

äéçíêéãú áÄÊêüáçöç àü èéóç íöï çéËöççõáà éíï éÑÄàà èêéàáÇéÑëíÇÄ àï àààóöëääàà ëéÖÑàçöç àüàà

1.1. ОСНОВНЫЕ ПОЛОЖЕНИЯ

Начальным этапом в организации охраны окружающей природной среды от техногенных загрязнений является инвентаризация предприятий-загрязнителей, включающая учет количества и химического состава твердых, жидких, газообразных выбросов (сбросов). В соответствии с "Инструкцией по нормированию выбросов (сбросов) загрязняющих веществ в атмосферу и в водные объекты" (Госкомприрода СССР, Москва, 1989) устанавливается контроль техногенных выбросов (сбросов) предприятий.

В целях установления степени токсичности промышленных отходов используют "Временный классификатор токсичных промышленных отходов и методические рекомендации по определению класса токсичности промышленных отходов" (Минздрав СССР, Москва, 1987).

Следующей ступенью в организации охраны почв является исследование различных уровней и характера загрязненности почвенного покрова. Обычно зона существенного загрязнения почв химическими элементами в окрестностях промышленных предприятий занимает территорию радиусом около 10 км с гораздо большей протяженностью (до 30 км и более) в направлении господствующих ветров, а в некоторых случаях также в направлении стока поверхностных (речных, талых и т.п.) и грунтовых вод. Закономерности рассеивания

(распространения) элементов-загрязнителей в окрестностях предприятий определяются в основном химическим составом техногенных выбросов, их дисперсностью, высотой заводских труб, "розой ветров" и, кроме того, рельефом местности и видом растительности (лес, луг, сельскохозяйственная растительность).

Номенклатура элементов-загрязнителей различных видов отходов производства представлена в табл. 1.1. Термины и определения химического загрязнения приведены в табл. 1.2.

Таблица 1.1

Накопление в почве химических элементов в зоне влияния промышленных предприятий и других источников загрязнения [1]

Источник загрязнения	Тип производства	Коэффициент концентрации (K_c)	
		Более 10	От 2 до 10
Цветная металлургия	Производство цветных металлов непосредственно из руд и концентратов	Свинец, цинк, медь, серебро	Олово, висмут, мышьяк, кадмий, сурьма, ртуть, селен
	Вторичная переработка цветных металлов	Свинец, цинк, олово, медь	Ртуть
	Производство твердых и тугоплавких цветных металлов	Вольфрам	Молибден
	Производство титана	Серебро, цинк, свинец, бор, медь	Титан, марганец, молибден, олово, ванадий
Черная металлургия	Производство легированных сталей	Кобальт, молибден, висмут, вольфрам, цинк	Свинец, кадмий, хром, цинк
	Железорудное производство	Свинец, серебро, мышьяк	Цинк, вольфрам, кобальт, ванадий
Машиностроительная и металлообрабатывающая промышленность	Предприятия с термической обработкой металлов (без литейных цехов)	Свинец, цинк	Никель, хром, ртуть, олово, медь
	Производство свинцовых аккумуляторов	Свинец, никель, кадмий	Сурьма

Продолжение табл. 1.1

Источник загрязнения	Тип производства	Коэффициент концентрации (K_c)	
		Более 10	От 2 до 10
Машиностроительная и металлообрабатывающая промышленность	Производство приборов для электротехнической и электронной промышленности	—	Свинец, сурьма, цинк, висмут
Химическая промышленность	Производство суперфосфата	Стронций, цинк, фтор	Редкие земли, медь, хром, мышьяк, иттрий
	Производство пластмасс	—	Медь, цинк, серебро
Промышленность строительных материалов	Производство цемента (без использования отходов металлургии)	—	Ртуть, стронций, цинк
	Производство бетонных изделий	—	—
Полиграфическая промышленность	Шрифтолитейные заводы, типографии	—	—
	Твердые отходы, используемые в качестве удобрений	Свинец, кадмий, олово, медь, серебро, сурьма, цинк	Ртуть
	Осадки канализационных сточных вод	Свинец, кадмий, ванадий, никель, олово, хром, медь, цинк	Ртуть, серебро
	Загрязненные поливочные воды	Свинец, цинк	Медь

Примечание. Коэффициент концентрации химического элемента определяется отношением его реального содержания в почве (C) к фоновому (C_{ϕ}): $K_c = C/C_{\phi}$.

Таблица 1.2

Термины и определения химического загрязнения*

Номер по порядку	Термин	Определение
ОБЩИЕ ПОНЯТИЯ		
1	Химическое загрязнение почвы	Изменение химического состава почвы в результате антропогенной деятельности, способное вызвать ухудшение ее качества.

Продолжение табл. 1.2

Номер по порядку	Термин	Определение
		Примечание. Изменение химического состава обусловлено не только появлением новых химических веществ, которых нет в незагрязненной природной почве, но и увеличением содержания веществ, характерных для состава этой незагрязненной природной почвы
2	Глобальное химическое загрязнение почвы	Химическое загрязнение почвы, возникающее вследствие дальнего переноса загрязняющего вещества в атмосфере, на расстоянии, превышающем тысячу километров от любых источников загрязнения
3	Региональное химическое загрязнение почвы	Химическое загрязнение почвы, возникающее вследствие переноса в атмосфере загрязняющего вещества на расстояния более 40 км от техногенных и более 10 км от сельскохозяйственных источников загрязнения
4	Локальное химическое загрязнение почвы	Химическое загрязнение почвы вблизи одного или совокупности нескольких источников загрязнения
5	Фоновое содержание химического вещества в почве	Содержание химического вещества в почве, соответствующее ее природному химическому составу
6	Промышленный источник химического загрязнения почвы	Источник химического загрязнения почвы, обусловленный деятельностью промышленных и энергетических предприятий
7	Транспортный источник химического загрязнения почвы	Источник химического загрязнения почвы, обусловленный эксплуатацией транспортных средств
8	Сельскохозяйственный источник химического загрязнения почвы	Источник химического загрязнения почвы, обусловленный сельскохозяйственным производством
9	Хозяйственно-бытовой источник химического загрязнения почвы	Источник химического загрязнения почвы, обусловленный хозяйственно-бытовой деятельностью человека
10	Контроль химического загрязнения почвы	Проверка соответствия химического загрязнения почвы установленным нормам и требованиям
11	Мониторинг химического загрязнения почвы	Система регулярных наблюдений, включающая в себя наблюдения за фактическими уровнями, определения прогностических уровней, оценку последствий фактических и прогностических уровней загрязненности, выявление источников загрязненности почвы
12	Загрязненность почвы химическим веществом	Величина, характеризующая степень изменения химического состава почвы

Продолжение табл. 1.2

Номер по порядку	Термин	Определение
13	Качество почвы	Характеристика состава и свойств почвы, определяющая ее плодородие
14	Загрязняющее почву химическое вещество Ндп. <i>Загрязнитель почвы</i>	Химическое вещество, попадающее в почву в результате антропогенной деятельности, способное оказать неблагоприятное воздействие на качество почвы и растительность
15	Загрязняющее почву приоритетное вещество Ндп. <i>Приоритетный загрязнитель почвы</i>	Загрязняющее почву химическое вещество, которое подлежит наблюдению в первую очередь
16	Поверхностная плотность химического загрязнения почвы	Масса загрязняющего почву химического вещества в слое заданной глубины, отнесенная к единице поверхности почвы
17	Остаточное количество пестицида в почве Ндп. <i>Остатки пестицида</i>	Количество пестицида после установленного срока ожидания с момента его применения
18	Массовая доля загрязняющего почву химического вещества Ндп. <i>Концентрация</i>	Отношение массы загрязняющего почву химического вещества к общей массе воздушно-сухой и(или) абсолютно сухой пробы почвы
19	Проба почвы Ндп. <i>Образец почвы</i>	Определенное количество почвы, взятое в соответствии с нормативно-технической документацией для исследования
20	Абсолютно сухая проба почвы	Проба почвы, высушенная до постоянной массы при температуре 105 °С
21	Воздушно-сухая проба почвы	Проба почвы, высушенная до постоянной массы при температуре и влажности лабораторного помещения
22	Точечная проба почвы Ндп. <i>Индивидуальная проба почвы</i>	Проба почвы, взятая в одной точке местности на заданную глубину и(или) в заданном интервале глубин
23	Объединенная проба почвы Ндп. <i>Смешанная проба почвы</i>	Проба почвы, состоящая из заданного количества точечных проб
24	Место отбора объединенной пробы почвы	Площадь, с которой отбирается объединенная проба почвы. Примечание. Место отбора характеризуется названием и адресом хозяйства, номером поля по землеустроительному плану, на территории которого производится отбор объединенной пробы, с указанием вида земельного угодья, глубины взятия пробы, возделываемой культуры, расстояния от источника загрязнения и(или) населенного пункта и в случае необходимости привязки к близлежащим ориентирам

Продолжение табл. 1.2

Номер по порядку	Термин	Определение
ХАРАКТЕРИСТИКА ВЗАИМОДЕЙСТВИЯ ПОЧВЫ И ЗАГРЯЗНЯЮЩИХ ХИМИЧЕСКИХ ВЕЩЕСТВ		
25	Самоочищение почвы	Уменьшение количества загрязняющего почву химического вещества в результате протекающих в почве процессов миграции, превращения, разложения
26	Время самоочищения почвы	Интервал времени, в течение которого происходит уменьшение массовой доли загрязняющего почву химического вещества на 96 % от первоначального значения или до его фоновой концентрации
27	Миграция загрязняющего почву химического вещества	Горизонтальное и(или) вертикальное перемещение загрязняющего почву химического вещества в почве и(или) из нее в другие объекты природной среды и обратно. Примечание. К другим объектам относятся растения, атмосфера, природные воды и др.
28	Транслокация загрязняющего почву химического вещества	Переход загрязняющего почву химического вещества в растения
29	Превращение загрязняющего почву химического вещества Ндп. Трансформация	Изменение состава, состояния или структуры молекулы загрязняющего почву химического вещества под воздействием различных факторов
30	Разложение загрязняющего почву химического вещества Ндп. Дегградация	—
31	Биологическое разложение загрязняющего почву химического вещества Ндп. Биологическая дегградация	—
32	Персистентность загрязняющего почву химического вещества	Продолжительность сохранения биологической активности загрязняющего почву химического вещества, характеризующая степень его устойчивости к процессу разложения
33	Детоксикация загрязняющего почву химического вещества	Превращение загрязняющего почву химического вещества в нетоксичные для организма вещества
34	Защитная способность почвы	Способность почвы, ведущая к существенному снижению токсичности загрязняющего почву вещества
35	Подкисление почвы	Изменение кислотности почвы в сторону уменьшения pH, вызванное поступлением загрязняющих почву химических веществ

Продолжение табл. 1.2

Номер по порядку	Термин	Определение
36	Подщелачивание почвы	Изменение кислотности почвы в сторону увеличения pH, вызванное поступлением загрязняющих почву химических веществ
37	Регламентация количества загрязняющего почву химического вещества	Ограничение количества загрязняющего почву вещества, установленное нормативно-технической документацией
38	Предельно допустимое количество загрязняющего почву химического вещества (ПДК)	Максимальная массовая доля загрязняющего почву химического вещества, не вызывающая прямого или косвенного влияния, включая отдельные последствия на окружающую среду и здоровье человека
39	Ориентировочно-допустимое количество загрязняющего почву химического вещества (ОДК) Ндп. <i>Ориентировочно допустимая концентрация загрязняющего почву химического вещества</i>	Предельно допустимое количество загрязняющего химического вещества в почве, определенное расчетными методами

*ГОСТ 17.4.1.03–84 "Охрана природы. Термины и определения химического загрязнения".

Система контроля загрязнения почв промышленными токсикантами предусматривает определение приоритетности контроля их содержания в почве. В ГОСТ 17.4.1.02–83 "Охрана природы. Почвы. Классификация химических веществ для контроля загрязнения" приведено ранжирование наиболее изученных токсикантов по трем классам опасности (табл. 1.3) и даны рекомендации по использованию степени токсичности веществ при определении приоритетности контроля содержания металлов в почве [2].

По степени опасности химические вещества подразделяются на три класса:

1 — вещества высокоопасные, оказывающие сильное влияние на пищевую ценность сельскохозяйственной продукции.

К ним относятся: мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бензопирен и некоторые пестициды;

2 — вещества умеренно опасные, оказывающие умеренное влияние на пищевую ценность сельскохозяйственной продукции.

Таблица 1.3

Классы опасности химических веществ

Показатель	Нормы для классов опасности		
	1	2	3
Токсичность, LD_{50}	До 200	От 200 до 1000	Свыше 1000
Персистентность в почве, мес	Св. 12	От 6 до 12	Менее 6
ПДК в почве, мг/кг	Менее 0,2	От 0,2 до 0,5	Св. 0,5
Миграция	Мигрирует	Слабо мигрирует	Не мигрирует
Персистентность в растениях, мес	3 и более	От 1 до 3	Менее 1
Влияние на пищевую ценность сельскохозяйственной продукции	Сильное	Умеренное	Нет

Класс опасности химических веществ устанавливают не менее чем по трем показателям в соответствии с табл. 1.3.

К ним относятся: бор, кобальт, никель, молибден, медь, сурьма, хром и некоторые пестициды;

3 — вещества малоопасные, не оказывающие влияние на пищевую ценность сельскохозяйственной продукции.

К ним относятся: барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций, ацетофенон и некоторые пестициды.

Термины, применяемые в ГОСТ 17.4.1.02 — 83, приведены в табл. 1.4.

При определении приоритетности химических веществ, попадающих в почву любым антропогенным путем, для контроля загрязнения почв учитывают класс опасности веществ.

Ранжирование химических веществ по классам опасности приведено в табл. 1.5 и 1.6.

Таблица 1.4

Термины, применяемые в стандарте, и пояснения к ним

Термин	Пояснение
Класс опасности	Градация химических веществ по степени возможного отрицательного воздействия на почву, растения, животных и человека
Токсичность	По ГОСТ 17.4.1.01 — 83
LD_{50}	Средняя смертельная доза препарата в миллиграммах действующего вещества на 1 кг живого веса, вызывающая гибель 50 % подопытных животных
Персистентность	По ГОСТ 17.4.1.01 — 83
Предельно допустимое количество вещества (ПДК)	По ГОСТ 17.4.1.01 — 83
Ориентировочно-допустимое количество вещества (ОДК)	По ГОСТ 17.4.1.01 — 83

Таблица 1.5

Ранжирование токсикантов по классам опасности

Класс опасности	1	2	3
Токсиканты	Мышьяк, кадмий, ртуть, селен, свинец, цинк, фтор, бенз(а)пирен	Бор, кобальт, никель, медь, молибден, сурьма, хром	Барий, ванадий, вольфрам, марганец, стронций

Таблица 1.6

Ранжирование пестицидов по классам опасности

Пестицид	Токсичность ЛД ₅₀ , мг/кг	Персистентность, мес	ПДК или ОДК, мг/кг почвы
1-й класс			
Атразин	От 1400 до 3300 включ.	От 18 до 20 включ.	0,5
Гексахлор- бутадиен	От 51 до 165 включ.	До 24 включ.	0,5
Гранозан	От 30 до 50 включ.	—	0,1
ГХЦГ	От 25 до 200 включ.	От 6 до 18 включ.	0,1
Гептахлор	От 82 до 500 включ.	До 36 включ.	0,0
ДНОК	От 40 до 85 включ.	От 1 до 2 включ.	—
ДДТ	От 200 до 500 включ.	До 144 включ.	0,1
Карбатион	От 146 до 450 включ.	—	—
Метафос	От 15 до 35 включ.	До 3 включ.	0,1
ПХК	От 45 до 90 включ.	От 6 до 24 включ.	0,5
ПХП	От 350 до 525 включ.	От 6 до 24 включ.	0,5
Севин	От 153 до 850 включ.	До 12 включ.	0,05
Тордон	От 1500 до 3750 включ.	До 24 включ.	0,05
Тиодан	От 32 до 100 включ.	—	0,1*
ТМТД	До 400 включ.	—	—
2-й класс			
Агелон	—	От 6 до 12 включ.	—
(атразин + прометрин)	—	—	—
2,4-Д	От 490 до 1500 включ.	От 1 до 1,5 включ.	—
Далапон	До 4700 включ.	От 6 до 12 включ.	0,5
Карбофос	От 400 до 1400 включ.	До 3 включ.	2,0
Купрозан	До 400 включ.	От 1 до 6 включ.	—
Кельтан	От 430 до 900 включ.	От 5 до 12 включ.	1,0
Нитрафен	От 450 до 700 включ.	—	—
Пропанид	От 360 до 2500 включ.	От 6 до 12 включ.	1,5
Симазин	От 1300 до 4000 включ.	До 12 включ.	0,2
Трефлан	От 3500 до 5000 включ.	От 6 до 12 включ.	0,1
Хлорофос	От 225 до 1200 включ.	До 3 включ.	0,5
Ялан	От 350 до 720 включ.	От 2 до 6 включ.	0,9*
Рогор	От 139,5 до 220,5 включ.	—	0,3
3-й класс			
Банвел Д	От 1200 до 3000 включ.	От 2 до 4 включ.	0,25
Дактал	До 3000 включ.	От 4 до 6 включ.	0,1*
Дилор	От 2000 до 9000 включ.	—	0,5
Мильбекс	От 1200 до 2000 включ.	—	—
Полидим	От 800 до 4000 включ.	До 6 включ.	—
Поликар- бацин	—	От 1 до 6 включ.	—

Продолжение табл. 1.6

Пестицид	Токсичность LD_{50} , мг/кг	Персистентность, мес	ПДК или ОДК, мг/кг почвы
Прометрин	От 1800 до 3500 включ.	От 3 до 4 включ.	0,5
Трихлорацетат натрия	От 3500 до 6000 включ.	От 2 до 6 включ.	0,2
Тедион	От 500 до 1000 включ.	До 2 включ.	—
Цинеб	До 5200 включ.	До 1 включ.	1,8
Эрадикан	До 4450 включ.	От 1,5 до 3 включ.	—

Примечание. Знаком * отмечены ОДК.

1.2. ОЦЕНКА СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ (МЕТОДИЧЕСКИЕ УКАЗАНИЯ ПО ОЦЕНКЕ СТЕПЕНИ ОПАСНОСТИ ЗАГРЯЗНЕНИЯ ПОЧВЫ ХИМИЧЕСКИМИ ВЕЩЕСТВАМИ. 1987 г. МЗ СССР)

Основным критерием гигиенической оценки опасности загрязнения почвы вредными веществами является предельно допустимая концентрация химических веществ в почве. ПДК представляет собой комплексный показатель безвредного для человека содержания химических веществ в почве, так как используемые при их научном обосновании критерии отражают все возможные пути опосредованного воздействия загрязнителя на контактирующие среды, биологическую активность почвы и процессы ее самоочищения. При этом каждый из путей воздействия оценивается количественно с обоснованием допустимого уровня содержания веществ по каждому показателю вредности. Наименьшее из обоснованных уровней содержания является лимитирующим и принимается за ПДК вещества.

Выбор химических веществ — показателей загрязнения для оценки опасности загрязнения почв проводится с учетом: специфики источников загрязнения, определяющих комплекс химических элементов, участвующих в загрязнении почв изучаемого региона;

приоритетности загрязнителей в соответствии со списком

ПДК химических веществ в почве (табл. 1.7) и их классом опасности;

характером землепользования.

При отсутствии возможности учета всего комплекса химических веществ, загрязняющих почву, оценку осуществляют по наиболее токсичным веществам, т.е. относящимся к более высокому классу опасности.

В случае отсутствия в приведенных документах класса опасности химических веществ, приоритетных для почв обследуемого района, их класс опасности можно определить по индексу опасности.

Отбор проб почвы, их хранение, транспортировка и подготовка к анализу осуществляются в соответствии с ГОСТ 17.4.4.02–84 "Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб почвы для химического, бактериологического и гельминтологического анализа".

Определение химических веществ в почве проводится методами, разработанными б. МЗ СССР, которые опубликованы в приложениях к "Предельно допустимым концентрациям химических веществ в почве (ПДК)" (1979, 1980, 1982, 1985, 1987 гг.).

Таблица 1.7

Предельно допустимые концентрации химических веществ в почве и допустимые уровни их содержания по показателям вредности

Вещество	ПДК, мг/кг почвы, с учетом фона (кларк)	Показатели вредности			
		Транс- локаци- онный	Миграционный		Обще- сани- тарный
			водный	воздуш- ный	
Подвижная форма					
Медь*	3,0	3,5	72,0	—	3,0
Никель*	4,0	6,7	14,0	—	4,0
Цинк*	23,0	23,0	200,0	—	37,0
Кобальт*	5,0	25,0	Более 1000,0	—	5,0
Водорастворимая форма					
Фтор	10,0	10,0	10,0	—	25,0
Валовое содержание					
Сурьма	4,5	4,5	4,5	—	50,0
Марганец	1500,0	3500,0	1500,0	—	1500,0
Ванадий	150,0	170,0	350,0	—	150,0
Марганец + ванадий	1000,0 + + 100,0	1500,0 + + 150,0	2000,0 + + 200,0	—	1000,0 + + 100,0
Свинец	30,0	35,0	260,0	—	30,0

Продолжение табл. 1.7

Вещество	ПДК, мг/кг почвы, с учетом фона (кларк)	Показатели вредности			
		Транс- локаци- онный	Миграционный		Обще- сани- тарный
			водный	воздуш- ный	
Мышьяк	2,0	2,0	15,0	—	10,0
Ртуть	2,1	2,1	33,3	2,5	5,0
Свинец + ртуть	20,0 + 1,0	20,0 + 1,0	30,0 + 2,0	—	30,0 + 2,0
Хлористый калий (K ₂ O)	560,0	1000,0	560,0	1000,0	5000,0
Нитраты	130,0	180,0	130,0	—	225,0
Бенз(а)пирен (БП)	0,02	0,2	0,5	—	0,02
Бензол	0,3	3,0	10,0	0,3	50,0
Толуол	0,3	0,3	100,0	0,3	50,0
Изопропилбензол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Альфа-метилстирол	0,5	3,0	100,0	0,5	50,0
Стирол	0,1	0,3	100,0	0,1	1,0
Ксилолы	0,3	0,3	100,0	0,4	1,0
Сернистые соединения (S):					
сероводород (H ₂ S)	0,4	160,0	140,0	0,4	160,0
элементарная сера	160,0	180,0	380,0	—	160,0
серная кислота	160,0	180,0	380,0	—	160,0
ОФУ***	3000,0	9000,0	3000,0	6000,0	3000,0
КГУ****	120,0	800,0	120,0	800,0	800,0
ЖКУ*****	80,0	Более 800,0	80,0	Более 800,0	800,0

*Подвижные формы меди, никеля и цинка извлекаются из почвы аммонийно-ацетатным буфером с pH 4,8 (медь, цинк), pH 4,6 (никель).

**Подвижная форма кобальта извлекается из почвы аммонийно-натриевым буферным раствором с pH 3,5 для сероземов и pH 4,7 для дерново-подзолистой почвы.

***ОФУ — отходы флотации угля. ПДК ОФУ контролируются по содержанию бенз(а)пирена в почве, которое не должно превышать ПДК БП.

****КГУ — комплексные гранулированные удобрения состава N:P:K = 64:0:15. ПДК КГУ контролируется по содержанию нитратов в почве, которое не должно превышать 76,8 мг/кг абсолютно сухой почвы.

*****ЖКУ — жидкие комплексные удобрения состава N:P:K = 10:34:0 ТУ 6-08-290–74 с добавками марганца не более 6,6 % от общей массы. ПДК ЖКУ контролируется по содержанию подвижных фосфатов в почве, которое не должно превышать 27,2 мг/кг абсолютно сухой почвы.

При оценке опасности загрязнения почв химическими веществами следует учитывать следующее.

А. Опасность загрязнения тем больше, чем больше фактические уровни содержания контролируемых веществ в почве (С) превышают ПДК, т.е. опасность загрязнения почвы тем выше, чем больше значение коэффициента опасности

$$K_o = C/\text{ПДК}$$

превышает 1.

Б. Опасность загрязнения тем выше, чем выше класс опасности контролируемых веществ.

В. Оценка опасности загрязнения любым токсикантом должна проводиться с учетом буферности почвы*, влияющей на подвижность химических элементов, что определяет их воздействие на контактирующие среды и растения. Чем меньшими буферными свойствами обладает почва, тем большую опасность представляет ее загрязнение химическими веществами. Следовательно, при одном и том же значении K_0 опасность загрязнения будет больше для почв с кислым значением pH, меньшим содержанием гумуса и более легким механическим составом. Например, если K_0 вещества оказались равными в дерново-подзолистой супесчаной почве, в дерново-подзолистой суглинистой почве и черноземе, то в порядке возрастания опасности загрязнения почвы можно расположить в следующий ряд: чернозем < суглинистая дерново-подзолистая почва < супесчаная дерново-подзолистая почва.

Оценка опасности почв, загрязненных химическими веществами, проводится дифференцированно для разных почв (разного характера землепользования) и основывается на двух основных положениях:

1) хозяйственное использование территории (почвы населенных пунктов, сельскохозяйственные угодья, рекреационные зоны и т.д.);

2) наиболее значимы для этих территорий пути воздействия загрязнения почвы на человека.

В связи с этим предлагаются различные схемы оценки опасности загрязнения почв населенных пунктов и почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений.

При оценке приоритетности контроля содержания металлов в почве можно не рассматривать детали их поведения в почве, так как примеси в почве мигрируют и трансформируются очень медленно. Из-за большой пространственной изменчивости массовой доли металлов в почве нет необходимости определять их многочисленные параметры, характеризующие поступление металлов из атмосферы. Ниже будут описаны три методики оценки приоритетности контроля содер-

*Под "буферностью почвы" понимается совокупность свойств почвы, определяющих ее барьерную функцию, обуславливающую уровни вторичного загрязнения химическими веществами контактирующих с почвой сред: растительности, поверхностных и подземных вод, атмосферного воздуха. Основными компонентами почвы, создающими буферность, являются тонкодисперсные минеральные частицы, определяющие ее механический состав, органическое вещество (гумус), а также реакция среды — pH.

жания металлов в почве внутри каждого класса опасности: по потокам металлов из атмосферы; по мощности выброса источника; по времени, в течение которого в почве будет достигнута величина ПДК, если в приземном слое атмосферы концентрация все время равна соответствующему значению ПДК в воздухе.

В промышленном районе обследования, как можно ближе к санитарно-защитной зоне, необходимо сравнить потоки металлов на почву и запасы их в почве, а затем оценить время удвоения содержания металлов относительно фоновое или время достижения в почве ПДК. Чем меньше это время, тем выше приоритетность металла внутри класса опасности. Поток металлов можно определить по загрязнению снежного покрова или по планшетам, покрытым фильтротканью. Методики определения металлов в почве и в снежном покрове представлены в работах [3, 4]. Определение времени удвоения t содержания металлов относительно фонового проводится следующим образом. Предположим, что в поверхностном слое почвы объемом V фоновая массовая доля равна $C_{\text{пф}}$, тогда количество металла во всем объеме равно $C_{\text{пф}}V\rho$, где ρ — плотность почвы. Рассмотрим объем поверхностного слоя глубиной h и площадью S , получим $C_{\text{пф}}V\rho = C_{\text{пф}}Sh\rho$. В выбранный объем поступают атмосферные выпадения P . В зависимости от интенсивности выпадения на площадку S через некоторое время t выпадает количество металла, равное фоновому, т.е. $C_{\text{пф}}Sh\rho = PSt$, откуда

$$t = C_{\text{пф}}h\rho/P. \quad (1.1)$$

В формуле (1) при подстановке параметров в системе СИ время удвоения получается в секундах. Это неудобно, поэтому практические расчеты лучше проводить по формуле

$$t[\text{Годы}] = 10 \frac{C_{\text{пф}}[\text{млн}^{-1}] \cdot h[\text{см}] \cdot \rho_{\text{п}}[\text{г/см}^3]}{P[\text{кг/км}^2 \cdot \text{г} \cdot \text{од}]}, \quad (1.2)$$

где время удвоения t вычисляется в годах, содержание в почве задается в млн^{-1} , глубина слоя почвы в см, плотность в г/см^3 , выпадения металлов в $\text{кг/км}^2 \cdot \text{год}$. В частности, для слоя глубиной 1 см ($h = 1$ см) при $\rho_{\text{п}} = 1 \text{ г/см}^3$ формулу (2) можно упростить и переписать так:

$$t[\text{Годы}] = \frac{C_{\text{пф}}[\text{млн}^{-1}]}{P[\text{кг/км}^2 \cdot \text{г} \cdot \text{од}]}. \quad (1.3)$$

В табл. 1.8 приведены показатели времени удвоения при среднем темпе выпадений для некоторых промышленных

Таблица 1.8

**Расчетное время удвоения фоновое содержания металлов*
в слое почвы толщиной 1 см, годы**

Показатель	Металл					
	Марганец	Медь	Никель	Свинец	Хром	Цинк
Район обследования:						
А	300	0,45	63	0,57	190	1,6
Б	5,5	1,2	15	2,7	12	1,8
Класс опасности	3	2	2	1	2	1

*За фоновое содержание приняты кларки.

районов. Время удвоения различно для разных металлов. Так, в пункте А среднее время удвоения для марганца 300 лет, цинка — 1,6 года, свинца — 0,57 года и меди — 0,45 года, что говорит об отсутствии источника загрязнения почвы марганцем и наличии существенного источника загрязнения цинком, свинцом и медью. Учитывая классы опасности, необходимо в данном районе контролировать в первую очередь содержание в почве цинка, свинца и меди, содержание остальных металлов можно не контролировать. В почве вокруг предприятия Б следует контролировать содержание всех металлов, в первую очередь — цинка, свинца, меди. Необходимо отметить, что время удвоения — это условная величина, которая не позволяет рассчитывать содержание металлов в верхнем слое почвы через большое количество лет, так как оно не учитывает миграцию металлов в почве.

Для определения приоритетности контроля металлов в почве по их ПДК необходимо в формулу (1.1) подставить величину ПДК — $C_{\text{ПДК}}$. Дальнейшее определение приоритетности веществ проводится так же, как по времени удвоения.

Приоритетность контроля содержания металлов можно оценить по мощности выброса источника. Для этого на основе физико-математической модели поступления примеси на почву, зная мощность выброса, можно рассчитать потоки примеси на почву (1.1), а затем описанным выше методом оценить приоритетность контроля содержания металлов в почве. Расчет потока металлов из атмосферы от источника с определенным выбросом проводится на ЭВМ по разработанной в НПО "Тайфун" программе.

Поток примеси на поверхность по известной мощности выбросов металлов можно оценить приближительным способом. Известно, что доля выпадения металлов вокруг источни-

ка загрязнения зависит от высоты трубы и удаленности от нее. Так, при высоте трубы 100 м в десятикилометровой зоне выпадений в среднем 25 ± 15 % выбрасываемых веществ. При увеличении высоты трубы до 300 м выпадения не превышают 10 %, а при уменьшении высоты трубы до 25 м увеличиваются до 80 %. При этом соотношение выпадений в зонах 1–3 км и 3–10 км примерно 1:4. При известной мощности выброса металлов можно рассчитать их потоки в среднем на зону радиусом 3 км от источника и оценить приоритетность контроля содержания металлов в почве.

В случаях, когда на предприятиях соблюдается предельно допустимый выброс в атмосферу с целью сохранения приземных концентраций этих элементов в воздухе ниже установленных ПДК, порядок определения приоритетности контроля загрязнения ими почвы может быть изменен. Он определяется по времени t , в течение которого в почве будет достигнута величина ПДК, если в приземном слое атмосферы концентрация все время равна соответствующему значению ПДК в воздухе. Вывод формулы времени достижения ПДК_п аналогичен выводу формулы (1.1):

$$t = \frac{\text{ПДК}_\text{п}}{\text{ПДК}_\text{в}} \cdot \frac{h \cdot \rho_\text{п}}{W_1}. \quad (1.4)$$

Здесь h — слоя почвы, где выпадающее вещество перемешивается (для пахотной почвы $h = 20$ см, для целинной $h = 5$ см); w — скорость осаждения примеси. Для наиболее мелких аэрозольных частиц ее можно принять равной 1 см/с. В случае грубодисперсного состава выбросов ($d \geq 10$ мкм) к скорости 1 см/с следует добавить скорость гравитационного осаждения частиц: $w = v + 1$ см/с. При этом предполагается, что смыва этого вещества с почвы не происходит, оно практически не мигрирует в глубь почвы и не разрушается в ней. Чем меньше значение времени достижения ПДК_п, тем выше приоритетность металла внутри класса опасности. Если t много больше реального времени действия источника загрязнения, то можно ограничиться контролем загрязнения атмосферного воздуха и при условии сохранения норм этого загрязнения предполагать сохранение норм загрязнения почвы.

При подстановке значений параметров в формулу (1.4) в системе СИ время t определяется в секундах, что неудобно. Для практических расчетов можно пользоваться следующей формулой:

$$t[\text{годы}] = \frac{3,17 \cdot 10^{-2} \text{ПДК}_{\text{п}}[\text{мг л}^{-1}] \cdot h[\text{см}] \cdot \rho[\text{г/см}^3]}{\text{ПДК}_{\text{в}}[\text{мг к/м}^3] \cdot w[\text{см/с}]} \quad (1.5)$$

Таким образом, пользуясь методиками оценки приоритетности контроля содержания токсикантов в почве, можно ранжировать металлы по приоритетности их контроля в почвах отдельных районов.

Предельно допустимые концентрации элементов-загрязнителей в почве даны в "Обобщенном перечне ПДК загрязняющих веществ в почве" (б. Минздрав СССР, 1990).

1.3. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ, ИСПОЛЪЗУЕМЫХ ДЛЯ ВЫРАЩИВАНИЯ СЕЛЬСКОХОЗЯЙСТВЕННЫХ РАСТЕНИЙ

Основной оценки опасности загрязнения почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений, является транслокационный показатель вредности — важнейший показатель при обосновании ПДК химических веществ в почве. Это обусловлено тем, что:

1) с продуктами питания растительного происхождения в организм человека поступает в среднем 70 % вредных химических веществ;

2) уровень транслокации определяет уровень накопления токсикантов в продуктах питания, влияет на их качество.

Существенная разница допустимых уровней содержания химических веществ по различным показателям вредности (см. табл. 1.7) и основные положения дифференциальной оценки степени опасности загрязненных почв позволяют также дать рекомендации по практическому использованию почв загрязненных территорий.

Опасность загрязнения почв, используемых для выращивания сельскохозяйственных растений, определяется в соответствии с табл. 1.7 и 1.9. В табл. 1.9 приведены основные принципы оценки почв и рекомендации по их использованию и снижению неблагоприятного действия загрязнений. Данные табл. 1.7 являются логическим дополнением табл. 1.5 и представляют необходимые сведения для ранжирования почв по уровню загрязнения в соответствии с принципами, изложенными в табл. 1.9.

Таблица 1.9

Принципиальная схема оценки почв сельскохозяйственного использования, загрязненных химическими веществами

Категория загрязненности почв	Характеристика загрязненности	Возможное использование территории	Предлагаемые мероприятия
I. Допустимая	Содержание химических веществ в почве превышает фоновое, но не выше ПДК	Использование под любые культуры	Снижение уровня воздействия источников 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 проводимым для категории I. При наличии веществ с лимитирующим миграционным водным или миграционным воздушным показателями проводится контроль за содержанием этих веществ в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных водостоков
III. Высокоопасная	Содержание химических веществ в почве превышает их ПДК при лимитирующем транслокационном показателе вредности	Использование под технические культуры. Использование под с/х культуры ограничено с учетом растений-концентратов	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 зеленой массы на корм скоту с учетом растений-концентратов

Продолжение табл. 1.9

Категория загрязненности почв	Характеристика загрязненности	Возможное использование территории	Предлагаемые мероприятия
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 и связыванию токсикантов в почве. Контроль за содержанием токсикантов в зоне дыхания с/х рабочих и в воде местных водоемов

Пример. Почвы территорий загрязнены никелем, содержание подвижных форм которого составляет в первой (1) 20 мг/кг и во второй (2) — 5 мг/кг. На основании табл. 1.1 и 1.5 почву 1 следует отнести к категории “чрезвычайно высокого” загрязнения, так как уровень содержания никеля превышает допустимые уровни содержания этого элемента по всем показателям вредности: транслокационному, миграционному водному и общесанитарному. Такая почва может быть использована только под технические культуры или полностью исключена из сельскохозяйственного использования. Почва 2 может быть отнесена к категории “умеренно загрязненной”, так как содержание никеля (5 мг/кг) превышает его ПДК (4 мг/кг), но не превышает допустимый уровень по транслокационному показателю вредности (6,7 мг/кг). В этом случае почва может быть использована под любые сельскохозяйственные культуры при одновременном осуществлении мероприятий по снижению доступности токсиканта — никеля — для растений.

1.4. ГИГИЕНИЧЕСКАЯ ОЦЕНКА ПОЧВ НАСЕЛЕННЫХ ПУНКТОВ

Оценка опасности загрязнения почвы населенных пунктов определяется:

- 1) эпидемиологической значимостью загрязненной химическими веществами почвы;
- 2) ролью загрязненной почвы как источника вторичного загрязнения приземного слоя атмосферного воздуха и при ее непосредственном контакте с человеком;
- 3) значимостью степени загрязнения почвы в качестве индикатора загрязнения атмосферного воздуха.

Оценка неблагоприятных последствий загрязнения почв при их непосредственном воздействии на организм человека важна для случаев геофагии у детей при их играх на загрязненных почвах. Такая оценка разработана по наиболее распространенному в населенных пунктах загрязняющему веще-

ству — свинцу, содержание которого в почве, как правило, сопровождается увеличением содержания других элементов. При содержании свинца в почве игровых площадок на уровне 500 мг/кг и систематическом нахождении его в почве можно ожидать психоневрологические изменения у детей [2].

По данным изучения распределения в почве некоторых металлов (наиболее распространенных индикаторов загрязнения городов) можно дать ориентировочную оценку опасности загрязнения атмосферного воздуха. Так, при содержании свинца в почве, начиная с 250 мг/кг, в районе действующих источников загрязнения наблюдается превышение его ПДК в атмосферном воздухе ($0,3 \text{ мкг/м}^3$), при содержании меди в почве, начиная с 1500 мг/кг, наблюдается превышение ПДК меди в атмосферном воздухе ($2,0 \text{ мкг/м}^3$).

Оценка уровня химического загрязнения почв как индикаторов неблагоприятного воздействия на здоровье населения проводится по показателям, разработанным при сопряженных геохимических и геогигиенических исследованиях окружающей среды городов. Такими показателями являются: коэффициент концентрации химического вещества $K_c = C/C_{\text{ф}}$, который определяется отношением его реального содержания в почве к фоновому, и суммарный показатель загрязнения Z_c .

Суммарный показатель загрязнения равен сумме коэффициентов концентраций химических элементов и выражен следующей формулой:

$$Z_c = \sum_i^n K_c - (n - 1), \quad (1.6)$$

где n — число суммируемых элементов.

Анализ распределения геохимических показателей, получаемых в результате апробирования почв по регулярной сети, дает пространственную структуру загрязнения селитебных территорий и воздушного бассейна, где существует наибольший риск для здоровья населения (Методические рекомендации по геохимической оценке загрязнения территорий городов химическими элементами, 1982).

Оценка опасности загрязнения почв комплексом металлов по показателю Z_c , отражающему дифференциацию загрязнения воздушного бассейна городов как металлами, так и другими, наиболее распространенными ингредиентами (пыль, окись углерода, окислы азота, сернистый ангидрид), проводится по оценочной шкале, приведенной в табл. 1.10. Градации оценочной шкалы разработаны на основе изучения по-

Таблица 1.10

Ориентировочная оценочная шкала опасности загрязнения почв по суммарному показателю загрязнения Z_c

Категория загрязнения почв	(Z_c)	Изменения 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, гипотрофий новорожденных)

казателей состояния здоровья населения, проживающего на территориях с различным уровнем загрязнения почв.

Определение химических веществ при оценке уровня загрязнения почв рекомендуется проводить методом эмиссионного анализа.

Справочные данные по накоплению химических элементов в почвах в зоне влияния промышленных предприятий приведены в табл. 1.7. Этими данными следует руководствоваться при оценке влияния предприятий нефтегазодобычи на загрязнение почв, учитывая сведения табл. 1.11 в качестве фоновых при сопоставлении получаемых результатов.

Таблица 1.11

Накопление химических элементов в почвах в зоне влияния промышленных предприятий и других источников

Источник загрязнения	Тип производства	Коэффициент концентрации (K_c)	
		Более 10	От 2 до 10
Цветная металлургия	Производство цветных металлов непосредственно из руд и концентратов Вторичная переработка цветных металлов Производство твердых и тугоплавких цветных металлов	Свинец, цинк, медь, серебро	Олово, висмут, мышьяк, кадмий, сурьма, ртуть, селен
		Свинец, цинк, олово, медь	Ртуть
		Вольфрам	Молибден

Продолжение табл. 1.11

Источник загрязнения	Тип производства	Коэффициент концентрации (K_c)	
		Более 10	От 2 до 10
Черная металлургия	Производство титана	Серебро, цинк, свинец, бор, медь	Титан, марганец, молибден, олово, ванадий
	Производство легированных сталей	Кобальт, молибден, висмут, вольфрам, цинк	Свинец, кадмий, хром, цинк
Машиностроительная и металлообрабатывающая промышленность	Железорудное производство	Свинец, серебро, мышьяк	Цинк, вольфрам, кобальт, ванадий
	Предприятия с термической обработкой металлов (без литейных цехов)	Свинец, цинк	Никель, хром, ртуть, олово, ванадий
Химическая промышленность	Производство свинцовых аккумуляторов. Производство приборов для электронной промышленности	Свинец, никель, кадмий	Сурьма Свинец, сурьма, цинк, висмут
	Производство суперфосфатных удобрений	Стронций, цинк, фтор	Редкие земли, медь, хром, мышьяк, иттрий, медь, цинк, серебро
Промышленность строительных материалов	Производство пластмасс	—	Ртуть, стронций, цинк
	Производство цемента (при использовании в производстве цемента отходов металлургических производств возможно накопление в почвах также и других металлов). Производство бетонных изделий		
Полиграфическая промышленность	Шрифтолитейные заводы, типографии		Свинец, цинк, олово
	Твердые бытовые отходы крупных городов, используемые в качестве удобрений	Свинец, кадмий, олово, медь, серебро, сурьма, цинк	Ртуть
Загрязненные поливочные воды	Осадки канализационных сточных вод	Свинец, кадмий, ванадий, никель, олово, хром, медь, цинк	Ртуть, серебро
	Загрязненные поливочные воды	Свинец, цинк	Медь

1.5. НОМЕНКЛАТУРА ПОКАЗАТЕЛЕЙ САНИТАРНОГО СОСТОЯНИЯ ПОЧВ (ИЗВЛЕЧЕНИЕ ИЗ ГОСТ 17.4.2.01–81– СТ СЭВ 4470–84)

Настоящий стандарт устанавливает номенклатуру показателей санитарного состояния почв для всех видов земель единого государственного земельного фонда. Номенклатура показателей санитарного состояния почв, предусмотренная стандартом, должна применяться при разработке нормативно-технической документации на санитарное состояние почв.

Термины, использованные в настоящем стандарте, и их пояснения приведены в табл. 1.12. Номенклатура показателей санитарного состояния почв (санитарно-химические свойства) и их применяемость даны в табл. 1.13.

Таблица 1.12

Пояснение к терминам, применяемым в стандарте

Термин	Пояснение
Санитарная охрана почв	Система законодательных, организационных и санитарно-технических мероприятий, направленных на предупреждение загрязнения почв бытовыми и промышленными выбросами и отходами, а также веществами, целенаправленно применяемыми в сельском и лесном хозяйствах
Санитарное состояние почв	Совокупность физико-химических и биологических свойств почвы, определяющих ее безопасность в эпидемиологическом и гигиеническом отношении
Показатели санитарного состояния почв	Комплекс критериев (санитарно-химических и санитарно-микробиологических), позволяющих оценить санитарное состояние почв
Термофильные бактерии	Группа микроорганизмов, относящихся к различным систематическим единицам, имеющая температурный максимум в диапазоне 60–80 °С и оптимум в диапазоне 35–65 °С. Попадают в почву с пылью, навозом и компостами. В чистых почвах отсутствуют. Служат индикаторами специфического органического загрязнения
Клостридиум перфрингенс	Анаэробный микроорганизм, постоянно обитающий в кишечнике человека и животных. В почву попадает с фекалиями. Благодаря способности образовывать споры может длительно сохраняться в почве. В чистых почвах отсутствует. Служит показателем фекального загрязнения

Продолжение табл. 1.12

Термин	Пояснение
Гельминты	Паразитические черви, возбудители многих болезней человека и животных. Яйца и личинки ряда гельминтов развиваются до инвазионной стадии во внешней среде и, в частности, в почве, при контакте с которой возможно заражение человека и животных
Синантропные мухи	Мухи, обитающие в жилище человека или на территории населенных пунктов, размножение которых вне селитьбы невозможно. Являются переносчиками возбудителей многих болезней

Таблица 1.13

Показатель	Характеризуемые свойства	Применяемость показателя санитарного состояния почв						
		Населенных пунктов	Курортов и зон отдыха	Зон санитарной охраны источников водоснабжения	Санитарно-защитных зон предприятий	Транспортных земель	Сельскохозяйственных угодий	Лесных угодий
1. Отношение белкового азота к общему органическому азоту (санитарное число), отн. ед.	Санитарно-химические	—	—	—	—	—	—	—
2. Аммонийный азот, мгN/кг почвы	То же	+	+	+	±	—	±	±
3. Нитратный азот, мгN/кг почвы	"	+	+	+	±	—	±	±
4. Хлориды, мгCl ⁻ /кг почвы	"	+	+	+	±	—	±	±
5. pH	"	+	+	+	+	+	+	+
6. Пестициды (остаточные количества)*, мг/кг почвы	"	+	+	+	±	±	+	+
7. Тяжелые металлы**, мг/кг почвы	"	+	±	+	±	+	+	±

Продолжение табл. 1.13

Показатель	Характеризуемые свойства	Применяемость показателя санитарного состояния почв						
		Населенных пунктов	Курортов и зон отдыха	Зон санитарной охраны источников водоснабжения	Санитарно-защитных зон предприятий	Транспортных земель	Сельскохозяйственных угодий	Лесных угодий
8. Нефть и нефтепродукты, мг/кг почвы	"	+	±	+	±	+	±	±
9. Фенолы летучие, мг/кг почвы	"	+	±	+	±	+	±	±
10. Сернистые соединения**, мг/кг почвы	"	+	±	+	±	+	±	±
11. Детергенты (анионоактивные и катионоактивные)**, мг/кг почвы	"	+	+	+	±	—	±	—
12. Канцерогенные вещества**, мкг/кг почвы	"	+	+	+	+	+	+	±
13. Мышь-як, мг/кг почвы	"	+	±	+	±	+	—	—
14. Цианиды, мг/кг почвы	"	+	±	+	±	+	±	—
15. Полихлоридные бифенилы, мкг/кг почвы	"	+	±	+	±	+	±	—
16. Радиоактивные вещества**, Ки/кг почвы	"	+	+	+	+	+	+	+
17. Макрохимические удобрения*, г/кг почвы	"	±	±	+	—	—	+	+
18. Микрохимические удобрения*, мг/кг почвы	"	±	±	+	—	—	+	+

Продолжение табл. 1.13

Показатель	Характеризуемые свойства	Применяемость показателя санитарного состояния почв						
		Населенных пунктов	Курортов и зон отдыха	Зон санитарной охраны источников водоснабжения	Санитарно-защитных зон предприятий	Транспортных земель	Сельскохозяйственных угодий	Лесных угодий
19. Лактозоположительные кишечные палочки (колиформы)***, индекс	Санитарно-бактериологические	+	+	+	±	±	+	±
20. Энтерококки (фекальные стрептококки), индекс	То же	+	+	+	±	±	+	±
21. Патогенные микроорганизмы (по эпидпоказаниям), индекс	Санитарно-бактериологические	+	+	+	+	+	+	+
22. Яйца и личинки гельминтов (жизнеспособные), шт/кг почвы	Санитарно-гельминтологические	+	+	+	±	+	+	±
23. Личинки и куколки синантропных мух (жизнеспособные), шт/кг почвы	Санитарно-энтомологические	—	—	—	—	—	—	—

*Выбор соответствующих показателей зависит от химического состава средств химизации сельского хозяйства, применяемых в конкретной местности.

**Выбор соответствующих показателей зависит от характера выбросов промышленных предприятий.

***Допустимое определение фекальных колиформ.

П р и м е ч а н и е. Знак "+" означает, что соответствующий показатель обязателен для определения санитарного состояния почв, знак "—" — показатель не является обязательным и знак "±" — показатель обязателен при наличии источника загрязнения.

1.6. ОРГАНИЗАЦИЯ КОНТРОЛЯ

Для контроля загрязнения почв отбор проб проводят не менее одного раза в 3 года.

В основе контроля уровней загрязнения почвенного покрова техногенными загрязнениями лежат три основных параметра:

1) размер (площадь) элементарного участка, с которого отбирают смешанный почвенный образец, отражающий уровень загрязненности почвы;

2) количество проб, необходимое для составления репрезентативного (представительного) смешанного почвенного образца;

3) ключевой участок — наименьшая геоморфологическая единица ландшафта, в достаточной мере отражающая генезис (тип, подтип) свойств почв.

В пределах ключевого участка выделяют элементарные участки, размеры которых зависят от расстояния от источника загрязнения. Обычно руководствуются правилом: чем дальше от источника, тем больше должна быть площадь элементарного участка. В пределах элементарного участка выбирают рабочую (пробную) площадку, с которой отбирают пробы почв для составления смешанного почвенного образца.

Если размер элементарного участка сравнительно велик, а почвенный покров довольно сложен, то в пределах этого участка выделяют несколько (2–3) пробных площадок. Размер и конфигурацию пробных площадок нельзя рекомендовать однозначно.

Данные параметры выбирают индивидуально в зависимости от контурности почвенного покрова, рельефа местности, характера растительности и т.д. За рациональный размер пробной площадки обычно принимают площадь около 1 га.

На карте-основе, представляющей собой план местности с нанесенной ситуацией и розой ветров, используя и другой картографический материал (почвенную топографическую карту и т.д.), намечают ориентировочно (а в поле уточняют) ключевые участки.

В пределах ключевого участка выделяют элементарный участок и пробные площадки. Непосредственно вокруг предприятия намечают пробные площадки по восьми румбам (не обязательно по азимуту): в радиусе 1,5–2,5 км (зона наибольшей загрязненности) по 10–12 румбам; в радиусе 2,5–5,0 км по 12–16 румбам; в радиусе 5–10 км — по 16–24

румбам и т.д. В таком случае пробные площади будут отстоять друг от друга (по периметру) на расстоянии 1,5–2 км.

Представленная схема носит рекомендательный характер, поскольку в природных условиях положение элементарных участков и количество пробных площадок зависят от ландшафтно-геохимических особенностей территории.

При сильном загрязнении вокруг мощных предприятий в направлении господствующих ветров территорию обследуют на расстоянии 20–30 км, а в направлении наименьшей повторяемости и силы ветров – на расстоянии в 2 раза меньше.

При проведении исследований составляют паспорт обследуемого участка, описание пробной площадки, сопроводительный талон и описание почвы (формы бланков даны в ГОСТ 17.4.4.02–84. "Охрана природы. Почвы. Методы отбора и подготовки проб для химического, бактериологического, гельминтологического анализа").

1.7. ОТБОР ПОЧВЕННЫХ ПРОБ И ПОДГОТОВКА К АНАЛИЗУ

Количество точечных проб для составления смешанного образца должно быть тем больше, чем сильнее варьирование содержания изучаемых ингредиентов в почве. На большом удалении от источника загрязнения, где уровень загрязненности меньше и содержание цементов-загрязнителей мало отличается от фонового (природного), берут около 20 точечных проб. По мере приближения к предприятию число точечных проб для составления смешанного образца увеличивается (40–60).

Общие требования, которые необходимо соблюдать при отборе почвенных проб и подготовке проб к химическому анализу, изложены в ГОСТ 17.4.3.01–83 и ГОСТ 17.4.4.02–84.

Отбор точечных проб проводят на пашне – на всю глубину пахотного горизонта; на целине – на глубину 5 и 5–20 см.

Для контроля миграции элементов-загрязнителей точечные пробы отбирают по всему почвенному профилю. В этом случае пробы берут из средней части генетического горизонта, захватывая слой толщиной 10 см. При мощности горизонта свыше 40 см отбирают отдельно не менее двух проб с различной глубины. Одним из основных критериев, определяющих степень подвижности элементов в почвах, является рН почвенной среды (табл. 1.14).

Таблица 1.14

Подвижность элементов в различных почвах в зависимости от pH почв

Почвогеохимическая ассоциация	Степень подвижности элементов		
	Практически неподвижны	Слабоподвижны	Подвижны
Почвы кислые pH < 5,5	Mo ⁴	Pb ²⁻⁴ , Cr ³⁻⁶ , Ni ²⁻³ , V ⁴⁻⁵ , Se ³ , Co ²⁻³	Sr, Ba, Cu, Zn, Cd, Hg, S ⁶
Почвы слабокислые и нейтральные pH 5,5–7,5	Pb	Sr, Ba, Cu, Cd, Cr ³⁻⁶ , Ni ²⁻³ , Mo ⁴ , Hg	Zn, V ⁵ , As ⁵ , S ⁶
Почвы щелочные и сильнощелочные pH > 7,5	Pb, Ba, Co	Zn, Ag, Sr, Cu, Cd	Mo ⁶ , V ⁶ , As ⁵ , S ⁶

Объединенную (смешанную) пробу составляют из точечных проб, масса которых должна быть примерно одинаковой и не превышать 200 г. Количество точечных проб с пробной площадки зависит также от способа отбора. При отборе почвы буром объединенная проба составляется из 20–40 уколов (единичных заборов, произведенных через равные отрезки по диагонали пробной площадки). При отборе почв лопатой точки отбора располагают по "конверту" (четыре точки в углах площадки и одна в центре). Вокруг каждой из пяти точек делают еще по четыре прикопки. Таким образом, объединенная проба составляется из 25 точечных проб.

Точечные пробы ссыпают на крафт-бумагу или полиэтиленовую пленку, тщательно перемешивают, квартую 3–4 раза: хорошо измельченную почву разравнивают на бумаге в виде квадрата, делят на четыре части, две противоположные части отбрасывают, две оставшиеся перемешивают.

Оставшаяся после квартования почва разравнивается на бумаге, условно делится на 6–9 квадратов, из центра которых берется примерно одинаковое количество почвы в плотный (полиэтиленовый) мешочек или крафт-бумагу. Масса смешанного образца составляет около 40 кг.

При отборе точечных проб и составлении объединенной пробы должна быть исключена возможность их дополнительного загрязнения определяемыми компонентами. Точечные пробы почвы отбирают неметаллическим инструментом. Перед отбором точечных проб стенку прикопки следует зачистить ножом из полиэтилена или полистирола или пластмассовым шпателем.

Для определения химических веществ пробу почвы в лаборатории рассыпают по бумаге или кальке и разминают пестиком крупные комки. Затем вручную выбирают включения (корни растений, насекомых, камни, стекло, уголь, кости животных и т.п.), а также новообразования (друзы гипса, известковые журавчики и др.). Почву растирают в ступке пестиком (или на машине) и просеивают через сито с диаметром отверстий 1 мм. Отобранные новообразования анализируют отдельно, подготавливая их к анализу так же, как пробу почвы.

Для определения валового содержания минеральных компонентов из просеянной пробы отбирают представительную пробу массой не более 20 г и растирают ее в ступке из агата, яшмы или плавленого корунда (или на машине) до пудрообразного состояния.

Последующие операции подготовки пробы и методы определения химических веществ в почве выполняют в соответствии с "Перечнем методик аналитического контроля загрязнения почвы" (составлен б. ЦСИ Госкомприроды РСФСР).