

ФЕДЕРАЛЬНАЯ СЛУЖБА РОССИИ ПО ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИИ
И МОНИТОРИНГУ ОКРУЖАЮЩЕЙ СРЕДЫ

НАУЧНО-ПРОИЗВОДСТВЕННОЕ ОБЪЕДИНЕНИЕ
«ТАЙФУН»

ИНСТИТУТ ЭКСПЕРИМЕНТАЛЬНОЙ МЕТЕОРОЛОГИИ

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ
РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОКСИЧНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ
ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
в 2002 году**

ЕЖЕГОДНИК



Санкт-Петербург
ГИДРОМЕТЕОРОЛОГИЧЕСКИЙ ЦЕНТР

В Ежегоднике представлены результаты проведённых в 2002 г. сетью Росгидромета наблюдений за загрязнением почв РФ токсичными веществами промышленного происхождения (ТПП) – металлами, фтором, нефтепродуктами, сульфатами и нитратами. Проведено сравнение содержаний ТПП в почве с установленными нормативами. Даны значения содержаний ТПП в почвах фоновых районов. Сделан анализ загрязнения почв РФ ТПП за многолетний период. Показано, что в среднем к опасной категории загрязнения почв тяжёлыми металлами можно отнести примерно 4,5 % обследованных населённых пунктов, к умеренно опасной категории загрязнения – 12,2 %, к допустимой – 83,3 %. Отдельные участки почв имеют более высокую категорию загрязнения, чем в целом по городу.

Ежегодник подготовлен в Институте экспериментальной метеорологии НПО «Тайфун» Росгидромета. Генеральный директор НПО «Тайфун»: канд. физ.-мат. наук А.Д.Орлянский, заведующий отделом: доцент, канд. хим. наук В.А.Сурнин.

В основу Ежегодника положены материалы «Ежегодников загрязнения почв», представленные УГМС: Башкирским (Руководитель УГМС В.В.Лапиков, начальник ЦМС М.Н.Фатихов), Верхне-Волжским (Руководитель УГМС В.В.Соколов, начальник ЦМС Н.В.Андриянова, начальник ООИЗ ЦМС В.А.Максимова, начальник ЛФХМ Л.В.Шагарова), Западно-Сибирским (Руководитель УГМС П.Ф.Севостьянов, начальник НЦГМ В.И.Зиненко, начальник ЦМС В.А.Чирков, начальник ЛМЗПВ Н.Э.Иоаниди), Иркутским (Руководитель УГМС Л.Б.Проховник, начальник ЦМС Г.Б.Кудринская, главный специалист ОГСН В.М.Дюбург), Обь-Иртышским (Руководитель УГМС А.Ф.Воротников, начальник Омского ЦМС О.В.Деманова, начальник ЛФХМА М.М.Колодинская), Приволжским (Руководитель УГМС А.И.Ефимов, начальник ЛФХМ О.Н.Сидорова, начальник ЛМЗС Л.Е.Казакевич), Приморским (Руководитель УГМС Б.В.Кубай, ведущий агрохимик ЛМЗАиП Т.С.Кубарева, начальник АФХМА В.Т.Советников), Северо-Кавказским (Руководитель УГМС П.М.Лурье, отв. исполнитель Бойченко О.Н.), Уральским (Руководитель УГМС С.М.Вдовенко, начальник ГУ Свердловского ЦГМС-Р Л.И.Каплун, зам.начальника ГУ Свердловского ЦГМС-Р по мониторингу Ю.П.Павлов, начальник ЦЛОМ Л.П.Патракеева) и Московским ЦГМС (Руководитель ЦГМС Н.В.Ефименко, начальник ОФХА В.Ф.Жариков, ведущий инженер Н.К.Иванова).

Научный руководитель, редактор и ответственный исполнитель Ежегодника: доцент, канд. физ.-мат. наук Л.В.Сатаева.

Исполнитель: инженер Г.Е.Подвязникова.

АО – акционерное общество
АООТ – акционерное общество открытого типа
БрАЗ – Братский алюминиевый завод
в – валовая форма
В – восточное направление
ВАЗ – Волжский автомобильный завод
ВВ – вредные вещества
вод – водорастворимые формы
ВПК – военно-промышленный комплекс
ВСВ – восточно-северо-восточное направление
ВСЭЛ - Востсибэлемент
ГПНТБ – государственная публичная научно-техническая библиотека
ГРЭС – государственная районная электростанция
З – западное направление
ЗАО – закрытое акционерное общество
ЗСЗ – западно-северо-западное направление
ИркАЗ – Иркутский алюминиевый завод
ИЭМ – Институт экспериментальной метеорологии
К – кларк (среднее содержание элемента в почвах мира)
кр – кислоторастворимые формы
м – максимальное содержание
МосЦГМС – Московский центр по гидрометеорологии и мониторингу природной среды
н - нормальная
но – не обнаружено
НП – нефтепродукты
НПО – научно-производственное объединение
ОАО – открытое акционерное общество
ОДК – ориентировочно допустимая концентрация
п – подвижные формы
п. - посёлок
ПДК – предельно допустимое количество (концентрация)

ПНЗ – пункт наблюдения за загрязнением атмосферного воздуха

ПО – производственное объединение

С – северное направление

СВ – северо-восточное направление

СЗ – северо-западное направление

СМЗ – Самарский металлургический завод

Ср – среднее содержание

ССЗ – северо-северо-западное направление

ТМ – тяжелые металлы

ТПП – токсичные вещества промышленного происхождения

ТЭЦ – теплоэлектростанция

УГМС – Управление по гидрометеорологии и мониторингу окружающей среды

УМН – участок многолетних наблюдений

УМПО – Уфимское моторостроительное производственное объединение

Ф – фоновое содержание ингредиента в почве

Ю – южное направление

ЮВ – юго-восточное направление

ЮЗ – юго-западное направление

ЮЮВ – юго-юго-восточное направление

1 млн^{-1} – 1 мг/кг

Z_k - индекс загрязнения почв комплексом металлов, определяемый по формуле (1) с употреблением кларка вместо фонового содержания

Z_{mk} - индекс загрязнения почв комплексом металлов, определяемой по формуле (1) по максимальному содержанию ТМ в почвах и кларку вместо фонового содержания

Z_{mf} - индекс загрязнения почв комплексом металлов, определяемой по формуле (1) по максимальному содержанию ТМ в почве

Z_f - индекс загрязнения почв комплексом металлов, определяемый по формуле (1)

ческой основой всех выполняемых работ являются методические указания по контролю загрязнения почв /3,7/, подготовленные в НПО «Тайфун».

При осуществлении наблюдения за содержанием промышленных ингредиентов отбор проб проводится на целине из слоя 0-5 см, на пашне из слоя 0-20 см. Все случаи отбора проб на другую глубину отмечены специально. Анализ и обобщение полученных материалов проведены в лаборатории контроля загрязнения почв ТПП. В Ежегодник включены данные тех сетевых подразделений, в которых являются удовлетворительными результаты внешнего контроля качества аналитических измерений.

Настоящий Ежегодник содержит информацию о состоянии загрязнения почв территории России ТПП. Его дополняют предыдущие Ежегодники.

Критерием степени загрязнения почв являются ПДК и ОДК /4,8/ химических веществ, загрязняющих почву. В случае их отсутствия сравнение уровней загрязнения проводится с фоновым уровнем. Некоторые значения фонового содержания ТМ в почвах приведены в главе 1, показана возможность определения категории загрязнения почв по суммарному индексу загрязнения.

В 2002 г. было продолжено обследование почв вокруг городов и промышленных центров Российской Федерации. Загрязненная почва представляет опасность не только с точки зрения поступления в организм человека токсичных веществ с продуктами питания. Она является источником вторичного загрязнения приземного слоя воздуха, поэтому мы уделяем внимание контролю загрязнения почв и в городах. При интерпретации данных о загрязнении почвы в городской черте необходимо помнить, что пробы отбираются обычно в парках и на газонах, где окультуренные почвы часто формируются на насыпном слое привозной городской почвы. Кроме того, в районах новостроек большие площади занимают грунты с примесью строительного мусора, на которых только начинает формироваться новый почвенный профиль, поэтому к результатам по загрязнению почвы в промышленных городах следует относиться с большой осторожностью.

Ежегодник состоит из введения, 6 глав, заключения и списка использованных источников. В главе 2 кратко освещено современное состояние загрязнения почв ТПП в целом по стране на основе результатов многолетних наблюдений. Обнаруженные уров-

ни загрязнения почв металлами представлены в главе 3, фтором и нефтепродуктами – в главах 4 и 5 соответственно, сульфатами и нитратами – в главе 6.

1. Нормирование содержания и оценка степени опасности загрязнения поч- вы химическими веществами

Одним из важнейших нормативов, позволяющих оценивать степень загрязнения почвы химическим веществом, является предельно допустимая концентрация (количество) этого вещества в почвах (табл. 1.1) /4/. При определении загрязнения почвы веществами, для которых отсутствуют ПДК или ОДК (табл. 1.2) /8/, сравнение уровней загрязнения проводится с естественными фоновыми уровнями или кларками /2/. Содержание ТМ, растворимого в 5 н азотной кислоте сравнивают с ПДК, разработанными для валового содержания ТМ, т.к. ошибкой в нашем случае можно пренебречь. При загрязнении почвы одним веществом оценка степени загрязнения (очень сильная, сильная, средняя, слабая) проводится в соответствии с МУ /4/.

За фоновые содержания химических элементов и соединений в почве следует принимать их концентрации в почвах ландшафтов, не подвергающихся техногенному воздействию, удаленных не менее чем на 20-50 км от источника выбросов, в зависимости от мощности источника. При этом почвы фоновых участков и элементы рельефа должны быть аналогами загрязненных. Коэффициент варьирования естественного содержания элементов в верхних горизонтах почв может достигать 30-40 % /7/.

Фоновое содержание элементов в почвах в районах локальных источников загрязнения включает в себя естественное содержание элементов, добавку за счет глобального переноса веществ антропогенного происхождения и добавку, связанную с распространением загрязнений от конкретных местных источников при мезомасштабном переносе загрязнений. Именно над этим уровнем выделяются очаги высоких локальных значений массовых долей токсичных веществ в почвах в непосредственной близости от источника. Значения фоновых уровней содержаний ТПП в почвах, представленные сетевыми подразделениями в 2002 г., приведены в табл. 1.3-1.4.

Значения фоновых содержаний ТМ используют для оценки опасности загрязнения почвы комплексом металлов по суммарному* индексу загрязнения Z_{Φ} /4/:

Таблица 1.2

Дополнение №1 к перечню ПДК и ОДК №6229-91. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжелых металлов и мышьяка в почвах /2/.

Наименование вещества	Величина ПДК, мг/кг почвы с учетом фона (кларка)	Лимитирующий показатель
Валовое содержание:		
Никель		
песчаные и супесчаные	20	Общесанитарный
суглинистые и глинистые		
pH _{KCL} < 5,5	40	Общесанитарный
pH _{KCL} > 5,5	80	Общесанитарный
Медь		
песчаные и супесчаные	33	Общесанитарный
суглинистые и глинистые		
pH _{KCL} < 5,5	66	Общесанитарный
pH _{KCL} > 5,5	132	Общесанитарный
Цинк		
песчаные и супесчаные	55	Общесанитарный
суглинистые и глинистые		
pH _{KCL} < 5,5	110	Общесанитарный
pH _{KCL} > 5,5	220	Общесанитарный
Кадмий		
песчаные и супесчаные	0,5	Общесанитарный
суглинистые и глинистые		
pH _{KCL} < 5,5	1,0	Общесанитарный
pH _{KCL} > 5,5	2,0	Общесанитарный
Свинец		
песчаные и супесчаные	32	Общесанитарный
суглинистые и глинистые		
pH _{KCL} < 5,5	65	Общесанитарный
pH _{KCL} > 5,5	130	Общесанитарный
Мышьяк		
песчаные и супесчаные	2	Общесанитарный
суглинистые и глинистые		
pH _{KCL} < 5,5	5	Общесанитарный
pH _{KCL} > 5,5	10	Общесанитарный

Фоновое содержание (млн⁻¹) металлов в почвах РФ

Регион, край, область, населённый пункт	Год наблюдений	Форма нахождения*	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Cu	Zn	Co	Cd
Башкортостан, Уфа	2002	кр	19			64				21	56		0,25
Верхнее Поволжье													
Нижний Новгород	1997-2000	в	16	330	86	15	2,7	4,0	42	19	77	6,5	0,005
0,8-4 км до п.Дубки													
п.Неклюдово	2001-2002	в	7	220	50	8	1,0	0,4	20	3	40	2,4	0
Дзержинск	2001	в	33	400	63	18	2,2	1,3	67	19	73	10	0
Чебоксары	2002	в	34	750	110	34	0,2	0,1	130	28	99	9,5	0
Ижевск	2002	в	59	1200	450	82	1,1	0,2	360	83	160	18	0
Западная Сибирь													
Омск, ЮВ, 40 км	2002	кр	9,8			17				23	29		0,1
Новосибирск,													
с.Прокудское	2002	кр	15							11	19		<0,1
Кемерово,													
д.Каликино	2002	кр	13							4,9	27		<0,1
Новокузнецк													
п.Красная Орловка	2002	кр	14							11	22		<0,1

Продолжение таблицы 1.3

район, населённый пункт	Год наблюдений	Форма нахождения*	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Cu	Zn	Co	Cd	Hg
с.Ярское	2002	кр	24							2,4	24		<0,1	
Ярская область														
г.Железногорск	2002	в	24	550	110	45	1,8	1,6	76	16	59	12		
г.Сибирское	2002	в	20	610	150	64	2,2	2,9	100	23	71	11		
Ярская область														
г.Сосновское	2002	кр	14	540	84	25				17	45	10	0,3	
Ярский край														
п.Лопухинский	2002	кр	30	680	30	20				17	60	18	0	
п.Сосновское		п	0	26	0	0				0	4,0	0		
п.Сосновское		вод	0	0	0	0				0	0	0		
г.Ивановское	2002	кр	23	750	18	25				16	65	14	0	
п.Сосновское		п	0	58	0	0				0	8,4	0		
п.Сосновское		вод	0	0,15	0	0				0	0	0		
Ярская область														
г.Якутск	2002	кр	19							20			0,1	
г.Трапезное	2002	кр	19							20			0,1	

Окончание табл.

Регион, край, область, населённый пункт	Год наблюдений	Форма нахождения*	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Cu	Zn	Co	Cd
Свердловская область с. Большие Галашки (Висимский заводник) п. Мариинка	2002	кр	25	1250	24	30			76	18	69	20	1,7
	2002	кр	27	850	49	46			57	49*	93	29	0,74
	2002	п	4,0	140	0,90	2,3				1,3	14	0,65	0,24
	2002	вод	0,19	1,7	0,10	0,28				0,86	1,2	0,08	0,03
г. Красноуральск, 350 км на Ю													

* При нахождении среднего значения фона максимальное содержание исключили.

Таблица 1.4

Фоновое содержание (млн⁻¹) ингредиентов в почвах РФ

Регион, край, область, населенный пункт	Год на- блюдений	Нефте- про- дукты	Фтор		Суль- фаты	Нит- раты
			Форма			
			вало- вая	водорас- творимая		
<u>Астраханская область</u>						
с.Красный Яр	2001-2002	77				
<u>Верхнее Поволжье</u>						
г.Нижний Новгород						
Нагорная часть	1997-2000	32				
Заречная часть	2001-2002	50				
г.Киров	2002	23				
<u>Западная Сибирь</u>						
г.Омск	2002	40				
г.Новосибирск, с.Прокудское	2002	62				13
Кемерово						
д.Калинкино	2002	85				7,1
Новокузнецк						
п.Красная Орловка	2002	61				14
Томск						
с.Ярское	2002	52				6,2
<u>Иркутская область</u>						
г.Ангарск	2002				39	
г.Братск	2002		24			
г.Усолье-Сибирское	2002				45	
г.Иркутск	2002	40				
<u>Приморский край</u>						
г.Большой Камень	2002			1,5	15	
г.Партизанск	2002			0	16	
<u>Самарская область</u>						
Волжский район	2002	50				

по фоновому содержанию.

Суммарный индекс загрязнения Z_{Φ} является индикатором неблагоприятного воздействия на здоровье населения. Ориентировочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному индексу загрязнения представлена в табл. 1.5 /4/.

Таблица 1.5

Ориентировочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному индексу загрязнения (Z_{Φ})

Категория загрязнения почв	Величина Z_{Φ}	Изменение показателей здоровья населения в очагах загрязнения
Допустимая	менее 16	Наиболее низкий уровень заболеваемости детей и минимальная частота встречаемости функциональных отклонений
Умеренно опасная	16-32	Увеличение общей заболеваемости
Опасная	32-128	Увеличение общей заболеваемости, числа часто болеющих детей, детей с хроническими заболеваниями, нарушениями функционального состояния сердечно-сосудистой системы
Чрезвычайно опасная	более 128	Увеличение заболеваемости детского населения, нарушение репродуктивной функции женщин (увеличение токсикоза беременности, числа преждевременных родов, мертворождаемости, гипотрофии новорожденных)

Рекомендации по возможному использованию загрязнённых почв даны в табл. 1.6 /4/.

Таблица 1.6

Схема оценки почв сельскохозяйственного использования, загрязненных химическими веществами

Категория загрязнения	Характеристика загрязнения	Возможное использование территории	Предлагаемые мероприятия
I. Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры	Снижение уровня загрязнения почвы. Осуществление мероприятий по снижению доступности токсикантов для растений (известкование, внесение органических удобрений и т.п.)
II. Умеренно опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем общесанитарном, миграционном водном и миграционном воздушном показателях вредности, но ниже допустимого уровня по транслокационному показателю	Использование под любые культуры при условии контроля качества сельскохозяйственных растений	Мероприятия, аналогичные категории I. При наличии веществ с лимитирующими миграционным водным или миграционным воздушным показателями проводится контроль за содержанием этих веществ в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных источников
III. Высоко опасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности	Использование под технические культуры	1. Кроме мероприятий, указанных для категории I, обязательный контроль за содержанием токсикантов в растениях – продуктах питания и кормах. 2. При необходимости выращивания растений – продуктов питания рекомендуется их перемешивание с продуктами, выращенными на чистой почве. 3. Ограничение использования зелёной массы на корм скоту с учетом растений – концентраторов.
IV. Чрезвычайно опасная	Содержание химических веществ превышает ПДК в почве по всем показателям вредности	Использование под технические культуры или исключение из сельскохозяйственного использования. Лесозащитные полосы	Мероприятия по снижению уровня загрязнения токсикантов в почве. Контроль за содержанием токсикантов в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных водоисточников

ными условиям, оценку степени загрязнения почв по индексу загрязнения Z_k . В этом случае Z_k выступает (в первом приближении) как унифицированный показатель загрязнения почв ТМ.

В настоящем Ежегоднике в качестве критериев оценки степени загрязнения почв отдельными ингредиентами используются ПДК, ОДК, Ф; комплексом металлов – Z_{Φ} и Z_k .

2. Современное состояние загрязнения почв России ТМ

За последние пять лет (с 1998 по 2002 гг. включительно) силами сетевых подразделений УГМС и МосЦГМС, экспедиций НПО “Тайфун” были проведены наблюдения за содержанием токсикантов промышленного происхождения в почвах в районе примерно 70 промышленных центров или на их территориях, в том числе за содержанием металлов – в районах 65 населённых пунктов, нефтепродуктов, фтора, сульфатов и нитратов – в районах 16-37 населённых пунктов.

Наблюдение за загрязнением почв ТМ проводят в районах источников промышленных выбросов ТМ в атмосферу. Приоритет отдаётся предприятиям цветной и чёрной металлургии, энергетики, машиностроения и металлообработки, химической, нефтехимической промышленности, стройматериалов. В качестве источника загрязнения может выступать одно предприятие, группа предприятий или город в целом.

В почвах определяют содержание алюминия, бериллия, ванадия, висмута, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, никеля, олова, свинца, ртути, хрома, цинка и других в различных формах. 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, поступление их на почву, миграции в ней и из почвы в соседние среды.

При значительных полях загрязнений почв ТМ содержание их в почвах в зависимости от расстояния от источника аппроксимируется экспоненциальной или степенной функциями с константами A , B , k (рис. 2.1), зависящими от скорости и повторяемости ветра в различных азимутальных направлениях от источника. Эмпирические зависимости (рис. 2.1) могут повысить объём информации о содержании ТМ в почве на различном расстоянии от источника выбросов.

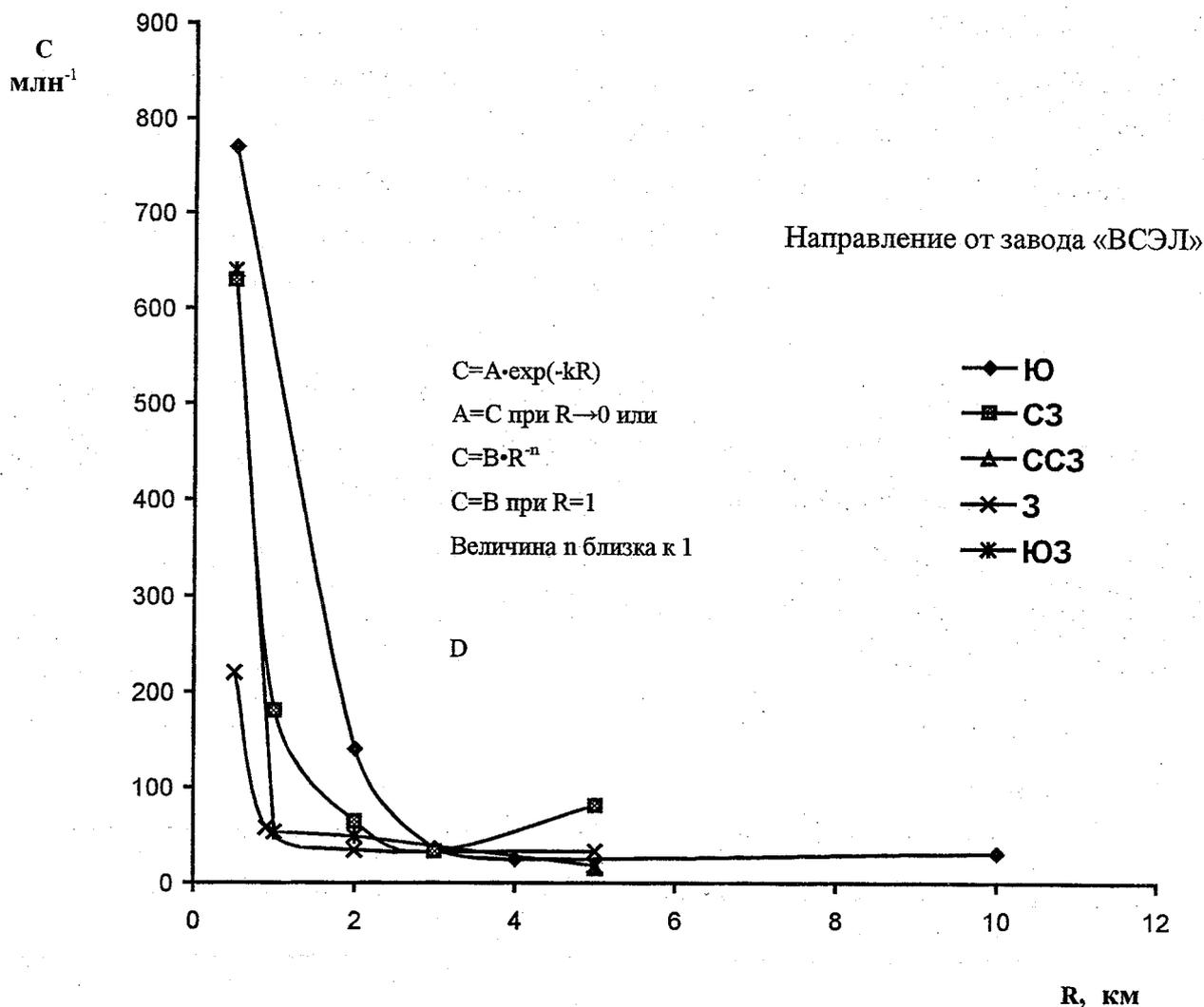


Рис. 2.1. Содержание свинца (C , млн^{-1}) в почве вокруг завода «ВСЭЛ» в Свирске в зависимости от расстояния (R , км) от источника (2002 г.).

Коэффициенты вариации (V) атмотехногенных ТМ в почвах вблизи мощных источников выбросов ТМ в атмосферу, особенно в 1-км 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, которые при больших V могут достаточно сильно отличаться друг от друга, находясь в рамках варьирования среднего при определённой доверительной вероятности. Почва, по сравнению с возду-

вах (табл. 2.1). В связи с этим можно считать, что в почвах 20-км зон (в целом) вокруг городов среднее содержание ТМ за пятилетний период остаётся в пределах варьирования, хотя среднее содержание ТМ в почвах ближних зон может достоверно возрасти или уменьшиться в зависимости от объёмов выбросов ТМ от промышленных источников.

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.

Так, с течением времени, происходит накопление свинца даже на расстоянии 200-500 м от автомобильных дорог (рис. 2.2).

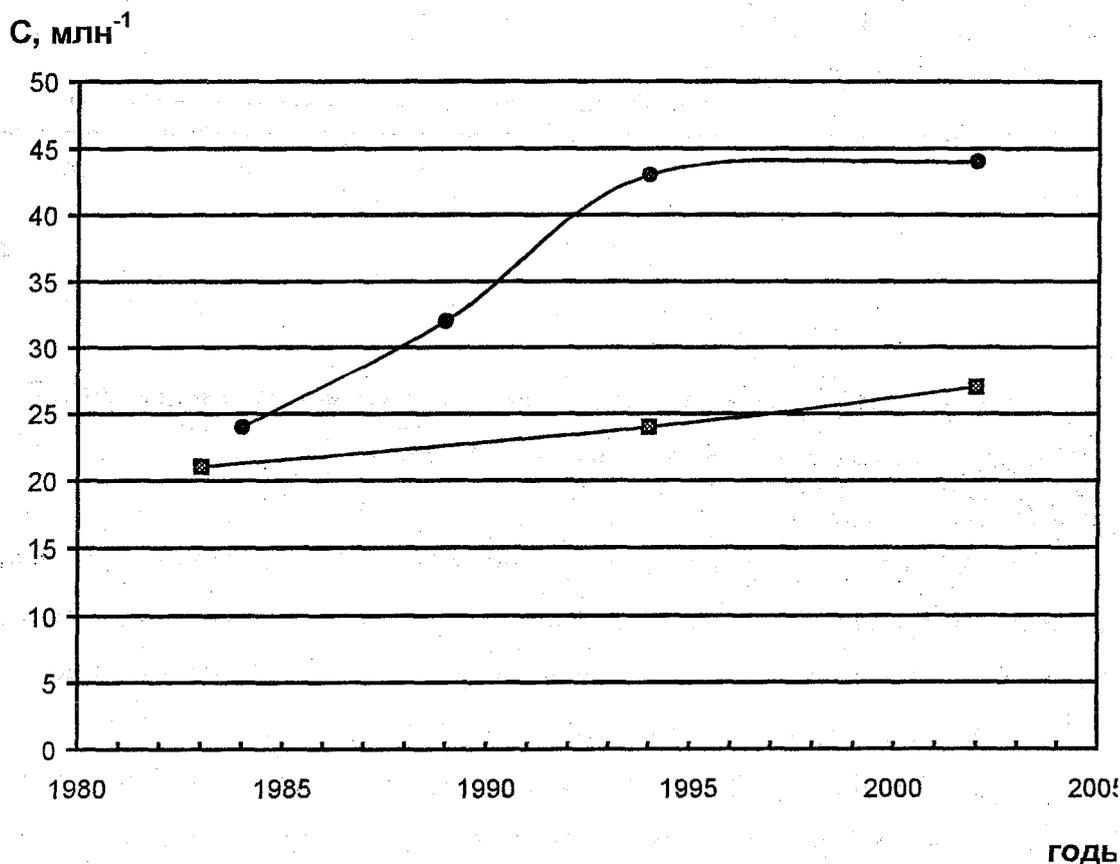


Рис. 2.2. Содержание свинца в почвах 5-км зон вокруг Партизанска (■) и Большого Камня (●).

Таблица 2.1

Среднее содержание металлов (млн⁻¹), извлекаемых 5 н азотной кислотой, в почвах городов Свердловской области

Город, год обследования	Хром	Свинец	Марганец	Никель	Цинк	Медь	Кобальт	Кадмий	Ванадий	Ртуть
Каменск-Уральский										
1992	52	70	650	92	160	71	16	3,3	-	-
1997	51	42	580	79	87	50	17	2,6	120	0,18
2002	58	34	660	66	150	71	18	2,8	53	0,066
Верхняя Пышма										
1992	110	48	560	55	82	370	19	2,5		
1997	61	20	750	66	140	240	27	1,2		0,09
2002	72	48	880	85	160	460	23	2,2		0,10
Берёзовский										
1992	78	63	970	12	120	75	22	0,93		
1997	58	99	740	79	190	93	20	2,6	69	0,35
2002	67	62	1000	90	110	60	22	1,9	99	0,26
Красно-турьинск										
1997	34	19	860	39	120	200	35	0,86	230	0,26
2002	40	45	950	36	150	220	28	1,6	89	0,29

Содержание ТМ на уровне 3-5 Ф и (или) более (в каждом конкретном случае) служит показателем загрязнения почв данным ТМ. Опасность загрязнения тем выше, чем выше содержание ТМ в почве и выше класс опасности ТМ.

Распределение городов (за 1998-2002 гг.), ранжированных по средним содержаниям ТМ в почвах их территорий показано на рис. 2.3-2.9. Среднее содержание свинца в почвах 49 городов, обследованных за последние 5 лет, превышает 1 ПДК, поэтому на рис. 2.9 представлены только города, в почвах которых содержание свинца выше 1,5 ПДК. Не рассматривались города, в почвах которых средние концентрации ТМ ниже ПДК или максимального ОДК, предложенного для суглинистых почв с $pH_{KCl} > 5,5$. Средние массовые доли марганца, превышающие 1 ПДК, зафиксированы в почвах г. Нижние Серги.

Общее (валовые или кислоторастворимые формы ТМ) содержание в почве свинца, превышающее ПДК в 5-80 раз, обнаружено в Березовском, Большом Камне, Верхней Пышме, Дзержинске, Ижевске, Кирове, Краснотурьинске, Нижнем Новгороде,

4 – Нижние Серги
5 – Алапаевск

9 – Нижний Тагил

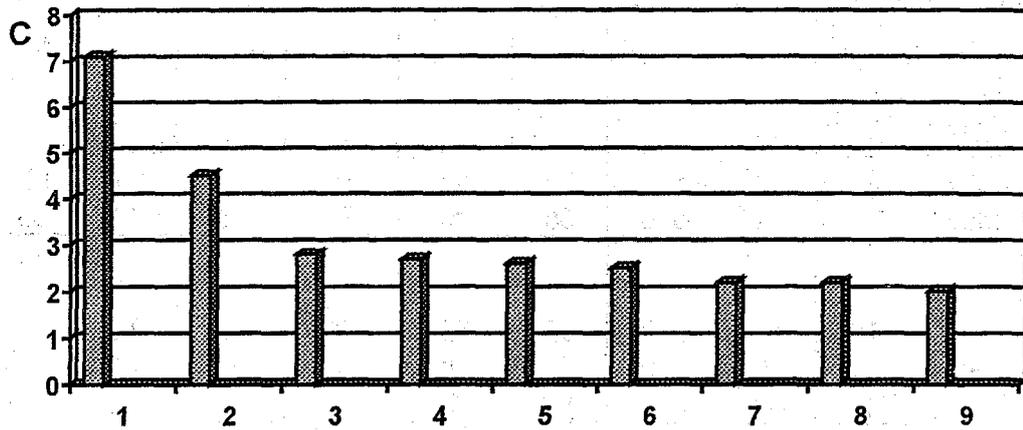


Рис. 2.3. Среднее содержание (C , млн^{-1}) кадмия в почвах промышленных центров (1998-2002 гг.)

1 – Ижевск
2 – Байкальск
3 – Тайшет

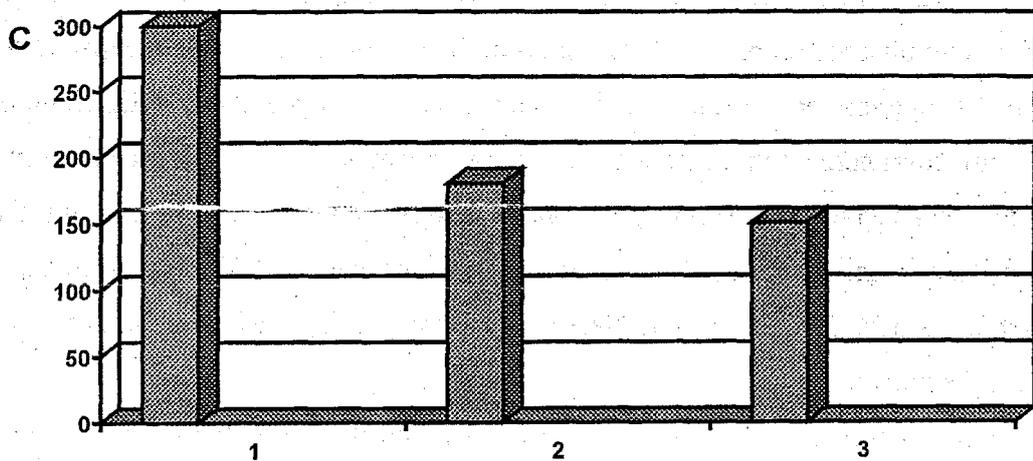


Рис. 2.4. Среднее содержание (C , млн^{-1}) ванадия в почвах промышленных центров (1998-2002 гг.)

- 1 – Алапаевск
- 2 – Ижевск
- 3 – Чебоксары
- 4 – Березовский

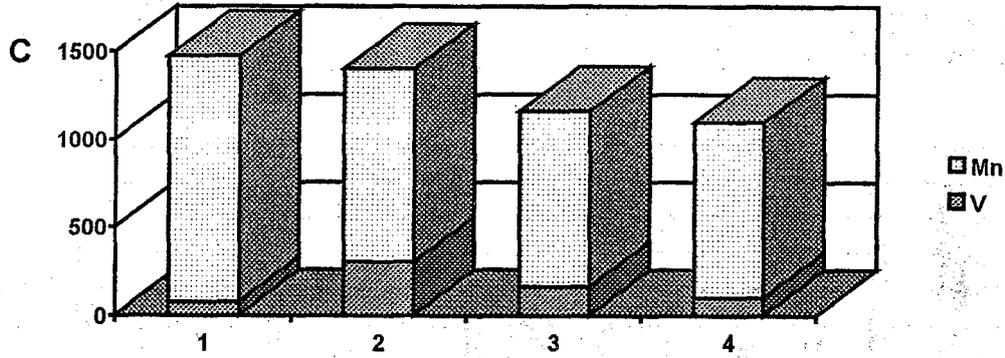
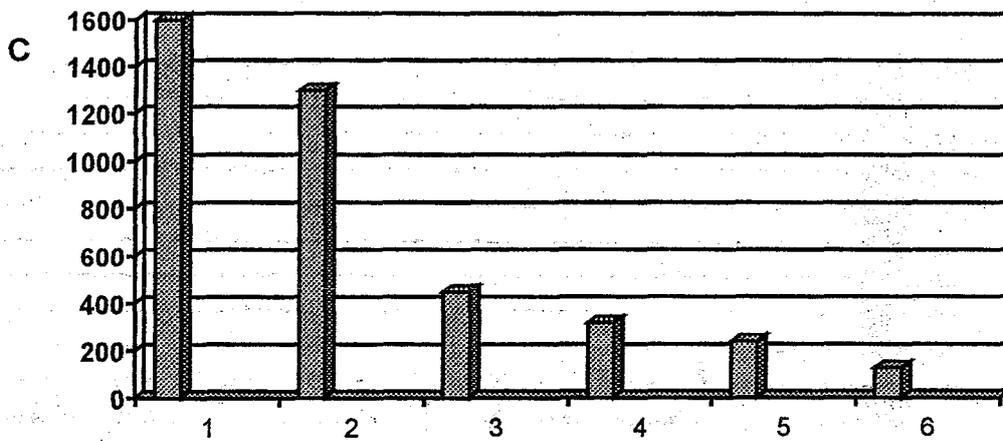


Рис. 2.5. Среднее содержание (C, млн⁻¹) ванадия и марганца по сумме в почвах промышленных центров (1998-2002 гг.)

- 1 – Нижние Серги
- 2 – Кировград
- 3 – Верхняя Пышма
- 4 – Ревда
- 5 – Первоуральск
- 6 – Невьянск



- 3 – Алашаевск
- 4 – Богданович
- 5 – Камышлов
- 6 – Раменское
- 7 – Берёзовский

- 11 – Верхняя Пышма
- 12 – Нижний Тагил
- 13 – Сысерть

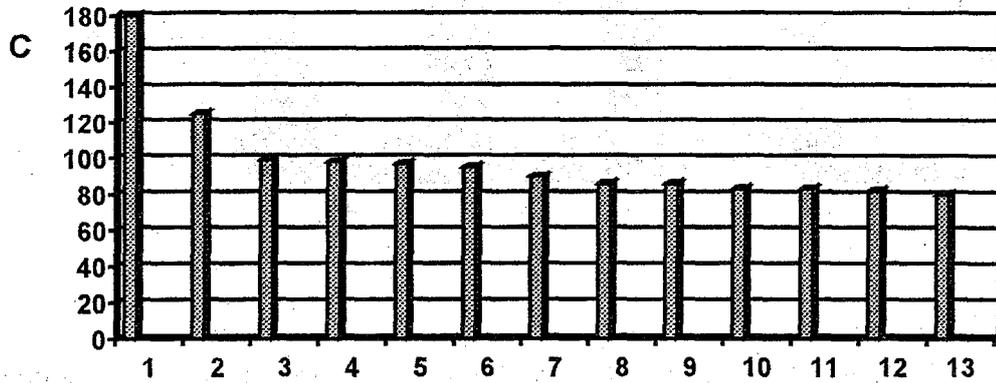


Рис. 2.7. Среднее содержание (С, млн⁻¹) никеля в почвах промышленных центров (1998-2002 гг.)

- 1 – Кировград
- 2 – Черемхово
- 3 – Невьянск
- 4 – Нижние Серги
- 5 – Свирск

- 6 – Киренск
- 7 – Нижний Новгород
- 8 – Владивосток
- 9 – Кушва
- 10 – Киров

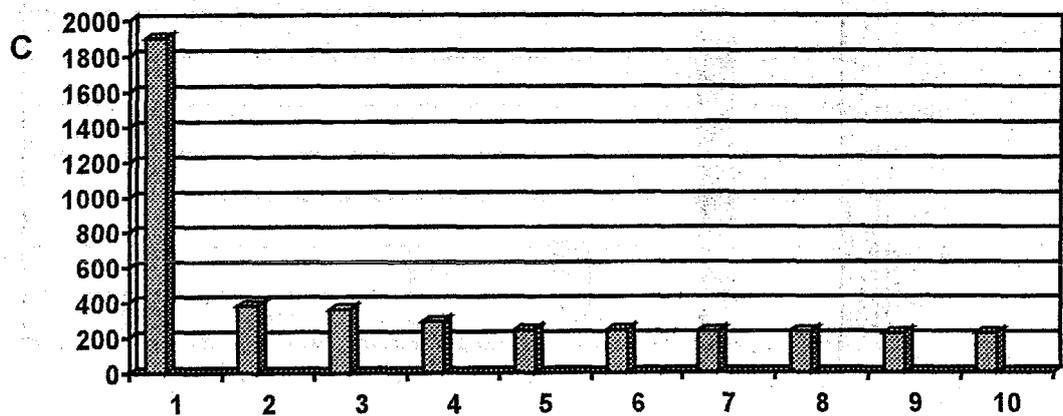


Рис. 2.8. Среднее содержание (С, млн⁻¹) цинка в почвах промышленных центров (1988-2002 гг.)

- | | |
|---------------------|---------------------|
| 1 – Черемхово | 11 – Екатеринбург |
| 2 – Свирск | 12 – Берёзовский |
| 3 – Кировград | 13 – Саранск |
| 4 – Владивосток | 14 – Омск |
| 5 – Киренск | 15 – Артём |
| 6 – Ревда | 16 – Дзержинск |
| 7 – Нижний Новгород | 17 – Кушва |
| 8 – Шелехов | 18 – Чебоксары |
| 9 – Ижевск | 19 – Большой Камень |
| 10 – Первоуральск | |

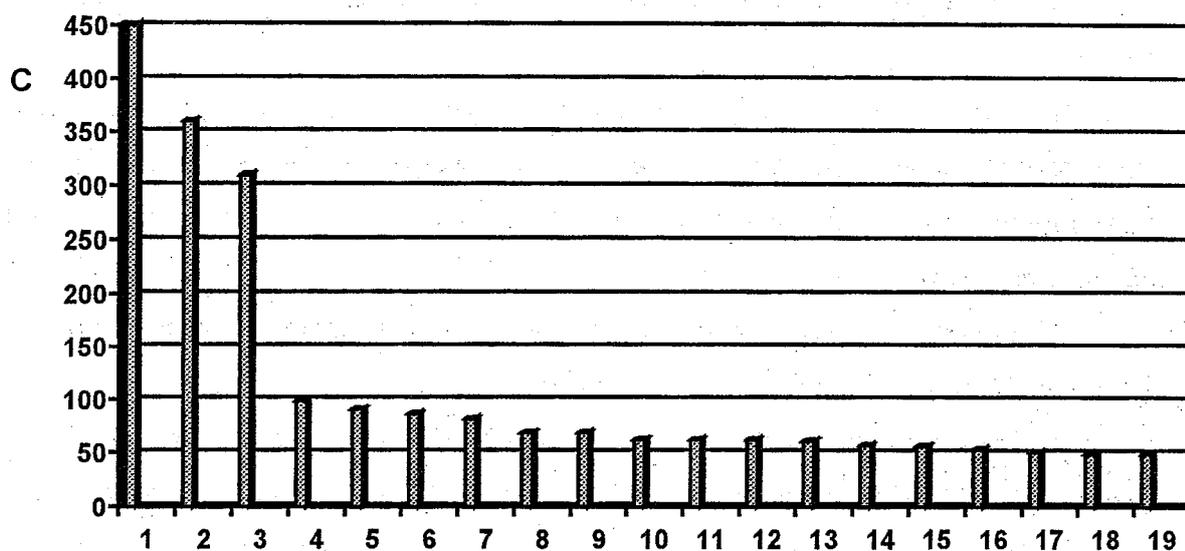


Рис. 2.9. Среднее содержание (С, млн⁻¹) свинца в почвах промышленных центров (1998-2002 гг.)

Количество кадмия на уровне 5-40 ОДК отмечено в почвах Верхней Пышмы, Каменск-Уральского, Самары; - меди – в почвах Верхней Пышмы, Каменск-Уральского, Краснотурьинска; - никеля – в почвах Берёзовского и Кирова, - цинка – в почвах Ангарска, Верхней Пышмы, Каменск-Уральского, Нижнего Новгорода. Содержание молибдена, превышающее фон в 10-70 раз, выявлено в почвах Ижевска, Кирова, Нижнего Новгорода, г. Чебоксары, - олова – в почвах Ижевска и Нижнего Новгорода; - хрома – в почвах Берёзовского, Верхней Пышмы, г. Чебоксары.

Загрязнение почв ТМ в подвижных формах целесообразно рассматривать за по-

Берёзовском (1 и 3 ПДК), Краснотурьинске (2 и 3 ПДК); медью – в Верхней Пышме (53 и 323 ПДК) и Краснотурьинске (5 и 27 ПДК); никелем – в Берёзовском (1 и 2 ПДК) и Верхней Пышме (2 и 6 ПДК); свинцом – в Берёзовском (1 и 3 ПДК), Большом Камне (1 и 17 ПДК), Верхней Пышме (3 и 13 ПДК), Каменск-Уральском (1 и 6 ПДК); цинком – в Берёзовском (2 и 4 ПДК), Верхней Пышме (2 и 14 ПДК), Каменск-Уральском (1 и 6 ПДК).

Почвы Каменск-Уральского загрязнены кобальтом (5 и 16 Ф) в водорастворимых формах.

По сравнению с результатами обследования 1997 г. в почвах Каменск-Уральского среднее содержание меди в подвижных формах уменьшилось в 8 раз, в водорастворимых формах – в 4 раза. Среднее количество водорастворимого кобальта в почвах Берёзовского снизилось в 10 раз.

Увеличение средних массовых долей кадмия, кобальта и меди в подвижных формах в 5-7 раз отмечено в почвах Верхней Пышмы.

Согласно индексу загрязнения, к опасной категории загрязнения почв ТМ относятся 4,5 % обследованных за последние 15 лет (с 1988 по 2002 гг. включительно) населённых пунктов и (или) 5-км зон вокруг них, к умеренно опасной – 12,2 %. Список данных городов представлен в табл. 2.2. Почвы остальных 83,3 % населённых пунктов (в среднем) относятся к допустимой категории загрязнения ТМ, хотя отдельные участки почв городов могут иметь более высокую категорию загрязнения ТМ, чем в целом по городу.

Источниками загрязнения окружающей среды соединениями фтора являются алюминиевые заводы, предприятия по производству фосфорных удобрений и другие. Динамика плотности атмосферных выпадений фтористых соединений ($\text{кг/км}^2 \cdot \text{год}$) в районе размещения Братского (БрАЗ) и Иркутского (ИрАЗ) алюминиевых заводов представлена в табл. 2.3.

Средняя плотность выпадения фторидов в 2002 г. в Шелехове превышала фоновое в 75 раз, в Братске – в 16 раз, в Иркутске – в 2,5 раза.

По сравнению с 2001 г. в 2002 г. средняя плотность выпадений фтористых соединений уменьшилась в районе Братска в 2,6 раза, в районе Иркутска – в 1,3 раза. В Шелехове плотность выпадений фторидов в 2002 г. была выше в 1,4 раза, чем в 2001 г.

Таблица 2.2

**Список городов и поселков РФ с различной категорией опасности загрязнения
почв металлами (1988-2002 гг.)**

Населенный пункт	Зона обследования радиусом, км, вокруг предприятий – источников загрязнений	Приоритетные техногенные металлы
Опасная категория загрязнения $32 \leq Z_{\phi} < 128$		
Белово	0-5	Цинк, кадмий, свинец, медь
Горняк	0-5	Кадмий, цинк, свинец
Кировград	0-5	Цинк, свинец, медь, кадмий
Мончегорск	территория города	Никель, медь
Реж	0-5	Никель, кадмий, кобальт, цинк
Рудная Пристань	0-5 вокруг поселка	Свинец, кадмий, кобальт, цинк
Свирск	участок многолетних наблюдений; 0,5	Свинец, цинк, медь, хром
Умеренно опасная категория загрязнения $16 \leq Z_{\phi} < 32$ при $Z_{\kappa} \geq 16$ и $Z_{\phi} = 13 \div 15$ при $Z_{\kappa} \geq 20$		
Алапаевск	0-5	Никель, хром, цинк, медь
Асбест	территория города	Никель, хром, цинк, медь
Березовский	0-5	Цинк, свинец
Верхняя Пышма	0-5	Медь, цинк, кобальт
Дальнегорск	0-5	Свинец, цинк, медь
Екатеринбург	территория города	Медь, цинк, хром, никель, свинец
Киров	территория города	Медь, никель, ванадий
Комсомольск-на-Амуре	0-5	Цинк, свинец, медь, никель
Медногорск	0-5	Свинец, медь, олово, кобальт
Москва	территория города	Свинец, цинк, медь
Невьянск	территория города	Медь, цинк, свинец
Нижний Тагил	территория города	Медь, свинец, цинк
Орск	территория города	Кобальт, никель, хром, молибден
Первоуральск	территория города	Медь, свинец, цинк
Ревда	0-5	Медь, свинец, цинк
Свирск	0-5	Свинец, цинк
Хрустальный	0-5	Свинец, олово, медь, цинк
Череповец	территория города	Хром, никель, цинк, медь
Черемухово	территория города	Свинец, цинк

(кг/км²·год) в районе БрАЗ и ИркАЗ

Пункт наблюдений	Годы							
	1989	1991	1993	1994	1996	2000	2001	2002
г.Братск, направление, расстояние от БрАЗ								
п.Чекановский, С, 2 км	780	970	850	1000	640	680	710	360
п/х «Пурсей», СВ, 8 км	780	980	650	890	410	890	760	240
телецентр, СВ, 12 км	490	700	700	790	500	800	610	250
п.Падун, СВ, 30 км	85	200	160	210	85	330	300	61
Зона влияния ИркАЗ								
г.Шелехов, ГМС	980	1400	1500	1100	1500	670	770	1050
г.Иркутск, ОГМС	-	85	210	210	76	77	46	35
п.Листвянка, фон	53	40	60	28	29	31	22	14

Почвы Братска загрязнены соединениями фтора по валу (650 млн⁻¹ и 800 млн⁻¹ или 27 и 33 Ф, Ф=24 млн⁻¹). По сравнению с 2001 г. среднее содержание валового фтора в поверхностном 5-см слое почвы снизилось в 1,2 раза.

В почвах Краснотурьинска в районе АО «Богословский алюминиевый завод» среднее содержание водорастворимого фтора (14 млн⁻¹) выше 1 ПДК, равного 10 млн⁻¹; максимальное содержание водорастворимого фтора (38 млн⁻¹) равно примерно 4 ПДК.

За последние 5 лет (с 1998 по 2002 гг. включительно) загрязнение почв водорастворимым фтором выше 1 ПДК зафиксировано в Иркутске, Краснотурьинске, Каменск-Уральском, Михайловске, Новокузнецке, Первоуральске, Черемхове, Шелехове, Ярославском.

Высокие уровни загрязнения почв нефтепродуктами, превышающие фоновые в 10-100 раз и более, наблюдаются в районах добычи, транспортировки, распределения и переработки нефти. Почти во всех обследованных промышленных центрах имеются участки почв, загрязнённые НП. При отсутствии поступлений НП на почву, со временем происходит её самоочищение от НП.

По результатам обследования 2002 г. наибольшее загрязнение почв НП (9160 и 266180 млн⁻¹ или 50 и 5325 Ф, Ф=50 млн⁻¹) обнаружено в совхозе «50 лет СССР» Волжского района Самарской области на площади 10 га вблизи нефтепровода «Дружба».

Экстремально высокое содержание НП, превышающее фоновое в 50 раз, наблюдалось в 12 % случаев. По сравнению с данными 2001 г. среднее содержание НП в почвах уменьшилось более, чем в 2 раза.

Сильно загрязнены НП почвы Самары (34 и 112 Ф, $\Phi=50$ млн⁻¹), особенно возле городских свалок (96 и 162 Ф), почвы в районе Жилкинской нефтебазы в Иркутске (77 и 255 Ф, $\Phi=40$ млн⁻¹), почвы территории Омска (17 и 63 млн⁻¹, $\Phi=40$ млн⁻¹), Кирова (22 и 293 млн⁻¹, $\Phi=23$ млн⁻¹), Заречной (11 и 68 млн⁻¹, $\Phi=50$ млн⁻¹) и Нагорной (8 и 59 Ф, $\Phi=32$ млн⁻¹) части Нижнего Новгорода, в Астрахани вокруг Астраханского газоконденсатного комплекса (4 и 7 Ф, $\Phi=77$ млн⁻¹).

3. Уровни загрязнения почв России тяжелыми металлами

В 2002 г. подразделения сети Росгидромета проводили наблюдения за содержанием в почвах ТМ в районах 25 городов.

На территории деятельности Башкирского УГМС обследована Уфа;

- Верхне-Волжского обследованы Нижний Новгород, Дзержинск, Чебоксары, Ижевск, Киров;
- Западно-Сибирского – Новосибирск, Кемерово, Новокузнецк, Томск;
- Иркутского – Ангарск, Усолье-Сибирское, Свирск;
- МосЦГМС – Жуковский, Раменское;
- Обь-Иртышского – Омск (фон);
- Приволжского – Тольятти, Самара;
- Приморского – Большой Камень, Партизанск;
- Уральского – Каменск-Уральский, Верхняя Пышма, Берёзовский, Красноуральск, Сысерть.

В почвах определяли содержание валовых, кислоторастворимых, подвижных и водорастворимых форм металлов: алюминия, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, никеля, олова, ртути, свинца, хрома, цинка. В каждом УГМС установлен свой перечень ТМ и форм их нахождения.

В тексте главы и, возможно, в последующих главах при указании содержания ТМ или других ТПП в почве первая цифра в скобках после названия ингредиента (или города) обозначает среднее содержание токсиканта в почве описываемой зоны, вторая цифра – максимальное количество, единственная цифра, если не оговорено, – максимальное содержание. Число выражающее содержание ТПП в значениях ПЛК ОЛК или

В пробах почв определяли кислоторастворимые формы меди, цинка, никеля, кадмия и свинца (табл. 3.1).

Город Уфа является столицей Башкортостана и одним из крупнейших городов РФ, где сосредоточены нефтеперерабатывающая, химическая, машиностроительная, деревообрабатывающая, лёгкая и пищевая промышленности.

Обследованные почвы преимущественно серые лесные глинистые и суглинистые.

Отбор проб проводили в зоне радиусом 0-5 км вокруг УМПО и в южном направлении от источника на расстоянии 15 км. Наиболее загрязнены ТМ почвы ближней 1-км зоны вокруг УМПО. Средние содержания свинца и никеля в почвах этой зоны превышают 1 ПДК и 1 ОДК соответственно. Максимальное количество свинца в обследованной зоне равно примерно 3 ПДК, никеля – 2 ОДК. Средние массовые доли меди выше 3 Ф. Отдельные участки почв загрязнены медью до 2 ОДК, кадмием до 5 Ф. Из табл. 3.1 видно, что с удалением от источника содержание техногенных ТМ в почвах уменьшается.

В среднем по количеству определяемых ТМ почвы можно отнести к допустимой категории загрязнения ТМ ($Z_{\text{ф}}=6$, $Z_{\text{к}}=8$) с отдельными участками умеренно опасной категории загрязнения ($Z_{\text{мф}}=19$, $Z_{\text{мк}}=24$).

3.2. Верхнее Поволжье

Наблюдение за содержанием металлов в почвах проводили на территории шести промышленных центров, прилегающих к ним окрестностей и фоновых районов. Обследовали города: Нижний Новгород, Дзержинск, Чебоксары, Ижевск, Киров. В почвах определяли содержание свинца, марганца, хрома, никеля, молибдена, олова, ванадия, меди, цинка, кобальта и кадмия по валу (табл. 3.2).

Нижний Новгород является важным индустриальным центром России.

В 2002 г. выбросы вредных веществ в атмосферу города от стационарных источников и автотранспорта составили 81,53 тыс.т. Основной вклад в выбросы вносят предприятия нефтехимической, теплоэнергетической, металлургической промышленности, машино- и автомобилестроения, предприятия ВПК.

Обследованные почвы относятся к дерново-подзолистым суглинистым (кроме одной супесчаной) с pH 5,6-9,7.

Таблица 3.1

Содержание металлов (мгн⁻¹) в почвах Уфы

Источник, зона радиусом, км, вокруг источника	Число проб	Показатель	Cu	Zn	Ni	Cd	Pb	Z _к	Z _ф
УМПО 0-1,0	9	Ср	75	70	80	0,46	35	8	6
		м ₁	220	87	110	1,30	50		
		м ₂	110	78	94	0,57	49		
		м ₃	110	74	89	0,50	41		
1,1-5,0	13	Ср	37	62	73	0,34	32		
		м ₁	83	81	120	1,10	92		
		м ₂	81	71	97	0,40	47		
		м ₃	81	69	96	0,35	32		
0-5,0	22	Ср	53	65	76	0,39	33	6	4
		м ₁	220	87	120	1,30	92		
		м ₂	110	81	110	1,10	50		
		м ₃	110	78	97	0,50	49		
Ю; 5,0-15,0	3	Ср	34	62	81	0,26	25	4	2
		м ₁	37	64	90	0,28	29		
		м ₂	36	62	78	0,25	27		
0-15,0	25	Ср	51	65	77	0,37	32		
Фон (ориентировочный)			21	56	64	0,25	19		

Содержание металлов (мгн⁻¹) в почвах городов Верхнего Поволжья

Город, зона обследования	Число проб	Показатель	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Cu	Zn	Co
Нижний Новгород Нагорная часть	30	Ср	41	580	180	36	0,8	2,6	59	41	150	4,1
		М ₁	120	880	550	59	10	58	110	95	410	9,1
		М ₂	81	830	340	54	2,5	13	94	91	340	9,0
		М ₃	74	810	270	44	1,7	2,2	83	84	320	7,2
Заречная часть	60	Ср	48	450	97	28	1,0	0,8	40	36	230	4,2
		М ₁	290	1300	320	69	3,5	13	160	140	1100	16
		М ₂	140	1200	210	59	3,3	4,5	130	98	810	12
По всей территории	90	Ср	46	490	130	31	0,9	1,4	46	38	210	4,2
		Ср	16	330	86	15		2,2*	42	19	77	
		Ср						1,0	0,4**			
Фон (Арзамаское направление 1997-2000 гг.)	42	Ср	53	700	89	26	0,9	0,4	57	36	160	8,7
Фон (пос.Неклюдово 2001-2002 гг.)	20	Ср	410	1300	270	100	4,0	3,5	360	180	550	4,9
		М ₁	190	1300	250	57	2,1	3,1	140	130	550	2,1
		М ₂	145	1300	250	52	1,7	2,9	130	110	440	2,0
Дзержинск, территория города	44	Ср	33	400	63	18	2,2	1,3	67	19	73	1,0
Фон (2001 г.)	6	Ср										

д, зона обследования	Число проб	Показатель	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Cu	Zn	Co	Cd
жары итория города	20	Ср	49	1000	240	50	0,9	но	160	49	160	12	но
		М ₁	130	1300	1300	150	3,2	13	350	130	410	25	
		М ₂	93	1300	600	75	2,4	но	260	85	300	18	
		М ₃	70	1300	550	64	1,7	но	230	73	260	17	
вск итория города	10	Ср	34	750	110	34	0,2	но	130	28	99	9,5	но
		Ср	69	1100	500	77	5,1	1,4	300	92	160	14	но
		М ₁	230	1300	1000	110	18	14	450	160	350	24	
ж итория города, 0-5 км вокруг зоны	5	М ₂	120	1300	940	110	18	5,9	440	130	340	19	
		М ₃	110	1300	770	100	18	2,7	430	120	310	18	
		Ср	59	1200	450	82	1,1	0,2	360	83	160	18	
ж итория города, 0-5 км вокруг зоны	24	Ср	34	760	390	86	0,9	1,8	130	65	220	8	но
		М ₁	160	1300	1000	390	4,6	7,5	1000	140	860	19	
		М ₂	68	1300	770	350	4,5	6,6	250	130	800	16	
		М ₃	62	1000	560	110	3,0	6,5	160	120	380	16	
	6	Ср	16	850	280	45	0,2	2,1	86	37	140	6,7	

*) Принят фон для Нагорной части

***) Принят фон для Заречной части для олова, молибдена и кобальта. Для других ТМ за фоновое содержание приняты фоновые Нагорной части, т.к. почвы Неклюдова супесчаные, а почвы Заречной части суглинистые.

Средние массовые доли токсичных элементов в грунте, измеренные в пробных точках, превысило 9 ПДК или 2 ОДК. Отмечены участки почв, загрязнённые хромом (6 Ф), молибденом (10 Ф), цинком (5 ОДК), оловом (33 Ф), кобальтом (7 Ф), медью (1 ОДК), ванадием (1 ПДК), ванадием и марганцем по сумме (1 ПДК), кадмием (1 ОДК). Кадмий обнаружен только в 8 пробах почв. В фоновом районе содержание кадмия ниже предела обнаружения, поэтому он не был взят для расчёта индекса загрязнения почв ТМ.

Согласно индексу загрязнения, почвы обследованной территории ($Z_{\phi}=9$, $Z_{\kappa}=6$) относятся к допустимой категории загрязнения ТМ с отдельными участками умеренно опасной и опасной категории загрязнения ($Z_{\text{мф}}=93$, $Z_{\text{мк}}=71$).

В городе Дзержинске сосредоточены крупные предприятия химической промышленности: ГП «Завод им.Свердлова», АО «Заря», АО «Корунд», АО «Капролактан», АО «Синтез», АО «Оргстекло». Выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников и автотранспорта составляют 49,6 тыс.т/год. Существенный вклад в выбросы вносят Дзержинская и Игумновская ТЭЦ.

На территории города отобрано 44 пробы почв. 6 проб почв отобрано в фоновом районе. Отобранные почвы представлены дерново-подзолистыми суглинистыми (99 %) и супесчаными (1 %) с pH 4,1-8,4.

Почвы города загрязнены свинцом. Среднее содержание свинца (53 млн^{-1}) составляет примерно 2 ПДК, максимальное (410 млн^{-1}) – 13 ПДК или 3 ОДК. Часть проб почв содержат повышенные количества цинка (3 ОДК), кадмия (1,5 ОДК), ванадия и марганца по сумме (более 1 ПДК), ванадия (2 ПДК), никеля (1 ОДК), кобальта (5 Ф), хрома (4 Ф). В целом почвы относятся к допустимой категории загрязнения ТМ ($Z_{\phi}=4$, $Z_{\kappa}=6$) с отдельными участками умеренно опасной и опасной категории загрязнения ($Z_{\text{мф}}=47$, $Z_{\text{мк}}=72$).

Чебоксары центр электротехнической, машиностроительной, лёгкой, энергетической промышленности, речной порт и железнодорожная станция.

Город расположен на крутом берегу Волги при впадении в неё правых притоков Чебоксарки и Кайбулки. Территория города находится на стыке двух растительных и геоморфологических зон: лесной и лесостепной. На левобережной пойменной и первой надпойменной террасах Волги развито заболачивание.

Выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников вносят предприятия электроэнергетики (28,8 %), машиностроения и металлообработки (24,8 %), химической промышленности (10,7 %).

На территории города было отобрано 30 проб почв. Отобранные почвы – чернозём оподзоленный суглинистый с рН 5,9-8,4.

Почвы города загрязнены свинцом (1 и 4 ПДК или 1 ОДК), ванадием и марганцем по сумме (1 и 1 ПДК), молибденом (5 и 16 Ф). Часть проб почв содержит ванадий на уровне 2 ПДК, никель, цинк и медь на уровне 1-2 ОДК, хром на уровне 12 Ф.

В целом почвы, согласно индексу загрязнения $Z_{\text{ф}}=8$, $Z_{\text{к}}=11$, относятся к допустимой категории загрязнения с отдельными участками более высокой категории загрязнения ($Z_{\text{мф}}=44$, $Z_{\text{мк}}=43$).

Ижевск расположен в западном Предуралье в междуречье Камы и Вятки на высоком холмистом плато.

Выбросы вредных веществ в атмосферу города от стационарных источников и автотранспорта составляют 14,2 тыс.т/год. Основными источниками загрязнения воздуха являются ОАО «Ижсталь» и предприятия теплоэнергетики, выбросы которых составляют 27,4 % от общего объёма выбросов от стационарных источников.

В обследуемом районе распространены дерново-подзолистые суглинистые почвы (рН 6,9-9,0). На территории города было отобрано 20 проб почв и 5 проб отобрано в фоновом районе.

Обнаружено загрязнение почв города свинцом (2 и 7 ПДК или 2 ОДК), ванадием (2 и 3 ПДК), ванадием и марганцем по сумме (1 и 1 ПДК), оловом (7 и 70 Ф), молибденом (5 и 16 Ф). Превышение 1 ОДК никеля в почвах отмечено в 45 % проб. 25 % проб почв содержат цинк в количествах, превышающих 1 ОДК. В 5 % случаев содержание меди в почвах выше 1 ОДК. По индексу загрязнения ($Z_{\text{ф}}=10$, $Z_{\text{к}}=22$) почвы Ижевска можно отнести к допустимой категории загрязнения ТМ с отдельными участками умеренно опасной и опасной категории загрязнения ($Z_{\text{мф}}=93$, $Z_{\text{мк}}=60$).

Выбросы вредных веществ в атмосферу г.Кирова от стационарных источников и автотранспорта составляют 41,6 тыс.т/год. Основной вклад в выбросы от стационарных источников вносят предприятия лесной, деревоперерабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности, предприятия химической и энергетической промышленности (ОАО «Кировоэнерго» - ТЭЦ – 1,4,5).

24 пробы отобраны по 4 румбам от промзоны города в зоне радиусом 0-5 км с дерново-подзолистых суглинистых почв с рН 5,9-8,5. На расстоянии 18-20 км от города отобрано 6 проб почв в качестве фоновых.

Средние содержания свинца, никеля, цинка и молибдена в почвах превышают 1

Согласно индексу загрязнения ($Z_{\phi}=10$, $Z_{\kappa}=13$), в среднем почвы Кирова можно отнести к допустимой категории загрязнения ТМ с отдельными участками более высокой категории загрязнения ($Z_{\text{мф}}=64$, $Z_{\text{мк}}=73$).

3.3. Западная Сибирь

На территории Западной Сибири были продолжены наблюдения за загрязнением почв ТМ в городах Новосибирск, Кемерово, Новокузнецк, Томск и в фоновых районах, прилегающих к ним. В Омской области проводилось исследование фонового содержания ТМ в почвах. В пробах почв определяли содержание цинка, кадмия, меди и свинца в кислоторастворимых формах (табл. 3.3). В пробах почв, отобранных в Омской области, определяли дополнительно содержание никеля в кислоторастворимых формах.

В Новосибирске сосредоточены предприятия машиностроения и металлообработки, чёрной и цветной металлургии, электроэнергетики, химической, нефтехимической, деревообрабатывающей и целлюлозно-бумажной промышленности и др. В 2001 г. выбросы вредных веществ в атмосферу от стационарных источников составили 196,718 тыс.т. и от автотранспорта 538,542 тыс.т.

По одной объединённой пробе почвы отобрано в Ленинском районе возле Дмитровского моста, в Кировском районе (Бугринская роща) и на площади ГПНТБ в Октябрьском районе. Повышенного содержания ТМ в почвах не обнаружено. Почвы относятся к допустимой категории загрязнения изучаемыми ТМ ($Z_{\phi}=2$, $Z_{\kappa}=1$).

Промышленность г.Томска представлена предприятиями машиностроения, нефтехимической промышленности, производства строительных материалов и др. Выбросы вредных веществ в атмосферу города в 2001 г. составили от стационарных источников 24,04 тыс.т и от автотранспорта 63,02 тыс. т. Почвы Томска загрязнены свинцом, содержание которого превышает 1 ПДК, но ниже 2 ПДК. По комплексу ТМ почвы относятся к допустимой категории загрязнения ТМ ($Z_{\phi}=10$, $Z_{\kappa}=4$).

Пробы почв, отобранные в Кемерово (табл. 3.3) и Новокузнецке (район 30 квартала, ПНЗ №2 и ПНЗ №19) не загрязнены ТМ. Обследованные почвы относятся к допустимой категории загрязнения определяемыми ТМ ($Z_{\phi}=2-5$, $Z_{\kappa}=1-2$).

Таблица 3.3

Содержание металлов (мгн^{-1}) в почвах Западной Сибири

Город, место отбора проб	Число проб	Показатель	Zn	Cd	Cu	Pb	Ni	Z _ф	Z _к
Новосибирск Территория города	3	Ср	34	<1,0	18	11		2	1
		м ₁	49	<1,0	21	14			
		м ₂	30	<1,0	18	11			
Фон, с.Прокудское			19	<1,0	11	15			
Кемерово 3-4 км от ГРЭС на ВСВ, ЗСЗ, С	3	Ср	61	<1,0	12	14		5	1
		м ₁	66	<1,0	17	15			
		м ₂	62	<1,0	10	14			
Фон, д.Калинкино			27	<1,0	4,9	13			
Новокузнецк Территория города	3	Ср	36	<1,0	13	21		2	2
		м ₁	40	<1,0	19	29			
		м ₂	37	<1,0	12	19			
Фон, п.Красная Орловка			22	<1,0	11	4			
Томск 0,7-15 км от ГРЭС на ЮВ, СВ, З	3	Ср	43	<1,0	20	43		10	4
		м ₁	52	<1,0	21	46			
		м ₂	42	<1,0	21	42			
Фон, с.Ярское			24	<1,0	2,4	24			
40 км на ЮВ от Омска, Фон	5	Ср	29	0,1	23	9,8	17	1	1
		м ₁	30	0,2	25	13	19		
		м ₂	29	0,2	23	12	17		
		м ₃	26	0,1	20	10	16		

3.4 Иркутская область

Обследование почв на содержание ТМ в почвах проведено в районах городов Ангарск, Свирск и Усолье-Сибирское, а также на участках многолетних наблюдений в Свирске.

В районе Ангарска и Усо́лья-Сибирского пробы почв отбирали на целине в поверхностном слое 0-10 см и пахотном горизонте 0-20 см. В Свирске отбор проб почв проводили на глубину 0-20 см. В почвах определяли валовое содержание свинца, марганца, хрома, никеля, молибдена, олова, ванадия, меди, цинка, кобальта, бериллия и ртути (табл. 3.4 и 3.5).

Содержание металлов (мгн⁻¹) в почвах Иркутской области

Город, зона обследования радиусом, км, вокруг источника	Число проб	Пока- затель	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Cu	Zn	Co	Be
Ангарск Территория города	13	Ср	43	430	110	47	1,3	3,3	73	30	160	10	2,7
		М ₁	84	580	160	59	1,7	4,3	85	48	280	13	3,4
		М ₂	70	540	140	56	1,5	4,1	81	42	250	11	3,2
		М ₃	56	520	140	55	1,5	4,0	77	39	230	11	3,2
0-5	10	Ср	44	470	99	56	1,7	3,9	76	34	130	15	3,3
		М ₁	110	740	140	120	2,4	4,9	94	61	200	28	4,7
		М ₂	66	670	130	84	2,3	4,6	91	53	190	24	4,7
5,1-26	9	М ₃	60	540	100	55	1,7	4,2	80	39	170	16	4,0
		Ср	48	550	100	50	2,2	3,8	91	37	110	16	2,7
		М ₁	140	830	140	60	6,2	4,4	150	70	220	21	3,2
Весь обследо- ванный район	32	М ₂	59	680	120	59	2,2	4,3	110	51	190	21	2,9
		М ₃	55	600	110	53	2,0	4,2	98	42	150	20	2,7
		Ср	45	480	100	51	1,7	3,6	79	33	140	13	2,9
Фон*		М ₁	140	830	160	120	6,2	4,9	150	70	280	28	4,7
		М ₂	110	740	140	84	2,4	4,6	110	61	250	24	4,7
		М ₃	84	680	140	60	2,3	4,4	98	53	230	21	4,0
			24	550	110	45	1,8	1,6	76	16	59	12	

Продолжение таблицы 3.4

зона ования ом, км, источ-	Число проб	Пока- затель	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Cu	Zn	Co	Be	Hg
арск, ЭЛ -1,0	14	Ср	480	910	110	55	1,8	3,6	100	54	160	12	2,5	
		м ₁	1520	2670	190	80	6,2	5,0	160	92	480	16	10	
		м ₂	990	2470	150	80	3,6	5,0	150	69	400	16	4,0	
		м ₃	770	1330	130	65	2,1	4,5	150	65	300	14	3,2	
-5,0	13	Ср	57	490	110	58	1,4	2,8	110	29	170	13	2,5	
		м ₁	170	1100	160	78	2,0	5,8	170	35	300	25	11	
		м ₂	140	800	140	72	1,8	3,5	150	35	300	16	2,9	
		м ₃	81	750	130	66	1,8	3,5	130	33	270	15	2,6	
-5,0	27	Ср	270	710	110	56	1,6	3,2	110	42	170	12	2,5	
		Ср	34	410	140	85	0,95	2,8	170	58	56	21	1,5	
		м ₁	36	510	140	89	0,97	3,5	170	66	67	23	1,5	
бследо- і район	29	Ср	260	690	110	58	1,6	3,2	110	43	160	13	2,5	
		м ₁	1520	2670	190	89	6,2	5,8	170	92	480	25	11	
		м ₂	990	2470	160	81	3,6	5,0	170	69	400	23	10	
		м ₃	770	1330	150	80	2,1	5,0	170	66	300	19	4,0	
юн			800	130	50	2,0	3,0	110	30	70	10	1,5		

Окончание табл.

Город, зона обследования радиусом, км, вокруг источника	Число проб	Пока- затель	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Cu	Zn	Co	Be
Усолье-	11	Ср	41	480	130	57	1,7	4,4	77	40	100	16	3,2
		М ₁	110	680	210	72	3,3	6,2	100	89	210	23	6,3
		М ₂	68	660	210	70	2,3	5,3	91	70	160	20	3,1
		М ₃	47	610	170	69	1,7	5,2	87	57	140	18	3,1
0-5,0	12	Ср	25	610	130	53	1,3	3,2	76	28	75	12	2,4
		М ₁	38	860	180	65	1,8	4,8	89	41	120	16	3,5
		М ₂	31	730	180	64	1,5	4,2	88	37	100	15	3,2
5,1-14	8	М ₃	29	710	170	63	1,4	4,1	88	35	96	14	3,0
		Ср	24	690	180	59	1,4	3,0	97	29	97	14	3,4
		М ₁	33	830	250	72	1,8	3,4	120	48	240	18	3,9
Весь обследо- ванный район	31	М ₂	24	820	230	70	1,5	3,2	110	45	110	16	3,9
		М ₃	24	780	190	63	1,3	2,9	97	38	86	15	3,9
		Ср	31	580	140	56	1,4	3,5	82	33	90	14	3,0
Фон		М ₁	110	860	250	72	3,3	6,2	120	89	240	23	6,3
		М ₂	68	830	230	72	2,3	5,3	110	70	210	20	3,9
		М ₃	47	820	210	70	1,8	5,2	100	57	160	18	3,9
Фон			20	610	130	53	1,3	76	23	71	11		

* Фоновые значения подкорректированы

Таблица 3.5

Содержание металлов (мгн^{-1}) в почвах участков многолетних наблюдений в Свирске

точка, название, отстояние от Л, км	Число проб	Показатель	Pb	Mn	Cr	Ni	Mo	Sn	V	Cu	Zn	Co	Be	pH
УМН-1 Ю; 0,5	10	Ср	940	850	190	48	3,3	4,9	110	100	200	19	1,7	5,9
		М1	2600	1300	550	56	5,1	6,2	130	130	440	25	2,0	7,2
		М2	1700	1200	350	53	4,5	6,1	130	130	280	25	1,9	6,9
		М3	1200	960	160	52	4,2	5,5	130	120	230	22	1,8	6,3
УМН-3 Ю; 4	10	Ср	62	570	140	58	1,6	3,6	130	37	130	15	2,0	
		М1	130	700	170	72	2,2	4,5	160	56	300	20	2,6	
		М2	120	680	170	70	1,8	4,2	140	52	150	17	2,2	
		М3	67	610	150	70	1,7	140	44	140	16	2,2		
Фон			31	800	130	50	2,0	110	30	70	10	1,5		

источников и автотранспорта составили 145,264 тыс.т, из них твёрдых 25,442 тыс.т. Вклад автотранспорта в суммарные выбросы составил 10,6 %.

Основными источниками загрязнения воздушного бассейна являются предприятия теплоэнергетики и ОАО «АНХК», вклад которых в суммарные выбросы составляет 66,7 % и 25,2 % соответственно. Наибольшее количество специфических загрязняющих веществ поступает в атмосферу от ОАО «АНХК».

В годовой розе ветров преобладают ветры восточного и юго-восточного направлений, при которых вынос загрязняющих веществ от ОАО «АНХК» происходит в сторону территории города.

Пробы отбирали на серых лесных и дерново-карбонатных почвах на территории города и за его пределами в зоне радиусом 26 км. Пробы почвы, отобранные на территории города преимущественно супесчаные, за его пределами – легко- и среднесуглинистые с $pH_{КС1}$ 4,9-8,3.

Среднее содержание цинка в почвах территории города составляет примерно 3 ОДК, свинца и никеля – 1 ОДК. В 80 % проб почв количество цинка выше 1 ОДК при максимальном равном 5 ОДК, обнаруженном в супесчаной почве. Отдельные участки почв загрязнены медью (1 ОДК).

Почвы 5-км зоны вокруг Ангарска содержат повышенные массовые доли свинца (1 и 3 ПДК или 3 ОДК), никеля (до 4 ОДК), меди (1 ОДК) и олова (3 Ф).

По индексу загрязнения почвы территории города ($Z_{\phi}=5$, $Z_{к}=7$), 5-км зоны вокруг него ($Z_{\phi}=6$, $Z_{к}=8$) и почвы всей обследованной территории относятся к допустимой категории загрязнения ТМ.

Свирск расположен на левом берегу р.Ангара, в 18 км от г.Черемхово и в 45 км от г.Усолье-Сибирское. В 2001 г. выбросы загрязняющих веществ в атмосферу города от стационарных источников и автотранспорта составили 1,846 тыс.т, в том числе твёрдых 0,858 тыс.т. Вклад автотранспорта в суммарные выбросы составил 12,9 %. Основными источниками загрязнения атмосферы города являются муниципальное унитарное энергопредприятие (79,8 %), предприятия угольной и электротехнической промышленности.

В годовой розе ветров преобладают ветры юго-восточного и северо-западного направлений с повторяемостью 30 и 22 % соответственно. Для обследованной террито-

рии характерны дерново-карбонатные, дерново-лесные, дерново-подзолистые, серые лесные супесчаные и суглинистые почвы с pH_{KCl} 4,6-7,0.

В зоне радиусом 13,5 км вокруг завода «ВСЭЛ» отобрано 29 проб почв по азимутальным направлениям от источника.

Наиболее загрязнены ТМ почвы 1-км зоны вокруг завода «ВСЭЛ» (табл. 3.4). Среднее содержание свинца в почвах составляет 15 ПДК (4 ОДК), максимальное – 48 ПДК (48 ОДК). В почвах обнаружены повышенные содержания марганца (2 ПДК), цинка (2 ОДК), никеля (3 ОДК), меди (2 ОДК), ванадия (1 ОДК), ванадия и марганца по сумме (1 ПДК), бериллия (4 Ф). По индексу загрязнения, найденному с использованием фоновых значений ($Z_{\phi}=18$), почвы 1-км зоны вокруг завода можно отнести к умеренно опасной категории загрязнения ТМ, по индексу загрязнения, рассчитанному с использованием кларков ($Z_{\kappa}=54$) – к опасной категории загрязнения ТМ.

Среднее содержание свинца в почвах 5-км зоны равно примерно 8 ПДК (270 млн^{-1}). Максимальные массовые доли ТМ в почвах этой территории такие же, как и в почвах 1-км зоны, за исключением более высоких максимальных содержаний олова ($5,8 \text{ млн}^{-1}$) и кобальта (25 млн^{-1}). Согласно индексам загрязнения ($Z_{\phi}=10$, $Z_{\kappa}=32$), почвы 5-км зоны приближаются к умеренно опасной категории загрязнения ТМ.

В 2002 г. продолжены работы на участках пунктов многолетних наблюдений за содержанием ТМ в почвах. Пункты расположены в южном направлении от завода «ВСЭЛ» на расстоянии примерно 0,5 км (УМН-1) и 4 км (УМН-3) (табл. 3.5). Почва участков серая лесная суглинистая с pH_{KCl} 5,0–7,2 (УМН-1) и pH_{KCl} 6,9–7,6 (УМН-3).

Почвы УМН-1 сильно загрязнены свинцом. Среднее содержание свинца в почвах превышает 29 ПДК (7 ОДК), максимальное составляет примерно 81 ПДК (20 ОДК для наибольшего ОДК и 26 ОДК для почвы с $pH_{KCl}<5,5$). Среднее содержание цинка близко к 1 ОДК, максимальное равно 2 ОДК. Отдельные пробы почв загрязнены хромом до 4 Ф. 33 % проб почв с $pH_{KCl}<5,5$ содержат никель и медь на уровне 2 ОДК. По индексу загрязнения ($Z_{\phi}=37$, $Z_{\kappa}=105$) почвы УМН-1 относятся к опасной категории загрязнения ТМ.

Почвы УМН-3 загрязнены свинцом (2 и 4 ПДК или 1 ОДК). В одной пробе почвы содержание ванадия превышает 1 ПДК. Почвы УМН-3 ($Z_{\phi}=4$, $Z_{\kappa}=11$) можно отнести к допустимой категории загрязнения ТМ.

Город Усолье-Сибирское расположен на левом берегу р.Ангары в 67-км от областного центра. Промышленный профиль города определяют предприятия химиче-

от стационарных источников вносят ИТЭЦ-11 - 54,6 % и ОАО «Усольехимпром» - 43,4 %, от которого в атмосферу поступает наибольшее количество специфических загрязняющих веществ, в том числе ртуть.

Отбор проб почв проводили на территории города и в зоне радиусом 14 км вокруг него. Обследованная территория представлена дерново-карбонатными и серыми лесными почвами. Почвы проб супесчаные (26 %) и суглинистые (74 %) с $pH_{КС1}$ 4,6 – 7,9.

В почвах территории города выявлен повышенный уровень содержания свинца (1 и 3 ПДК). Отдельные пробы супесчаной почвы загрязнены никелем (до 3 ОДК) и цинком (до 2 ОДК).

Почвы 5-км зоны вокруг Усоля-Сибирского меньше загрязнены ТМ, чем городские почвы. На отдельных участках супесчаных почв обнаружены количества никеля, цинка и меди, превышающие ОДК в 1-3 раза.

В целом по комплексу металлов почвы территории города ($Z_{\phi}=4$, $Z_{\kappa}=6$), 5-км зоны вокруг него ($Z_{\phi}=2$, $Z_{\kappa}=3$) и всей обследованной территории ($Z_{\phi}=3$, $Z_{\kappa}=4$) относятся к допустимой категории загрязнения ТМ.

3.5. Московская область

Наблюдение за загрязнением почв ТМ проводили в Раменском районе. Район расположен в юго-восточной части Московской области. В этом районе преобладают пойменные почвы от дерново-аллювиальных до аллювиально-луговых. Под воздействием богатой травянистой растительности образовался хороший гумусовый профиль с мелко-комковатой зернистой структурой и слабокислой реакцией среды.

Основными источниками загрязнения среды в районе обследованных городов Жуковского и Раменского являются АООТ им. Ильюшина, Гжельский и Бронницкий кирпичные заводы, автотранспортные предприятия «Агропромтранс». Кроме того, более мелкие предприятия, а также города Москва и Люберцы с существенными источниками промышленных выбросов, находящиеся вблизи обследованного района, могут оказывать влияние на состояние загрязнения почв территорий Жуковского и Раменского.

Из специфических загрязняющих веществ, поступающих с выбросами в атмосферу, можно выделить пятиокись ванадия, оксиды марганца, хрома и никеля.

Отбор 16 проб почв проводили в зоне радиусом 0-5 км от Жуковского и в зоне 0-6 км от Раменского. Всего было отобрано и проанализировано 16 проб почв. В почвах определяли содержание свинца, цинка, кадмия, меди, кобальта, никеля, хрома, марганца, железа в кислоторастворимых формах (табл. 3.6). Среднее содержание свинца в обследованных почвах превышает 1 ПДК, максимальное близко к 2 ПДК. Почвы Раменского и Жуковского загрязнены кислоторастворимыми формами никеля. Среднее содержание никеля в почвах 5-км зоны от Жуковского составляет 86 млн^{-1} , от Раменского – 95 млн^{-1} , что выше 1 ОДК.

По комплексу металлов почвы вблизи Жуковского ($Z_{\text{ф}}=6, Z_{\text{к}}=4$) и Раменского ($Z_{\text{ф}}=4, Z_{\text{к}}=2$) относятся к допустимой категории загрязнения ТМ.

3.6. Приморский край

Наблюдение за содержаниями ТМ в почвах проводили в зоне радиусом 30 км от городов Большой Камень и Партизанск. В пробах почв определяли массовые доли кислоторастворимых, подвижных и водорастворимых форм свинца, хрома, меди, цинка, никеля, кадмия, кобальта и марганца (табл. 3.7).

Город Большой Камень расположен на юге Приморского края на побережье Уссурийского залива. Рельеф местности состоит из мелкосопочника, являющегося отрогами Сихотэ-Алиня. Межсopочные понижения изрезаны речками и ручьями. Почвообразующими породами на склонах сопok являются элювий горных пород, на увалах – озёрно-речные отложения, в долинах рек – аллювиальные отложения, представленные галькой и песком.

Основными источниками загрязнения атмосферы города являются предприятия машиностроения и металлообработки, котельные коммунального хозяйства, предприятия автотранспорта. Выбросы вредных веществ в атмосферу города в 2001 г. составили 4,472 тыс. т, в том числе твёрдых 1,075 тыс. т. Вклад автотранспорта в выбросы составил 0,619 тыс. т.

37 проб отобрано на бурых лесных, буро-подзолистых, лугово-бурых оподзоленных, остаточнопойменных и луговых глеевых средне- и тяжелосуглинистых почвах. В 81 % случаев $\text{pH}_{\text{КСI}}$ превышает 5,5. В качестве фоновой выбрана проба почвы, отобранная на площадке, находящейся на расстоянии 30 км от источников загрязнения и представляющая характерный тип рельефа (межгорная равнина), растительности (луговая) и преобладающий тип почвы (лугово-бурая среднесуглинистая).

Содержание металлов (мгн⁻¹) в почвах Московской области

Город, направление, зона радиусом, км, от города	Число проб*	Показатель	Pb	Zn	Cd	Cu	Co	Ni	Cr	Mn	Fe	Z _ф
Жуковский ССЗ-ЮЮЗ 0-5,0	8	Ср	38	77	0,061	45	4,2	86	85	440	11800	6
		М ₁	54	120	0,10	72	7,0	120	120	900	19000	
		М ₂	49	90	0,10	63	6,0	110	100	480	12500	
		М ₃	42	82	0,09	63	5,0	96	100	420	12000	
Раменское ЮЮВ-3 0-5,0	8	Ср	32	45	0,056	33	3,3	95	65	290	11500	4
		М ₁	48	85	0,12	51	5,0	120	94	490	17300	
		М ₂	39	65	0,11	41	5,0	120	74	340	15400	
		М ₃	38	46	0,09	36	3,5	120	62	320	14700	
0-6,0	9	Ср	30	45	0,061	33	3,3	88	65	340	11500	
		М ₁	48	85	0,12	51	5,0	120	94	690	17300	
		М ₂	39	65	0,11	41	5,0	120	74	490	15400	
		М ₃	38	47	0,10	36	3,5	120	68	340	14700	
По всему обследованному району	16	Ср	34	58	0,059	39	3,8	87	75	390	11600	5
		М ₁	54	120	0,12	72	7,0	120	120	900	19000	
		М ₂	49	90	0,11	63	6,0	120	100	690	17300	
		М ₃	48	85	0,10	63	5,0	120	100	490	15400	
Фон		14	45	0,3	17		84		540	10400		

*) Одна из проб почв, отобранная между городами, включена в рассмотрение загрязнения почв каждого города

Таблица 3.7

Содержание металлов (млн⁻¹) в почвах Приморья

Город, зона обследования радиусом, км	Число проб	Показатель	Pb	Cr	Cu	Zn	Ni	Cd	Co	Mn	Примечание
Кислоторастворимые формы											
Большой Камень 0-1,0	11	Ср	49	33	23	87	26	0,1	17	720	
		М ₁	130	50	36	190	39	1,0	27	1100	
		М ₂	72	42	33	170	33	0,5	25	850	
		М ₃	66	42	28	130	33	0	18	800	
1,1-5,0	14	Ср	39	34	25	84	21	0	18	950	
		М ₁	75	48	38	180	30	0	24	1500	
		М ₂	56	42	36	150	28	0	23	1400	
		М ₃	44	42	25	150	25	0	22	1230	
0-5	25	Ср	44	34	24	85	23	0,1	18	850	
5,1-20	11	Ср	63	41	31	93	30	0,2	19	780	
		М ₁	210	140	55	230	130	1,5	43	1700	
		М ₂	90	54	48	130	32	0,7	28	1100	
		М ₃	75	42	40	150	25	0	22	1000	
0-20	36	Ср	49	36	26	88	25	0,1	18	830	
С, 30, фон	1		30	30	17	60	20	0	18	680	
Подвижные формы											
0-1,0	11	Ср	5,3		0,3	25				150	Никель, кадмий, хром, кобальт не обнаружены
		М ₁	37		1,9	120				460	
		М ₂	11		1,2	27				320	
		М ₃	10		0	26				230	
1,1-5,0	14	Ср	2,2		0,1	12				160	
		М ₁	15		1,5	26				600	
		М ₂	8,0		0	26				280	
		М ₃	7,5		0	26				280	
0-5	25	Ср	3,5		0,2	19			160		
5,1-20	11	Ср	13		0,3	16				82	
		М ₁	100		1,7	32				130	
		М ₂	20		1,0	40				130	
		М ₃	9,6		1,0	20				120	
0-20	36	Ср	6,3		0,2	17			140		
С, 30, фон	1		0		0	4,0			26		
Водорастворимые формы											
0-1,0	11	Ср				0,09				0,22	Свинец, хром, никель, медь, кобальт, кадмий не обнаружены
		М ₁				0,35				0,50	
		М ₂				0,15				0,50	
		М ₃				0,15				0,25	
1,1-5,0	14	Ср				0,05				0,19	
		М ₁				0,25				0,60	
		М ₂				0,20				0,40	

радиусом, км		гель									
0-5,0	25	Ср				0,07				0,20	
5,1-20	11	Ср				0,09				0,16	
		М ₁				0,25				0,50	
		М ₂				0,25				0,30	
		М ₃				0,15				0,20	
0-20	36	Ср				0,07				0,19	
С, 30, фон	1					0				0	
Кислоторастворимые формы											
Парти- занск 0-1,0	5	Ср	31	25	19	95	18	0,5	19	730	
		М ₁	38	44	25	130	25	0,5	20	1200	
		М ₂	33	25	23	110	20	0,5	20	990	
		М ₃	33	25	20	70	18	0,5	20	600	
1,1-5,0	6	Ср	24	22	15	73	27	0,3	15	690	
		М ₁	40	25	19	95	39	1,0	18	940	
		М ₂	25	25	16	83	33	0,75	18	750	
		М ₃	23	24	16	81	30	0	15	650	
0-5,0	11	Ср	27	23	17	83	23	0,3	17	710	
5,1-20	10	Ср	24	20	19	76	26	0,3	18	730	
		М ₁	32	30	33	110	32	0,75	25	1600	
		М ₂	28	25	25	88	30	0,75	25	1300	
		М ₃	25	25	25	80	28	0,5	23	1100	
21-30	3	Ср	28	29	21	71	40	0,2	19	1600	
		М ₁	30	48	26	75	62	0,5	25	3500	
		М ₂	28	25	18	72	33	0	17	750	
Фон			23	18	16	65	25	0	14	750	
Подвижные формы											
0-1,0	5	Ср			0,50	17				160	Свинец, хром, ни- кель, кадмий, кобальт не обна- ружены
		М ₁			0,90	24				270	
		М ₂			0,80	22				150	
		М ₃			0,80	22				150	
1,1-5,0	6	Ср			0	13				93	
		М ₁			0	20				140	
		М ₂			0	20				140	
		М ₃			0	13				100	
0-5,0	11	Ср			0,20	8,2			120		
5,1-20	10	Ср			0	15				120	
		М ₁			0	20				350	
		М ₂			0	13				280	
		М ₃			0	13				150	
21-30	3	Ср			0	8,7				210	
		М ₁			0	14				550	
		М ₂			0	13				58	
Фон				0	8,4				58		

Окончание таблицы 3.7

Город, зона обследования радиусом, км	Число проб	Показатель	Pb	Cr	Cu	Zn	Ni	Cd	Co	Mn	Примечание
Водорастворимые формы											
0-1,0	5	Ср				0,28				0,37	Свинец, хром, никель, медь, кобальт, кадмий не обнаружены
		М ₁				0,35				0,50	
		М ₂				0,35				0,50	
		М ₃				0,30				0,40	
1,1-5,0	6	Ср				0,20				0,23	
		М ₁				0,35				0,40	
		М ₂				0,25				0,35	
		М ₃				0,25				0,30	
0-5,0	11	Ср							0,30		
5,1-20	10	Ср				0,12				0,33	
		М ₁				0,35				1,0	
		М ₂				0,35				0,80	
		М ₃				0,25				0,60	
21-30	3	Ср				0,08				1,4	
		М ₁				0,25				4,1	
		М ₂				0				0,15	
Фон						0			0,15		

Чёткой зависимости содержаний ТМ в почвах от расстояния от города не наблюдается. Но, возможно, со временем происходит накопление свинца в почвах (табл.3.8, рис. 2.2). Обследованные почвы загрязнены свинцом в кислоторастворимых и подвижных формах, среднее содержание которых превышает 1 ПДК. Максимальные массовые доли свинца в кислоторастворимых формах составили 210 млн^{-1} (7 ПДК или 2 ОДК), в подвижных формах – 100 млн^{-1} (17 ПДК). Содержание кислоторастворимого свинца больше 2 ПДК отмечено в 19 % проб почв.

Отдельные участки почв загрязнены марганцем (1 ПДК), цинком (1 ОДК), никелем (2 ОДК), кадмием (1 ОДК) в кислоторастворимых формах и цинком (до 5 ПДК) в подвижных формах.

В водорастворимых формах обнаружены только цинк и марганец.

В целом почвы 20-км зоны, согласно индексу загрязнения ($Z_{\phi}=3$, $Z_{\kappa}=5$), относятся к допустимой категории загрязнения ТМ.

Территория, прилегающая к городу Партизанску, находится в южной части Приморского края в долинах реки Партизанской и её притоков, окружённых отрогами

отложения, представленные глинами. На увалах и склонах мелкосопочника почвообразующими породами являются делювиальные отложения.

Выбросы вредных веществ в атмосферу Партизанска в 2001 г. составили 11,896 тыс. т, в том числе твёрдых – 4,016 тыс. т.

Основными стационарными источниками загрязнения атмосферы Партизанска являются предприятия энергетики, топливной промышленности и жилищно-коммунального хозяйства, вклад которых в выбросы в 2001 г. составил 68 %, 5,47 % и 13,5 % соответственно. Выбросы вредных веществ от автотранспорта составили 4,153 т/год.

Отбор проб проводили преимущественно на остаточно-пойменных и бурых лесных почвах. В качестве фоновой выбрана проба почвы, отобранная на площадке, находящейся в 30 км от источника загрязнения, представляющая характерный тип рельефа (равнинный), растительности (луговая), преобладающий тип почвы (остаточнопойменная, средне-суглинистая).

В целом почвы в районе Партизанска не загрязнены ТМ (табл. 3.7). В одной пробе почвы обнаружено количество свинца (40 млн^{-1}), превышающее 1 ПДК, но ниже 1 ОДК. Только максимальное содержание цинка в подвижных формах превысило 1 ПДК и составило 24 млн^{-1} . По индексу загрязнения ($Z_{\text{ф}}=2, Z_{\text{к}}=3$) обследованные почвы относятся к допустимой категории загрязнения ТМ.

Накопление свинца в почвах вокруг городов Большой Камень и Партизанск с 1983 по 2002 гг. демонстрирует табл. 3.8.

Таблица 3.8

Среднее содержание свинца (млн^{-1}) в почвах вокруг городов Приморья с 1983 по 2002 гг.

Город	Зона радиусом, км	Год обследования				
		1983	1984	1989	1994	2002
Большой Камень	0-5,0		24	32	31	44
	0-20,0		26	33	31	49
Партизанск	0-5,0	21			24	27
	0-20,0	21			23	26

3.7. Самарская область

Изучение состояния загрязнения почв ТМ проводили в районе г.Тольятти, на двух УМН в Самаре и на её территории в местах снегомерной съёмки. По долинам рек

Волги и Самары распространены луговые пойменные почвы. В степной зоне почвенный покров представлен чернозёмом средней мощности глинистым и тяжелосуглинистым. В пробах почв определяли кислоторастворимые формы кадмия, меди и свинца (табл. 3.9)

Город Тольятти расположен на границе лесостепного и низменного Заволжья на верхней террасе левого берега р. Волги у северной излучины Самарской Луки, простираясь вдоль Куйбышевского водохранилища с запада на восток на 48 км.

Основными источниками промышленных выбросов в атмосферу города являются ВАЗ, предприятия ассоциации «Агрохим» (АО «Тольяттиазот», АО «Куйбышевазот», АО «Куйбышевфосфор»), «Синтезкаучук», Тольяттинская ТЭЦ и ТЭЦ ВАЗ, автотранспорт.

Отбор 70 проб почв проводили по восьми азимутальным направлениям в зоне радиусом 50 км от ВАЗ. В почвах 5-км зоны превышение ОДК меди и кадмия отмечено в 8 и 18 % случаев соответственно, превышение ПДК свинца – в 2 % случаев. Максимальное содержание меди составило 2 ОДК (для супесчаной почвы). В 5 % проб почв, отобранных в более удалённой от ВАЗ зоне, количество меди выше 1 ОДК, в 23 % проб почв количество кадмия выше 1 ОДК. Наибольшие массовые доли кадмия равны $8,5 \text{ млн}^{-1}$ (17 ОДК для песчаных и супесчаных почв). Согласно индексу загрязнения (табл. 3.9), найденному по 3 ТМ, обследованные почвы относятся к допустимой категории загрязнения ТМ с отдельными участками более высокой категории загрязнения ($Z_{\text{мф}}=93$, $Z_{\text{мк}}=22$).

Город Самара находится на левом возвышенном берегу реки Волги при впадении в неё реки Самары. Город вытянут вдоль реки с юго-запада на северо-восток почти на 40 км. Основные формы рельефа городской территории – пойменные и надпойменные террасы, склоны водоразделов и водораздельные плато. Это обуславливает разнообразие почв и растительности в городе и его окрестностях.

Самара – крупный промышленный центр Поволжья, где сосредоточены предприятия различных отраслей промышленности: электрохимической, металлургической, энергетической, строительной, производства строительных материалов, нефтехимии, машиностроения и других.

На территории Самары отобрано 23 пробы почв и 6 проб почв на городских свалках. Почвы Самары загрязнены кадмием (2 и 6 ОДК) и свинцом (1 и 6 ПДК). Высокое содержание кадмия обнаружено в почвах городских свалок (3 и 8 ОДК). Две пробы

Город, источник, зона радиусом, км, вокруг него	Число проб	Показатель	Cd	Cu	Pb	Z _ф	Z _к	Z _{мф}	Z _{мк}
Тольятти 0-1,0	16	Ср	0,5	12	9	5	1	93	22
		М ₁	1,7	40	29				
		М ₂	1,2	26	18				
		М ₃	1,1	18	16				
1,1-5,0	24	Ср	0,3	17	12				
		М ₁	2,3	64	41				
		М ₂	0,8	57	30				
		М ₃	0,5	31	26				
0-5,0	40	Ср	0,37	14	11	4	1		
5,1-20	16	Ср	0,5	15	6				
		М ₁	2,2	67	23				
		М ₂	2,1	39	16				
		М ₃	0,5	29	10				
20,1-50,0	14	Ср	1,3	13	9	13	2		
		М ₁	8,5	26	26				
		М ₂	8	22	26				
		М ₃	0,6	21	19				
Фон (скорректированный)			0,1	12	9				
Самара территория города	23	Ср	4,5	11	41	7	12	26	41
		М ₁	11	39	190				
		М ₂	11	22	89				
		М ₃	8,8	19	61				
Городские свалки	6	Ср	7,1	13	28	10	16	25	37
		М ₁	16	34	50				
		М ₂	9,1	17	50				
		М ₃	6,0	10	31				
УМН-1 СЗ; 5	15	Ср	5,2	42	14	8	12	44	60
		М ₁	27	110	29				
		М ₂	24	76	28				
		М ₃	5,9	70	17				
УМН-2 СЗ; 0,5	15	Ср	3,2	51	18	6	9	40	56
		М ₁	25	84	41				
		М ₂	5,8	78	27				
		М ₃	4,0	71	24				
Фон			0,7	20	19				

*) Для кадмия взято фоновое значение, представленное в Ежегоднике «Загрязнение почв РФ ТПИ в 1997 г.»

города ($Z_{\text{ф}}=7$, $Z_{\text{к}}=12$) можно отнести к допустимой категории загрязнения ТМ с отдельными участками умеренно опасной категории загрязнения ($Z_{\text{мф}}=26$, $Z_{\text{мк}}=41$). Почвы городских свалок близки к умеренно опасной категории загрязнения ТМ ($Z_{\text{ф}}=10$, $Z_{\text{к}}=16$) с отдельными участками более высокой категории загрязнения кадмием, медью и свинцом.

Продолжались наблюдения за загрязнением почв УМН, расположенных в СЗ направлении от СМЗ на расстоянии 0,5 и 5,0 км. С каждого участка площадью 4 га было отобрано методом конверта по 15 проб почв. Почвы участков дерновые тяжелосуглинистые с $\text{pH}_{\text{КС1}}$ 7,6-7,9. Почвы загрязнены кадмием (УМН-1 3 и 14 ОДК, УМН-2 2 и 13 ОДК).

Максимальное содержание свинца на ближайшем к СМЗ участке превысило 1 ПДК. В целом, по свинцу, кадмию и меди почвы УМН можно отнести, согласно индексу загрязнения (табл. 3.9 $Z_{\text{ф}}=8$ и 6, $Z_{\text{к}}=12$ и 9), к допустимой категории загрязнения ТМ, с отдельными местами более высокой категории загрязнения ($Z_{\text{мф}}=40$ и 44, $Z_{\text{мк}}=56$ и 60).

3.8 Свердловская область

Наблюдение за уровнем загрязнения почв ТМ проводили в районе городов: Каменск-Уральский, Верхняя Пышма, Берёзовский, Краснотурьинск, Сысерть. В Сысерти изучали только динамику накопления ТМ в почвах УМН. В с. Большие Галашки (Висимский заповедник) и в п. Мариинск были отобраны пробы почв для установления фоновых содержаний ТМ. В пробах почв определяли содержание ТМ в валовых (ртуть), кислоторастворимых, подвижных и водорастворимых формах (табл. 3.10). Почвы городов искусственные на основе дерново-подзолистых, горных дерново-подзолистых и аллювиальных почв. Встречаются чернозёмы оподзоленные и выщелоченные.

Каменск-Уральский расположен в 100 км к юго-востоку от областного центра. Город раскинулся на лесистых и скальных берегах рек Исеть и Каменка. Лесной массив разделяет город на две равноценные части. Каменск-Уральский – многофункциональный промышленный центр Зауралья с ярко выраженной специализацией в отраслях цветной и чёрной металлургии, машиностроения и металлообработки.

Выбросы вредных веществ в атмосферу города от 76 стационарных источников составляют 23,896 тыс. т/год, из них твёрдых 8,832 тыс. т/год. От источников промышленных выбросов в атмосферу поступают соединения ТМ, за содержанием которых в

Содержание металлов (млн⁻¹) в почвах городов Урала

Город, источник, зона радиусом, км, вокруг источника	Число проб	Показатель	Cr	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Al	V
Кислоторастворимые формы													
г.Каменск-Уральский	25	Ср	55	39	600	55	110	49	17	1,50	18000	21000	57
		М ₁	90	140	1200	110	300	300	20	3,9	24000	31000	100
		М ₂	75	84	890	69	180	130	20	2,6	24000	29000	99
		М ₃	70	81	770	59	170	74	20	2,4	23000	28000	93
ОАО «Синарский трубный завод 0-10,0	45	Ср	60	35	700	71	180	82	19	3,6	20000	20000	50
		М ₁	170	130	1100	360	1000	630	27	22	35000	37000	120
		М ₂	81	110	990	280	690	530	23	18	32000	34000	85
		М ₃	79	75	930	190	560	510	23	7,5	29000	32000	78
Территория города	70	Ср	58	37	660	66	150	70	18	2,8	19000	20000	53
Подвижные формы													
Уральский алюминиевый завод 0-3,0	16	Ср	0,87	9,7	91	3,8	27	0,82	1,7	0,53			
		М ₁	2,9	35	160	12	120	2,7	5,0	1,2			
		М ₂	2,0	28	130	6,3	48	2,7	2,7	0,95			
		М ₃	1,1	22	110	4,9	39	1,4	2,6	0,76			

Продолжение таблицы 3.10

Д, ис- ик, зона /сом, вокруг ника	Число проб	Пока- за- тель	Сг	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Al	V	Hg (вал)
«Си- ий ый за- 0-3,0	24	Ср	1,2	8,2	100	3,8	26	0,57	1,9	0,67				
		м ₁	10	36	260	13	160	1,8	7,3	2,2				
		м ₂	2,8	22	160	8,4	130	1,5	4,5	1,3				
		м ₃	1,9	21	150	6,3	41	1,1	3,3	1,1				
атория а	40	Ср	1,1	8,8	97	3,8	26	0,67	1,8	0,61				
Водорастворимые формы														
ьский ини- авод	16	Ср	0,34	0,15	0,34	0,43	0,69	0,36	0,11	<0,01				
		м ₁	0,48	0,28	0,63	0,76	2,2	1,0	0,19	<0,01				
		м ₂	0,47	0,25	0,61	0,66	1,1	0,95	0,19	<0,01				
		м ₃	0,39	0,24	0,38	0,62	0,87	0,75	0,19	<0,01				
«Си- ий ый за-	24	Ср	0,19	0,34	0,56	0,44	0,84	0,44	0,20	0,02				
		м ₁	0,53	0,62	1,3	1,0	2,9	1,4	0,49	0,05				
		м ₂	0,44	0,62	1,3	0,77	1,8	0,72	0,43	0,05				
		м ₃	0,34	0,54	0,99	0,77	1,5	0,62	0,34	0,05				
атория а	40	Ср	0,25	0,26	0,45	0,44	0,78	0,41	0,16	0,01				

Город, источник, зона радиусом, км, вокруг источника	Число проб	Показатель	Сг	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Al	V
Кислорастворимые формы													
г.Верхняя Пышма АОТ «Уралэлектромедь» 0-5,0	35	Ср	84	55	940	100	180	580	25	2,1	30000		
		М1	330	240	1800	380	1000	5100	66	4,8	47000		
		М2	270	170	1600	320	380	2200	46	4,6	47000		
		М3	230	110	1500	230	340	1200	42	3,6	45000		
ЮВ, 50	1		19	20	1000	28	70	59	14	2,2	22000		
ОАО «Уральский завод химреактивов», 0-5,0	14	Ср	44	28	740	45	110	160	18	2,4	22000		
		М1	120	63	1700	73	270	900	29	5,1	40000		
		М2	68	62	1200	69	230	290	24	3,4	37000		
		М3	58	32	990	66	160	110	24	2,4	29000		
Обследованная территория	50	Ср	71	47	880	83	160	450	23	2,2	27000		

Продолжение таблицы 3.10

ис- к, зона сом, вокруг ника	Число проб	Пока- за- тель	Сг	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Al	V	Hg (вал)
Подвижные формы														
Элек- дь» -3	18	Ср	2,2	20	110	11	69	210	2,3	0,84				
		М1	9,5	78	190	25	320	970	3,1	2,6				
		М2	6,9	44	190	24	180	960	2,5	1,8				
		М3	3,9	39	140	22	130	570	2,5	1,6				
БСКИЙ ХИМ- ИВОВ» 5,0	7	Ср	0,55	3,5	74	2,0	25	5,1	1,7	0,73				
		М1	1,10	7,4	120	3,3	98	24	2,7	3,3				
		М2	0,59	4,3	110	3,2	20	3,7	2,3	0,39				
		М3	0,58	3,5	78	1,9	15	2,5	1,6	0,39				
тория 3	25	Ср	1,7	15	98	8,7	56	160	2,1	0,81				
Водорастворимые формы														
Элек- дь» 3,0	18	Ср	0,31	0,34	0,42	0,54	0,76	4,6	<0,01	0,04				
		М1	2,9	0,62	0,98	1,2	2,7	26	<0,01	0,14				
		М2	0,24	0,52	0,97	1,1	1,8	11	<0,01	0,14				
		М3	0,24	0,49	0,77	0,91	1,1	9,6	<0,01	0,10				

Продолжение табл.

Город, источник, зона радиусом, км, вокруг источника	Число проб	Показатель	Cr	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Al	V
ОАО «Уральский завод химреактивов», 0-5,0	7	Ср	0,18	0,33	0,54	0,38	1,2	0,58	<0,01	0,05			
		М ₁	0,33	0,44	1,7	0,54	2,5	1,1	<0,01	0,015			
		М ₂	0,24	0,39	0,97	0,54	2,0	0,68	<0,01	0,05			
		М ₃	0,24	0,39	0,29	0,44	1,2	0,63	<0,01	0,05			
Территория города	25		0,27	0,45	0,50	0,89	3,5	<0,01	0,04				

Кислорастворимые формы

г. Берёзовский, завод строительных конструкций 0-5,0	32	Ср	67	62	1000	90	110	60	22	1,9	21000	12000	99
		М ₁	430	430	1800	450	290	190	42	3,2	47000	23000	280
		М ₂	200	170	1600	370	220	120	37	2,9	31000	19000	170
		М ₃	110	160	1500	210	170	98	34	2,6	30000	19000	170

Подвижные формы

0-3,0	15	Ср	0,58	7,5	110	4,3	35	2,4	1,2	0,65			
		М ₁	2,1	19	210	8,9	93	7,7	1,9	0,97			
		М ₂	1,5	18	160	6,9	63	3,7	1,7	0,95			
		М ₃	0,96	8,2	150	5,6	50	3,0	1,5	0,79			

г, ис- к, зона сом, вокруг ника	Число проб	Пока- за- тель	Сг	Рб	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Al	V	Hg (вал)
Водорастворимые формы														
3,0	15	Ср	0,18	0,32	0,83	0,53	0,86	1,4	0,01	0,02				
		M1	0,33	0,53	1,7	1,0	1,8	2,2	0,05	0,10				
		M2	0,24	0,48	1,3	0,95	1,5	2,1	0,05	0,10				
		M3	0,24	0,39	1,2	0,58	1,0	2,1	0,01	0,05				
Кислорастворимые формы														
Ю- НСК, ЛОВ- алю- эВЫЙ 0-3,0	20	Ср	40	45	950	36	150	220	28	1,6	29000	26000	89	0,29
		M1	75	190	1400	58	420	770	49	2,6	46000	46000	140	1,1
		M2	57	77	1300	53	360	410	40	2,2	45000	36000	120	1,1
		M3	55	55	1300	50	310	400	39	2,2	34000	31000	110	0,81
Подвижные формы														
3,0	10	Ср	1,2	5,7	160	2,2	21	16	2,3	0,34				
		M1	4,8	15	290	4,6	46	82	4,8	0,77				
		M2	1,9	11	190	3,7	37	47	3,5	0,76				
		M3	1,4	6,9	180	3,1	30	9,0	3,5	0,38				

Город, ис-точник, зона радиусом, км, вокруг источника	Число проб	Показатель	Сг	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Al	V
Водорастворимые формы													
0-3,0	10	Ср	0,19	0,21	0,52	0,26	0,74	1,9	0,08	0,07			
		М ₁	0,38	0,38	1,4	0,57	1,3	2,8	0,24	0,10			
		М ₂	0,29	0,24	1,2	0,48	1,2	2,7	0,10	0,10			
		М ₃	0,25	0,20	0,53	0,29	1,1	2,6	0,10	0,10			
Кислоторастворимые формы													
г. Сысерть УМН, 1 га	25	Ср	28	15	770	36	42	15	15	1,5	12000	14000	100
		М ₁	44	30	940	49	130	23	20	1,7	17000	19000	150
		М ₂	33	22	900	44	55	20	17	1,7	15000	19000	140
		М ₃	32	20	890	41	48	16	17	1,7	14000	18000	140
Подвижные формы													
	25	Ср	0,40	2,2	89	2,8	6,5	0,60	0,61	0,29			
		М ₁	0,60	6,2	140	5,1	59	1,8	1,2	0,59			
		М ₂	0,60	3,5	130	4,0	6,7	0,99	0,99	0,40			
		М ₃	0,59	3,4	120	3,9	6,3	0,98	0,98	0,40			

Окончание таблицы 3.10

ис- к, зона сом, вокруг ника	Число проб	Пока- за- тель	Сг	Pb	Mn	Ni	Zn	Cu	Co	Cd	Fe	Al	V	Hg (вал)
	25	Ср	0,09	0,12	1,6	0,29	0,65	0,75	<0,01	<0,01				
		М1	0,15	0,49	5,7	2,0	2,1	1,4	<0,01	<0,01				
		М2	0,15	0,45	2,1	0,44	1,6	1,4	<0,01	<0,01				
		М3	0,15	0,25	2,0	0,34	1,0	1,3	<0,01	<0,01				
для лов- облас-	к	Ср	24	25	850	40	69	34	20	1,7	23000	14000	76	0,035
	п	Ср	0,9	4,0	140	2,3	14	1,3	0,65	0,24				
	вод	Ср	0,10	0,19	1,7	0,28	1,2	0,86	0,08	0,03				

Водорастворимые формы

нарский трубный завод» - 43 пробы почв. В западном направлении от ОАО «Синарский трубный завод» на расстоянии 10 км было отобрано 2 пробы почвы. Почвы проб суглинистые с pH_{KCl} 6,1-8,7.

Из табл. 3.10 видно, что содержание ТМ в почвах вокруг ОАО «Синарский трубный завод» несколько выше, чем вокруг Уральского алюминиевого завода.

Почвы города загрязнены кислоторастворимыми формами свинца (1 и 4 ПДК или 1 ОДК) и кадмием (1 и 11 ОДК). Отдельные участки почв содержат повышенные количества никеля (до 4 ОДК), хрома (до 8 Ф), цинка (до 5 ОДК), меди (до 5 ОДК).

В почвах обнаружены повышенные уровни содержаний ТМ в подвижных формах: свинца (1 и 6 ПДК), цинка (1 и 6 ПДК), кадмия (9 Ф), никеля (3 ПДК), хрома (2 ПДК), марганца (1 ПДК), кобальта (1 ПДК).

Среднее содержание водорастворимых форм кобальта в почвах города составило 5 Ф, максимальное – 16 Ф. Часть проб почв загрязнена водорастворимыми формами хрома (до 5 Ф) и свинца (до 3 Ф).

Согласно индексу загрязнения, найденному по средним содержаниям ТМ, ($Z_{\Phi}=7$, $Z_k=13$), обследованные почвы в целом относятся к допустимой категории загрязнения ТМ. Отдельные участки почв с повышенными содержаниями ТМ имеют более высокую категорию загрязнения ТМ – умеренно опасную и опасную ($Z_{m\Phi}=72$, $Z_{mk}=117$).

Город Верхняя Пышма находится в 15 км к северу от Екатеринбурга. Основу экономики Верхней Пышмы составляет цветная металлургия, химическая и нефтехимическая промышленность. Выбросы вредных веществ в атмосферу города от 42 предприятий составляют 3,183 тыс. т/год, в том числе твёрдых 1,429 тыс. т/год. 30 % от общего количества выбросов поступает от АООТ «Уралэлектромедь», производящего электротехническую медь, медный купорос и др. Выбросы ОАО «Уральский завод химреактивов» составляют 2 % от общего количества выбросов, поступающих от стационарных источников. Источником загрязнения атмосферы Верхней Пышмы является также Среднеуральская ГРЭС г.Среднеуральска. Выбросы вредных веществ в атмосферу от Среднеуральской ГРЭС составляют 8,788 тыс.т/год.

Отбор проб почв проводили в зонах радиусом 0-5 км вокруг АООТ «Уралэлектромедь» и вокруг ОАО «Уральский завод химреактивов». Одна проба почвы отобрана на расстоянии 50 км в юго-восточном направлении от АООТ «Уралэлектромедь».

Почвы, на которых отбирали пробы суглинистые и глинистые. В 30 % проб почв $pH_{KCl}<5,5$.

Сильно загрязнены почвы 1-км зоны вокруг АООТ «Уралэлектромедь». Согласно индексам загрязнения $Z_{\phi}=32$ и $Z_{\kappa}=56$, данные почвы относятся к опасной категории загрязнения ТМ. В почвах обнаружены высокие уровни содержания меди (кр 6 и 39 ОДК или 24 и 150 Ф; п 97 и 323 ПДК; вод 4 и 30 Ф), цинка (кр 2 и 5 ОДК, п 4 и 14 ПДК), никеля (кр 1 и 5 ОДК, п 2 и 6 ПДК, вод 4 Ф), свинца (кр 2 и 8 ПДК, п 4 и 13 ПДК, вод 3 Ф) хрома (кр 5 Ф, п 2 ПДК, вод 3 Ф), кадмия (кр 1 и 3 ОДК, п 4 и 11 Ф, вод 3 Ф). С удалением от источника содержание ТМ в почвах уменьшается за исключением хрома. Средние содержания меди, свинца, никеля, кадмия и хрома в кислоторастворимых формах в почвах 5-км зоны вокруг источника составляют соответственно 580 (4 ОДК); 55 (2 ПДК); 100 (1 ОДК); 2,1 (1 ОДК); 84 млн⁻¹ (2 Ф). Максимальное содержание кислоторастворимых форм хрома превысило 14 Ф, марганца – 1 ПДК, кобальта – 3 Ф.

По индексу загрязнения ($Z_{\phi}=24$; $Z_{\kappa}=42$) почвы 5-км зоны вокруг АООТ «Уралэлектромедь» в среднем относятся к умеренно опасной категории загрязнения с отдельными территориями более высокой категории загрязнения.

Вокруг ОАО «Уральский завод химреактивов» загрязнение почв ТМ на уровне допустимого ($Z_{\phi}=6$, $Z_{\kappa}=15$).

Почвы территории города содержат повышенные количества подвижных форм свинца (3 и 13 ПДК), никеля (2 и 6 ПДК), цинка (2 и 14 ПДК), меди (53 и 323 ПДК), марганца (2 ПДК), хрома (2 ПДК) и загрязнены водорастворимыми формами меди (4 и 30 Ф). Максимальное содержание свинца, никеля и кадмия в водорастворимых формах в почвах города находится на уровне 3-4 Ф. В среднем почвы территории города, согласно индексу загрязнения ($Z_{\phi}=19$; $Z_{\kappa}=34$), относятся к умеренно опасной категории загрязнения ТМ с отдельными участками опасной (1-км зона, $Z_{\phi}=32$; $Z_{\kappa}=56$) и чрезвычайно опасной категории загрязнения ($Z_{\text{мф}}=199$; $Z_{\text{мк}}=322$).

Город Берёзовский находится в 13 км к северо-востоку от областного центра. В городе сосредоточены предприятия цветной металлургии, машиностроения и металлообработки, строительной промышленности.

Выбросы вредных веществ в атмосферу от 57 предприятий города составили 1,739 тыс.т/год, из них твёрдых – 425 т/год. Наибольшее количество выбросов – 346 т/год приходится на Берёзовский завод строительных конструкций. Вклад в общие выбросы ЗАО «Уральский завод по обработке цветных металлов» составил 8 %, АО «Уралэлектромедь» Берёзовский рудник – 6 %.

В обследованной зоне наблюдается загрязнение почв ТМ в кислоторастворимых формах: свинцом (2 и 13 ПДК или 3 ОДК), марганцем и ванадием по сумме (1 и 2 ПДК), никелем (1 и 8 ОДК), кадмием (1 и 2 ОДК). Максимальные содержания свинца и ртути по сумме, ртути, марганца и ванадия превысили 1-2 ПДК, цинка, меди – 1 ОДК, хрома – 18 Ф.

Средние содержания подвижных форм свинца, марганца, никеля, цинка в почвах 5-км зоны превышают 1-2 ПДК, максимальные количества этих ТМ достигают 2-4 ПДК.

Отдельные участки почв загрязнены водорастворимыми формами кадмия, хрома и никеля, массовые доли которых превышают 3 Ф.

По индексу загрязнения, найденному по средним содержаниям ТМ в почвах территории города, обследованные почвы в целом относятся к допустимой категории загрязнения ТМ ($Z_{\text{ф}}=8$; $Z_{\text{к}}=15$) с отдельными участками умеренно опасной и опасной категории загрязнения ($Z_{\text{мф}}=53$; $Z_{\text{мк}}=87$).

Краснотурьинск расположен в 426 км от Екатеринбурга в зоне горных дерново-подзолистых почв.

Выбросы вредных веществ в атмосферу от 41 предприятия составили 56,566 тыс.т/год; в том числе твёрдых 19,057 тыс.т/год. Наибольший вклад в загрязнение атмосферы города вносит ОАО «Богословский алюминиевый завод», имеющий глинозёмное и электролизное производство. Выбросы данного источника составляют 35,805 тыс.т/год, Богословской ТЭЦ – 6,246 тыс.т/год, ЗАО «Золото Северного Урала» - 213 т/год, ОАО «Богословское рудоуправление» - 79 т/год.

20 проб почв отобрано в зоне радиусом 0-3 км вокруг Богословского алюминиевого завода. Отобранные пробы суглинистые с $\text{pH}_{\text{КСI}} > 5,5$, кроме одной пробы, имеющей $\text{pH}_{\text{КСI}} 5,4$. В почвах города обнаружены повышенные содержания свинца (кр 1 и 6 ПДК или 1 ОДК, п 3 ПДК), меди (кр 2 и 6 ОДК, п 5 и 27 ПДК, вод 3 Ф), марганца (п 2 и 3 ПДК). Отдельные пробы почв загрязнены ртутью и свинцом по сумме (2 ПДК), кислоторастворимыми формами цинка (2 ОДК), кадмия (1 ОДК), хрома (3 Ф), подвижными формами цинка (2 ПДК), никеля (1 ПДК), кадмия (3 Ф). Наибольшие содержания кадмия, кобальта, меди и хрома в водорастворимых формах составляют 3-4 Ф. По индексу загрязнения ($Z_{\text{ф}}=10$; $Z_{\text{к}}=24$) в среднем почвы территории города можно отнести к

допустимой категории загрязнения ТМ с отдельными участками умеренно опасной и опасной категории загрязнения ($Z_{mf}=40$; $Z_{mk}=72$).

В Сысерти пробы почв отбирали на участке пункта многолетних наблюдений за загрязнением почв ТМ, расположенном в северо-восточном направлении на расстоянии 1 км от источника выбросов завода «Уралгидромаш».

Выбросы вредных веществ в атмосферу Сысерти от 51 предприятия составляют 2,76 тыс.т/год, из них твёрдых – 209 т/год. Выбросы завода «Уралгидромаш» составляют 357 т/год, из них марганца и его соединений – 0,012 т/год, хрома шестивалентного 0,004 т/год, оксида железа – 0,158 т/год, оксида никеля – 0,001 т/год.

Отбор 25 проб почв на участке площадью 1 га проводили по ортогональной сетке на глубину 0-10 см. Почвы УМН суглинистые с pH_{KCl} 4,3-4,9. В почвах отмечены повышенные уровни содержания кадмия (2 и 2 ОДК) в кислоторастворимых формах и марганца (1 и 2 ПДК) в подвижных формах.

В части проб почв содержание цинка и никеля в кислоторастворимых формах превышает 1 ОДК, свинца, никеля и цинка в подвижных формах превышает 1-3 ПДК. Наибольшие массовые доли водорастворимых форм марганца составили 3 Ф.

Почвы УМН, согласно индексу загрязнения ($Z_f=1$; $Z_k=1$; $Z_{mf}=4$; $Z_{mk}=10$), относятся к допустимой категории загрязнения ТМ.

3.9. Основные результаты

В 2002 году наблюдение за содержанием ТМ в почвах проводили в районе 25 городов Российской Федерации.

Силами подразделений Росгидромета в почвах территории России определяли содержание алюминия, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, меди, марганца, молибдена никеля, олова, ртути, свинца, хрома и цинка в валовых, кислоторастворимых, подвижных и водорастворимых формах.

По результатам обследования почвенного покрова Российской Федерации в 2002 году загрязнение почв (на уровне 1 ПДК, 1 ОДК и 3 Ф) бериллием обнаружено в Свирске* (в 4 Ф)**;

– ванадием – в Берёзовском (кр 2 ПДК), Дзержинске (в 2 ПДК), Ижевске (в 2 и 3 ПДК), Кирове (в 7 ПДК), Нижнем Новгороде (в 1 ПДК), Свирске^{5***} (в 1 ПДК, УМН-3 в 1 ПДК), Чебоксарах (в 2 ПДК);

Каменск-Уральском (кр 1 и 11 ОДК, п 9Ф), Краснотурьинске (кр 1 ОДК, п 5 Ф, вод 3 Ф), Нижнем Новгороде (в 1 ОДК), Самаре (кр 2 и 6 ОДК), Тольятти (кр 5 ОДК), Уфе (кр 5 Ф);

– кобальтом – в Верхней Пышме (кр 3 Ф), Дзержинске (в 5 Ф), Каменск-Уральском (п 1 ПДК, вод 5 и 16 Ф), Краснотурьинске (вод 3 Ф), Нижнем Новгороде (в 7 Ф);

– марганцем – в Берёзовском (кр 1 ПДК, п 1 и 3 ПДК), Верхней Пышме (кр 1 ПДК, п 2 ПДК), Каменск-Уральском (кр 5 ОДК), Краснотурьинске (кр 2 и 6 ОДК, п 5 и 27 ПДК, вод 3 Ф);

– марганцем и ванадием по сумме – в Берёзовском (кр 1 и 2 ПДК), Ижевске (в 1 и 1 ПДК), Кирове (в 1 ПДК), Нижнем Новгороде (в 1 ПДК), Свирске⁵ (в 1 ПДК), Сысерти (УМН п 1 и 2 ПДК, вод 3 Ф), Чебоксарах (в 1 и 1 ПДК);

– медью – в Ангарске (в 1 ОДК), Берёзовском (кр 1 ОДК, п 3 ПДК), Верхней Пышме (кр 3 и 39 ОДК, п 53 и 323 ПДК, вод 4 и 30 Ф), Дзержинске (в 1 ОДК), Ижевске (в 1 ОДК), Каменск-Уральском (кр 5 ОДК), Кирове (в 1 ОДК), Краснотурьинске (кр 2 и 6 ОДК, п 5 и 27 ПДК, вод 3 Ф), Нижнем Новгороде (в 1 ОДК), Свирске⁵ (в 2 ОДК, УМН-1 в 2 ОДК), Тольятти (кр 2 ОДК), Усолье-Сибирском⁵ (в 1 ОДК), Уфе (кр 2 ОДК), Чебоксарах (в 1 ОДК);

– молибденом – в Ижевске (в 5 и 16 Ф), Кирове (в 5 и 23 Ф), Нижнем Новгороде (в 10 Ф), Свирске⁵ (в 3 Ф), Чебоксарах (в 5 и 16 Ф);

– никелем – в Ангарске (в 1 и 1 ОДК), Ангарске⁵ (в 4 ОДК), Берёзовском (кр 2 и 8 ОДК, п 1 и 2 ПДК, вод 3 Ф), Большом Камне⁵ (кр 2 ОДК), Верхней Пышме (кр 1 и 4 ОДК, п 2 и 6 ПДК, вод 4 Ф), Дзержинске (в 1 ОДК), Жуковском⁵ (кр 1 и 2 ОДК), Ижевске (в 1 ОДК), Каменск-Уральском (кр 4 ОДК, п 3 ПДК), Кирове (в 1 и 5 ОДК), Краснотурьинске (п 1 ПДК), Раменском (кр 1 и 2 ОДК), Свирске⁵ (в 3 ОДК, УМН-1 в 1 ОДК), Сысерти (УМН кр 1 ОДК, п 1 ПДК), Усолье-Сибирском (в 2 ОДК), Усолье-Сибирском⁵ (в 3 ОДК), Уфе (кр 2 ОДК), Чебоксарах (в 2 ОДК);

– оловом – в Ангарске (в 3 Ф), Ижевске (в 7 и 70 Ф), Кирове (в 3 Ф), Нижнем Новгороде (в 33 Ф);

– ртутью – в Берёзовском (в 1 ПДК);

– ртутью и свинцом по сумме – в Берёзовском (кр 4 ПДК), Краснотурьинске (кр 2 ПДК);

– свинцом – в Ангарске (в 1 и 3 ПДК или 3 ОДК), Берёзовском (кр 2 и 14 ПДК или 3 ОДК, п 1 и 3 ПДК), Большом Камне⁵ (кр 2 и 7 ПДК или 2 ОДК, п 1 и 17 ПДК), Верхней Пышме (кр 1 и 8 ПДК или 4 ОДК, п 3 и 13 ПДК, вод 3 Ф), Дзержинске (в 2 и 13 ПДК или 3 ОДК), Жуковском⁵ (кр 1 и 2 ПДК), Ижевске (в 2 и 7 ПДК или 2 ОДК), Каменск-Уральском (кр 1 и 4 ПДК или 1 ОДК, п 1 и 6 ПДК, вод 3 Ф), Кирове (в 1 и 5 ПДК или 1 ОДК), Краснотурьинске (кр 1 и 6 ПДК или 1 ОДК, п 3 ПДК), Нижнем Новгороде (в 1 и 9 ПДК или 2 ОДК), Партизанске⁵ (кр 1 ПДК), Раменском⁵ (кр 1 и 1 ПДК), Самаре (кр 1 и 6 ПДК или 1 ОДК), Свирске⁵ (в 8 и 48 ПДК или 2 и 48 ОДК, УМН-1 в 29 и 81 ПДК или 7 и 26 ОДК, УМН-3 в 2 и 4 ПДК или 1 ОДК), Сысерти (УМН п 1 ПДК), Тольятти (кр 1 ПДК), Усолье-Сибирском (в 1 и 3 ПДК), Уфе (кр 3 ПДК), Чебоксарах (в 2 и 4 ПДК или 1 ОДК);

– хромом – в Берёзовском (кр 18 Ф, вод 3 Ф), Верхней Пышме (кр 3 и 14 Ф, п 2 ПДК, вод 3 Ф), Дзержинске (в 4 Ф), Каменск-Уральском (кр 7 Ф, п 2 ПДК, вод 5 Ф), Кирове (в 4 Ф), Краснотурьинске (кр 3 Ф, вод 3 Ф), Нижнем Новгороде (в 6 Ф), Свирске (УМН-1 в 4 Ф), Чебоксарах (в 12 Ф);

– цинком – в Ангарске (в 3 и 5 ОДК), в Берёзовском (кр 1 ОДК, п 2 и 4 ПДК), Большом Камне (кр 1 ОДК, п 5 ПДК), Верхней Пышме (кр 5 ОДК, п 2 и 14 ПДК), Дзержинске (в 3 ОДК), Ижевске (в 2 ОДК), Каменск-Уральском (кр 5 ОДК, п 1 и 6 ПДК), Кирове (в 1 и 4 ОДК), Краснотурьинске (кр 2 ОДК, п 2 ПДК), Нижнем Новгороде (в 1 и 5 ОДК), Партизанске (п 1 ПДК), Свирске⁵ (в 2 ОДК, УМН-1 в 2 ОДК, УМН-3 в 1 ОДК), Сысерти (УМН кр 1 ОДК, п 3 ПДК), Усолье-Сибирском (в 1 и 3 ПДК), Усолье-Сибирском⁵ (в 2 ОДК), Чебоксарах (в 2 ОДК).

Анализ степени загрязнения почв металлами по индексу загрязнения показал, что к опасной категории загрязнения относятся почвы участка многолетних наблюдений в Свирске вблизи завода «ВСЭЛ» ($Z_{\Phi}=37$; $Z_{\kappa}=105$), к умеренно опасной категории загрязнения согласно ($Z_{\Phi}=18$) и, возможно, к опасной категории загрязнения ($Z_{\kappa}=54$) относятся почвы 1-км зоны вокруг этого источника и почвы 5-км зоны вокруг предприятия «Уралэлектромедь» в Верхней Пышме ($Z_{\Phi}=24$; $Z_{\kappa}=32$). Загрязнение почв территории Верхней Пышмы по индексу загрязнения ТМ в среднем характеризуются как умеренно опасное ($Z_{\Phi}=19$; $Z_{\kappa}=34$). Во многих городах отдельные участки почв принадлежат умеренно опасной, опасной и даже чрезвычайно опасной категории загрязнения ТМ.

Наибольшие значения индексов загрязнений, рассчитанные по максимальным

меняют их физические и биологические свойства, нарушают нормальное функционирование экосистем. Формирование локальных техногенных аномалий фтора в почвах связано с атмосферными выбросами предприятий по производству алюминия, фосфорных удобрений, цветных и чёрных металлов, стекла, керамики, строительных материалов и других. Очаги загрязнения почв фтором могут формироваться вокруг источников радиусом до 15 км и более.

Изучение загрязнения почв соединениями фтора проводили на территории Иркутской области, Западной Сибири и Приморского края. Наблюдения за загрязнением атмосферных выпадений фторидами осуществляли в Иркутской области в зоне влияния выбросов БрАЗ и ИркаЗ. Обобщённые результаты обследования представлены в табл. 4.1.

Из табл. 4.1 видно, что валовым фтором загрязнены почвы в окрестностях БрАЗ, который в районе Братска является основным источником загрязнения окружающей среды фтористыми соединениями. Пробы почв отбирали в четырёх точках, расположенных в северном и северо-восточном направлениях в 2-30 км от БрАЗ в горизонтах 0-5 и 5-10 см. Средние массовые доли валового фтора в горизонтах 0-5 и 5-10 см составили 650 млн^{-1} (27 Ф) и 500 млн^{-1} (21 Ф) соответственно. Максимальное содержание токсиканта (800 млн^{-1} или 33 Ф) обнаружено в поверхностном 5-см слое почвы в 2 км от БрАЗ. По сравнению с данными обследования 2001 г. содержание валового фтора в поверхностном слое почвы в Братске уменьшилось в среднем в 1,2 раза.

Водорастворимым фтором загрязнены почвы вокруг Богословского алюминиевого завода в Краснотурьинске. Среднее содержание фтора в почвах 1-км зоны составило 18 млн^{-1} (примерно 2 ПДК), максимальное – 38 млн^{-1} (примерно 4 ПДК). Среднее содержание токсиканта в зоне радиусом 1,1-3,0 км, более удалённой от источника выбросов, близко к 1 ПДК. Максимальное содержание фтора в почвах этой зоны превышает 2 ПДК.

В обследованных почвах Ангарска, Новосибирска, Новокузнецка, Томска и Усолья-Сибирского превышения ПДК водорастворимого фтора не наблюдается. В почвах Большого Камня и Партизанска содержание фтора в почвах этой зоны варьирует на фоновом уровне.

Таблица 4.1

Содержание соединений фтора (млн^{-1}) в почвах городов Российской Федерации

Город, источник выбросов	Обследованная зона радиусом, км, от источника	Число проб	Форма нахождения	Показатель	Фтор	Глубина отбора проб, см	
Братск, БрАЗ	2-30	4	в	Ср	650	0-5	
				М ₁	800		
				М ₂	700		
				М ₃	600		
					Ср	500	5-10
					М ₁	700	
					М ₂	600	
					М ₃	400	
Фон					24		
Красно-турьинск ОАО «Богословский алюминиевый завод»	0-1,0	11	вод	Ср	18	0-5	
				М ₁	38		
				М ₂	35		
				М ₃	28		
	1,1-3,0	9	вод	Ср	9,2		
				М ₁	21		
				М ₂	18		
				М ₃	14		
	0-3,0	20	вод	Ср	14		
	Ангарск	территория города	13	вод	Ср		3,6
М ₁					7,2		
М ₂					6,4		
М ₃					4,8		
0-5		19	вод	Ср	3,9		
				М ₁	8,0		
				М ₂	7,7		
				М ₃	4,6		
Усолье-Сибирское	территория города	11	вод	Ср	3,0	"-"	
				М ₁	5,2		
				М ₂	4,8		
				М ₃	4,6		
	0-14	20	вод	Ср	2,4		
				М ₁	5,2		
				М ₂	4,6		
				М ₃	3,2		

бросов	км, от источника	проб	дения			проб, см
Большой Камень	0-5	25	вод	Ср	1,8	0-5; 0-20 (на пашне)
				М ₁	2,6	
				М ₂	2,3	
				М ₃	2,3	
	0-20	36	вод	Ср	1,7	
				М ₁	2,6	
				М ₂	2,5	
				М ₃	2,3	
Партизанск	0-5	11	вод	Ср	1,4	"-
				М ₁	2,5	
				М ₂	2,5	
				М ₃	2,0	
	0-20	21	вод	Ср	1,5	
				М ₁	2,6	
				М ₂	2,5	
				М ₃	2,5	
Каменск- Уральский	территория горо- да	70	вод	Ср	5,9	0-5
				М ₁	36	
				М ₂	33	
				М ₃	30	
Верхняя Пышма	территория горо- да	50	вод	Ср	1,0	0-5
				М ₁	2,9	
				М ₂	2,6	
				М ₃	2,5	
Берёзовский	территория горо- да	32	вод	Ср	1,1	0-5
				М ₁	5,3	
				М ₂	1,9	
				М ₃	1,8	
Новоси- бирск	территория горо- да	3	вод	Ср	1,9	0-5
				М ₁	3,3	
				М ₂	1,8	
Кемерово	территория горо- да	3	вод	Ср	0,67	0-5
				М ₁	0,85	
				М ₂	0,65	
Новокуз- нецк	территория горо- да	3	вод	Ср	3,1	0-5
				М ₁	3,4	
				М ₂	3,0	
Томск	территория горо- да	3	вод	Ср	1,8	0-5
				М ₁	2,6	
				М ₂	1,7	

В 2002 г. продолжены наблюдения за загрязнением атмосферных выпадений соединениями фтора в Братске, Иркутске, Шелехове и в фоновом районе (п. Листвянка). Табл. 2.3 демонстрирует динамику содержаний фторидов в атмосферных выпадениях в районе распространения промышленных выбросов ИркАЗ и БрАЗ.

В районе Иркутска и Братска средняя плотность выпадений фтористых соединений по сравнению с уровнем 2001 года снизилась в 1,3 и 2,6 раза соответственно, а в районе Шелехова возросла в 1,4 раза.

Таким образом, по результатам наблюдений 2002 г. загрязнение почв водорастворимым фтором (2 и 4 ПДК) наблюдается в почвах 1-км зоны вокруг Богословского алюминиевого завода и валовым фтором (27 и 33 Ф) вокруг Братского алюминиевого завода.

5. Загрязнение почв нефтепродуктами

Наибольшую опасность загрязнения НП представляют всякого рода утечки нефти, которые наиболее вероятны при её добыче и транспортировке. Разливы имеют место в результате аварий на трубопроводах, в резервуарах хранения и при перевозках. Изучение миграции НП показало, что сначала нефть растекается по поверхности почвы, затем мигрирует в нижележащие слои вплоть до водоносных горизонтов. Сильное загрязнение почв НП может вызвать их обесструктурирование, увеличение водоудерживающей способности и микробиологической активности, уменьшением теплопроводности и др.

Наблюдение за содержанием НП в почвах проводили на территории Верхнего Поволжья и Западной Сибири, в Астраханской, Иркутской и Самарской областях. Обобщённые результаты наблюдения представлены в табл. 5.1.

Самые высокие уровни загрязнения почв НП обнаружены в районе прорыва в прошлые годы нефтепровода «Дружба» на поле площадью 10 га совхоза «50 лет СССР» в Волжском районе Самарской области, на котором было отобрано 50 проб почв (табл. 5.1). Среднее содержание НП составило 9160 млн^{-1} (183 Ф). Максимальное содержание НП (266180 млн^{-1} или 5325 Ф) выявлено вблизи нефтепровода «Дружба». Экстремально высокое загрязнение, т.е. содержание НП в почве на уровне 50 Ф и более, наблюдалось в 12 % отобранных проб. По сравнению с результатами обследования 2001 г. среднее содержание НП в почвах уменьшилось в 2,2 раза.

Почвы территории Самары загрязнены НП (34 и 112 Ф), особенно городские

Место обследования	Зона обследования	Число проб	Показатель	НП	Ф	Число Ф	Глубина отбора, см
Самарская область Волжский район, совхоз «50 лет СССР»	поле 10 га	50	Ср	9160	50	183	0-20
			М ₁	266180		5325	
			М ₂	80740			
			М ₃	43800			
Самара	городские свалки	6	Ср	4800		96	
			М ₁	8100		162	
			М ₂	6060			
			М ₃	6040			
	территория города (без учёта свалок)	23	Ср	1700		34	
			М ₁	5600		112	
			М ₂	5120			
			М ₃	4450			
Иркутск	Жилкинская нефтебаза, 1 км вдоль бе- рега р.Ангары	7	Ср	3080	40	77	0-20
			М ₁	10200		255	
			М ₂	4300			
			М ₃	4000			
		3	Ср	1780		44	100-110
			М ₁	3100		78	
		2	Ср	4330		108	200-210
			М ₁	8900		222	
	жилые квар- талы	4	Ср	260		7	0-20
			М ₁	680		17	
			М ₂	270			
			М ₃	57			
Омск	территория города	63	Ср	690	40	17	0-5
			М ₁	2500		63	
			М ₂	2500			
			М ₃	2000			
		37	Ср	650		16	0-20
			М ₁	3700		93	
			М ₂	3000			
			М ₃	2200			
Киров	территория города	24	Ср	500	23	22	0-5
			М ₁	6750		293	
			М ₂	830			
			М ₃	710			
Нижний Новгород	территория города Заречная часть	100	Ср	530	50	11	0-5
			М ₁	3380		68	
			М ₂	2950			
			М ₃	2780			

Окончание таблицы 5.1

Место обследования	Зона обследования	Число проб	Показатель	НП	Ф	Число Ф	Глубина отбора, см
Астраханская область	Нагорная часть		Ср	270	32	8	0-5
			м ₁	1880		59	
	АГК, 2002 г.	6	Ср	290	77	4	0-20
			м ₁	510		7	
			м ₂	330			
			м ₃	300			
	СВ; 0,75 км от факелов низкого и высокого давления	1	510				0-20
			510				20-40
			520				40-60
			530				60-80
			560				80-100
			540				100-120
			510				120-140
			490				140-160
с.Красный Яр, фон 2001-2002 гг. АГК, 2001 г.	2	Ср	77	77	1	0-20	
		6	Ср				220
			м ₁	500		6	
			м ₂	340			
			м ₃	260			
Новосибирск		3	Ср	150	62	2	0-5
			м ₁	160		3	
			м ₂	150			
Кемерово		3	Ср	220	85	3	0-5
			м ₁	270		3	
			м ₂	260			
Новокузнецк		3	Ср	230	61	4	0-5
			м ₁	340		6	
			м ₂	180			
Томск		3	Ср	230	52	4	0-5
			м ₁	310		6	
			м ₂	250			

В Иркутске наблюдение за загрязнением почв НП проводилось в районе Жилкинской нефтебазы, расположенной в 4 км на С от центра города на левом берегу р.Ангары в п.Жилкино. Отбор проб почв проводили в жилых кварталах посёлка и по берегу р.Ангары на участке длиной 1 км. Пробы отбирали с поверхностного 0-20 см слоя и по профилю берега, высота которого на данном участке 100-250 см. Среднее содержание НП в почвах посёлка составило 260 млн⁻¹ (7 Ф), максимальное – 680 млн⁻¹ (17

поверхности воды, составило 4330 млн^{-1} , превысив фоновый уровень в 108 раз. Обследование почв в районе Жилкинской нефтебазы показало наибольшее загрязнение нефтью береговой зоны, вызванной миграцией вещества с территории нефтебазы.

В Омске наиболее загрязнён НП поверхностный слой почвы в Центральном и Советском округах, каждый площадью, примерно $3,6 \text{ км}^2$, где среднее содержание НП в почвах составило 1070 млн^{-1} (27 Ф) и 880 млн^{-1} (22 Ф) соответственно. Максимальное количество НП найдено в Центральном округе (3700 млн^{-1} или 93 Ф). Среднее содержание НП в 5-см слое почвы всей обследованной территории Омска равно примерно 690 млн^{-1} (17 Ф).

Загрязнение почв НП зафиксировано на территории Кирова (22 и 293 Ф) и Нижнего Новгорода (11 и 68 Ф).

В Астраханской области отбор проб почв осуществляли в районе Астраханского газоконденсатного месторождения. Как в 2001, так и в 2002 г. было отобрано из 6 разрезов в общей сложности 60 проб почв. Кроме того, один разрез был сделан в фоновом районе, в п.Красный Яр. В 2002 г. среднее содержание НП в поверхностном 20-см слое почвы в районе АГК составило 290 млн^{-1} (4 Ф), что в 1,4 раза выше, чем в 2001 г. Максимальное содержание НП (560 млн^{-1} или 7 Ф) выявлено в почвенном разрезе на глубине 80-100 см, заложенном в СВ направлении от АГК на расстоянии 0,75 км от факелов низкого и высокого давления (табл. 5.1). В поверхностном 20-см слое почвы этого разреза содержание НП составило 510 млн^{-1} .

Небольшие обследованные участки почв Новокузнецка, Томска, Кемерово, Новосибирска содержат НП в количестве 2-4 Ф.

6. Загрязнение почв сульфатами и нитратами

Изучение степени загрязнения почв сульфатами проводили в районе городов Иркутской области и Приморского края. Для установления уровня содержания нитратов обследовали почвы городов Урала и Западной Сибири. Результаты наблюдений представлены в табл. 6.1.

Среднее содержание сульфатов в почвах территорий Ангарска и Усолья-Сибирского превышает 2 Ф. Максимальное содержание в почвах Ангарска выше 7 Ф (2 ПДК для серной кислоты), в почвах Усолья-Сибирского выше 8 Ф (3 ПДК). Наибольшее количество сульфатов обнаружено в почвах 5-км зоны вокруг Ангарска. Оно составило 1000 млн^{-1} (26 Ф или 8 ПДК).

Таблица 6.1

Содержание (млн⁻¹) сульфатов и нитратов в почвах

Место наблюдения	Обследованная зона радиусом, км, вокруг источника	Число проб	Показатель	Сульфаты, млн ⁻¹	Нитраты, млн ⁻¹	
Иркутская область г. Ангарск	территория города	13	Ср	98		
			М ₁	280		
			М ₂	190		
			М ₃	130		
	0-5,0	10	Ср	230		
				М ₁	1000	
				М ₂	530	
			М ₃	240		
	5,1-26	9	Ср	72		
			М ₁	160		
			М ₂	110		
			М ₃	110		
Фон				39		
г. Усолье-Сибирское	территория города	11	Ср	100		
			М ₁	370		
			М ₂	140		
			М ₃	130		
	0-5,0	12	Ср	700		
				М ₁	120	
				М ₂	110	
				М ₃	110	
	5,1-14	8	Ср	56		
				М ₁	120	
				М ₂	83	
				М ₃	52	
Фон				45		
Приморский край г. Большой Камень	0-5,0	25	Ср	21		
			М ₁	69		
			М ₂	40		
			М ₃	34		
	5,1-20,0	10	Ср	26		
				М ₁	41	
				М ₂	39	
			М ₃	33		
Фон	21-30	1		15		
г. Партизанск	0-5,0	11	Ср	22		
			М ₁	63		
			М ₂	29		
			М ₃	27		

	км, вокруг источника				
	5,1-20,0	10	Ср	18	
			М ₁	64	
			М ₂	21	
	21-30	3	Ср	15	
			М ₁	21	
			М ₂	16	
Фон			16		
Свердловская область г.Каменск-Уральский	территория города	70	Ср		22
			М ₁		100
			М ₂		55
			М ₃		46
г.Верхняя Пышма	территория города	50	Ср		61
			М ₁		280
			М ₃		250
г.Берёзовский	территория города	32	Ср		47
			М ₁		140
			М ₂		120
			М ₃		87
г.Краснотурьинск	территория города	20	Ср		46
			М ₁		280
			М ₂		140
			М ₃		140
г.Новосибирск	территория города	3	Ср		25
			М ₁		31
			М ₂		29
Фон, с.Прокудское			1		13
г.Кемерово	территория города	3	Ср		34
			М ₁		78
			М ₂		14
Фон, д.Калинкино		1			7,1
г.Новокузнецк	территория города	3	Ср		27
			М ₁		49
			М ₂		25
Фон, п.Красная Орловка		1			14
г.Томск	территория города	3	Ср		13
			М ₁		16
			М ₂		14
Фон, с.Ярское		1			6,2

Почвы в районе обследованных городов Приморья в меньшей степени загрязнены сульфатами. Только максимальное содержание, найденное в почвах 5-км зоны как вокруг Большого Камня, так и Партизанска находится примерно на уровне 4 Ф, но меньше ПДК.

Нитратами в количестве, составляющем 1-2 ПДК и выше, загрязнены отдельные участки почв Верхней Пышмы, Краснотурьинска и Берёзовского. Загрязнения нитратами остальных обследованных почв не обнаружено, хотя наибольшие содержания нитратов в почвах территорий городов Новосибирск, Кемерово, Новокузнецк и Томск варьируют на уровне 2-11 Ф.

покрове, атмосферных осадках и выпадениях, донных отложениях.

Площадь обследованной территории вокруг конкретного города составляет от десятков до тысяч квадратных километров. Отобрано более 1000 объединённых проб почв и проведено свыше 28000 компонентоопределений в объектах природных сред.

С 1979 по 2002 гг. включительно силами сетевых подразделений УГМС, экспедиций ИЭМ НПО «Тайфун» и некоторых организаций, присылавших в ИЭМ данные о массовых долях токсичных веществ промышленного происхождения в почвах, обследованы почвы на содержание в них ТЩП в районе более 200 населённых пунктов.

В почвах и других объектах природной среды в 2002 г. определены содержания различных форм металлов: алюминия, бериллия, ванадия, железа, кадмия, кобальта, марганца, меди, молибдена, никеля, олова, ртути, свинца, хрома, цинка и др. Кроме того, было проведено обследование почв на содержание в них нефтепродуктов, фтора, сульфатов, нитратов и др. Определение отдельных ТЩП в почвах и свойств почв проводят согласно документам /1, 3, 6, 7, 9/.

Работа была направлена на решение следующих задач:

- оценить загрязнение почв;
- выявить источники загрязнения;
- изучить распределение загрязняющих веществ в объектах природных сред во времени и пространстве;
- обеспечить директивные органы материалами для составления рекомендаций в области охраны природы и рационального использования природных ресурсов.

Максимальные уровни содержаний металлов в почвах, превышающие фоновые на 1-3 порядка величины, отмечаются в промышленной и ближней зонах с радиусом до 5 км вокруг источника. По мере удаления от источника загрязнения массовые доли ТМ уменьшаются и на расстоянии 12-20 км в зависимости от мощности источника и региональных особенностей приближаются к фоновым. Существенное уменьшение объёмов выбросов ТМ в атмосферу приводит к тому, что почвы вокруг источника постепенно самоочищаются от атмотехногенных ТМ.

Очень сильное загрязнение почв соединениями фтора наблюдается в районах расположения алюминиевых заводов.

Повышенное содержание фторидов по сравнению с фоновыми может обнаружиться на расстоянии 15 км и более от алюминиевых заводов. Большую опасность для здоровья людей и животных представляет загрязнение фторидами продуктов питания и ормовых трав.

Сильное загрязнение почв нефтью наблюдается, как правило, в зоне радиусом не более 1 км вокруг нефтепромыслов, нефтехранилищ, нефтепроводов и нефтеперерабатывающих заводов. В почвах на территории промышленных центров и вокруг них наблюдаются повышенные уровни содержания НП.

2. Виноградов А.П. Геохимия редких и рассеянных элементов в почвах. – М.: Изд-во АН СССР, 1957, 157 с.
3. Временные методические рекомендации по контролю загрязнения почв./ Под ред. С.Г.Малахова. – М: Гидрометеоздат, ч.І, 1983, 128 с.; ч.ІІ, 1984, 61 с.
4. Гигиеническая оценка качества почвы населённых мест: Методические указания. – М.: Федеральный центр госсанэпиднадзора Минздрава России, 1999, 38 с.
5. Загрязнение почв Российской Федерации токсичными веществами промышленного происхождения в 2000 году. Ежегодник /Под ред. Л.В.Сатаевой. – Санкт-Петербург: Гидрометеоздат, 2001, 58 с.
6. Инструкция по определению содержания ртути в почве, растениях, биологических объектах, воде и атмосферном воздухе /под. ред. П.Е.Тулупова. – Обнинск: ИЭМ, 1982, 76 с.
7. Методические рекомендации по проведению полевых и лабораторных исследований почв и растений при контроле загрязнения окружающей среды металлами. /Под ред. Н.П.Вырина и С.Г.Малахова – М: Гидрометеоздат, 1981, 109 с.
8. Ориентировочно допустимые концентрации (ОДК) тяжёлых металлов и мышьяка в почвах: ГН 2.1.7.020-94 (Дополнение №1 к перечню ПДК и ОДК №6229-91) Утв. ГКСН РФ. 27.12.94. – М., 1995, 7 с.
9. РД 52.18.595-96. Руководящий документ. Федеральный перечень методик выполнения измерений допущенных к применению при выполнении работ в области мониторинга загрязнения окружающей природной среды – С.-Петербург: Гидрометеоздат, 1999, 97 с.

СОДЕРЖАНИЕ

Перечень условных обозначений.....	4
Введение.....	6
1. Нормирование содержания и оценка степени опасности загрязнения почвы химическими веществами.....	7
2. Современное состояние загрязнения почв России ТПП.....	16
3. Уровни загрязнения почв России тяжелыми металлами.....	27
3.1. Башкортостан.....	28
3.2. Верхнее Поволжье.....	28
3.3. Западная Сибирь.....	34
3.4. Иркутская область.....	35
3.5. Московская область.....	42
3.6. Приморский край.....	43
3.7. Самарская область.....	48
3.8. Свердловская область.....	51
3.9. Основные результаты.....	63
4. Загрязнение природной среды соединениями фтора.....	66
5. Загрязнение почв нефтепродуктами.....	69
6. Загрязнение почв сульфатами и нитратами.....	72
Заключение.....	76
Список использованных источников.....	78

**ЗАГРЯЗНЕНИЕ ПОЧВ РОССИЙСКОЙ ФЕДЕРАЦИИ
ТОКСИЧНЫМИ ВЕЩЕСТВАМИ ПРОМЫШЛЕННОГО ПРОИСХОЖДЕНИЯ
В 2002 г.**

ЕЖЕГОДНИК

Оригинал-макет подготовлен к печати в НПО „Тайфун“

ЛР № 020228 от 10.11.96 г.

Подписано в печать 05.08.03. Формат 60×84/8. Печать офсетная. Бумага офсетная. Уч.-изд. л. 7,72. Печ. л. 10
Усл. печ. 9,3, Тираж 140 экз. Индекс 275/03.

Гидрометеоиздат, 199397, Санкт-Петербург, В. О., ул. Беринга, д. 38.