам контроля в 2009 г. изомеры ГХЦГ, ДДТ, ДДЭ, и ДДД в воде изученных рек обнаружены не были. В 2008 г. в 26 пробах воды, отобранных из тех же 12 рек, перечисленные пестициды также не фиксировались.

Обобщая представленную гидрохимическую информацию о состоянии 29 притоков оз. Байкал в 2009 г., следует отметить:

— влияние на озеро р. Селенга, его главного притока, усилилось по величине выноса углеводородов в 1,4 раза - до 0,63 тыс.т (0,45 тыс.т в 2008 г.), по поступлению СПАВ в 1,5 раза - до 0,28 тыс.т. (0,19 тыс.т в 2008 г.), по поступлению жиров в 3 раза до 0,26 тыс.т (0,08 тыс.т в 2008 г.);

— в северной части бассейна частота превышения ПДК нефтепродуктов повысилась до 44% (33% в 2008 г.) в воде р. Верхняя Ангара, до 33% (22% в 2008 г.) в воде р. Тыя. Превышения ПДК нефтепродуктов были отмечены в воде 7 малых притоков - реках Холодная и Давша (север), Кика и Максимиха (средний Байкал), Большая Речка, Переемная и Солзан (южный Байкал). Максимальная концентрация нефтепродуктов, равная 2,6 ПДК, отмечена в воде р. Холодная (март 2009 г.), в воде рек Кика, Максимиха, Большая Речка концентрации выше предельно допустимой были отмечены в интервале 1,8-2,2 ПДК (уровень значений 2008 г.). В пробах воды р. Солзан (март 2009 г.) и р. Переемная (май 2009 г.) наблюдали концентрации, равные 1,8 ПДК. Следует отметить, что по данным 2008 г. среди 18 малых притоков южного Байкала превышение ПДК нефтепродуктов было отмечено только в пробах воды р. Большая Речка;

— по юго-восточному побережью озера отмечено повышение максимальных концентраций летучих фенолов до 7 ПДК в воде р. Большая Осиновка (март 2009 г.) и до 8 ПДК в воде р. Мантуриха (июнь 2009 г.). Среди притоков среднего Байкала максимальная концентрация летучих фенолов не превышала 4 ПДК (р. Большая Сухая, май 2009 г.), в воде рек Холодная и Давша превышения отмечены не были. Для всех 29 контролируемых притоков озера частота превышения ПДК фенолов была равна 15,0%, сохраняясь на уровне значения 2008 г.

— пестициды ГХЦГ, ДДТ, ДДД, ДДЭ не присутствовали в пробах воды рек Селенга, Верхняя Ангара, Тыя, Давша, Баргузин, Турка, Максимиха, Большая Речка, Голоустная, Бугульдейка, Хара-Мурин, Снежная.

По данным контроля 2009 г. влияние на оз. Байкал его главного притока, р. Селенга, других контролируемых крупных и малых притоков озера продолжало оставаться негативным.

В условиях продолжающегося загрязнения воды контролируемых притоков озера в 2009 г. и планируемого запуска БЦБК в 2010 г. срывы комплексного мониторинга озера по гидрохимическим, геохимическим и гидробиологическим показателям недопустимы.

4.3. Состояние отдельных компонентов планктона экосистемы юго-восточной части Балтийского моря

В 2003-2009 гг. в российской зоне юго-восточной части Балтийского моря были проведены исследования в рамках программы производственного экологического мониторинга ООО «ЛУКОЙЛ-Калининградморнефтегаз». В июле 2009 г. с участием специалистов ИГКЭ проводился мониторинг некоторых компонентов планктона данного района. Исследования включали определение наиболее вероятной численности углеводородокисляющих микроорганизмов, оценку видового состава, численности и биомассы зоопланктона.

В июле 2009 г., в отличие от предыдущих летних сезонов 2003-2008 гг., исследования планктона дополнительно проводились на прибрежных мелководных станциях 3, 5 и 6, и были исключены глубоководные станции 12 и 14. (рис. 4.2.) Отбор проб планктона проводился примерно на две недели позже обычных сроков, за исключением 2003 г., когда работы проводились в это же время. Пробы бактерио- и зоопланктона были отобраны и предварительно подготовлены сотрудниками АО ИОРАН и АтлантНИРО (г. Калининград) в ходе рейса на НИС «Шельф».

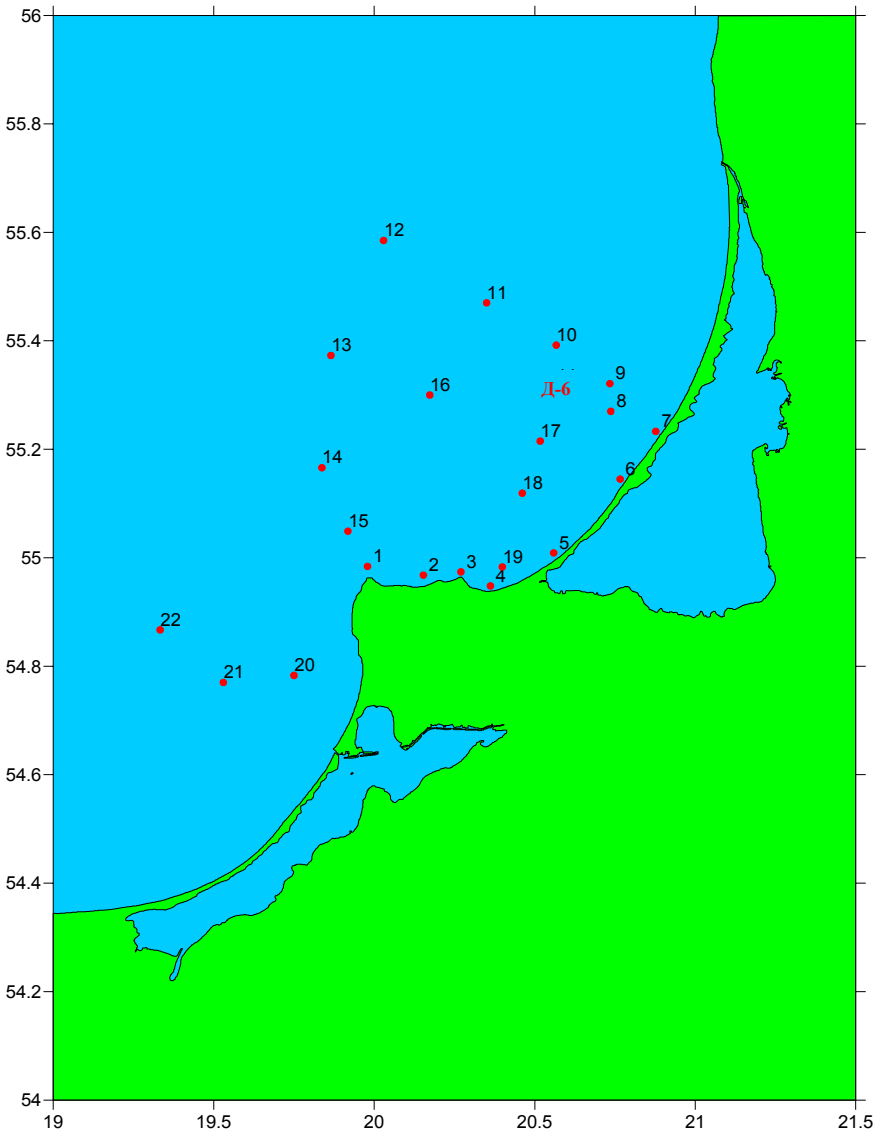


Рис. 4.2. Схема расположения станций производственного экологического мониторинга ООО «ЛУКОЙЛ-Калининград-морнефтегаз» в российской зоне юго-восточной части Балтийского моря в 2003-2009 гг.

На станциях 4, 5, 6 впервые за 2003-2009 гг. проводилось определение параметров планктона

На станциях 12 и 14 впервые за 2003-2009 гг. наблюдения не проводились

Уровни содержания нефтеокисляющих микроорганизмов

Исследования содержания нефтеокисляющих микроорганизмов (НМ) на НИС «Шельф» были проведены на 39-ти горизонтах 14-ти станций.

Наиболее вероятная средняя численность (НВЧ) НМ в разных районах варьировала от 0 до 10^5 кл/мл. (табл. 4.1.) На мелководных станциях №5, 6, 7, 9, 9L и глубоководных станциях №22 и 23 значения НВЧ НМ достигали 10^4–10^5 кл/мл, при этом на станциях №3, 11 и 18 не превышали 10^2 кл/мл. Как правило, наиболее высокие концентрации микроорганизмов этой физиологической группы отмечались в придонных слоях, где достигали 10^5 кл/мл. Наиболее загрязненными оказались придонные воды станций №6, 7, 9, 9L, 22 и 23.

В летний период 2003-2009 гг. в целом пространственное распределение и межгодовая изменчивость численности НМ носили мозаичный характер. Минимум НВЧ этой группы микроорганизмов относился к 2003 г., когда было отмечено только два случая повышения НВЧ до 10^3 кл/мл. В целом относительно низкими значения НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов были в июле 2006 г. и 2007 г. С 2007 г. отмечено увеличение числа регистраций НВЧ НМ со значениями 10^4 кл/мл. Наибольшие скопления этих микроорганизмов были определены в придонных слоях, где их численность нередко превышала значения НВЧ в водной толще на два порядка. (рис. 4.3. и 4.4.) Это касалось как прибрежных (1, 3, 7, 9, 9L), так и глубоководных станций (12, 14, 16, 22, 23). Максимальные величины НВЧ НМ за весь период летних исследований были определены в июле 2009 г.

При всей мозаичности распределения нефтеокисляющих микроорганизмов в летний период 2003-2009 гг. прослеживалось увеличение численности этой группы в водах района.

Табл. 4.1. Наиболее вероятная средняя численность нефтеокисляющих микроорганизмов (N, кл/мл) в юго-восточной части Балтийского моря в июле 2009 г.

Станция	Глубина, м	N, кл/мл
1	0	100
	10	1 000
3	0	100
	10	10
4	0	100
	10	1 000
5	0	10 000
	8	10 000
6	0	10 000
	6	100 000
7	0	100
	7	100 000
9	0	1 000
	10	100
	21	10 000
9L	0	10
	10	100
	30	10 000
11	0	10
	20	100
	43	100
16	0	0
	20	100
	43	1 000
17	0	100
	20	1 000
	23	100
18	0	100
	20	100
	26	100
22	0	100
	10	10
	30	1 000
	65	10 000
	108	10 000
23	0	100
	20	1 000
	46	10 000

Таксономическая характеристика зоопланктона

В июле 2009 г. в разных частях района мониторинга наблюдалось типичное для летнего периода разделение доминирования между веслоногими ракообразными (*Copepoda*) и коловратками (*Rotatoria*). В глубоководных местообитаниях в сообществе зоопланктона преобладали копеподы: они составляли до 99% от общей численности и биомассы зоопланктона (станции №№11, 16, 22). В мелководной зоне среди планктонных организмов доминировали мелкоразмерные коловратки.

В зависимости от характера вод численность копепод на отдельных станциях существенно варьировала от 15,3 до 139,2 тыс.экз./м^3, биомасса - от 53,7 до 1 788,2 мг/м^3 с максимумами на станции 3 и 16 (рис. 4.5. и 4.6.).

Межгодовая изменчивость численности копепод в целом по району была незначительной. Средние значения численности копепод варьировали в диапазоне от 34,5 до 59,1 тыс.экз./м^3. Биомасса копепод в среднем изменялась от 481,3 до 943,7 мг/м^3. (рис. 4.7.) Самые высокие средние количественные показатели копепод в 2008 г. и минимальные, определенные в 2006 г., различались менее чем в 2 раза, что может свидетельствовать об относительной межгодовой стабильности популяций веслоногих рачков в период летних исследований в районе мониторинга.

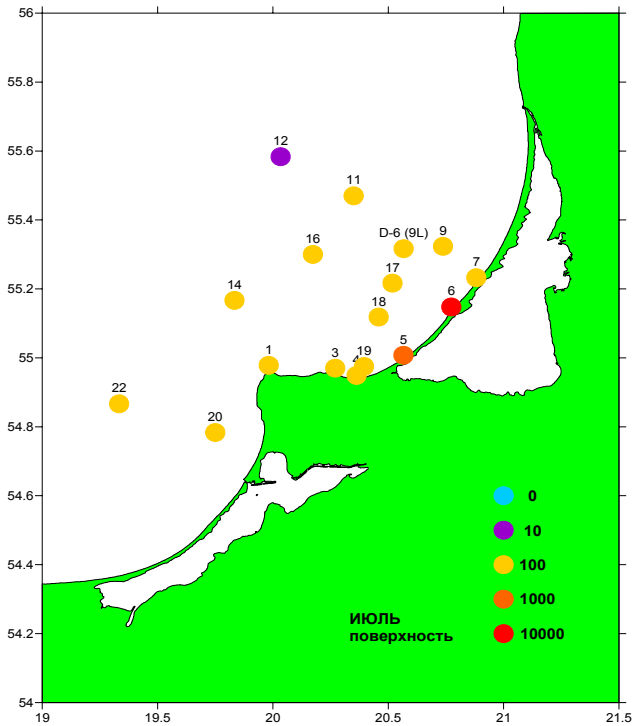


Рис. 4.3. Средние значения НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов, кл/мл, на поверхностных горизонтах станций мониторинга в июле 2003-2009 гг.

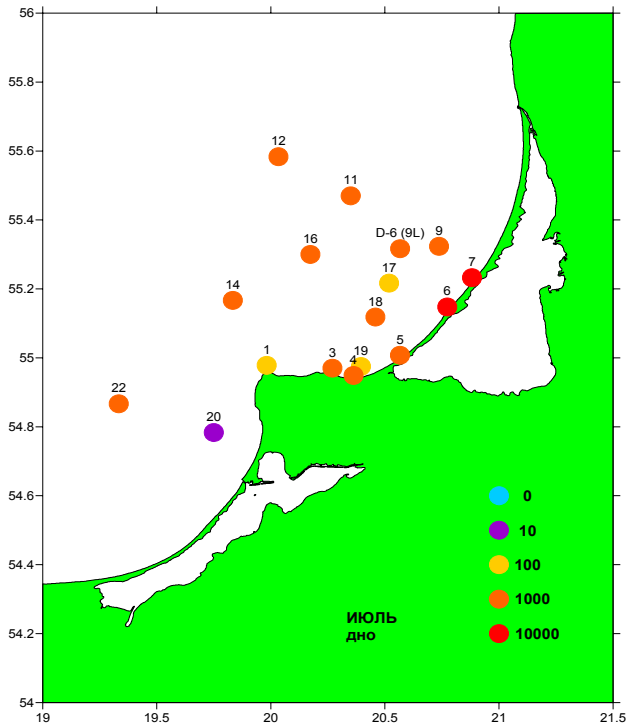


Рис. 4.4. Средние значения НВЧ нефтеокисляющих микроорганизмов, кл/мл, на придонных горизонтах станций мониторинга в июле 2003-2009 гг.

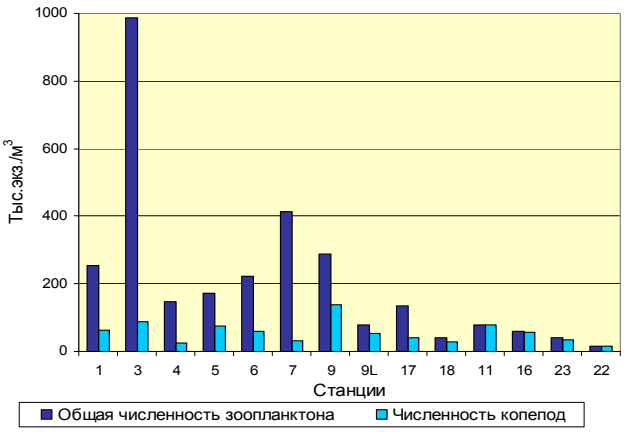


Рис. 4.5. Численность зоопланктона и веслоногих ракообразных в районе экомониторинга Д-6 в июле 2009 г.

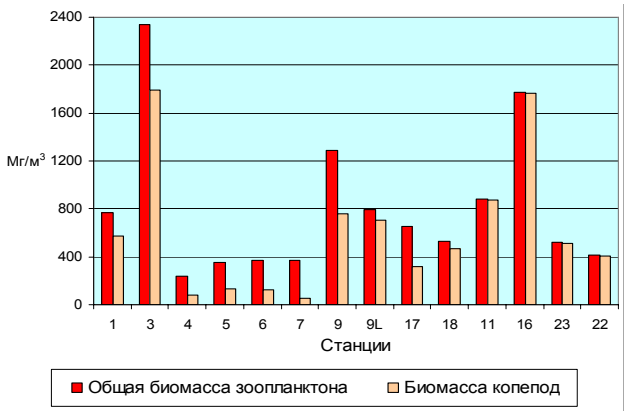


Рис. 4.6. Биомасса зоопланктона и веслоногих ракообразных в районе экомониторинга Д-6 в июле 2009 г.

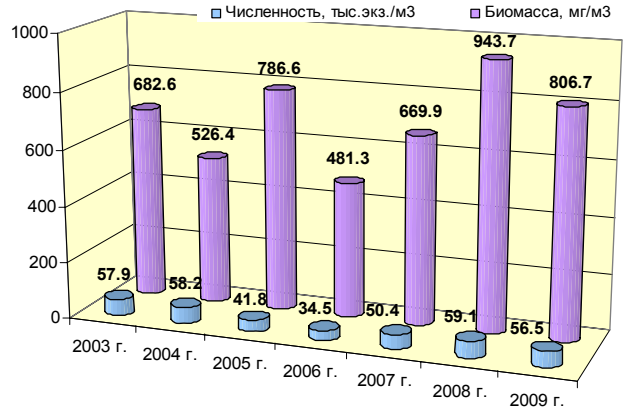


Рис. 4.7. Средние значения численности и биомассы веслоногих ракообразных на повторяющихся станциях мониторинга 1, 3, 7, 9, 9L, 11, 12, 14, 16, 18, 22 в июле 2003-2009 гг.

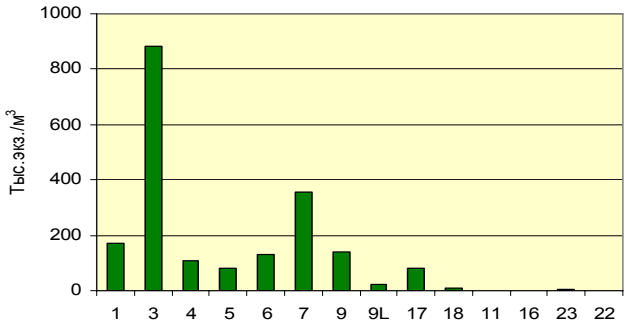


Рис. 4.8. Численность коловраток в районе экомониторинга Д-6 в июле 2009 г.

Как и в предыдущие годы, наиболее массовыми среди копепод были три вида рода *Acartia* - *Acartia bifilosa*, *A.longiremis* и *A.tonsa* (объединены в *Acartia spp.*) и *Temora longicornis*. В мелководной части района преобладали *Acartia spp.*, в более глубоководной - *T.longicornis*. Доли численности и биомассы неритических *A.bifilosa* и A.tonsa на мелководье достигали 99,6% от общих значений, рассчитанных для копепод. К середине лета в прогретых прибрежных водах численность и биомасса *Acartia spp.* достигали очень высоких значений - 88,5 тыс.экз./м^3 и 1780,6 мг/м^3, соответственно, (станция №3), что оказалось более чем в 2 раза выше, чем в 2008 г.

Temora longicornis доминировал в более глубоких водах. Относительная численность этого вида варьировала здесь от 19,1 до 91,5% от численности копепод, биомасса - от 17,1 до 84,2% от биомассы копепод. При этом в водах с глубинами более 20 м подавляющего доминирования *T.longicornis* не наблюдается, поскольку здесь, в отличие от мелководья, обитают несколько конкурирующих видов копепод.

Холодноводный вид *Pseudocalanus minutus* в летний период, как правило, исчезает на акватории района мониторинга с глубиной менее 20 м. В июле 2009 г. на прибрежных станциях *P.minutus* не обнаруживался, единичные особи этого вида встречались на станциях №1 и 17. Плотность популяции этого вида была максимальной на станциях №16 и 22, соответственно, 13,2 тыс.экз./м^3 и 10,3 тыс.экз./м^3, биомасса достигала 351,6 мг/м^3 и 297,2 мг/м^3. Уровень значений численности *P.minutus* не отличался от значений, полученных в 2008 г., однако биомасса была почти вдвое выше за счет содержания более взрослых особей.

Повсеместно в районе мониторинга встречался *Centropages hamatus*. Его численность была невысока, особенно на прибрежном мелководье. Встречаемость солоноватоводной копеподы *Eurytemora hirundoides* была крайне низкой. Распространение *E.hirundoides* летом 2009 г. существенно сократилось, по сравнению с 2008 г., вероятно, в условиях более высокой солености.

В прибрежных водах массовое развитие получили теплолюбивые коловратки - вторая доминирующая группа летнего зоопланктона. Их относительное содержание достигало 89% от общей численности и 53% общей биомассы. В то же время на глубоководных станциях доли численности и биомассы коловраток не превышали 0,3% от общих значений. Численность коловраток варьировала в диапазоне от 0,05 до 882,5 тыс.экз./м^3 (рис. 4.8.).

Самое высокое значение численности коловраток было определено на станции №3 (г. Пионерский) - оно вдвое превышало зарегистрированный ранее максимальный уровень (2008 г.) и было на два порядка выше, чем в начале исследований в 2004 г. (рис. 4.9.). Вероятнее всего, аномально высокое развитие коловраток, одного из первичных звеньев пищевой цепи, связано с усилением эвтрофирования этого локального местообитания. Подобную картину массового развития коловраток наблюдали на станции №7 (литовская граница) в 2003 г. (рис. 4.9.).

Биомасса коловраток также была максимальной на мелководных участках, ее величина изменялась от 0,05 до 454,6 мг/м^3 и была наиболее высокой на станциях №9 и 3 (рис. 4.10.). Максимальные значения биомассы коловраток в 2009 г. вдвое превышали полученные ранее величины.

Средние значения численности коловраток в 2003-2009 гг. варьировали в широких пределах - от 8,7 до 144,6 тыс.экз./м^3, биомасса в среднем изменялась от 22,5 до 118,5 мг/м^3 (рис. 4.11.). Максимальное развитие коловратки получили в 2003 г. и 2009 г., самые низкие значения их численности относились к 2004 г. и 2007 г. В отличие от веслоногих рачков, мелкоразмерные коловратки характеризуются коротким жизненным циклом, их развитие в значительной мере определяется температурными условиями, поэтому межгодовые колебания численности коловраток существенны при значительных температурных колебаниях. Продолжительные периоды устойчиво высокой температуры морской воды обеспечивают мелким фракциям зоопланктона, таким как коловратки и личиночные стадии морских организмов, оптимальные условия для массового интенсивного развития.

Развитие в летнем планктоне термофильных ветвистоусых рачков *Cladocera* в 2009 г. было относительно невысоким. Доля численности этой группы даже на мелководных участках района не превышала 4,8% от общей численности зоопланктона. В то же время, за счет преобладания крупных организмов, доля биомассы кладоцер иногда была значительной - от 20,6 до 38,5% от общей биомассы зоопланктона.

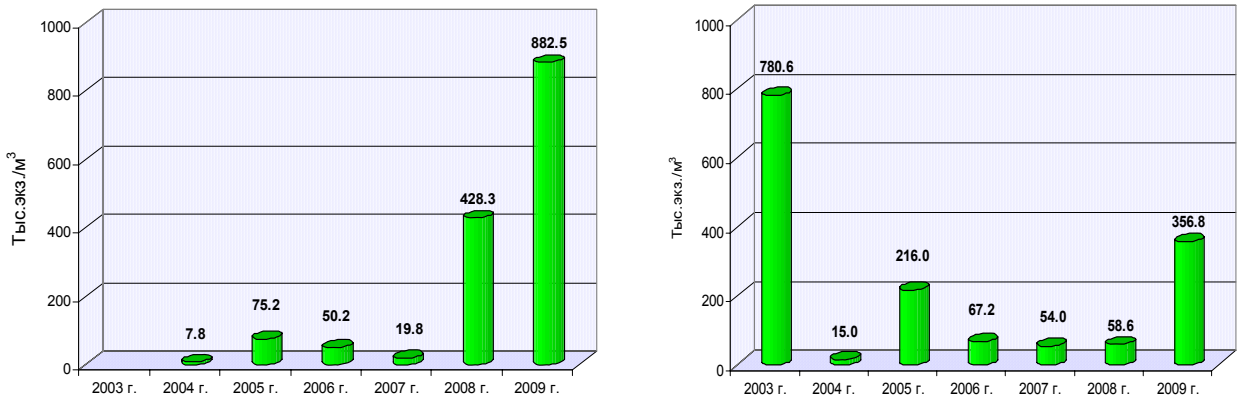


Рис. 4.9. *Численность коловраток (Rotatoria) на станциях №3 (слева) и №7 (справа) района экомониторинга Д-6 в июле 2003-2009 гг.*

Распространение новых, недавно утвердившихся видов кладоцер, *Cercopagis pengoi* и *Evadne anonyx* было, в основном, приурочено к мелководным участкам. Единичные особи *C.pengoi* были обнаружены только в восточной прибрежной части района на станциях №3, 5-7 и 9. Биомасса этого крупного вида составляла здесь 4,1-28,6 мг/м^3 с максимумом на станции №7. Распространение *E.anonyx* оказалось более широким: вид встречался на станциях №1, 3-7, 9L, 17, 18. Максимальные значения численности и биомассы *E.anonyx* были определены на станции №3 - 200 экз./м^3 и 9,3 мг/м^3, соответственно. Очевидно, что даже в условиях теплого лета эти виды-вселенцы не получили массового развития.

Меропланктон летом 2009 г. был представлен относительно слабо. Из личинок донных животных наиболее широко были распространены только науплии и циприсы усоногих ракообразных. В глубоководной области они либо не обнаруживались либо встречались отдельные особи. Доля численности и биомассы усоногих рачков не превышала 15,3% от общих значений и была максимальной на станции №6. Личинки двустворчатых моллюсков (*Bivalvia*) встречались повсеместно, наиболее часто - в прибрежной зоне. Биомасса этой группы на мелководных участках составляла 9,7-14,4 мг/м^3, что было в несколько раз выше значений, полученных в 2008 г. Самой малочисленной группой меропланктона в июле 2009 г. были личинки многощетинковых червей (*Polychaeta*). На станциях №3-7 и 23 планктонные личинки полихет в пробах отсутствовали. На остальной акватории их встречаемость была крайне низкой.

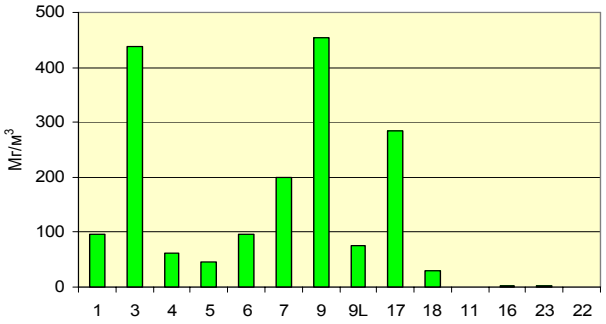


Рис. 4.10. *Биомасса коловраток в районе экомониторинга Д-6 в июле 2009 г.*

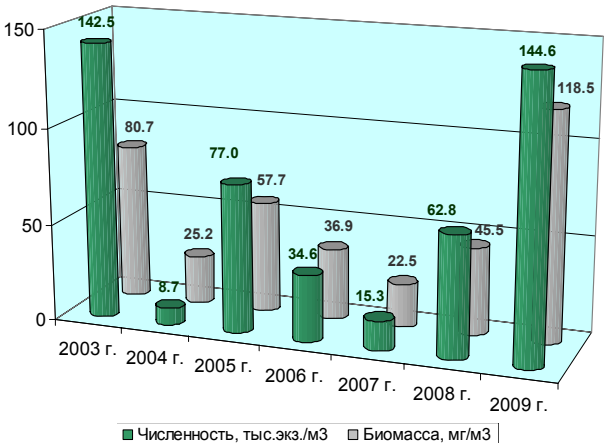


Рис. 4.11. *Средние значения численности и биомассы коловраток на повторяющихся станциях мониторинга №№1, 3, 7, 9, 9L, 11, 12, 14, 16, 18, 22 в июле 2003-2009 гг.*

Количественная характеристика зоопланктона

Общая численность зоопланктона летом 2009 г. изменялась в широких пределах - от 15,9 тыс.экз./м^3 до 987,3 тыс.экз./м^3 (рис. 4.5.). Биомасса в отдельных частях района различалась на порядок и варьировала от 238,9 мг/м^3 до 2334,7 мг/м^3. (рис. 4.6.) Наиболее высокие значения численности зоопланктона, за счет массового развития коловраток, были отмечены в прибрежной части района (станции №3, 7), минимальные - в глубоководной области (станция №22). На станциях №1, 3 и 9 были определены максимальные для этих участков уровни численности зоопланктона за весь период летних наблюдений, а на станциях №3, 9 и 16 - максимальные величины биомассы. На остальных станциях значения количественных параметров находились в пределах межгодовой изменчивости, определенных в период 2003-2008 гг.

Аномально низкая численность зоопланктона была отмечена на поверхностных горизонтах (0 и 10 м) станций №9L, 11, 16, 22 и 23 в условиях сильнейшего цветения цианобактерий. Например, на станции №22 общая численность зоопланктона на поверхностном горизонте 0 м составляла всего 1,2 тыс.экз./м^3.

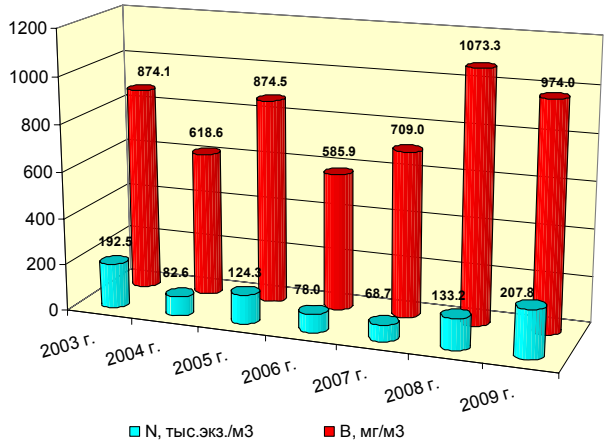


Рис. 4.12. *Средние значения численности и биомассы зоопланктона на повторяющихся станциях мониторинга №№1, 3, 7, 9, 9L, 11, 12, 14, 16, 18, 22 в июле 2003-2009 гг.*

Средняя численность зоопланктона, рассчитанная на повторяющихся станциях, оказалась максимальной за все время наблюдений - 207,8 тыс.экз./м^3 и была наиболее близкой значению, полученному в 2003 г. также в середине июля (рис. 4.12.). Вероятнее всего, на результаты количественных исследований оказало влияние проведение работ в более поздние, по сравнению с 2004-2008 гг., сроки (рис. 4.13.) Очевидно, что для сообщества зоопланктона в этот период характерны более высокие уровни численности мелкоразмерных групп планктона, дающих кратковременные вспышки численности в условиях устойчиво теплого лета и эвтрофирования. Что касается средней биомассы зоопланктона, ее значение (974 мг/м^3) не выходило за ранее определенные пределы (рис. 4.12.). Это свидетельствует о стабильном состоянии популяций копепод, составляющих основу сообщества зоопланктона.

Гетеротрофная сапрофитная микрофлора, способная окислять нефтяные углеводороды, довольно широко распространена в исследуемых водах. Распространение этой физиологической группы микроорганизмов в районе мониторинга в летний период 2003-2009 гг. носило мозаичный характер.

В июле 2009 г. наиболее высокие концентрации нефтеокисляющих микроорганизмов были отмечены в придонных слоях, где достигали 10^5 кл/мл. Средние значения наиболее вероятной численности нефтеокисляющих микроорганизмов в летний период составили 10^3 кл/мл. Наиболее загрязненными оказались придонные воды восточной мелководной и западной глубоководной частей района. Выявлена тенденция увеличения численности нефтеокисляющих микроорганизмов в летний период 2003-2009 гг., особенно в глубоководных районах и придонных слоях.

Сообщество летнего зоопланктона в 2009 г. характеризовалось высоким уровнем количественного развития, в значительной степени его мелкоразмерной фракции. Уровень численности зоопланктона был максимальным за весь период исследований 2003-2009 гг., что было связано с температурными условиями, в то же время величина средней биомассы зоопланктона не выходила за ранее определенные пределы межгодовой нормы.

Максимально высокий уровень численности зоопланктона в районе г. Пионерский в 2008 г. и 2009 г., вероятно, обусловлен усилением эвтрофирования этого местообитания. Аномально низкая численность зоопланктона на поверхностных горизонтах некоторых станций, по всей видимости, была связана с интенсивным цветением цианобактерий.

Недавние виды вселенцы *Cercopagis pengoi* и *Evadne anonyx* (*Cladocera*) в районе исследований не получили массового распространения и были, основном, приурочены к восточным мелководным участкам.

Не выявлены какие-либо значительные негативные эффекты на изучаемые компоненты планктона, связанные с функционированием нефтяной платформы.

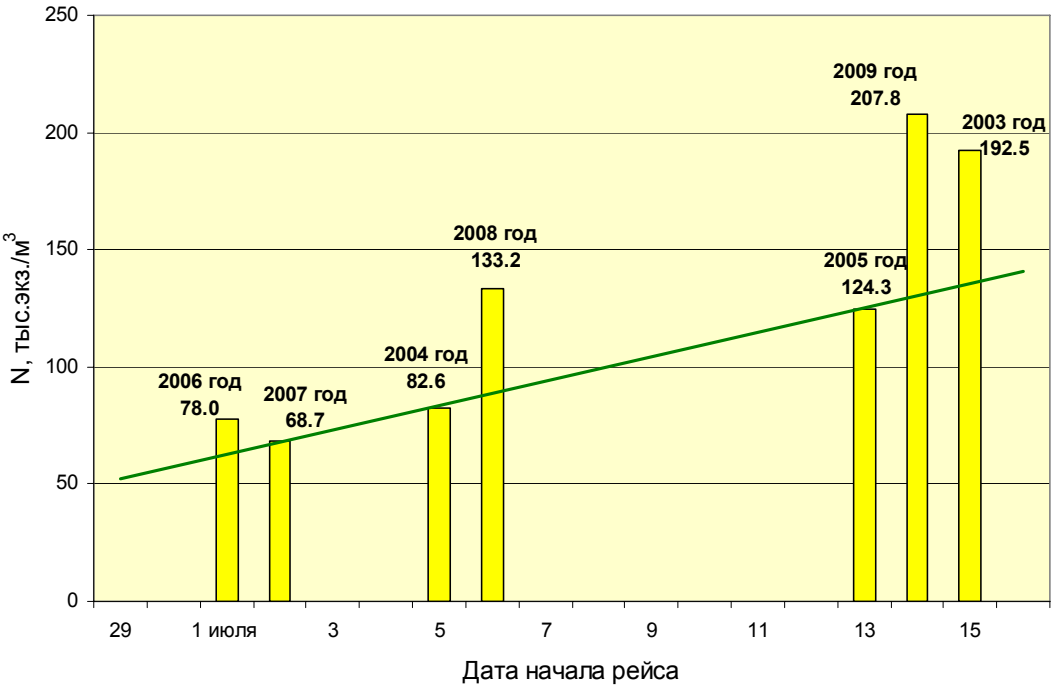


Рис. 4.13. *Средние значения численности зоопланктона на повторяющихся станциях мониторинга №№1, 3, 7, 9, 9L, 11, 12, 14, 16, 18, 22 в зависимости от сроков проведения исследований в июле 2003-2009 гг.*

4.4. Комплексная оценка загрязнения окружающей среды побережий арктических морей и архипелага Шпицберген

Обследование включало район расположения пос. Баренцбург, прилегающие территории, а также акваторию и побережье залива Гренфьорд.

Работы выполнялись Северо-Западным филиалом ГУ «НПО «Тайфун» в рамках реализации «Программы Росгидромета по организации и развитию работ и научных исследований на архипелаге Шпицберген в 2008-2010 годах».

Полевые работы проводились в мае (весенний период) и августе-сентябре (летне-осенний период) и включали: геоэкологическое опробование атмосферного воздуха и атмосферного аэрозоля, снежного покрова, морского льда, почв и наземной растительности на территории пос. Баренцбург, его санитарно-защитной зоны и фоновых районов; морских поверхностных вод, морских водных взвесей и донных отложений на акватории залива Гренфьорд; поверхностных вод и донных отложений озера Биенда-стеммев и реки Грендалсэльва, долина которой расположена южнее поселка Баренцбург.

Атмосферный воздух

В пробах атмосферного воздуха определялись концентрации пыли, газовых примесей и легколетучих органических соединений (ЛОС). Также был проведен отбор проб атмосферного аэрозоля для определения тяжелых металлов (Ni, Co, Zn, Cd, Cu, Pb, Cr, Hg) и мышьяка, хлорорганических соединений (ХОС), включая полихлорбифенилы (ПХБ), и полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

Основными веществами, загрязняющими атмосферный воздух поселка, являются пыль, диоксид серы, оксиды азота и углерода, сероводород, соединения ПАУ и ЛАУ, ТМ. В период весенней и летне-осенней съемок максимальные концентрации пыли (21,3 мкг/м^3), диоксида серы (до 4,39 мкг/м^3), оксида углерода (до 234 мкг/м^3) и диоксида азота (до 4,23 мкг/м^3) были зафиксированы в атмосферном воздухе вблизи ЦЭС.

Содержание в атмосферном воздухе сероводорода было ниже предела чувствительности используемого метода анализа, что не позволило его надежно идентифицировать (< 0,5 мкг/м^3).

Содержание летучих органических соединений достигало значений 2,1 мкг/м^3 в летне-осенний период. В весенний период наблюдений концентрации ЛОС были ниже предела чувствительности используемого метода анализа, что не позволило их надежно идентифицировать.

Из хлорорганических соединений (ХОС) в пробах воздуха обнаружены полихлорбензолы, пестициды группы ГХЦГ и ДДТ, а также полихлорбифенилы (ПХБ). Концентрации соединений групп полихлорциклодиенов не превышали предела чувствительности метода определения. Из всех хлорорганических соединений максимальные концентрации были обнаружены весной для гексахлорбензола (0,75 нг/м^3) и пентахлорбензола (0,67 нг/м^3). Максимальные концентрации 2.4 ДДД достигали 0,23 нг/м^3. Наиболее высокое содержание в атмосферном аэрозоле имело место у конгенера #52 (0,23 нг/м^3).

Из определявшихся полициклических ароматических углеводородов в весенний период наблюдений были идентифицированы фенантрен, антрацен и флуорантен, максимальные концентрации которых составили соответственно 0,05 нг/м^3, 0,77 нг/м^3 и 4,69 нг/м^3. Суммарное содержание ПАУ изменялось от нулевых значений до 5,47 нг/м^3. В летне-осенний период содержание соединений группы ПАУ было ниже весенних, максимальное суммарное содержание ПАУ составило 2,82 нг/м^3.

Из списка тяжелых металлов в пробах атмосферного воздуха осенью обнаружены: цинк, медь, никель, кобальт, свинец. Максимальные концентрации цинка достигали 7,69 нг/м^3, меди - 4,82 нг/м^3, никеля - 3,72 нг/м^3, свинца - 4,26 нг/м^3

Полученные данные по уровням концентраций загрязняющих веществ в атмосферном воздухе района сопоставимы с данными норвежских исследователей (AMAP Assessment Report: Arctic Pollution Issues. Arctic Monitoring and Assessment Programme. Oslo. 1998).

Снежный покров

В образцах снежного покрова, отобранных в районе расположения пос. Баренцбург, идентифицированы компоненты минерального состава (хлориды, сульфаты, щелочные и щелочноземельные металлы (Na, K, Ca, Mg), соединения азота (нитриты, нитраты, аммоний), нефтяные углеводороды, фенолы, ПАУ, ХОС и ТМ.

Водородный показатель (pH) снежного покрова в районе работ находился в пределах от 5,23 до 9,65 ед. pH, составляя в среднем 6,69 ед. pH. Максимальная концентрация взвешенных веществ в снежном покрове составила - 12,8 мг/л.

Концентрации главных ионов в снежном покрове обследованной территории изменялись в следующих пределах: хлориды - от 0,53 мг/л до 13,1 мг/л; сульфаты - от 0,20 до 2,03 мг/л; натрий - от 0,35 до 7,79 мг/л; калий - от <0,1 мг/л до 0,34 мг/л; кальций - <1 мг/л; магний - <1 мг/л талой воды.

Концентрации минеральных форм азота в снежном покрове района работ изменялись следующим образом: для нитратного азота - от <5 мкг/л до 120 мкг/л; для нитритного азота - от <0,5 мкг/л до 4,11 мкг/л.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах снега изменялось от 11 до 872 мкг/л талой воды.

Концентрация фенолов в пробах снежного покрова изменялась от 0,6 до 1,3 мкг/л талой воды.

Из 16 контролируемых поли-циклических ароматических угле-водородов (ПАУ) в снежном покрове были обнаружены: нафталин, содержание которого находилось в пределах от 1,6 нг/л до 42,6 нг/л талой воды; фенантрен, концентрации которого колебались от <0,5 до 17,2 нг/л талой воды; флуорантен, концентрации которого изменялась от <1,0 до 52,3 нг/л талой воды; бенз(b)флуорантен+перилен, содержание которого находилось в интервале от <0,2 до 13,0 нг/л талой воды; бенз(k)флуорантен, кон-

центрации которого варьировались от <0,1 до 6,81 нг/л талой воды. Суммарное содержание соединений группы ПАУ в снежном покрове изменялось от 1,6 до 83,8 нг/л талой воды.

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах снега в период наблюдений зафиксировано наличие пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ и ПХБ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в снежном покрове фиксировались конгенеры #28, #52, #101, #105, #118, #138, #153, #156, #180. Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС составляли: для суммы ГХЦГ - 0,3 нг/л, для суммы ДДТ - 0,74 нг/л, для суммы ПХБ - 26,5 нг/л; для суммы полихлорбензолов - 0,45 нг/л талой воды. Содержание полихлорциклодиенов находилось ниже пределов их обнаружения (<0,05 нг/л талой воды).

Содержание контролируемых тяжелых металлов в пробах снега находилось в следующих пределах: железа - от 4,32 до 13,4 мкг/л; марганца - от 1,22 до 3,11 мкг/л; цинка - от 1,20 мкг/л до 7,24 мкг/л; меди - от <0,5 до 3,73 мкг/л талой воды. Содержание никеля, свинца, кадмия, хрома, кобальта, ртути и мышьяка находились ниже предела обнаружения (<3,0; <1,0; <0,07, <0,3; <1; <0,05; <1,5 мкг/л, соответственно). Таким образом, снежный покров территории поселка и его окрестностей в целом характеризуется повышенными концентрациями пестицидов группы ГХЦГ, ПХБ, некоторых ПАУ и тяжелых металлов по сравнению с фоновыми районами Российской и Канадской Арктики (Карское море и ледник Агассиз на о. Элсмир). Загрязнение снежного покрова ХОС связано, в основном, с глобальными источниками, тогда как ПАУ, НУ и ПХБ - с региональными и локальными. Повышенные уровни концентраций ТМ, возможно, связаны как с влиянием выбросов ЦЭС, так и с повышенными уровнями природного фона.

Ледяной покров

В образцах ледового покрова, отобранных в заливе Гренфьорд, определялись нефтяные углеводороды, фенолы, ПАУ, ХОС и ТМ.

Содержание нефтяных углеводородов в пробах льда изменялось от 6,2 до 10,3 мкг/л талой воды.

Концентрация фенолов в ледовом покрове обследованного района была ниже пределов измерения применявшегося метода анализа (<0,1 мкг/л талой воды).

Из 16 контролируемых поли-циклических ароматических угле-водородов (ПАУ) в ледовом покрове были обнаружены: нафталин, содержание которого находилось в пределах от 24 до 32 нг/л талой воды; флуорен, концентрации которого колебались от <2,0 нг/л до 2,9 нг/л; фенантрен, концентрации которого изменялись от <0,5 нг/л до 2,1 нг/л талой воды; флуорантен, содержание которого находилось в интервале от <1,0 нг/л до 4,2 нг/л талой воды; бенз(b)флуорантен + перилен, содержание которого находилось в диапазоне от 3,0 до 3,2 нг/л талой воды. Суммарное содержание соединений группы ПАУ во льду залива Грёнфьорд изменялось от 30,7 до 39,7 нг/л талой воды.

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах льда в период наблюдений было зафиксировано наличие пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ и ПХБ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ во льду фиксировались конгенеры #28, #52, #99, #101, #105, #118, #138, #153. Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС составляли: для суммы ГХЦГ - 0,97 нг/л; для суммы ДДТ - 2,41 нг/л; для суммы ПХБ - 1,61 нг/л; для суммы полихлорбензолов - 0,63 нг/л талой воды. Содержание полихлорциклодиенов находилось ниже пределов их обнаружения (<0,05 нг/л талой воды).

Содержание контролируемых тяжелых металлов в пробах льда находилось в следующих пределах: железа - от 4,33 до 5,60 мкг/л талой воды; марганца - от 1,64 до 3,11 мкг/л; цинка - от 2,47 до 3,06 мкг/л; меди - от 0,84 до 1,06 мкг/л; никеля - от 4,23 до 5,31 мкг/л; свинца - от 1,10 до 1,60 мкг/л; хрома - от 0,36 до 0,62 мкг/л талой воды. Содержание кадмия, кобальта, ртути, цинка и мышьяка находились ниже предела обнаружения.

Средние концентрации ПАУ, НУ, пестицидов группы ГХЦГ и некоторых ТМ (цинка, меди и никеля) в ледяном покрове залива Гренфьорд незначительно превышали таковые в фоновых районах Арктики (Карское море). Концентрации ПХБ, пестицидов группы ДДТ и некоторых ТМ (железа, марганца, свинца, хрома) не превышали фоновых значений.

Морские воды

Отбор проб морских вод производился на акватории залива Гренфьорд, прилегающей к территории пос. Баренцбург.

В пробах морских вод выполнялись определения основных гидрохимических характеристик: окислительно-восстановительного потенциала (Eh), водородного показателя (pH), растворенного кислорода, БПК$_5$; биогенных элементов (кремнекислоты, минеральных форм азота и фосфора и их общего количества) и концентрации взвеси, а также загрязняющих веществ - тяжелых металлов и мышьяка; ПАУ, НУ, НАУ, ЛАУ, индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов), синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ), ХОС, включая ПХБ.

Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) морской воды в районе проведения работ во время весенней съемки находился в пределах от 109,3 до 163,4 мВ, а в период летне-осенней съемки - от 105,4 до 214,0 мВ.

Электропроводность в водах залива Грёнфьорд весной колебалась от 42,5 до 52,1 мС/см, осенью от 38,0 до 58,1 мС/см.

Щелочность морских вод в районе проведения работ в период весенних наблюдений изменялась от 1,58 до 2,35 мг-экв/л, тогда как осенью - от 1,85 до 2,38 мг-экв/л.

Водородный показатель (pH) морской воды в период весенней съемки находился в пределах от 7,62 до 8,12 ед. pH, а во время летне-осенней съемки - от 7,45 до 8,64 ед. pH.

Содержание растворенного кислорода в поверхностном слое вод весной 2009 года находилось в пределах от 6,42 до 10,46 мг/л (87,8-103,0% насыщения); в летне-осенний период - от 10,02 до 12,77 мг/л (75,3-103,0% насыщения).

Значения биохимического по-требления кислорода (БПК$_5$) морской воды варьировались весной от 0,64 мг/л до 1,71 мг/л, в летне-осенний период не превышали 1 мг/л.

Полученные значения концентраций минеральных форм азота в водах обследованной акватории изменялись следующим образом: для нитритного азота весной от 2,75 до 24,5 мкг/л, летом-осенью - от 0,9 до 18,3 мкг/л; для нитратного азота весной - от 27,0 до 256 мкг/л и летом-осенью - от 22,0 до 58,0 мкг/л; для аммонийного азота весной - от 6,0 до 74,0 мкг/л, летом-осенью - от <5,0 до 33,2 мкг/л, для общего азота в период весенней съемки - от 268 до 834 мкг/л и во время летне-осенней съемки - от 179 мкг/л до 478 мкг/л.

Концентрации минерального фосфора в водах обследованной акватории изменялись весной от 5 до 26 мкг/л, летом-осенью - от <5 до 24 мкг/л; содержание общего фосфора колебалось в весенний период от 6 до 31 мкг/л, а во время летне-осенней съемки - от <5 до 42 мкг/л.

Значения концентраций силикатов в водах обследованной акватории изменялись весной 2009 года от 181 до 289 мкг/л, а летом-осенью - от 148 до 342 мкг/л.

Концентрации взвешенного вещества в водах обследованной акватории изменялись от 2,40 мг/л до 9,13 мг/л - весной и от 1,9 мг/л до 10,0 мг/л - во время летне-осенней съемки.

Концентрации фенолов. летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), неполярных алифатических углеводородов (НАУ) в водах обследованной акватории залива в 2009 году были ниже предела чувствительности используемого метода анализа что не позволяло их надежно идентифицировать.

Из загрязняющих веществ в водах обследованной акватории были выявлены СПАВ, нефтяные углеводороды, ПАУ, ТМ и ХОС.

Концентрации СПАВ в водах обследованной акватории изменялись от <2 до 30 мг/л в период весенней съемки и от <2 до 18 мг/л - во время летне-осенней съемки

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в водах обследованной акватории изменялось в следующих пределах: весной - от 2,1 до 69,0 мкг/л, а в летне-осенний период - от 2,2 до 24,8 мкг/л. Максимальное содержание НУ (69 мкг/л) было зафиксировано в прибрежной части акватории залива Грёнфьорд, в районе впадения ручья севернее пос. Баренцбург.

Из 16 контролируемых поли-циклических ароматических угле-водородов (ПАУ) в морской воде были обнаружены нафталин, фенантрен, флуорантен, бенз(b)флуорантен+перилен, бенз(k)флуорантен - в течение всего периода наблюдений, кроме того в период весенней съемки были обнаружены флуорен, антрацен, хризен, бенз(а)пирен, дибенз(ah)антрацен, индено(123-cd)перилен, бенз(ghi)перилен. В морской взвеси весной 2009 года были зарегистрированы нафталин, флуорен, фенантрен, антрацен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, бенз(b) флуорантен+перилен, бенз(k)флуорантен, дибенз(ah)-антрацен, индено(123-cd)пирен, а в летне-осенний период к ним добавлялся бенз(ghi)перилен.

Максимальные концентрации идентифицированных ПАУ в морской воде в период наблюдений достигали: нафталина - 28,7 нг/л; фенантрена - 16,7 нг/л; флуорантена - 8,7 нг/л; бенз(b)флуорантена+перилена - 3,8 нг/л; бенз(k)-флуорантена - 0,5 нг/л; флуорена - 8,7 нг/л; хризена - 1 нг/л, бенз(а)пирена - 1 нг/л, дибенз(ah)антрацена - 3,3 нг/л, индено(123-cd)-перилена - 1,9 нг/л, бенз(ghi)перилена - 1,9 нг/л.

Суммарное содержание соединений группы ПАУ в морских водах весной изменялось от 17,9 нг/л до 94,3 нг/л; в период летне-осенней съемки - от 4,5 нг/л до 38,6 нг/л. В морской взвеси сумма идентифицированных ПАУ в период весенней съемки находилась в пределах от 1,7 нг/мг до 5,4 нг/мг, а в период летне-осенних наблюдений - от 1,54 до 33,7 нг/мг взвеси.

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах морской воды и морской взвеси в период наблюдений зафиксировано наличие полихлорбензолов, ПХБ и пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в морских водах фиксировались конгенеры: #28, #52, #101, 105, #118, #138, #153, в морской взвеси к ним добавлялся #99. Максимальные концентрации всех идентифицированных ХОС составляли: для суммы полихлорбензолов - 1,64 нг/л в морской воде, 12,6 нг/мг - в морской взвеси в период летне-осенней съемки; для суммы ГХЦГ - 8,75 нг/л в морской воде весной, 31,1 нг/мг в морской взвеси летом-осенью; для суммы ДДТ - 38,2 нг/л в морской воде в период весенней съемки, 118 нг/мг во взвеси в период летне-осенней съемки; для суммы ПХБ - 1,92 нг/л в морской воде и 379 нг/мг в морской взвеси в период весенней съемки.

Максимальные концентрации контролируемых тяжелых металлов в пробах морской воды составляли: железа – 10,4 мкг/л, марганца - 19 мкг/л, цинка - 10 мкг/л, меди - 4,41 мкг/л, никеля - 2,2 мкг/л, свинца - 0,8 мкг/л, кобальта - 0,85 мкг/л, кадмия - 0,1 мкг/л, хрома - 0,62 мкг/л. Концентрации ртути и мышьяка находились ниже предела обнаружения (<0,05 мкг/л и <0,1 мкг/л соответственно). Максимальное содержание определявшихся тяжелых металлов в пробах морской взвеси было равно: для железа - 8,3 мкг/мг, для марганца - 0,56 мкг/мг, для цинка - 0,35 мкг/мг, для меди - 0,08 мкг/мг. Концентрация свинца находилась ниже предела обнаружения (0,1 мкг/мг взвеси).

Концентрации большей части загрязняющих веществ в морской воде залива Гренфьорд в период съемок 2009 года имели значения, характерные для прибрежных районов Норвежского и Северного морей со средним или незначительным уровнем воздействия береговых источников загрязнения на морскую акваторию. На общем фоне выделяются повышенные суммарные содержания веществ групп ДДТ и ГХЦГ в весенний период наблюдений.

Оценка качества морских вод с точки зрения рыбохозяйственных нормативов позволяет классифицировать большую часть вод залива Гренфьорд в зимне-весенний период как «чистые» (II класс качества) и летне-осенний периоды как «очень чистые» (I класс качества). Воды участка прибрежной части акватории, расположенной в зоне влияния поселка, в зимне-весенний период классифицируются как

«умеренно загрязненные», в летне-осенний - как «чистые». На большей части акватории залива Гренфьорд в районе пос. Баренцбург основные гидрохимические показатели не превышали ПДК, установленных для вод рыбохозяйственных водоемов. Содержание нитритного азота, суммарных НУ и суммарных ДДТ в весенний период превышали установленные для данных веществ предельно-допустимые концентрации в 1,2, 1,4 и 3,8 раза соответственно. Локальное загрязнение вод залива Гренфьорд связано с поступлением неочищенных коммунально-бытовых сточных вод поселка и не оказывает существенного влияния на качество вод залива в целом.

Поверхностные воды суши

Отбор проб поверхностных вод суши производился из озера Биенда-стеммев, используемого для питьевого и хозяйственно-бытового водоснабжения пос. Баренцбург, и р. Грендалсэльва.

В пробах воды выполнялись определения основных гидрохимических характеристик: окислительно-восстановительного потенциала (Eh); водородного показателя (pH); щелочности; химического потребления кислорода (ХПК); биохимического потребления кислорода ($БПК_5$); биогенных элементов (кремнекислоты, минеральных форм азота и фосфора и их общего количества) и концентрации взвешенного вещества, а также загрязняющих веществ (тяжелых металлов и мышьяка; ПАУ; НУ; НАУ; ЛАУ; индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов); синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ); ХОС, включая ПХБ.

Окислительно-восстановительный потенциал (Eh) в водах озера Биенда-стеммев изменялся весной 2009 г. от 151 до 168,5 мВ, в летне-осенний период - от 210,1 до 259,7 мВ; в речных водах в летне-осенний период - 249 до 258,5 мВ.

Водородный показатель (pH) в озерных водах в весенний период работ находился в пределах 7,36-7,55 ед. pH, осенью - от 7,14 до 7,37 ед. pH, в водах р. Грендалсэльва pH колебался от 7,54 до 7,82 ед. pH.

Содержание растворенного кислорода в водах озера Биенда-стеммев весной находилось в пределах от 10,4 до 10,8 мг/л (насыщение кислородом составляло от 100,9 до 106,0%); в период летне-осенней съемки - от 11,31 до 12,31 мг/л (% насыщения - от 97,3 до 100,6%). В речных водах концентрации кислорода находились в пределах от 10,98 до 11,85 мг/л при интервале процента насыщения от 100,6 до 101,8%.

Щелочность поверхностных озерных вод весной изменялась в пределах от 0,49 до 0,64 мг-экв/л, а летом-осенью - от 0,40 до 0,42 мг-экв/л. В речных водах щелочность колебалась от 0,92 до 1,20 мг-экв/л.

Биохимическое потребление кислорода ($БПК_5$) в водах реки и озера в период наблюдений не превышало 1 мг/л O_2.

Минеральные формы азота в поверхностных водах озера Биенда-стеммев весной находились в пределах для нитритного азота от 1,1 мкг/л до 30,0 мкг/л и 5,20 до 12,0 мкг/л осенью. В речных водах концентрация нитратного азота находилась в интервале от 3,8 до 15,0 мкг/л.

Концентрации нитратного азота в водах озера весной находились в пределах от 334 мкг/л до 407 мкг/л, в летне-осенний период максимальное значение содержания нитратного азота достигало 131 мкг/л, в среднем было ниже предела чувствительности используемого метода анализа. В речных водах концентрация нитратного азота находилась в интервале от 925 до 1 000 мкг/л.

Содержание аммонийного азота в поверхностных водах озера Биенда-стеммев в весенний период находилось в интервале от 16 до 25 мкг/л, осенью аммонийный азот колебался в пределах от 253 до 304 мкг/л. В речных водах содержание аммонийного азота не превышало предела чувствительности используемого метода анализа 5 мкг/л

Концентрации общего азота в поверхностных озерных водах весной 2009 года находились в пределах от 542 до 635 мкг/л, в летне-осенний период наблюдений - от 439 до 506 мкг/л, а в речных водах - от 1 308 до 1 520 мкг/л.

Концентрации минерального фосфора в поверхностных водах озера Биенда-стеммев весной в среднем составляли 7 мкг/л, осенью находились в пределах от 39 до 58 мкг/л, тогда как в речных водах содержание фосфатов не превышало предела чувствительности используемого метода анализа (<5 мкг/л).

Содержание общего фосфора в период весенней съемки было в интервале от 10 до 14 мкг/л, а во время летне-осенних наблюдений колебалось от 58 до 71 мкг/л. В речных водах концентрации общего фосфора не превышали предела чувствительности используемого метода анализа (<5 мкг/л).

Весной содержание кремния силикатного в водах озера находилось в интервале от 249 мкг/л до 304 мкг/л, во время летне-осенней съемки - от 370 до 489 мкг/л. Концентрации кремния силикатного в воде реки Грендалсэльва составляли от 1 380 до 1 472 мкг/л.

Содержание взвешенного вещества в воде озера весной колебалось от 3,57 до 4,93 мг/л, во время летне-осенних наблюдений изменялось от 7,6 до 12,3 мкг/л. В речной воде концентрация взвешенного вещества находилась в пределах от 22,1 до 26,2 мг/л.

Содержание синтетических поверхностно-активных веществ (СПАВ) в речных водах находилось в пределах от 25 до 40 мкг/л, тогда как в водах озера концентрации СПАВ весной достигали 21 мкг/л, в осенний период не превышали предела обнаружения (10 мкг/л).

Концентрации неполярных алифатических углеводородов (НАУ) в речных водах и озерных водах в летне-осенний период были ниже предела чувствительности методики анализа (0,5 мкг/л), в весенний период в пробах озерной воды содержание НАУ С18-С24 достигало 0,88 мкг/л при пределе обнаружения методики, равном 0,5 мкг/л.

Концентрации индивидуальных фенолов (алкилфенолов, хлорфенолов и нитрофенолов) в озерных и речных водах были ниже предела чувствительности методики анализа (0,5 мкг/л), что не позволяло их надежно идентифицировать.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов (НУ) в водах озера Биенда-стеммев в период весенней съемки находилось в пределах от 8,7 до 120 мкг/л, в период летне-осенней съемки - от <2 до 19 мкг/л, в речных водах среднее содержание НУ составляло 3,6 мкг/л.

Из 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ) в озерных и речных водах в оба сезона 2009 года был идентифицирован нафталин, содержание которого в речных водах находилось в пределах от <2,0 нг/л до 2,4 нг/л, составляя в среднем 2,2 нг/л, в озерных водах содержание нафталина находилось весной в интервале 2,1-16,7 нг/л, летом и осенью - 2,1-5,8 нг/л.

В период весенней съемки в водах озера были дополнительно идентифицированы фенантрен, содержание которого колебалось от <0,5 нг/л до 1 нг/л; антрацен, концентрации которого менялись от <0,2 до 1,6 нг/л; флуорантен, содержание которого находилось в интервале <1,0-1,9 нг/л; бенз(b)флуорантен+ перилен, содержание которого находилось в интервале <0,2-0,8 нг/л. Концентрации остальных индивидуальных соединений группы ПАУ не превышали предела обнаружения, что не позволяло их надежно идентифицировать. Концентрации суммы ПАУ в речных водах не превышали предела обнаружения, в озерных водах весной они находились в пределах 2,4-22 нг/л, а в период летне-осенней съемки - от значений, не превышающих предела обнаружения, до 5,8 нг/л.

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах речных и озерных вод в период наблюдений зафиксировано наличие ПХБ и пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в речных водах фиксировались конгенеры #101, #99, #118, #153, #105, #138; в озерных водах - весной были идентифицированы все контролируемые конгенеры, а летом и осенью - конгенеры #28, #52, #101, #99, #118, #153, #105, #138, #183, #156. Средние концентрации всех идентифицированных ХОС в речных водах составляли: для суммы ГХЦГ - 0,23 нг/л; для суммы ДДТ - 0,16 нг/л; для суммы ПХБ - 1,83 нг/л. В водах озера Биенда-стеммев средние концентрации идентифицированных ХОС равнялись в период весенней съемки: для суммы ГХЦГ - 0,27 нг/л, для суммы ДДТ - 0,26 нг/л, для суммы хлорбензолов - 0,07 нг/л, для суммы ПХБ - 1,83 нг/л; во время летне-осенних наблюдений: для суммы ГХЦГ - 0,16 нг/л; для суммы ДДТ - 0,09 нг/л; для суммы ПХБ - 0,37 нг/л. Концентрации суммы полихлорбензолов и полихлорциклодиенов в речных водах и озерных водах в период летне-осенней съемки были ниже пределов обнаружения использовавшегося аналитического метода (< 0,05 нг/л).

Максимальные концентрации тяжелых металлов в озерных водах составили: для железа 8,9 мкг/л, для марганца - 6,8 мкг/л, цинка - 3,9 мкг/л, меди - 0,7 мкг/л, хрома - 0,9 мкг/л. Концентрации никеля и кобальта не превышали предела чувствительности используемого метода анализа (3 мкг/л и 1 мкг/л соответственно).

В пробах речных вод максимальное содержание тяжелых металлов составило: для марганца - 431 мкг/л, для никеля - 6,9 мкг/л, для кобальта - 1,9 мкг/л. Концентрации железа, цинка, меди, хрома не превышали предела чувствительности используемого метода анализа (2,5 мкг/л, 0,5 мкг/л, 0,5 мкг/л, 0,3 мкг/л соответственно).

Измеренные концентрации свинца, кадмия, ртути и мышьяка для озерных и речных вод находились ниже предела обнаружения (1,0, 0,07, 0,005 и 1,5 мкг/л соответственно).

В поверхностных водах в районе расположения пос. Баренцбург в период проведения обследования в 2009 г. ни по одному показателю превышения установленных российских гигиенических нормативов, а также нормативов качества воды, установленных в странах Европейского Союза, отмечено не было. Максимальное содержание нефтяных углеводородов составило десятые доли ПДК (до 0,4 ПДК); содержание нормируемых ХОС (сумма ГХЦГ = 0,0001 ПДК, сумма ДДТ - 0,034 ПДК, сумма ПХБ - 0,062 ПДК) и нафталина (0,002 ПДК) - тысячные доли ПДК и ниже.

Из анализируемого списка тяжелых металлов обнаруженные в воде озера концентрации составляли сотые и тысячные доли ПДК, так содержание ионов железа достигали 0,03 ПДК, марганца - 0,07 ПДК и хрома - 0,02 ПДК; меди - 0,001 ПДК и цинка - 0,004 ПДК.

Таким образом, с точки зрения санитарно-химических требований по результатам обследования 2009 г. вода оз. Биенда-стеммев может использоваться для целей хозяйственно-питьевого и культурно-бытового водопользования без дополнительной водоподготовки.

За период наблюдений в водах оз. Биенда-стеммев превышение ПДК для вод рыбохозяйственных водоемов отмечено в единичной пробе по содержанию суммарных нефтепродуктов - до 2,4 ПДК, инитритному азоту - до 1,5 ПДК. По остальным нормируемым показателям превышений ПДК не зафиксировано. По результатам оценки воды р. Грендалсэльва было отмечено превышение ПДК марганца в 21-43 раза (214-431 мкг/л).

Расчеты ИЗВ для вод озера Биенда-стеммев выполнялись с использованием значений растворённого кислорода, $БПК_5$, азота нитритного, суммарных нефтепродуктов, марганца и меди. Расчет ИЗВ для реки Грендалсэльва выполнены с использованием значений растворённого кислорода, $БПК_5$, азота нитритного, суммарных нефтепродуктов, марганца и никеля. Полученное значение индекса ИЗВ для озера Биенда-стеммев составляло весной 0,47 и в летне-осенний период 0,33. В реке Грендалсэльва значение индекса ИЗВ в летне-осенний период составило 5,5.

В соответствии с принятой классификацией вод по индексу ИЗВ вода озера Биенда-стеммев классифицировалась как «чистая» - II класс качества, вода р. Грендалсэльва в летне-осенний период относится по качеству к IV классу качества «грязная».

Сопоставительный анализ полученных в полевой сезон 2009 г. данных по уровням содержания ЗВ в поверхностных водах с результатами норвежских исследований позволяет подтвердить оценку качества поверхностных вод в районах расположения пос. Баренцбург.

Донные отложения

В донных отложениях обследованной части акватории залива Гренфьорд и водоемов суши (оз. Биенда-стеммев и р. Грендалсэльва) проводилось определение содержания загрязняющих веществ: нефтяных углеводородов, НАУ, ПАУ, фенолов, тяжелых металлов и ХОС, а также биогенных элементов.

Суммарное содержание нефтяных углеводородов изменялось в пределах от 62 до 231 мкг/г для морских донных отложений; от 16,2 мкг/г до 61,6 мкг/г для речных донных отложений и от 9,14 до 21,6 мкг/г для донных отложений озера.

Содержание фенолов в морских отложениях колебалось от 10,9 до 22,6 мкг/г, в донных отложениях суши содержание фенолов не превышало предела обнаружения (< 10 мкг/кг).

Содержание летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) в морских отложениях и донных отложениях суши находилось ниже предела чувствительности применявшегося аналитического метода (<1 мкг/г), что не позволяло их надежно идентифицировать.

Из 16 контролируемых поли-циклических ароматических угле-водородов (ПАУ) в донных отложениях прибрежной части залива Гренфьорд, были обнаружены нафталин, флуорен, фенантрен, флуорантен, пирен, бенз(а)антрацен, хризен, бенз(b)флуорантен+перилен, бенз(к) флуорантен, бенз(а)пирен, дибенз(а,h)антрацен, индено(1,2,3-cd)пирен и бенз(ghi)перилен. Максимальное содержание нафталина в морских донных отложениях достигало 301 нг/г, флуорена - 42,8 нг/г, фенантрена - 54,5 нг/г, флуорантена - 33,2 нг/г, пирена - 6,1 нг/г, бенз(а)антрацена - 8,1 нг/г, хризена – 16,4 нг/г, бенз(b)флуорантена + перилена - 16,4 нг/г, бенз(а)пирена - 6,2 нг/г, дибенз(а,h)антрацена - 2,6 нг/г, индено(1,2,3-cd) пирена - 1,5 нг/г, бенз(g,h,i)перилена - 8,9 нг/г.

В донных отложениях водоемов суши были идентифицированы нафталин, флуорен, фенантрен, флуорантен, бенз(а)антрацен, бенз(b) флуорантен+перилен, бенз(k)флуорантен, бенз(а) пирен и бенз(ghi)перилен. Максимальное содержание нафталина в речных донных отложениях достигало 21,6 нг/г, флуорена - 4,8 нг/г, фенантрена - 18,2 нг/г, флуорантена - 7,3 нг/г, бенз(а) антрацена - 3,7 нг/г, бенз(b)флуорантена+ перилена - 7,9 нг/г, бенз(k)флуорантена - 2,8 нг/г, бенз(а)пирена - <0,5 нг/г, бенз(g,h,i)перилена - 3,8 нг/г. Максимальная концентрация нафталина в донных отложениях озера Биенда-стеммев достигала 25,6 нг/г, флуорена - 3,1 нг/г, фенантрена - 16,2 нг/г, флуорантена - 2,7 нг/г, бенз(а) антрацена - 3,8 нг/г, бенз(b)флуорантена+ перилена - 2,2 нг/г, бенз(k)флуорантена - 1,8 нг/г, бенз(а)пирена - 0,9 нг/г, бенз(g,h,i)перилена - <0,5 нг/г.

Суммарное содержание соединений группы ПАУ достигало в донных отложениях оз. Биенда-стеммев 47,4 нг/г, р. Грендалсэльва - 59,6 нг/г, в донных отложениях залива Гренфьорд - 461 нг/г.

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах донных отложений зафиксировано наличие полихлорбензолов, пестицидов групп ГХЦГ, ДДТ и ПХБ. Из 15 контролируемых индивидуальных ПХБ в донных отложениях фиксировались конгенеры: #28, #52, #101, #105, #118, #138, #153. Максимальные концентрации ХОС достигали: для суммы полихлорбензолов: в морских донных отложениях - 0,63 нг/г, в речных донных отложениях - 0,17 нг/г, в донных отложениях озера Биенда-стеммев - 0,09 нг/г; для суммы ГХЦГ: в донных отложениях залива Грёнфьорд - 0,5 нг/г, в речных донных отложениях - 0,08 нг/г, в озерных донных отложениях - 0,27 нг/г; для суммы ДДТ: в морских донных отложениях - 2,16 нг/г, в донных отложениях р. Грендалсэльва - 0,26 нг/г и озера Биенда-стеммев - 0,19 нг/г; для суммы ПХБ: в донных отложениях залива Грёнфьорд - 7,26 нг/г, в донных отложениях р. Грендалсэльва - 2,41 нг/г, в донных отложениях озера Биенда-стеммев - 3,23 нг/г. Содержание полихлорциклодиенов в морских и пресноводных донных отложениях не превышало предела обнаружения (<0,05 нг/г).

Максимальные концентрации тяжелых металлов в пробах морских донных отложений составляли: для железа - 31,9 мг/г, для марганца - 225 мкг/г, для цинка - 68,2 мкг/г, для меди - 22,3 мкг/г, для никеля - 26,3 мкг/г, для кобальта - 5,72 мкг/г, для свинца - 16,2 мкг/г, для кадмия - 0,21 мкг/г, для ртути - 0,04 мкг/г, для мышьяка - 15,1 мкг/г. Для донных отложений озера Биенда-стеммев было характерно следующее максимальное содержание металлов: железа - 28,2 мг/г, марганца - 203 мкг/г, цинка - 76,2 мкг/г, меди - 33,7 мкг/г, никеля - 33,2 мкг/г, кобальта - 12,1 мкг/г, свинца - 20,4 мкг/г, кадмия - 0,33 мкг/г, ртути - 0,019 мкг/г, мышьяка - 7,1 мкг/г; в речных донных отложениях были установлены следующие максимальные концентрации металлов: для железа - 36,2 мг/г, для марганца - 449 мкг/г, для цинка - 80,3 мкг/г, для меди - 24,2 мкг/г, для никеля - 31,8 мкг/г, для кобальта - 8,11 мкг/г, для свинца - 16,9 мкг/г, для кадмия - 0,15 мкг/г, для ртути - 0,01 мкг/г, для мышьяка - 5,2 мкг/г.

В донных отложениях залива Гренфьорд превышения ДК отмечены для суммарных нефтеуглеводородов (НУ) в 1,2-4,6 раза, р. Грендалсэльва - в 1,2 раза. Концентрации суммарных НУ в донных отложениях озера Биенда-Стеммев составляли 0,43 ДК. Наибольшие значения концентраций из соединений группы ПАУ характерны для нафталина и фенантрена. Среди веществ группы тяжёлых металлов наибольшие концентрации отмечены для меди и никеля (0,94 и 0,96 ДК соответственно) в донных отложениях оз. Биенда-стеммев.

Повышенная доля ПАУ (до 0,46 ДК) с 4 и более ароматическими кольцами свидетельствует о локальной антропогенной нагрузке на прибрежную часть залива, связанной с добычей и переработкой угля. Донные отложения этого участка акватории согласно РД 52.24.581-97 характеризуются «умеренной» степенью загрязнения бенз(а)пиреном (<10 нг/г). Максимальное значение бенз(а)пирена в донных отложениях прибрежной части залива достигло 6,2 нг/г.

В донных отложениях реки Грендалсэльва превышение ДК в 1,2 раза отмечено для содержания НУ, остальные нормируемые показатели ЗВ

не превышали ДК. В донных отложениях оз. Биенда-Стеммев превышений содержания ЗВ по всем показателям не зафиксировано. Во всех случаях зафиксированные превышения ДК в донных отложениях водоемов суши были значительно ниже уровней вмешательства.

Речные и озерные донные отложения согласно РД 52.24.581-97 характеризуются «умеренной» степенью загрязнения бенз(а)пиреном. Источником загрязнения донных отложений устья реки, по-видимому, являются выходы на поверхность горных выработок рудника «Баренцбург» и отвалы содержащей уголь породы, расположенные на террасе правого склона долины Грендален.

Опубликованные данные норвежских исследований по содержанию загрязняющих веществ в донных отложениях пресноводных водоёмов рассматриваемого района в целом подтверждают приведенную выше оценку степени загрязнения донных отложений.

В целом, вклад техногенной составляющей в формирование уровней концентрации загрязняющих веществ в донных отложениях залива Гренфьорд и поверхностных вод суши в районе расположения пос. Баренцбург незначителен. Уровни концентрации ЗВ характеризуются значениями, близкими к региональному фону.

Почвы

В почвах территории поселка Баренцбург и его окрестностей проводилось определение нефтяных углеводородов, неполярных алифатических углеводородов (НАУ), летучих ароматических углеводородов (ЛАУ), полициклических ароматических угле-водородов (ПАУ), тяжелых металлов и хлорорганических соединений (ХОС).

Суммарное содержание неполярных алифатических углеводородов изменялось от <0,1 мкг/г до 8,26 мкг/г. В локальных точках мониторинга, расположенных в районе склада горношахтного оборудования, склада стройматериалов и районе вертолетной площадки отмечены значимые уровни НАУ - C_{19}-C_{26} сумма которых изменялась от 1,84 до 8,26 мкг/г, достигая максимума в районе склада горношахтного оборудования, где было зафиксировано максимальная концентрация НУ в почве. В других точках отбора уровни содержания НАУ не превышали или были чуть выше предела обнаружения (0,1 мкг/г).

Из контролируемых летучих ароматических углеводородов (ЛАУ) в почвах обследованного района были зафиксированы: бензол (до 6,27 нг/г), толуол (до 5 нг/г), этилбензол (до 4,02 нг/г), сумма мета- и пара-ксилолов (до 36,4 нг/г), орто-ксилол (до 17,6 нг/г).

Значения содержания изопропилбензола и псевдокумола не превышали предела обнаружения (1.0 нг/г).

Значения суммы ЛАУ изменялись от 4,06 до 63,4 нг/г. Максимальные значения суммы ЛАУ (63,1 нг/г) отмечены в поселке Баренцбург вблизи консульства, повышенные значения суммы ЛАУ зафиксированы вблизи вертолетной площадки (до 26,3 нг/г) и в фоновой точке расположенной на восточном склоне горы Харитоновхегда (26,2-37,4 нг/г). В других точках пробоотбора, находящихся в пределах санитарно-защитной зоны поселка, уровни содержания отдельных ЛАУ не превышали или были незначительно выше предела обнаружения (< 1 нг/г), что свидетельствует о сугубо локальном загрязнении почв продуктами сгорания каменного угля.

В пробах почв были обнаружены все 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

Концентрации индивидуальных соединений ПАУ находились в следующих пределах: нафталина - от 25,6 до 618 нг/г, аценафтилена - от <5,0 до 44,8 нг/г, флуорена - от 5,1 до 44,7 нг/г, аценафтена - от <5,0 до 11,4 нг/г, фенантрена - от 6,9 до 211 нг/г, антрацена - от 2,4 нг/г до 71,2 нг/г, флуорантена - от 3,4 до 121 нг/г, пирена - от 3,3 до 19,4 нг/г, бенз(а)антрацена - от 1,3 до 33,2 нг/г, хризена - от 0,6 до 21,4 нг/г, бенз(b)флуорантена + перилена - от 2,3 нг/г до 84,7 нг/г, бенз(k)флуорантена - от 3,4 нг/г до 58,9 нг/г, бенз(а)пирена - от 1,9 до 32,5 нг/г, дибенз(а,h)антрацена - от 1,7 до 19,5 нг/г, индено(1,2,3-cd)пирена - от 1,7 до 41,8 нг/г, бенз(g,h,i)перилена - от 3,5 до 41,6 нг/г. Максимальные концентрации большинства приоритетных соединений ПАУ отмечены в почвах расположенных к северу от поселка Баренцбург - в районе склада горношахтного оборудования, район отвала №,1, районе склада стройматериалов и районе вертолетной площадки.

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах почв было зафиксировано наличие полихлорбензолов, ПХБ и пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ. В почвах обследованного района были идентифицированы все 15 контролируемых конгенеров ПХБ.. Максимальные концентрации ХОС достигали: для полихлорбензолов - 5,72 нг/г, для суммы ГХЦГ – 2,61 нг/г, для суммы ДДТ - 25,1 нг/г, для конгенеров: # 28 – 1,57 нг/г, #31 - 2,26 нг/г, #52 - 14,1 нг/г, # 101 - 23,4 нг/г, # 99 - 14,3 нг/г #105 - 36,7 нг/г, #118 - 74,2нг/г, #128 - 10,9 нг/г, #138 - 35,8 нг/г, #153 - 25,4 нг/г, #156 - 12,1 нг/г, #170 - 4,82 нг/г, #180 - 5,28 нг/г, #183 - 0,77 нг/г, #187 - 0,97 нг/г, суммы ПХБ - 262,8 нг/г.

Максимальное содержание отдельных конгенеров ПХБ и их суммы было определено на территории пос. Баренцбург - в районе склада горношахтного оборудования и отвала № 1, суммы хлорбензолов и суммы ДДТ - в районе свалки бытовых отходов, суммы ГХЦГ - на склоне ручья в районе расположения консульства.

Максимальные концентрации контролируемых тяжелых металлов в пробах почв, отобранных в слое 0-5 см, составляли: железа - 39 598 мкг/г, марганца - 630 мкг/г, цинка - 292 мкг/г, меди - 103 мкг/г, никеля - 18,2 мкг/г, кобальта - 7,2 мкг/г, свинца - 51,7 мкг/г, кадмия - 0,41 мкг/г, хрома - 13,7 мкг/г, ртути - 0,12 мкг/г, мышьяка - 10,4 мкг/г. В образцах почв, отбиравшихся в слое 5-20 см, наиболее высокое содержание тяжелых металлов составляло: железа - 31 399 мкг/г, марганца - 872 мкг/г, цинка - 83,3 мкг/г, меди - 39,9 мкг/г, никеля - 19,7 мкг/г, кобальта - 35,0 мкг/г, свинца - 19,5 мкг/г, кадмия - 0,22 мкг/г, хрома - 12,3 мкг/г, ртути - 0,061 мкг/г, мышьяка - 11,2 мкг/г.

В районе расположения пос. Баренцбург в период проведения обследования в пробах почв, отобранных на территории поселка и территории санитарно-защитной зоны, наблюдались превышения ПДК по сумме ПХБ (до 4,4 ПДК), по содержанию цинка (до 2,1 ДК), меди (до 2,9 ДК), кобальта (до 1,8 ДК), свинца (до 1,6 ПДК), а также превышения ДК по нефтяным углеводородам (до 20,5 ДК).

Наиболее загрязненными в пределах поселка оказались почвы в районе склада горношахтного оборудования, район отвала № 1 где отмечены максимальные превышения ДК по содержанию НУ (до 20,5 ДК), ПХБ (до 3,6 ПДК), ПАУ (до 1,5 ДК), бенз(а)пирену (до 1,6 ПДК) и меди (до 1,1 ДК).

На обследованных участках в границах СЗЗ поселка, в районе вертолетной площадки, районе оз. Биенда-стеммев и реки Грендалсэльва обнаружены единичные превышения ДК по содержанию нефтяных углеводородов.

Согласно МУ 2.1.7.730-99 бенз(а)пирен является загрязняющим веществом первого класса опасности. Почвы с концентрациями бенз(а) пирена от 1 до 2 ПДК, согласно этому нормативному документу, относятся к «слабой» категории загрязнения, от 2 до 5 ПДК - к «сильной» и при загрязнении выше 5 ПДК - к «очень сильной». Поскольку максимальное содержание бенз(а)пирена в почвах пос. Баренцбург и его окрестностей составляет 32,5 нг/г (1,62 ПДК), то они классифицируются как «слабо загрязненные».

Среди веществ группы тяжёлых металлов, обнаруженных в почве в районе расположения консульства, были отмечены превышения ДК по меди (до 2,9 ДК), свинцу (1,6 ДК) и цинку (до 2,1 ДК).

На основании классификации по гигиенической оценке качества почв населенных мест почвы на территории поселка и санитарно-защитной зоны характеризуются:

— в районе склада горношахтного оборудования, район отвала № 1 - умеренно опасном уровне загрязнения почв по содержанию суммарных нефтяных углеводородов, полихлорированных бифенилов, ПАУ, бенз(а)пирену и меди;

— на остальной территории - допустимой степенью загрязнения по содержанию суммарных нефтяных углеводородов, бенз(а)пирену, содержанию меди, свинца, цинка и кобальта.

— Концентрации большинства контролируемых тяжелых металлов в почвах обследованной территории изменялись в пределах, характерных для соответствующих типов почв побережья Северного Ледовитого Океана.

Растительный покров

В растительном покрове территории поселка и его окрестностей, представленном сфагновыми мхами (*Sphagnum lindbergii*, *S. Obtusum*) и сосудистыми растениями (осока (*Carex rotundata*, *C. rariflora*, *C. aquatilis*), пушица (*Eriophorum russeolum*, *E. scheuchzeri*, *E. polystachion*), горец (*Archangelica norvegica*, *Filipendula ulmaria*, *Solidago lapponica*) и др., проводилось определение ПАУ, ХОС и тяжелых металлов.

В пробах растительности были обнаружены все 16 контролируемых полициклических ароматических углеводородов (ПАУ).

Во мхах определялись следующие индивидуальные ПАУ: нафталин, содержание которого изменялось от 16,2 до 88,3 нг/г сухого веса; аценафтилен, уровни содержания которого находились в интервале от <5,0 до 9,2 нг/г; флуорен, концентрации которого колебались от 8,6 нг/г до 33,2 нг/г сухого веса; аценафтен, содержание которого варьировало от <5,0 до 9,1 нг/г; фенантрен, при размахе колебаний содержания от 18,8 до 69,2 нг/г; антрацен, содержание которого находилось в пределах от 4,7 до 8,6 нг/г сухого веса; флуорантен, содержимое которого во мхах изменялось от 24,3 до 51,2 нг/г сухого веса; пирен, концентрации которого варьировали от 4,1 до 19,5 нг/г сухого веса; бенз(а)антрацен, который находился в интервале от 0,8 до 3,2 нг/г сухого веса; хризен, уровни содержания которого находились в интервале от 2,4 до 9,2 нг/г сухого веса; бенз(b)флуорантен+перилен, суммарные концентрации которых изменялись от 8,2 нг/г до 41,5 нг/г сухого веса; бенз(k)флуорантен, содержание которого менялось от 3,6 до 17,2 нг/г сухого веса; бенз(а)пирен, при диапазоне колебаний от 1,2 до 8,2 нг/г; дибенз(a,h)антрацен, концентрации которого варьировали от 1,1 нг/г до 2,4 нг/г; индено(1,2,3-cd)пирен, содержание которого во мхах колебалось от <0,5 до 1,1 нг/г сухого веса; бенз(g,h,i)перилен, концентрации которого находились в интервале между 2,7 нг/г и 7,1 нг/г сухого веса.

В сосудистых растениях определялись следующие индивидуальные ПАУ: нафталин, содержание которого находилось в пределах от <2,0 до 13,2 нг/г сухого веса; аценафтилен средняя концентрация которого не превышала предела обнаружения 5 нг/г; флуорен, концентрации которого изменялись от <2,0 до 6,6 нг/г сухого веса; аценафтен, максимальная концентрация достигала 5,2 нг/г; фенантрен при размахе колебаний от 6,3 до 21,1 нг/г; антрацен, уровни содержания которого находились в пределах от 1,3 до 3,1 нг/г сухого веса; флуорантен, содержание которого колебалось от 6,7 до 20,3 нг/г сухого веса; пирен, концентрации которого менялись от <1,0 до 4,8 нг/г; бенз(а)антрацен, концентрации которого находились в интервале от <0,1 до 0,6 нг/г; хризен при размахе колебаний от 0,3 до 2,7 нг/г; бенз(b)флуорантен+перилен, содержание которых изменялось от 3,4 нг/г до 7,5 нг/г сухого веса; бенз(k)флуорантен, при диапазоне изменений от 0,6 до 2,3 нг/г; бенз(а)пирен, дибенз(a,h)антрацен, индено(1,2,3-cd)пирен, средние концентрации которых не превышали предела обнаружения 0,5 нг/г, максимальные концентрации составили соответственно 0,9 нг/г, 0,9 нг/г, 0,6 нг/г; бенз(g,h,i)перилен, содержание которого находилось в диапазоне от <0,5 до 2,7 нг/г сухого веса при среднем значении 1,1 нг/г.

Суммарное содержание соединений группы ПАУ изменялось в следующих пределах: у сосудистых растений от 32,0 до 82,5 нг/г (среднее - 47,3 нг/г), у мхов - от 109,6 до 327,1 нг/г (среднее 208 нг/г).

Концентрации ПАУ с малыми молекулярными весами соответствовали фоновым уровням. Концентрации соединений с большими молекулярными весами (фенантрена, бенз((b)флуорантена, бенз(k)флуорантена, бенз(а)пирена), были значительно выше, чем на фоновых территориях Арктики, что указывает на хроническое загрязнение растительного покрова территории поселка и сопредельных с ним территорий соединениями этой группы ЗВ.

Из контролируемых хлорорганических соединений (ХОС) в пробах растительного покрова зафиксировано наличие полихлорбензолов, полихлорциклодиенов, ПХБ и пестицидов групп ГХЦГ и ДДТ. Все 15 контролируемых индивидуальных ПХБ были идентифицированы во мхах и сосудистых растениях обследованного района.

Максимальные концентрации ХОС достигали: для суммы полихлорбензолов: во мхах - 1,65 нг/г, в сосудистых растениях - 1,26 нг/г; для суммы ГХЦГ: во мхах - 1,54 нг/г, в сосудистых растениях - 0,85 нг/г; для суммы ДДТ: во мхах - 12,6 нг/г в сосудистых растениях - 1,29 нг/г; для суммы ПХБ: во мхах - 709 нг/г, в сосудистых растениях - 49,3 нг/г.

Максимальные концентрации контролируемых тяжелых металлов в пробах растительности составляли: железа во мхах - 15 907 мкг/г, в сосудистых растениях - 4 365 мкг/г; марганца во мхах - 358 мкг/г; в сосудистых растениях - 205 мкг/г; цинка во мхах - 77,3 мкг/г, в сосудистых растениях - 90,6 мкг/г; меди во мхах - 18,4 мкг/г, в сосудистых растениях - 13,2 мкг/г; никеля во мхах - 18,1 мкг/г, в сосудистых растениях - 8,4 мкг/г; кобальта во мхах - 4 мкг/г, в сосудистых растениях - 1,16 мкг/г; свинца во мхах - 11,3 мкг/г, в сосудистых растениях - 2,9 мкг/г; кадмия во мхах - 0,34 мкг/г, в сосудистых растениях - 0,19 мкг/г; хрома во мхах - 16,8 мкг/г, в сосудистых растениях - 3,11 мкг/г; ртути во мхах - 0,087 мкг/г, в сосудистых растениях - 0,062 мкг/г; мышьяка во мхах - 3,74 мкг/г, в сосудистых растениях - 0,93 мкг/г.

Относительно более высокие концентрации загрязняющих веществ характерны для мхов, более низкие – для сосудистых растений. Так, содержание железа во мхах превосходит таковое в горце в 5,6 раза, марганца и цинка - в 1,2 раза, меди - в 2,1 раза, никеля - в 3 раза, кобальта - в 3,6 раза, свинца - в 5,9 раза, кадмия - в 1,5 раз, хрома - в 4,8 раза, ртути - в 1,8 раз, мышьяка - в 4 раза.

В целом, содержание большинства ХОС и тяжелых металлов в растительном покрове обследованного района находится в пределах, характерных для фоновых районов Арктики. Концентрации ПХБ и соединений группы ПАУ (включая бенз(а)пирен) в растительном покрове района расположения пос. Баренцбург значительно выше, чем в фоновых районах Арктики. Опубликованные данные норвежских исследований по содержанию загрязняющих веществ в растительном покрове рассматриваемого района подтверждают эту оценку.

Для всех исследованных видовых групп растительности наблюдается тенденция повышения значений комплексного коэффициента загрязнения (Кк) на территории поселка и снижения значений этого коэффициента в санитарно-защитной зоне и за ее пределами. Минимальные коэффициенты характерны для растительности в районе озера Биенда-стеммев.

В пределах каждого выделенного участка, за исключением реки Грендалсэльва, более высокие значения Кк характерны для мхов, более низкие – для сосудистых растений.

В целом, содержание большинства ХОС и тяжелых металлов в растительном покрове обследованных районов находится в пределах, характерных для фоновых районов севера европейской территории России.

Опубликованные данные норвежских исследований по содержанию в растительном покрове рассматриваемого района подтверждают эту оценку. Например, содержание кадмия по этим данным составляет 0,06-0,52 мкг/г (по нашим данным - 0,01-0,45 мкг/г в районе пос. Баренцбург). Содержание свинца по данным норвежских исследований составляет 2-12 мкг/г, по нашим данным в районе пос. Баренцбург - 0,4-11,3 мкг/г.

Содержание ПХБ и соединений группы ПАУ, включая бенз(а)пирен, в растительном покрове района расположения пос. Баренцбург выше значений, характерных для фоновых районов.

В целом, полученные по результатам мониторинга загрязнения данные и выполненные обобщения показали, что содержания основных групп загрязняющих веществ в компонентах природных сред в районе расположения пос. Баренцбург являются характерными для районов развития угледобывающей промышленности и не является критическим.

В 2009 г. по сравнению с предыдущими годами наблюдений (2002-2008 гг.) наблюдалось устойчивое снижение уровней загрязнения компонентов природной среды (атмосферный воздух, снежный покров, морские воды и воды водоемов суши, почвы и растительный покров) в районе расположения поселка Баренцбург и его окрестностей.

В то же время, по материалам выполненного в 2009 году обследования установлены отдельные локальные участки с повышенными уровнями загрязнения, расположенные как в пределах поселка (почвенный покров в районе склада горношахтного оборудования, район отвала №1), так и за пределами санитарно-защитной зоны пос. Баренцбург (снежный покров на фоновых участках на восточном склоне горы Стурхода и Селисбухты) на которые следует обратить внимание при проведении рекультивационных работ в дальнейшем.

4.4.1 Стойкие загрязняющие вещества в Российской Арктике

В 2008-2009 гг. ИПМ ГУ «НПО «Тайфун» проведено изучение загрязнения атмосферного воздуха на метеостанции Валькаркай (Чукотский АО) стойкими органическими загрязняющими веществами (СОЗ). На рисунке 4.14. представлены среднемесячные концентрации в атмосферном воздухе таких СОЗ, как полихлорированные бифенилы (ПХБ), ДДТ, бенз(а)пирен (Б(а)П) и ГХЦГ за период 2008-2009 г.г. Для ПХБ приведены значения суммы 10 конгенеров ПХБ, контролируемых по программе АМАР: 28, 31, 52, 101, 105, 118, 138, 153, 156, 180 по номенклатуре ИЮПАК, для ГХЦГ - значения суммы концентраций α-ГХЦГ, β-ГХЦГ, γ-ГХЦГ, для ДДТ - суммы концентраций: 2,4-ДДЕ, 4,4`-ДДЕ, 2,4-ДДД, 4,4`-ДДД, 2,4-ДДТ. 4,4`-ДДТ.

Из рисунка 4.14. видно, что за период июнь 2008 г. - апрель 2009 г. общих тенденций в изменении концентраций отдельных СОЗ в атмосферном воздухе на станции Валькаркай не наблюдается. Для ГХЦГ видно резкое увеличение концентрации в атмосферном воздухе в июне, затем спад в июле - августе. По отношению к уровням ПХБ отмечено постепенное увеличение в июне-августе и более резкое в сентябре-октябре 2008 г., а также постепенное увеличение с февраля 2009 г. Среднемесячные концентрация ДДТ в атмосферном воздухе изменяются в небольших пределах и находятся практически на фоновом уровне. Для Б(а)П отмечается увеличение концентраций в январе-феврале 2009 г. Это можно объяснить увеличением потребления органического топлива, сжигание которого является одним из важных источников поступления Б(а)П в атмосферу.

С января по апрель 2009 г. средняя суммарная концентрация 10 конгенеров ПХБ, контролируемых по программе АМАР, составила 21,8 пг/м^3; для сравнения - в 2003 году она равнялась 3,2 пг/м^3. За этот же период суммарная концентрация 58 конгенеров ПХБ[1] находилась в диапазоне от 28,5 до 63,2 пг/м^3 (средняя - 44,8 пг/м^3). Это значительно выше уровней аналогичного периода 2003 г., когда средняя величина суммарной концентрации ПХБ равнялась 9,8 пг/м^3.

Из хлорорганических пестицидов (ХОП), входящих в список СОЗ, в атмосферном воздухе на метеостанции Валькаркай преобладали изомеры ДДТ, ГХЦГ и гексахлорбензол (ГХБ). Средние концентрации суммы ДДТ, суммы ГХЦГ и ГХБ за период с января по март 2009 г. составили 1,1; 13,0 и 18,9 пг/м^3 соответственно. В апреле массовые концентрации указанных веществ в атмосферном воздухе были на уровне предела обнаружения метода.

К сожалению на основе данных пока только 2008-2009 гг. трудно выделить тенденцию годовой динамики концентраций СОЗ (кроме бенз(а)пирена) в атмосферном воздухе на метеостанции Валькаркай.

Для оценки фоновых уровней СОЗ в объектах окружающей среды в районе станции Валькаркай в 2009 г. были отобраны пробы почвы, растений, воды и донных отложений. Образцы почвы и растений отбирали на одних и тех же площадках на северном, восточном и юго-западном берегах лагуны Валькаркай. Донные отложения и воду отбирали из лагуны Валькаркай вблизи берега недалеко от площадок отбора почвы и растений. Пробы почвы состояли из подстилки (0-5 см) и верхнего слоя почвы (5-10 см), растения представлены мхами (табл. 4.2. и 4.3.).

Из таблицы 4.2. видно, что концентрации суммы ПХБ в почвах составили от 6,14 до 0,46 мкг/кг, что значительно ниже предельно допустимой концентрации, установленной в России (60 мкг/кг). В растениях концентрации ПХБ также невелики, средняя концентрация составляет 19,4 нг/г сухого веса (табл. 4.3.).

Изомеры ДДТ и ГХЦГ в почвах практически отсутствуют, в растениях их концентрации составляют величины на уровне предела обнаружения метода. То же можно сказать и о концентрации ДДТ и ГХЦГ в воде и в донных отложениях лагуны Валькаркай (табл. 4.3.). Концентрации других СОЗ ниже предела обнаружения. Таким образом, преобладающими СОЗ во всех пробах окружающей среды в районе станции Валькаркай являются ПХБ.

Стойкие органические загрязняющие вещества (СОЗ) в выпадениях на подстилающую поверхность со снегом в районе станции Валькаркай. В апреле 2009 года в районе метеостанции Валькаркай были отобраны пробы снега. Результаты анализа проб снеговой воды приведены в таблице 4.4.

По значениям концентраций СОЗ в снеговой воде были рассчитаны величины выпадений каждого из СОЗ на единицу площади подстилающей поверхности за зимний период 2008-2009 гг. Результаты сравнивали с такими же показателями, полученными в 2008 г. за зимний период 2007-2008 гг. На рисунках 3.15. и 4.16. показаны сравнительные величины выпадений ПХБ, ДДТ и ГХЦГ на подстилающую поверхность.

[1] Сумма ПХБ (воздух): 3, 4+10, 8, 19, 17+18, 15, 28+31, 54, 33, 22, 52, 49, 104, 44, 37, 74, 70, 95, 155, 101, 99, 119, 81, 87, 110, 77, 151, 149, 123, 118, 114, 188, 153+168, 105, 138+158, 178, 126, 187, 183, 128, 167, 177, 202, 171, 156, 201, 157, 180, 191, 169, 170, 199, 189, 208, 194, 205, 206, 209 (всего 58)

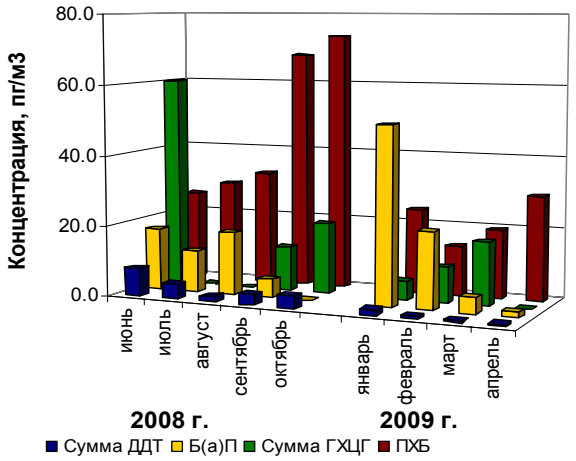


Рис. 4.14. Среднемесячные концентрации СОЗ (ДДТ, бенз(а)пирена (Б(а)П), ГХЦГ и ПХБ) в атмосферном воздухе на станции Валькаркай за период 2008-2009 гг.

В 2009 г. наблюдается значительный рост величины выпадений ПХБ и ДДТ. Величина выпадений ГХЦГ со снегом на подстилающую поверхность в 2009 г. не изменилась по сравнению с 2008 г.

Таким образом, преобладающими СОЗ во всех исследованных пробах окружающей среды в районе станции Валькаркай являются ПХБ. Изомеры ДДТ и ГХЦГ в почвах практически отсутствуют, в растениях их концентрации составляют величины на уровне предела обнаружения метода. Массовые концентрации других СОЗ ниже предела обнаружения. В 2009 г. наблюдается значительный рост величины выпадений ПХБ и ДДТ на подстилающую поверхность за зимний период, величина выпадений ГХЦГ в 2009 г. не изменилась по сравнению с 2008 г.

Табл. 4.2. Средние концентрация СОЗ (мкг/кг) в почве на побережье лагуны Валькаркай, 2009 г.

Соединения	Юго-западный берег		Северный берег		Восточный берег	
	0-5 см	5-10 см	0-5 см	5-10 см	0-5 см	5-10 см
Сумма ПХБ[1]	5,91	2,57	6,14	0,46	5,94	3,18
Сумма ДДТ	нд	нд	нд	нд	нд	нд
Сумма ГХЦГ	нд	нд	нд	нд	0,14	нд
Сумма ПАУ[2]	нд	нд	нд	нд	нд	нд

нд - не детектируется, ниже предела обнаружения

[1] Сумма ПХБ (почва, растительность, вода, донные отложения, снег): 6, 8, 18, 16, 26, 25, 31+28, 33, 52, 49, 47, 44, 57, 41, 74, 70, 66+95, 60, 84, 101, 99, 97, 87, 136, 110+77, 151, 135, 149+118, 146, 153, 105, 141, 138, 126, 187, 183, 128+167, 174, 177, 171+156, 157+201, 180, 170, 199, 196+203, 189, 195, 194, 206, 209 (всего 50)

[2] Сумма ПАУ: нафталин, фенентрен, антрацен, фдоурантен, бенз(а) антрацен, хризен, бенз(к)флуорантен, бенз(а)пирен, индено(1,2,3 - cd)пирен, бензо (g,h,i)перилен

Табл. 4.3. Средние концентрации СОЗ в объектах природной среды в районе станции Валькаркай (Чукотка)

Соединения	Растения (нг/г сухого веса), п = 3	Донные отложения (нг/г сухого веса) п=3	Пресная вода (нг/л), п=3
Сумма ПХБ	19,4	12,1	7,8
Сумма ГХЦГ	0,3	нд	нд
Сумма ДДТ	0,1	0,1	0,1

нд - не детектируется, ниже предела обнаружения

Табл. 4.4. Концентрации некоторых СОЗ в пробах снеговой воды из района метеостанции (м/с) Валькаркай, 2009 г.

Номер пробы	Место отбора	Концентрация СОЗ, нг/л		
		Сумма ПХБ	Сумма ДДТ	Сумма ГХЦГ
1	Чукотский АО, м/с Валькаркай, 2 км на запад от метеостанции	12,4	1,24	0,59
2	Чукотский АО, м/с Валькаркай, к западу от метеостанции 400-500 м, около воздухозаборной установки	23,96	0,38	0,50
3	Чукотский АО, м/с Валькаркай, к западу от метеостанции 1км	10,36	0,11	0,26
4	Чукотский АО, м/с Валькаркай, к востоку от метеостанции 1 км,	6,79	1,28	0,59
5	Чукотский АО, м/с Валькаркай, к востоку от метеостанции 2 км	17,04	1,40	2,25

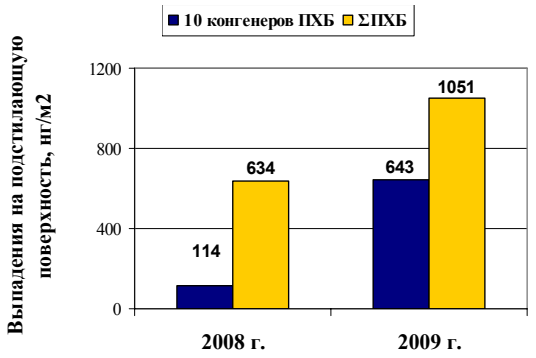


Рис. 4.15. Выпадения ПХБ на подстилающую поверхность со снегом в районе станции Валькаркай, зима 2008-2009 гг.

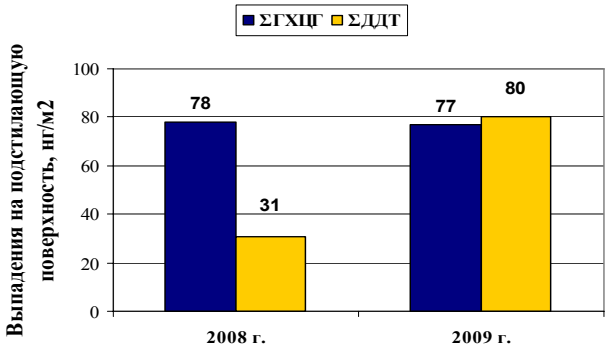


Рис. 4.16. Выпадения ДДТ и ГХЦГ на подстилающую поверхность со снегом в районе станции Валькаркай, зима 2008-2009 гг.

4.5. Загрязнение окружающей среды в районах расположения объектов по уничтожению химического оружия

В 2009 году уничтожение химического оружия производилось на 3 объектах - в Кировской области вблизи п. Марадыковский, Пензенской области вблизи п. Леонидовка, Курганской области вблизи г. Щучье. На объекте УХО вблизи г. Камбарка Удмуртской Республики уничтожение отравляющего вещества (ОВ) - люизита - завершилось в конце марта 2009 г. На двух объектах по уничтожению химического оружия (объект УХО) - вблизи г. Почеп Брянской области и расположения вблизи п. Кизнер Удмуртской Республики - ведутся работы по строительству и подготовке к пуску в эксплуатацию. Объект УХО вблизи п. Горный (Саратовской области) завершил работу по уничтожении химического оружия 23 декабря 2005 года. В настоящее время на этом объекте УХО производится утилизация твердых отходов и переработка сухих солей - реакционных масс люизита.

Первостепенное внимание при уничтожении отравляющих веществ уделяется обеспечению безопасности людей и защите окружающей среды согласно национальным стандартам, регламентам и правилам. Для этого разработан ряд мероприятий, включая установление зон защитных мероприятий (ЗЗМ), размеры площадей которых утверждены Правительством Российской Федерации, проведение экологического мониторинга состояния окружающей среды на территориях ЗЗМ. Данные мониторинга обеспечивают объективное подтверждение безопасности населения и окружающей среды в ЗЗМ, выявление возможных аномалий и принятия решений по оптимизации режимов функционирования объектов УХО.

Организации Росгидромета участвуют в работе по нормативно-методическому и организационному обеспечению государственного экологического мониторинга окружающей среды при хранении, перевозке и уничтожении химического оружия в сфере своих полномочий.

4.5.1. Загрязнение атмосферного воздуха

Наблюдения за состоянием атмосферного воздуха в районах расположения объектов УХО проводятся на автоматических стационарных (АСПК) и маршрутных постах контроля.

В перечень веществ, подлежащих контролю в атмосфере в районах расположения объектов УХО, утилизирующих отравляющие вещества (ОВ) кожно-нарывного действия, входят иприт, люизит, моноэтаноламин, мышьяк треххлористый, оксид мышьяка, хром.

Перечень веществ, подлежащих контролю в атмосфере в районах расположения объектов УХО, утилизирующих ОВ нервно-паралитического действия, включает вещество типа Vx, зарин, зоман, моноэтаноламин, О-Изобутилметилфосфонат, свинец, ангидрид фосфорный.

Помимо этого в перечень веществ включены малые газовые составляющие (оксиды серы, углерода, азота), взвешенные вещества, углеводороды, бенз(а)пирен и др.

Оценка влияния выбросов объектов УХО строится на анализе, который используется для сравнения и возможного выявления различий в выборке данных, принадлежащих к изучаемому участку, с данными, относящимися к фоновому участку. При проведении подобного анализа методами непараметрической статистики можно сравнивать данные, включающие значения, ниже предела обнаружения. При этом желательно, чтобы исследуемый и фоновый участки были сходны по основным геоэкологическим характеристикам, и сопоставимы по размерам. Рекомендуемое количество данных измерений в каждом из сравниваемых рядов должно быть не менее 10, при этом желательно, чтобы количество данных в сравниваемых рядах было одинаковым.

Методами непараметрической статистики проведено сравнение выборок, составленных из данных ежедневных измерений с наветренной и подветренной сторон от объектов УХО.

1 203 объект УХО, г. Камбарк, Удмуртская Республика, 2007-2009 гг. С 95% вероятностью достоверных различий между концентрациями всех перечисленных загрязняющих веществ с подветренной и наветренной сторон не выявлено, это позволяет сделать вывод, что выбросы в атмосферу 1 203 объекта УХО не оказывали заметного влияния на состояние атмосферного воздуха.

1 206 объект УХО, п. Леонидовка, Пензенская область и 1 207 объект УХО, г. Щучье, Курганская область, 2009 г. Как и в предыдущем случае, с 95% вероятностью достоверных различий концентраций ЗВ с наветренной и подветренной сторон не выявлено, это также позволяет сделать вывод, что выбросы в атмосферу объектов УХО не оказывает заметного влияния на состояние и качество атмосферного воздуха.

1 203 объект УХО, г. Камбарка, Удмуртская Республика. Концентрации люизита в 2009 г., как и в предыдущие годы наблюдений, были ниже предела диапазона используемых методик выполнения измерений, ниже 0,5 ПДК (ОБУВ). Концентрации неорганических соединений мышьяка, хрома(+6) в атмосферном воздухе в 2009 г., как и в предыдущие годы наблюдений, были более чем на порядок ниже ПДК, ОБУВ.

Анализ данных мониторинга содержания в атмосфере общепромышленных загрязняющих веществ показал, что превышений $ПДК_{сс}$ в 2009 г., как и в 2008 г., в населенных пунктах в ЗЗМ всех объектов УХО не обнаружено. В 2009 г. по показаниям на АСПК 1, 2, 3 в г. Камбарка превышений $ПДК_{мр}$ не обнаружено, при этом в 2008 г. были установлены превышения $ПДК_{мр}$ по содержанию взвешенных веществ и оксида азота.

Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха показала, что степень загрязнения атмосферного воздуха в г. Камбарка 2009 г., как и в 2008 г., квалифицируется как «низкая», в отдельные сутки, как «повышенная».

1 205 объект УХО, п. Марадыковский, Кировская область. Концентрации вещества типа Vx, О-Изобутилметилфосфоната - в 2009 г., как в предыдущие годы наблюдений, были ниже предела обнаружения используемых методик выполнения измерений, ниже 0,5 ПДК (ОБУВ). Концентрации общего фосфора в период наблюдений оставались ниже ПДК.

Превышений ПДК по содержанию в атмосфере общепромышленных загрязняющих веществ в 2009 г., как и в 2008 г., не зафиксировано.

1 206 объект УХО, п. Леонидовка, Пензенская область. Концентрации вещества типа Vx, зарина, зомана, О-изобутилметилфосфоната, моноэтаноламина в период наблюдений были меньше нижнего предела обнаружения используемых методик выполнения измерений, ниже 0,5 ПДК (ОБУВ). Концентрация общего фосфора в период наблюдений оставались ниже ПДК.

Концентрации суммарных углеводородов и бенз(а)пирена в атмосферном воздухе районов расположения объектов УХО в течение 2009 г., как и в предыдущие годы наблюдений, были ниже установленных нормативов.

В 2009 г., как и в 2008 г., на АСПК Леонидовка были зафиксированы превышения ПДК$_{мр}$ взвешенных веществ, оксидов углерода и азота, диоксида азота. Это связано с расположением АСПК между населенным пунктом и железной дорогой, в результате на показания АСПК оказывают большое влияние низкие источники выбросов ЗВ поселка (отопление, автодороги) и железной дороги. Превышений ПДК$_{мр}$ в п. Золотаревка в 2009 г., как и в2008 г., не наблюдалось.

Оценка степени загрязнения атмосферного воздуха показала, что на станции Леонидовка в январе, мае, июле, ноябре и декабре 2009 г. был повышеный уровень загрязнения, в остальные месяцы – низкий. В п. Золотаревка степень загрязнения атмосферы в 2009 г. - «низкая», как и в 2008 г.

1 207 объект УХО, г. Щучье, Курганская область. АСПК размещены в 10 населенных пунктах и на промплощадке 1 207 объекта УХО. По данным наблюдений в 2009 г. получено, что концентрации зарина, моноэтаноламина изопропилового спирта в атмосферном воздухе были меньше нижнего предела обнаружения используемых методик выполнения измерений, ниже 0,5 ПДК (ОБУВ). Концентрации бенз(а)пирена, свинца, фосфора и его соединения в период наблюдений оставались ниже ПДК.

В 2009 г. было зафиксировано по одному случаю превышения ПДК$_{мр}$ взвешенных веществ в п. Наумовка в ноябре и диоксида азота в п. Плановый Курганской области. В 2008 г. было отмечено 10 превышений ПДК взвешеннх веществ.

Степень загрязнения воздуха в населенных пунктах и на промплощадке оценивается как «низкая».

1 204 объект УХО, г. Почеп, Брянская область и 1 206 объект УХО п. Кизнер, Удмуртская Республика. Мониторинг загрязнения атмосферного воздуха проводится на маршрутных постах в санитарно-защитной зоне (СЗЗ) и ЗЗМ строящихся объектов УХО. В 2009 г., как и в 2008 г., отравляющие вещества (вещество типа Vx, зарин, зоман, О-изобутилметилфосфо-нат, моноэтаноламин) не обнаружены, содержание общепромышленных ЗВ не превышало ПДК.

Таким образом, проведенные оценки показали, что выбросы в атмосферу объектов УХО не оказывает заметного влияния на состояние и качество атмосферного воздуха в районах их расположения.

Степень загрязнения атмосферного воздуха атмосферы населенных пунктов в ЗЗМ объектов УХО, в основном, оценивается как «низкая» и отдельные периоды времени как «повышенная».

4.5.2. Качество поверхностных вод

Объекты УХО не производят прямые выбросы сточных вод в поверхностные воды. Поступление загрязняющих веществ возможно со смывами с водосборов, с атмосферными выпадениями.

Перечень контролируемых веществ, подлежащих контролю в поверхностных водах в районах расположения объектов УХО, утилизирующих ОВ кожно–нарывного действия, включает иприт, люизит, моноэтаноламин, мышьяк общий, хром.

В перечень контролируемых веществ, подлежащих контролю в водных объектах в районах расположения объектов УХО, утилизирующих ОВ нервно-паралитического действия, входят вещество типа Vx, зарин, зоман, моноэтаноламин, метилфосфоновая кислота, О-изобутилметилфосфонат, О- изопропилметилфосфонат, О-пинаколилметилфосфонат.

Анализ результатов измерений показал, что отравляющие вещества и продукты их деструкции в воды рек, протекающих в ЗЗМ объектов УХО, или являющихся их водоприемником, в 2009 г., как и в 2008 г., не обнаружены. Содержание специфических контролируемых загрязняющих веществ в пробах воды не превышает установленный норматив качества окружающей среды (ПДК$_{р.х.}$).

1 203 объект УХО, г. Камбарка, Удмуртская Республика. Влияние деятельности 1 203 объекта УХО на состояние воды р. Камбарка, протекающей в ЗЗМ, согласно проведенным оценкам с использованием непараметрического критерия Уилкоксона не обнаружено.

В 2009 г. были обнаружены превышения в воде в створах р. Камбарка по БПК$_5$, В 2008 г. помимо этого имели место превышения содержания в воде марганца, нефтепродуктов, взвешенных веществ. Химический состав воды, как и в 2008 г. неподвержен существенным изменениям в тече-

ние года и загрязненность воды в реке Камбарка следует считать неустойчивой во всех створах. Загрязненность воды в створах р. Камбарка в целом характеризуется как грязная.

Загрязненность воды р. Кама в створах выше и ниже впадения р. Камбарка к категориям устойчивой и грязной. Обнаружены превышения установленных нормативов содержания взвешенных веществ с частотами 33,3 и 66,7%, соответственно.

Содержание соединений мышьяка в контролируемых створах рек Камбарка и Кама находится на уровне или ниже предела обнаружения используемых методик.

1 205 объект УХО, п. Марадыковский, Кировская область. В р. Погиблица поступают сточной воды п. Мирный после очистных сооружений 1 205 объектов УХО. В пробах воды реки Погиблица в контрольном и фоновом створах в 2008-2009 гг. установлены случаи превышение $ПДК_{р.х.}$ железа растворенного, взвешенных веществ, легко- и трудноокисляемых органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК соответственно). Следует заметить, что эти превышения имели место и до начала действия объекта УХО.

Загрязненность воды относится к категории устойчивой. При этом вода в обоих створах в целом характеризуется как грязная, т.е. степень загрязненности воды р. Погиблица за счет сброса сточных вод существенно не меняется.

1 206 объект УХО, п. Леонидовка, Пензенская область. Контроль состояния поверхностных вод в 2009 г., как и в 2008 г., проводился на водных объектах: ручей Пятиямный, верховье р. Суры, устье р. Лямзай, руч. Жданка, р. Медоевка, р. Круглый, вдхр. Сурское, исток р. Индры, родник верховье р. Суры. Оценка состояния поверхностных вод показала, что вода во всех пунктах наблюдений в 2009 г. характеризуется как грязная. Случаи превышения ПДК марганца, меди, железа, фосфат ионов, легко- и трудноокисляемых органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК соответственно), отмечались практически во всех пунктах наблюдений, включая фоновый (на истоке р. Инда).

В целом динамика и уровень содержания определяемых ингредиентов в 2009 г. существенно не отличается от данных прошлых лет.

Концентрации компонентов химического оружия и продуктов их деструкции в воде перечисленных водных объектов были ниже пределов обнаружения используемых методик анализа.

1 207 объект УХО, г. Щучье, Курганская область. Наблюдения за состоянием поверхностных вод ведутся в створах на реках - Миасс, Чумляк и Чумлячка; на озерах Наумовское, Петровское, Пуктыш, Никитское; оз. Песчаное, оз. около г. Щучье, оз. Нифановское. В 2009 г., как и в 2008 г., обнаружены превышения содержания в воде общего железа, марганца, меди, цинка, ионов фосфатов, фторидов, сульфатов, нитратов, нитритов, аммония; взвешенных веществ, а также легко- и трудноокисляемых органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК соответственно), обусловленные природными условиями района и хозяйственной деятельностью, не связанной с 1 207 объектом УХО.

1 204 объект УХО, г. Почеп, Брянская область. Наблюдения за состоянием поверхностных в 2009 г., как и в 2008 г., проводились в створах на водных объектах - рек Речечка, Рожок, Немолодва, Коста, Валуец, Судость, ручей Безымянный. Концентрации фосфат-ионов, легко- и трудноокисляемых органических веществ (по $БПК_5$ и ХПК соответственно) составили 1,3-2 ПДК. Эти превышения связаны с хозяйственной деятельностью населенных пунктов, расположенных от них в непосредственной близости.

1 208 объект УХО п Кизнер, Удмуртская Республика. Наблюдения за загрязнением поверхностных вод проводятся на водных объектах реки Люга и ее приток Тыжма. По данным наблюдений в 2009 г. выявлены превышения установленных нормативов содержания меди, марганца, железа. Выявленные превышения являются типичными для Кизнерского района и регулярно наблюдаются с 2006 г.

1 202 объект УХО, с .Большая Сакма (в створах 1 км выше и 1 км ниже села), Саратовская область. Наиболее крупным водотоком в районе расположения 1 202 объекта УХО является р. Сакма, приток р. Большой Иргиз.

Концентрации компонентов химического оружия и продуктов их деструкции в воде были ниже пределов обнаружения используемых методик анализа, ниже 0,5 ПДК (ОБУВ).

Вода р. Сакма в районе расположения 1 202 объекта УХО характеризуется как «загрязнённая». Наблюдались превышения ПДК железа, сульфатов, хлоридов, нитритов, аммонийного азота, фосфатов, легко- и трудноокисляемых органических веществ, обусловленные хозяйственной деятельностью в регионе, не связанной с 1 202 объекта УХО. Содержание соединений мышьяка в воде реки было ниже предела обнаружения. Ухудшения качества воды в 2008 г. по сравнению с 2006-2007 гг. не наблюдается.

Таким образом, загрязненность поверхностных вод в ЗЗМ объектов УХО в целом не связана с производственной деятельностью объектов УХО, а, в основном, определяется хозяйственной деятельностью и природными условиями на территории водосбора.

4.5.3. Состояние почв

Мониторинг состояния почв проводится в районах расположения объектов уничтожения химического оружия, охватывая зону радиусом не менее 5 км.

Наблюдения ведутся на постоянных контрольных наблюдательных точках государственного экологического мониторинга. Точки расположены по восьми секторам вокруг предприятия на различном удалении от источника. Определяется содержание в почве отравляющих веществ, перерабатываемых объектом, продуктов их деструкции, а также показателей, необходимых для оценки степени опасности загрязнения почвы химическими веществами. Наблюдения проводятся ежеквартально.

1 202 объект УХО, г. Горный, Саратовская область. В 2009 г. проводились наблюдения за содержанием в почвах люизита и продуктов его трансформации , иприта, мышьяка, никеля, хрома, сульфатов, хлоридов, нитратов, нитритов, нефтепродуктов, моноэтаноламина, аммонийного азота. Почвы района наблюдений характеризуются тяжелым механическим составом, кислотность их близка к нейтральной (среднее значение pH 7,0). Превышений гигиенических нормативов не зарегистрировано ни по одному из контролируемых показателей Люизит и его метаболиты 1,4-дитиан, 2-хлорвиниларсоновая кислота, оксид люизита, тиодигликоль, иприт, моноэтаноламин не обнаружены ни в одной из проанализированных проб почвы (предел обнаружения используемых методик соответствует 0,5 ПДК). Содержание мышьяка в среднем составило 2 мг/кг, что ниже среднего (кларкового) содержания в почвах (5 мг/кг) и ОДК (10 мг/кг). Содержание никеля не превышало ОДК.

1 203 объект УХО, г. Камбарка, Удмуртская Республика. В ЗЗМ 1 203 объекта УХО в 2009 г. проводились наблюдения за содержанием в почвах ССЗ и ЗЗМ люизита и продуктов его трансформации, мышьяка, хрома, хлоридов, кислотностью почв. Измерение содержания в почвах тяжелых металлов было проведено в 2006 г. до пуска 1 203 объекта УХО эксплуатацию и в 2009 г. после окончания переработки отравляющих веществ. Метаболит люизита - 2-хлорвиниларсоновая кислота в количестве 0,43 мг/кг (ПДК не установлен) был обнаружен 1 раз в одной пробе почвы, отобранной 14.04.2009 г. вблизи границы санитарно-защитной зоны, повторный отбор и анализ проб на этой наблюдательной площадке наличие метаболитов люизита не подтвердил. Во всех других проанализированных пробах люизит и его метаболиты (2-хлорвиниларсоновая кислота, оксид люизита) не обнаружены.

Почвы района наблюдений, также как и в целом в Республике Удмуртия, характеризуются как кислые: pH варьирует от 3,5 до 7,5 (среднее 5,0). По результатам наблюдений, начатых еще до пуска в эксплуатацию 1 203 объекта УХО, в почвах контролируемой территории постоянно наблюдаются высокие содержания мышьяка. По результатам наблюдений в 2009 г. среднее содержание мышьяка в почвах составило 9 мг/кг. Значимых изменений содержания мышьяка в почвах за весь период наблюдений не произошло. Коэффициент вариации наблюдаемых концентраций (30%) не превышает погрешности применяемой методики анализа и естественных флуктуаций содержаний микроэлементов в почвах. По суммарному показателю загрязнения комплексом металлов, как в 2006 г., так и в 2009 г. почвы относятся к допустимой категории загрязнения.

1 204 объект УХО, г. Почеп, Брянская область. Пробы почвы, отобранные в в ЗЗМ строящегося 1 204 объекта УХО, анализировалась по 28 показателям. Определялись специфические примеси - вещество типа Vx, зарин, зоман, метилфосфоновая кислота, О-изобутилметилфосфонат, моноэтаноламин, фосфор в водно-этанольной вытяжке. Последний показатель специально разработан для экспрессной оценки возможного присутствия в почвах фосфорорганических отравляющих веществ и продуктов их распада. Также проводился анализ почв на содержание металлов и основных анионов для оценки их общего состояния и для установления фоновых значений. Отравляющие вещества и продукты их деструкции в почвах не обнаружены. По суммарному показателю загрязнения комплексом металлов почвы относятся к допустимой категории загрязнения. Наблюдаемые концентрации в почвах значимо не изменились по сравнению с 2008 г.

1 205 объект УХО, п. Марадыковский, Кировская область. В почвах ССЗ и ЗЗМ 1 205 объекта УХО в 2009 г. проводились наблюдения за содержанием в вещества типа Vx и продуктов его трансформации (метилфосфоновой кислоты, О-изобутилметилфосфоната), мышьяка, подвижного фтора, а также за фосфором в водно-этанольной вытяжке. Превышения ПДК (по содержанию мышьяка) были обнаружены в двух наблюдательных точках. Учитывая то, что переработка мышьяксодержащих отравляющих веществ на 1 205 объекте УХО не начата, превышения могут быть обусловлены природными факторами, либо предыдущим антропогенным воздействием. Среднее содержание мышьяка в почвах невысоко, что характерно для Кировской области, почвы которой характеризуются низким содержанием гумуса, низким содержанием фосфора и микроэлементов, повышенной кислотностью - средневзвешенный показатель кислотности по области равняется 5,0 ед. pH Средняя кислотность в районе наблюдений - 4,7 ед. pH. Преобладают почвы суглинистого и глинистого механического состава.

Анализ результатов мониторинга состояния почв свидетельствует об удовлетворительном состоянии почвенного покрова в районе расположения объекта. Диапазоны варьирования значений измеряемых показателей в 2008 и 2009 гг. практически совпадают, что свидетельствует об отсутствии влияния объекта на состояние почв.

1 206 объект УХО, п. Леонидовка, Пензенская область. В ЗЗМ 1 206 объекта УХО в 2009 г. в отобранных пробах почв отравляющие вещества (вещество типа Vx, зарин, зоман), продукты их деструкции (N-метил-2-пирролидон, метилфосфоновая кислота, О-изобутилметилфосфонат) и моноэтаноламин не обнаружены. Среднее содержание

мышьяка в почвах значимо не изменилось по сравнению с предыдущими годами наблюдений (9,8 мг/кг). Почвы района наблюдений характеризуются высоким содержанием мышьяка. Это подтверждают результаты измерений концентраций мышьяка в почве фоновой площадки, находящейся вне зоны возможного влияния объекта (11 мг/кг) Среднегодовое содержание мышьяка в районе наблюдений (9,8 мг/кг) находится в диапазоне значений прошлого года и совпадает (в пределах погрешности применяемой методики) с фоновым.

Содержание подвижного фосфора в почвах обследуемого участка меняется в широких пределах (<0,2-99 мг/кг). Содержание этого биогенного элемента подвержено также сезонным колебаниям. Среднегодовое содержание фосфора в водно-этанольной вытяжке (17,2 мг/кг в 2009 г. и 24,2 мг/кг в 2008 г.) соответствует диапазону значений подвижного фосфора в черноземах Пензенской области (от 35 до 81 мг/кг)

Таким образом, можно заключить, что почвы территорий ЗЗМ объектов УХО во всех случаях относятся к допустимой категории загрязнения. Обнаруженные участки локального загрязнения не связаны с деятельностью объектов УХО.

1 207 объект УХО, г. Щучье, Курганская область. В 2009 г. на объекте начаты работы по уничтожению нервно-паралитических (фосфорорганических) отравляющих веществ. В почве ЗЗМ определялись специфические примеси (вещество типа Vx, зарин, зоман, метилфосфоновая кислота, О-изобутилметилфосфонат, моноэтаноламин, фосфор в водно-этанольной вытяжке), pH, микроэлементы (железо, марганец, медь, цинк).

Преобладающие почвы Западно-Сибирского региона – черноземы выщелоченные суглинистые в комплексе с серыми лесными и засоленными почвенными разностями. По результатам наблюдений 2008-2009 гг. в почвах наблюдается повышенное содержание металлов (содержание меди и цинка выше среднего содержания в почвах). В двух пробах концентрации цинка составили 1,4 и 4,5 ПДК. Отравляющие вещества и продукты их деструкции в почвах не обнаружены. Среднее содержание фосфора в водно-этанольной вытяжке из почв не изменилось по сравнению с 2008 г.

1 208 объект УХО, п. Кизнер, Удмуртская Республика. Наблюдения за загрязнением почв проводились в районе строительства 1208 объекта УХО. Определялись специфические примеси - вещество типа Vx, зарин, зоман, метилфосфоновая кислота, О-изобутилметилфосфонат, β-хлорвинил-арсоновая кислота, моноэтаноламин, фосфор в водно-этанольной вытяжке. Также проводился анализ почв для оценки их общего состояния и для установления фоновых значений. Отравляющие вещества и продукты их деструкции в почвах не обнаружены. Так же, как и в Камбарке, почвы характеризуются повышенным содержанием мышьяка (среднее содержание 9,8 мг/кг). Средняя кислотность почв – 5,0 ед.pH. В одной точке содержание цинка превысило ПДК. По суммарному показателю загрязнения комплексом металлов, как и в 2008 г. почвы относятся к допустимой категории загрязнения.

Таким образом, в ходе мониторинга почв районов расположения объектов уничтожения химического оружия загрязнения, вызванного деятельностью объектов, не выявлено.

Заключение

Подразделениями Росгидромета в 2009 году, также как и в предыдущие годы, проводились наблюдения за параметрами абиотической составляющей природной среды, гелиофизической и радиационной обстановкой, велись работы по оперативному выявлению последствий техногенных аварий, а также высоких уровней загрязнения, обусловленных другими причинами.

Анализ данных мониторинга загрязнения природной среды приводится с учетом климатических особенностей на территории России.

Наблюдения показывают, что для территории России в целом продолжается тенденция к потеплению во все сезоны, кроме зимы в Восточной Сибири.Наибольшая скорость современного потепления отмечается в западных районах европейской территории России и в Якутии (зимой), на юге Красноярского края и в Предбайкалье (зимой и весной), на Чукотке и в Магаданской области (весной и осенью) наименьшая - в Западной Сибири, где тренд практически отсутствует во все сезоны, кроме весеннего. Тенденция к похолоданию на территории России сохраняется лишь в зимний период в северо-восточном регионе (Чукотка, Магаданская область, восточные районы Якутии).

Средняя годовая температура воздуха, осредненная по территории России, в 2009 г. превысила «норму» 1961-1990 гг. на 0,55^{0}С, так что 2009 год для территории России в целом оказался лишь 23-им по рангу теплых лет с 1936 года. В рекордном 2007 г. положительная аномалия составляла 2,1^{0}С.

Количество осадков, выпавших в целом за год по всей территории России, в 2009 году было значительно выше нормы – год оказался одиннадцатым по рангу влажных лет с 1936 г.

Оценки трендов осадков за 1976-2009 гг., в сравнении с аналогичными оценками за 1976-2008 гг., изменились очень несущественно. Тренд годовых сумм осадков за 1976-2009 гг., в среднем по России, составляет 0,85 мм/мес/10 лет и описывает 27% межгодичной изменчивости (в 1976-2008 гг. он составлял 0,84 мм/мес/10 лет при 26% объясненной дисперсии).

Наиболее заметен рост годовых сумм осадков в Средней Сибири (за счет осеннего сезона) и рост весенних осадков в целом по России (за счет Западной и Восточной Сибири).

В целом, следует отметить, что на территории России линейные тренды в ходе осадков выражены значительно слабее, чем в ходе температуры. Как правило, они ответственны за слишком малую долю межгодичной изменчивости осадков и указывают на наличие в некоторых регионах России в отдельные сезоны слабой тенденции к увеличению осадков или их уменьшению.

В 2009 году на европейской части России к началу марта запасы воды в снежном покрове были близкими или ниже нормы для этого времени года и, преимущественно, меньше прошлогодних. На азиатской территории к началу марта запасы воды в снежном покрове были около нормы или выше нормы на 15-40%. Таяние снежного покрова проходило во всех регионах крайне неравномерно.

В целом 2009 год по условиям формирования водных ресурсов был для России достаточно благоприятным. Водные ресурсы Российской Федерации в 2009 году превысили норму более чем на 5%, что соответствует общей тенденции увеличения водных ресурсов страны, начиная с 1980 года. Однако в отдельных регионах особенно на участках крупных рек (Дон, Терек, Кубань, Обь) эта тенденция носила обратный характер.

В 2009 году на территории России было зарегистрировано 390 случаев опасных метеорологических явлений. Наиболее высокая повторяемость (95 случаев) приходится на сильные осадки. Часто наблюдался сильный ветер (75 случаев), который, как правило, наносит наиболее значительный ущерб секторам экономики и частному сектору. Наибольшая повторяемость опасных гидро-метеорологических явлений (56%) наблюдалась в теплый период года (с мая по сентябрь), что обусловлено активной атмосферной конвенцией, которая распространяется по всей территории России. В большинстве федеральных округов РФ в 2009 г. количество ОЯ снизилось на 5-15% по сравнению с 2008 г., лишь в Уральском ФО количество ОЯ увеличилось на 6%.

Многолетний мониторинг загрязнения окружающей среды в России проводится подразделениями Росгидромета как в районах с повышенным антропогенным воздействием, так и на незагрязненных участках, где фиксируются региональные фоновые концентрации загрязняющих веществ. К региональному фону по разным оценкам относится от 70 до 80% всей территории страны.

Анализ данных прозрачности и оптической плотности атмосферы не выявил статистически значимых трендов за период 1974-2009 гг. Крупные вулканические извержения по-прежнему остаются главной причиной изменения плотности и прозрачности атмосферы на межгодовом уровне.

Значение общего содержания озона над территорией России в 2009 г. в среднем было примерно на 3% ниже, чем в конце 1970-х гг. Существенных аномалий в течение 2009 года не наблюдалось.

Минерализация осадков на фоновых станциях не превышала 15,0 мг/л, что является средним фоновым уровнем по результатам 50-летних наблюдений. Сумма сульфатов, гидрокарбонатов и нитратов в общей минерализации изменялась от 53 до 70%. По сравнению с 2008 г. уменьшилось содержание хлоридов в Дальневосточном федеральном округе и сульфатов в Сибирском федеральном округе. Возросла запыленность и содержание гидрокарбонатов в центральных и южных регионах европейской территории России, в Поволжье и на Урале. Запыленность воздуха России возросла в 2009 г. примерно на 5% по сравнению с 2008 г. Соответственно кислотность атмосферных осадков уменьшилась почти на 25%.

Результаты наблюдений за содержанием приоритетных загрязняющих веществ в природных средах (воздух, осадки, поверхностные воды, почвы, растительность) на фоновых станциях в биосферных заповедниках России показывают, что за 20 лет в большинстве фоновых регионах концентрации контролируемых химических веществ остаются, в целом, на низком уровне и характеризуют глобальный региональный фон. В отдельных районах, где в последние годы происходит интенсивное освоение территорий, связанное с реализацией крупных федеральных программ (Кавказский биосферный заповедник), существует потенциальная опасность роста уровня загрязнения окружающей среды, в связи с чем повышается роль объективной информации об изменении регионального фона.

Глобальное загрязнение окружающей среды техногенными радионуклидами на территории РФ было обусловлено атмосферными ядерными взрывами, проводившимися в 1954-1980 гг. в процессе испытаний ядерного оружия на полигонах планеты. На некоторых территориях РФ имело место дополнительное радиоактивное загрязнение объектов окружающей среды: на ЕТР в 1986 г. вследствие радиационной аварии на Чернобыльской АЭС, на АТР в 1957 г. вследствие радиационной аварии на ПО «Маяк», расположенном в Челябинской области, и в 1967 г. из-за ветрового выноса радионуклидов с обнажившихся берегов оз. Карачай, куда сливались жидкие радиоактивные отходы этого предприятия. Кроме того, источниками локального радиоактивного загрязнения окружающей среды являются некоторые предприятия ядерно-топливного цикла, такие как Сибирский химический комбинат в Томской области, Горно-химический комбинат (ГХК) в Красноярском крае, ПО «Маяк» в Челябинской области и некоторые другие.

Средневзвешенные по территории России суточные выпадения суммарной бета-активности долгоживущих радионуклидов практически не меняются с 1999 г. Вместе с тем в 2009 г. в приземном слое атмосферы было зарегистрировано 147 случаев повышеной объемной суммарной бета-активности радионуклидов: 18 случаев десятикратного и более превышения выпадений суммарной бета-активности радионуклидов над фоновыми уровнями и 129 случаев пятикратного и более превышения объемной суммарной бета-активности радионуклидов над фоновыми уровнями.

Повышенные в 9,6 и в 6,5 раза по сравнению с фоновыми среднегодовые объемные активности ^{137}Cs наблюдались в окрестностях радиационно опасных объектов: в Нововоронеже и в Курчатове – $22 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 и $15 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3, соответственно. Однако, регистрируемые в этих населенных пунктах объемные активности ^{137}Cs были на шесть-семь порядков ниже допустимой объемной активности ^{137}Cs в воздухе для населения (ДОА$_{НАС.}$) по НРБ-99/2009.

Объемная активность ^{90}Sr в приземном атмосферы также как и ^{137}Cs постепенно уменьшается.

На большей части ЕТР и АТР выпадения ^{137}Cs из атмосферы на подстилающую поверхность в 2009 г. были на уровне или ниже предела обнаружения. Средневзвешенные по территории РФ выпадения ^{137}Cs в 2009 г. составляли <0,3 Бк/м^2·год.

На загрязненных в результате Чернобыльской аварии территориях Европейской части России вследствие ветрового подъема пыли с загрязненной почвы и хозяйственной деятельности населения до сих пор наблюдается повышенное содержание радионуклидов в воздухе. Основным дозообразующим радионуклидом на загрязненных территориях является ^{137}Cs.

Среднемесячные объемные активности ^{137}Cs в ближайшем к загрязненной зоне г. Брянске в 2009 г. изменялись в пределах от 6 до $18 \cdot 10^{-7}$ Бк/м^3 при среднегодовом значении $11 \cdot 10^{-7}$Бк/м^3, что примерно в 4,5 раза выше среднегодового (фонового) уровня для территорий, расположенных вне загрязненных зон, и на семь порядков ниже ДОА$_{НАС.}$ по НРБ-99/2009.

Объемная активность и выпадения ^{90}Sr и суммарной бета-активности радионуклидов на этих территориях в 2009 г. не превышали средних значений, характерных для незагрязненной территории России

Выпадения ^{137}Cs в 100-км зоне вокруг ПО «Маяк» (усредненные по 14 пунктам) остались примерно на уровне 3-х предыдущих лет. Средняя годовая сумма выпадений ^{137}Cs из атмосферы в 2009 г. в этом районе (6,8 Бк/м^2·год) была в 34 раза выше фонового значения для Уральского региона. Максимальные выпадения ^{137}Cs наблюдались в п. Новогорный – 14,5 Бк/м^2·год . Средняя величина выпадений ^{90}Sr за год вокруг ПО «Маяк» (по тем же пунктам) уменьшилась по сравнению с 2008 г. и составила 4,15 Бк/м^2·год, что в 2,4 раза выше регионального фонового уровня. Максимальные выпадения ^{90}Sr наблюдались в п. Новогорный – 9,5 Бк/м^2·год

Основной вклад в радиоактивное загрязнение поверхностных вод на территории России вносит техногенный ^{90}Sr, смываемый осадками с загрязненной глобальными выпадениями поверхности почвы. В среднем, в воде рек России объемная активность ^{90}Sr за последние 10 лет с 2000 г. по 2009 г. стабилизировалась на уровне (4,3-6,2) мБк/л. В 2009 г. она составила 4,3 мБк/л. Это значение на три порядка ниже уровня вмешательства для населения.

Объемная активность трития в водах основных рек России (в основном, в их устьевых участках) со временем медленно уменьшается, также как и активность трития в осадках. В 2009 г. практически во всех пунктах наблюдения она осталась на уровне 2008 г.

Накопление на почве радионуклидов, выпавших из атмосферы в течение 2009 г., повсюду было незначительным по сравнению с их суммарным запасом в почве и практически не сказалось на уровнях загрязнения, сложившихся ранее. Географическое распределение техногенного радиоактивного загрязнения почвы на территории России в 2009 г. не изменялось.

Уровни загрязнения морской воды ^{90}Sr практически мало меняются от года к году. Среднегодовые объемные активности этого радионуклида в 2009 г. в поверхностных водах Белого, Баренцева, Каспийского, Охотского и Японского морей, а также в водах Тихого океана у берегов Восточной Камчатки (Авачинская губа) колебались в пределах от 1,4 мБк/л в водах Авачинской губы до 7,4 мБк/л в водах Каспийского моря.

Многолетний мониторинг загрязнения окружающей среды, как отмечалось выше, проводится подразделениями Росгидромета также в местах с большой техногенной нагрузкой. Как правило, это урбанизированные территории, промышленные центры, устьевые участки рек. В настоящее время 73% населения страны проживают в этих районах. В 204 городах с населением 65 млн. жителей средняя концентрация какой-либо примеси превышала 1 ПДК.

Во всех городах России, где проводятся наблюдения, воздух загрязнен бенз(а)пиреном, поступающим в воздух при сгорании топлива. Средние за год концентрации этой примеси почти во всех городах превышают 1 ПДК.

За пять лет тенденция изменения загрязнения воздуха показывает, что:

— снизились средние концентрации взвешенных веществ - на 8,2%, формальдегида - на 5%, оксида азота - на 10,3%, бенз(а)пирена - на 12,1%, диоксида серы - на 19%;

— увеличились средние концентрации диоксида азота на 2,6 %;

— увеличилось количество городов, в которых средняя концентрация диоксида азота и формальдегида превысила 1 ПДК (на 6 и 9 городов, соответственно).

Результаты наблюдений свидетельствуют о том, что качество атмосферного воздуха городов попрежнему остается неудовлетворительным:

— в 130 городах наблюдается высокий или очень высокий уровень загрязнения;

— Приоритетный список включает 34 города с населением порядка 9,7 млн. жителей. В него вошли 7 городов с предприятиями металлургии, 6 городов - с предприятиями нефтехимии и нефтегазодобычи; во многих городах определяющий вклад в загрязнение атмосферного воздуха вносят предприятия топливно-энергетического комплекса и автотранспорт;

— в 27 городах с населением 9,5 млн. человек отмечены концентрации примесей выше 10 ПДК.

Вокруг городов на протяжении нескольких десятилетий сложились ареалы хронического загрязнения территорий, связанные с выбросами загрязняющих веществ в атмосферу промышленных, коммунальных предприятий и автотранспорта.

Содержание токсикантов в ареалах с радиусом 5-20 км мало изменяется с годами. Почвы сильно подщелочены и не всегда пригодны для сельскохозяйственного использования. Общая площадь этих ареалов превышает 700 тыс. км^2. Зоны хронического загрязнения охватывают саму городскую и промышленную застройку, пригородные территории и занимают площади в 5-300 раз превышающие территории городов. Каждый город в силу своего техногенного воздействия влияет на окружающую среду, вызывает аномальные разрушения естественного фона. К подобному эффекту приводит интенсивное движение на автомобильных и железных дорогах. Наибольшие зоны хронического загрязнения сформировались на территориях субъектов Сибирского федерального округа в результате многолетних выбросов загрязняющих веществ предприятиями городов: Норильск, Красноярск, Иркутск, Новосибирск, Кемерово.

Наиболее высокие уровни фторидного загрязнения почв отмечены в районах алюминиевых заводов, вокруг которых загрязнение почв фтором прослеживается до 20 км и более. Высокие уровни загрязнения почв нефтепродуктами, превышающие фоновые в 10 раз и более, наблюдаются в районах добычи, транспортировки, распределения и переработки нефти. Почти во всех обследованных промышленных центрах имеются участки почв, загрязненные нефтепродуктами.

Кроме токсикантов промышленного загрязнения проводился мониторинг загрязнения остаточными количествами пестицидов почв сельскохозяйственных угодий, водосборов, лесных массивов, а также районов складов хранения и захоронения химических средств защиты растений.

В 2009 г. на содержание остаточных количеств (ОК) пестицидов обследовано 34,3 тыс. га. Загрязненные (выше установленных гигиенических нормативов) площади составили 1,4% весной и 3,2% осенью от обследованной территории. Загрязненная почва обнаружена на территории 17 Субъектов Федерации (в 2008 г. – 12 регионов). В 2009 г. загрязнение отмечено по суммарному ДДТ - 2,2 % от обследованной площади в 27,3 тыс. га (в 2008 г. – 4%), ГХЦГ – 0,02 % от обследованной в 27,3 тыс. га (в 2008 г. – 1,3%); по гербицидам трифлуралину– 1,7 % от обследованной в 9546 га (в 2008 г. – 1,3%); 2,4-Д – 1,4 % от обследованной в 10 710 га (в 2008 г. – 1,3%); ГХБ на локальных участках. Не обнаружено почв, загрязненных ОК триазиновых гербицидов, фосфорорганических инсектецидов, синтетических пиретроидов, полихлорированными бифенилами. В 2009 г. было проведено обследование вокруг 18 объектов хранения неликвидных пестицидов. В большинстве случаев распространения загрязнения не произошло, однако, выявлены объекты, вблизи которых почвы значительно загрязнены.

Загрязненные участки обнаруживаются на территории Российской Федерации ежегодно, при этом наблюдается небольшой тренд на снижение доли загрязненных почв.

Качество поверхностных вод на территории Российской Федерации анализировалось с использованием комплексных оценок по гидрохимическим показателям (характерным для каждого водного объекта). Сточные воды предприятий промышленного коммунального хозяйства, интенсивное судоходство и маломерный флот, транзитный перенос загрязняющих веществ по течению рек, диффузный сток загрязняющих веществ с водосборных территорий продолжают загрязнять поверхностные воды. Практически ниже всех городов качество воды изменяется от загрязненной до экстремально грязной.

За последние три года отмечается рост числа случаев высокого и экстремально высокого загрязнения поверхностных вод. Анализ внутригодового распределения количества случаев ВЗ и ЭВЗ показывает, что максимум их приходится на начало весны. На 96 пунктах (24,5%) в 2009 г. отмечено более 5 случаев ВЗ и ЭВЗ.

На основе анализа результатов многолетних наблюдений за качеством поверхностных вод Российской Федерации выявлены наиболее загрязненные. Водные объекты, характеризуемые 5 («экстремально грязная» вода) и 4 классом качества («грязная» и «очень грязная» вода):

— в Уральском Федеральном округе на территории Свердловской, Челябинской, Курганской, Тюменской областей; Ямало-Ненецкого и Ханты-Мансийского автономных округов;

— в Сибирском Федеральном округе на территории Новосибирской, Томской, Омской областей, Алтайского, Красноярского, Забайкальского краев; Республики Тыва;

— в Дальневосточном Федеральном округе на территории Хабаровского, Приморского краев; Амурской, Сахалинской, Магаданской областей; Еврейской автономной области.

Водные объекты, характеризуемые 4 классом качества («грязная» и «очень грязная» вода):

— в Центральном Федеральном округе на территории Московской, Тульской, Рязанской, Белгородской областей;

— в Северо-Западном Федеральном округе на территории Республики Карелия, Архангельской и Мурманской областей;

— в Приволжском Федеральном округе на территории Ульяновской, Нижегородской, Самарской областей; Республик Мордовия, Башкортостан, Удмуртия, Татарстан, Чувашия;

— в Южном Федеральном округе на территории Ростовской области.

В пограничных районах России нарушение норм качества чаще всего было в пределах от 1 до 10 ПДК рыбохозяйственных. Максимальное количество большей части определяемых химических веществ с водой рек поступило на территорию России из Казахстана; органических веществ (рассчитанных по ХПК) - из Финляндии; главных ионов и общего фосфора - из Украины; общего железа и соединений никеля - из Монголии; Σ ДДТ - из Китая.

Качество прибрежных акваторий в шельфовых зонах морей России в 2009 году мало изменилось по сравнению с 2008 годом (от «умеренно-загрязненных» до «загрязненных»). «Загрязненные» и «грязные» воды наблюдаются, как правило, в портовых городах и в устьях крупных рек.

Анализ всего массива данных мониторинга загрязнения окружающей среды на территории Российской Федерации показывает, что в последние годы как по ряду контролируемых показателей, таки и по комплексным оценкам загрязненность природных сред практически не уменьшается. Неблагоприятное качество окружающей среды (прежде всего атмосферного воздуха и поверхностных вод) наблюдается, как правило, в местах проживания большей части населения страны (урбанизированные территории, промышленные зоны, портовые города).

Список ежегодных Обзоров загрязнения природных сред, издаваемых НИУ Росгидромета

1. Ежегодник качества поверхностных вод Российской Федерации по гидрохимическим показателям

Гидрохимический институт (ГХИ)
344104, Ростов-на-Дону, пр.Стачки, 198
Факс: +7 (863) 222-44-70
E-mail: ghi@aaanet.ru

2. Ежегодник состояния экосистем поверхностных вод Российской Федерации по гидробиологическим показателям

Институт глобального климата и экологии (ИГКЭ)
107258, Москва, Глебовская ул, 20-б
Факс: +7 (095) 160-08-31
E-mail: Yu.Izrael@g23.relcom.ru

3. Ежегодник «Мониторинг пестицидов в объектах природной среды Российской Федерации»

НПО «Тайфун»
249020, Калужская обл.,
г. Обнинск, пр.Ленина, 82
Факс: +7 (08439) 40-910
E-mail: typhoon@storm.obninsk.ru

4. Ежегодник «Загрязнение почв Российской Федерации токсикантами промышленного происхождения»

НПО «Тайфун»
249020, Калужская обл.,
г. Обнинск, пр.Ленина, 82
Факс: +7 (08439) 40-910
E-mail: typhoon@storm.obninsk.ru

5. Обзор фонового состояния окружающей природной среды на территории стран СНГ

Институт глобального климата и экологии (ИГКЭ)
107258, Москва, Глебовская ул, 20-б
Факс: +7 (095) 160-08-31
E-mail: Yu.Izrael@g23.relcom.ru

6. Ежегодник качества морских вод по гидрохимическим показателям

Государственный океанографический институт (ГОИН)
119838, Москва, Кропоткинский пер., 6
Факс: +7 (095) 246-72-88
E-mail: adm@soi.msk.ru

7. Ежегодник состояния загрязнения атмосферы в городах на территории Российской Федерации

Главная геофизическая обсерватория им. А.И. Воейкова (ГГО)
194021, Санкт-Петербург, ул.Карбышева, 7
Факс: +7 (812) 247-86-61
E-mail: director@main.mgo.rssi.ru

8. Ежегодник «Радиационная обстановка по территории России и сопредельных государств»

НПО «Тайфун»
249020, Калужская обл.,
г. Обнинск, пр.Ленина, 82
Факс: +7 (08439) 40-910
E-mail: typhoon@storm.obninsk.ru

9. Сезонные бюллетени загрязнения природной среды в Центральном федеральном округе

ГУ Московский ЦГМС–Р
113035 г. Москва
ул. Садовническая, д.9, стр. 1, офис № 35
Факс: +7 (095) 234-70-24
E-mail: aup@moscgms.ru

10. Обзор состояние и загрязнения окружающей среды в Российской Федерации

Институт глобального климата и экологии (ИГКЭ)
107258, Москва, Глебовская ул, 20-б
Факс: +7 (095) 160-08-31
E-mail: Yu.Izrael@g23.relcom.ru

Список авторов

РАЗДЕЛ 1

1.1.	ИПГ	Свидский П.М., Денисова В.И.
1.2.	ГМЦ России	Голубев А.Д., Жемчугова Т.Р.
1.3.-1.4.	ИГКЭ	Груза Г.В., Ранькова Э.Я., Рочева Э.В., Самохина О.Ф., Соколов Ю.Ю.
1.5.	ГМЦ России	Сидоренков Н.С., Борщ С.В.
1.6.	ГГИ	Вуглинский В.С., Бабкин В.И., Гусев С.И., Куприенок Е.И.

РАЗДЕЛ 2

2.1.	Росгидромет	Фролов А.В., Пешков Ю.В.
2.2.1.	ИГКЭ	Израэль Ю.А., Нахутин А.И., Гитарский М.Л., Романовская А.А., Имшенник Е.В., Карабань Р.Т., Гинзбург В.А., Грабар В.А., Коротков В.Н., Яковлев А.Ф.
2.2.2	ГГО	Парамонова Н.Н., Привалов В.И., Решетников А.И.
2.3.1.	ГГО	Русина Е.Н., Боброва В.К.
2.3.2.	ГГО	Соколенко Л.Г., Попов И.Б., Шварц Я.М.
2.3.3.	ЦАО	Звягинцев А.М., Иванова Н.С., Крученицкий Г.М.
2.3.3.1.	ГГО	Шаламянский А.М., Ромашкина К.И.
2.3.4.	ИГКЭ	Парамонов С.Г., Егоров В.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В., Бунина Н.В., Гинзбург В.А., Грицай Е.В.
2.3.5.-2.3.6	ГГО	Свистов П.Ф., Першина Н.А., Полищук А.И., Павлова М.Т.
2.3.6.1.	ИГКЭ	Артемов Е.М., Беликова Т.В., Василенко В.Н.
2.3.7.	ИГКЭ	Парамонов С.Г., Егоров В.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В., Бунина Н.В., Гинзбург В.А., Грицай Е.В.
2.3.8.	ИГКЭ	Рябошапко А.Г., Брускина И.М., Брюханов П.А.
2.3.9.	ИГКЭ	Громов С.А, Набокова Е.В., Бунина Н.А.
	ЛИН СО РАН	Ходжер Т.В.
2.4.1.	НПО «Тайфун»	Сатаева Л.В., Власова Г.В.
2.5.1.	ГХИ	Лобченко Е.Е., Первышева О.А., Сорокина Е.Ф.
2.5.2.	ИГКЭ	Парамонов С.Г., Егоров В.И., Афанасьев М.И., Бурцева Л.В.
2.5.3.	ИГКЭ	Пастухов Б.В., Парамонов С.Г., Громов С.А.
	Смоленское ЦГМС	Петухов В.А.
	НП «Смолоское Поозерье»	Кочергин А.С.
2.6.	НПО «Тайфун»	Ким В.М., Козлова Е.Г., Петренко Г.И., Волокитин А.А., Катрич И.Ю., Полянская О.Н., Терехова Н. Ю.
2.6.4.	ИГКЭ	Артемов Е.М., Василенко В.Н., Имшенник Е.В.

РАЗДЕЛ 3

3.1.	ГГО	Безуглая Э. Ю. Завадская Е. К. Ивлева Т. П. Смирнова И. В. Ануфриева А.Ф.
3.2.1.	НПО «Тайфун»	Сатаева Л.В. Власова Г.В.
3.2.2.	НПО «Тайфун»	Лукьянова Н.Н.
3.3.1.	ГХИ	Никаноров А.М., Минина Л.И., Лобченко Е.Е., Ничипорова И.П., Емельянова В.П., Лямперт Н.А., Сорокина Е.Ф., Первышева О.А.
3.3.2.	ИГКЭ	Абакумов В.А.
3.3.3.	ИГКЭ	Зеленов А.С., Зеленова М.С.
3.3.4.	НПО «Тайфун»	Коноплев А.В., Первунина Р.И., Самсонов Д.П., Кочетков А.И., Волкова Е.Ф.
3.3.5.	ГХИ	Матвеева Н.П., Коротова Л.Г., Якунина О.В., Архипенко Н.И.
3.3.6.	ГОИН	Коршенко А.Н., Матвейчук И.Г., Плотникова Т.И.

РАЗДЕЛ 4

4.1.1.–4.1.3.	ГУ Московский ЦГМС–Р	Ефименко Н.В., Трефиленкова Т.Б., Плешакова Г.В., Минаева Л.Г.
4.1.4.	ИГКЭ	Ясюкевич В.В., Ривкин Л.Е.
4.2.	ГХИ	Аниканова М.Н., Тезикова Н.Б.
4.3.	ИГКЭ	Цыбань А.В., Щука Т.А., Щука С.А., Кудрявцев В.М.
4.4.	С.-З. филиал НПО «Тайфун»	Демин Б.Н., Демешкин А.С., Граевский А.П.
4.4.1.	НПО «Тайфун»	Коноплев А. В., Первунина Р.И., Самсонов Д.П., Кочетков А.И., Волкова Е.Ф.
4.5.1-4.5.2.	НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Васильева К.И.
	ГХИ	Минина Л.И., Лобченко Е.Е., Лямперт Н.А.
	ГГО	Воейкова А.И., Чичерин С.С.
4.5.3.	НПО «Тайфун»	Булгаков В.Г., Сурнин В.А., Лукьянова Н.Н.

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

	ИГКЭ	Израэль Ю.А., Черногаева Г.М.